

TREKASS



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

PLAN DE DEVELOPPEMENT ET DE VALORISATION DES PLANTES AROMATIQUES ET MEDICINALES AU GOUVERNORAT DE KASSERINE

PREAMBULE

La Table Ronde Economique de Kasserine (TREKASS) est constituée dans le cadre d'un protocole d'accord entre le gouvernement de la République Tunisienne et le gouvernement de la Confédération Suisse relatif au programme suisse de soutien à la transition en Tunisie signé entre les deux parties et entré en vigueur en date du 22 juillet 2011 et restera en vigueur jusqu'au 31 décembre 2013.

La TREKASS a pour but de réunir les représentants du secteur privé, public et société civile, actifs dans le développement économique régional, pour identifier les obstacles au développement économique, de proposer et soutenir des initiatives concrètes en vue de stimuler les activités et le développement économique de la région.

Dans ce cadre, La table ronde économique de Kasserine a approuvé un plan d'action qui était élaboré en collaboration avec les acteurs régionaux de Kasserine comportant les 4 champs d'action suivants :

- 1^{er} Champs d'action : Amélioration des services liés à l'Information et à la communication
- 2^{ème} Champs d'action : Amélioration des services liés à l'Accompagnement
- 3^{ème} Champs d'action : Renforcement de l'Education entrepreneuriale
- 4^{ème} Champs d'action : Coordination entre les structures

Cette étude lancée par le Centre d'Affaires de Kasserine entant que secrétariat dans le cadre des activités de la table ronde économique de Kasserine et menée par le Centre Technique de la Chimie vise à élaborer un plan de développement et de valorisation de la filière Plantes Aromatiques et Médicinales PAM.

Sommaire

0. Introduction	6
I- Définitions et terminologie	6
A. DIAGNOSTIC DE LA SITUATION ACTUELLE	10
I- Identification des zones de production des PAM	11
I-1- Le bioclimat	12
I-2- Les principales plantes	12
I-3- La répartition géographique des PAM	13
I-4- La culture biologique	14
I-5- Inventaire des plantes aromatiques et médicinales de la région de Kasserine	15
I-6- La protection des biotopes et des espèces : Les aires protégées de Kasserine	20
II- L'Exploitation actuelle des PAM à Kasserine.....	21
II-1- Les plantes spontanées	21
II-2- Les plantes de culture	22
II-3- Les principaux intervenants dans la collecte des PAM	22
II-4- La transformation	23
II-5- Le mode de commercialisation	24
II-6- Les produits des PAM	25
II-7- La production/collecte des PAM	26
III- Cadre institutionnel, législatif et réglementaire	29
III-1 Cadre institutionnel.....	29
III- 2 Cadre législatif et réglementaire	30
III-2-1 La culture/Collecte des PAM	30
III-2-2 Les analyses et les tests scientifiques de laboratoires sur les PAM: Normes internationales et nationales	31
III- 2-3 La propriété industrielle	31
III-3 La réglementation européenne.....	31
III-3-1 Plantes médicinales.....	32
III-3-2 Substances parfumantes allergènes.....	33
IV- Analyse SWOT de la filière PAM.....	33
V- Marché des PAM	35
V-1 Le marché mondial des PAM	35
V-2 Le marché national des PAM	36
V-3 Opportunités de marché des PAM	42
VI- Les enjeux	43
B. PLAN DE DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE DES PLANTES AROMATIQUES ET MEDICINALES	45
I- Valorisation des PAM de Kasserine	46
I-1- Le Pin d'Alep (<i>Pinus halepensis</i>)	46
I-2- Thym (<i>Thymus algeriensis</i>)	48

I-3- La Germandrée (<i>Teucrium polium</i>).....	50
I-4- Le Genévrier oxycédre (<i>Juniperus oxycedrus L.</i>).....	51
I-5- Le Genévrier rouge (<i>Juniperus phoenicea L.</i>).....	52
I-6- Le globulaire (<i>Globularia alypum</i>).....	53
I-7- Le Chêne vert ou chêne ballota (<i>Quercus ilex ballota</i>)	54
I-8- La Marrube (<i>Marrubium vulgare</i>).....	54
I-9- L'Armoise champêtre (<i>Artemisia campestris</i>)	55
I-10- L'Halfa (<i>Stipa tenacissima</i>).....	56
I-11- Le Romarin (<i>Rosmarinus officinalis L.</i>)	58
I-12- Le Dactyle pelotonné (<i>Dactylis glomerata</i>)	61
I-13- Le Pistachier térébinthe (<i>Pistacia terebinthus</i>).....	62
I-14- L'Olivier (<i>Olea europaea</i>)	63
I-15- Le Lentisque (<i>Pistacia lentiscus</i>)	65
I-16- La Bourse à Pasteur (<i>Capsella bursa-pastoris</i>)	66
I-17- La Coronille (<i>Coronilla scorpioide</i>).....	66
I-18- Le céleri (<i>Apium graveolens</i>).....	67
I-19- La Grande mauve (<i>Malva sylvestris</i>)	68
I-20- L'ail (<i>Allium sativum</i>)	69
I-21- Le Ciste de Montpellier (<i>Cistus monspeliensis</i>)	71
I-22- Le Caroubier (<i>Ceratonia siliqua</i>).....	72
I-23- La filaire (<i>Phillyrea angustifolia L.</i>).....	75
I-24 - Le Ricin (<i>Ricinus communis</i>)	76
I-25- L'Armoise blanche (<i>Artemisia herba alba</i>).....	77
I-26- La Germandrée scorodoine (<i>Teucrium scorodonis</i>).....	78
II - Classification des PAM par principe d'usage	78
III- Culture des PAM : Orientation mondiale.....	80
IV- Procédés de transformation moderne pour l'extraction des huiles essentielles et extraits	81
III-1 L'extraction des huiles essentielles.....	81
III-2- La classification des techniques	89
III-4 Caractéristiques des extraits	92
IV- Les innovations et les nouvelles technologies de séchage.....	93
IV-1 Le séchage traditionnel : Le séchage à chaud par convection de l'air	93
IV-2 Autres technologies de séchage	96
V- Les produits des PAM.....	97
V-1- La gélule de plante.....	97
V-2- Les autres formes des PAM.....	97
VI- Applications industrielles.....	98
VI-1 En pharmacie et en nutraceutique.....	98

VI-2 Dans les industries agro-alimentaires.....	100
VI-3 En parfumerie	100
VII- Stratégie et perspectives de développement de la filière des PAM à Kasserine.....	104
VIII- Fiches Projets	108
Bibliographie	121
Liste des figures	125
Liste des tableaux	126

0. Introduction

Le développement des produits de terroir, notamment les plantes aromatiques et médicinales, (PAM) est considéré comme un objectif privilégié dans la stratégie agricole tunisienne. Il constitue une alternative prometteuse pour un développement local, viable et durable, et plus particulièrement dans les zones marginales et difficiles. Estimée à plus de 2150 espèces, la flore tunisienne est très riche traduisant la grande diversité des systèmes écologiques du pays. En effet notre flore est très riche en espèces végétales susceptibles de fournir des substances naturelles, des huiles essentielles et des arômes originales et variées très utiles pour les industries agroalimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques.

En raison de leur importance économique, sociale, médicinale, écologique et culturelles, les Plantes aromatiques et médicinales (PAM) commencent, ces dernières années, à occuper une place de choix au niveau des différents secteurs, et notamment, celui de la recherche, de l'agriculture, de l'industrie, de la médecine et de l'environnement.

Les principales PAM spontanées rencontrées dans le domaine forestier sont : Le romarin, L'armoise blanche, Le thym, Le caroubier, L'origan, La lavande, Le lentisque, le myrte, les cistes etc....Les condiments, les aromates et les épices ont toujours été largement utilisés en Tunisie tant pour la cuisine, qu'en médecine traditionnelle, ainsi que pour certains usages particuliers.

Le présent rapport a pour objet d'assister et d'initier l'exploitation et la valorisation de PAM dans la région de Kasserine. Cette étude permettrait de voir la meilleure exploitation des ressources naturelles de cette région et leur utilisation d'une façon durable par les populations locales. Pour ce faire, un diagnostic approfondi de la région de Kasserine est réalisé, en vue de montrer ses potentialités écologiques et décrire les divers parcs et réserves y existant, notamment les plantes aromatiques et médicinales présentant un intérêt économique certain, les plantes actuellement exploitées par les populations locales et celles potentiellement exploitables et valorisables.

I- Définitions et terminologie

1- Les plantes aromatiques et médicinales PAM : Une plante médicinale est « une plante présentant des propriétés médicamenteuses, sans avoir ni ne pouvant avoir aucune utilisation alimentaire, condimentaire et hygiénique » (circulaire français n°346 du 2 juillet 1979). Les plantes médicinales, appartenant à des groupes végétaux divers (angiospermes, gymnospermes, ptéridophytes, algues et champignons), sont des plantes dont l'un des organes (feuille, fleur, fruit, racine, écorce) possède des propriétés curatives et parfois toxiques selon les doses utilisées. On peut inclure dans cette catégorie de plantes, les espèces aromatiques qui dégagent des odeurs caractéristiques et synthétisent des molécules spécifiques. En effet, les plantes médicinales correspondent souvent aux plantes aromatiques utilisées en cosmétique ou dans des préparations culinaires. Quant aux espèces toxiques elles sont exclues de cette définition. Pour les plantes présentant des

propriétés autres que des propriétés médicamenteuses, elles sont considérées comme des plantes aromatiques condimentaires et leur vente, en gros ou au détail, est libre.

On peut adopter comme définition des plantes aromatiques et médicinales toute plante renfermant un ou plusieurs principes actifs capables de prévenir, soulager ou guérir des maladies et/ou qui renferment des principes odorants. La gamme des PAM en Tunisie s'avère très longue et peut concerner la plupart des plantes spontanées et de nombreuses espèces arboricoles et herbacées cultivées. C'est pour cette raison que le nombre des plantes considérées comme médicinales varie considérablement d'un inventaire à un autre. Ce nombre varie en effet de quelques dizaines à plus de deux cents espèces. Il s'avère ainsi difficile d'arrêter exhaustivement et de façon définitive la liste de toutes les espèces et variétés qui rentrent dans cette catégorie,

2- la phytothérapie : Les effets médicaux des plantes sont dûs en particulier à des composés de métabolites secondaires produits par des espèces végétales. Dans les plantes on trouve des métabolites primaires et des métabolites secondaires (Tableau I).

a- Les métabolites secondaires

Ce sont des molécules qui ne participent pas directement au développement des plantes mais plutôt interviennent dans les relations avec les stress biotiques, abiotiques ou améliorent l'efficacité de reproduction. Elles sont très utiles pour l'homme, et peuvent être utilisées selon le cas comme colorants, arômes, antibiotiques, herbicides, drogues....

Remarque : Un stress biotique est un stress résultant de l'action néfaste d'un organisme vivant sur un autre organisme vivant telle qu'une attaque d'un pathogène, il se différencie du stress abiotique qui est exercé par un changement d'environnement (carence en azote, chaleur, froid, salinité...)

b- Les métabolites primaires

Les métabolites primaires sont directement impliqués dans les processus indispensables au développement normal et à la reproduction de la cellule dans la plante. Les métabolites primaires ont un rôle essentiel pour le métabolisme et le développement végétal et se retrouvent dans toutes les espèces

Métabolites primaires	Métabolites secondaires
<ul style="list-style-type: none"> ● Composés organiques produits dans le royaume des plantes ● Ont des fonctions métaboliques essentielles pour la croissance et le développement des plantes ● Produits dans chaque plante ● Inclut des glucides, des acides aminés, des nucléotides, des acides gras, 	<ol style="list-style-type: none"> 1- Composés organiques produits dans le royaume des plantes 2- N'ont pas de fonctions apparentes impliquées dans la croissance et le développement des plantes 3- Produits dans des familles différentes de plantes, dans un groupe spécifique des familles de plante ou dans

des stéroïdes et des lipides	des tissus spécifiques, des cellules ... 4- Inclut les terpenoïdes, les métabolites azotés spéciaux (y compris, les acides aminés non protéiques, les amines, glycosides cyanogènes, les glucosinolates, les alcaloïdes, et les composés phénoliques).
------------------------------	--

Tableau 1: Métabolites primaires et métabolites secondaires

3- La Phytochimie est l'étude des composés phytochimiques produits dans les plantes, elle décrit l'isolement, la purification, l'identification, et la structure d'un grand nombre de composés métabolites secondaires trouvés dans les plantes.

4- La Botanique est une branche de la biologie qui s'intéresse à l'étude de la vie de la plante, y compris: la structure, croissance, la taxonomie, la systématique, la reproduction, le métabolisme, la physiologie, la biochimie, le développement, les maladies, l'écologie et l'évolution.

5- L'ethnobotanique est l'étude de la relation entre les plantes et l'être humain et sa culture. La plupart des extraits de plantes utilisés dans la médecine ont été découverts grâce à leurs utilisations dans les sociétés traditionnelles, mais pas nécessairement pour le même but.

6- Huile essentielle : L'AFNOR définit une huile essentielle comme étant « le produit obtenu à partir d'une matière première végétale soit par entraînement à la vapeur soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, soit par distillation à sec. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques ».

Dans la majorité des cas, elle représente le surnageant de l'hydrodistillat ou, lorsque sa densité est supérieure à 1, le fond du vase de décantation.

Cette définition est spécifique et n'inclut pas les produits obtenus par l'extraction à l'aide de solvants ou de tout autre procédé. Il existe des désignations particulières qu'il ne faut pas confondre et il convient d'en définir quelques unes. On distingue ainsi :

Les huiles essentielles sont :

- généralement liquides à la température ordinaire, d'odeur aromatique et rarement colorées quand elles sont fraîches.
- Leur densité est le plus souvent inférieure à 1, à l'exception de quelques huiles essentielles telles que celles de cannelle, de girofle et de saffran qui ont une densité supérieure à celle de l'eau.
- Elles ont un indice de réfraction élevé et sont le plus souvent douées de pouvoir rotatoire.
- Elles sont volatiles et entraînaibles à la vapeur d'eau.
- Très peu solubles dans l'eau, elles lui communiquent son odeur.
- Elles sont solubles dans l'alcool, l'éther et dans la plupart des solvants organiques et huiles fixes.
- Les huiles essentielles sont des complexes naturels de molécules volatiles et odorantes, synthétisés grâce à l'énergie solaire, par les cellules sécrétrices

des plantes aromatiques, que celles-ci conservent dans les poches, au niveau des feuilles et des pétales en particulier.

Les huiles essentielles sont la plupart du temps appliquées par massage mais elles sont aussi prises par inhalation ou encore en prenant un bain.

Généralement, elles ne doivent pas être prises par voie interne (par la bouche) car elles peuvent être toxiques. L'extraction semble assez complexe et coûteuse d'où le prix élevé des huiles essentielles. La plupart des huiles sont produites par distillation ou par enfleurage (méthode par contact avec une matière grasse). Une grande quantité de plantes est nécessaire pour extraire une quantité infime d'huile.

- 7- Une épice** : drogue d'origine végétale, aromatique ou piquante, destinée l'assaisonnement des mets (gingembre, poivre).
- 8- Un aromate** : substance d'origine naturelle exhalant une odeur pénétrante et agréable.
- 9- Un condiment** : substance simple ou composée, de saveur prononcée, destinée à être incorporée aux aliments pour augmenter leur valeur gustative. L'incorporation de ces divers ingrédients confère à la préparation un caractère olfactif et / ou gustatif, particulier et spécifique, correspondant à ce que l'on désigne par arôme.
- 10- Hydrolat (eau de fleur)** : Distillat aqueux qui subsiste après l'entraînement à la vapeur d'eau, après décantation et séparation de l'huile essentielle.
- 11-Résinoïde** : Produit résineux, obtenu à partir de matières premières sèches, utilisé en parfumerie.

A. DIAGNOSTIC DE LA SITUATION ACTUELLE

I- Identification des zones de production des PAM

La région méditerranéenne est l'un des domaines avec la plus grande diversité sur la planète. Environ 10% des plantes supérieures de la planète se trouve dans cette zone, qui ne représente que 1,6% de la surface de la Terre. Environ 25 000 espèces sont présentes dans la région, et un pourcentage très élevé d'entre elles sont endémiques.

La flore spontanée de la Tunisie regroupe environ 2100 espèces. Ce nombre peut dépasser 2150 si on lui ajoute des espèces introduites. Ces espèces sont réparties en 115 familles et 742 genres. Les plantes à parfum, aromatiques et médicinales ont été regroupées dans une même filière du fait de la nature générale de leur utilisation, majoritairement industriel et non alimentaire. Le nombre d'espèces rapportées par la Faculté de Pharmacie de Monastir varie de 300 à 492. En tenant compte de l'étude sur la biodiversité végétale, plus de 60 % des espèces sont des plantes médicinales dont 14 % sont toxiques. Les familles des astéracées (54 espèces), lamiacées (31 espèces), Apiacées (25 espèces), fabiacées (25 espèces) et Poacées (21 espèces) renferment le plus grand nombre d'espèces médicinales.

Les études relatives à la situation et aux statuts des plantes médicinales sont rares. En effet, seul un nombre limité d'espèces a été étudié. L'exploitation repose notamment sur des espèces spontanées et sur très peu d'espèces cultivées.

La superficie des terres agricoles est estimée de 64,83 % de la superficie totale de la Tunisie avec une variation annuelle de 0,34 %. Elle est répartie comme suit :

	% de la superficie agricole
Cultures permanentes	23,77
Prairies et pâturages permanents	48,04
Superficie totale équipée de systèmes d'irrigation	4,56
Terres arables	28,19

Tableau 2 : Pourcentage des terres agricoles de la Tunisie (FAO, 2011)

Les superficies consacrées à la culture des PAM sont estimées à 1100 000 ha (Rapport du projet GEF/BIRD), principalement dans les gouvernorats de Nabeul, Kairouan, Sidi Bouzid et Sfax. L'axe Siliana-Le Kef-Kasserine concentre la plupart des surfaces agricoles spontanées de romarin et de myrte. La Tunisie gère les espaces agricoles spontanés selon le principe de l'adjudication. Cet axe représente environ 356000 hectares de plantes spontanées. L'axe Kairouan-Sidi Bouzid est un axe agricole qui représente environ 600 à 700 hectares de plantes aromatiques et médicinales cultivées (APIA, 2003).

Cette filière de production se subdivise donc en 3 sous-ensembles, selon l'usage principal fait du produit issu de la culture de la plante concernée :

- Les plantes à parfum sont les plantes dont l'utilisation majoritaire du produit de la culture sera destinée à la production de parfums.

- Les plantes aromatiques sont les plantes dont l'utilisation majoritaire du produit de la culture sera destinée à un usage alimentaire, soit par le consommateur final, soit par l'industrie agro-alimentaire.
- Les plantes médicinales sont les plantes dont l'utilisation majoritaire du produit de la culture sera destinée à la santé humaine.

I-1- Le bioclimat

Dans le bassin méditerranéen, les plantes sont caractérisées par une grande diversité de formes de croissance, les habitudes et la phénologie qui leur permettent de survivre dans des conditions environnementales difficiles (températures élevées et une sécheresse prolongée. La forme des feuilles persistantes, le ratio élevé racine/tige, l'utilisation de l'eau à haut rendement, la densité stomatique faible, la cire et les trichomes sur la surface de la feuille et la photosynthèse des tiges représentent certaines des adaptations de ces espèces pour préserver l'eau et les éléments nutritifs et pour éviter des dommages thermiques. Outre ces adaptations sélectives, la variabilité des caractéristiques des feuilles sous des conditions environnementales changeantes à une échelle de temps saisonnière peut également être observée.

Une prolongation de la saison sèche dans la région méditerranéenne, comme prévu pour les prochaines décennies par les modèles climatiques, peut avoir des effets négatifs sur le fonctionnement de la croissance. En fait, il n'est pas clair si ces adaptations peuvent permettre la survie des plantes dans des conditions les plus extrêmes. En effet, des expériences de manipulation visant à étendre la sécheresse de l'été et l'analyse de ses effets sur la physiologie de la plante méditerranéenne ont montré que la réduction de l'eau affecte l'écologie végétale et la forme de croissance et que des espèces spécifiques sont profondément affectées. D'autres études sur les zones arbustives ont montré comment les réponses de ces types d'écosystèmes peuvent être stables dans le moyen à long terme. Il est donc clair que l'analyse des réponses aux futures conditions climatiques de nombreuses espèces importantes présentant différentes formes de croissance et d'écologie est nécessaire de prévoir la vulnérabilité des écosystèmes très divers, tels que ceux de la Méditerranée.

I-2- Les principales plantes

Les produits forestiers non ligneux représentent une grande diversité. Ils sont d'inégale importance du point de vue des quantités exploitées et de leur valeur marchande. Ce qui est à noter, c'est qu'ils jouent un rôle déterminant dans les revenus de certaines populations forestières.

Les principaux produits sont : le romarin et le myrte pour la distillation ; les graines de pin d'Alep ; les graines de pin pignon et la caroube.

Les huiles essentielles constituent une importante industrie nationale principalement le romarin et le myrte pour en extraire des huiles essentielles surtout destinées à l'exportation. Chaque année, une superficie déterminée de nappes de romarin et de myrte est mise en adjudication. Ces superficies sont variables, allant de 40 000 à 120 000 ha.

Les formations d'oléolentisque à base d'Olivier sauvage avec ou sans Caroubier, s'étendent principalement au nord de la Medjerda, dans le centre-ouest et dans le Nord-est entre les deux golfes de Tunis et de Hammamet. L'oléolentisque a un domaine centré sur le bioclimat subhumide mais qui déborde sur les bioclimats humide et semi-aride supérieur. Des espèces parmi les plus intéressantes peuplent l'Oléolentisque.

Le groupe sclérophylle est constitué essentiellement par *Olea europaea*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia* ssp., *Ceratonia siliqua* (caroube) et de bonnes espèces fourragères herbacées tel que *Dactylis glomerata*.

La Forêt de pin d'Alep (*Pinus halepensis*) ou pinède constitue l'essence méditerranéenne par excellence, le pin d'Alep recouvre les montagnes de la Dorsale au sud de la Mejerda et à l'ouest du massif du Zaghouan, jusqu'aux confins steppiques de la Tunisie centrale.

Les paysages caractéristiques de cet habitat forment des forêts :

- les pinèdes mixtes à chêne vert (*Quercus ilex*) sont les plus hautes et les plus denses.
- Les pinèdes pures forêt basse (7 à 10m) et le matorral élevé (2 à 7m)
- Les pinèdes à genévrier rouge, qui sont les plus sèches constituent le matorral moyen et clair.

Les espèces spécifiques de la pinède donnent à ce groupe une forte originalité dans le Nord. D'autres cas sont à distinguer :

- Le groupe d'espèces gypsicoles forestières des pinèdes de la vallée d'oued Mellègue : *Teucrium polium* ssp.
- Enfin la longue liste de légumineuses pérennes adaptées aux terrains marneux et aux sols squelettiques : *Coronilla minima*, *Coronilla juncea*, *Coronilla valentina*.

I-3- La répartition géographique des PAM

Une localisation régionale, ou locale, caractérise certaines espèces des PAM. Toutefois, il ressort, en nombre d'espèces, la même répartition géographique au Sud (31%), au Centre (32%) et au Nord (37%). Elles se développent dans des forêts, steppes, prairies, sebkhas, plages sableuses et terres agricoles et en marge des champs. L'altitude des sites peut dépasser 1200 m. Le substrat est variable (calcaire, marne, gypse, grès, sable).

Les plantes médicinales poussent dans tous les bioclimats et sur des substrats divers. En dehors du romarin, du lentisque et du Myrte, elles ne sont pas représentées par des populations et sont fréquemment associées à d'autres espèces pastorales et forestières qui sont soumises à des pressions anthropiques. Pour certaines plantes des régions arides, le pouvoir de régénération par semis reste faible et le développement des plantes est tributaire de la pluviométrie.

Le corps industriel des cosmétiques et des parfums en Tunisie se compose de trente unités qui génèrent 1068 emplois (INS, 2010). Ces unités ne sont majoritairement pas totalement exportatrices et se concentrent dans le gouvernorat de Ben Arous (36%), et de Tunis, à égalité avec Sfax (27%), qui est la deuxième ville industrielle du pays.

Le pôle de Nabeul est le pôle le plus important puisqu'il rassemble de grandes surfaces agricoles où est essentiellement cultivé le bigaradier (350 hectares), ainsi que des petites surfaces spontanées (APIA, 2009). Ce pôle concentre la majorité des distilleries de la Tunisie (à l'exception de Sfax) et des effectifs dans la fabrication et l'exportation d'huiles essentielles (44%). Le pôle agrico-industriel de Zaghouan est un pôle important en matière de surfaces agricoles dédiées à la culture de la rose (estimées entre 20 et 50 hectares), où sont implantées 5 distilleries qui procèdent à l'extraction, ainsi qu'une petite usine d'exportation familiale qui représente une vingtaine d'employés.

Enfin, en qualité de ville industrielle, le pôle secondaire de Sfax se distingue avec la présence d'un nombre important de distilleries, et où 8 entreprises de fabrication de cosmétiques et de parfums représentent 405 employés. 50 à 150 hectares de plantes aromatiques et médicinales sont cultivés pour la consommation locale.

Quelques laboratoires locaux privés et publics effectuent des contrôles de qualité (LCAE,...) ; des universités comme la faculté de médecine de Monastir ou l'Institut des Terres Arides de Médenine réalisent des études et organisent des séminaires sur les plantes aromatiques et médicinales. en 2003, un projet sur la diversité biologique, la représentation culturelle et économique des plantes aromatiques et médicinales a été mené en partenariat entre l'Institut des régions arides de Médenine et l'USDA (Département de l'Agriculture des Etats Unis), d'un montant de 1,5 milliard d'euros. Mais ces établissements n'offrent pas de formation et ne conduisent pas de recherches sur ces espèces en particulier.

Ces aspects sectoriels (agricoles et industriels) montrent que la Tunisie est un pôle de production important de plantes à parfum mais aussi d'huiles essentielles. Ce potentiel pourrait être optimisé par le jeu des acteurs et par un éventuel processus de développement local.

I-4- La culture biologique

Les superficies réservées aux productions Bio dans le monde sont estimées à 10.5 millions ha dont en Australie 5.3 millions ha, aux Etats-Unis 544.000 ha, Afrique 100.000 ha. Les pays leaders en Europe sont la France et l'Italie. Au niveau du monde arabe les pays qui se distinguent sont la Tunisie (la superficie Bio est de 17.000 ha), le Maroc (12.300 ha) et l'Egypte (2200 ha).

L'agriculture biologique est relativement récente en Tunisie. Son introduction ne date que de quelques années par des opérateurs sensibilisés à ce type de production et à l'exportation vers l'Union Européenne. Actuellement, l'agriculture bio est dominée en surface emblavée par la production oléicole et phoenicicole. Les autres cultures telles que le maraîchage et les plantes aromatiques et médicinales restent modestes. Les marchés les plus importants sont ceux du Japon, de l'Europe et des USA où le phénomène BIO connaît une forte progression. Ces marchés se développent à un rythme moyen annuel supérieur à 20%.

Les superficies totales exploitées en Bio, recensées en 2008, couvrent 285 400 hectares y compris les pâturages. Depuis 2001, elles ont connu une progression annuelle moyenne très importante, équivalente à 50,2%.

	2004	2005	2006	2007	2008
PAM	5400	381	5 854	7500	6 300

Pâturage	2350	35 382	51 304	45 000	155 000
Cueillette sauvage	235	93 211	64 745	95 400	
Total	7 985	128 974	121 903	147 900	161 300

Tableau 3 : Superficies sous production biologique (API, 2008)

La Tunisie compte actuellement 1700 opérateurs biologiques dont 55% sont implantés au centre du pays (API, 2008). La branche PAM biologique regroupe elle seule 26 producteurs de Plantes Aromatiques et Médicinales biologiques en Tunisie pour une surface total de 850 hectares (CTAB, 2013) répartis comme suit:

Gouvernorat	Nombre
Mahdia	02
Sousse	03
Kairouan	03
Gabès	02
Gafsa	01
Kasserine	01
Kef	01
Nabeul	05
Siliana	01
Ariana	01
Ben Arous	02
Zaghouan	01
Monastir	01
Sidi Bouzid	02


Tableau 4 : Producteurs biologique des PAM en Tunisie (Source CTAB, 2013)






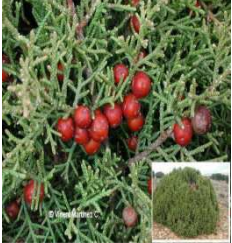

I-5- Inventaire des plantes aromatiques et médicinales de la région de Kasserine





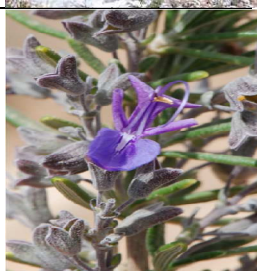
L'identification des plantes de la zone de Kasserine repose sur une étude (*Etude sectorielle sur les plantes médicinales et ornementales dans la région de Kasserine septembre 2004 ODCO*) réalisée en collaboration avec le Corps forestier de la région de Kasserine et qui a permis d'identifier 13 plantes dans la zone de Sammama, 11 plantes dans la zone du Parc de Chambi et 4 plantes dans la zone Mrilla.

L'actualisation des informations relatives à ces plantes a tenu compte de l'étude pour une stratégie sur la diversité biologique à l'horizon 2020 volume II: biodiversité végétale de la Tunisie.


1/ Zone de SAMMAMA







Nom français	Espèce	Famille	Photo
Pin d'Alep	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinaceae</i>	




Thym	<i>Thymus algeriensis</i>	<i>Labiaceae</i>	
Genévrier oxycède	<i>Juniperus oxycedrus ssp macrocarpa</i>	<i>Cupressaceae</i>	
Ciste de Montpellier	<i>Cistus monspeliensis</i>	<i>Cistaceae</i>	
Globulaire, Turbit	<i>Globularia alypum</i>	<i>Globulariaceae</i>	
Germandrée	<i>Teucrium polium</i>	<i>Lamiaceae</i>	
Le Genévrier rouge Genévrier de Phénicie	<i>Juniperus phoenicea</i>	<i>Cupressaceae</i>	
Le chêne vert Chêne Ballote	<i>Quercus ilex subsp ballota</i>	<i>Fagaceae</i>	

Armoise blanche	<i>Artemisia herba alba</i>	<i>Asteraceae</i>	
Marrube	<i>Marrubium</i>	<i>Lamiaceae</i>	
Armoise champêtre (Tgouft)	<i>Artemisia campestris</i>	<i>Asteraceae</i>	
Halfa	<i>Stipa tenacissima</i>	<i>Poaceae</i>	
Romarin	<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	<i>Lamiaceae</i>	



2/ Zone du Parc Chaâmbi


Nom français	Espèce	Famille	Photos
Dactyle pelotonné	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Poaceae</i>	

<i>Pistachier térébinthe</i>	<i>Pistacia terebinthus</i>	<i>Anacardiaceae</i>	
Olivier	<i>Olea europaea</i>	<i>Oleaceae</i>	
Lentisque	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Anacardiaceae</i>	
Bourse à pasteur	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Brassicaceae</i>	
Coronille de queue de scorpion	<i>Coronilla scorpioides</i>	<i>Fabaceae</i>	
Celeri	<i>Apium Graveolens</i>	<i>Apiaceae</i>	

Grande mauve		Malvaceae	
Ail	Allium sativum	Alliaceae	
Germandrée scorodaine Sauge des bois	Teucrium scorodonia	Lamiaceae	

3/ Zone Mrilla

Nom français	Espèce	Famille	Photos
Caroubier	Ceratonia siliqua	Cesalpinaceae	
Filarie	Phillyrea angustifolia	Oleaceae	

Ricin	<i>Ricinus communis</i>	<i>Euphorbiaceae</i> e	
-------	--------------------------------	---------------------------	---

I-6- La protection des biotopes et des espèces : Les aires protégées de Kasserine

La superficie totale des aires protégées tunisiennes représente 6,5 % de la superficie totale de la Tunisie, ce qui permettra de se rapprocher, de plus en plus, vers l'objectif international estimé à 10%. Pour le gouvernorat de Kasserine, ces zones représentent 3.3 % de la superficie totale des aires protégées nationales.

Type de réserve	Nom	Superficie (ha)
Parc national	<i>Chaâmbi</i>	6723
Réserves naturelles	<i>Khchem El Kelb</i>	307
	<i>Ettalla</i>	96
Total		7 126

Tableau 5 : Superficie et situation des aires protégées de Kasserine (2008)

L'évolution de la culture des PAM en Tunisie est importante. En effet, les pépinières privées ou parapubliques sont au nombre de 65 réparties dans 16 gouvernorats. Elles sont essentiellement localisées dans les gouvernorats de Nabeul, Sousse, Monastir et le Grand Tunis. Les grands producteurs assurent leur production dans un environnement contrôlé en disposant de serres multi-chapelles équipées leur permettant une meilleure maîtrise des conditions de production. Les deux tiers des producteurs exploitent une superficie inférieure à 2 ha chacun. Ils produisent soit dans un environnement partiellement contrôlé moyennant des abri-serres soit en plein air pour la multiplication de certaines espèces durant les périodes les plus favorables de l'année ou pour l'élevage des plants.

Quant aux pépinières forestières, quatre sont localisées dans les gouvernorats de Bizerte, Nabeul, Sousse et Mahdia, produisent des espèces ornementales, notamment des plants d'alignement, et couvrent une superficie de 2,2 ha.

Le nombre et la superficie de ces pépinières municipales n'ont pas fait l'objet d'une étude préalable. Toutefois, ce sont les grandes villes (Tunis, Sousse, Sfax, Nabeul...) qui disposent de véritables pépinières équipées, structurées et assurant une production notable. Les plus importantes sont celles de Tunis (25 ha) et de Sfax (2 ha). Les pépinières des autres grandes villes présentent généralement des surfaces inférieures à 1 ha (Sousse : 0,8 ha ; Gabès : 0,2 ha). Certaines municipalités de petites villes possèdent de petites pépinières caractérisées par une production aléatoire et faible. Ces pépinières assurent la production de plants d'ornement seulement pour subvenir à leurs propres besoins.

II- L'Exploitation actuelle des PAM à Kasserine

Les plantes aromatiques et médicinales spontanées incluant le thym, le romarin, le caroubier, etc. sont des produits qui poussent sous forme sauvage sur de grandes zones de forêts nationales. Les autorités publiques chargées des forêts et des terres collectives gèrent la vente de ces produits qui se fait par adjudication.

Les productions aussi bien des espèces spontanées que cultivées sont très difficiles à cerner en raison de l'absence de statistiques régionales. Toutefois, les chiffres des exportations de l'INS et les quelques études disponibles sur le secteur indiquent que le marché d'un grand nombre de ces PAM est très important.

La récolte de la matière première est effectuée par les habitants locaux puisqu'ils peuvent localiser les plantes à récolter.

II-1- Les plantes spontanées

L'exploitation des plantes spontanées obéit à deux principaux régimes :

1. L'exploitation et la commercialisation des produits forestiers ainsi que des plantes aromatiques et médicinales spontanées poussant dans le domaine forestier tel que : Le romarin, l'armoise, le myrte etc., est soumise à autorisation administrative délivrée par la Régie d'Exploitation des Forêts qui relève du Ministère de l'Agriculture et des Ressources hydrauliques sous certaines conditions prévues par La loi n°88-20 du 15 avril 1988 ;

En principe, les autorisations administratives ont pour rôle de faciliter la gestion des espaces, de protéger les ressources naturelles contre les risques de surexploitation et de les valoriser au profit des populations locales des régions défavorisées.

Signalons que le système d'adjudication tel qu'il est pratiqué a toujours constitué un handicap sérieux au développement de la profession à Kasserine car il ne permettait pas d'assurer une gestion durable de la ressource compte tenu de :

- La durée de l'adjudication qui n'autorisait pas les producteurs à faire de la prévision et à s'engager sur des marchés à long terme ;
- La concurrence entre les producteurs ne permettant pas une réelle protection de la ressource ;

Ce modèle peut être progressivement remplacé par un nouveau mode de gestion qui cherche à associer la population locale à travers les coopératives à l'ensemble du processus de valorisation de la ressource nationale (collecte, transformation, commercialisation, etc.).

Il s'agit là de créer une synergie tripartite entre :

- Les Coopératives qui s'occupent de la collecte et la production selon un cahier de charges bien précis;
- Les sociétés privées qui ont pour activité la valorisation, la transformation et la vente des produits des PAM ;
- La Régie d'Exploitation des Forêts qui gère les espaces forestiers et veille à la préservation de la ressource.

Ce modèle permet également de créer un partenariat entre les coopératives et les producteurs privés :

- Les sociétés privées trouvent un intérêt certain dans ce mode de fonctionnement du moment qu'elles peuvent travailler avec plusieurs coopératives pour assurer une régularité dans l'approvisionnement ;
- Les coopératives permettent d'avoir une flexibilité et une volonté à s'engager dans ce processus de valorisation des espaces en contre partie de l'adjudication de lots sur une période longue (Achat pluriannuel sur une période de 3 ans avec renouvellement à des prix négociés en conséquence.).

Il est à préciser que l'adjudication des lots attribués au thym se programme annuellement au mois de mars seulement.

2. L'exploitation à accès libre sur des terrains privés où la récolte est réalisée par la population locale. Cette pratique peut comporter des risques majeurs sur la pérennité de certaines espèces fragiles. Les producteurs, généralement des petits agriculteurs et paysans, s'adonnent, de manière saisonnière, à la culture ou à l'exploitation d'espèces aromatiques et médicinales de la région sur contrat en contrepartie de l'écoulement de leur production (plantes à l'état frais) auprès des industriels qui s'occupent de la transformation (cas de Carthago Essence qui exploite un terrain à Kasserine certifié BIO).

II-2- Les plantes de culture

La production est globalement assurée par les PAM spontanées, alors que les cultivées contribuent peu à cette production. La culture des PAM reste traditionnelle et ne joue pas véritablement son rôle dans l'accroissement de la production afin de répondre à une demande de plus en plus importante.

C'est le Ministère de l'Agriculture qui devrait prendre le relais et encourager les agriculteurs à la production des PAM. Il faut en effet cesser de puiser uniquement dans l'espace naturel et chercher à développer la domestication et l'intensification des PAM. Cette politique devrait permettre notamment de :

- Assurer une complémentarité entre la « culture » et le « spontané » notamment en matière de régularité de l'offre de produits ;
- Garantir la qualité des produits (traçabilité, bio,...) ;
- Assurer l'équilibre entre l'offre et la demande des PAM ;
- Valoriser les terrains non exploités (qui dépendent des conditions climatiques).

II-3- Les principaux intervenants dans la collecte des PAM

Selon les catégories de plantes on peut rencontrer plusieurs types d'intervenants :

- Les transformateurs qui opèrent dans les diverses régions du pays (pour l'exploitation d'armoise, thym et le romarin). Disposant d'assise financière suffisante, ces professionnels arrivent à prendre les grands lots variés en espèces végétales définis par l'adjudication alors que les micro et petites entreprises de Kasserine ne peuvent pas y accéder par manque de financement.

Ces transformateurs écoulent directement leur production sur les marchés étrangers. Ils exploitent chaque région soit directement soit par l'intermédiaire de collecteurs de la région et disposent d'antennes dans plusieurs villes (Nabeul, Zaghouan, Kairouan, Sidi Bouzid, Kasserine...).

Les collecteurs sur le terrain sont dans la plupart des cas des paysans qui exploitent des espèces de PAM de la région (romarin, thym, marrube etc). Au stade de la distillation du matériel végétal, ils s'y impliquent en installant des alambics d'une capacité de 800 kg.

- La récolte des plantes poussant sur les terrains privés est réalisée en général par les populations locales sans contraintes administratives particulières comme alfa. Habituellement, les cueilleurs de matériel de plantes médicinales et aromatiques sauvages appartiennent à des populations rurales.

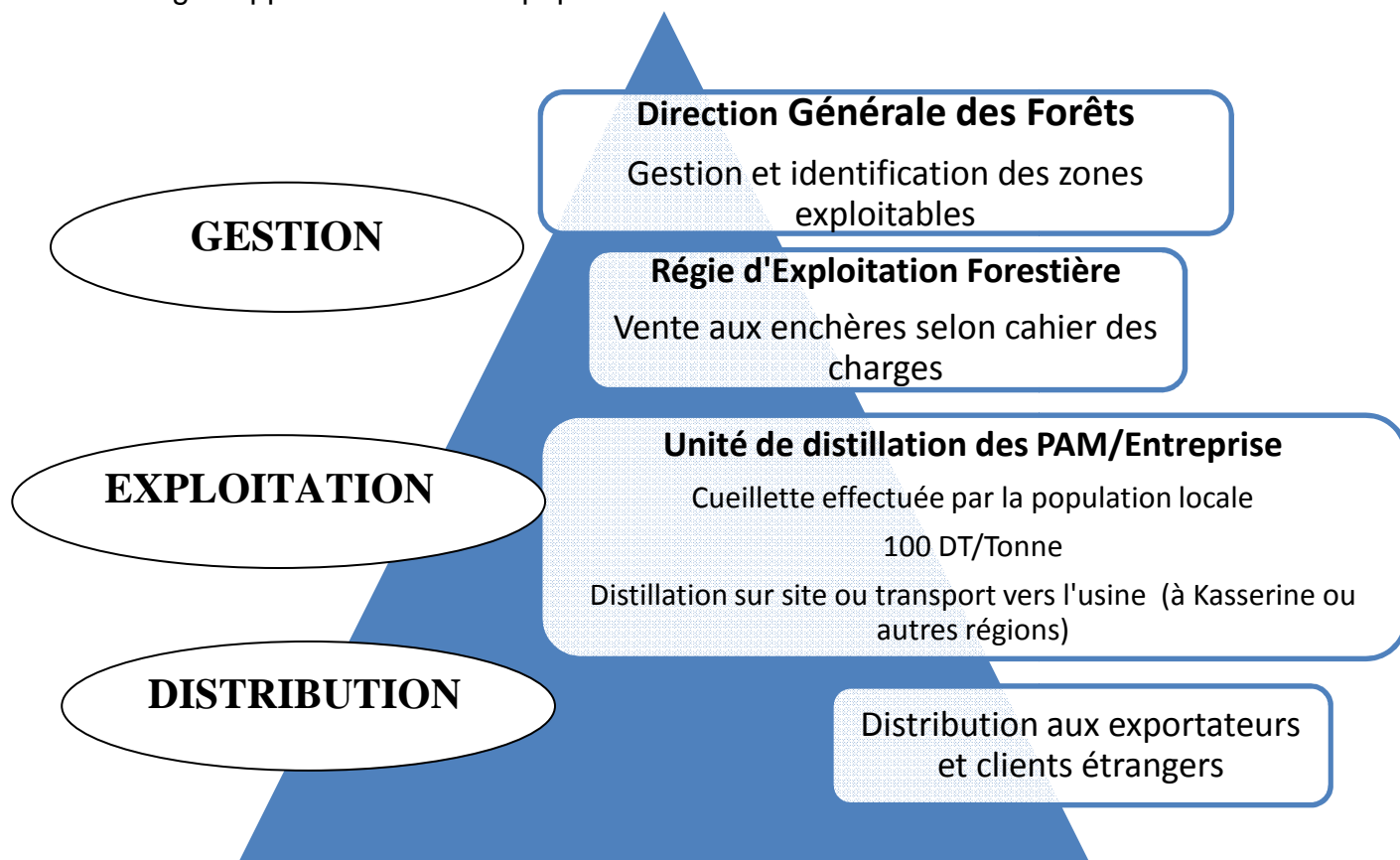


Figure 1 : Les différents intervenants dans la filière des plantes aromatiques et médicinales PAM

II-4- La transformation

La culture des plantes médicinales emploie environ 470 agriculteurs (APIA, 2003). Il existe 21 unités de distillation dont 09 unités installées dans le gouvernorat de Kasserine. Les unités implantées dans les régions de Sfax et Nabeul produisent annuellement près de 4,8 tonnes d'huile de myrte, environ 78 tonnes d'huiles de romarin et une dizaine de tonnes d'huiles essentielles diverses.

Ci-dessous une liste des entreprises :

Dénomination	Activités	Gouvernorat
NEAPOLIS PARFUM	Parfums et produits pour la toilette - Huiles essentielles.	Sfax
NOUR CARTHAGE	Huiles essentielles.	Sousse
ORIENTALE	Huiles essentielles.	Nabeul
OUAHADA	Huiles essentielles.	Nabeul
SADEF	Huiles essentielles.	Nabeul
SHEDAN	Huiles essentielles.	Kairouan
SONOZA	Huiles essentielles.	Manouba

YSMACOS PLUS	Parfums et produits pour la toilette - Huiles essentielles.	Nabeul
SAPEA	Huiles essentielles.	Sfax
Herbes de Tunisie	Plantes aromatiques	Siliana
Les Vergers de Tunisie	Plantes aromatiques	Tunis
Carthago essences	Plantes aromatiques	Tunis
PHYTO-AROM SOCIETY	Distillation des huiles essentielles	Kasserine
STE FARAH FRISKY	Distillation des huiles essentielles	Kasserine
HUILES ESSENTIELLES "MAROUANI"	Distillation des huiles essentielles	Kasserine
NASRALLAH DES HUILES ESSENTIELLES	Distillation des huiles essentielles	Kasserine
RABHI MED RIDHA	Distillation des huiles essentielles	Kasserine
LYEHES	Distillation des huiles essentielles	Kasserine
FULLA	Distillation des huiles essentielles	Kasserine
STE FOURATI DES HUILES ESSENTIELLES	Distillation des huiles essentielles	Kasserine
NATURALIA PRODUCTS TUNISIE	Distillation des huiles essentielles	Kasserine

Tableau 6 : Liste des entreprises tunisiennes (API, 2013)

La transformation des PAM se fait par :

- Les sociétés agro-industrielles qui essaient de couvrir tous les maillons de la filière pour des espèces données telle que le thym depuis la culture passant par la transformation jusqu'à la commercialisation. Leur nombre est limité.
- Les sociétés spécialisées dans la commercialisation des plantes séchées spontanées et des huiles essentielles (romarin, myrte, armoise...) ;
- Des sociétés spécialisées dans l'extraction des huiles essentielles (HE), et extraits aromatiques et qui ont des installations fixes : on compte 09 distilleries à Kasserine à prédominance féminine (67 %).
- D'autres producteurs collectent et distillent les plantes spontanées et qui utilisent des équipements simples et faciles à transporter et à utiliser sur le lieu même de collecte de la biomasse végétale spontanée.

II-5- Le mode de commercialisation

Deux circuits de commercialisation sont à distinguer :

- la vente du produit vrac aux négociants des marchés internationaux : Ces sociétés exportatrices assurent généralement le contrôle de qualité, le nettoyage, le tri du produit avant son emballage final. Elles sont souvent

intégrées en aval en assurant leur approvisionnement en matière première auprès d'intermédiaires ou de grossistes qui ont le produit disponible.

- la vente directe du produit (transformé ou conditionné) aux utilisateurs (laboratoires, parfumeurs,...) des marchés internationaux.

Les outils de transformation, en particulier pour la distillation, ont un impact direct sur la production, son maintien et son développement. L'implantation des entreprises de transformation des PAM doit être encouragée pour le développement de la culture de plantes aromatiques et médicinales. La production des épices, aromates et infusettes à Kasserine est absente.

II-6- Les produits des PAM

Les produits issus de la culture des plantes aromatiques et médicinales sont de nature très diverse, ainsi que les circuits de collecte. Il est difficile de connaître les volumes de productions concernées. Les productions issues de la culture des plantes aromatiques et médicinales sont commercialisées sous trois formes principales, présentées ci-dessous.

a- Les extraits

La première forme sous laquelle les cultures de plantes aromatiques et médicinales peuvent être commercialisées est les extraits. Un extrait est une forme concentrée de la plante concernée, renfermant les composés intéressants commercialement, qui peut être conservé et transporté de manière beaucoup plus facile que la plante dont il est issu. Dans la production des plantes aromatiques et médicinales, le seul extrait commercialisé en tant que produit agricole est l'huile essentielle. L'huile essentielle se présente sous la forme d'un liquide transparent à translucide, incolore à jaune ambré, d'aspect gras (d'où l'appellation d'huile), généralement fortement aromatique. Une huile essentielle contient une vingtaine de composés organiques différents pour les plus simples, et plus d'une cinquantaine pour des huiles essentielles plus complexes. Deux autres formes principales d'extraits peuvent être produites à partir de plantes à parfum, aromatiques et médicinales: les extraits obtenus à partir de solvants apolaires comme l'hexane et les extraits hydroalcooliques.

b- Les produits secs ou déshydratés

La deuxième forme de produit issu de la culture des plantes aromatiques et médicinales est la plante sèche, sous forme de partie de plante, récoltée, séchée, et triée. Cette partie de plante peut être la fleur, la sommité fleurie, les sépales, la feuille (séparée de la tige), la tige avec feuilles, le fruit ou de graine, la plante entière, la partie souterraine (racine, tubercule, rhizome, ..). Dans ce type de produit, les étapes de coupe, récolte, séchage, et tri influent directement sur la qualité du produit fini, donc sur son prix.

c- Les produits frais

Une partie des plantes issues de la culture des plantes aromatiques et médicinales sera commercialisée sous forme fraîche. Cette partie constitue un pourcentage

mineur de la commercialisation des produits issus des plantes aromatiques et médicinales. Il s'agit le plus souvent de la partie aérienne entière de la plante considérée. Les principes actifs des plantes médicinales, vendues fraîches, seront ensuite extraits par un mélange hydroalcoolique.

d- Diversité des produits issus des PAM

La diversité des produits issus des cultures de plantes à parfum, aromatiques et médicinales empêche d'appréhender avec précision les volumes de production, une même culture pouvant produire de l'huile essentielle, de la feuille mondée ou de la plante fraîche. De même, le circuit de transformation et de commercialisation pourra être différent suivant la nature du produit issu de la culture. En conséquence, il est impossible de définir les volumes exacts de production pour chaque produit.

II-7- La production/collecte des PAM

La production nationale d'huiles essentielles, résinoïdes et autres préparations, en tant qu'extraits des plantes, est détaillée dans le tableau ci-dessous :

Type de produit	Quantité exportée en Kg	Valeur exportée en Dinars
Huiles essentielles de romarin, non détéropénées	11762	519 960
Autres huiles essentielles, non détéropénées	3864	227 237
Huiles essentielles de romarin, détéropénées	77297	3521706
Autres huiles essentielles, détéropénées	3229	889795
Résinoïdes	57716	234538
Sous-produits terpéniques résiduaire de la détéropénéation des huiles essentielles	45	900
Autres distillées aromatiques et solutions aqueuses d'huiles essentielles	2668	12080
Autres préparations à bases de substances odoriférantes, des types utilisés pour la fabrication d'autres boissons	300	-
Mélange de substances odoriférantes et mélangés à base d'une ou plusieurs de ces substances, des types utilisés comme matières de base pour les industries alimentaires	195922	-
Mélangés de substances odoriférantes et mélangées à d'une ou plusieurs de ces substances, des types utilisés comme matières de base pour les industries de parfumeries	257509	-
Mélangés de substances odoriférantes et mélangés à base d'une ou plusieurs de ces substances, des types utilisés comme matières de base pour d'autres industries	2384	-
Parfums concrets non alcooliques	95747	-
Total	708443	

Tableau 7: La production nationales en PAM (INS 2012)

Les principales destinations des produits issus des PAM (huiles essentielles, extraits, solutions concentrées,...) sont illustrées dans la figure ci-dessous par tanche de valeur :

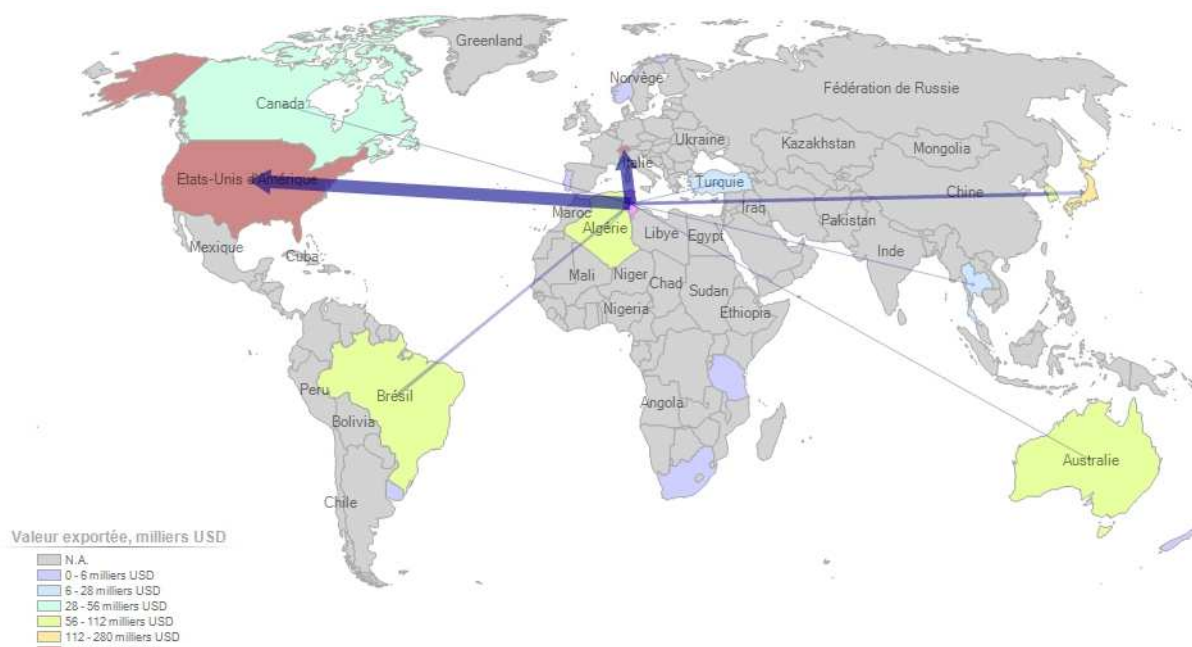


Figure 2 : Liste des marchés importateurs d'huiles essentielles, résinoïdes et autres préparations, en tant qu'extraits des plantes (HS 3301) en 2013 (Comtrade, 2013)

La gamme d'huile essentielle renferme principalement les produits suivants :

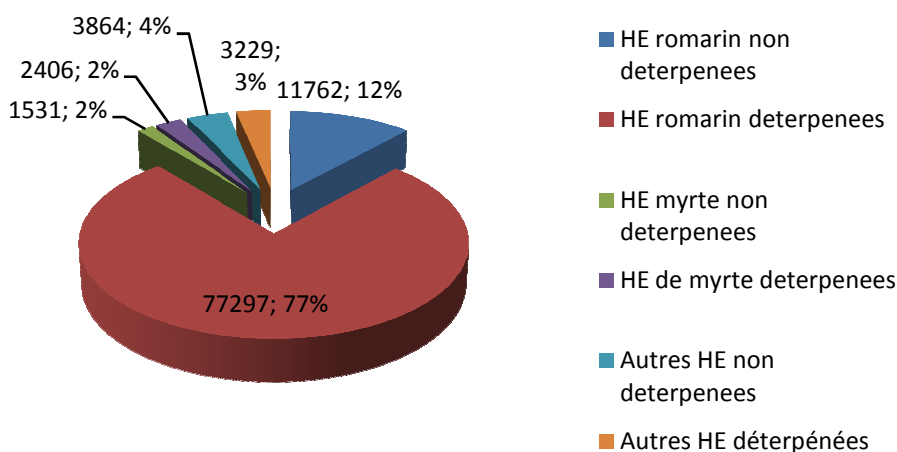


Figure 3 : Production en Kg et en % d'huile essentielle pour l'année 2012 (INS)

L'huile essentielle de romarin représente elle seule 92 % pour un total de 96 152 Kg d'huiles essentielles pour l'année 2012. La production pour le gouvernorat de Kasserine en huile essentielle de romarin est estimé à 20 tonnes (API, 2013) soit presque 21 % de la production nationale contre 23 tonnes pour le gouvernorat de Siliana.

Le prix moyen pratiqué pour l'huile essentielle de romarin non déterpénée est de 40 DT/Kg alors que pour l'huile essentielle de romarin déterpénée est de 50 DT/Kg (INS, 2012).

Le marché de la France constitue le marché le plus important :

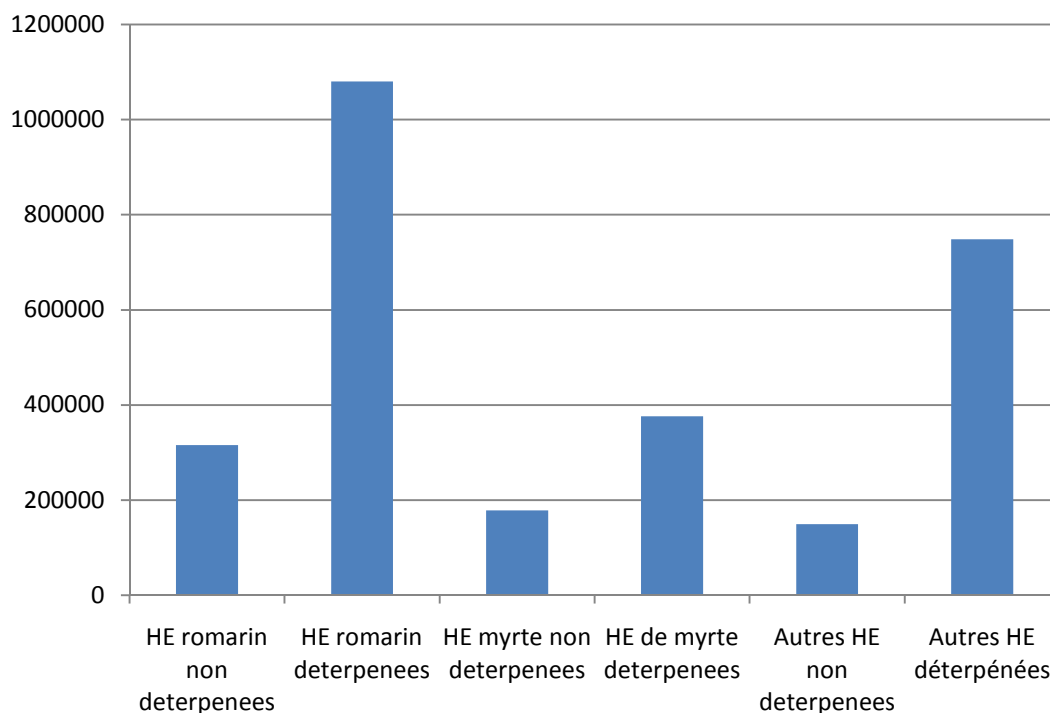


Figure 4 : Part de marché des huiles essentielles en DT exportées vers la France (INS, 2012)

La production des épices est de 12 694 tonnes dont 549 tonnes seulement sont destinées à l'export (FAO, 2009).

Pour le caroubier, les extraits oléagineux à partir des graines sont les plus demandés

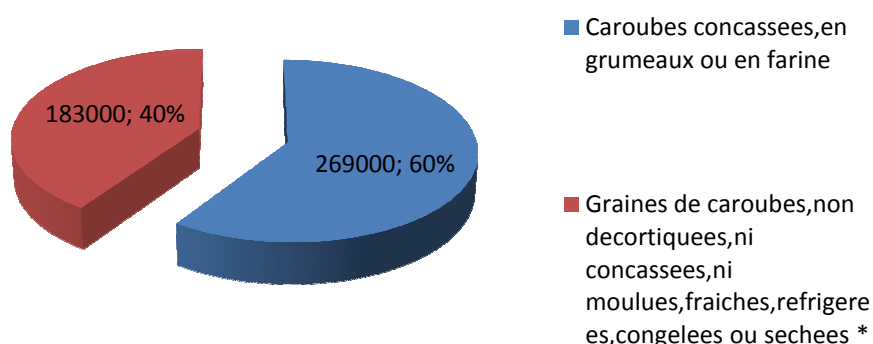


Figure 5 : Oléagineux: graines de caroube (Kg) (INS, 2012)

La promotion du secteur nécessite l'instauration d'un environnement économique et législatif permettant de favoriser les dynamiques de production et de transformation

et d'encourager les initiatives des acteurs de développement qu'elles soient individuelles ou collectives ainsi que le développement d'une recherche appliquée et innovatrice qui doit être en mesure de mieux faire connaître le potentiel naturel de la région, de le préserver et de proposer des solutions techniques à l'ensemble des questions qui se posent à tous les niveaux de la filière, depuis la production jusqu'à la transformation.

Les plantes aromatiques et médicinales sont au cœur des préoccupations des politiques locales et de la stratégie de l'économie tunisienne. Les acteurs locaux ont pris conscience que ce secteur pourrait être un moteur de développement local compte tenu de l'importance économique et écologique de ces plantes. Cependant, ce secteur est relativement peu exploité à l'échelle locale, et tous les efforts s'orientent vers l'exportation.

III- Cadre institutionnel, législatif et réglementaire

III-1 Cadre institutionnel

En Tunisie, la filière des huiles essentielles s'appuie sur les producteurs, les distilleries coopératives et sur les entreprises qui procèdent à l'extraction et à la commercialisation. Elle s'appuie ensuite sur des acteurs locaux publics tels que l'APIA (Agence de promotion des investissements agricoles), l'API (Agence de promotion de l'industrie et de l'innovation), l'UTICA (Union Tunisienne de l'industrie, du commerce et de l'artisanat), et l'INNORPI (l'Institut national de la normalisation et de la propriété industrielle).

Ces établissements publics soutiennent la filière des PAM, mais ils ne sont pas issus de la filière elle-même, et ils interviennent dans différents secteurs. Ainsi, l'APIA soutient les projets de développement de PAM biologiques, contribue à l'installation d'un matériel adéquat (comme les unités de séchage) selon un cahier des charges. Ces projets de production soutenus par l'APIA sont essentiellement orientés vers l'exportation. L'API soutient aussi des projets d'extraction écologique, notamment par l'utilisation de la nouvelle technologie au dioxyde de carbone supercritique.

Au sein de l'UTICA s'est créée la chambre syndicale des producteurs d'huiles essentielles. Sa mission consiste à représenter les producteurs auprès des pouvoirs publics, informer et vulgariser, harmoniser l'action de ses adhérents, défendre les intérêts des professionnels en matière sociale, économique, financière et fiscale. Mais aussi, la chambre vise à entreprendre toute action de promotion et de développement du secteur, à développer des partenariats avec les organismes similaires à l'étranger, à participer à l'élaboration des études économiques relatives au secteur, et à organiser et à participer aux manifestations économiques. Ainsi, cette chambre et l'UTICA participent au congrès international PAM 2010 qui a eu lieu à Hammamet, et qui a conduit à signer un partenariat avec le pôle PASS en France.

L'ONAGRI (Observatoire national de l'agriculture) est un autre établissement public qui s'ajoute à l'arsenal tunisien sur lequel s'appuie la filière PAM. Cet observatoire se décline en commissariats régionaux au développement agricole dans chaque gouvernorat et a pour but de collecter des informations telles que des données nationales et internationales relatives au secteur agricole afin de réaliser des études. L'observatoire suit également les accords commerciaux, met en place un système de veille stratégique et analyse les marchés agricoles intérieurs.

En définitive, nous pouvons voir que la filière des PAM en Tunisie se limite à l'action des établissements publics qui interviennent dans tous les secteurs relatifs à

l'industrie ou à l'agriculture. Il n'existe pas d'intermédiaires comme des groupements de producteurs ou un pôle de compétences qui émaneraient de la filière elle-même. L'action de ces acteurs vise à développer des cultures à haute valeur ajoutée (comme les cultures biologiques avec l'appui du Centre Technique de l'Agriculture biologique CTAB) afin d'avoir un avantage compétitif à l'étranger.

L'association tunisienne des plantes médicinales ATPM est la seule entité qui émane de la filière des PAM et elle s'est donnée pour objectif de valoriser ces espèces en collaborant avec d'autres établissements.

L'ATPM (créée en novembre 1989) est une ONG nationale qui s'est fixée pour objectifs la connaissance et la valorisation du patrimoine national en matière de PAM. L'association rassemble en son sein plusieurs experts en ethnobotanique, en botanique, en chimie, mais regroupe aussi des agriculteurs, des industriels, des commerçants, des biologistes ou bien encore des pharmaciens et des médecins. L'ATPM collabore étroitement avec la faculté de pharmacie de Monastir et avec l'Institut national du génie rural et recherche en eau et forêt (INGREF) et a procédé à plusieurs actions ayant un impact national comme la mise en place d'un jardin botanique des PAM au sein de la faculté de pharmacie de Monastir, la consultation et le conseil pour le montage de projet et la création d'entreprises, l'appui pour la culture des PAM, l'assistance lors des opérations d'extraction, le contrôle de qualité conformément aux normes européennes.

III- 2 Cadre législatif et réglementaire

Pour permettre un développement des investissements dans un domaine il est indispensable de se doter de lois adéquates qui régissent le fonctionnement des différentes activités de la filière. Les principaux points qu'il faut prendre en considération au niveau législatif sont les suivants:

- La collecte des plantes
- Les analyses et les tests scientifiques de laboratoires
- La propriété industrielle

III-2-1 La culture/Collecte des PAM

a/ Le code forestier :

La loi n°88-20 du 15 avril 1988 portant refonte du code forestier a institué les règles générales afférentes à l'exploitation et la commercialisation des produits forestiers ainsi que des plantes aromatiques et médicinales spontanées.

L'exploitation des nappes de romarin et de myrte dans le domaine forestier nécessite une autorisation délivrée par la Régie d'Exploitation des Forêts qui relève du Ministère de l'Agriculture et des Ressources hydrauliques.

Le choix des nappes de romarin à exploiter est déterminé à partir d'un plan d'exploitation basé sur une rotation de 3 ans et en fonction de l'état de la végétation.

Les superficies mises à la vente aux enchères sont arrêtées dans un document qui contient 24 articles portant sur l'opération de la vente, la date du début de l'exploitation, les préventions contre les incendies, la destruction des nids d'oiseaux et les droits de la Direction Générale des Forêts sur l'exploitant.

b/ La loi Tunisienne n°99-30 relative à l'agriculture Biologique

L'agriculture biologique est un mode de production régi par une réglementation tunisienne qui interdit l'utilisation des produits de synthèse (engrais, pesticides, etc.) et qui encourage le recours aux moyens biologiques et physiques. Conscients de l'importance écologique, commerciale et socio-économique de l'agriculture

biologique, plusieurs pays industrialisés ont mis en place, pendant les dix dernières années, des programmes visant la promotion et le développement de ce secteur à travers les subventions, l'assistance technique et la formation. Cette prise de conscience n'est malheureusement pas encore perçue au niveau des pays en voie de développement. En Afrique comme en Asie, très peu de pays ont officiellement parrainé la promotion de l'agriculture biologique.

III-2-2 Les analyses et les tests scientifiques de laboratoires sur les PAM: Normes internationales et nationales

La notion d'huile essentielle fait l'objet de deux normes tunisiennes (norme NT 03.01 et NT 03.02) définissant avec précision les conditions d'extraction permettant d'utiliser l'appellation huile essentielle pour un extrait de plantes. L'INNORPI a adopté actuellement 131 normes concernant les essais et analyses des huiles essentielles et spécifications. En normes internationales ISO on compte 92 qui homologuent les huiles essentielles qui ont été transposées tous en norme nationale. On note comme exemple de normes de spécifications :

- NT 03.25 : Huile essentielle de Romarin
- NT 03.73 : Huile essentielle de graines de Céleri
- NT 03.113 : Huile essentielle de térébenthine
- NT 03.117 Huile essentielle de Thym.

Deux autres normes fixant les règles générales, d'emballage, de conditionnement et d'étiquetage des récipients : NT 03.04 et NT 03.05 ont été adoptées en 2010.

III- 2-3 La propriété industrielle

La propriété industrielle comprend les brevets d'invention, les marques de fabrique de commerce, les dessins et modèles industriels, les noms commerciaux et les indications géographiques.

La propriété industrielle est répartie en deux catégories, à savoir :

- Les créations nouvelles, qu'il s'agisse de créations à caractère utilitaire (les brevets d'invention) ou à caractère ornemental (les dessins et modèles industriels);
- Les signes distinctifs : les marques et les indications géographiques.

La propriété industrielle est régie par 03 principales lois :

- Loi n°95-44 du 2 mai 1995 relative au registre de commerce.
- Loi n°2000-84 du 24 août 2000 relative aux brevets d'invention.
- Loi n° 2001-36 du 17 avril 2001 relative à la protection des marques de fabrique, de commerce et de services.

Les mécanismes de la propriété industrielle sont relativement peu utilisés par les PME tunisiennes. En matière d'encouragement d'actions décidées par l'entreprise, l'Etat accorde des primes pour les Investissements Technologiques Prioritaires (ITP) à raison de 70 % pour les investissements immatériels, ce qui englobe les taxes dues au titre de la propriété industrielle.

III-3 La réglementation européenne

Les matières premières aromatiques utilisées dans l'industrie sont :

- les huiles essentielles de plantes, brutes ou rectifiées et les eaux aromatiques. Les huiles essentielles sont souvent classées comme préparations dangereuses en raison de leur forte concentration.

- les parties de plantes fraîches pour l'extraction des concrètes, les parties de plantes séchées pour l'extraction de résinoïdes ou d'oléorésines.

III-3-1 Plantes médicinales

Les plantes médicinales, si elles sont inscrites à la Pharmacopée, relèvent du monopole pharmaceutique. La vente des plantes médicinales inscrites à la Pharmacopée est réservée aux pharmaciens. Il en est de même pour les huiles essentielles ainsi que leurs dilutions et préparations ne constituant ni des produits cosmétiques, ni des produits à usage ménager, ni des denrées ou boissons alimentaires.

En France, la vente des plantes médicinales (inscrite dans la pharmacopée), est réservée aux pharmaciens, à l'exception de 145 espèces libérées et d'une centaine d'aromates et épices.

Ci-dessous les plantes mises en vente libre (2008) :

Noms français	Noms scientifiques	Famille	Parties utilisées de la plante	Formes de préparation
Ache des marais.	<i>Apium graveolens</i> L.	Apiaceae	Souche radicante.	En l'état En poudre
Ail.	<i>Allium sativum</i> L.	Liliaceae	Bulbe.	En l'état En poudre
Caroubier. Gomme caroube.	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Fabaceae	Graine mondée = gomme caroube.	En l'état En poudre
Estragon.	<i>Artemisia dracunculus</i> L.	Asteraceae	Partie aérienne.	En l'état En poudre
Genévrier. Genièvre.	<i>Juniperus communis</i> L.	Cupressaceae	Cône femelle dit « baie de genièvre ».	En l'état
Mauve.	<i>Malva sylvestris</i> L.	Malvaceae	Feuille, fleur.	En l'état
Olivier.	<i>Olea europaea</i> L.	Oleaceae	Feuille.	En l'état
Pin sylvestre.	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Pinaceae	Bourgeon.	En l'état
Romarin.	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Lamiaceae	Feuille, sommité fleurie.	En l'état En poudre
Thym.	<i>Thymus vulgaris</i> L., <i>T. zygis</i> L.	Lamiaceae	Feuille, sommité fleurie.	En l'état En poudre

Une liste des plantes médicinales qui ont été utilisées traditionnellement en l'état ou sous forme de préparation a été jugée toxique et dont les effets indésirables potentiels sont supérieurs au bénéfice thérapeutique attendu (ANSM, 2012) :

- Les graines de Germandrée : *Teucrium polium* et *Teucrium scorodonia*
- Les graines du ricin *Ricinus communis*

Il est à noter que dans d'autres pays de l'Union européenne, ce monopole est nettement moins important : 360 plantes sont en vente libre en Belgique et 200 en Italie.

III-3-2 Substances parfumantes allergènes

Les allergies de contact aux produits cosmétiques sont très courantes et peuvent entre autres provoquer de l'eczéma. Dans 45% des cas, ces allergies sont dues aux substances parfumantes contenues dans le produit cosmétique. Auparavant, toutes les substances parfumantes étaient rassemblées, avec d'autres, sous le nom générique Parfum (Fragrance). Suite à la directive 2003/15/CE, depuis le 11 mars 2005, 26 substances, ayant entre autres des propriétés parfumantes ou aromatiques, identifiées comme étant potentiellement allergènes, doivent figurer en clair dans l'étiquetage, quelle que soit leur fonction, dès que leur concentration dépasse 0,001% dans les produits non rincés (crèmes, etc...) et 0,01% dans les produits rincés (shampoings, etc...).

La directive 1999/21/CE de la Commission relative aux aliments diététiques destinés à des fins médicales spéciales. Les aliments diététiques destinés à des fins médicales spéciales sont prévus pour constituer tout ou partie de l'alimentation des patients dont les capacités d'absorption des aliments ordinaires sont perturbées, et dont les besoins nutritionnels spécifiques ne peuvent être satisfaits par une modification du régime alimentaire normal ou par des aliments destinés à une alimentation particulière. La directive établit des critères généraux en matière de composition et des règles relativement détaillées d'étiquetage. Les aliments en question doivent être utilisés sous surveillance médicale.

La Directive 2004/24/CE du Parlement européen et du Conseil du 31 mars 2004 relative aux médicaments traditionnels à base de plantes, fixe les critères des médicaments à usage humain.

Les plantes aromatiques et les épices à usage alimentaire relèvent de la réglementation alimentaire.

IV- Analyse SWOT de la filière PAM

Faiblesses

Plusieurs contraintes entravent le développement du secteur des PAM en Tunisie :

- La culture est basée essentiellement sur les plantes spontanées (le *romarin*, le *thym*, le *myrte*, le *marrube*, l'*armoise*...), ce secteur se trouve directement influencé par les aléas climatiques. Cette variabilité ne concerne pas uniquement la quantité des productions mais aussi la qualité des produits.
- La culture est pratiquée selon des modes traditionnels, qui ne sont pas toujours performants (reproduction de la qualité);
- les opérations de récolte, de distillation et de commercialisation sont effectuées souvent d'une façon traditionnelle qui n'est pas adaptée aux innovations et aux exigences du contrôle de qualité des produits finis;
- la mauvaise maîtrise des techniques de production, d'extraction et de standardisation se traduit par l'obtention de produits de faible valeur marchande à l'exportation;
- L'absence totale d'expérimentation. Beaucoup d'études ont été réalisées mais rarement mises en application (reste au stade de l'expérimentation).

- l'insuffisance d'échange d'informations et de coordination entre les différents intervenants et le manque d'informations et de vulgarisation des résultats de la recherche se rapportant aux techniques de culture et de conditionnement des PAM ;
- l'ignorance de la plupart des exportateurs des normes internationales de qualité et des spécifications des produits ;
- Le marché est étroit mais surtout inconnu.
- un faible effort de prospection, de sélection et d'étude des marchés et manque manifeste de stratégies marketing (marché d'exportation et marché intérieur).
- L'absence de stratégie de long terme pour le développement de la filière PAM pour la région
- Les faibles efforts de préservation de la qualité et de valorisation du produit : (conditionnement, indication géographique, appellation d'origine etc...)
- La prépondérance du marché huile essentielle et plantes séchées alors qu'il y a d'autres formes à valoriser.
- Un secteur traditionnel peu valorisé
- Difficulté à maîtriser toute la chaîne de Valeur

Forces

- Ressources en sol : Surfaces de plantes aromatiques et médicinales importantes,
- Biodiversité de la flore
- Des conditions climatiques très variées, permettent de produire une large gamme d'espèces.
- L'émergence de nouveaux opérateurs privés dans la collecte et la commercialisation
- La main d'œuvre est relativement moins chère par rapport aux pays européens concurrents.
- La maîtrise et la gestion des terres des PAM spontanées moyennant l'organisation de la Régie des forêts
- La proximité du marché européen,
- Des unités de transformation nombreuses et réparties sur le territoire permettant le maintien de la production et le développement sur certains secteurs.
- Rentabilité de l'activité agricole pour les populations locales

Opportunités

- Augmentation de la pérennité de la culture,
- Développement d'une stratégie d'encouragement de la production agricole selon le mode biologique,
- Existence d'un marché très traditionnel à valoriser
- Maintien de la production, pour conserver les marchés, les débouchés et le leadership mondial,
- Maintien de la compétitivité des productions, dans un contexte de concurrence internationale.
- Adaptation des productions aux demandes du marché,
- Maintien des exploitations existantes,
- La phytothérapie : On assiste ces dernières années à un regain d'intérêt pour la phytothérapie
- Diversification des produits issus des PAM : Les grandes possibilités de promotion des PAM sont des espèces exploitées à des fins industrielles
- L'accroissement de la demande européenne des produits à base de plantes.
- Compétitivité plus forte vu le coût réduit de la main d'œuvre,

Menaces

- L'éradication des espèces ligneuses
- Les incendies
- Réduction de la diversité des paysages naturels sous l'effet de la pratique d'une agriculture destructrice.
- L'émergence de nouveaux pays producteurs et exportateurs
- L'adoption de normes de qualité et de commercialisation (traçabilité, étiquetage, emballage etc...) de plus en plus restrictives.
- Les marchés européens s'orientent de plus en plus vers les produits biologiques et imposent des normes contraignantes.

V- Marché des PAM

V-1 Le marché mondial des PAM

Le marché international des PAM est prometteur, mais il demeure très exigeant en termes de qualité du produit (standardisation, présentation, système de production, ...) et de fiabilité des relations commerciales.

Les huiles essentielles sont valorisées principalement sur les marchés de l'aromathérapie, de la parfumerie et de la cosmétique. Elles peuvent, soit rentrer dans la composition de produits plus élaborés (crèmes, parfums, bougies,...), soit être utilisées en l'état. Elles sont recherchées pour leurs propriétés odorantes ou thérapeutiques. Les principaux marchés de consommation sont les pays développés (Europe, Japon et Amérique du Nord) qui représentent 80% des débouchés mondiaux.

Marché mondial des huiles essentielles			
Marchés	Marché mondial (En Milliards d'Euros)	Part des importations	Part des exportations
Europe de l'Ouest	35	49%	65%
Etats-Unis & Canada	35	-	15%
Japon	14	-	5%
Europe de l'Est	5	8%	2%
Méditerranée	2	3%	1%

Tableau 8 : Marché mondial des huiles essentielles (Source : ANIMA, 2005)

Le commerce mondial des plantes médicinales est de l'ampleur de 853.000 US \$, en moyenne, sur la base des statistiques d'importation pour la période 1987-1991 (tableau 9). Le commerce a montré généralement une tendance à la hausse, à l'exception de 1990, année où il a légèrement baissé, probablement à cause de la guerre du Golfe.

Environ 4.000 à 6.000 plantes sont d'une importance commerciale. Les statistiques du commerce des plantes médicinales individuelles ne peuvent être estimées que ceux-ci ne sont pas détaillés dans les données commerciales nationales. Seules les plantes qui entrent dans un pays en très grandes quantités sont répertoriés individuellement, mais la situation est encore compliquée par l'utilisation multiple de

ces plantes. Dans le même temps, certains des huiles essentielles comme l'huile de menthe, huile d'eucalyptus, huile de feuille de cannelle et de l'huile de *Cinnamomum camphora* comme une source de camphre naturel sont également utilisés en médecine.

La Chine est le plus grand producteur et exportateur de plantes médicinales, ce qui représente 30% du commerce mondial total (en valeur) en 1991, suivie par la Corée, Etats-Unis, l'Inde et le Chili. Singapour et Hong Kong sont les principaux ré-exportateurs de plantes médicinales en Asie. Japon, USA, Allemagne, France, Italie, Malaisie, Espagne et États-Unis sont les principaux marchés. Hambourg est le centre mondial du commerce des plantes médicinales. Environ 53 pays fournissent des plantes médicinales à l'Allemagne, dont plus importants sont l'Inde, l'Argentine, l'ex-Yougoslavie, la Grèce, la Chine, la Pologne, l'Égypte, la Hongrie, la Tchécoslovaquie, au Zaïre, en Albanie, les Pays-Bas et en France.

Chacun de ces marchés présente des caractéristiques propres :

- Le marché américain : Un marché très exigeant ; très concurrentiel, à croissance relativement lente, mais en même temps très innovant tant d'un point de vue des produits que des modes de distribution ;
- Le marché européen : L'Allemagne constitue le plus grand marché (20 %), suivi par la France (18 %), le Royaume-Uni (16 %), l'Italie (14 %) et l'Espagne (10 %). Il connaît une croissance modérée de l'ordre de 3,5 % par an ;
- Le marché japonais : Un marché mûr, qui connaît une croissance lente, avec une pénétration encore limitée des importations ;
- Le marché des pays émergents : un marché prometteur, qui est particulièrement porteur pour les produits de gamme basse et moyenne ;
- Le marché asiatique : un marché en forte croissance, encore largement inférieur au niveau atteint par les pays développés, mais qui profitera à la production locale (produits de masse à bas prix).

V-2 Le marché national des PAM

En Tunisie, la culture des plantes à parfum représente 0,01% de la surface agricole utile ; la culture des plantes aromatiques et médicinales dans laquelle elle est intégrée représente 0,02% (APIA, 2000). Ces chiffres très faibles sont représentatifs des plantes à parfum cultivées comme le jasmin, ou bien encore l'orange bigarade. Les plantes spontanées (i.e. les nappes naturelles de romarin et de myrte) représentent 8% de la surface agricole utile, les parties gérées selon le système de l'adjudication n'en représentent que 1,45%. Le corps industriel tunisien du secteur des PAM et des huiles essentielles est composé d'exportateurs, qui ont pour principal client la France. GUERLAIN gère également une usine de fabrication d'huiles essentielles à Nabeul.

En valeur, les statistiques de 2011 montrent que les plantes aromatiques, à parfum et médicinales (HS 121190) exportées atteignent 3 443 990 US dollars correspondantes à 1 212 045 Kg ; alors que les importations sont à 346 490 US dollars correspondantes à 448 671 Kg.

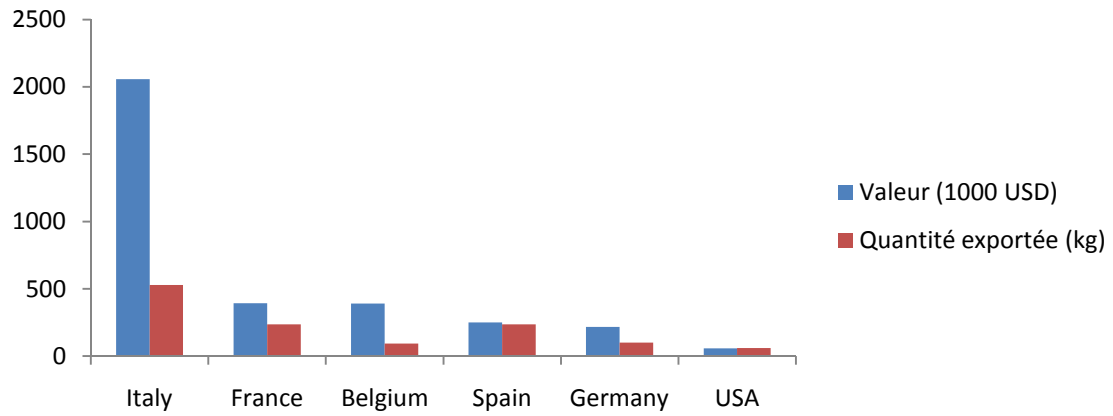


Figure 6 : Commerce des exportations tunisiennes des plantes aromatique, à parfum et médicinales (UN Trade 2011).

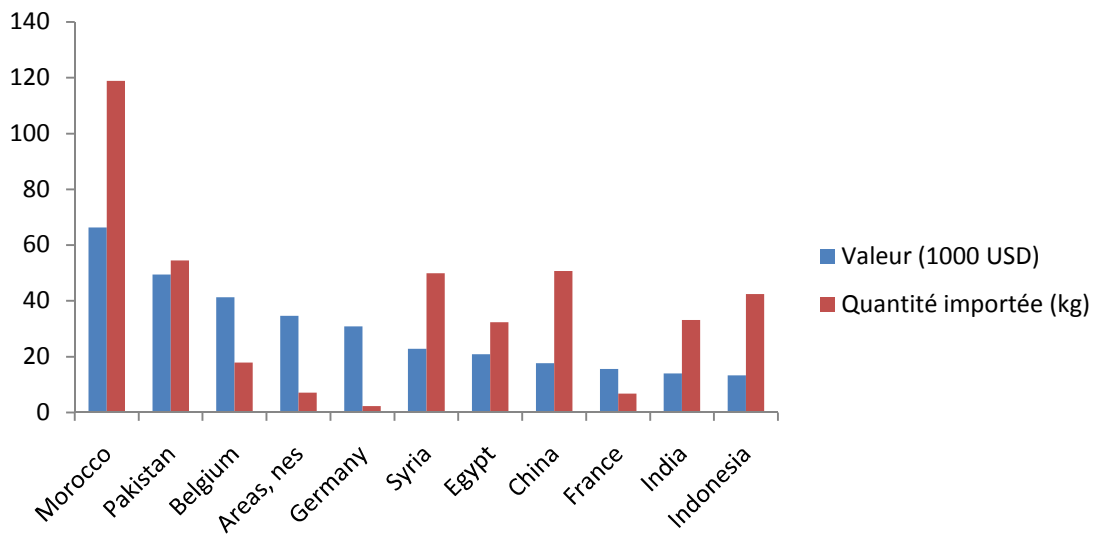


Figure 7 : Commerce des importations tunisiennes des plantes aromatique, à parfum et médicinales (UN Trade 2011)

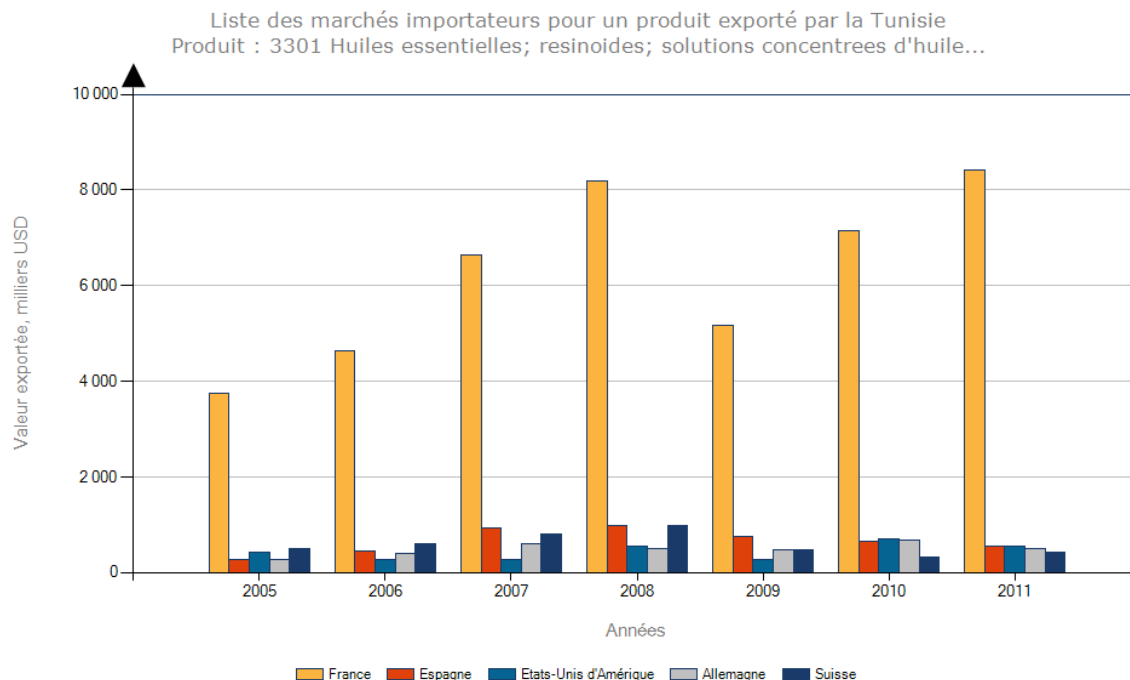


Figure 8 : Liste des marchés importateurs des extraits des PAM pour un produit exporté par la Tunisie

Les PAM industrielles sont classées selon le système de nomenclature harmonisé en trois catégories :

- Plantes utilisées principalement en parfumerie
- Plantes utilisées principalement en médecine
- Plantes utilisées principalement à usage insecticide ou similaires

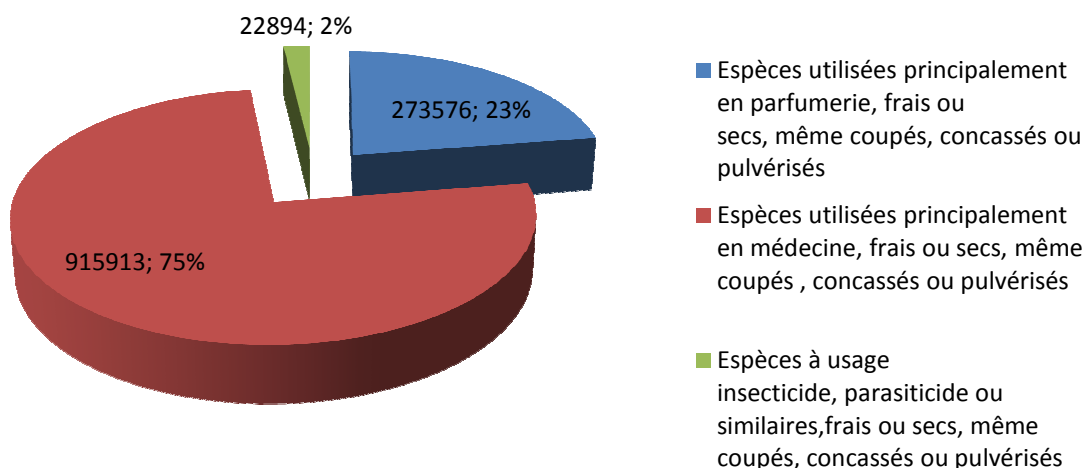


Figure 9 : PAM industrielles: Parties de plantes, graines et fruit (Kg) (INS, 2012)

La gamme des produits issus des plantes aromatiques et médicinales est donnée ci-dessous :

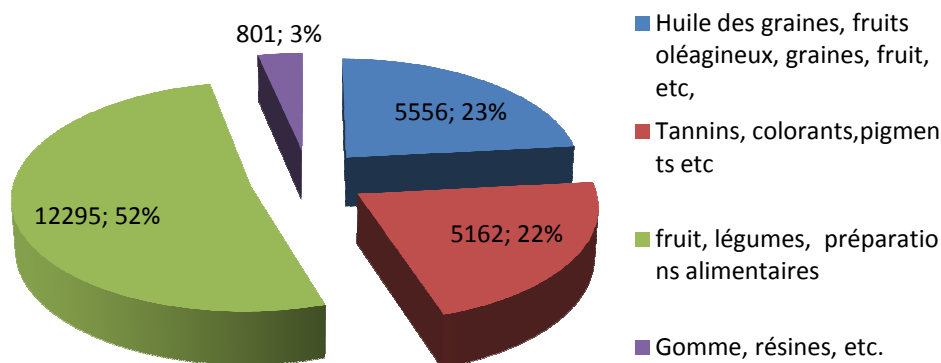


Figure 10 : Valeur exportée par la Tunisie 2012 (1000 USD) (UN Trade)

La production d'huiles essentielles, résinoïdes et autres préparations, en tant qu'extraits de ces plantes, est détaillée dans le tableau ci-dessous :

Type de produit	Quantité exportée en Kg	Valeur exportée en Dinars
Huiles essentielles d'autres agrumes, non détéropénées	1167	94 517
Huiles essentielles de romarin, non détéropénées	11762	519 960
Autres huiles essentielles, non détéropénées	3864	227 237
Huiles essentielles de romarin, détéropénées	77297	3521706
Autres huiles essentielles, détéropénées	3229	889795
Résinoïdes	57716	234538
Sous-produits terpéniques résiduaires de la détéropénéation des huiles essentielles	45	900
Autres distillées aromatiques et solutions aqueuses d'huiles essentielles	2668	12080
Autres préparations à bases de substances odoriférantes, des types utilisés pour la fabrication d'autres boissons	300	-
Mélange de substances odoriférantes et mélangés à base d'une ou plusieurs de ces substances, des types utilisés comme matières de base pour les industries alimentaires	195922	-
Mélangés de substances odoriférantes et mélangés à d'une ou plusieurs de ces substances, des types utilisés comme matières de base pour les industries de parfumeries	257509	-
Mélangés de substances odoriférantes et mélangés à base d'une ou plusieurs de ces substances, des types utilisés comme matières de base pour d'autres industries	2384	-
Parfums concrets non alcooliques	95747	-
Total	706910	

Tableau 9: La production nationales en PAM (INS 2012)

L'huile essentielle de romarin représente elle seule 90 % pour un total de 97 319 Kg d'huiles essentielles pour l'année 2012. La production pour le gouvernorat de Kasserine en huile essentielle de romarin est estimée à 20 tonnes (API) soit presque 20 % de la production nationale contre 23 tonnes pour le gouvernorat de Siliana.

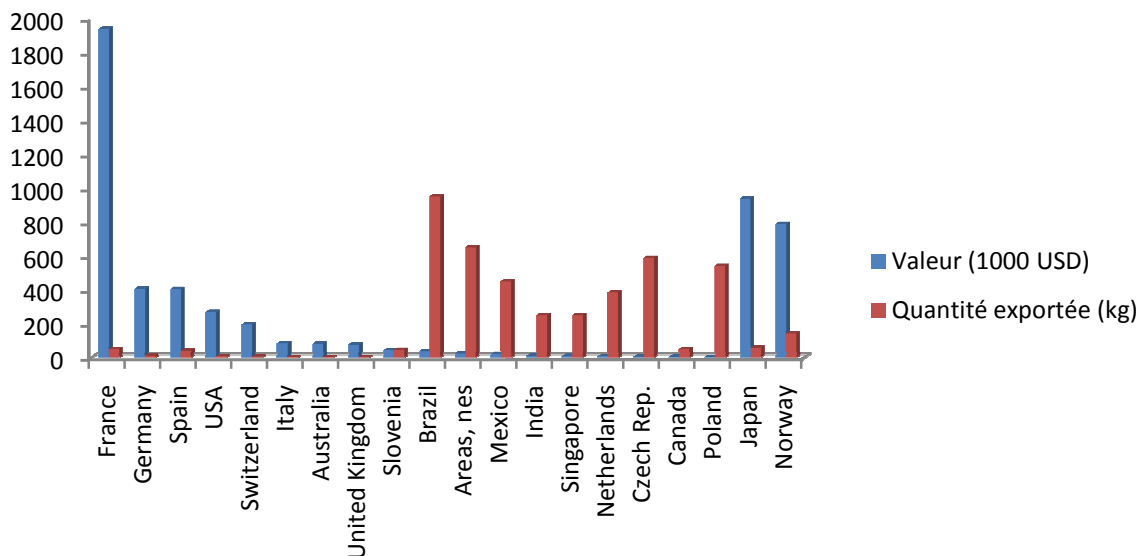


Figure 11 : Exportations tunisiennes des huiles essentielles (UN Trade 2011)

Les marchés de la France, le Japon et le Norvège sont les marchés les plus intéressants sur le plan qualitatif (valeur de marché) plutôt que quantitatif (quantité). Les importations sont de l'ordre de 797 550 USD pour une quantité de 16 542 Kg. Le principal exportateur vers la Tunisie est l'Allemagne.

Les exportations des extraits de plantes (gommes, résines, sucs et extraits végétaux) (HS 13) sont évaluées à 232 334 USD contre 3 559 899 USD d'importations, ce qui nécessite d'être investiguée davantage car il montre qu'il y a un marché local.

La production des épices est de 12 694 tonnes dont 549 tonnes seulement sont destinées à l'export (FAO, 2009).

Les exportations en plantes à fibres ou à textiles sont évaluées à 3 139 238 USD dont 93 % sont destinées à l'Italie.

La valeur d'exportation des plantes fraîches, des arbres et des racines (HS 06) est de l'ordre de 8 685 000 US dollars pour 2011 (UN Trade). Les principaux pays sont l'Italie et les Netherlands. Tandis que les importations ont été évaluées à 7 557 713 US dollars.

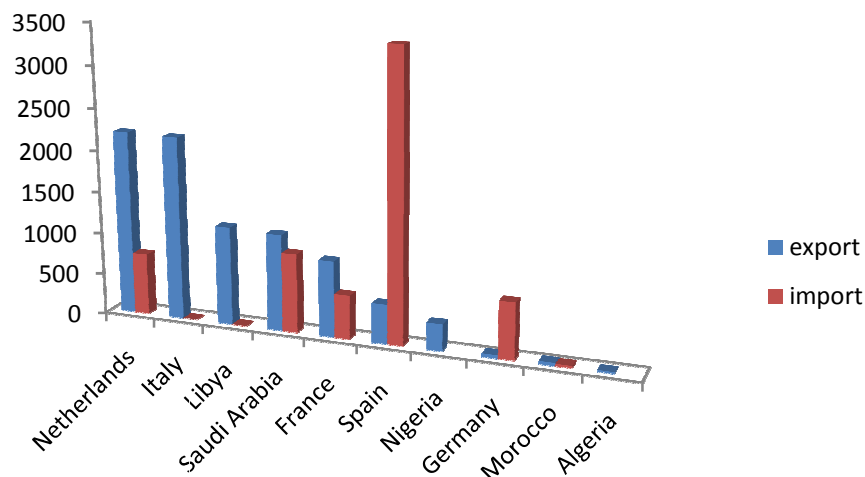


Figure 12 : Commerce des plantes de la Tunisie (Source : UN Trade, 2011)

Quant à la production forestière, les exportations tunisiennes en bois et articles en bois sont à 17 458 848 USD dont 33 % sont destinées à la France suivie par l'Italie (15 %) (source UN Trade 2011)

Désignation du produit	Exportation en quantité (tonnes)
Papiers, Carton, caisses	649 012
Pâte, Autres Fibres	1 007
Pâte Blanchie	820
Pâte de Bois	867
Charbon de Bois	1

Tableau 10 : Production forestières de la Tunisie FAO, 2012

Les matières et préparations colorantes d'origine végétale (Gomme, résines et oléorésines naturelle) est de 175546.

Pour le caroubier, les extraits oléagineux à partir des graines sont les plus demandés

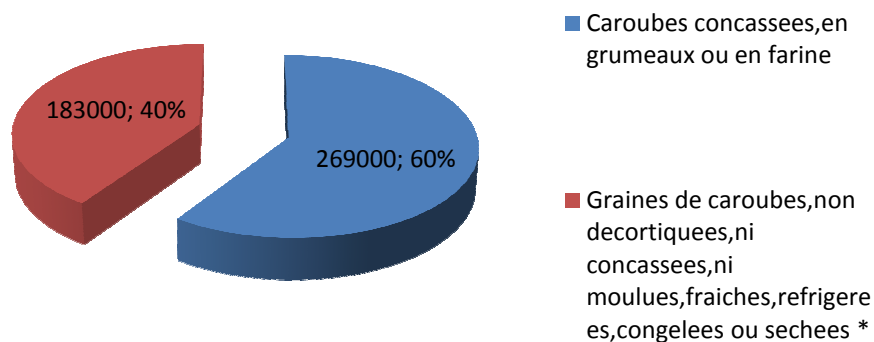


Figure 13 : Oléagineux: graines de caroube (Kg) 2012 INS

V-3 Opportunités de marché des PAM

Les plantes utilisées principalement à des fins thérapeutiques, aromatiques et/ou culinaires entrent également en tant que composants dans la fabrication de cosmétiques, de médicaments, d'aliments naturels et autres produits de santé naturels. Elles sont aussi la base des produits naturels transformés à forte valeur ajoutée tels que les huiles essentielles, les extraits secs et liquides et les oléorésines. Selon la revue l'Economiste, le marché mondial des plantes aromatiques et médicinales est estimé à environ \$ US 64 milliards. Plus de 35 000 plantes sont utilisées dans des industries comme la pharmacie, la phytothérapie, l'herboristerie, l'hygiène...

En ce qui concerne plus particulièrement le marché des plantes médicinales, la demande industrielle est soutenue en raison du développement de :

- formulations thérapeutiques de plantes,
- de cosmétiques à base de plantes,
- de compléments alimentaires à base de plantes.

Les médecins traditionnels, les praticiens et les consommateurs ont contribué à la demande de médicaments à base de plantes.

- Le marché mondial des médicaments à base de plantes devrait atteindre près de 33 milliards \$ US en 2013, enregistrant un taux de croissance annuel de 11 % (source BBC Research).
- Quant au marché des compléments alimentaires, après avoir connu une période de ralentissement entre 2008 et 2010, il renoue avec la croissance en 2011.
- En ce qui concerne le marché des produits cosmétiques, celui-ci enregistre une croissance annuelle d'environ 4 % en 2009 et 4,4 % en 2010. Pour les années à venir, les perspectives de croissance seraient en moyenne de l'ordre de 5,5 % soient proches de celle enregistrée entre 2004 et 2007. Le marché des cosmétiques naturels est relativement petit, mais croît plus vite que l'ensemble du marché des cosmétiques. Les cosmétiques naturels sont désormais disponibles partout, des fabricants de tous horizons ayant pénétré le marché. Ce marché offre également une variété de produits. L'Union Européenne est le plus grand fabriquant de cosmétiques naturels, suivis de près par les USA et le Japon.
- les arômes chimiques et les arômes alimentaires se vendent mieux que les huiles essentielles et autres produits naturels. Les compositions parfumées sont un mélange de plusieurs essences naturelles et/ou synthétiques en grande partie. Les arômes chimiques et alimentaires répondent à une demande plus large et à un segment de clientèle beaucoup plus important, ce qui n'est pas le cas de parfumerie occupant un segment beaucoup plus ciblé.

Catégorie de produit	% vente (1987)	% vente (2007)
Compositions parfumées	33.6	35
Arômes alimentaires	32.8	42
Arômes chimiques	17.9	11
Huiles essentielles	15.7	12

Tableau 11 : Marché mondial : Ratio des produits vendus entre 1987 et 2007

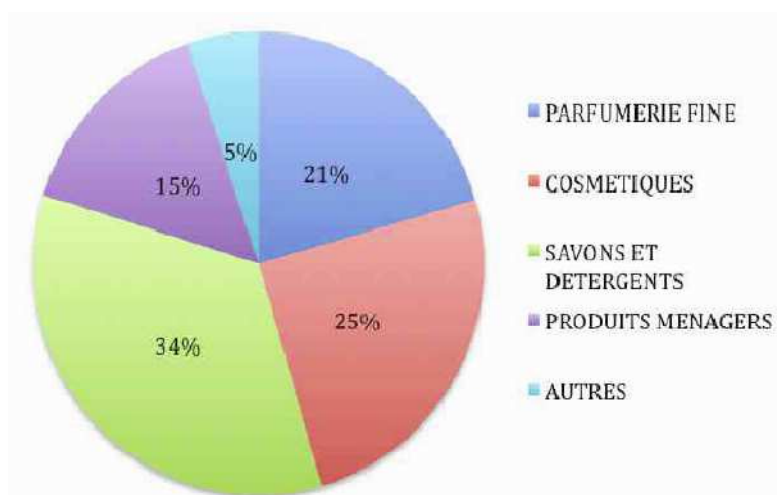


Figure 14 : Répartition des produits du marché mondial « Fragrance » (2009)

VI- Les enjeux

Le marché des PAM est aujourd'hui un domaine où la compétitivité est conditionnée par les principaux facteurs clés de succès ci-après :

- La complexité et la difficulté de maîtriser les coûts de production. Les coûts de production dans le secteur des PAM dépendent, en effet, le plus souvent des conditions du milieu et de la technologie utilisée (sélection, extraction, séchage...);
- La qualité du produit fini qui est fonction des conditions de production et du savoir-faire du producteur ;
- La capacité marketing et commerciale qui se mesure d'une part par la qualité d'écoute et d'adaptation à un marché en perpétuel évolution et par la qualité des relations commerciales à l'échelon internationale (relations client, logistique, transport, ...).

La filière des huiles essentielles, extraits aromatiques, parfums, arômes, étaient constituées d'un grand nombre d'unités de petites tailles. L'organisation productive était assimilable à une chaîne d'activités indépendantes prises en charge par des petites unités plus ou moins spécialisées (industries chimiques ou industrie agro-alimentaires) :

- Production de matières premières végétales ;
- Transformation (distillation, extraction, séchage, conditionnement, ...)
- Commercialisation ;
- Traitement avancé (extraction de produits purs, préparation de formules ...)
- Utilisation industrielle (arômes, parfumerie, cosmétique,...).

Globalement, le système de production des PAM fait intervenir plusieurs acteurs. Les professionnels tunisiens sont tenus d'avoir une relation fonctionnelle directe entre l'utilisateur final et le producteur de la biomasse végétale, pour pouvoir affronter des concurrents bien organisés, maîtrisant leur production.

Force est de constater que le secteur est fragilisé par un manque de visibilité et de maîtrise des marchés. Ceci est dû au fait que les producteurs ne réalisent que très peu de prospection et que les ventes sont confiées à des négociants qui ne cherchent pas à développer des marchés nouveaux et spécifiques. Ainsi, l'essentiel de la production marocaine doit son écoulement à la réputation de la qualité des PAM tunisiennes sur des marchés classiques.

B. PLAN DE DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE DES PLANTES AROMATIQUES ET MEDICINALES

I- Valorisation des PAM de Kasserine

De nos jours, les plantes sont de plus en plus recherchées et utilisées. Leurs nombreuses qualités leur confèrent une place importante dans la vie humaine.

I-1- Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*)

a-Description

Le *Pinus halepensis* est un arbre rustique et résineux à feuilles persistantes pouvant atteindre 15 m de hauteur. Les graines mûrissent en Avril et les fleurs sont monoïques (fleurs individuelles qui sont soit mâle ou femelle, mais les deux sexes peuvent être trouvés sur la même plante) et sont pollinisées par le vent. Il n'est pas auto-fertile. Il préfère un sol bien drainé à pH alcalin, neutre et acide, non sableux et pauvre en calcaire. Il peut pousser dans des sols pauvres sur le plan nutritionnel et à pH très alcalins. Il ne peut pas grandir à l'ombre. Il préfère un sol sec ou humide et peut tolérer la sécheresse. La plante peut tolérer les vents forts, mais pas les expositions salines.

Cette espèce résineuse est localisée dans les forêts. En raison de ses divers intérêts du pin d'Alep, il occupe une place importante dans l'économie forestière de la Tunisie.

Le genre *Pinus* appartient à la famille des Pinacées et comprend environ 250 espèces. Il est le plus grand genre de conifères naturellement dans l'hémisphère nord, en particulier dans la région méditerranéenne, la zone des Caraïbes, d'Asie, d'Europe, du Nord et d'Amérique centrale.

Dans le bassin de la Méditerranée septentrionale, le *Pinus halepensis* Miller (*P. halepensis*) colonise des terres agricoles abandonnées caractérisés par une haute biodiversité. En raison de la richesse de ses métabolites secondaires, *P. halepensis* peut jouer un rôle important dans la succession végétale par plusieurs processus. Par exemple, les composés secondaires (terpénoïdes et/ou composés phénoliques) peut affecter la racine symbiotes et de la qualité du site, en interférant avec la décomposition, minéralisation et humification. *P. halepensis* peut inhiber mise en place des semis de diverses espèces dans les peuplements de pins, suggérant la nature allélopathique des lixiviats litière, feuilles, et / ou exsudats racinaires.

b- Utilisations en phytothérapie

Les graines de *P.* sont traditionnellement utilisés tout au long de la Tunisie et d'autres pays arabes, pour la préparation d'un pudding sucré de groupe graines de pin, appelé " Assida - zgougou ". Récemment, il a été utilisé comme ingrédient dans des crèmes glacées et bonbons. Les huiles essentielles de *Pinus* sont utilisées comme parfums dans les produits cosmétiques, additifs aromatisants pour aliments et boissons et comme agent parfumant dans les produits d'entretien ménager. Plusieurs analyses phytochimiques de *P. Alep* ont été publiées sur les terpènes, l'essence de térébenthine et des composés phénoliques.

Les propriétés médicinales et aromatiques de la substance chimique composés (par exemple, la térébenthine, les résines et les huiles essentielles) de pin en faire une des plantes les plus populaires tout au long de toute civilisation.

La résine des espèces *Pinus halepensis* est utilisé pour le traitement des douleurs musculaires, comme désinfectant des voies respiratoires et des voies urinaires et comme antifongique. L'essence de térébenthine obtenue à partir de la résine de tous les arbres de pin est antiseptique, diurétique et vermifuge. C'est un remède précieux utilisé en interne dans le traitement des maladies des reins et la vessie et dans le traitement des affections rhumatismales. Il est également très bénéfique pour le système respiratoire et est donc utile dans le traitement des maladies des muqueuses et des troubles respiratoires tels que la toux, le rhume, la grippe et la tuberculose. Extérieurement il est un traitement très bénéfique pour une variété de maladies de la peau, des plaies, des brûlures, etc. et est utilisée sous la forme d'emplâtres de liniment, cataplasmes, bains de vapeur aux herbes et les inhalateurs.

c- autres utilisations

- La résine est présente sur le marché et dans les forêts de pin d'Alep couvrant une large grande surface de la région. La collecte de la résine est pratiquement faite toute l'année. Les résines sont obtenues en appuyant sur le tronc, ou par distillation destructive du bois. En général, les arbres des zones les plus chaudes donnent des rendements plus élevés
- Les Oléorésines sont présentes dans les tissus de toutes les espèces de pins, mais ceux-ci ne sont pas souvent présents en quantité suffisante pour rendre leur extraction économiquement rentable. L'essence de Térébenthine se compose d'une moyenne de 20% de l'oléorésine et est séparé par distillation. Elle a une large gamme d'utilisations, en tant que solvant pour cires, pour la fabrication de vernis, etc. La colophane est utilisée pour l'étanchéité, pour conserver le bois.
- L'huile essentielle obtenue à partir de la résine est composée essentiellement de monoterpènes (65%). Les principaux composés sont: myrcène (15% - 32%), α -pinène (12% -24%), E- β -caryophyllène (7% -17%), terpinolène (1% - 13%), l'isovalérate de 2-phényl éthyle (4% -10%), le terpinène-4-ol (1% - 8%) et sabinène (1% - 6%). L'huile essentielle a révélé un effet antimicrobien.
- La résine est comestible, elle peut servir comme condiment, elle est utilisé pour la mastication et pour aromatiser le vin.
- Un arôme de vanilline est obtenu comme sous-produit libéré à partir de la pâte du bois.
- Un tanin peut être aussi extrait des écorces

On peut utiliser ces produits dans la formulation des médicaments, herbicide, gomme et arômes alimentaires

d- Production à Kasserine

L'importance des superficies retenues dans les arrondissements forestiers de la Tunisie pour le pin d'Alep est la suivante :

Gouvernorat	Pin d'Alep (ha)
Bizerte	249
El Kef	220
Kasserine	196
Siliana	130
Zaghouan	123
Total	918

Tableau 12: Superficie des stations de récolte de semences forestières (2004)

La production du pin d'Alep est estimée à 20 tonnes pour le gouvernorat de Kasserine. Les régions concernées à Kasserine sont : Layoun III, Oum Jedour I, Chambi et Semmama. Il s'agit de peuplements spontanés avec un substrat calcaire et un climat qui va du semi aride à l'aride supérieur.



Figure 15 : Répartition géographique de pin d'Alep dans la méditerranée

I-2- Thym (*Thymus algeriensis*)

Zaater

a- Description

C'est un arbuste vivace herbacé à feuilles persistantes de croissance à 1 m. C'est une plante spontanée localisée dans les steppes et les garrigues. la période de floraison est de juillet à Août. Les fleurs sont hermaphrodites (avoir des organes mâles et femelles) et sont pollinisées par les abeilles et insectes. Le Thym préfère un sol bien drainé à un pH neutre et basique (alcaline) et un sol non humide. Il ne peut pas grandir à l'ombre. On trouve le Thym dans les zones semi-arides supérieures et arides supérieures. Il existe quatre chénotypes pour *Thymus algeriensis*. Cultivé, le thym ne demande pas beaucoup de soins. Il préfère cependant les climats doux et les terrains bien drainés et ensoleillés. La cueillette s'effectue de préférence en début de floraison. Les rendements pouvant atteindre 2500 Kg par hectare.

Les feuilles, et en particulier l'huile essentielle, sont fortement antiseptiques, désodorisantes et désinfectantes. La plante peut être utilisée fraîche à tout moment de l'année, ou distillée pour l'huile ou séchée pour une utilisation ultérieure.

b- Utilisations en phytothérapie

Les espèces de *Thymus* sont couramment utilisés comme épices et/ou herbes médicinales, avec plusieurs propriétés pharmacologiques, comme antispasmodique, antiseptique, antitussif et expectorant. Les huiles de thym sont également utilisées dans les compléments alimentaires, ainsi que dans le développement des produits de santé, en particulier des produits pharmaceutiques. Plusieurs études sur l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Thymus* ont montré leur potentiel contre les microorganismes pathogènes importants, tels que *Staphylococcus aureus*, *Helicobacter pylori* et *Candida albicans*.

c- l'huile essentielle de thym : composition et caractéristiques

Tout au long de l'histoire, les constituants volatils du *Thymus* ont été fortement recommandés, ils ont été couramment utilisés comme tisanes, condiments et épices, ainsi que pour diverses fins médicinales. L'huile est également bénéfique en stimulant le système immunitaire et aide à lutter contre les rhumes, la grippe, les maladies infectieuses et des frissons. Le genre *Thymus* a de nombreuses espèces et variétés. Il s'avère être un antiseptique urinaire, très utile pour la cystite et l'urétrite. En plus de leur utilisation traditionnelle bien connue dans les aliments et les cosmétiques, le grand potentiel de *Thymus* pour l'application de maladies bucco-dentaires et des traitements anticancéreux, encourage une enquête plus approfondie.

La composition d'huiles essentielles de cette espèce a été étudiée montrant une forte teneur en 1,8-cinéole. Le linalool et le Bornéol sont des constituants majeurs dans les huiles essentielles de certains autres genres de *thymus*. Cette plante est utilisée pour améliorer les propriétés organoleptiques des produits alimentaires en tant qu'épice. Dans l'industrie alimentaire, elle est utilisée pour ses propriétés antioxydantes.

Les huiles essentielles et les extraits méthanoliques de *Thymus* possèdent des propriétés anti-oxydantes. En fait, l'huile se distingue par sa haute teneur en monoterpènes oxygénés (79,5%) les composés majoritaires sont: linalool (47,3%), le thymol (29,2%) et *p*-cymène (6,8%). En ce qui concerne les extraits méthanoliques, l'acide rosmarinique est le polyphénol le plus abondant suivi par l'acide méthoxysalicylique, l'apigénine, la lutéoline et le kaempférol.

Le *Thymus* est une plante médicinale importante aussi, fortement recommandé en raison d'une gamme de propriétés thérapeutiques de leurs huiles essentielles, communément connus sous le nom d'huile de thym: antirhumatismaux, antiseptiques, antispasmodiques, antimicrobiennes, cardiaques, carminatives, diurétiques et expectorantes.

L'huile de thym est parmi les dix huiles essentielles du monde connu pour son utilisation comme agent de conservation alimentaire. Les propriétés aromatiques et médicinales des *Thymus* ont fait l'une des herbes les plus populaires.

I-3- La Germandrée (*Teucrium polium*)

Gattaba

a- Description

C'est un arbuste méditerranéen de la famille des labiées à feuilles caduques de croissance de 0,2 m. Il est en fleur à partir de juillet à Septembre, et les graines mûrissent à partir d'août à Septembre. Les fleurs sont hermaphrodites (ont à la fois des organes mâles et femelles) et sont pollinisées par les abeilles. Il est auto-fertile. Le feuillage légèrement blessé libère un parfum aromatique agréable. Les plantes sont sous-arbrisseaux mais les tiges meurent souvent de retour dans l'hiver.

Il préfère un sol bien drainé, à pH neutre et basique (alcaline). Il ne peut pas grandir à l'ombre. Il se développe dans les bioclimats allant du subhumide jusqu'à l'aride inférieur (région de Médenine). Il pousse en marge des forêts de Pin d'Alep, dans les garrigues et des steppes et dans les îles de Kerkennah. Les populations de *Teucrium polium* se caractérisent par différents niveaux de ploïdie qui déterminent leur répartition géographique, en outre, leur variation chimique ouvre des perspectives d'exploitation préférentielle.

Le genre *Teucrium* (famille des Lamiacées) comprend 300 espèces qui se produisent partout dans le monde, mais plus concentré autour du bassin méditerranéen. Il est utilisé comme épice et thé. Un extrait liquide de la plante a été utilisé dans le traitement des maladies fongiques et des abcès. Il était valorisé comme hypoglycémique.

b- Utilisations en phytothérapie

Le *Teucrium polium* L. est utilisée en médecine traditionnelle pour ses propriétés diurétiques, antipyrétique, sudorifique, antispasmodique, tonique, anti-inflammatoire, antihypertenseur, anorexique, analgésique, antibactérien et effets antidiabétiques. Comme d'autres plantes de la *Teucrium*, il était très populaire en raison de ses propriétés hypoglycémiques, hypolipémiants, antiulcéreux et des propriétés antibactériennes. Elle produit également des flavonoïdes et des glycosides phénylétanoïde dont les propriétés antioxydantes et thérapeutiques cytoprotecteurs de ses préparations peuvent être retracées. Les produits à base de plantes sont de plus en plus utilisés dans le monde entier. Toutefois, les remèdes à base de plantes ne sont pas sans risque et de nombreux cas d'hépatotoxicité ont été rapportés.

Des infusions de plantes ont été également utilisées depuis plus de 2000 ans dans la médecine traditionnelle, pour leur diurétique, sudorifique, tonique, antipyrétique, antispasmodique et cholagogue. Ces plantes ont également été utilisées, sur la base

de leurs propriétés antioxydantes, pour préparer le thé à base de plantes et aussi comme une épice.

En 1992, le ministère français de la Santé a interdit la vente de toutes les préparations médicinales contenant *Teucrium de chamaedrys*. Depuis 1996, le ministère italien de la Santé estime que cette plante utilisée dans les thés est un poison, ainsi que toutes les préparations obtenues à partir d'elle. L'hépatotoxicité a été attribué à *des néo-clérodane diterpénoïdes*.

L'effet chimio-préventif de *T. polium* extrait a également été rapportée. Récemment, à la recherche de molécules antioxydantes naturelles de plantes comestibles, le pouvoir antioxydant de l'extrait méthanolique de *T. polium* a été rapporté, mais, en raison de la méthode d'extraction utilisée, plusieurs *néo-clérodane diterpènes* ont été isolés à partir de lui.

Le genre *Teucrium* est l'une des sources les plus riches de diterpènes neoclerodane: plus de 220 diterpènes ont été décrits, dont beaucoup sont d'intérêt en raison de leurs propriétés insectifuges et médicinales. Les huiles essentielles du *Teucrium* ont des compositions chimiques différentes. Il ressort que les huiles essentielles du *Teucrium* sont caractérisées par des composés mono-et hydrocarbonés sesquiterpène.

I-4- Le Genévrier oxycède (*Juniperus oxycedrus* L.)

a- Description

C'est un arbrisseau ou arbuste spontané, dressé de 1-8 mètres, à bourgeons écailleux et à feuilles très étalées. Ses fleurs sont dioïques qui donnent des fruits rouges et luisants à la maturité. Ces espèces forment le sous-bois de la forêt et constituent la strate arbustive de la végétation ligneuse. Il est originaire de toute la région méditerranéenne du Maroc et du Portugal jusqu'à l'ouest du Caucase, il est utilisé comme épice.

b- Huile essentielle

Fournissant l'huile de cade par distillation de son bois et de ses racines, abondamment utilisée pour ses propriétés médicinales en dermatologie et cosmétologie, son huile essentielle s'avère stimulante, parasiticide, antiseptique et vermifuge. Les principaux constituants de son huile essentielle sont les sesquiterpènes tel que delta-cadinène, les sesquiterpénols (1-épi-cubénol) et les monoterpènes (alpha-pinène).

c- Utilisation en phytothérapie

Dans la médecine traditionnelle les baies de *J. oxycedrus* ont été largement utilisés dans le traitement des troubles gastro-intestinaux, des rhumes, de la toux, pour traiter la calcinose dans les articulations et comme diurétique pour passer des calculs rénaux, contre les inflammations des voies urinaires, les hémorroïdes et comme hypoglycémique. Les feuilles sont appliquées à l'extérieur pour traiter les maladies

parasitaires. En outre, il est couramment utilisé pour la préparation du brandy médicinale traditionnelle en Dalmatie.

Cosmétologie : shampoing, savons.

Dermatologie : traitement des kératoses du cuir chevelu et des hyperkératoses du psoriasis.

Dans le domaine de la médecine Vétérinaire : Antiseptique, fongicide pour moutons, chiens, chevaux et bœufs : plaies, soins du sabot, gale, eczéma, démangeaisons,

Dans le domaine phytosanitaire : Antiseptique et cicatrisant : plaies de taille, blessures, cassures, chancres, ...

Antiparasitaire : champignons, insectes, ...

Fongicide : rouille, pourridiés, ...

I-5- Le Genévrier rouge (*Juniperus phoenicea* L.)

a- Description

C'est un genévrier typique trouvé dans toute la région méditerranéenne. Il se reconnaît à ses feuilles très courtes et ressemblantes à des écailles. C'est un Arbrisseau touffu ou arbuste dressé de 1-8 mètres, à écorce brun rougeâtre. Il se développe dans le bioclimat semi-aride supérieur. Cette végétation ligneuse est localisée dans les forêts.

Le Genévrier rouge qui constituait une formation forestière arborée sur les versants sud de la dorsale et des monts de Mellègue et de Tébourouk, n'est plus représenté aujourd'hui que par des formations arbustives du côté de Sakiet Sidi Youssef, à Djebel Mghilla, à Matmata et dans quelques endroits secondaires. Cette espèce ravagée par des coupes (illicites) en vue d'extraire son goudron, très prisé par la population, continue à fructifier sous sa forme arbustive et mérite qu'on s'y intéresse pour sa valeur économique, environnementale et phyto thérapeutique.

b- Utilisations en phytothérapie

L'huile essentielle a une teneur élevée en α -pinène. Les essences de *J. phoenicea* ssp. *Turbinata* sont largement dominées par l' α -pinène pour les rameaux ainsi que les fruits. D'autres composés ont été également identifiés à des pourcentages relativement faibles, tels que le germacrène B et l'E- β -caryophyllène dans l'huile essentielle des rameaux et le β -pinène (2,12 %) dans celle des fruits. De même, on trouve dans l'huile essentielle de cette sous-espèce certains composés tels que le myrcène, le β -phellandrène, le linalool, l' α -terpinéol et le citronellool qui sont distinctifs de l'essence des rameaux, alors qu'on peut citer l' α -fenchène, le verbenène, le sabinène, le δ -3-carène, le p-cymène, le terpinolène et le terpinéol comme typiques de l'huile essentielle des fruits. L'activité antimicrobienne des huiles essentielles du genévrier rouge peut être expliquée par son profil chimique riche en hydrocarbures terpéniques, notamment le δ -3-carène et l' α -pinène. Ce dernier présente plusieurs activités biologiques : il est antibactérien, anti-inflammatoire, antiviral, expectorant, sédatif, herbicide et insectifuge.

Les rameaux, les feuilles et les fruits de genévrier de Phénicie ou genévrier rouge sont utilisés en médecine traditionnelle et leurs composés chimiques sont incorporés dans des préparations pharmaceutiques d'usage particulièrement antiseptique attribué à la présence d'huiles essentielles. Les cônes, les rameaux, mais surtout les jeunes pousses préparées en infusion ont des effets diurétiques, stomachiques et digestifs. Les feuilles sont utilisées sous forme de décoction contre le diabète, la diarrhée et le rhumatisme, alors que les fruits séchés et réduits en poudre peuvent guérir les ulcérations de la peau et les abcès.

Cosmétologie : shampoing, savons.

Dermatologie : traitement des kératoses du cuir chevelu et des hyperkératoses du psoriasis.

Dans le domaine de la médecine Vétérinaire : Antiseptique, fongicide pour moutons, chiens, chevaux et bœufs : plaies, soins du sabot, gale, eczéma, démangeaisons,

Dans le domaine phytosanitaire : Antiseptique et cicatrisant : plaies de taille, blessures, cassures, chancres, ...

Antiparasitaire : champignons, insectes, ...

Fongicide : rouille, pourridiés, ...

I-6- Le globulaire (*Globularia alypum*)

Zriga

a- Description

Globularia alypum est un sous arbrisseau spontané de 30-60 cm, ordinairement dressé, à feuilles toutes éparses sur les rameaux, coriaces et persistantes, il a une très large aire de répartition du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest. Les fleurs sont d'un bleu clair réunies en capitule globuleux solitaire et situé à l'extrémité des rameaux. Le fruit est un petit akène entouré de calice persistant.

Les populations se développent dans les bioclimats allant du subhumide à l'aride inférieur et ils occupent essentiellement des garrigues et des steppes à composition floristique variable. Les fleurs s'épanouissent en hiver et au printemps de Mars à Mai.

b- Utilisations en phytothérapie

C'est une plante médicinale utilisée en médecine populaire et qui présente certains avantages dans le traitement du diabète, les maladies cardiovasculaires, rénales et diverses lésions cancéreuses de l'estomac, du côlon, du rectum, du foie et de l'œsophage. Les polyphénols et les flavonoïdes sont connus pour piéger les radicaux libres, notamment hydroxyles et les anions superoxydes et inhiber la peroxydation lipidique. En raison de ses composants actifs, cette plante est également considérée comme étant efficace pour le traitement de troubles liés à des radicaux libres.

La poudre des feuilles est utilisée pour ses propriétés cicatrisantes et dans le traitement de certaines dermatoses notamment l'acné, les abcès, les boutons et l'eczéma.

A Kélibia et au Souassi son utilisation est signalée dans le cas de cancer de la peau.

En gargarisme le décocté serait efficace pour soigner les angines et le macérât dans l'huile est utilisé dans les affections du cuir chevelu notamment la teigne.

I-7- Le Chêne vert ou chêne ballota (*Quercus ilex ballota*)

a- Description

C'est un arbre à feuilles persistantes de 25 m de hauteur à un rythme lent. Il est en fleur de mai à Juin, et les graines mûrissent à partir de septembre à Octobre. Les fleurs sont monoïques (fleurs individuelles sont soit mâle ou femelle, mais les deux sexes peuvent être trouvés sur la même plante) et sont pollinisées par le vent. Ils peuvent se développer dans un sol argileux à pH acide, neutre et basique (alcaline). Il préfère les sols humides. La plante peut tolérer une exposition saline.

Le Chêne vert (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) est une espèce dominante dans les écosystèmes forestiers naturels sur de vastes zones du bassin méditerranéen occidental et elles forment le sous-bois de la forêt et constituent la strate arbustive. Depuis le début des années 1980, une forte baisse des chênes a été rapportée dans la région méditerranéenne qui touche principalement les chênes verts (*Quercus ilex* L.), de chênes-lièges (*Quercus suber* L.) et chênes chevelus (*Quercus cerris* L.).

b- Utilisations

La graine de cette variété est normalement douce. La graine est à 3 cm de long, elle peut être séchée, broyée en une poudre et utilisée comme épaississant dans les ragoûts, ou mélangée avec des céréales pour la fabrication du pain. La graine de quelques arbres contient des tanins amers, ceux-ci peuvent être éliminés par lavage à l'eau courante mais de nombreux minéraux seront également perdus. La graine torréfiée est un substitut de café. Une huile comestible est obtenue à partir de la semence.

Toutes les galles produites sur l'arbre sont fortement astringentes et peuvent être utilisés dans le traitement des hémorragies, la diarrhée chronique, la dysenterie, etc. Les galles de chêne sont des excroissances qui sont parfois produites en grand nombre sur l'arbre et sont causés par l'activité des larves de différents insectes. Lorsque les nymphoses d'insectes et des feuilles, la vésicule peut être utilisé comme une source riche en tanins, qui peut également être utilisé en tant que matière colorante. Il peut être cultivé comme haie brise-vent dans les zones maritimes. Son bois est fort, dur et durable utilisé pour les meubles. Il peut servir pour obtenir un bon charbon de bois et un bon combustible. L'écorce est une source de tanin.

I-8- La Marrube (*Marrubium vulgare*)

a- Description

Marrubium vulgare L. (Blanc marrube) est une plante herbacée vivace qui est souvent distribuée dans la région méditerranéenne, y compris l'Afrique du Nord. C'est une vivace spontanée à 0,5 m de hauteur. Elle est en fleur de Juin à Novembre, et les graines mûrissent à partir d'août à Octobre. Les fleurs sont hermaphrodites (ont à la fois des organes mâles et femelles) et sont pollinisées par les abeilles. Elle est auto-fertile et préfère un sol bien drainé qui peut croître dans des sols pauvres sur le plan nutritionnel de même dans les sols secs ou humides à pH acide, neutre et basique. Elle ne peut pas grandir à l'ombre. Elle se développe dans l'étage bioclimatique semi-aride supérieur.

b- Utilisations en phytothérapie

C'est une plante Médicinale utilisée depuis l'antiquité pour son effet expectorant et fluidifiant, indiqué en cas de toux ou de bronchite, elle se présente souvent sous forme de tisane. Les principaux constituants sont les lactones, les diterpéniques (marrubine), les tanins, les acide-phénols et les flavonoïdes. Les parties utilisées sont les fleurs et les feuilles. La Marrube est un médicament bien connu et populaire à base de plantes qui est souvent utilisé contre la toux, le rhume, la respiration sifflante, etc. Les feuilles et les jeunes tiges florifères sont antiseptique, antispasmodique, cholagogue, sudorifique, digestif, diurétique, emménagogue, fortement expectorant, hépatique, stimulant et tonique. C'est un pectoral très précieux, expectorant et tonique qui peut être utilisé en toute sécurité par les enfants ainsi que les adultes. Il est souvent fait dans un sirop ou des bonbons pour masquer son goût très amer, mais elle peut aussi être considérée comme un thé. Un thé agréablement aromatisé doux est fait à partir des feuilles fraîches ou séchées et il est considéré comme un remède contre la toux. Ce thé augmente l'appétit et il peut aussi agir à normaliser le rythme cardiaque. La plante est récoltée en fleurs et peut être utilisée fraîche ou séchée. La racine est un remède contre la morsure des serpents à sonnettes. La monographie allemande présente un guide thérapeutique de la médecine à base de plantes qui approuve *Marrubium vulgare* pour le traitement de la dyspepsie et la perte d'appétit. Les feuilles sont amères et piquantes, elles sont parfois utilisées pour la bière comme saveur herbacée ou liqueur. La Marrube bière est une boisson assez bien connue. Une huile essentielle est obtenue à partir de la plante et utilisée comme aromatisant dans les liqueurs. La plante a été utilisée comme un remède pour l'arpenteuse dans les arbres. Les extraits de cette plante ont manifesté une activité anti-fibrose hépatique, et l'extrait méthanolique de *Marrubium vulgare* L. permet de stimuler l'accumulation de lipides dans la ligne de cellules étoilées hépatiques.

I-9- L'Armoise champêtre (*Artemisia campestris*)

a- Description

C'est une plante vivace qui peut atteindre 1,5 m de hauteur qui pousse de façon sauvage dans la steppe et désert. Elle est en fleur à partir d'août à Septembre, et les

graines mûrissent à partir de septembre à Octobre. Les fleurs sont monoïques (fleurs individuelles sont soit mâle ou femelle, mais les deux sexes peuvent être trouvés sur la même plante) et sont pollinisées par le vent. Elle préfère un sol bien drainé à pH neutre et basique, sec ou humide et peut tolérer la sécheresse.

b- Utilisations en phytothérapie

En médecine populaire, *A. campestris* a été utilisé comme fébrifuge, vermifuge, anticancéreux, contre les troubles digestifs, l'ulcère gastrique, et les douleurs menstruelles. Infusion, macération et décoction de feuilles et de fleurs d'*A. Campestris* sont des modes de préparation pour administration orale.

De nombreuses études chimiques ont révélé que la partie aérienne d'*Artemisia campestris* est riche en métabolites secondaires tels que les polyphénols, les flavonoïdes, les tanins, les huiles essentielles. Les constituants les plus abondants d'une espèce de Tunisie sont : β -pinène (24,2-27,9 %), p-cymène (17.4–22.3%) et α -pinène (4.1–11.0%), ces constituants représentent plus de 45 % de l'huile totale. Les flavonoïdes identifiés chez *Artemisia campestris* sont: flavone (apégénine), flavonol (kaempférol 7-méthyle), flavanone (naringénine), dihydroflavonols (taxifoline-7-méthyle). L'herbe est vermifuge, antiseptique, cholagogue facilitant l'évacuation de la bile, désobstruant (remède très utile pour déboucher les sinus), emménagogue, stomachique et tonique. Les feuilles sont mâchées afin de traiter les problèmes d'estomac. La plante a été utilisée par certaines tribus indiennes d'Amérique du Nord comme un abortif de mettre fin à des grossesses difficiles. Extérieurement, il est appliqué sur les articulations rhumatismales, l'eczéma, les contusions et les plaies. Une infusion de racines a été utilisée, en particulier pour les enfants, comme un tonique pour les cheveux et pour traiter les infections du cuir chevelu. La partie aérienne est utilisée dans le traitement de brûlures, de la diarrhée, les morsures de serpents, les piqûres de scorpions, la gastroentérite, la dysenterie, le rhumatisme, elle est utilisée également pour traiter les infections urinaires, la fièvre et la toux.

La réputation de cette plante tient à son utilisation antivenimeuse. La poudre des feuilles séchées, est utilisée en application locale pour cette propriété et pour ses vertus, cicatrisantes en particulier en cas de brûlure.

A Sidi Makhlouf on confirme cette indication et à Hajeb El Ayoun on préconise l'adjonction d'ail.

Les racines de cette herbe sont aromatiques et ont été utilisés en tant que parfum.

I-10- L'Halfa (*Stipa tenacissima*)

a-Description

C'est une plante vivace de 1 m de long. Les fleurs sont hermaphrodites (avoir des organes mâles et femelles) et sont pollinisées par le vent. Elle préfère un sol bien drainé à pH acide, neutre et basique (alcaline), elle ne peut pas grandir à l'ombre et

préfère les sols secs ou humides. La plante peut tolérer les vents forts, mais pas l'exposition saline et des températures jusqu'à comprise entre -5 et -10 °C.

A la maturation, qui commence le quatrième mois de la poussée de l'herbe et se prolonge au onzième mois, en fonction du lieu et des conditions climatiques, les feuilles s'allongent et deviennent lisses, brillantes, et raides. Il a été constaté que les feuilles prennent de quatre à six mois pour mûrir dans la région Thélèpte, qui appartient à l'étage bioclimatique aride supérieur, et huit à onze mois dans la région Nadhour, qui appartient à la région aride de phase climatique plus faible. En général, la croissance de l'alfa feuille dépend du cycle biologique de la plante. Ainsi, en hiver et en été, quand l'alfa est dans la phase de latence, le taux de croissance des feuilles est lent, tandis qu'au printemps et en automne, c'est la phase de croissance. .

b-Utilisations

Cette espèce non ligneuse a un fort potentiel pour les applications de fabrication de papier. Plus la fibre est courte plus elle est résineuse, et elle produit du papier avec un excellent encrage et de très bonnes propriétés de pliage: dense, papier bien rempli qui offre une bonne formation de la feuille et en vrac. Les papetiers sont intéressés que par les feuilles de cette plante. L'alfa est une plante utilisée pour ses fibres, ses feuilles peuvent s'employer pour la fabrication de cordages, tapis, paniers..... Les fibres produites sont de très hautes qualités et permettent la production de livre haut de gamme.

En plus, les fibres végétales d'Halfa ne manquent pas d'atouts pour la fabrication de matériaux composites alliés aux polymères et trouvent de nouvelles applications dans la plasturgie, le bâtiment et dans l'automobile. Elles sont utilisées comme renfort de polymère en substitution des fibres synthétiques (verre, kevlar, carbone...). On trouve ces composites dans les meubles de jardin, les plinthes et huisseries, les pièces d'habillage intérieures d'automobiles...

En Tunisie, ***Stipa tenacissima*** est actuellement utilisé dans l'industrie des pâtes et papiers. Les feuilles d'alfa sont récoltées chaque année pendant une période de six mois spécifique (de Septembre à Février), mises à sécher, et compressés en 200-250 kg balles. Le rendement varie en fonction de la densité de la couverture de sparte, de 400 à 2000 kg/ha.

L'alfa est réparti sur 350.000 hectares de nappe alfatière sur les hauts plateaux de la Tunisie centrale (Kasserine, Sidi Bouzid, Gafsa et Kairouan) servant comme matière première pour la fabrication de la pâte d'alfa qui contient de 38 à 48 % de cellulose.

La plante constitue aussi une source d'une cire végétale.

La SNCPA produit environ 14.000 Tonnes de pâte d'alfa par an à partir de la plante d'alfa. La SNCPA couvre 80 % de la consommation nationale en papier scolaire et bureautique.

La SNCPA exporte (source site officiel SNCPA):

- 100% de la production de la pâte d'alfa vers :

Europe	France, Autriche, Espagne, Italie, Angleterre et Allemagne.
Asie	Japon, Indonésie et Chine.
Amérique	USA.
Dont 30% de la production du papier vers : Egypte, Algérie, Maroc, Libye et Malte.	

Dans un contexte de développement durable et respect de l'environnement, il se présente aujourd'hui de nouvelles technologies pour le blanchiment et le traitement des fibres naturelles utilisé dans le secteur de textile et du papier en adoptant le procédé enzymatique (xylanase qui peut être produit sur site par fermentation) ce qui permet de réduire le coût, l'énergie et les quantités des déchets dans les eaux résiduaires.

La zone de couverture de l'alfa a été réduite de 625 000 ha en 1963 à 475 829 ha en 2007. Cela était dû à des problèmes de régénération liée à la rudesse du climat, caractérisé par une longue période de sécheresse qui peut s'étendre à neuf mois ainsi que des pluies insuffisantes et irrégulières dans le centre-ouest de la Tunisie. Ces facteurs influent sur la germination et l'établissement d'alfa et d'autres espèces de plantes. En plus de ces facteurs naturels, les pratiques humaines irrationnelles qui manquent de respect à la biologie de cette espèce ont augmenté sa vulnérabilité. Parmi ces pratiques les récoltes anarchiques, l'utilisation du feu, et le pâturage intensif. Ils sont attribuables à l'ignorance des lois biologiques et écologiques qui régissent l'organisation, le fonctionnement et l'évolution de l'écosystème de la steppe en général et de l'installation de l'alfa en particulier.

Une compréhension plus profonde de ses lois biologiques fondamentales est nécessaire.

I-11- Le Romarin (*Rosmarinus officinalis* L.)

Klil

a- Description

Le Romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) est un arbuste spontané qui pousse essentiellement dans la région méditerranéenne. Il appartient à la famille des Lamiacées et a été utilisé en raison de ses propriétés médicinales depuis les premiers temps. Ces feuilles sont persistantes de croissance à 1,5 m de hauteur. Il est en fleur de Mars à Octobre, et les graines mûrissent à partir d'août à Octobre. Les fleurs sont hermaphrodites (avoir des organes mâles et femelles) et sont pollinisées par les abeilles. Il préfère un sol bien drainé à pH acide, neutre et basique et peut pousser dans des sols très alcalins. Il ne peut pas grandir à l'ombre. Il préfère un sol sec ou humide et peut tolérer la sécheresse. La plante peut tolérer une exposition saline. Les plantes sont plus petites lorsqu'il est cultivé sur des sols calcaires, mais sont plus parfumé.

Il a une très large aire de répartition du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest. Il se développe dans les bioclimats s'étendant du subhumide à l'aride supérieur voire

même à l'aride inférieur. La majorité des populations se développe dans des garrigues et forêts de Pin d'Alep. L'altitude des sites peut aller de 100 à 1200 m (Dj. Chambi). Le substrat est calcaire, marno-calcaire et parfois gréseux. Les plus belles populations sont localisées au Dj. Chambi et dans la région de Touiref. La végétation associée au romarin est variable mais l'espèce est souvent accompagnée de ***Thymus algeriensis*, *T. capitatus*, *Cistus libanotis*, *Cistus salviifolius*, *Pinus halepensis*, *Juniperus phoenicea*.**

Le romarin contribue à la régénération naturelle des pins grâce au microclimat qu'il offre sous ses feuillages, Il sert également d'abri pour la reproduction de plusieurs espèces animales, notamment des perdrix et des lièvres. Ses fleurs bleues sont butinées par les abeilles. Sa distillation produit une essence très recherchée par les industries de parfumerie et de pharmacie. En été, son odeur embaume la forêt.

b-Utilisations en phytothérapie

Les premières références citent l'utilisation traditionnelle de l'huile de romarin comme tonique pour le soulagement de l'asthénie, de la circulation sanguine et du système nerveux, la faiblesse chronique et les troubles vasculaires périphériques. La Pharmacopée britannique (1983) énumère les indications spécifiques des « états dépressifs avec débilité générale et des indications de faiblesse cardio-vasculaire » pour l'huile de romarin. Aujourd'hui, l'huile essentielle de romarin est utilisée comme tonique nerveux du cerveau, et comme un remède contre la fatigue mentale. Plusieurs autres activités sont rapportées dans la littérature: antiseptique, diurétique, antidépresseur et antispasmodique, il est également utilisé pour traiter le froid, la grippe et les douleurs rhumatismales et a été prouvé pour améliorer la performance globale de la qualité de la mémoire et les facteurs de la mémoire secondaire.

C'est une plante médicinale diurétique, aromatique, antioxydante et antirhumatismale, se présente souvent sous forme de tisane (infusion) ou en pommade.

Les principaux constituants de l'huile essentielle de Romarin sont : 1-8 cinéole, alpha-pinol, camphre. On signale aussi l'existence de l'acide rosmarinique, l'acide carnosique, l'acide caféique, les tanins, les diterpènes amers et les flavonoïdes. Les parties utilisées sont les feuilles et les fleurs. La recherche a montré que la plante est riche en huile volatile, en flavonoïdes et acides phénoliques, qui sont fortement antiseptique et anti-inflammatoire. L'acide rosmarinique a un potentiel dans le traitement du syndrome de choc toxique, alors que la diosmine est un flavonoïde réputé plus efficace dans la réduction de rutine qui cause la fragilité capillaire. Rosmarol, un extrait des feuilles, a montré une activité antioxydante remarquablement élevée. La plante entière est antiseptique, antispasmodique, aromatique, astringente, cardiaque, carminative, cholagogue, sudorifique, emménagogue, nervine, stimulante, stomachique et tonique. Une infusion de tiges faite dans un récipient fermé pour empêcher la vapeur de s'échapper est efficace dans le traitement des maux de tête, les coliques, les rhumes et les maladies nerveuses. Le distillat des fleurs est utilisé comme collyre. Les feuilles peuvent être

récoltées au printemps ou en été et utilisées fraîches, elles peuvent aussi être séchées pour une utilisation ultérieure. Une huile essentielle distillée à partir des tiges et des feuilles est souvent utilisées en médecine et en aromathérapie.

La monographie allemande approuve que le Romarin puisse être utilisé pour les rhumatismes, les plaintes dyspeptiques, la perte d'appétit et les problèmes de pression artérielle.

Un kilo d'huile essentielle des feuilles et tiges fleuries est obtenue à partir de 200 kilos de fleurs tiges.

Les feuilles de romarin contiennent au moins 12 ml/ kg d'huile essentielle dont la composition peut varier selon le chémotype de la plante ou d'autres facteurs tels que les conditions climatiques, l'origine géographique ou la période de la collecte. La structure du squelette de carbone des principaux constituants de l'huile essentielle indique l'existence de trois types biogénétiques: le type de l'eucalyptol (Italie, Maroc et Tunisie), le type de camphre-Bornéol (Espagne) et le type α -pinène-verbénone (France, Corse). 1,8-Cinéole (20-50%), α -pinène (15-26%), du camphre (10-25%), de l'acétate de bornyle (05.01%), le bornéol (6.1%), du camphène (5 -10%) et α -terpinéol (12-24%) sont les principales composantes. Faibles quantités de limonène, β -pinène, β -caryophyllène et myrcène peuvent également être trouvés. La limite standard internationale sur l'huile de romarin indique la composition d'huile exacte à des fins de qualité (ISO 2000). L'analyse de la variation des composés des huiles essentielles du Romarin a révélé une hétérogénéité terpénique entre les populations concernant à la fois la teneur et la nature des composés et témoigne d'une importante diversité génétique intra population. Toutefois, les populations sont génétiquement très structurées suite à un faible flux de gènes entre elles. Une corrélation entre la variation des huiles essentielles et la diversité génétique des populations a été révélée, suggérant qu'une sélection génétique de chémotypes peut être réalisée sur des bases génétiques. Les nappes de Romarin couvrent 340.000 ha dont plus de 45% sont très surpâturées. Les populations se fragmentent et s'isolent progressivement. Le pouvoir de régénération des nappes exploitées est très lent en raison de la succession d'années de sécheresse et le vieillissement/épuisement des populations.

Un questionnaire est le plus couramment utilisé et a été traduit en plusieurs langues et son utilisation comme outil de validation clinique est fonction de la position détenue par les administrations de la santé tels que (FDA : Food and Drug Administration) aux États-Unis d'Amérique et l'Agence européenne des médicaments (EMA). Cette étude a été réalisée conformément au cadre juridique espagnol pour les soins pharmaceutiques ainsi que les lignes directrices recommandées sur la structure et la méthodologie de travail.

c-Utilisations en alimentaire

Les feuilles ont une saveur très forte qui est amère et les fleurs sont un peu plus douces. Elles sont utilisées en petites quantités comme épice dans les soupes et les ragoûts, avec des légumes comme les pois et les épinards, et avec des plats sucrés

comme les biscuits de gâteaux, confitures et gelées. Les feuilles ont une texture dure qui doit donc être utilisées très finement hachées. Un thé parfumé est fabriqué à partir des feuilles fraîches ou séchées. Cette plante est généralement cultivée dans le jardin d'herbes aromatiques et surtout utilisée comme un tonique.

d-Autres utilisations

Une infusion de la plante séchée (de feuilles et fleurs) est utilisée dans les shampooings. Lorsqu'il est combiné avec du borax et utilisée à froid, il est l'une des meilleures solutions de lavage pour les cheveux et est efficace contre les pellicules. L'huile est utilisée en parfumerie, savons, médecine, etc. Il est souvent ajouté aux lotions pour les cheveux pour prévenir la calvitie prématurée.

Un colorant jaune-vert est obtenu à partir des feuilles et des fleurs.



Figure 16 : Population de *Rosmarinus officinalis* L.

I-12- Le Dactyle pelotonné (*Dactylis glomerata*)

a- Description

Dactylis glomerata ssp. *Hispanica* (Poacée), une herbe de sténo-méditerranéenne vivace avec une couverture de dominance fréquente dans la communauté herbacée. C'est une vivace à feuillage persistant de croissance d'un mètre. Elle est en fleur de mai à Août, et les graines mûrissent à partir de juillet à Septembre. Les fleurs sont hermaphrodites (avoir des organes mâles et femelles) et sont pollinisées par le vent. Elle préfère un sol bien drainé à un pH acide, neutre et basique, peut pousser dans des sols très acides et très alcalins et peut croître dans un sol argileux lourd. Elle

préfère aussi les sols humides et peut tolérer la sécheresse. Les plantes forment des touffes denses impénétrables et quand elles sont plantées serrées dans les galeries font un excellent couvre-sol. C'est une espèce allant de l'humide à l'aride, relativement résistante à la sécheresse, essentiellement consommée directement au printemps. Les efforts de sélection de ce taxon en Tunisie sont très limités en dépit d'essais effectués par l'INRAT (à partir des années 1994).

La plante peut être cultivée pour la biomasse, la productivité annuelle varie de 2 à 37 tonnes par hectare, la plante est également utile pour vérifier l'érosion des sols. Si la fertilité du sol est faible, une grande partie de la production totale a lieu au printemps.

b- Utilisations en phytothérapie

Signalée comme œstrogène, la plante est un remède populaire pour traiter les tumeurs, les maladies des reins et de la vessie

I-13- Le Pistachier térébinthe (*Pistacia terebinthus*)

a- Description

C'est un arbre à feuilles caduques qui peut atteindre 9 m de hauteur à un rythme lent. Il est en fleur de mai à Juillet, et les graines mûrissent à partir d'octobre à Novembre. Les fleurs sont dioïques (fleurs individuelles sont soit mâle ou femelle), mais seulement un sexe se trouve sur une plante afin que les deux plantes mâles et femelles doivent être cultivées. La plante n'est pas auto-fertile, elle préfère un sol bien drainé à un pH acide, neutre et basique et peut pousser dans des sols très alcalins. Elle ne peut pas grandir à l'ombre. Elle préfère un sol sec ou humide et peut tolérer la sécheresse. Elle est utilisée comme condiment cru ou cuit. Les jeunes feuilles cuites sont utilisées comme légumes. Une résine à partir du tronc est utilisée comme légume et comme une gomme à mâcher.

b-Utilisations en phytothérapie

La résine obtenue à partir de cet arbre est antiseptique, antispasmodique, cytostatique, expectorant et vulnéraire. Elle est prise dans le traitement des infections chroniques des bronches, des infections à streptocoques, des voies urinaires et rénales, l'hémorragie, les calculs biliaires, les cestodes et les rhumatismes. Extérieurement, elle est utilisée pour traiter l'arthrite, la goutte, la sciatique, la gale et les poux. Elle a également été utilisée dans le traitement du cancer. Il s'agit d'une résine de térébenthine, qui est obtenu par incision dans l'écorce (pas sur le tronc) de l'arbre. Ces incisions sont faites à partir de mi-été à mi automne. La plante peut être utilisée comme porte-greffe pour la pistache. Cette résine est principalement utilisée en médecine dans le traitement du cancer et également sous forme de gomme à mâcher. Différentes parties de *P. terebinthus* ont également été signalées avoir plusieurs utilisations ethnopharmacologiques en Anatolie tels que antiseptique pour la bronchite, et diurétique, ainsi que contre les blessures, brûlures, et d'estomac.

c-Autres utilisations

Un colorant rouge est obtenu à partir de galles qui sont formées sur les feuilles. La plante est une source de tanin.

La consommation de café à base de plantes traditionnelles a été largement augmentée en dernières décennies en raison de leur arôme caractéristique. Le café Térébinthe, connu sous le nom "café menengic" en turc, est un café à base de plantes les plus consommées en Turquie. Il s'agit d'une poudre de couleur brune huileuse produite par les fruits secs grillés et de térébenthine ou de l'arbre de l'essence de térébenthine (*Pistachia terebinthus* L., Anacardiaceae), qui est habituellement cuit dans une quantité de lait égale à celle du café menengic. Les plantes Térébinthes, originaire de la région méditerranéenne sont des arbustes vivaces ou de petits arbres avec des feuilles aromatiques vert foncé. La plupart des parties de plantes comprenant les fruits, une huile grasse et la résine sont utilisées comme nourriture. A la fin de l'été, cette plante produit des fruits comestibles de couleur rouge-vert à pourpre avec une teneur en huile grasse élevée.

L'acide oléique a été identifié comme le principal acide gras, tandis que les α -pinène (26,31%) est dominant dans l'huile essentielle.

I-14- L'Olivier (*Olea europaea*)

a-Description

Olea europaea est une espèce de la famille *Oleaceae*, originaire des zones côtières du bassin de la Méditerranée orientale (les zones côtières voisines de l'Europe du Sud, en Asie occidentale et en Afrique du Nord), ainsi que le nord de l'Iran à l'extrémité sud de la mer Caspienne.

C'est un arbre fruitier à feuilles persistantes, qui peut atteindre 10 m de long à un rythme lent. Il est en fleur à partir d'août à Septembre. Les fleurs sont hermaphrodites (avoir des organes mâles et femelles) et sont pollinisées par le vent. Il est auto-fertile. Il préfère un sol bien drainé à pH acide, neutre et basique et peut croître dans des sols pauvres sur le plan nutritionnel. Il ne peut pas grandir à l'ombre. Il préfère un sol sec ou humide et peut tolérer la sécheresse. Les arbres peuvent produire une récolte quand ils sont âgés de 6 ans et continuer à produire un rendement commercial pour les 50 prochaines années.

En Tunisie, la surface cultivée pour l'olivier est de 1 800 000 hectares produisant 296 000 de tonnes d'olives (FAO, 2012). La production en huile d'olive est estimée à 43 000 tonnes (APIA).

La répartition géographique des plantations oléicoles, dont le nombre a légèrement dépassé 64 millions de pieds, montre que l'olivier à huile est principalement concentré dans les régions du Centre (Sousse, Monastir, Mahdia, Sfax, Kairouan, Kasserine et Sidi Bouzid) et s'étale sur 1144.4 mille hectares (34,4 millions d'arbres) (Institut de l'olivier, 2009).

b-Utilisations en phytothérapie

C'est une plante Médicinale utilisée contre l'hypertension. Les principaux constituants sont l'iridoïde, l'oléacine, le triterpène, l'acide oléique (un acide gras

monoinsaturé), l'hexanal et les flavonoïdes. Les parties utilisées sont les feuilles d'olivier et l'huile d'olive (en nutrition).

De nombreuses études suggèrent que les feuilles d'olivier sont une source importante de composés phénoliques bioactifs comparable à l'huile d'olive et aux fruits. Il est bien connu qu'elles contiennent des iridoïdes (oleuropéine comme constituant principal, 11-demethyloleuropein, ligstroside, etc), des flavonoïdes (lutéoline et son glucoside, apigénine, la rutine et diosmétine), triterpènes (acide oléanolique, l'acide maslinique, etc) et les composés phénoliques (l'hydroxytyrosol, le tyrosol, l'acide caféique, etc).

La plupart de ces composés possèdent des activités biologiques importantes et les feuilles ont été utilisées en médecine traditionnelle pour la prévention de l'hypertension, de l'arythmie et des spasmes musculaires intestinales ainsi que pour leurs propriétés diurétiques. Plus précisément, l'oleuropéine possède plusieurs propriétés biologiques, en particulier anti-oxydantes et anti-inflammatoires et il a été démontré qu'elle permet d'inhiber ou retarder la vitesse de croissance d'une variété de bactéries, champignons et virus.

En Suisse et en France: médicament de l'olivier Arkogélule®.

Les fruits durcis sont consommés comme condiment, bourrés de piments ou d'amandes, ou utilisées dans les pains, soupes, salades, etc. Ils peuvent également être séchées au soleil et consommés sans cuisson. Le fruit contient 20 - 50µg vitamine D par 100 g. La graine est riche en une huile, il est utilisé dans les salades et la cuisine et, en raison de sa saveur distincte, est considéré comme un condiment. Il existe différentes qualités de l'huile, la plus belle (connu sous le nom «Extra Vierge») est produite par pression à froid des graines sans l'aide de la chaleur ou de solvants chimiques. L'huile d'olive est mono-insaturé et d'une consommation régulière est pensé à réduire le risque de maladies cardio-vasculaires. La graine contient de l'albumine. L'huile est cholagogue, nourrissante, émolliente et laxative pour traiter les ulcères peptiques. Manger l'huile réduit les sécrétions gastriques et est donc bénéfique pour les patients souffrant d'hyperacidité. Les feuilles sont antiseptiques, astringentes, fébrifuges et sédatives. Elles ont aussi un effet tranquilisant sur la tension nerveuse et l'hypertension. L'écorce est astringente, amère et fébrifuge. Dans les pays chauds l'écorce exsude une substance gommeuse qui a été utilisée comme un vulnéraire.

c-Autres utilisations

L'huile est utilisée en usage externe pour traiter les effets de piqûres ou brûlures. Utilisée avec de l'huile de romarin, elle constitue un bon traitement pour les pellicules.

L'huile est un bon tonique pour les cheveux et utilisé pour la fabrication de savon. Des colorants violets sont obtenus à partir de l'ensemble des fruits frais et mûrs, des colorants bleu et noir sont obtenus à partir de peaux de fruits frais et mûrs et un colorant jaune / vert est obtenu à partir des feuilles.

Les feuilles de l'olivier sont l'un des plus importants sous-produits organiques de la culture de l'olivier. Une partie de ces feuilles fraîches est utilisée comme aliment pour les moutons et les chèvres.

I-15- Le Lentisque (*Pistacia lentiscus*)

a- Description

C'est un arbuste résineux à feuilles persistantes de plus en plus de 7 m de long. Il est en fleur de mai à Juillet, et les graines mûrissent en Octobre. Les fleurs sont dioïques (fleurs individuelles sont soit mâle ou femelle, mais seulement un sexe se trouve sur une plante afin que les deux plantes mâle et femelle doivent être cultivées), la plante n'est pas auto-fertile. Elle préfère un sol bien drainé à un pH neutre et basique et peut pousser dans des sols très alcalins. Elle ne peut pas grandir à l'ombre. Elle préfère un sol sec ou humide et peut tolérer la sécheresse. Elle se développe dans les étages bioclimatiques Humide (supérieur et inférieur), Subhumide et Semi aride supérieur. Cette espèce forme le sous-bois de la forêt et constitue la strate arbustive.

Une résine douce de réglisse aromatisé, appelée «mastic», est obtenue à partir des incisions faites dans l'écorce du tronc pendant mi-été à l'automne, mais pas dans le bois.

b- Utilisations en phytothérapie

La résine obtenue à partir de l'arbre est très utilisée en phytothérapie. Elle est utilisée comme expectorant pour les toux et pour le traitement de la diarrhée. La résine est analgésique, antitussive, carminative, diurétique, expectorante, sédative et stimulante. La partie aérienne de *lentisque* L. (*P. lentiscus*) a été traditionnellement utilisée dans le traitement de l'hypertension et possède des propriétés stimulantes et diurétiques. En outre les espèces *Pistachia* ont été traditionnellement utilisées comme stimulant et anti-inflammatoires, des troubles gastro-intestinaux et la guérison des ulcères peptiques.

Les principaux constituants biochimiques de l'huile essentielle des feuilles sont :

- Monoterpénols : terpinène-4-ol (7.76%), alpha-terpinéol (3.11%)
- Monoterpènes : myrcène (15.92%), limonène (9.87%), alpha-pinène (11.56%), bêta-pinène (3.49%), gamma-terpinène (3.70%), camphène (1.84%), alpha-phellandène (2.28%), alpha-terpinène (1.97%), para-cymène (1.30%), terpinolène (1.79%), sabinène (1.15%), trans-bêta-ocimène (0.93%)
- Sesquiterpènes : beta-caryophyllène (7.13%), delta-cadinène (2.83%), germacrène-D (2.25%), alpha-humulène (1.30%), gamma-muuroolène (0.90%), alpha-muruuolène (0.90%), alpha-cuprénène (1.24%)
- Esters terpéniques : acétate de bornyle (2.18%)
- Sesquiterpénol : alpha-cadinol (0.82%)

c- Autres utilisations

Les espèces *Pistachia* ont une large gamme d'utilisations, dans les industries alimentaires, La résine a une odeur agréable et le goût doux et résineux, lors de la mastication. Elle est mâchée pour renforcer les gencives et comme édulcorant de souffle et également utilisé comme arôme dans les bonbons et gâteaux.

La résine est utilisée dans les vernis et colles de haute qualité, dans les parfums comme fixateur, dans les pâtes dentifrices, etc. Les feuilles contiennent jusqu'à 19% de tanins.

I-16- La Bourse à Pasteur (*Capsella bursa-pastoris*)

a- Description

La croissance de la plante lui permet seulement d'atteindre 0,3 m de hauteur. Les graines mûrissent de janvier à Décembre. Les fleurs sont hermaphrodites (ont à la fois des organes mâles et femelles) et la plante est auto-fertile. Elle pousse dans les sols acides, neutres et basiques et peut croître dans des sols salins. Elle préfère les sols secs.

b- Utilisations en phytothérapie

C'est une plante Médicinale avec un effet astringent, utilisée surtout pour soigner les troubles de la menstruation, se présente en général sous forme de tisane. Les principaux constituants sont les saponines, les flavonoïdes et les amines. Les parties utilisées sont les feuilles et les parties aériennes. Les feuilles sont généralement disponibles toute l'année, mais elles peuvent également être séchées pour une utilisation ultérieure. Les feuilles contiennent des protéines d'environ 2,9% de 0,2% de matières grasses, 3,4% de glucides, 1% de cendres. Elles sont riches en fer, en calcium et en vitamine C. La graine contient 35% d'une huile grasse.

Un thé fait à partir de la plante entière est antiscorbutique, astringent, diurétique, emménagogue, hémostatique, hypotensive, ocytocique, stimulant, vasoconstricteur, vasodilatateur et vulnérable. L'herbe sèche, perd rapidement de son efficacité et ne doit pas être stocké pendant plus d'un an. La plante est un remède contre le cancer, il contient de l'acide fumarique. Un produit homéopathique peut être fabriqué à partir de la plante fraîche, utilisé dans le traitement de saignements de nez et le calcul urinaire. La monographie allemande approuve la plante pour les saignements de nez, le syndrome prémenstruel, les plaies et les brûlures.

I-17- La Coronille (*Coronilla scorpioide*)

a-Description

La croissance de la plante lui permet seulement d'atteindre 0,4 m de hauteur. Les fleurs sont hermaphrodites (possèdent les organes mâles et femelles). Elle préfère un sol bien drainé à un pH acide, neutre et basique. Elle ne peut pas grandir à l'ombre. Elle préfère les sols humides.

Cette petite fabacée est principalement caractérisée par ses feuilles aux folioles de tailles très inégales. Ses petites fleurs jaunes sont groupées en haut d'une tige fine.

b-Utilisations en phytothérapie

Les rameaux et les feuilles ont une action diurétique, cardiaque, cathartique et laxative.

Un colorant bleu indigo peut être obtenu par la fermentation des feuilles. Il n'y a pas des utilisations alimentaires énumérées pour *Coronilla scorpioides*. Les graines de ses fruits sont toxiques.

I-18- Le céleri (*Apium graveolens*)

a- Description

C'est une plante biennale qui atteint 0,6 m de hauteur. Elle est en fleur de Juin à Août, et les graines mûrissent à partir d'août à Septembre. Les fleurs sont hermaphrodites (ont à la fois des organes mâles et femelles) et sont pollinisées par les mouches. Elle est auto-fertile. Elle pousse dans des sols à pH acide, neutre et basique et peut croître dans des sols salins. Elle préfère les sols humides. La racine est récoltée à l'automne et peut être utilisée fraîche ou sèche.

On distingue quatre grandes variétés chez cette espèce, dont trois sont couramment cultivées : *Apium graveolens* var. *graveolens* : l'ache des marais ; *Apium graveolens* var. *dulce* : le céleri-branche ou céleri à côtes ; *Apium graveolens* var. *rapaceum*, le céleri-rave et *Apium graveolens* var. *secalinum* : le céleri à couper. En Tunisie, la plante est consommée verte dans des emplois culinaires.

b- Utilisations en phytothérapie

Elle est considérée comme plante Médicinale exerçant un effet diurétique, utilisé lors de cystite. A prendre en général sous forme de tisane à base des graines. Les principaux produits sont l'huile essentielle, les coumarines, les flavonoïdes (apigénine) et les minéraux. Les parties utilisées sont les graines, les branches, les feuilles et les racines.

Le céleri a une longue histoire d'utilisation médicinale et alimentaire. C'est une plante tonique amer aromatique qui réduit la pression sanguine, soulage les indigestions, stimule l'utérus et est anti-inflammatoire. Les graines mûres, herbes et racines sont laxatives, carminatives, diurétiques, emménagogues, galactagogues, nervines, stimulantes et toniques. Le Céleri sauvage est dit être utile dans les cas d'hystérie, de promouvoir le repos et le sommeil. Une huile essentielle obtenue à partir de la plante a un effet calmant sur le système nerveux central. Certains de ses constituants sont antispasmodiques, sédatifs et ont des actions anticonvulsivants. Un produit homéopathe peut être fabriqué à partir de l'herbe, utilisé dans le traitement du rhumatisme et les maux des reins.

A. graveolens représente une source idéale pour obtenir des composés de plomb pour la conception de nouveaux agents thérapeutiques avec un potentiel vasorelaxant et effets antihypertenseurs. Il existe des rapports décrivant l'utilisation

dans diverses formes d'*Apium graveolens* (*A. graveolens*) dans la médecine traditionnelle pour éviter le mal de dents et traiter la diarrhée, l'hypertension et les maladies broncho-pulmonaires.

c- Autres utilisations

Les feuilles crues ou cuites sont principalement utilisées comme arôme dans les soupes, ragouts, etc. Consommées crues, elles ont une saveur très forte et elles sont toxiques si elles sont consommées en grandes quantités. Une huile essentielle de la graine est aussi utilisée comme un arôme.

I-19- La Grande mauve (*Malva sylvestris*)

a- Description

C'est une plante biennale, vivace à 0,5 m de hauteur. Elle est en fleur de Juin à Septembre, et les graines mûrissent à partir de juillet à Octobre. Les fleurs sont hermaphrodites (ont à la fois des organes mâles et femelles) et sont pollinisées par les abeilles. Elle est auto-fertile. Elle préfère un sol bien drainé à pH acide, neutre et basique. Elle préfère les sols humides. Les fleurs sont récoltées en été et peuvent être séchées pour une utilisation ultérieure.

Malva sylvestris (Malvaceae) est une plante naturelle en Europe, Afrique du Nord et en Asie du Sud-ouest.

b- Utilisations en phytothérapie

Dans les temps anciens, elle a été utilisée par les Grecs et les Romains pour ses propriétés émoullientes et laxatives, et dans la médecine populaire *M. sylvestris* est largement utilisée pour les conditions inflammatoires différentes.

C'est une plante Médicinale désinfectante et émoulliente utilisée lors de maux de gorge ou de toux sèche, se présente souvent sous forme de tisane, bonbons, capsule ou en solution (gargarisme). Les principaux produits sont les mucilages, les tanins et les flavonoïdes. Les parties utilisées sont les fleurs (fleurs de mauve) et les feuilles (feuille de mauve).

C'est une plante mucilagineuse avec une saveur douce et agréable et agissent comme un épaississant. Toutes les parties de la plante sont anti-inflammatoires, astringentes, adoucissantes, diurétiques, émoullientes, expectorantes et laxatives.

Lorsqu'elle est combinée avec l'eucalyptus, elle fait un bon remède pour la toux et autres affections de la poitrine. La monographie allemande approuve *Malva sylvestris* pour la toux, la bronchite, l'inflammation de la bouche et du pharynx. Les études phytochimiques de cette plante ont révélé la présence de nombreux polysaccharides, des anthocyanines, des coumarines, des tanins, des flavones, des flavonols, des anthocyanes, des leucoanthocyanidines, du mucilage et une huile essentielle. Il a été également décrit l'apparition de terpénoïdes comme sesquiterpènes, diterpènes, monoterpènes dans la *M. sylvestris*.

L'efficacité de l'extrait hydro-alcoolique de *M. sylvestris* de fleurs et de feuilles, comme dans le soulagement de la toux a été démontrée.

Noms de médicaments : En Suisse : Sidroga®, Malvéol®, Weleda®Baby Derma.

c- Autres utilisations

Les feuilles et les fleurs peuvent être consommées dans le cadre du régime, ou un thé peut être fabriqué à partir des feuilles, des fleurs ou des racines.

Deux colorants jaune et vert peuvent être obtenus à partir de la plante. Les feuilles sont utilisées pour soulager les piqûres d'insectes. La fibre obtenue à partir des tiges est utile pour cordages, des textiles et de fabrication de papier.

Les utilisations alimentaires sont concernés par la gastronomie populaire et avec les usages généralement inclus dans ce qu'on appelle la nourriture mineur, les jeunes feuilles sont consommées crues en salade, les feuilles et les pousses sont consommées en soupes et en bouillie les légumes. Les fruits immatures sont sucés ou mâchés par les enfants, les bergers et les chasseurs.

I-20- L'ail (*Allium sativum*)

a- Description

L'ail est une plante herbacée de 0,6 m de haut, potagère, vivace et bulbeuse (comme le poireau, l'oignon, l'échalote, la ciboulette) assez grande à nombreuses feuilles engainant le bas de la tige. L'inflorescence est enveloppée d'une spathe en une seule pièce tombant assez rapidement. Les fleurs sont groupées en ombelles. Assez peu nombreuses, elles sont de couleur blanche ou rose et s'épanouissent en été. Le fruit est une capsule à 3 loges, mais celui-ci est rarement produit. La racine à bulbe est composée de 3 à 20 bulbilles (gousses) arquées (caïeux). On le récolte en juin-août. Les bulbes sont souvent employés comme condiment en cuisine dans de nombreuses recettes.

La plante préfère un sol bien drainé à pH acide, neutre et basique et peut pousser dans des sols très alcalins. Elle ne peut pas grandir à l'ombre. Il préfère les sols secs ou humides.

Indépendamment de la couleur réelle du bulbe, l'ail dit blanc est généralement l'ail d'automne, l'ail rose est l'ail de printemps. Le premier est planté d'octobre à décembre selon le climat. Le second est mis en terre entre novembre et janvier. Dans les deux cas, la récolte a lieu en juin-août.

C'est une espèce cultivée un peu partout en Tunisie, la superficie réservée à sa culture est de l'ordre de 2700 ha. Les principales régions de culture sont Jendouba, Béja, Le Kef, Bizerte, Nabeul, Kairouan, Sidi Bouzid et Kasserine.

Les variétés cultivées appartiennent à deux sous espèces *A. sativum* ssp. *Ophioscordon* plantée en automne et *A. sativum* ssp. *Sativum* plantée au printemps.

Les variétés les plus importantes sont : Messidrome, Thermidrome, Germidor, Frutidor, Printanor, Cardos, Garena et Moraluz.

Une espèce spontanée (*Allium roseum*) en Tunisie fait l'objet de travaux de valorisation à l'IRA de Médenine et à l'ESIAT.

b- Utilisations en phytothérapie

Elle est considérée comme une plante médicinale utilisée contre l'athérosclérose et contre l'hypertension ainsi qu'en prévention du cancer, se présente souvent sous forme de gélules ou de comprimés standardisés. Il est recommandé aussi de consommer tous les jours une gousse d'ail dans l'alimentation. L'ail (*Allium sativum*) contient de l'eau (62-68%), des glucides (26-30%), de la matière grasse (0,15 %) et 33 composés soufrés (01.01 à 03.05%). La teneur en protéines de l'ail cru varie de 1,06% à 3,0%, en fonction de la variété de l'ail. Il contient aussi de la thiamine (0,25 mg/100 g), de la riboflavine (0,08 mg / 100 g), de la vitamine C (5 mg/100 g), de l'acide nicotinique (0,5 mg/100 g), le rétinol (15 lg/100 g) et de l'énergie (39 à 140 cal/100 g humide).

L'ail contient aussi plusieurs enzymes (allinase, peroxydases, myrosinase, et autres). Les glucides présents dans l'ail sont sous forme d'un mélange de fructo-oligosaccharides (FOS) et des fructo-polysaccharides dont les masses moléculaires sont dans la gamme de <1000 à 6800 Da.

Parmi les sels minéraux on trouve le germanium (14 lg/100 g), le calcium (50-90 µg/100 g), le cuivre (0,02-0,03 lg/100 g), le fer (2.8 à 3.9 µg/100), le potassium (100-120 µg/100 g), le magnésium (43-77 µg/100 g), le chrome (0.3-0.5 mg/100 g), le manganèse (de 0.2 à 0.6 mg/100 g), le bore (de 0,3 à 0,6 mg/100 g), le baryum (0.2-1 mg/100 g), l'aluminium (0.5-1 mg/100 g), le sodium (10-22 mg/100 g), le phosphore (390-460 mg/100 g), le zinc (1.8 à 3.1 mg/100 g) et le sélénium (15-35 µg/100 g).

Les principales vitamines sont A, B1, B2, B3, B5, B6, C et E.

L'ail compte 17 acides aminés avec une teneur moyenne en acides aminés libres est de 1 à 2,13%, tels que la valine, l'isoleucine, la leucine, la thréonine, l'alanine, l'asparagine, l'arginine, la lysine, glutamate, la glutamine, la phénylalanine, la proline, le tryptophane et la tyrosine.

Les concentrations des fibres alimentaires et en tocophérols totaux d'ail cru sont 2310 et 103,1 mg/100 g de poids frais, respectivement. L'acide ascorbique et la teneur en polyphénols totaux sont de 73,6 et 1,9 mg dans 100 g de matière sèche poids.

Plus de 70 acides gras ont été déterminées. L'acide linoléique (46-65%), palmitique (20-25%), oléique (4-13%) et α -linoléique (3-7%) sont les acides les plus abondants, ce qui représente 80% des lipides totaux.

La quasi-totalité de ces composés présents dans l'ail sont solubles dans l'eau (97%) avec une petite quantité de composés solubles dans l'huile (0,15 à 0,7).

Selon l'analyse de l'USDA, une gousse d'ail cru en moyenne un peu moins de 5 calories, 12 mg de potassium, de calcium supérieure à 5 mg, 4,59 mg de phosphore, 0,94 mg de vitamine C, ainsi que de petites quantités d'une variété d'autres vitamines et minéraux.

L'ail est nutritif et il est très utilisé dans l'alimentation, mais il a une saveur très forte et est donc principalement utilisé en très petites quantités comme épice dans les salades et les aliments cuits.

I-21- Le Ciste de Montpellier (*Cistus monspeliensis*)

a- Description

Le Ciste (Cistacée) est un genre abondant qui comprend des arbrisseaux à fleurs blanches et des tiges et des feuilles qui produisent une oléorésine parfumée. Il est localisé dans les garrigues et les maquis et il se développe dans les étages bioclimatiques subhumides. Il est très odorant, verdâtre, dressé, à rameaux pédoncules et calices velus-visqueux. C'est un arbrisseau à feuilles persistantes de croissance de 1 m. Il est en fleur en Juin, et les graines mûrissent en Août. Les fleurs sont hermaphrodites (avoir des organes mâles et femelles) et sont pollinisées par les abeilles. Il est auto-fertile. Il préfère un sol bien drainé et peut croître dans des sols pauvres sur le plan nutritionnel à pH acide, neutre et basique. Il ne peut pas grandir à l'ombre. La plante peut tolérer une exposition saline. Les feuilles sont récoltées en fin de printemps et début de l'été et peuvent être séchées pour une utilisation ultérieure. C'est une plante largement diffusée et elle représente une composante importante des écosystèmes méditerranéens. Elle montre une meilleure floraison. Ainsi, elle est une source d'entrée de nutriments dans le sol et facilitateur de la succession de la végétation après la perturbation. La ciste est caractérisée par une phénologie de la sécheresse:

(1) absence d'eau : *des feuilles d'automne*, qui éclatent sur de longues pousses en fin d'automne/début de l'hiver et elles sont larges et minces, jusqu'au printemps suivant (mai).

(2) présence d'eau : *des feuilles à lames à ressorts*, qui s'éclatent de Janvier à Mai, elles sont produites sur courtes pousses et sont caractérisées par une épaisseur minces.

b- Utilisations en phytothérapie

Cette plante est aromatique, elle est expectorante, stimulante. Elle permet de contrôler le saignement et a des effets antibiotiques. Elle est utilisée dans le traitement de la diarrhée. Les poils glandulaires sur les feuilles produisent l'oléorésine, utilisée en médecine et dans les savons, parfumerie, etc. La plupart de la résine est produite au moment le plus chaud de l'année.

En médecine traditionnelle folklorique, le Ciste est utilisé dans la lutte anti-inflammatoire, antiulcérogène, cicatrisante, antimicrobienne, cytotoxique et vasodilatatrice.

c- Utilisations en agroalimentaire

L'huile essentielle du *Ciste* est approuvée par la Food & Drug Administration (FDA) en tant qu'additif alimentaire et agent aromatisant. Elle peut être utilisée comme un supplément diététique et de nombreux fabricants proposent sur le marché un " *Cistus thé* » obtenue par le *Ciste incanus* infusion de feuilles comme supplément antioxydant utile pour prévenir les maladies chroniques.

I-22- Le Caroubier (*Ceratonia siliqua*)

a- Description

Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) est un légumineux, résineux, semi forestier, localisé dans les forêts. C'est un arbre de grande taille (7 à 10 m de hauteur), à tronc puissant et à feuilles persistantes, il est vivace originaire des régions côtières de la Méditerranée et au sud-ouest Asie, et est considéré comme une composante importante de la végétation pour des raisons économiques et environnementales. Il a été cultivé dans la région méditerranéenne pour plus de 4000 ans. La graine de caroube dans l'histoire a été scellée lorsque les bijoutiers anciens ont pris l'habitude de les utiliser comme poids. Une graine de caroube était le plus petit poids pour un diamant, et la caroube a donné son nom au carat. Le caroubier peut atteindre une hauteur de 12-15 m, avec une durée de vie productive de plus de cent ans.

Il est en fleur à partir d'août à Octobre. Les fleurs sont dioïques (fleurs individuelles sont soit mâle ou femelle, mais seulement un sexe se trouve sur une plante afin que les deux plantes mâles et femelles soient cultivées si les semences sont nécessaires) et soient pollinisées par les guêpes et les insectes. Il peut fixer l'azote. Il préfère un sol bien drainé et peut croître dans des sols pauvres sur le plan nutritionnel à pH acide, neutre et basique et peut pousser dans des sols très alcalins. Le caroubier ne peut pas grandir à l'ombre. Il préfère un sol sec ou humide et peut tolérer la sécheresse. La plante peut tolérer les vents forts, mais non l'exposition saline.

Les gousses sont remplies d'une pâte sucrée et peuvent être consommées à la fois vertes ou séchées.

L'aire de répartition en Tunisie s'étend de l'humide inférieur au semi aride inférieur. Il se développe notamment sur les sols calcaires. L'altitude varie de 100 à 950 m.

On le trouve au Nord à Nefza, Hdhil, Tebourba, Teboursouk, Bargou, Zaghouan, Serj, Oueslatia, Lansarine. Les populations naturelles de cette espèce demeurent sous l'influence du charbonnage.

L'espèce a été cultivée en Tunisie depuis longtemps. La variété « Sfax » a été sélectionnée pour la qualité de ses fruits. Elle est actuellement cultivée en Californie et en Espagne. Cette variété existe actuellement sous forme de spécimens dans les régions du Fahs et de Souassi (Henchir Msatria).

L'analyse de la diversité génétique des populations naturelles a montré une forte variation intrapopulation et une structuration génétique significative entre elles, due à l'isolement géographique. Les seules populations qui se maintiennent convenablement sont celles du djebel Bargou et Zaghouan.

Le caroubier est actuellement très demandé par les industries pharmaceutiques, agroalimentaires et cosmétiques. La production tunisienne de caroubes, pour l'exportation, est très faible (13 tonnes par an). Des efforts de culture de cette espèce, moyennant la technique de greffage sont en cours à l'INRGREF. Les génotypes femelles et hermaphrodites sont les plus recommandés.

Le caroubier donne des gousses très riches en sucre servant de nourriture aux bétails et favorisant la sécrétion laitière. Cette espèce a également un usage médicinal.

b- Composition

Les deux principaux constituants de la gousse de caroube sont la pâte (90%) et les graines (10%) en poids. La teneur totale en sucre de la pulpe de caroube est élevée (48-56%) qui comprend essentiellement du saccharose, du glucose, du fructose et du maltose. En outre, elle contient environ 18% de cellulose et d'hémicellulose. Aussi, les gousses de caroube mûres contiennent une grande quantité de tanins condensés (16-20%). D'autre part, les constituants de graines de caroube sont le tégument (30-33%), l'endosperme (42-46%) et l'embryon (23-25%) en poids.

Les graines de caroube sont extrêmement dures et l'endosperme contient 30-40% en poids de galactomananes qui est une molécule de polysaccharide mannose et galactose. La farine des graines est bien connue et appelée la gomme de caroube qui est principalement utilisée dans l'industrie alimentaire. Le composé est un stabilisant et épaississant utilisé dans la transformation des aliments, des produits pharmaceutiques, le textile, le papier...

Les gousses contiennent environ 55% de sucres, 10% de protéines et 6% de matières grasses. Elles sont très nutritives au goût sucré et légèrement laxatives. Toutefois, la pâte dans les gousses est aussi astringente et traite la diarrhée et doucement aider à nettoyer et aussi soulager l'irritation de l'intestin.

Une farine faite à partir des gousses est utilisé dans l'industrie cosmétique. Le tanin est obtenu à partir de l'écorce. Le bois du caroubier est dur et brillant.



Figure 17 : Populations de *Ceratonia siliqua* L.

c- Production dans le monde

Le Portugal est actuellement le troisième plus grand producteur mondial de caroube, avec une production de 22 452 tonnes en 2010 (FAOSTAT, 2012), atteignant 50.000 tonnes en 2012. Son fruit a été utilisé localement comme aliments pour animaux et principalement en raison de sa pulpe sucrée. La production annuelle de gousses de caroube à l'échelle mondiale est de 374800 à 441000 tonnes sur 200 000 ha avec des rendements très variables selon le cultivar, la région, et les pratiques agricoles. Les pays producteurs de caroube et exportateurs principaux sont l'Espagne, l'Italie, le Portugal, le Maroc, la Grèce, Chypre et la Turquie. Plus de 95% de la production provient de la région méditerranéenne.

d- Utilisations

Avant utilisation, les gousses de caroube ont une teneur en humidité variable (10 à 20%) en fonction des conditions de récolte. Pour réduire cette teneur à environ 8-10%, les gousses sont séchées à l'abri dans des endroits secs et aérés, sont séparées des graines et sont broyées mécaniquement. Les graines de caroube sont transportées en vrac par des camions aux usines de gomme. Les graines sont difficiles à traiter, car l'enveloppe de la graine est très dure, elles sont broyées sur broyeur à cylindres à la granulométrie souhaitée pour produire la gomme de caroube. L'étude des propriétés physiques et techniques de cultures agricoles sont nécessaires pour la conception des équipements et l'analyse du comportement du

produit lors des processus agricoles et industriels tels que la manutention, la récolte, le transport, le battage, le nettoyage, le broyage, le tri, le séchage et le stockage.

Actuellement, seules les semences (~ 10% de la nacelle) sont appliquées industriellement pour l'extraction de la gomme de caroube (gomme de caroube, un additif naturel (E 410) utilisé dans l'industrie alimentaire. Un tiers de cette biomasse restante est consommée comme aliment pour animaux ou est utilisé dans la production de spécialités régionales, principalement en substitution de cacao. La Caroube a été négligée par rapport aux pratiques culturelles, la recherche et le développement. En dehors de quelques études scientifiques écrites par les chercheurs intéressés, les références sur cette culture sont rares. Les principaux produits traditionnellement importants de caroube sont la gousse, la gomme de semences et de produits dérivés tels que la farine de caroube, le sirop de caroube concentré, les aliments de santé (comme un succédané de chocolat), sirop de caroube.

En outre, ils peuvent être utilisés en tant que source d'hydrates de carbone pas cher pour la production d'éthanol, ce qui donne 160 g d'éthanol / kg de légumes secs. Certaines enquêtes ont exploré les gousses de caroube comme substrat pour la production d'acide citrique et comme un matériau facilement disponible et peu coûteux pour la production de bioéthanol, tandis que l'extrait de caroube a fait l'objet d'études pour son influence sur les récepteurs des benzodiazépines centraux et périphériques.

e- Utilisations en phytothérapie

Les préparations de caroubiers ont été décrites pour présenter le cholestérol total et le LDL propriétés d'abaissement chez les patients hypercholestérolémiques, des propriétés antioxydantes et un déclenchement des défenses antioxydantes naturelles, ainsi que les effets bénéfiques de l'apport énergétique et le poids corporel. Cependant, les résultats pour les composés phénoliques en pulpe de caroube sont très différents entre la littérature, non seulement en fonction de la variété de caroube, l'origine géographique, les conditions climatiques, la récolte et le stockage, mais aussi de facteurs technologiques tels que les méthodes d'extraction.

I-23- La filaire (*Phillyrea angustifolia* L.)

a- Description

C'est un arbuste qui pousse jusqu'à 2 m de haut. La Filaire à feuilles étroites est un arbuste assez commun, à feuilles persistantes. Il est pollinisé par le vent et Il fleurit de mars à mai-juin. On trouve des Filaires au bord des routes et des chemins. Elles colonisent très rapidement les pelouses halophiles où le pâturage est peu intense. Ces espèces forment le sous-bois de la forêt et constituent la strate arbustive et elle est localisée dans un bioclimat subhumide.

Les composés polyphénoliques, les flavonoïdes, les dérivés de l'oleuropéine et des glucides dans les feuilles *Phillyrea* feuilles ont été identifiés et la distribution de sucres peut être liée à la configuration de l'évolution de l'espèce qui se développe habituellement dans des environnements fortement stressés.

b- Utilisations en phytothérapie

Cette plante possède des vertus médicinales dans le traitement de la fièvre et pour ses propriétés diurétiques.

I-24 - Le Ricin (*Ricinus communis*)

a- Description

C'est un arbuste à feuilles persistantes atteignant jusqu'à 12 mètres de hauteur, mais il est beaucoup plus faible quand il est cultivé dans la zone tempérée à un rythme rapide. Il est en fleur à partir de juillet à Septembre, et les graines mûrissent à partir de septembre à Novembre. Les fleurs sont monoïques (fleurs individuelles sont soit mâle ou femelle, mais les deux sexes peuvent être trouvés sur la même plante) et sont pollinisées par le vent. Il est auto-fertile. Il préfère un sol bien drainé à pH acide, neutre et basique et peut croître dans un sol argileux lourd. Il ne peut pas grandir à l'ombre. Il préfère les sols humides.

b- Utilisations en phytothérapie

C'est une plante Médicinale avec un fort effet laxatif, utilisée contre la constipation sur une courte durée (non chronique), se présente souvent sous forme d'huile (de ricin) à avaler. Les principaux produits issus de cette plante sont l'huile de ricin et la ricine obtenus des graines de ricin. En Suisse il existe l'huile de ricin en capsule Rical® Caps.

La graine contient 35 - 55% d'une huile comestible, utilisés dans la cuisine. La graine est une riche source de phosphore, 90% de ce qui est sous la forme phytique. L'huile de la graine est un laxatif très bien connu qui a été largement utilisé pour plus de 2000 ans. Il est considéré comme rapide, sûr et doux, provoquant un mouvement de l'intestin en 3 - 5 heures, et il est recommandé à la fois pour les très jeunes enfants et les personnes âgées La saveur est un peu désagréable. L'huile a un effet antipelluculaire remarquable. L'huile est bien tolérée par la peau et ainsi est parfois utilisé comme un véhicule pour préparations médicinales et cosmétiques. L'huile de ricin se fige à une masse de gel lorsque la solution alcoolique est distillée en présence de sels de sodium d'acides gras supérieurs. Ce gel est utile dans le traitement des maladies non inflammatoires de la peau et une bonne protection en cas d'eczéma et la dermatite professionnelle. La graine est vermifuge, cathartique émolliente, laxative, purgative.

c- Autres utilisations

L'huile de graines de ricin est le produit de base de *Ricinus communis* et elle est largement cultivée dans le monde entier. L'huile de ricin contient de l'acide ricinoléique, un acide gras hydroxylé de carbone 18 avec une seule double liaison, qui est une matière première unique utilisée dans de nombreuses applications commerciales, y compris la lubrification, le biodiesel, et des produits en plastique..

En plus d'être utilisé dans la cuisine, l'huile des graines est un ingrédient pour les savons, vernis, papier, peintures et vernis et un ingrédient pour les carburants pour les moteurs de précision. L'huile est utilisée dans les tissus de revêtement et autres revêtements de protection, dans la fabrication de lubrifiants de haute qualité, les encres d'imprimerie et dans la teinture des textiles. L'huile déshydratée est un excellent agent de séchage dans les peintures et vernis. L'huile hydrogénée est

utilisée dans la fabrication de cires, vernis, papier carbone, des bougies et des crayons de couleur.

Une fibre pour la fabrication de cordes est obtenue à partir des tiges. La cellulose de la tige est utilisée pour la fabrication du carton, du papier, etc Les feuilles ont des propriétés insecticides.

I-25- L'Armoise blanche (*Artemisia herba alba*)

Chih

a- Description

L'Armoise herbe blanche est une plante spontanée, herbacée à tiges ligneuses et ramifiées, de 30 à 80 cm de haut, très feuillées avec une souche épaisse et d'aspect sec et blanchâtre. Elle est localisée dans les steppes et les garrigues et elle se développe dans l'étage bioclimatique semi-aride supérieur et saharien supérieur. Les feuilles sont petites, divisées en languettes fines, blanches et laineuses. Les fleurs sont groupées en grappes, à capitules très petites et ovoïdes. L'involucre est à bractées imbriquées, les externes orbiculaires et pubescentes. Le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtres par capitule toutes hermaphrodites. C'est une espèce steppique qui se développe dans des sols tassés, colmatés, peu perméables et où le ruissellement est intense.

L'Armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) fait partie du genre *Artemisia* qui regroupe plus de 450 espèces, réparties sur les cinq continents. Elle est connue sous le nom d'absinthe du désert et elle est une plante steppique poussant dans les terres arides ou semi-arides de l'Afrique du Nord, au Moyen Orient ainsi qu'en Espagne.

b- Composition et utilisations

L'armoise blanche est une véritable mine des molécules naturelles très intéressantes comme la davanone, le camphre, l'eucalyptol et le p-cymène, qui est un produit très intéressant sur le marché international. Cette molécule entre particulièrement dans la formulation d'arômes pour l'industrie du tabac et dans la composition de divers arômes pour la charcuterie et bien d'autres produits. Elle est également utilisée en parfumerie. Elle a été utilisée comme aromatisant dans le café et le thé.

c- Utilisations en phytothérapie

L'armoise blanche est une plante médicinale traditionnellement utilisée pour traiter les désordres gastriques ainsi que pour son activité antihelminthique, elle présente un caractère vermifuge très prisé par le bétail et pour les nomades du désert. Des études ethnopharmacologiques ont montré l'intérêt de l'armoise blanche contre le diabète ainsi que contre l'hypertension. Les extraits aqueux montrent une activité antileishmaniose, antigénotoxiques, antidiabétiques, antibactériennes et antispasmodiques. L'huile essentielle présente quelques activités antimicrobiennes, antifongiques, spasmolytique et hypoglycémiques.

Les classes des constituants de l'armoise blanche sont les flavonoïdes, les sesquiterpènes lactoniques, les mono et sesquiterpènes dans les huiles essentielles.

Le décocté des parties aériennes d'Halfa est efficace dans les cas ballonnement intestinaux, de pyrosis et d'aérophagie.

Le décocté des feuilles reconnu pour des vertus vermifuges. Ces préparation peuvent être édulconnées par du sucre ou du miel pour masquer l'amertume du goût.

I-26- La Germandrée scorodoine (*Teucrium scorodonis*)

a- Description

Plante de la famille des Lamiacée, aussi appelée Germandrée des bois, Sauge des bois. Elle fleurit de juin à septembre. La plante est vivace, de 30 à 80 cm de haut. Elle préfère un sol bien drainé à pH acide, neutre et basique, sec ou humide et peut tolérer la sécheresse. La tige est dressée, ramifiée. La tige est pleine, avec une consistance herbacée, à section carrée. Elle a une surface lisse, et elle est poilue. Les feuilles sont simples. Elles sont entières, ovales, pétiolées avec une base en cœur.

Elles ont un limbe gaufré, avec un bord crénelé et un sommet obtus. Les fleurs sont blanches. Elles sont portées par un pédoncule court et pubescent. Elles présentent 4 étamines soudées à la corolle. Le pistil est surmonté d'un seul style et d'un seul stigmate bifide. Il est récolté en Juillet et peut être séché pour une utilisation ultérieure.

b- Utilisations en phytothérapie

Comme propriétés médicinales, elle est stomachique, cholagogue, antiseptique. Très utilisée dans la médecine traditionnelle à base de plantes domestiques pour les affections du sang et les maladies de la peau, aussi dans les fièvres, rhumes, les inflammations et comme emménagogue. La drogue *Teucrium scorodonia* est constituée par la partie aérienne fleurie fraîche de la plante.

Elle a été utilisée comme fleurs d'ornements. La plante amère était utilisée pour aromatiser la bière.

II - Classification des PAM par principe d'usage

Famille	Nom français	Espèce	Utilisation
Alliacées	Ail	<i>Allium sativum</i>	Médicinale (bulbe) Condimentaire Alimentaire
Anacardiacées	<i>Pistachier térébinthe</i>	<i>Pistachia terebinthus</i>	A parfum
	Lentisque	<i>Pistachia lentiscus</i>	Médicinale (feuille, résine, branche) Alimentaire A parfum
Apiacées	Céleri	<i>Apium Graveolens</i>	Fruit, tige Médicinale

			Condimentaire Alimentaire
Astéracées	Armoise blanche	<i>Artemisia herba alba</i>	A parfum Aromatique
	Armoise champêtre (Tgouft)	<i>Artemisia campestris</i>	A parfum Médicinale
Brassicacées	Bourse à pasteur Thlaspi	<i>Capsella bursa- pastoris</i>	(partie aérienne Fleurie) Médicinale Alimentaire
Cistacées	Ciste de Montpellier	<i>Cistus monspeliensis</i>	A parfum
Cupressacées	Genévrier oxycèdre Cadier	<i>Juniperus oxycedrus ssp macrocarpa</i>	Médicinale (Bois) A usage cosmétique
	Genévrier rouge Genévrier de Phénicie	<i>Juniperus phoenicea</i>	Résinoïdes A parfum Médicinale
Euphorbiacées	Ricin	<i>Ricinus communis</i>	Toxique (graine) A parfum A usage industriel : insecticide A usage cosmétique A fibre (tige)
Fabacées	Caroubier	<i>Ceratonia siliqua</i>	Graine et Pulpe de fruit : Médicinale Condimentaire Alimentaire A parfum
	Coronille queue de scorpion	<i>Coronilla scorpioides</i>	Médicinale (Feuille) Graine Toxique
Fagacées	Chêne vert Chêne Ballote	<i>Quercus ilex subsp ballota</i>	Médicinale Condimentaire A usage industriel (Bois)
Globulariacées	Globulaire, Turbith	<i>Globularia alypum</i>	Médicinale (feuille)
Labiacées	Thym	<i>Thymus algeriensis</i>	Médicinale Condimentaire Alimentaire A parfum
Lamiacées	Marrube	<i>Marrubium</i>	Médicinale (feuille, sommité fleurie) A parfum Aromatique
	Romarin	<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	feuille, sommité fleurie Médicinale Condimentaire Alimentaire A parfum A usage cosmétique
	Germandrée	<i>Teucrium polium</i>	Toxique (graine) Feuille : Médicinale

			Condimentaire A parfum Insecticide
	Germandrée scorodoine Sauge des bois	<i>Teucrium scorodonia</i>	<i>Toxique (graine)</i> Médicinale (partie aérienne)
Malvacées	Grande mauve	<i>Malva Sylvestris</i>	feuille, fleur Médicinale Condimentaire Alimentaire A usage industriel : mucilage A fibre (Tige)
Pinacées	Pin d'Alep	<i>Pinus halepensis</i>	Médicinale (Résine) Alimentaire Aromatique A usage industriel (herbicide, gomme)
Poacées	Dactyle pelotonné	<i>Dactylis glomerata</i>	Médicinale
	Halfa	<i>Stipa tenacissima</i>	A textile/ A fibre
Oléacées	Olivier	<i>Olea europaea</i>	Feuille Médicinale Alimentaire Condimentaire A parfum
	<i>Filaire</i>	<i>Phillyrea angustifolia</i>	Médicinale

III- Culture des PAM : Orientation mondiale

La tendance à la hausse de l'utilisation des PAM est prévue non seulement en raison de l'explosion démographique, mais aussi en raison de la popularité croissante des PAM surtout en médecine et des produits écologiques à base naturelle. La tendance à la hausse à l'automédication et la réduction des coûts des services de la santé, a augmenté l'intérêt des entreprises pour isoler des composés utiles à partir de plantes et l'intérêt des compagnies à adopter des stratégies de marketing qui s'occupent de la médecine à base de plantes. Ainsi, le commerce des plantes médicinales est susceptible d'augmenter.

Ceci implique une pression croissante sur la culture, la conservation et le développement des techniques de transformation plus écologique et assurant une qualité meilleure des PAM.

L'OMS encourage les pays à découvrir leurs plantes. Une liste d'exigences pour une enquête ethnobotanique

Le chercheur doit:

- Recueillir des spécimens de référence des plantes utilisées comme médicaments et obtenir un taxonomiste qualifié afin de vérifier leur identité;
- Documenter les parties de la plante utilisée pour la préparation du médicament et de leur état (par exemple, frais, séchés ou transformés);
 - Documenter la façon dont le médicament est préparé et utilisé et par qui;

- En décrivant les maladies traitées avec une plante médicinale, documenter le groupe ethnique, l'âge, le sexe et d'autres données appropriées sur l'historique du patient (s) qui pourraient contribuer à la définition de l'état de la maladie;
- Chaque fois que possible, d'estimer l'abondance relative des plantes médicinales dans les domaines de la collecte;
- Documenter quand, comment et par qui le matériel végétal est recueillie et comment il est échangé (*Guidelines on the Conservation of Medicinal Plants The World Health Organization (WHO) ISBN 2-8317-0136-8 1993*).

L'OMS recommande aussi que :

- 1.1 Chaque pays doit identifier et de soutenir un ou plusieurs établissements à planifier, coordonner et mettre en œuvre des enquêtes ethnobotaniques.
- 1.2 L'institution sélectionnée (s) doit mettre en œuvre un programme national d'enquêtes sur l'utilisation des plantes à des fins médicinales dans les sociétés traditionnelles.
- 1.3 Les données sur l'ethnobotanique doivent être répertoriées et analysées, mais uniquement diffusées de manière que les communautés qui fournissent des données recevraient des bénéfices de toute utilisation commerciale de l'information.
- 1.4 Le ministère de la Santé devrait intégrer les remèdes traditionnels éprouvés dans les programmes nationaux de soins de santé primaires.
- 1.5 Les praticiens traditionnels devraient se constituer en organisations nationales.

IV- Procédés de transformation moderne pour l'extraction des huiles essentielles et extraits

Les plantes utilisées pour la distillation sont soit d'origine sauvage, soit cultivées. Les plantes sauvages sont idéales mais afin de prévenir le risque de disparition de certaines espèces, les distillateurs ont le plus souvent recours aux plantes cultivées. Cela permet en plus une meilleure maîtrise des quantités et des coûts. Pour les plantes cultivées, elles le sont dans des conditions qui se rapprochent le plus de celles de l'état sauvage pour ne pas modifier leurs caractéristiques aromatiques. C'est pour cela qu'il faut utiliser des huiles essentielles biologiques ou 100% pures et naturelles.

La période de récolte doit se faire au moment où la plante est la plus concentrée en molécules aromatiques ou « essence » ce qui varie en fonction de l'espèce et de différents facteurs :

- Le stade végétatif : avant, pendant ou après la floraison.
- La météo
- Le moment de la journée : après la rosée du matin, l'après midi.

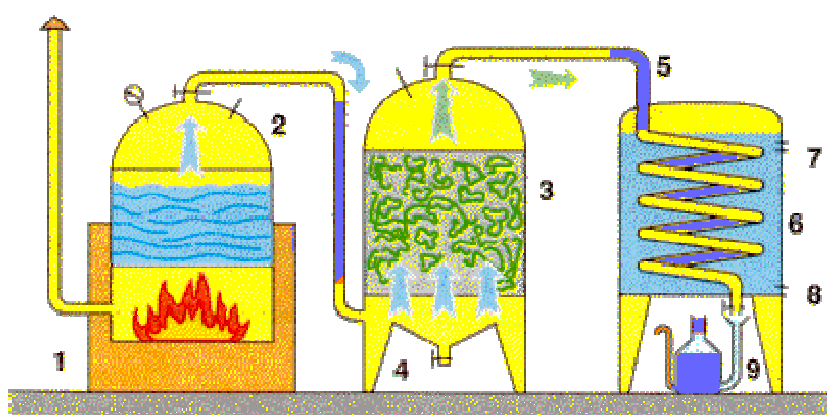
Par conséquent, les années se suivant mais ne se ressemblant pas surtout du point de vue météo, les huiles essentielles sont donc différentes d'une année sur l'autre. Tout comme les vins, les huiles essentielles d'une même appellation donnent des « crus » différents.

III-1 L'extraction des huiles essentielles

Plusieurs procédés sont utilisés pour extraire les huiles essentielles :

a- **Par distillation à vapeur d'eau:**

C'est la méthode la plus largement utilisée et la mieux adaptée pour obtenir les huiles essentielles les plus pures. Les plantes sont placées dans un alambic, puis chauffées avec de l'eau, de la vapeur ou les deux. La chaleur intense fait exploser les petites poches qui contiennent les huiles, et celles-ci se répandent dans la vapeur d'eau. Elles sont ensuite canalisées dans un condensateur et réfrigérées pour se liquéfier à nouveau. A la sortie, un essencier ou «séparateur florentin» sépare l'huile qui flotte à la surface de l'eau de distillation, (ou hydrolat), à base de fleurs ou d'herbes aromatiques.



1: Foyer - 2: Chaudière - 3: Vase à fleurs - 4: Vidange de condensation - 5: Col de cygne - 6: Réfrigérant avec serpentin - 7: Sortie d'eau chaude - 8: Arrivée d'eau froide - 9: Essencier servant à la décantation de l'essence et de l'hydrolat

Figure 18: Montage industriel d'entraînement à la vapeur

b- **La distillation (hydrodistillation)**

Selon la partie de la plante utilisée les végétaux sont utilisés frais (fleurs), légèrement pré-séché (feuilles), broyés (bois) ou écrasés (semences). La distillation doit être lente et prolongée afin que les huiles essentielles passent à l'état gazeux de manière naturelle. On dit que, lors de la distillation, apparaissent la tête, puis le tronc et enfin la queue de l'huile essentielle. La distillation doit se poursuivre jusqu'à ce que la totalité des composants aromatiques soit présente. Les huiles essentielles utilisées en aromathérapie doivent être complètes car c'est la synergie de tous ses constituants qui lui confère ses propriétés. La distillation doit être faite à très basse pression et à une température la plus basse possible (100°C environ) pour éviter la décomposition de certains composants et l'odeur de brûlé. Le temps de distillation et le rendement (poids de plante nécessaire pour obtenir un Kg d'huile essentielle), généralement faible, varient en fonction de la plante.

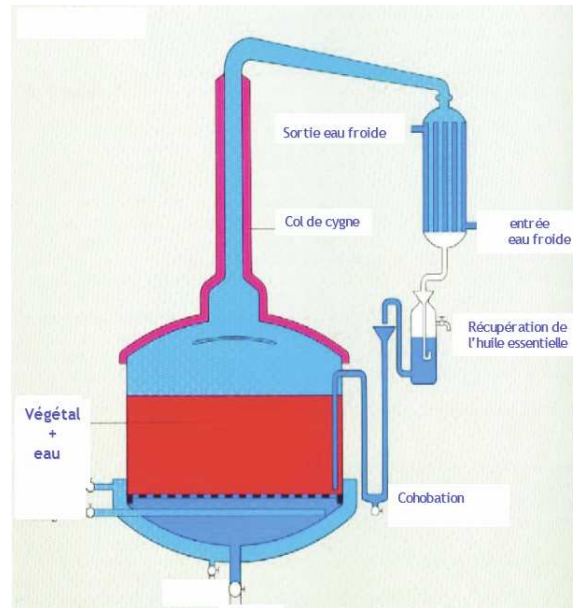


Figure 19 : Montage industriel d'hydrodistillation

c- Par pression à froid :

Ce procédé s'applique aux huiles citronnées et agrumes (bergamote, citron, mandarine, orange...). Dans ce cas, les écorces ou zestes, sont tout simplement pressés par une machine (quelquefois à la main) pour en recueillir les huiles. Cette méthode est réservée aux fruits et aux citrus. C'est exactement ce que vous faites quand vous pressez une épiluchure de clémentine ou d'orange : l'huile essentielle pique les yeux. Les huiles essentielles ainsi obtenues par pression (ou expression) d'écorces d'agrumes sont appelées « essences ». Elles se conservent moins longtemps que les huiles essentielles.

d- L'extraction par solvant :

L'extraction liquide sous pression est une technique qui utilise des solvants classiques et effectue une extraction entièrement automatique sous pression constante et de divers paramètres pouvant être commandés, comme la température, le temps d'extraction statique, cycles d'extraction, etc.

L'expression par solvant : elle est utilisée pour les végétaux à faible rendement et pour obtenir des huiles florales extrêmement parfumées, mais peut être appliquée aux gommes et aux résines. Elle consiste à extraire l'essence de la plante grâce à des solvants chimiques. On obtient alors la « concrète », résultat du traitement de tous les organes de la plante. La concrète subit ensuite d'autres traitements pour obtenir « l'absolue », presque similaire à l'huile essentielle mais utilisée uniquement en parfumerie et non à des fins thérapeutiques car elle contient des traces de solvants qui sont dangereux. De plus, ce procédé d'extraction peut modifier la composition de

l'huile essentielle. Il s'agit d'un procédé employé par les industries mais qui doit être proscrit pour l'usage thérapeutique car le produit obtenu garde la trace des solvants.

Le choix d'un solvant extractif est guidé par un ensemble de paramètres techniques, économiques et législatifs :

- le pouvoir solvant
- la température d'ébullition
- le pouvoir de pénétration des parois cellulaires
- la miscibilité avec l'eau
- la facilité de recyclage
- le prix de revient
- la sécurité de manipulation
- la toxicité
- la législation

Cette méthode est plus élaborée que l'entraînement à la vapeur d'eau et permet l'obtention d'un extrait bien représentatif des caractéristiques olfactives globales de la plante. Elle permet également d'éviter des réactions secondaires d'hydrolyse. Cependant elle présente l'inconvénient d'être plus onéreuse que l'entraînement à la vapeur d'eau compte tenu de l'investissement en matériels et en coût des solvants. L'inconvénient majeur de l'extraction par les solvants est son manque de sélectivité : de nombreuses substances lipophiles peuvent de ce fait se retrouver dans les concrètes (huiles fixes, phospholipides, caroténoïdes, cires etc) et imposer une purification ultérieure. Un autre inconvénient réside dans la toxicité des solvants. Enfin comme dernier inconvénient, évoquons l'étêtage (perte de composants les plus volatils) lors de l'évaporation du solvant.

e- Par enfleurage :

Ce processus d'extraction, très sophistiqué, plus trop utilisé, est réservé aux huiles florales de très grande qualité. Les pétales fraîchement cueillies sont étalées sur de la graisse sur des châssis de verre et remplacés toutes les 24 heures, les huiles essentielles saturant progressivement la graisse. Le composé obtenu, appelé «pommade», est lavé avec de l'alcool qui, après évaporation, produit l'huile parfumée.

Ce procédé est utilisé pour les fleurs qui supportent mal l'action de la chaleur comme le jasmin, la tubéreuse, la violette.... mais uniquement en parfumerie. Il consiste à intercaler les fleurs fraîches entre des couches de graisse animale qui absorbent le parfum. Les graisses saturées en substances odorantes sont traitées à l'alcool, entraînant le parfum sans les graisses (c'est l'épuisement).

f- Extraction par fluide supercritique (SFE)

Elle est considérée comme une alternative sûre pour l'environnement à une extraction liquide-solvant classique, qui offre des avantages particuliers, tels que l'augmentation de la sélectivité et l'automatisme avec un radical diminué dans l'utilisation de solvants organiques qui se traduisent par des extraits exempts de

contaminants toxiques. Le dioxyde de carbone fluide supercritique est le plus largement utilisé parce qu'il est non toxique, non inflammable et est disponible à un faible coût avec un degré de pureté élevé. Ses faibles constantes critiques (31 °C et 7,38 MP) permettent un fonctionnement supercritique de composés thermolabiles, tels que certains composés phénoliques, qui sont connus pour empêcher ou retarder des réactions d'oxydation, afin de maintenir la qualité de la nourriture pendant de longues périodes et à prolonger la durée de vie. Certains antioxydants synthétiques, tels que le butylhydroxyanisole (BHA), butylhydroxytoluène (BHT) et tertiaire-hydroquinone (TBHQ) ont été utilisés, mais l'utilisation de ces antioxydants synthétiques est actuellement en discussion en raison de leur innocuité douteuse. Ainsi, il est hautement souhaitable de trouver des antioxydants naturels capables de les remplacer.

g- Extraction assistée par ultrasons

Elle est particulièrement intéressante pour sa simplicité et son faible coût de l'équipement. Il est basé sur l'utilisation de l'énergie dérivant d'ultrasons (ondes sonores ayant des fréquences supérieures à 20 kHz) afin de faciliter l'extraction de substances à analyser à partir de l'échantillon solide par le solvant, qui est choisi en fonction de la nature des solutés à extraire. Cette technique a été utilisée pour l'extraction des composants de l'installation, afin de raccourcir le temps d'extraction, une consommation plus faible de solvant, d'augmenter les rendements d'extraction et d'améliorer la qualité des extraits.

h- Extraction par microondes

L'extraction assistée par micro-onde montre de nombreux avantages tels qu'un rendement d'extraction élevé et un temps d'extraction faible. Le rayonnement micro-ondes qui est émis par un magnétron, transfère l'énergie à la masse totale du système de solvant provoquant à la matrice une augmentation rapide de sa température. En comparant à la méthode de distillation par solvant, il nécessite moins de temps (30 min), mais l'échantillon souffre toujours d'une contrainte thermique intense.

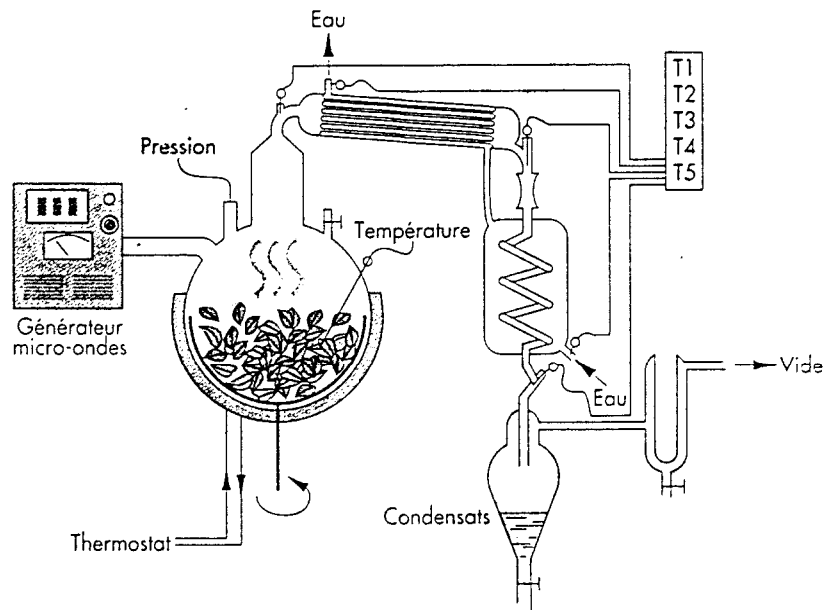


Figure 20 : Schéma de principe du VMHD (Vacuum Microwave Hydrodistillation)

i- La macération

La macération consiste à laisser tremper la matière végétale ou ligneuse dans l'eau ou dans un solvant organique à température ambiante plusieurs jours voir semaines et sous agitation. L'extraction a lieu par pénétration du solvant dans les cellules du bois par exemple, phénomène provoquant leur gonflement et la rupture des liaisons moléculaires de faible énergie. Les extractibles sont alors dissouts et diffusent progressivement des cellules vers le solvant.

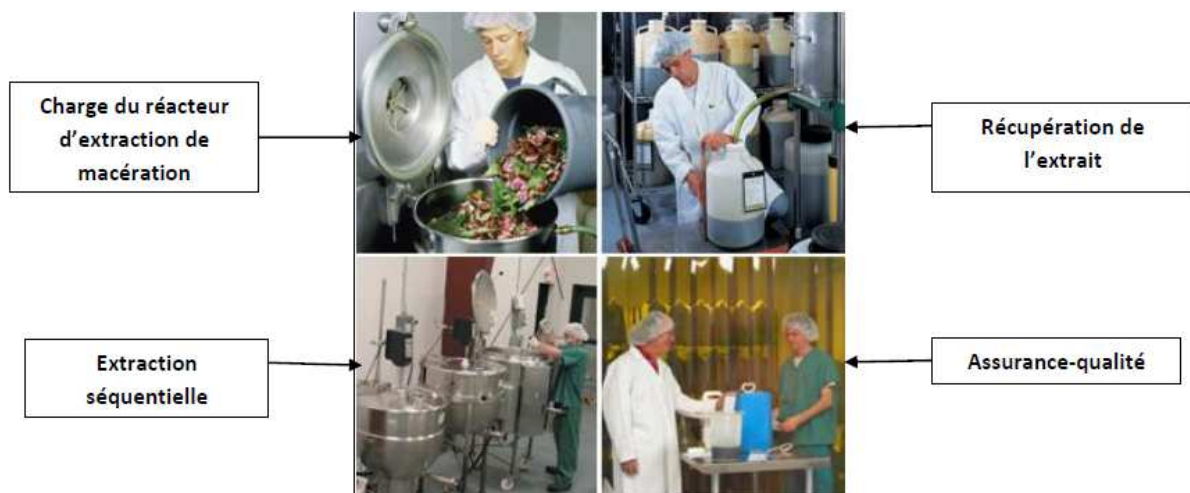


Figure 21 : Unité pilote d'extraction par macération

Macération simple : L'extraction dite « directe » est effectuée en immergeant une certaine masse prédéfinie de matière première dans un volume également prédéfini de solvant. On laisse macérer au moins 7 jours sous agitation mécanique puis

l'extrait est récupéré par filtration. Un pressage de la matière extraite est effectuée pour récupérer le rémanent d'extrait imbibé, lequel est recombinaé à l'extrait brut récupéré après filtration.

Macération multiple : Cette méthode est utilisée pour obtenir un extrait concentré. Le volume de solvant est divisé en deux (macération double) ou en trois (macération triple) et chaque part séparément utilisé pour effectuer la macération.

Macération sous vide : On parle de macération sous vide quand la pression est réduite pour faciliter la pénétration désirée du solvant. Cela augmente la perméabilité des parois des cellules et par le fait même diminue le temps d'extraction.

Macérations séquentielle : l'extraction s'effectue en plusieurs étapes. Après la première macération, la matière première extraite est récupérée et soumise à une nouvelle macération avec du solvant renouvelé et ainsi de suite. On peut également effectuer des macérations séquentielles en changeant de solvant à chaque étape, ce qui permet d'obtenir alors des extraits de nature et composition différentes.

Macération par circulation : le solvant est continuellement mis en circulation par une pompe.

Digestion : Macération à une température plus élevée, fréquemment entre 40 et 50°C.

j- La percolation

Cette technique est celle utilisée par tous les systèmes de cafetière permettant obtenir l'extrait de café. La percolation est en fait une macération courte séquentielle par circulation du solvant du haut vers le bas à travers la matière première. Avec cette technique, la matière végétale est extraite de façon exhaustive par solvant qui s'écoule très lentement par gravité à travers une colonne remplie de la matière sous forme de poudre. Au contact du solvant la matière première gonfle et le gonflement augmente en fonction de la proportion d'eau contenue dans le solvant de percolation. Ce gonflement bloque la circulation du solvant à travers la colonne affectant le procédé d'extraction. De plus, si les particules sont trop fines, certaines sont entraînées en bas de colonne lors du passage du solvant. Ces difficultés peuvent être évitées si dans un premier temps, la poudre est imbibée par le solvant doucement pendant, par exemple, 4h dans un réservoir fermé externe. Ainsi, le gonflement de la matière peut se faire librement jusqu'à son maximum. Ensuite, la matière imbibée et compressée est insérée dans le percolateur. Un filtre et du sable fin sont déposés à la surface de la matière compactée pour ne pas modifier l'homogénéité des couches de surface lorsque le solvant va être versé. Ensuite une quantité suffisante de solvant est versée doucement afin de saturer la matière compactée. La valve en bas de colonne doit rester ouverte pendant le remplissage pour éviter les bulles d'air à l'intérieur de la colonne entre les particules. Une fois que le solvant commence à s'écouler en bas de colonne, la valve est alors fermée. Un petit volume de solvant doit être conservé au-dessus de la matière compactée dans la colonne pour éviter que la matière sèche. L'ensemble est laissé à macérer pendant 24h. La période de macération permet au solvant de pénétrer correctement dans la matière et laisse un temps de diffusion des composés solubles. Cette méthode s'avère plus efficace qu'une percolation sans macération.

Après l'étape de macération, la valve du bas de colonne est ouverte et le solvant est récupéré. La matière est ensuite pressée pour récupérer le rémanent d'extrait encore imbibé dans la matière. A l'échelle du laboratoire, on utilise le Soxhlet.



Figure 22: L'extracteur Soxhlet

k- La décoction

Dans ce procédé, la matière végétale est bouillie avec un volume spécifique d'eau pendant un temps bien défini. On laisse refroidir le mélange d'extrait avant de le filtrer. Cette technique est applicable pour l'extraction des composés solubles dans l'eau et peu sensibles à la chaleur. Le rapport masse de matière extraite/volume d'eau est fixée au départ (de 1 :4 à 1 :16). L'extraction peut être effectuée également deux fois avec un rapport plus faible lors de la deuxième séquence L'extrait est ensuite filtré.

j- Incision des troncs d'arbre :

Les baumes ou oléorésines comme lentisque sont obtenus par simple incision du tronc des arbres et récolte des gommés (résine) qui s'en écoulent.

La percolation, la macération et l'extraction Soxhlet sont aussi des techniques d'extraction les plus établies dans le monde entier, principalement en raison de la simplicité et le faible coût. Aujourd'hui, leur application commence lentement à diminuer à mesure que plus de techniques rentables plus efficaces et plus sûres apparaissent. Une réglementation plus stricte, les besoins des consommateurs en hausse, la sécurité et la demande pour de meilleures propriétés de produits / caractéristiques des produits ont conduit à la découverte de nouvelles technologies innovantes. Leurs principaux avantages, qui les caractérisent comme respectueux de l'environnement, ont une faible consommation de solvant et de l'élimination, l'absence de solvants toxiques résiduelles des extraits et la réduction des temps de traitement final.

III-2- La classification des techniques

On peut classer les techniques d'extraction en deux grands groupes : les techniques « classiques » et les techniques « modernes ». L'ensemble des techniques dites d'hydrodistillation sont particulièrement reconnues en extraction d'huiles essentielles de plantes aromatiques.

Méthodes classiques	Méthodes spécifiques
Par solvant organique :	
Percolation	Fluide supercritique
Macération	Micro-ondes
Soxhlet	Ultrasons
A l'eau	
Infusion	Sublimation
Décoction	Par énergie électrique
Hydrodistillation	Phytonics
	Enfleurage
	Expression
	Extraction à contre-courant

Tableau 13 : Classification des méthodes d'extraction

Le choix du procédé d'extraction dépend de la nature souhaitée de l'extrait (composition chimique). L'optimisation de ce procédé consiste à déterminer les paramètres et à choisir les meilleures technologies pour assurer un fort rendement d'extraction et un extrait riche en composés bioactifs. La méthode d'extraction est généralement développée et optimisée à l'échelle du laboratoire. A ce niveau, on produit une masse d'extrait de l'ordre du gramme, quantité nécessaire aux études de composition chimique. Cette méthode est généralement ensuite mise en application à l'échelle pilote sur des unités de production permettant d'obtenir des masses d'extrait de l'ordre du kilogramme. Cette transition à l'échelle pilote est essentielle afin de préparer le transfert de technologie pour la production en tonnage à l'échelle industrielle.



Figure 23 : Unité pilote d'extraction (Source <http://www.eunde-verfahrenstechnik.de/france/pilot-plants.html>)

Une liste des inconvénients et des avantages de ces technologies est présentée dans le tableau suivant:

Techniques d'extraction	Avantages	Inconvénients
Entraînement à la vapeur et hydrodistillation	- Facile à mettre en œuvre	- Quantité de matériel végétal nécessaire importante - L'élimination du solvant peut entraîner des pertes d'huiles essentielles
Enfleurage	- Réservé aux organes fragiles	- Temps d'extraction lent
Extraction par solvants organiques	- Travail à température ambiante - Possibilité de recycler le solvant	- Toxicité des solvants organiques - Manque de sélectivité dans l'extraction
Extraction en phase supercritique	- Le CO ₂ permet de travailler à basse température - Le CO ₂ est non toxique, inerte et à prix raisonnable	- Technologie sophistiquée - Pressions élevées - Investissement important
Extraction par micro-ondes	- Temps réduits	- Appareillage compliqué

Tableau 14 : Avantages et inconvénients des différentes techniques d'extraction des huiles essentielles.

III-3 Techniques de concentration et de purification des extraits

Parmi les techniques d'extraction décrites précédemment, plusieurs aboutissent à l'obtention d'un extrait brut dissous dans un certain volume de solvant. Plusieurs voies de conversion s'offrent à l'industriel pour obtenir un produit standardisé commercialisable, les étapes du procédé succédant alors à l'extraction peuvent varier en fonction de la nature de l'extrait brut obtenu.

En effet, certains extraits nécessiteront des étapes de purification pour obtenir la fraction ou la molécule bioactive d'intérêt en se débarrassant des molécules indésirables ; dans d'autres cas, le produit brut sera d'une qualité suffisante pour être mis sur le marché sans aucune purification, après avoir été concentré ou conditionné sous forme de poudre.

La conception du procédé de conversion de l'extrait brut pour une application à l'échelle industrielle dépend des paramètres déterminés par des études scientifiques préalables concernant la nature de l'extrait (c'est-à-dire, sa composition chimique, ses propriétés biologiques, sa durée de vie) mais également du type de marché visé par l'industriel qui fabrique cet extrait. Par exemple, dans le secteur pharmaceutique, les clients potentiels seront plus intéressés par l'obtention d'une molécule pure ou d'un principe actif, isolé de l'extrait brut. Le procédé d'isolement d'un principe actif est plus complexe, mais le produit ainsi obtenu possède souvent une valeur beaucoup plus élevée sur le marché qu'un extrait brut.

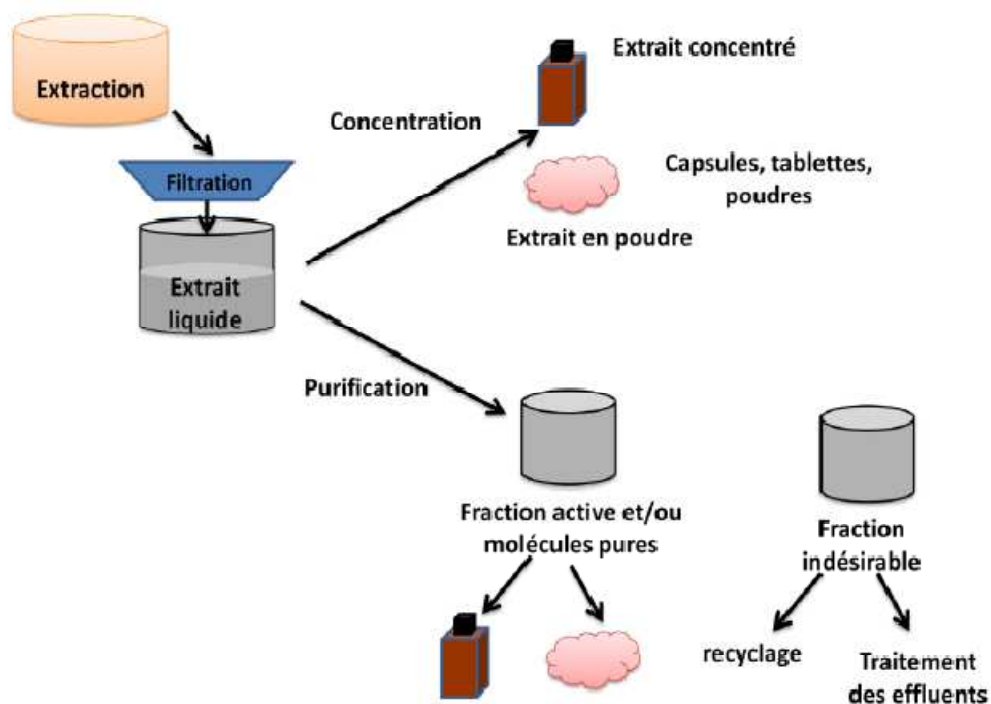


Figure 24 : Différentes voies de conversion de l'extrait brut

a/ Extrait standardisé

La voie de préparation d'une matière active, à usage cosmétique par exemple, est défini selon les Bonnes Pratiques de Fabrication BPF afin de mener les essais de formulation et d'application. Ceci implique que le procédé doit être suffisamment défini afin d'une part qu'il soit reproductible, et d'autre part que les qualités physiques et chimiques du produit résultant soient constantes. L'extrait « standardisé » est obtenu après différents étapes bien définies d'un procédé conçu dans le but d'obtenir une fraction contenant une quantité précise de certaines molécules, généralement celles qui sont responsables de l'activité biologique. Le nom et la quantité de chaque composé actif constituant l'extrait standardisé sont précisés sur l'étiquette du produit final pour en informer le consommateur.

b/ Techniques de clarification de l'extrait

Dépendamment de la composition des extraits bruts obtenus via les divers procédés d'extraction décrits précédemment, il est possible d'envisager une ou des étapes de concentration qui essentiellement permettent de retirer une partie de l'eau ou du solvant. Ceci facilite potentiellement les étapes subséquentes comme la cristallisation et le séchage, et si applicable, diminue les coûts d'expédition des liquides vers des centres de post-traitement éloignés en réduisant les volumes à transporter.

Cette phase cruciale permet d'isoler tous les actifs et de conserver leur synergie d'activités. Le liquide ainsi obtenu va ensuite subir une phase de filtration afin d'éliminer les composés solides non assimilables tels que la cellulose. Puis une phase d'évaporation modérée sous vide éliminera progressivement le solvant et d'éventuels contaminants. L'extrait concentré ainsi obtenu bénéficie des avantages suivants :

- Haute teneur en principes actifs

- Uniformité de la teneur en principes actifs (indépendamment des variations naturelles, lieu, saison...)
 - Biodisponibilité maximale par suppression des composés non assimilables
 - Sécurité sanitaire : absence de contamination microbiologique et chimique
 Parmi les méthodes de concentration d'extraits bruts qui sont privilégiés en industrie, citons :

- Essorage (`dewatering`)
- Filtration, décantation ou centrifugation
- Ultrafiltration et nanofiltration
- Évaporation sous vide (film descendant)
- Extraction liquide-liquide (biphasique)

III-4 Caractéristiques des extraits

L'huile essentielle extraite à partir de la plante, est constituée de plusieurs centaines de composés. Parmi cette multitude de constituants, certains jouent un rôle privilégié car ils représentent à eux seuls la note olfactive du produit alimentaire, ce sont les composés clés de la plante.

Quant à l'oléorésine, qui est une concrète si le végétal extrait est frais on obtient un résinoïde s'il est sec, on procède à l'extraction en utilisant un solvant organique apolaire (hexane, dioxyde de carbone, dichlorométhane, etc) qui est ensuite éliminé par distillation sous pression réduite. Cette oléorésine contient non seulement les constituants volatils de l'huile essentielle mais aussi tous les composés sapides et les pigments apolaires.

L'extraction par solvant ou l'enfleurage sont utilisés uniquement pour la parfumerie et non à des fins thérapeutiques.

Les rendements en huile essentielle et en oléorésine sont élevés et varient selon les épices et herbes aromatiques entre 0,1 et 20 % (Tableau n°7).

Epices	Huiles essentielles (%)	Oléorésines (%)
Ail	-	0,1 - 0,25
Céleri	1,5 - 2,5	9 - 11
Genièvre (baies)	0,5 - 2,5	36
Romarin	0,5	-
Thym	0,5 - 1,2	14 - 16

Tableau 15 : Teneurs en huiles essentielles et en oléorésines de diverses plantes aromatiques

Le pouvoir brûlant et piquant des épices est évalué sensoriellement par la mesure dans une solution à 5% de saccharose de la dilution du principe sapide ne provoquant plus de sensation brûlante (Richard, 1992). Il est exprimé en unité de

chaleur Scoville (SHU). La capsaïcine avec 10.000.000 SHU est environ 100 fois plus puissante que la pipérine, dont le caractère brûlant est à peu près équivalent à ceux des gingérols (80.0000 SHU), paradols (100.000 SHU) et shogaols (160.000 SHU).

Les extraits de plantes ont été utilisés pendant des siècles comme un remède populaire contre plusieurs troubles de santé. Dans le domaine de la biologie de produits naturels, l'ethnopharmacologie, ainsi que des approches de bioprospection, ont reçu une attention renouvelée au cours des dernières années. Produits naturels et des remèdes à base de plantes utilisées en médecine traditionnelle folklorique ont été la source de nombreux médicaments. Comme beaucoup de plantes médicinales ont montrées des activités biologiques et pharmacologiques intéressantes et sont utilisées comme agents thérapeutiques.

Les techniques classiques pour l'extraction au solvant de polyphénols à partir de matrices végétales sont l'extraction liquide-liquide en fonction du choix du solvant couplé avec l'utilisation d'agitation et / ou de la chaleur. Cependant, souvent ils demandent beaucoup de temps, nécessitent des quantités relativement importantes de solvants et les composés actifs parfois dégradés. En outre, ces méthodes d'extraction utilisant des solvants organiques, tels que le méthanol, qui sont dangereux à manipuler car ils sont très nocifs pour la santé humaine et de l'environnement. Avec les exigences réglementaires plus strictes sur l'utilisation de solvants chimiques dans le monde entier, motivés par des problèmes de santé et d'environnement, de nouvelles méthodologies propres ont émergé. Ces dernières années, diverses nouvelles techniques d'extraction qui réduisent considérablement l'utilisation de solvants et d'accélérer le processus d'extraction ont été mises au point.

IV- Les innovations et les nouvelles technologies de séchage

Diverses études ont montré que le séchage sous conditions variables des produits végétaux permet d'améliorer la qualité des produits secs en utilisant des conditions de séchage moins intenses que celles utilisées dans le séchage conventionnel à des conditions constantes. Les conditions variables peuvent être réalisées par des cycles de température et de vitesse de l'air dans un ordre préétabli. Mais, avant d'étudier le séchage par cycles, il faut connaître en profondeur l'effet du séchage sous conditions constantes sur la qualité du produit.

IV-1 Le séchage traditionnel : Le séchage à chaud par convection de l'air

Le séchage traditionnel est conçu de manière à permettre le séchage de petites quantités de plantes de différentes espèces en même temps. Pour une production de plus de trente espèces et variétés de plantes séchées, il est nécessaire de gérer adéquatement ses récoltes, de les répartir dans le temps et d'obtenir des produits

séchés de haute qualité.

a- Cueillette

La cueillette de plantes s'effectue par temps sec, à partir du matin, dès que la rosée s'est évaporée. Une plante humide peut demander jusqu'au double du temps de séchage. Les parties aériennes (sommités fleuries et feuilles) sont récoltées à la main et triées sur place avant d'être déposées dans des paniers. On enlèvera les parties séchées, ou malades, en portant une attention particulière aux insectes, œufs ou chenilles qui peuvent s'y trouver.

b- Préparation

Les racines seront lavées et brossées et, au besoin, coupées en morceaux avant d'être placées dans le séchoir. Les parties aériennes, fleurs et feuilles ne doivent pas être lavées à moins d'y être obligé par la présence de terre sur les plants, car ceci augmente le temps de séchage. Le matériel est transporté dans la pièce du séchage le plus rapidement possible pour l'éloigner de la lumière et de la poussière et ainsi éviter la chaleur causée par la lumière.

Chaque espèce est placée à la main individuellement sur les claies en prenant soin d'étaler les fleurs. Une fois séchée, la plante doit rester entière et avec une certaine élasticité, pour avoir de la haute qualité.

L'emplacement des plantes par rapport à la source de chaleur est important, plus la plante est humide plus elle est placée près de la source de chaleur. La plupart des plantes vont sécher à une chaleur moyenne entre 29°C et 39°C.

c- Opérations post-séchage

Les plantes sont retirées du séchoir à mesure qu'elles ont atteint le degré de séchage voulu. L'évaluation se fait manuellement, le but étant d'obtenir une plante sèche mais non cassante qui ne sera pas réduite en poudre à la moindre manipulation. On parle habituellement d'un maximum de 10 % d'humidité pour garder une certaine élasticité.

d- Entreposage

Un entreposage adéquat du matériel séché est important pour conserver la qualité et l'intégrité jusqu'à la commercialisation. Une plante qui a pris l'humidité ou développé des moisissures, qui est noircie ou jaunie n'a aucune valeur sur le marché. Les acheteurs sérieux demandent toujours un échantillon de la récolte avant de procéder à un achat.

Certains producteurs utilisent des barils de carton pour entreposer les plantes séchées. Selon leur expérience, le carton peut absorber une certaine humidité qui resterait encore dans la plante et facilite sa conservation à long terme.

Le plus souvent, les producteurs préfèrent des sacs de polypropylène garnis de plastique à l'intérieur, car ceux-ci empêchent les plantes de reprendre de l'humidité du milieu ambiant ou d'être contaminées lors de l'entreposage.

Plantes essentielles	à huiles	Parties considérés	Teneur en eau %	Teneur en HE % (min)
Armoise	<i>Artemisia</i>	Feuille + sommité fleurie	10	0.1
Genévrier	<i>Juniperus</i>	Fruit	15	0.75
Thym	<i>Thymus</i>	Feuille + Fleur	10	1.2
Romarin	<i>Rosmarinus</i>	sommité fleurie	10	1.5

Tableau 16 : Données techniques sur certaines PAM (Pharmacopée française Xe édition).

L'Institut technique interprofessionnel des plantes à parfums, médicinales et aromatiques (ITEIPMAI) est un organisme de recherche appliquée, d'appui technique et d'information spécialisé dans les domaines de l'amélioration génétique des plantes, de la maîtrise technique de conduite des cultures et de la connaissance de la qualité des produits. Leur site Web est <http://www.iteipmai.asso.fr>.

En 1995, l'Institut a publié un guide sur le séchage des plantes médicinales et aromatiques. Le but poursuivi était de pallier le manque de références dans ce domaine en France. Ce document très détaillé contient tout ce qu'il faut savoir sur le séchage avant de s'engager dans un projet. On y traite les aspects fondamentaux et les technologies du séchage de même que les méthodes de calculs des besoins en énergie et ventilation de différents systèmes.



IV-2 Autres technologies de séchage

a- La zéodratation

Ce procédé est utilisé en France pour sécher les herbes aromatiques et médicinales, les champignons, les algues, la spiruline, les truffes et certains fruits pour une utilisation cosmétique, alimentaire ou parapharmacie. Il utilise l'action d'une argile spéciale, la zéolithe, pour fixer la vapeur d'eau.

La zéodratation est un procédé de séchage innovant, dont les performances sont supérieures aux autres systèmes existants. Produisant de l'eau pure comme seul déchet et utilisant un piège à eau, recyclable à vie, la zéodratation est un procédé écologique, qui s'inscrit parfaitement dans la logique du développement durable. Ses besoins énergétiques relativement faibles en font un procédé particulièrement attractif.

b- Séchoir solaire

En 1999, à Venthônes en Suisse, deux exploitants, soit Maurice et Marie-Christine Masserey, ont réalisé un projet de séchoir solaire pour les plantes médicinales en collaboration avec l'entreprise Énergie solaire SA. Le projet est décrit dans le site Web de l'entreprise Masserey plantes : <http://www.massereyplantes.ch/>.

c- Lyophilisation - Déshydratation à basse température

La lyophilisation, appelée autrefois cryodessiccation, est une opération de déshydratation à basse température qui consiste à éliminer, par sublimation, la majeure partie de l'eau contenue dans un produit. La sublimation est le passage d'un produit de l'état solide à l'état gazeux, sans passer par l'état liquide.

Le procédé de lyophilisation repose en pratique sur deux opérations chronologiques : la congélation et la déshydratation. La congélation est une étape préalable à l'opération de déshydratation. La déshydratation recouvre deux principes physiques : la sublimation de la glace (cristaux formés par congélation) et la désorption finale - ou déshydratation secondaire - de la quantité d'eau résiduelle, non congelée. Ces deux opérations nécessitent un apport de chaleur et se font généralement sous vide.

La lyophilisation permet d'obtenir des produits finaux de haute qualité. La forme et l'aspect des produits sont bien conservés et leur qualité aromatique est bien supérieure à celle des produits séchés. De plus, l'absence d'eau liquide dans le produit réduit considérablement le développement des réactions d'altération et permet la conservation des principes actifs dans le produit, qui peut alors être stocké à température proche de l'ambiante. Un autre avantage technologique majeur de la lyophilisation repose sur la capacité du produit lyophilisé à se réhydrater instantanément.

Le développement de la lyophilisation dans les industries est, en revanche, limité par son coût et demeure bien inférieur à celui du séchage. La faible productivité en lyophilisation est due au mode de fonctionnement sous vide, le plus souvent discontinu, qui se traduit par des durées de traitement importantes (d'une dizaine d'heures à plusieurs jours). En conséquence, la lyophilisation ne s'applique que pour des produits ayant une forte valeur ajoutée: le café, les herbes et aromates, les ingrédients pour les soupes déshydratées instantanées, préparations culinaires

V- Les produits des PAM

L'intérêt de l'ethnopharmacie comme source de composés pharmacologiques actifs a augmenté dans le monde, en particulier dans la recherche de nouveaux médicaments pour le traitement de la maladie. L'utilisation des plantes à des fins médicinales a été pratiquée pendant des siècles par une proportion importante de la population tunisienne. En raison des conditions économiques et de la disponibilité, les plantes sont la principale source des médicaments traitant les maladies infectieuses dans certains pays en développement. Cependant et malgré le nombre important de nouveaux antibiotiques dérivés de ressources naturelles ou semi-synthétiques en cours d'introduction sur le marché, seulement environ 20% des plantes trouvées dans le monde ont été soumises à l'essai pharmacologique ou biologique. Dans ce contexte, il est possible que les antioxydants naturels, anticancéreux et anti-inflammatoire dérivé de sources végétales puissent être de vaste utilisation pour la consommation humaine et des suppléments nutritionnels.

Les PAM peuvent être classées en deux catégories selon leur destination:

Les plantes consommées en l'état : plantes condimentaires (herbes aromatiques comme thym), qui sont de plus en plus transformées par les industries agro-alimentaires ;

Les plantes utilisées ou transformées par les industries :

- **Pharmaceutique**: plantes ou parties de plantes, transformées soit à l'état frais (homéopathie), soit un extrait des principes actifs ;
- **Parfumerie et cosmétique** : plantes à parfum, plantes oléagineuses (comme olive) ou sous forme d'extraits végétaux;
- **Les industries agro-alimentaires** comme arôme, infusette, épice...

V-1- La gélule de plante

- La poudre totale : Préparée le plus souvent par cryobroyage, elle permet l'obtention de la quasi-totalité des principes actifs (*totum* de la plante). Dans certains cas, l'ensemble de ces principes actifs est nécessaire.
- Les extraits secs : Ils peuvent être préparés par nébulisation ou lyophilisation. Un nébulisât s'obtient par transformation de l'extrait liquide en un brouillard de particules, desséchées brusquement à haute température. Un lyophilisat s'obtient par congélation de l'extrait liquide puis sublimation. La poudre lyophilisée en présence d'eau redonnera alors l'extrait initial.

V-2- Les autres formes des PAM

- Les plantes fraîches cryobroyées en suspension dans l'alcool à 30°C.
- Les teintures mères : Préparées par les laboratoires homéopathiques à partir des plantes fraîches, elles sont faciles à prendre et doivent être diluées car elles sont alcoolisées. On les désigne sous l'appellation T.M.
- Les macérâts glycerinés : Beaucoup moins alcoolisés (macération dans un mélange eau-alcool-glycérine), ils correspondent à une thérapie très efficace appelée gemmothérapie qui utilise des parties embryonnaire de plantes.-

- Les huiles essentielles ou “essences” : Ce sont des huiles particulièrement concentrées. Elles correspondent à une thérapeutique appelée “aromathérapie” qui nécessite une formation spécifique. La quantité d’essence obtenue est variable selon la plante, ce qui justifie parfois un prix très élevé. On utilise l’huile essentielle en faible quantité, généralement quelques gouttes lors d’un massage et, souvent mélangées avec une huile de base, comme l’huile d’amande douce. La demande en huile essentielle est de plus en plus forte, d’où l’agriculture biologique apparaît comme une garantie de qualité.
- Les infusettes : apparition de gammes d’infusettes bio notamment sur de nouveaux circuits de distribution (hypermarché, pharmacie,...).
- Compléments alimentaires: Créneau en plein développement
- Les extraits pour les produits cosmétiques et d’hygiène corporelle.

VI- Applications industrielles

Les huiles essentielles, par leurs propriétés nombreuses et variées, sont utilisées dans différents secteurs industriels :

VI-1 En pharmacie et en nutraceutique

La plante, pour être utilisée à des fins médicinales doit être transformée. Les formes sont très différentes d’un pays à l’autre et selon leurs indications. Elles sont généralement utilisées en nature ou sous forme de préparations galéniques simples.

Employées dans le monde entier depuis des milliers d’années les présentations et préparations phytothérapeutiques ont évolué de façons très diverses. Beaucoup d’études ont été menées par les universités tunisiennes dont le nombre de publications est énorme et qui ont fait l’objet de la valorisation des plantes tunisiennes (ESIAT, ministère d’agriculture,...).

La phytothérapie est le traitement par les plantes médicinales. Il existe deux types de phytothérapie :

- La pratique traditionnelle de la phytothérapie est définie par l’absence d’études cliniques ou médicales. Elle est directement appliquée par l’utilisation des plantes, sous diverses formes dans le but de conserver les principes actifs. Les plantes peuvent alors être utilisées fraîches (très rarement) ou séchées pour éviter la décomposition.

- La phytothérapie peut aussi être appliquée en se basant sur les avancées scientifiques. Le but est ici de chercher les extraits actifs des plantes afin de les standardiser, ce qui conduit aux phytomédicaments. La circulation de ceux-ci est soumise à une réglementation selon les pays, et demande une autorisation pour être mis sur le marché.

Différente de la phytothérapie qui fait usage de l’ensemble des éléments d’une plante, l’aromathérapie n’utilise que la fraction odorante, volatile et extraite des végétaux : l’huile essentielle.

a- Les matières premières naturelles

Trois principaux modes d’utilisation des végétaux en thérapeutique:

- Plantes entières ou parties de plantes : Drogues végétales, matières premières brutes, plantes ou parties de plantes ayant subi le minimum de manipulation et de transformation avant utilisation.
- Préparations à base de plantes : préparations extractives, produits obtenus en traitant les plantes de façon à réunir les constituants actifs sous un volume réduit de liquide (solvant).

Les procédés de dissolution extractive en fonction des conditions opératoires conditionnent le nom des produits obtenus:

1/ Les tisanes

Elles sont obtenues par différents procédés:

- Macération: contact entre le matériel végétal et l'eau potable à température ambiante ou à froid pendant une durée appréciable, de 30 min à plusieurs h (4 h)
- Digestion: contact entre le matériel végétal et l'eau potable à température supérieure à l'ambiante (25 °C), mais inférieure à la température d'ébullition pendant 1 h à 15 h.
- Décoction: Contact entre le matériel végétal et l'eau , maintenir à ébullition pendant un certain temps, de quelques minutes à plusieurs heures.
- Infusion: L'infusion est la macération à chaud pendant un temps court qui consiste à verser de l'eau bouillante sur la plante médicinale et la laisser en contact. ...
- Lixiviation ou percolation: faire traverser lentement le matériel végétal pulvérisée (broyée) de haut en bas par le solvant froid qui entraîne les substances à extraire.

2/ Les teintures végétales

Elle sont préparées par les laboratoires homéopathiques à partir des plantes fraîches, elles sont faciles à prendre et doivent être diluées car elles sont alcoolisées. Ce sont des liquides obtenus en traitant les plantes séchées par l'alcool. En général, le rapport plante séchée/alcool est de 1/ 5. L'éthanol est le solvant le plus souvent recommandé. Le degré alcoolique final de la réparation finale est entre 60° et 70°
Exemple: teintures d'eucalyptus.

3/ Les extraits

Ce sont des préparations de consistance liquide, semi-solides ou solides résultant généralement de l'évaporation ou de la concentration d'une solution extractive. Selon le degré de concentration, on obtient :

- Extraits fluides à consistance liquide (à base d'éthanol)
- Extraits mous ou extraits semi-solides à consistance pâteuse (10 à 20 % d'eau)
- Extraits secs pulvérulents, renferment environ 8 % d'humidité résiduelle.

4/ Les nébulisats

Ce sont des extraits secs pulvérulents obtenus par un procédé particulier appelé nébulisation ou atomisation. Le procédé consiste à disperser la solution extractive sous la forme de fines gouttelettes ou de brouillard dans une enceinte traversée par un courant gazeux très chaud (150 à 200 °C).

Les fines gouttelettes sont séchées instantanément pour donner une poudre.

Le nébulisat se caractérise physiquement par:

- la faible densité, poudre très légère

- le volume spécifique qui est très élevé
- la Poudre qui est très hygroscopique

5/ Les huiles essentielles (HE)

Ce sont des liquides de composition complexe, volatils, aromatiques (odorants), contenus dans les plantes à essence. Les essences sont libérées de la plante sous l'action de la vapeur et de la chaleur. Elles sont très peu denses, en général de densité inférieure à celle de l'eau. Elles sont facilement miscibles aux liquides apolaires : huiles, alcool...

La principale méthode de préparation des HE est la distillation. Sous l'effet de la chaleur, les vapeurs de solvant (eau) entraînent les eaux florales et les essences. Ces vapeurs sont condensées et séparées plus loin pour générer l'HE.

6/ Les Suspensions Intégrales de Plantes Fraîches : Les plantes fraîches cryobroyées sont en suspension dans l'alcool à 30°C.

7/ Les produits secs, déshydratés ou lyophilisés

C'est une forme issue de la culture des PAM sous forme de partie de plante, récoltée, séchée, et triée. Cette partie de plante peut être la fleur, la sommité fleurie, les sépales, la feuille mondée (séparée de la tige), la tige avec feuilles, le fruit sous forme de baie ou de graine, la plante entière, la partie souterraine (racine, stolon, tubercule, rhizome,..) principalement. Ces formes sont définies dans le cadre de la pharmacopée européenne, qui caractérise la forme à commercialiser sous forme de normes.

Certaines parties de plantes peuvent être obtenues de manière très mécanisée, d'autres parties sont beaucoup plus délicates à obtenir, dans ce type de produit, les étapes de coupe, récolte, séchage, et tri influent directement sur la qualité du produit fini, donc sa rémunération.

VI-2 Dans les industries agro-alimentaires

Les vertus antiseptiques, et en même temps les propriétés aromatisantes des essences s'utilisent quotidiennement dans les préparations culinaires (thym, ail, ...). Les essences aromatiques donnent aux condiments (poivre, gingembre,...) et aux aromates (menthe, anis, laurier,...) leurs saveurs. Les arômes sont à base d'huiles essentielles (citron, anis, vanille,...). Ainsi les essences d'anis et de badiane sont les principales sources d'anéthol naturel, composé utilisé en liquoristerie (fabrication des boissons anisées) et en confiserie (bonbons, chocolat,...). De même la vanille sert à aromatiser les biscuits, les chocolats, les glaces,...). Par ailleurs, le pouvoir antioxydant de certaines essences permet la conservation des aliments en évitant les moisissures. Actuellement, l'industrie agro-alimentaire utilise des essences dans les préparations surgelées non seulement pour rehausser le goût mais aussi pour empêcher les contaminants alimentaires de se développer (effet antimicrobien).

VI-3 En parfumerie

L'industrie du parfum fait partie du grand ensemble des biens de consommation (la fabrication de produits cosmétiques, de produits divers pour l'hygiène corporelle, de détergents, mais surtout de parfums). C'est le débouché principal des huiles essentielles, des concrètes, des absolues et autres résinoïdes, même si le coût élevé des produits naturels conduit parfois à privilégier (pour les formulations de grande diffusion) les produits synthétiques. Il faut toutefois noter que la formulation des

essences et parfums synthétiques nécessite parfois un apport d'huile essentielle naturelle.

On appelle parfum une composition aromatique comportant entre 15 et 30 pourcent d'huiles essentielles contre un mélange eau alcool de 85 à 70 pourcent (la part de l'eau peut varier de 5 à 10 pourcent). Ce que l'on appelle eau de parfum sera moins concentré en huiles essentielles (8 à 15 pourcent) tandis que la part restante (85 à 92 pourcent) sera un peu plus concentrée en eau. Vient ensuite l'eau de toilette (4 à 8 pourcent d'huiles essentielles) et l'eau de Cologne (3 à 5 pourcent d'huiles essentielles).

Généralement, un parfum associe au minimum 2 ou 3 types d'huiles essentielles : des huiles essentielles « notes de base », « notes de cœur » et « notes de tête ».

- Les huiles essentielles « notes de tête » : Ce sont les notes les plus volatiles et sont celles qui donnent la première impression à l'ouverture du flacon lors de la découverte d'un parfum. Ces notes ne durent que quelques minutes à quelques heures, elles sont cependant déterminantes dans le choix d'un parfum. Les notes de tête sont surtout les notes fraîches et toniques comme les notes d'agrumes, les notes vertes et les notes aromatiques (exemple huile essentielle de Genévrier, huile essentielle de lavande, de basilic,...
- Les huiles essentielles « notes de cœur » : Elles se révèlent à partir du moment où les notes de tête commencent à s'atténuer. Elles sont constituées de composantes olfactives de volatilité moyenne, généralement très affirmées comme notes fleuries de jasmin et de violette, les notes fruitées et les notes épicées. Ces notes véhiculent l'identité et la puissance du parfum et peuvent durer plusieurs heures (exemple : huile essentielle de thym, huile essentielle de pin,...).
- Les huiles essentielles « notes de base », ou « notes de fond » : Ce sont des notes peu volatiles, à l'odeur persistante, constituées de composants olfactifs lourds. Elles servent aussi de fixateur aux notes de tête et de cœur et permettent ainsi à l'ensemble du parfum de durer longtemps. (exemple : huile essentielle de cannelle).

a- Les matières premières naturelles

Quel que soit leur procédé d'obtention, les matières premières naturelles sont constituées de multiples molécules aromatiques en proportions différentes. C'est le nombre, le type et les proportions de ces diverses molécules aromatiques qui sont à l'origine des odeurs différentes propres à chaque plante.

Les molécules aromatiques sont plus ou moins volatiles et concentrés d'une plante à une autre. Le mode d'extraction devra donc être différent :

1/ Les absolues : il y a 2 manières d'obtenir une absolue :

- la matière première végétale est « enflourée » dans de la graisse, qui est ensuite extraite à l'alcool pour en extraire les composés odorants. L'alcool obtenu est ensuite évaporé pour donner l'absolue.
- la matière première végétale est macérée dans un solvant volatile approprié. Le solvant est ensuite évaporé pour laisser une pâte, appelée concrète, qui renferme les composés odorants, les cires et les composés huileux de la plante. La macération de la concrète dans l'alcool, permet de solubiliser et donc d'extraire uniquement les molécules odorantes. Après filtration, l'alcool est évaporé pour donner l'absolue.

Les absolues sont solubles dans l'alcool et dans les émulsions, et le plus souvent dans les corps gras (huiles, beurres).

2/ Les huiles essentielles : obtenues par distillation à la vapeur (ou par pression des péricarpes dans le cas des agrumes), les huiles essentielles sont des concentrés des molécules volatiles de la plante. Ce sont avec les absolues les "reines de la parfumerie". Les huiles essentielles sont solubles dans l'alcool, les corps gras (huiles, beurres) et dans les émulsions. En revanche elles sont insolubles dans l'eau.

3/ Les extraits CO₂ : même si son nom évoque la haute technologie, l'extraction au CO₂ supercritique reste un procédé d'extraction 100% naturel et très écologique qui, selon la nature de la plante extraite, permet d'obtenir des matières premières intéressantes en parfumerie. En effet, les extraits CO₂ sont des extraits « complets » à l'odeur souvent plus proche de celle de la plante que l'huile essentielle. De plus ces extraits CO₂ sont dosés en actifs odorants. Les extraits CO₂ sont solubles dans les corps gras (huiles, beurres) et dans les émulsions, et parfois dans l'alcool.

4/ Les hydrolats : constitués à plus de 99% d'eau, et chargés des molécules odorantes des plantes, ils sont solubles dans l'alcool et dans l'eau mais insolubles dans les corps gras. Ils peuvent s'utiliser pour baisser le titre alcoolique des parfums en apportant une note supplémentaire. Utilisations en parfumerie principalement dans les parfums alcooliques.

5/ Les extraits aromatiques naturels : solubles dans l'alcool, ils sont très utiles dans les formules de parfums pour ajouter une note gourmande : sucrée, fruitée, cacaotée ...

6/ Les fragrances cosmétiques naturelles : ce sont déjà des parfums à part entière et elles sont surtout destinées à être utilisées pour parfumer vos cosmétiques. Etant solubles dans l'alcool, elle peuvent entrer dans la composition de parfums alcooliques.

7/ Les huiles végétales et les macérâts huileux : certains, naturellement parfumés, peuvent entrer dans la composition de parfums huileux et de parfums solides.

b-Composition d'un parfum

Un parfum est constitué :

- d'une partie odorante concentrée (mélange d'huiles essentielles, absolues, concrètes...), souvent appelée "parfumage"
- d'un support (alcool, huile, baume)
- et éventuellement d'un fixateur, ce sont souvent les notes de fond qui servent de fixateur.

Selon le support, on obtient différents types de parfums :

- **Parfums alcooliques** : Ce sont les plus courants. Le support est l'alcool (éthanol). Celui-ci a l'avantage de bien solubiliser les composés odorants et d'être très volatil, ce qui lui permet de s'évaporer pour ne laisser sur la peau que le parfum. Il assure aussi la bonne conservation du produit. La concentration en concentré odorant détermine la puissance et la tenue du parfum. On distingue :

Type de parfum	Concentration	Tenue
Parfum	15 à 30%, voire jusqu'à 40%	un à plusieurs jours
Eau de parfum	8 à 20%	plusieurs heures
Eau de toilette	6 à 12%	2 à 3 heures

Eau fraîche

inférieure à 8%

1 ou 2 heures

- Les parfums huileux : Il est aussi possible de réaliser des parfums huileux en dissolvant des matières premières odorantes dans de l'huile. Vérifiez bien que toutes vos matières premières sont solubles dans l'huile. Les parfums huileux sont très doux sur la peau et s'utilisent par petites touches sur les zones que l'on souhaite parfumer.
- Les parfums solides : Souvent appelés « concrètes de parfum », les parfums solides sont une autre forme de parfum huileux, très pratique en voyage ou dans votre sac à main. Les composés parfumants sont dilués dans une base de type baume : mélange d'huile végétale, de beurre végétal et de cire de soja ou acide stéarique. Ces parfums solides s'appliquent en petite quantité derrière l'oreille, sur le plexus, à l'intérieur des poignets...

c-Fabrication

Les huiles essentielles, essences absolues ou résinoïdes sont produites par des sociétés de fabrication et de transformation de matière première traitée sur son lieu de culture, puis acheminée sous forme de concrète à l'usine, où elle est transformée en absolue. Les parfumeurs, notamment les grandes marques, s'approvisionnent chez ces sociétés de fabrication ou achètent directement auprès des producteurs. Certaines de ces grandes marques effectuent elles-mêmes le mélange des matières premières, naturelles et de synthèse, à partir de la formule secrète dont elles sont les seules dépositaires. Elles fabriquent alors ce que l'on appelle le concentré.

D'autres parfumeurs font envoyer les matières premières dans des sociétés de composition de parfum, qui disposent de la formule et sont donc à même de fabriquer les concentrés. Ceux-ci seront ensuite dirigés vers les usines des grandes marques ou vers des établissements spécialisés dans le conditionnement qui travail pour plusieurs marques.

L'étape suivante s'appelle la macération. L'opération consiste à laisser en contact prolongé le concentré et l'alcool dans de grandes cuves en acier inoxydable afin d'obtenir une qualité olfactive optimale. La quantité d'alcool mélangée dépend du type de produit que l'on veut obtenir: (parfum, eau de toilette, eau de parfum, etc.)

Le temps de macération varie de quelques semaines à 3 mois suivant les produits. Durant cette période, un certain nombre de substances végétales forment un précipité. Ce dépôt est éliminé par des opérations de glaçage (solidification) entre 0°C et - 10 °C ainsi que de filtrage qui permettent d'obtenir un liquide limpide. Les cuves sont rincées après chaque nouvelle macération. On procède ensuite au conditionnement. Dans les usines modernes, les cuves de macérations sont très souvent reliées à des machines automatisées: mise à niveau, sertissage, codification du flacon grâce à un numéro de lot qui authentifie sa provenance, serrage du bouchon, pose de l'étiquette...

VII- Stratégie et perspectives de développement de la filière des PAM à Kasserine

La stratégie du secteur des PAM porte aussi bien sur son développement que sur la consolidation de l'existant. Sa mise en œuvre constructive et dynamique nécessiterait un ensemble d'actions intégrées autour des principaux axes suivants :

Axe 1 : La capitalisation de savoir-savoir et savoir-faire des PAM

La création d'une plateforme des PAM est envisagée pour regrouper les informations (scientifiques, techniques, commerciales,...) sur des équipements, des ressources et des références concernant la culture et la transformation de plantes médicinales au niveau national. L'impact souhaité est de :

- favoriser les pratiques culturelles et d'encourager un accroissement du volume des plantes médicinales cultivées en Tunisie ;
- valoriser les PAM de la région (favoriser les partenariats recherche et développement avec les structures de recherche nationales et européennes) ;
- créer un centre d'information doté de ressources pour favoriser la connaissance de la filière et ses évolutions sur les PAM avec des entrées géographiques, économiques, techniques et scientifiques, appui à la recherche, la formation et le développement de projets,
- créer un observatoire des marchés sur les PAM ;
- animer un réseau d'experts pluridisciplinaire.

La valorisation des PAM pour l'industrie pharmaceutique et nutraceutique entreprend une série d'études utilisant des procédures scientifiques:

- Etude des limites toxicité des extraits de la plante pour confirmer l'innocuité;
- Etude de l'activité pharmacologique, extrêmement importante pour confirmer l'efficacité thérapeutique;
- Etude phytochimique des extraits pour une meilleure connaissance des constituants chimiques et d'éventuels principes actifs utiles pour le contrôle de qualité.
- Etude de la formulation adéquate;
- Etude clinique avec les structures hospitalières spécialisées;
- Etude de la production et de sa mise sur le marché.

La Tunisie peut élaborer sa propre pharmacopée pour tirer le maximum du profit de l'héritage traditionnel et encourager l'industrialisation des produits issus des plantes, ce qui implique la constitution d'un fonds suffisant de plantes et usages médicinaux dans la Tunisie et représentera un patrimoine riche pour l'exploration de nouvelles ressources (médicaments, compléments alimentaires, etc.).

Axe 2 : La diversification des produits issus des PAM, l'industrialisation et l'amélioration de la productivité

Le regroupement des connaissances sur l'industrialisation à travers le développement des activités de recherche orientée vers la production de plantes médicinales (conventionnelle et biologique) et vers la mutation à de nouvelles technologies renforcera la filière des PAM. L'objectif est de donner accès aux entreprises à des renseignements pertinents et à des solutions technologiques qui répondent à leurs besoins.

Il s'agit d'impliquer les structures de recherches pour réaliser et surveiller des essais selon des protocoles précis et ceci afin de:

- Etudier le comportement de plantes à cultiver, aux différentes conditions climatiques de nombreuses espèces importantes présentant différentes formes de croissance et d'écologie ceci permettra de prévoir la vulnérabilité des écosystèmes très divers et les précipitations climatiques.
- Sélectionner les variétés les plus performantes et les plus adaptées aux conditions de productions et assurer leur multiplication (préservation, banque des gènes,...).
- Etudier les effets des engrais organiques et des apports d'eau sur les différentes espèces à cultiver.
- Etudier les méthodes de transformation (séchage, extraction, distillation, cryobroyage...), d'emballage (des plantes naturelles ou dérivés...) et de stockage.
- Promouvoir la fabrication des spécialités pharmaceutiques ou suppléments d'aliments à base de plantes, et définir les lieux de ventes selon des critères bien définis.
- Se conformer aux exigences techniques normatives des produits des PAM (ISO, NT, EN,....).

Il faut faire participer les organisations agricoles au développement de la filière par la rédaction des bonnes pratiques agricoles BPA et leur diffusion. Ces pratiques doivent permettre:

- L'amélioration de la production à partir de plantes spontanées
- Standardiser la production tant sur le plan de la qualité que de la productivité ;
- Mettre au point des techniques culturales adaptées pour chaque espèce végétales ;
- La conservation des plantes aromatiques et médicinales en organisant la collecte, et l'exportation (calendrier de cueillette et calendrier d'exportation)
- La caractérisation des PAM à l'aide de fiches techniques
- La description exacte des produits naturels: La date du collecte, d'emballage, d'embarquement ou débarquement
- La certification des conditions de la production biologique.

Ces initiatives permettent de préparer le secteur à opérer la mutation d'un secteur fournisseur de matières premières non transformées à un véritable secteur industriel offrant des gammes de produits à forte valeur ajoutée destinées aussi bien au marché local qu'au marché international. Le développement, voire même la survie du secteur, passe par son évolution du stade artisanal au stade industriel.

Une telle mutation est favorisée par la présence des entreprises locales opérant dans le domaine de cosmétiques, parfumerie, pharmaceutiques, performantes et disposant de capacités et de compétences confirmées dans leur domaine.

Axe 3 : La promotion et l'animation du secteur tout en créant des synergies positives avec d'autres secteurs ;

La promotion du secteur nécessite l'instauration d'un environnement économique et législatif permettant de favoriser les dynamiques de production et de transformation et d'encourager les initiatives des acteurs de développement qu'elles soient individuelles ou collectives ainsi que le développement d'une recherche appliquée et innovatrice qui doit être en mesure de mieux faire connaître le potentiel naturel du pays, de le préserver et de proposer des solutions techniques à l'ensemble des questions qui se posent à tous les niveaux de la filière, depuis la production jusqu'à la transformation.

Les plantes aromatiques et médicinales sont au cœur des préoccupations des politiques locales et de la stratégie de l'économie tunisienne. Les acteurs locaux ont pris conscience que ce secteur pourrait être un moteur de développement local compte tenu de l'importance économique et écologique de ces plantes. Cependant, ce secteur est relativement peu exploité à l'échelle locale, et tous les efforts s'orientent vers l'exportation. De plus, peu d'institutions émanent de la filière, qui s'appuie plutôt sur des structures publiques d'ordre général.

Une animation globale du secteur tant aux plans technique, scientifique, commercial que promotionnel est nécessaire pour démarrer, suivre et contrôler l'impact des actions à réaliser.

L'objectif est de susciter un portage collectif des actions à plusieurs niveaux :

- prospecter des marchés étrangers et les actions commerciales communes à l'international;
- Négocier de grands contrats stratégiques pour la zone à l'export.
- Créer un consortium d'exportation des produits innovants issus des PAM.
- Élaborer un programme structuré de démarchage
- Vulgariser les outils de financements de l'Etat
- Assurer une veille stratégique sur les principales évolutions et défis auxquels est confrontée l'économie du gouvernorat de Kasserine (outils de veille et de réseaux d'information lui permettant d'analyser les évolutions économiques en cours et d'avoir une vision prospective).
- Mettre en place un incubateur faisant de la recherche un moyen de développement socio-économique local et régional par la création des start-up et Spin-off, et leur proposer avec le partenariat du Centre d'Affaires de Kasserine un ensemble de services adaptés à leur besoin (technologie, Business Plan, Comptabilité, Marketing, Développement des procédés et leur adaptation, audit...). Ceci favorise l'émergence de jeunes entreprises à fort potentiel d'innovation, de développement et de création d'emploi

Axe 4 : La promotion des populations locales, la préservation et la gestion durable de la ressource.

- Former les agriculteurs sur les bonnes pratiques agricoles afin d'assurer une reproductibilité de la culture et préserver la même qualité des produits issus des plantes aromatiques, à parfum et médicinales.
- Pérenniser le métier agriculteur qualifié à travers la révision du cadre réglementaire et la mise en place d'un système d'incitation efficace
- Améliorer les connaissances de la population locale sur les espèces végétales aromatiques, médicinales, et alimentaires, de leurs principes actifs et des produits qu'elles contiennent, les industries qui utilisent ses produits et des marchés qui les distribuent; en vue d'intéresser cette population à la richesse et la biodiversité de la flore végétale pour la sauvegarder et la protéger en faisant une utilisation raisonnable
- Orienter les producteurs et les entreprises locales vers des activités rentables et des marchés fiables ;
- former les jeunes diplômés qui participeront à la création et au fonctionnement des unités de transformation des PAM ou qui participent à la cueillette.
- Etablir des quotas de cueillettes par espèce et par type de culture (conventionnelle ou biologique).
- Organiser de manifestations liées à l'entreprenariat.

Kasserine ne fait pas partie de TUNISIA EXPORT NETWORK qui regroupe 8 chambres de commerce et d'industries régionales, il est nécessaire de générer des opportunités d'affaires pour les entreprises à travers la signature d'une convention avec le centre de promotion des exportations CEPEX.

VIII- Fiches Projets

Fiche projet 01

Fiche N°	01
Nom du projet:	Fabrication des crèmes aux extraits des PAM
Description	Utilisation des extraits issus des PAM dans des formulations cosmétiques
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Secteur d'activité	Industrie Chimique
Gamme de produits	La gamme des produits à fabriquer s'établit comme suit: - Crèmes pour brûlures et piqûre d'insectes: HE feuille olivier, armoise, grande mauve - Crèmes cicatrisantes : Ciste, poudre de feuille de globulaire - Crèmes antiparasitaires : HE cade, marrube
Matières premières	- Principe actif : Extrait de plante (huile essentielle, poudre, hydrolat..); - Conservateur; - Régulateur de pH; - Agent Epaississant; - Diluant - Agent mouillant et de traitement de la peau; - Parfum - Colorant ou pigment ;
Principaux fournisseurs	Fournisseurs locaux des extraits de plantes Autres fournisseurs pour les ingrédients : Rhodia, SEPPIC, DEGUSSA
Processus de fabrication	Le procédé de fabrication s'établit en différentes étapes: - Préparation de la phase aqueuse : dissolution des excipients + principe(s) actif(s) hydrosoluble dans le solvant aqueux. Chauffage à 60°C - Préparation de la phase huileuse : fusion des excipients gras et dispersion des excipients + principe(s) actif(s) liposolubles. Maintien de cette phase à une température de 60°C. - Emulsification : Mélange de deux phase dans le turbo-émulsionneur à 60°C sous une agitation turbine + agitation planétaire jusqu'à parfaite homogénéisation. - Refroidissement de l'émulsion obtenue à température ambiante. NB : l'ajout de(s) principe(s) actif(s) thermolabile(s) peut se faire après un premier refroidissement à 35-40°C puis continuer le refroidissement à température ambiante. - Verser dans des flacons. Fermer hermétiquement et étiqueter.
Liste des équipements:	Mélangeur sous vide 300 litres 130 000 DT Mélangeur liquide 300 litres 50 000 DT Installation d'eau osmosée 30 000 DT 02 Compresseurs d'air avec sécheur, réservoir et filtre 50 000 DT 02 Pompes de transfert des produits liquides 15 000 DT Cuve de stockage de produit semi-fini 300 litres 30 000 DT

	Remplisseuse automatique forme émulsion 50 000 DT Sertisseuse 25 000 DT Etiqueteuse 30 000 DT Balances industrielles 30 000 DT Equipements de traitement de l'air pour zone propre 250 000 DT Matériel de laboratoire 30 000 DT Transpalette 5 000 DT Chariot élévateur 5 000 DT
Capacité de production	20 m ³ /an de produits finis
Emploi	1 ingénieur Chimiste 3 techniciens supérieurs 6 Agents d'exécution
Marché	Les grandes surfaces et les hyper marchés ; le marché libyen : 50% Local 50% Export
Evolution du marché	Les crèmes sont principalement importés, il serait plus important que ces produits soient fabriqués localement avec des ingrédients naturels.
Observations	Cette unité devra produire en salle propre et mettre en place les BPF des produits cosmétiques (ISO 22716) Les extraits naturels sont trop demandés surtout pour les grandes firmes connues sur l'échelle internationale.

Fiche projet 02

Fiche N°	02
Nom du projet:	Fabrication des savons antiseptiques aux extraits des PAM
Description	Utilisation des extraits issus des PAM dans la formulation d'un savon transparent
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Secteur d'activité	Industrie Chimique
Gamme de produits	Savon dur antiseptique: exemple avec l'huile de cade (Genévrier)
Matières premières	- Extrait de plante (huile essentielle, poudre, hydrolat, oléorésine,...) (2-10 %) : - Acide gras de coprah : 17-22% - Acide gras d'huile de palme : 21-26% - Hydroxyde d sodium: 10-15 % - Sorbitol ou glucose : 10-15 %.
Principaux fournisseurs	Fournisseurs locaux des extraits de plantes Autres fournisseurs pour les ingrédients : Rhodia, SEPPIC, DEGUSSA
Processus de fabrication	Le procédé de fabrication s'établit en différentes étapes: - Dans une cuve agitée en inox, verser les acides gras et l'hydroxyde et chauffer 80-100°C (2-3 h); - Ajouter le sorbitol et l'extrait de plante et agiter jusqu'à homogénéisation. - Pour le savon dur : laisser refroidir, mouler et découper les savonnettes

Liste des équipements:	Bac de cuisson 100 kg/heure : 10 000 DT Boudineuse ou extrusion-structure de mini savon de toilette automatique 20 000 DT Accessoires 50 000 DT
Capacité de production	500 kg/j de savons
Emploi	1 ingénieur Chimiste 3 techniciens supérieurs 6 Agents d'exécution
Marché	Les grandes surfaces et les hyper marchés, le marché libyen : 50% Local 50% Export
Evolution du marché	Les savons antiseptiques sont principalement importés (exemple la marque Dettol), il serait plus important que ces produits soient fabriqués localement avec des ingrédients naturels.
Observations	Cette unité devra produire en salle propre et mettre en place les BPF des produits cosmétiques (ISO 22716) L'efficacité de ces savons doit être vérifiée par des tests aux laboratoires.

Fiche projet 03

Fiche N°	03
Nom du projet:	Fabrication d'une lotion corporelle désinfectante et désodorisante
Description	Utilisation des extraits issus des PAM dans des formulations des lotions pour l'hygiène corporelle.
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Secteur d'activité	Industrie Chimique
Gamme de produits	lotion corporelle désinfectante et désodorisante : Pin d'Alep, thym
Matières premières	Partie A. Diluant (eau) Emulsifiant 2% Agent chélatant 0,05 % Humectant : 1-3,5 % Partie B. Emollient : 12 % Adoucissant de peau : 1 % Opacifiant : 1% Antioxydant : 0,5% Partie C. Humectant : 1% Extrait de plante : 0,5- 1 % Pigment : 0,5 % Conservateur : 0,5%
Principaux fournisseurs	Fournisseurs locaux des extraits de plantes Autres fournisseurs pour les ingrédients : Rhodia, SEPPIC, DEGUSSA
Processus de fabrication	Le procédé de fabrication s'établit en différentes étapes: - Dans une cuve agitée en inox, mélanger les ingrédients de la partie A dans l'eau chaude sous agitation 60 - 65 °C. - Dans une cuve séparée, mélanger les ingrédients de la partie B sous agitation et chauffage à 60 - 65 °C. Mélanger jusqu'à

	<p>l'homogénéité du mélange.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ajouter la partie B à la partie A, sous agitation, en maintenant la température à 60 - 65 °C. Mélanger jusqu'à uniformité du mélange. - Refroidir le mélange à 40 °C sous agitation. - Verser les ingrédients de la partie C sous agitation. Mélanger jusqu'à l'homogénéité du mélange. <p>Procéder au conditionnement du produit</p>
Liste des équipements:	<p>Mélangeur sous vide 300 litres 130 000 DT Mélangeur liquide 300 litres 50 000 DT Installation d'eau osmosée 30 000 DT 02 Compresseurs d'air avec sécheur, réservoir et filtre 50 000 DT 02 Pompes de transfert des produits liquides 15 000 DT Cuve de stockage de produit semi-fini 300 litres 30 000 DT Remplisseuse automatique forme émulsion 50 000 DT Sertisseuse 25 000 DT Etiqueteuse 30 000 DT Balances industrielles 30 000 DT Equipements de traitement de l'air pour zone propre 250 000 DT Matériel de laboratoire 30 000 DT Transpalette 5 000 DT Chariot élévateur 5 000 DT</p>
Capacité de production	20 m ³ /an de produits finis
Emploi	<p>1 Ingénieur. Chimiste 3 techniciens supérieurs 6 Agents d'exécution</p>
Marché	<p>Les grandes surfaces et les hyper marchés, le marché libyen :</p> <p>50% Local 50% Export</p>
Evolution du marché	<p>Les produits d'hygiène corporelle sont principalement importés, il serait plus important que ces produits soient fabriqués localement avec des ingrédients naturels.</p>
Observations	<p>Cette unité devra produire en salle propres et mettre en place les BPF des produits cosmétiques (ISO 22716) L'efficacité de ces lotions doit être vérifiée par des tests aux laboratoires.</p>

Fiche projet 04

Fiche N°	04
Nom du projet:	Fabrication d'un shampoing antipelliculaire aux extraits des PAM
Description	Utilisation des matières premières issues des PAM dans des formulations des shampoings.
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Secteur d'activité	Industrie Chimique
Gamme de produits	<p>La gamme des produits à fabriquer s'établit comme suit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Shampoings antipelliculaire : HE thym, HE romarin+HE feuille

	olivier
Matières premières	Tensioactif (anionique et/ou non ionique et/ou amphotères) : 15 à 30% Stabilisateur de mousse : 1 à 4% Epaississant : 0-5% Agent anti pellicule : 0,5 à 1,5 % d'extrait de plante Humectant : 1 à 5 % Antioxydant : 0- 2% Conservateur : 0,1 à 1 % Colorant : 0- 0,5 % Parfum : 0,5 à 1 % Surgraissant Adoucissant
Principaux fournisseurs	Fournisseurs locaux des extraits de plantes Autres fournisseurs pour les ingrédients : Rhodia, SEPPIC, DEGUSSA
Processus de fabrication	Le procédé de fabrication s'établit en différentes étapes: - Phase A : Dans une cuve agitée en inox, chauffer l'eau (40°C), disperser l'épaississant sous agitation intensive. Réduire la vitesse de mélange après que le polymère soit dispersé. Puis ajouter l'humectant et le neutralisant du pH. Mélanger jusqu'à homogénéité. Ajouter les autres ingrédients de la partie A dans l'ordre : tensioactif, conservateur et diluant (eau). - Phase B : Mélanger les autres ingrédients dans l'eau chaude (30-40 °C) et l'ajouter à la phase A. Mélanger jusqu'à ce qu'il soit uniforme Procéder au conditionnement du produit fini.
Liste des équipements:	Mélangeur sous vide 300 litres 130 000 DT Mélangeur liquide 300 litres 50 000 DT Installation d'eau osmosée 30 000 DT 02 Compresseurs d'air avec sécheur, réservoir et filtre 50 000 DT 02 Pompes de transfert des produits liquides 15 000 DT Cuve de stockage de produit semi-fini 300 litres 30 000 DT Remplisseuse automatique forme émulsion 50 000 DT Sertisseuse 25 000 DT Etiqueteuse 30 000 DT Balances industrielles 30 000 DT Equipements de traitement de l'air pour zone propre 250 000 DT Matériel de laboratoire 30 000 DT Transpalette 5 000 DT Chariot élévateur 5 000 DT
Capacité de production	20 m ³ /an de produits finis
Emploi	1 Ingénieur. Chimiste 3 techniciens supérieurs 6 Agents d'exécution
Marché	Les grandes surfaces et les hyper marchés, le marché libyen : 50% Local 50% Export
Evolution du marché	Les produits d'hygiène corporelle sont principalement importés,

	il serait plus important que ces produits soient fabriqués localement avec des ingrédients naturels.
Observations	Cette unité devra produire en salle propres et mettre en place les BPF des produits cosmétiques (ISO 22716).

Fiche projet 5

Fiche N°	05
Nom du projet:	Extraction et encapsulation de l'huile essentielle des PAM
Description	Extraction des molécules actives des PAM et leur encapsulation pour les utiliser à des fins thérapeutiques et des soins corporelles dans les produits cosmétiques et d'hygiène corporelle ; pharmaceutique, nutraceutique...
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur ou entreprise existante
Secteur d'activité	Industrie Chimique
Gamme de produits	Huiles essentielles
Matières premières	Plantes aromatiques et médicinales
Principaux fournisseurs	- Agriculteurs des PAM ; - Cueilleurs locaux des PAM
Processus de fabrication	Le procédé d'extraction supercritique à CO2 de l'huile essentielle des PAM est le suivant : Le CO2 est pompé ensuite à travers l'extracteur formé essentiellement de plateaux perforés sur lesquels les plantes sont déposées. Le CO2 passe à travers les perforations des plateaux. Il pénètre dans le cœur des cellules. Il en extrait les molécules qui vont se dissoudre dans l'eau. La vapeur s'échappe ensuite du corps cellulaire. Puis, en agissant sur les conditions de température et de pression pour transformer l'état supercritique en gaz, et le récupérer chargé des molécules. Le procédé d'extraction peut être suivi par le procédé de microencapsulation afin d'obtenir une poudre : - Atomisation et pulvérisation - Tamisage et récupérer la poudre
Liste des équipements:	Extracteur supercritique fluide 200 000 DT 02 Cuves en inox 200 litres 30 000 DT Tamis Industriels 10 000 DT Atomiseur (sprayer dryer) 1.000.000 DT Equipements de manutention: 70 000 DT
Capacité de production	100 litre/mois d'huile et 100kg/mois de poudre.
Emploi	02 Ingénieurs Chimistes 03 Techniciens supérieurs 03 Agents d'exécution
Marché	Parfumeurs, laboratoires pharmaceutiques, entreprises de produits cosmétiques locaux et à l'export : 30% Local, 70% Export
Evolution du marché	Les extraits naturels encapsulés sont trop demandés car les molécules actives sont bien préservées surtout pour les grandes firmes connues sur l'échelle internationale.

	Les extraits des PAM sont utilisées dans plusieurs domaines: - Utilisation pharmaceutique, - Utilisation cosmétique, - Utilisation nutraceutique
Observations	Ce type d'industrie est universel, il peut se charger de transformer tout matériel végétal valorisé.

Fiche projet 06

Fiche N°	06
Nom du projet:	Fabrication des gélules de poudre des PAM
Description	Lyophilisation des parties des PAM (fleur, tige, graine, écorce, racine,...) pour l'obtention d'une poudre plus active et stable pour des fins thérapeutiques ou des soins corporels.
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Secteur d'activité	Industrie Chimique
Gamme de produits	Gélule pour régime alimentaire : Grande mauve, graine de caroube Gélules thérapeutiques : poudre d'Ail, poudre de feuille d'olivier
Matières premières	PAM concernée et gélatine (produit d'enrobage)
Principaux fournisseurs	- Agriculteurs des PAM ;
Processus de fabrication	- Nettoyage de la partie de la plante - Dépôt de la matière nettoyée dans la machine de lyophilisation : Le procédé de lyophilisation comprend trois étapes : la lyophilisation, le séchage primaire et le séchage secondaire. - Broyage et tamisage - Conditionnement dans des gélules.
Liste des équipements:	Lyophilisateur 300 litres 700 000 DT Mélangeur liquide de capacité 300 litres 50 000 DT Géluleuse 70 000 DT Blistereuse 80 000 DT Vignetteuse étiqueteuse 40 000 DT Encartonneuse 50 000 DT Equipements de traitement de l'air pour zone propre 250 000 DT Matériel de laboratoire 30 000 DT
Capacité de production	1000 gélules/jour.
Emploi	02 Ingénieurs Chimistes 02 Techniciens supérieurs 03 Agents d'exécution
Marché	Les pharmacies, les grandes surfaces, les magasins de diététiques,... : 70% Local, 30% Export
Evolution du marché	Le type d'application de la poudre des PAM se fixe d'après les propriétés de la partie utilisée (graines, fleur, fruit, écorce..).

Observations	Ce type d'industrie est universel, il peut se charger de transformer tout matériel végétal valorisé. Cette unité devra produire en salle propre et mettre en place les BPF pharmaceutiques.
--------------	--

Fiche projet 07

Fiche N°	07
Nom du projet:	Eau de Cologne
Description	Formulation des parfums à partir des huiles essentielles des PAM
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Secteur d'activité	Industrie Chimique
Gamme de produits	Parfum, eau de Cologne, eau de toilette
Matières premières	Huiles essentielles Alcool Eau distillée
Principaux fournisseurs	Fournisseurs locaux d'huiles essentielles des PAM Fournisseurs locaux d'alcool
Processus de fabrication	Eau de Cologne : Pour 1 litre d'alcool : - 45 ml d'huile essentielle de Néroli - 30 ml d'huile essentielle de Romarin - 70 ml d'huile essentielle d'Orange - 70 ml d'huile essentielle de Citron - 40 ml d'huile essentielle de bergamote Le procédé de fabrication s'établit en différentes étapes: 1. Mélange : diluer les matières premières dans l'alcool. 2. Macération : laissez mûrir le parfum au moins 4 semaines dans un flacon hermétique, à l'abri de la lumière et de la chaleur. 3. Glaçage et filtration : refroidir (de -10 à 0°C) pendant une nuit. Cela permet de précipiter les éventuels résidus cireux, peu solubles dans l'alcool. Puis filtrez le parfum. Cette étape élimine les résidus cireux. 4. Conditionnement : flacon vaporisateur ou roll-on. On peut laisser mûrir le parfum pendant quelques mois avant de l'utiliser.
Liste des équipements:	04 Mélangeurs liquides en inox 50 litres 100 000 DT 01 Mélangeur refroidisseur jusqu'à -10 °C ou Unité de glaçage 50 litres : 100 000 DT Installation d'eau distillée 15 000 DT 02 Pompes de transfert des produits liquides 15 000 DT Tamis Industriels 10 000 DT Remplisseuse automatique 50 000 DT Sertisseuse 25 000 DT Etiqueteuse 30 000 DT Balances industrielles 30 000 DT Matériel de laboratoire 30 000 DT

	Transpalette 5 000 DT Chariot élévateur 5 000 DT
Capacité de production	50 l /mois (il est variable selon le temps de macération)
Emploi	02 ingénieurs chimistes 02 Techniciens supérieurs 04 Agents d'exécution
Marché	70 % local 30% export
Evolution du marché	Marchés existants : de la parfumerie, des produits cosmétiques et d'hygiène corporelle et des produits détergents et d'entretien.
Observations	

Fiche projet 08

Fiche N°	08
Nom du projet:	Préparation pharmaceutique sous forme de pommade à base de thym
Description	Médicament à base de plantes pour le traitement symptomatique des toux et refroidissements administré par voie cutanée
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Secteur d'activité	Industrie Chimique
Gamme de produits	Préparation pharmaceutique à base de thym
Matières premières	Huile essentielle obtenue par distillation à la vapeur des parties aériennes fleuries fraîches de <i>Thymus vulgaris L.</i> , <i>Thymus</i> Vaseline Huile de vaseline
Principaux fournisseurs	Agriculteurs Producteurs d'huiles essentielles
Processus de fabrication	Huile essentielle de Thym (max10 %), Vaseline 70 % Huile de vaseline 20 % 1- Fusion des excipients dans le fondoir à haute température (La vaseline et l'huile de vaseline) 2- Ajout de l'huile essentielle de Thym à la température 40-50°C 3- malaxer jusqu'à l'obtention d'une pommade onctueuse 4- Refroidissement à température ambiante. 5- Procéder au conditionnement dans des tubes métalliques.
Liste des équipements:	Fondoir 300 litres 50 000 DT : mélangeur équipé de : <ul style="list-style-type: none"> - Agitateur turbine + agitateur planétaire - Double paroi avec possibilité de chauffage et de refroidissement Pompe à vide 8 000 DT Vignetteuse étiqueteuse 40 000 DT Encartonneuse 50 000 DT Equipements de traitement de l'air pour zone propre 250 000 DT Matériel de laboratoire 30 000 DT
Capacité de production	500 kg /jour

Emploi	02 ingénieurs chimistes 02 Techniciens supérieurs 04 Agents d'exécution
Marché	Les pharmacies, marché libyen, pharmacie centrale PCT : - 60% local - 40% export
Evolution du marché	L'industrie pharmaceutique est un secteur porteur pour les produits naturels
Observations	Les locaux doivent être conformes aux bonnes pratiques de fabrication BPF.

Fiche projet 09

Fiche N°	09
Nom du projet:	Plantes séchées
Description	Séchage des plantes aromatiques et médicinales pour conserver la qualité des produits sensibles à la chaleur
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Secteur d'activité	Industrie Chimique
Gamme de produits	Plantes séchées, plantes en poudre
Matières premières	Plantes fraîches
Principaux fournisseurs	Agriculteurs locaux des PAM Cueilleurs
Processus de fabrication	Séchage des plantes fraîches par cycle. Le temps de séchage avec mise en régime varie selon les produits, il est possible de faire 2 à 3 cycles/jour (24H). Ensuite, le produit est conditionné en vrac ou dans des cartons étiquetés. Si après séchage, on veut avoir la poudre, on procède au broyage de matériel végétal séché au préalable et on procède au conditionnement.
Liste des équipements:	Séchoir solaire de capacité 300 Kg : 10 000 DT Broyeur industriel : 30 000 DT Equipements de manutention et accessoires : 70 000 DT Equipement de laboratoire : 50 000 DT
Capacité de production	50 Kg /jour
Emploi	02 ingénieurs chimistes 02 Techniciens supérieurs 04 Agents d'exécution
Marché	Les entrepreneurs, consommateurs, marché libyen : - 20% local - 80% export
Evolution du marché	L'évolution du marché des produits à base de plantes est en évolution constante.
Observations	L'environnement de séchage doit être contrôlé (température et humidité) pour la reproductibilité de la qualité.

Fiche projet 10

Fiche N°	10
Nom du projet:	Infusettes à base de plantes
Description	Conditionnement des plantes séchées dans des infusettes
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur
Secteur d'activité	Industrie Chimique
Gamme de produits	Plantes séchées
Matières premières	Plantes fraîches
Principaux fournisseurs	Agriculteurs
Processus de fabrication	Séchage des plantes fraîches par cycle. Le temps de séchage avec mise en régime varie selon les produits, il est possible de faire 2 à 3 cycles/jour (24H). Ensuite, le produit est conditionné en infusettes, emballé et étiqueté.
Liste des équipements:	Séchoir solaire de capacité 300 Kg : 10 000 DT Broyeur industriel 30 000 DT Ensacheuse 10 000 DT Equipements de manutention et accessoires : 50 000 DT Equipement de laboratoire : 50 000 DT
Capacité de production	50 Kg /jour
Emploi	02 ingénieurs chimistes 02 Techniciens supérieurs 04 Agents d'exécution
Marché	Les pharmacies, les grandes surfaces, les magasins de diététiques, marché libyen : - 70% local - 30% export
Evolution du marché	L'utilisation des infusettes est pratiquée sur le marché Tunisien
Observations	-

Fiche projet 11

Fiche N°	11
Nom du projet:	Extraction de colophane et de l'essence de térébenthine
Description	Extraction de colophane de pin d'Alep pour usage dans la formulation chimique des adhésifs, vernis, peintures, ... Extraction de l'essence de térébenthine utilisée comme solvants organiques pour les graisses, huiles, cires, etc.,
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur ou entreprise existante
Secteur d'activité	Industrie Chimique
Gamme de produits	Résine de Colophane Essence de térébenthine
Matières premières	Oléorésines du pin d'Alep
Principaux fournisseurs	Agriculteurs locaux, cueilleurs
Processus de fabrication	Le procédé de fabrication s'établit en différentes étapes (Brevet GB558582 (A) – 1944): - Purification des résines par filtration sur filtre à toile - Distillation de colophane (résidu de distillation) - L'essence de térébenthine est obtenu par condensation (fraction volatile de la distillation). - Broyage (réduction de taille) de la colophane puis conditionnement Conditionnement de l'essence de térébenthine dans des flacons de 1 ou

	5 Litres.
Liste des équipements:	Filtres à toile 2 000 DT Distillateur semi-industriel en verrerie sans plateaux avec circuit refroidisseur et ballon thermo staté 40 000 DT 01 Chaudière 45 000 DT 10 Cuves de stockage inox (50 L) 25 000 DT Broyeur en inox 20 000 DT Remplisseuse semi-automatique de flacons 25 000 DT Accessoires de régulation 10 000 DT Matériel de laboratoire et de contrôle 10 000 DT
Capacité de production	500 Kg / jour
Emploi	01 Ingénieur chimiste 03 techniciens supérieurs 06 Agents d'exécution
Marché	Secteur cosmétique, adhésifs, pharmaceutiques, alimentaires... - 20% marché local. - 80% export
Evolution du marché	Le prix Unitaire de colophane est estimé à : 1000-1300 euros / Tonne (année 2013) Le prix Unitaire l'essence de térébenthine est estimé à : de 4 à 15 euros/ 1 litre selon la pureté (année 2013)
Observations	-

Fiche projet 12

Fiche N°	12
Nom du projet:	Fabrication de meubles
Description	Utilisation des fibres d'Halfa tissé ou non tissé pour la fabrication de meubles
Localisation	Kasserine
Bénéficiaire	Nouveau promoteur ou entreprise existante
Secteur d'activité	Industrie chimique
Gamme de produits	Meuble en composite
Matières premières	Polystyrène, gel coat Fibre d'Halfa
Principaux fournisseurs	Fournisseurs de polystyrène et gel coat CIBA Cueilleurs d'Alfa
Processus de fabrication	Le procédé de fabrication s'établit en différentes étapes: - Déposer le gel Coat sur la moule - Appliquer une première couche de résine (polystyrène) - Déposer une couche de la fibre d'Halfa - Appliquer une deuxième couche de résine (polystyrène) - Déposer une autre couche de la fibre d'Halfa - Appliquer une troisième couche de résine (polystyrène) - Passer le rouleau débulleur pour dégager les bulles d'air - Laisser sécher 6 heures minimum - Procéder au démoulage de la forme de meuble conçue.
Liste des équipements:	Moule et contre moule : autant de moules selon les différentes formes de meubles conçues Rouleau débulleur 1 000 DT Equipements de manutention et accessoires : 30 000 DT
Capacité de production	Nombre de pièces
Emploi	1 Cadre

	2 Techniciens supérieurs 4 Agents d'exécution
Marché	Les industries de composites : - 90% local ; - 10% export
Evolution du marché	L'utilisation des fibres naturelles biodégradable est encouragée par les programmes nationaux en plus de l'avantage de la protection de l'environnement, en plus de l'esthétique de ces meubles comparés à ceux en plastique.
Observations	-

Bibliographie

- Rapport National sur la Diversité Biologique - Projet GEF/BIRD
- Asian Pacific Journal of Tropical Disease Volume 4, Issue 2, April 2014, Pages 97–103 Chemical composition and antibacterial activity of *Pinus halepensis* Miller growing in West Northern of Algeria- Nadia Fekih
- LWT - food science and technology -_2014 - antioxidant activity of twenty wild Spanish *thymus mastichina* l. populations and its relation with their chemical composition - Teresa Delgado
- Industrial Crops and Products Volume 52, January 2014, Pages 183–190 Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus Igeriensis* Boiss. and Reut and *Thymus vulgaris* L. essential oils - Miloš Nikolić
- Studies on the essential oil composition and antimicrobial activity of *Thymus algeriensis* - Boiss. et Reut T. Dob International Journal of Aromatherapy Volume 16, Issue 2, 2006, Pages 95–100
- Food Chemistry Volume 135, Issue 3, 1 December 2012, Pages 1957–1967- NMR-based metabolic profiling and *in vitro* antioxidant and hepatotoxic assessment of partially purified fractions from Golden germander (*Teucrium polium* L.) methanolic extract - Severina Pacifico
- Phytochemistry Volume 74, February 2012, Pages 123–132 Chemical and genetic differentiation of two Mediterranean subspecies of *Teucrium scorodonia* L. - Nassim Djabou
- Étude chimique et biologique des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* ssp. *lycia* et *Juniperus phoenicea* ssp. *turbinata* du Maroc 2010 Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement - Nazik MANSOURI
- Phytochemistry_Volume 77, May 2012, Pages 245–250 Afritoxinones A and B, dihydrofurofuran-2-ones produced by *Diplodia africana* the causal agent of branch dieback on *Juniperus phoenicea* - Antonio Evidente
- Food and Chemical Toxicology- Volume 58, August 2013, Pages 22–29 *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* and *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *macrocarpa* (Sibth. & Sm.) Ball. “berries” from Turkey: Comparative evaluation of phenolic profile, antioxidant, cytotoxic and antimicrobial activities - Maria Fernanda Taviano
- Nutrition Research_Volume 31, Issue 6, June 2011, Pages 488–495 *Globularia alypum* aqueous extract decreases hypertriglyceridemia and ameliorates oxidative status of the muscle, kidney, and heart in rats fed a high-fructose diet - Nawal Taleb-Dida
- Plant Physiology and Biochemistry Volume 71, October 2013, Pages 191–202 Physiological and proteomics analyses of Holm oak (*Quercus ilex* subsp. *ballota* [Desf.] Samp.) responses to *Phytophthora cinnamomi* Besma Sghaier-Hammami
- Saudi Pharmaceutical Journal 2013 Antioxidant and anti-inflammatory effects of *Marrubium alysson* extracts in high cholesterol-fed rabbits Soha - S. Essawy

- Industrial Crops and Products Volume 46, April 2013, Pages 85–96 Antioxidant activities of eight Algerian plant extracts and two essential oils - Bakchiche Boulanouar
- Industrial Crops and Products Volume 44, January 2013, Pages 56–61 Seasonal effect on the chemical composition of the leaves of *Stipa tenacissima* L. and implications for pulp properties - Samia Belkhir
- Journal of Ethnopharmacology Volume 151, Issue 1, 10 January 2014, Pages 509–516 Effectiveness of *Rosmarinus officinalis* essential oil as antihypotensive agent in primary hypotensive patients and its influence on health-related quality of life - L.F. Fernández
- Phytochemistry Letters Volume 5, Issue 1, March 2012, Pages 206–210 Allelopathic potential of alkylphenols from *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica* (Roth)- Nyman Monica Scognamiglio
- Food Chemistry Volume 130, Issue 4, 15 February 2012, Pages 882–888 Neuroprotective potential of some terebinth coffee brands and the unprocessed fruits of *Pistacia terebinthus* L. and their fatty and essential oil analyses - Ilkay Erdogan Orhan
- Separation and Purification Technology Volume 122, 10 February 2014, Pages 323–330 Design optimization study of the extraction of olive leaves performed with pressurized liquid extraction using response surface methodology Nikos Xynos
- Industrial Crops and Products Volume 49, August 2013, Pages 879–882 Antiinflammatory and antiulcerogenic activities of *Pistacia lentiscus* L. leaves extracts- Afef Dellai
- Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine Volume 3, Issue 10, October 2013, Pages 776–779 Vasorelaxant activity of extracts obtained from *Apium graveolens*: Possible source for vasorelaxant molecules isolation with potential antihypertensive effect Vergara- Galicia Jorge
- Food and Chemical Toxicology Volume 58, August 2013, Pages 324–331 Pre-clinical anti-inflammatory aspects of a cuisine and medicinal millennial herb: *Malva sylvestris* L. - Arthur S. Prudente
- Food and Chemical Toxicology Volume 59, September 2013, Pages 586–594 Chemistry and functional properties in prevention of neurodegenerative disorders of five *Cistus* species essential oils Monica Rosa Loizzo
- Environmental and Experimental Botany Volume 93, September 2013, Pages 13–19 Earlier summer drought affects leaf functioning of the mediterranean species *Cistus monspeliensis* L. - Giovanbattista Domenico de Dato
- Industrial Crops and Products Volume 42, March 2013, Pages 440–446 Physical properties of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.): An industrial gum yielding crop - E. Karababa
- Industrial Crops and Products Volume 47, May 2013, Pages 132–138 Supercritical, ultrasound and conventional extracts from carob (*Ceratonia*

- siliqua* L.) biomass: Effect on the phenolic profile and antiproliferative activity-
Luísa B. Roseiro
- Phytochemistry Letters Volume 4, Issue 2, 15 June 2011, Pages 118–121
Lignans from *Phillyrea angustifolia* L. - Marina DellaGreca
 - Industrial Crops and Products Volume 50, October 2013, Pages 654–660
Relative quantitation of ricin in *Ricinus communis* seeds by image processing -
Ruwanthi C. Wettasinghe
 - Induction du chemotype à davone de l'huile essentielle d'armoise blanche
(*artemisia herba alba*) par domestication a errachidia (sud-est du maroc)
Moumni Mohammed Sciencelib Editions Mersenne : volume 5, n ° 130506
ISSN 2111-4706 2013
 - Etude comparative des rendements en huile essentielle d'*Artemisia herba-alba*
à l'état sauvage et domestique à Errachidia - MOUMNI Mohammed – 2013
ScienceLib Editions Mersenne : Volume 5, N ° 130103 ISSN 2111-4706
 - Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* provenant
de la région de Biskra (Algérie) L. Bezza Phytothérapie October 2010, Volume
8, Issue 5, pp 277-281
 - Chia-Wen. (2012). Garlic: Health benefits and actions. *BioMedicine* Volume 2, pages
17-29.
 - Corzo-Martinez, M. (2007). Biological properties of onions and garlic. *Trends in
Food Science & Technology* 18, 609-625.
 - Meyers, M. (2006). *Garlic An Herb Society of America Guide*. Kirtland, Ohio:
The Herb Society of America.
 - OMAR, S. (2010). Organosulfur compounds and possible mechanism of garlic
in cancer. *Saudi pharmaceutical journal* 18 , 51–58.
 - Rahman, K. (2003). Garlic and aging: new insights into an old remedy. *Ageing
Research Reviews* 2, 39–56.
 - RITOTA, M. (2012). Traceability of Italian garlic (*Allium sativum* L.) by means
of HRMAS-NMR spectroscopy and multivariate data analysis. *Analytical
Methods*, 684-693.
 - SHUKLA, Y. (2007). Mini-review cancer chemoprevention with garlic and its
constituents. *Cancer letters* 247, 167–181.
 - Plantes : usages et statuts juridiques – INRA
 - Rapport commun de l'académie nationale de médecine et l'académie
nationale de pharmacie – 2010.
 - Science et changements planétaires / Sécheresse. Volume 18, Numéro 2, 113-
21, Avril-Mai-Juin 2007, Articles scientifiques
 - <http://www.zeodryplus.com/> pour les zéo-sécheurs.
 - Etude sur le séchage des plantes médicinales à la ferme - Programme de
soutien au développement de l'agriculture biologique du ministère de
l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec- 2008.
 - Association Française de Normalisation, Recueil de normes Françaises, Huiles
Essentielles, 3ème édition. AFNOR, Paris, 1989.

- Association Française de Normalisation, Recueil de normes Françaises, Huiles Essentielles, 6ème édition. AFNOR, Paris, 1996.
- H. M. J. Richard et P. Etiévant, Représentativité des extraits d'arômes réalisés au laboratoire, Revista Italiana., EPPOS, 1996, 15, 306-325.
- D. Moyler, Natural ingredients for flavours and fragrances. Chemistry and industry, 1991, 11-14.
- Ph. Mengal, Techniques d'extraction dans le domaine des arômes : La place des technologies innovantes à côté des procédés traditionnels. Congrès arômes et biotechnologies, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 25 Avril 1998.
- Bustal, P. M. Foegeding « Chemical food preservatives », S. block, Lea and Fbiger. Eds Philadelphia USA, 1983, 656-694.
- J. Smadja, Mise au point sur la composition chimique de l'huile essentielle de vétiver. The journal of nature, 1991, n° 1, tome 3.
- M. K. Boukef, «les plantes dans la médecine traditionnelle tunisienne» 1986.
- Medicinal plants in the Mediterranean area: Synthesis of the results of the project Rubia M.R. González-Tejero Journal of ethnopharmacology Volume 116, Issue 2, 5 March 2008, Pages 341–357
-

Liste des figures

Figure 1 : Les différents intervenants dans la filière des plantes aromatiques et médicinales PAM.....	23
Figure 4 : Liste des marchés importateurs d'huiles essentielles, résinoïdes et autres préparations, en tant qu'extraits des plantes (HS 3301) en 2013 (Comtrade, 2013)	Erreur ! Signet non défini.
Figure 2 : Production en Kg et en % d'huile essentielle pour l'année 2012 (INS).....	27
Figure 3 : Part de marché des huiles essentielles en DT exportées vers la France (INS, 2012)	28
Figure 4 : Liste des marchés importateurs d'huiles essentielles, résinoïdes et autres préparations, en tant qu'extraits des plantes (HS 3301) en 2013 (Comtrade, 2013).	27
Figure 5 : Oléagineux: graines de caroube (Kg) 2012 INS.....	28
Figure 6 : Commerce des exportations tunisiennes des plantes aromatique, à parfum et médicinales (UN Trade 2011).	37
Figure 7 : Commerce des importations tunisiennes des plantes aromatique, à parfum et médicinales (UN Trade 2011)	37
Figure 8 : Liste des marchés importateurs des extraits des PAM pour un produit exporté par la Tunisie.....	38
Figure 9 : PAM industrielles: Parties de plantes, graines et fruit (Kg) (INS, 2012).....	38
Figure 10 : Valeur exportée par la Tunisie 2012 (1000 USD) (UN Trade)	39
Figure 11 : Exportations tunisiennes des huiles essentielles (UN Trade 2011).....	40
Figure 12 : Commerce des plantes de la Tunisie (Source : UN Trade, 2011)	41
Figure 13 : Oléagineux: graines de caroube (Kg) 2012 INS.....	41
Figure 14 : Répartition des produits du marché mondial « Fragrance » (2009).....	43
Figure 15 : Répartition géographique de pin d'Alep dans la méditerranée	48
Figure 16 : Population de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	61
Figure 17 : Populations de <i>Ceratonia siliqua</i> L.....	74
Figure 18: Montage industriel d'entraînement à la vapeur.....	82
Figure 19 : Montage industriel d'hydrodistillation.....	83
Figure 20 : Schéma de principe du VMHD (Vacuum Microwave Hydrodistillation).....	86
Figure 21 : Unité pilote d'extraction par macération	86
Figure 22: L'extracteur Soxhlet	88
Figure 23 : Unité pilote d'extraction (Source http://www.eunde-verfahrenstechnik.de/france/pilot-plants.html)	89
Figure 24 : Différentes voies de conversion de l'extrait brut	91

Liste des tableaux

Tableau 1: Métabolites primaires et métabolites secondaires	8
Tableau 2 : Pourcentage des terres agricoles de la Tunisie (FAO, 2011)	11
Tableau 3 : Superficies sous production biologique (API, 2008).....	15
Tableau 4 : Producteurs biologique des PAM en Tunisie (Source CTAB, 2013)	15
Tableau 5 : Superficie et situation des aires protégées de Kasserine (2008)	20
Tableau 6 : Liste des entreprises tunisiennes (API, 2013)	24
Tableau 7: La production nationales en PAM (INS 2012)	26
Tableau 8 : Marché mondial des huiles essentielles (Source : ANIMA, 2005).....	35
Tableau 9: La production nationales en PAM (INS 2012).....	39
Tableau 10 : Production forestières de la Tunisie FAO, 2012	41
Tableau 11 : Marché mondial : Ratio des produits vendus entre 1987 et 2007	42
Tableau 12: Superficie des stations de récolte de semences forestières (2004).....	48
Tableau 13 : Classification des méthodes d'extraction	89
Tableau 14 : Avantages et inconvénients des différentes techniques d'extraction des huiles essentielles.	90
Tableau 15 : Teneurs en huiles essentielles et en oléorésines de diverses plantes aromatiques	92
Tableau 16 : Données techniques sur certaines PAM (Pharmacopée française Xe édition).....	95