

Licence Sciences et Techniques (LST)
Technique d'Analyse et Contrôle de Qualité
« TACQ »

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Biosynthèse des composés chimiques d'huile
Essentielle de la camomille sauvage**

Présenté par :

◆ **EL-HADEF WASSIMA**

Encadré par :

- ◆ **Pr. OULMEKKI ABDELLAH (FST)**
- ◆ **Mr. KHARBACH YASSINE (Phytoprod)**

Soutenu, Le 06 Juillet 2022 devant le jury composé de :

- **Pr. A. OULMEKKI**
- **Pr. J.E. HAZM**
- **Pr. I.ZARGUILI**

**Stage effectué à la société de traitement des plantes aromatiques
et médicinales (Phytoprod)**

Année Universitaire 2021/2022

Dédicaces :

Je dédie ce travail aux êtres qui me sont les plus chers, mes parents.

*Ma mère, pour son affection, sa patience, sa compréhension, son écoute et son soutien.
Mon père, pour être mon plus haut exemple de persévérance pour aller toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras. A mes sœurs et mes frères, à que je souhaite beaucoup de succès.*

A tous les professeurs de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FSTF) et précisément les professeurs de la filière TACQ.

A tous mes collègues de la promotion 2021/2022 de licence « Technique d'analyse et contrôle de qualité(TACQ)».

A toute ma famille et amis. Et à toute autre personne que j'ai involontairement oubliée, de citer.

Remerciement

Tout d'abord, je remercie Mon Dieu de m'avoir donné la force, la volonté et le courage afin d'accomplir ce modeste travail.

*J'adresse les grands remerciements à mes encadrants : Monsieur **KHARBACH Yassine**, ingénieur Production à la même société qui m'ont inspiré le thème de ce mémoire, et qui m'ont accompagné de près durant tout ce travail, pour leur disponibilité, pour la confiance qu'ils ont su m'accorder et les conseils précieux qu'ils m'ont prodigués tout au long de la réalisation de ce projet.*

*Je souhaite exprimer ma gratitude à mon encadrant: Monsieur **ABDELLAH OULMEKKI**, enseignant chercheur au Département de chimie à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, pour ses directives durant ce travail, Je ne trouverai jamais les mots les plus appropriés pour exprimer la reconnaissance que je lui porte pour tous ses conseils, et pour toutes les fois qu'il a trouvé le temps nécessaire pour m'écouter.*

*J'exprime mes grands remerciements à Monsieur **J.E. HAZM** et **I.ZARGUILI**, professeurs chercheur au département de chimie à la FST de Fès, de m'avoir fait l'honneur de faire partie du jury.*

*Mes remerciements vont également à Monsieur **ABDELLAH FARAH**, notre chef de filière.*

Mes sincères remerciements vont aussi aux opérateurs au sein de la société Phytprod.

Liste des abréviations :

Symbole	Désignation
SA	Société anonyme
SMQ	Système de management de qualité
H.E	Huile essentielle
PAM	Plantes aromatiques et médicinales
OMS	Organisation mondiale de la santé
AFNOR	Association française de la normalisation
UE	Union européen
R	Rendement
IA	Indice d'acidité
IS	Indice de saponification
IE	Indice d'ester
NADPH	Nicotine Adénine Dinucléotide Phosphate
ATP	Adénosine triphosphate
HMG-CoA	3-Hydroxy-3-MéthylGlutaryl-CoA
PPI ₃	isopentényl-diphosphate (pyrophosphate d'isopentén-3-yle)
PPI ₂	diméthylallyl-diphosphate (pyrophosphate de diméthylallyle)
MVA	La voie de l'acide mévalonique
MEP	La voie du méthylérythritol phosphate
PPG	pyrophosphate de géranyle
Afssaps	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé

Liste des figures

Figure 1: ferme de Phytoprod.....	3
Figure 2: Unité de distillation.....	5
Figure 3:Exportations des PAM par marché en volume.....	7
Figure 4:structure des exportations de PAM.....	8
Figure 5: principe de l'hydro distillation.....	10
Figure 6: principe distillation à la vapeur d'eau.....	11
Figure 7: principe de la vapo-distillation.....	11
Figure 8 : principe de la distillation par cohobation.....	12
Figure 9: Monoterpènes acycliques et cycliques rencontrés dans les huiles essentielles.....	17
Figure 10: Sesquiterpènes rencontrés dans les huiles essentielles.	17
Figure 11: Structure de l'acétylCoenzyme A.	18
Figure 12: Schéma général de la biosynthèse des terpènes par la voie de l'acide mévalonique..	20
Figure 13: Schéma général de la biosynthèse des terpènes par la voie du méthylérythritol	21
Figure 14: Exemple de synthèse des dérivés du phénylpropane.	22
Figure 15: La classification de l'espèce de l'Ormenis mixta.	26
Figure 17: Réception de la MP & matière charge dans l'alambic.....	28
Figure 18: HE de la camomille sauvage dans l'essencier.....	29

Liste des tableaux

Tableau 1: utilisation prévu du produit.....	28
----------------------------------------------	----

Table des matières

<i>Dédicace</i>	ii
<i>Remerciement</i>	ii
Liste des abréviations.....	iv
Liste des figures.....	iv
Liste des tableaux	vi
Table des matières	vii
INTRODUCTION	1
Chapitre1 : présentation générale de la société phytoprod	2
I- Présentation générale de la société et ses activités	3
I.1- Généralités	3
I.2- Activités.....	3
I.3- Principaux produits de Phyto Prod	4
II- Description de l’usine	4
Chapitre 2 : les plantes aromatiques et médicinales, les huiles essentielles.....	6
I- Les plantes aromatiques et médicinales	7
I.1- Généralités	7
I.2- Définition.....	7
I.3- Exportation	7
II- Généralité sur les huiles essentielles	8
II.1- Définition	8
II.2- DISTILLATION	8
II.2.1- Procédé de distillation.....	9
II.2.2- Méthodes de distillation	9
a. L’HYDRODISTILLATION	9
b. LA VAPO-HYDRODISTILLATION	10
c. LA VAPO-DISTILLATION.....	11
d. Distillation par Cohobation.....	11
II.2.3- Les avantages et les inconvénients des méthodes de distillation.....	12
II.3- Calcul du rendement des HE.....	13
II.4- Les utilisations des huiles essentielles	13
II.4.1- Utilisation pour leurs propriétés odorantes.....	13
II.4.2- Utilisation pour les propriétés médicinales.	13
II.5- Localisation et lieu de synthèse	13

II.6-	Caractérisation des huiles essentielles	14
II.6.2-	Caractérisation chimique	14
II.6.3-	Caractérisation organoleptique	14
II.7-	Composition chimique des huiles essentielles	15
II.7.1-	Terpènes.....	15
II.7.2-	Composés aromatiques	21
II.7.3-	Autres composés présents dans les huiles essentielles	22
II.8-	Réglementation	22
II.9-	Conditions de conservation, étiquetage et le stockage.....	23
II.9.1-	Conservation.....	23
II.9.2-	Stockage.....	23
II.9.3-	Etiquetage	24
I-	Généralité sur la camomille sauvage	26
I.1-	Classification	26
I.2-	Localisation.....	26
II-	Description du matériel utilisé	26
III-	Description du produit.....	27
III.1-	caractéristiques de la matière première	27
III.2-	caractéristiques de produit fini	27
IV-	Utilisation de la camomille sauvage.....	27
Destination.....		28
Consommation.....		28
V-	Diagramme de production d'huile essentielle de la camomille sauvage	28
VI-	Le rendement et composition chimique.	30
Conclusion.....		31
Tableau de refirance		32

INTRODUCTION

Les plantes aromatiques et médicinales jouent un rôle socioéconomique très important. Traditionnellement, elles sont destinées pour les besoins de l'herboristerie, de la Pharmacopée et des aromates alimentaires. Elles sont utilisées pour la production d'extraits aromatiques destinés essentiellement à l'industrie de la parfumerie et des cosmétiques ainsi qu'à la préparation et la formulation des arômes des produits d'hygiène. [1]

Mais, malgré un regain d'intérêt pour les produits naturels à l'échelle internationale, ces filières demeurent sous-évaluées au Maroc.

Les plantes produisent naturellement des substances actives permettant de se protéger des insectes, de maladies ou d'attaques extérieures. De celles-ci ont été tirées les huiles essentielles. L'utilisation des huiles essentielles en parfumerie, dans les rituels religieux, en cuisine avec les herbes dites aromatiques, en cosmétologie, et en thérapeutique est avérée depuis l'Antiquité. Nous pouvons citer le célèbre exemple de la technique d'embaumement des Egyptiens au temps faste des pharaons.

De nos jours, l'utilisation des huiles essentielles est de plus en plus répandue que ce soit dans les pharmacies, ou dans divers commerces.

Le Maroc parmi les pays fournisseur des huiles essentielles de camomille sauvage. Ces produits nobles permettent un revenu élevé pour les agriculteurs. C'est pourquoi, un programme de domestication a été lancé pour sélectionner des cultivars de bonne qualité et de production élevé et de déterminer les pratiques culturelles à appliquer, à cette espèce pour une bonne croissance en culture dans un nouveau système d'exploitation.

Ce mémoire est scindé en deux parties :

-La première concerne l'étude bibliographique sur

- La présentation de la société phytprod
- Les plantes aromatiques et médicinales
- Les huiles essentielles

-La deuxième est réservée au travail expérimental et elle sera présentée comme suit :

- Généralité sur la camomille sauvage
- description du matériel utilisé
- description du produit
- Utilisation de la camomille sauvage
- diagramme de production d'huile essentielle de la camomille sauvage
- Le rendement et composition chimique.

- Le mémoire se terminera par une conclusion générale.

Chapitre 1 : présentation générale de la société phytprod

I- Présentation générale de la société et ses activités

I.1- Généralités

La société Phyto Prod est une société anonyme(SA) créée le 23 juillet 2014, qui a réalisé un investissement agro-industriel pour la transformation de plantes aromatiques et médicinales, annuelles et vivaces, d'espèces importées et endémiques, de plantes domestiques et sauvages, d'arbres de buissons et de fleurs.

La société dispose de fermes de plantation et usine de transformation qui a démarré ses activités le 13 septembre 2017.

L'entreprise possède une ferme biologique moderne de 620 hectares, un contrôle de l'irrigation, l'utilisation d'engrais naturels et aucun pesticide chimique.

Les matières premières utilisées sont des produits d'origine végétale collectées ou cultivées en agriculture biologique qui subissent des transformations plus ou moins complexes avant d'être mises sur le marché.



Figure 1: ferme de Phytoprod [2]

Phytoprod a choisi d'instaurer un système de management de la qualité (SMQ) pour s'assurer, en premier lieu d'une prestation de service qui reflète les attentes de ses clients dans le respect des lois et règlements, et pour améliorer constamment sa performance. la mise en œuvre d'un SMQ vise aussi la normalisation des méthodes de travail et la rigueur dans leur application.

I.2- Activités

L'activité principale et actuel de la société est le traitement industriel de toutes plantes et de tous produits végétaux en vue de la fabrication, de la commercialisation et de l'exportation de toutes essences, huiles essentielles et extrait destinés notamment mais de façons non exclusive aux industries de la parfumerie, du cosmétique, de la pharmacie, de la phytothérapie, de l'aromathérapie et de l'alimentation.

I.3- Principaux produits de Phyto Prod

- Huiles essentielles : Les huiles essentielles sont des produits odorants, obtenus par distillation, à la vapeur d'eau, des matières végétales d'origine botanique spécifiée, ou par expression du péricarpe des agrumes et séparées de la phase aqueuse par des procédés physiques.
- Eau florale : Un hydrolat aromatique est un l'eau distillée, séparée de l'HE à la sortie de l'alambic, plus ou moins aromatisée selon les plantes (eau de fleur d'oranger, de rose ou de mélisse). En magasin diététique ou en pharmacie, des eaux aromatisées n'ayant ni les vertus ni les indications des vraies eaux distillées sont souvent commercialisées [3].
- Concrètes : On appelle concrète l'extraction des molécules odorantes d'une matière première végétale fraîche par solvants volatiles non aqueux (hexane, dichlorométhane, ...), évaporés à la température modérée sous vide.

Les solvants sont ensuite totalement éliminés par filtration, et on obtient alors un produit semi-solide voire solide.

- Les absolues : sont des produits destinés uniquement à la parfumerie. Ce sont des concrètes fortement concentrées par extraction à l'éthanol suivie d'un refroidissement rapide pour provoquer la précipitation des cires. Ensuite, la filtration, la centrifugation et l'évaporation sous vide partiel du surnageant permettent d'obtenir l'absolue très odorante. [4]

II- Description de l'usine

L'usine est installée à Ain aicha, Province de Taounate en 13 septembre 2017, c'est une usine moderne qui répond aux normes internationales et qui permet une exploitation quotidienne dans les règles de l'art sur deux unités de production :

- Une unité de distillation des huiles essentielles certifiées Bio constitue par 6 Alambics de 4200 litres.





Figure 2: Unité de distillation

Cette unité est composée de six alambics, chaque alambic est associé à un condenseur dont l'eau de refroidissement et la vapeur issue de l'alambic circulent à contre le courant, par ailleurs la température d'entrée de l'eau de refroidissement doit être la plus froide possible de manière à ce que la quantité de chaleur transférée soit maximum pour liquéfier la vapeur, cette dernière se retrouve par la suite au niveau de deux essenciers qui consistent à séparer l'huile essentielle de l'eau condensée, Ainsi au-dessous de chaque alambic se trouve une cuve destinée pour collecter l'eau florale.

Il existe aussi au niveau de cette unité un pilote pour le traitement de petites quantités

- Une unité d'extraction de végétaux par des solvants comporte 2 roues d'extraction dynamique.

Le site d'extraction est constitué de deux roues d'extraction (extracteurs dynamique), chaque roue est associée à un évaporateur du solvant est réalisée, puis un concentrateur au niveau duquel la concrète sera formée, cela destiné à l'extraction liquide-solide.

D'un autre côté se trouve un extracteur qui sert à une extraction liquide-liquide, ainsi qu'une colonne de rectification de l'hexane.

Un pilote qui sert à la préparation de petits échantillons.

Chapitre 2 : les plantes aromatiques et médicinales, les huiles essentielles

I- Les plantes aromatiques et médicinales

I.1- Généralités

L'usage des plantes est une composante naturelle de la culture humaine. En effet, l'Homme a toujours tiré profit de son environnement végétal pour satisfaire ses besoins quotidiens. Le secteur des plantes aromatiques et médicinales, connaît une forte augmentation de la demande mondiale pour les plantes et les produits dérivés, dont la mise en valeur associée au nombre croissant d'utilisateurs et à la diversité des domaines et de leur utilisation, offre valeur de réelles opportunités de développement.

Les PAM constituent des ressources à forte valeur ajoutée, Capables de contribuer à l'amélioration du niveau de vie de la population usagères. Les grands types des plantes aromatiques et médicinales utiles à l'homme peuvent être définis par leur principal usage. On peut citer :

- plantes à usages cosmétiques,
- plantes à usages aromatiques
- plantes à usages alimentaires,
- plantes médicinales.

I.2- Définition

- Selon l'OMS, "une plante médicinale est une plante qui contient, dans un ou plusieurs de ses organes, des substances qui peuvent être utilisées à des fins thérapeutiques, ou qui sont des précurseurs de la chimio-pharmaceutique héli-synthèse". [5]
- Les plantes aromatiques sont des végétaux qui contiennent suffisamment de molécules aromatiques dans un ou plusieurs organes producteurs : feuilles, fleurs, tiges, fruits, écorces, racines etc. [5]

I.3- Exportation

Actuellement, le Maroc est classé 12^{ème} exportateur mondial des PAM avec 52.000 tonnes de plantes et 5.000 tonnes d'huiles. Les principales destinations des exportations marocaines en PAM sont le marché de l'UE et les Etats Unis, mais l'ouverture sur d'autres destinations (Japon, Canada, Suisse, Espagne, Allemagne) a permis d'augmenter les volumes(figure3). [6]

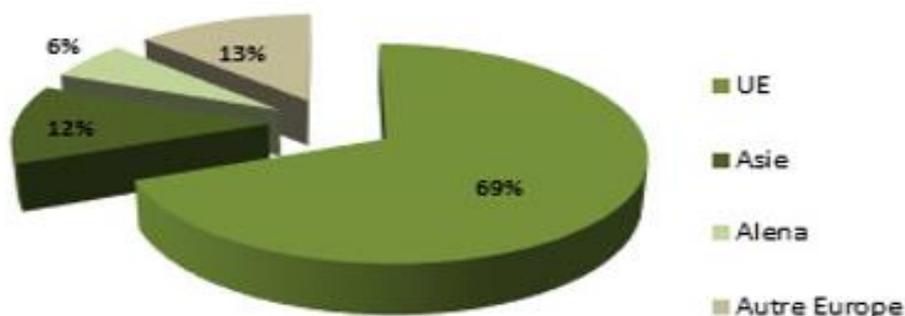


Figure 3: Exportations des PAM par marché en volume [7]

Plus de 50% de ces exportations concernant le secteur alimentaire (caroubier, épices, arômes ...), alors que 35% sont destinées à la parfumerie et la cosmétique contre environ 5% sont exploitées pour leurs propriétés médicinales (figure4).

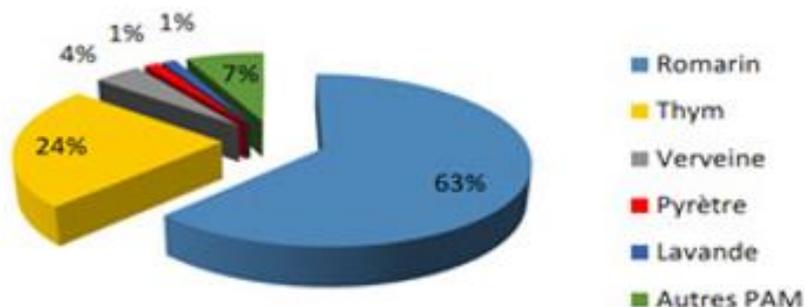


Figure 4: structure des exportations de PAM [7]

II- Généralité sur les huiles essentielles

II.1- Définition

Définie par la Pharmacopée européenne, une huile essentielle est un « produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie :

- Soit par entraînement à la vapeur,
- Soit par distillation sèche
- Soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage.

L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition. Selon la monographie de la Pharmacopée européenne, la matière première végétale peut être fraîche, flétrie, sèche, entière, contuse ou pulvérisée, à l'exception des fruits du genre Citrus qui sont toujours traités à l'état frais. [8]

La norme AFNOR NF T 75-006 (octobre 1987) a donné la définition suivante d'une huile essentielle : "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" Cette huile essentielle se compose de plus d'une centaine de composés, principalement des terpènes. [9]

II.2- DISTILLATION

La distillation est un procédé de séparation des constituants d'un mélange de deux ou plusieurs composants en fonction de leur température de passage à l'état gazeux.

L'objectif de la distillation des plantes c'est la récupération des huiles essentielles, ou de l'eau florale contenant dans les tissus végétaux de la plante.

Le processus de distillation nécessite de : La vapeur (ou l'eau chaude) pénètre dans les tissus végétaux et dissout les constituants des huiles essentielles présentes dans les cellules qui vont se diffuser de l'intérieur des tissus vers la surface du matériel végétale.

Les huiles essentielles sont évaporées et entraînées par la vapeur d'eau : c'est l'hydro diffusion.

II.2.1- Procédé de distillation

Le procédé de distillation peut être ainsi résumé :

- Nettoyer la zone l'équipement et le matériel de travail.
- On remplit en eau, la partie inférieure de l'alambic, par le haut et manuellement à l'aide d'un seau.
- On charge l'alambic proprement dit avec le matériel végétal, toujours manuellement à l'aide de fourches. Le tassement est réalisé par les ouvriers qui montent régulièrement dans l'alambic au-dessus du matériel végétal (fouillage au pied).
- Une fois le chargement terminé, on ferme l'alambic avec son couvercle et on essaie d'assurer autant que possible l'étanchéité avec des agrafes métalliques et de l'argile sous forme de boue.
- On met en marche le chauffage pour la production de la vapeur nécessaire à l'entraînement de l'huile essentielle.
- Après 3 à 4 h (dans le cas du myrte, du romarin, ou de l'armoise) on arrête le chauffage et on ouvre l'alambic. On laisse refroidir un certain temps.
- On procède alors au déchargement manuel de l'alambic (à l'aide d'une fourche).
- On ajoute l'eau froide dans la partie "chaudière" de l'alambic pour compenser la vapeur produite dans la distillation précédente.
- On recharge l'alambic en matériel végétal et l'opération recommence.

II.2.2- Méthodes de distillation

a. L'HYDRODISTILLATION

La matière première est en contact direct avec l'eau. Elle peut flotter à la surface ou être immergée, en fonction de sa densité et de la quantité traitée. Le chauffage de l'ensemble est effectué à la base de l'alambic, à l'aide de combustibles divers comme le bois, (alambic à feu nu) ; ou par de la vapeur surchauffée injectée dans une double enveloppe entourant l'alambic.

La présence de l'eau engendre notamment des phénomènes d'hydrolyse. Ils seront d'autant plus importants que la durée d'hydro distillation sera longue. Par ailleurs, dans le cas de l'alambic à feu nu, la matière première située à la superficie peut connaître une certaine surchauffe, ce qui est négatif pour l'huile essentielle ainsi obtenue. Etant gorgée d'eau, le produit solide résiduel n'est pas utilisable comme combustible. [10]

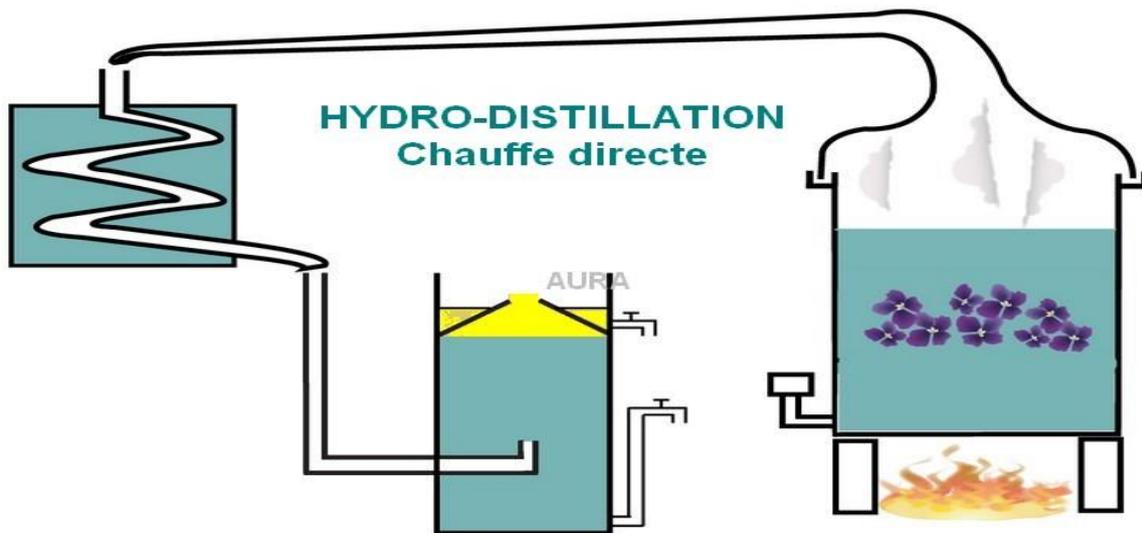


Figure 5: principe de l'hydro distillation [11]

b. LA VAPO-HYDRODISTILLATION

La matière première n'est plus en contact avec l'eau ; elle en est séparée grâce à une tôle perforée.

Cette séparation permet l'emploi ultérieur du produit solide résiduel comme combustible. La matière première se situe donc dans la partie supérieure de l'alambic. Dans la partie inférieure, une certaine quantité d'eau qui n'atteint pas la matière première, assure la formation de vapeur saturée avec une faible pression par chauffage direct à l'aide de différents combustibles (alambic à feu nu) ou par injection de vapeur surchauffée dans la double enveloppe limitée à la partie inférieure de l'alambic. Les phénomènes d'hydrolyse sont limités du fait de l'absence d'un contact direct avec l'eau. Par contre, dans le cas d'un alambic à feu nu, les risques de surchauffer la matière première existent toujours.

Enfin, l'eau n'étant plus présente pour assurer l'homogénéité et la répartition uniforme de la matière première lors du chargement dans l'alambic, seul un brassage devra permettre d'éviter la création de chemins préférentiels de la vapeur d'eau lors de son passage au sein de la matière première. Un mouillage excessif de la matière première tend à provoquer le compactage de cette dernière, ralentissant le cheminement de la vapeur d'eau au sein de la matière première. [10]

VAPO-HYDRO DISTILLATION

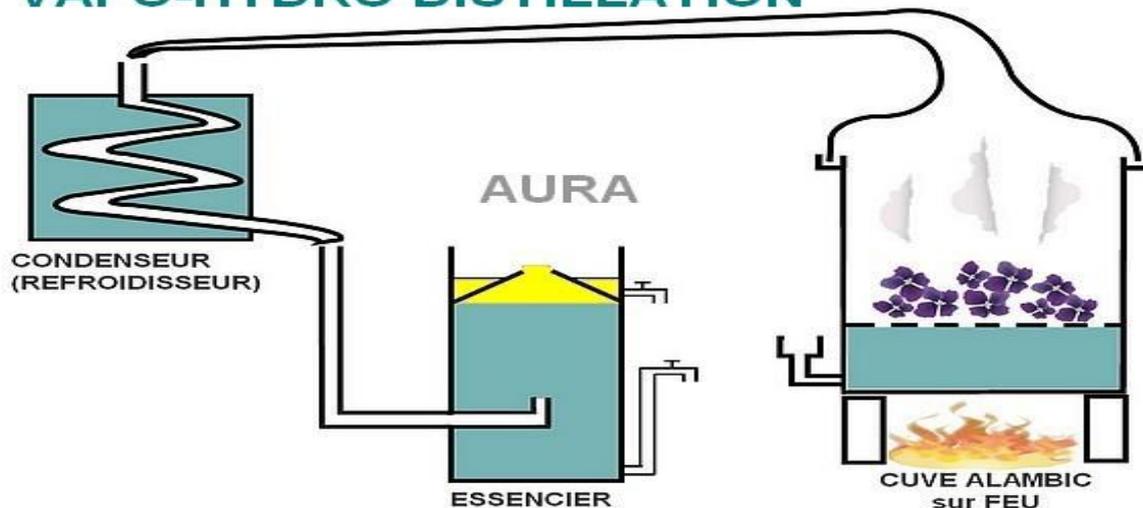


Figure 6: principe distillation à la vapeur d'eau [11]

c. LA VAPO-DISTILLATION

La vapo-distillation a les mêmes avantages que la vapo-hydrodistillation, mais s'en distingue par le fait que la génération de la vapeur s'effectue dans un générateur de vapeur à l'extérieur de l'alambic de distillation. La vapeur peut ainsi être saturée ou surchauffée ; à pression légèrement supérieure à la pression atmosphérique, cette vapeur est introduite dans la partie basse de l'alambic et traverse donc la charge de matière première. [10]

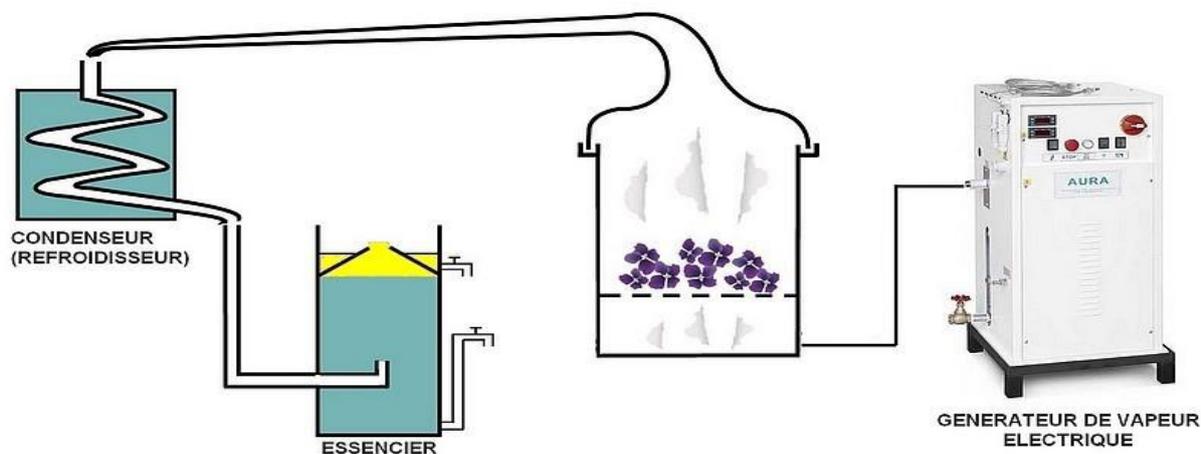


Figure 7: principe de la vapo-distillation [11]

d. Distillation par Cohobation

La distillation par cohobation repose sur le même principe que l'hydro distillation, qui consiste à reporter les produits volatils d'une distillation, ou sur le résidu dont ils ont été séparés, ou sur de la nouvelle matière semblable à celle qui les a fournis, et à distiller de nouveau donc le recyclage permanent de l'eau de distillation pendant l'opération, On utilise cette technique pour augmenter le rendement de l'huile essentielle lorsqu'il est très faible.

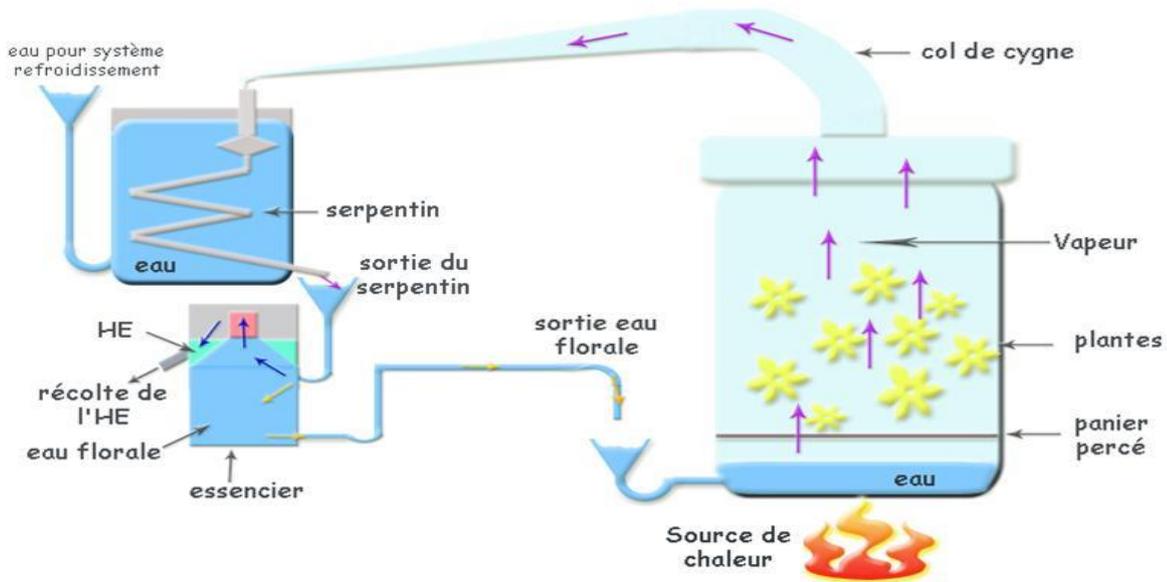


Figure 8 : principe de la distillation par cohobation

II.2.3- Les avantages et les inconvénients des méthodes de distillation

Hydro distillation

- Convient aux fleurs comme la rose ou la fleur d'oranger...
- Convient aux plantes avec des composants saponifiables, hydrosolubles ou à points d'ébullitions élevés

Vapo-hydro distillation

- Convient bien aux plantes à feuillage
- **Investissement réduit : pas de source de vapeur externe**
- Quantité d'eau à chauffer

Vapodistillation

- Bon rendement si bien utilisé
- Bonne qualité d'huile si bien utilisée
- Excellent contrôle de la distillation

Distillation par cohobation

- Augmenter le rendement des huiles essentielles.

Hydro distillation

- Grande quantité d'eau à chauffer
- Perte de temps au chargement et au déchargement de l'alambic + remplissage en eau

Vapo-hydro distillation

- La vitesse de distillation est plus lente
- Durée de distillation difficilement contrôlable car attente de la montée en température de l'eau

Vapodistillation

- Ne convient pas toujours aux matières premières qui, par nature, s'agglutinent : roses, ylang ylang...
- Nécessité d'acquiescer une source de vapeur externe : chaudière vapeur gasoil,

Distillation par cohobation

- Ne convient pas toujours aux matières premières qui, par nature, s'agglutinent : roses, ylang ylang...

Les avantages

Les inconvénients

II.3- Calcul du rendement des HE

Le rendement en huile essentielle (RHE), est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue après extraction (Me) et la masse de la matière végétale utilisée (Mv). Il est exprimé en pourcentage (%) est calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = (Me / Mv) \times 100$$

- ✚ R% : Rendement en %.
- ✚ Me : Masse d'huile essentielle extraite exprimé en gramme (g).
- ✚ Mv : Masse de la matière végétale utilisée pour l'extraction exprimée en gramme (g).

II.4- Les utilisations des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont, principalement, utilisées en raison de leurs propriétés odorantes d'une part, et de leurs propriétés médicinales d'autre part.

II.4.1- Utilisation pour leurs propriétés odorantes.

Les huiles essentielles sont employées dans le secteur du cosmétique, notamment pour la fabrication des parfums ; dans les compositions parfumantes des détergents et des produits de parfumerie fonctionnelle ; mais aussi dans le domaine alimentaire.

L'utilisation des huiles essentielles pour l'élaboration des parfums est évidente. Dans le secteur de la parfumerie fonctionnelle, les huiles essentielles sont sélectionnées pour renforcer l'impression de propreté ; de même, dans le domaine alimentaire, les huiles essentielles ont pour objectif de développer les arômes, le plus souvent dans des plats préparés.

II.4.2- Utilisation pour les propriétés médicinales.

L'utilisation historique des plantes en raison de leurs propriétés thérapeutiques, avec les avancées techniques et scientifiques, mené à l'isolation de principes actifs.

Il faut alors distinguer phytothérapie et aromathérapie :

La phytothérapie est la médecine par les plantes, utilisés en partie ou en totalité, sous différentes formes (teintures mères, extraits fluides ou secs, poudres, infusions, décoctions, ...)

L'aromathérapie n'utilise que les principes actifs d'une partie de la plante, où ils sont extrêmement concentrés.

Les huiles essentielles sont employées en aromathérapie pour les cas aigus, alors que la phytothérapie est plus adaptée aux cas chroniques.

II.5- Localisation et lieu de synthèse

La production des HE se fait dans le cytoplasme des cellules. Cependant, elles peuvent être stockées dans divers organes végétaux à savoir : les sommités fleuries (lavande, menthe, ...), dans les feuilles (citronnelle, eucalyptus...), les rhizomes (gingembre, curcuma...), dans les fleurs (rose, jasmin...), dans les racines (ail), les fruits (citron) ou les grains (muscade).

Parfois l'HE se trouve en liaison glycosidique à l'intérieur des tissus et ne se manifeste que lorsqu'on froisse, écrase, sèche ou distille la plante.

II.6- Caractérisation des huiles essentielles

II-6.1. Caractérisation physique

6.1. A. Pouvoir rotatoire : C'est une propriété des molécules chirales, celles-ci ont la propriété de dévier le vecteur d'un faisceau lumineux les traversant [12]. Il est mesuré à l'aide d'un polarimètre. Les huiles essentielles sont le plus souvent optiquement actives.

6.1. B. Densité relative : elle représente le rapport de la masse d'un volume de liquide (HE pour notre cas) par la masse du même volume d'eau. Elle est sans unité et varie en fonction de la température. La densité relative est mesurée par deux appareils : le densimètre et le pycnomètre. La densité des HE est en général inférieure à celle de l'eau à l'exception des HES de sassafras, de cannelle et de girofle [13].

6.1. C. Indice de réfraction : C'est une grandeur sans dimension, caractéristique d'un milieu, décrivant le comportement de la lumière dans celui-ci ; Il est mesuré couramment par le réfractomètre d'Abbe [12]. La détermination de l'indice de réfraction pour une huile essentielle permet seulement de vérifier si elle est conforme aux normes établies. Les HES ont souvent un indice de réfraction élevé.

6.1. D. Solubilité des huiles essentielles

- Dans l'eau : elles ne sont naturellement pas, ou très peu, solubles dans l'eau ; certains composants sont néanmoins plus solubles que d'autres (verbénone du romarin officinal, lavandulol de la lavande vraie) ; quelques-unes ont des constituants particulièrement solubles, ce qui entraîne, durant la distillation des écorces de cannelle, l'obtention habituelle d'émulsions [13].

- Dans les huiles fixes : elles sont totalement solubles dans les huiles grasses [13].

- Dans l'éthanol : Une huile essentielle est dite miscible à V volumes et plus de l'éthanol de titre alcalimétrique déterminé à la température de 20°C, lorsque le mélange de 1 volume d'huile essentielle et de V volumes de cet éthanol est limpide, et le reste après addition graduelle d'éthanol de même titre jusqu'à un total de 20 volumes [14].

- Dans les solvants organiques : les HE s'y solubilisent très bien.

II.6.2- Caractérisation chimique

- Indice d'acide : IA est le nombre de milligramme (mg) de potasse nécessaire pour neutraliser les acides libres contenus dans 1 gramme (g) d'HE [12].
- Indice de saponification : Is est le nombre de milligramme (mg) d'hydroxyde de potassium nécessaire pour neutraliser les acides libres et saponifier les acides estérifiés contenus dans un gramme d'HE [13].
- Indice d'ester : IE est le nombre de milligramme de potasse nécessaire pour saponifier les esters présents dans 1 gramme d'HE [12].

II.6.3- Caractérisation organoleptique

Liquides à température ambiante, rarement visqueuse (myrrhe), certaines cristallisent partiellement ou totalement à plus faible température (menthe des champs : menthol ; thym saturéioïde: bornéol).

Les huiles essentielles sont volatiles et n'ont pas le toucher gras et onctueux, ce qui les différencie des huiles fixes [13].

La plupart d'entre elles sont incolores ou jaune pâle lorsqu'elles viennent d'être préparées à l'exception des essences à azulènes qui sont bleues (ex : camomille romaine), de l'essence d'absinthe qui est verte, de celle de girofle qui est brune...

- Odeur : agréable, aromatique.
- Saveur : elle peut être douce, piquante, caractéristique, fruité, fraîche, e c t.

II.7- Composition chimique des huiles essentielles

Ce sont des mélanges complexes et variables de différents composés chimiques dissous l'un dans l'autre formant des solutions homogènes. Ces constituants appartiennent quasi exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpénoïdes d'une part et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane d'autre part. [13]

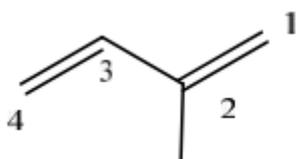
Une huile essentielle (HE) dont les composés majeurs sont des terpénoïdes. Les terpénoïdes sont des terpènes avec une ou plusieurs fonctions chimiques (alcool, aldéhydes, cétone, acide, etc.).

Les huiles essentielles contiennent un nombre considérable de familles biochimiques incluant les alcools, les phénols, les esters, les oxydes, les coumarines, les monoterpènes, les sesquiterpènes, les cétones, les aldéhydes. [15]

II.7.1- Terpènes

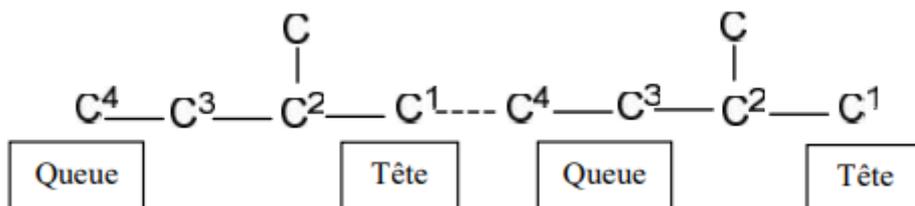
Les terpènes constituent les principaux composants des HEs. Ce sont des hydrocarbures formés par l'assemblage de deux ou plusieurs unités isopréniques. Ce sont des polymères de l'isoprène de formule brute $(C_5H_8)_n$.

Les terpènes sont des hydrocarbures naturels, de structure cyclique ou de chaîne ouverte Leur particularité structurale la plus importante est la présence dans leur squelette d'unité isoprénique à 5 atomes de carbones $(C_5 H_8)$. Ils sont subdivisés selon le nombre d'entités isoprènes.



Isoprène (2méthylbuta-1,3-diène)

Ils résultent de la condensation de deux ou plusieurs unités isopréniques. Bien que de structures très diverses, ils ont un caractère commun : ils peuvent être virtuellement déconnectés en unités isopréniques.



Ces unités isopréniques se lient entre elles le plus souvent par des liaisons dites régulières de type tête-queue ; comme ils peuvent se lier par des liaisons dites irrégulières de type artémésyl, santolinyl, lavandulyl et chrysanthémyl.

Selon le nombre d'unité(s) isoprène(s), on distingue : les hémiterpènes C₅, les monoterpènes C₁₀, les sesquiterpènes C₁₅, les diterpènes C₂₀, les sesterpènes C₂₅, les triterpènes C₃₀, les tétraterpènes C₄₀ et les polyterpènes C_{5n}.

Les terpènes les plus fréquemment rencontrés dans les huiles essentielles sont les hémiterpènes, les monoterpènes, les sesquiterpènes, et parfois quelques diterpènes ; et sont caractérisées par un point d'ébullition peu élevé ce qui leur confère le nom d'huiles volatiles.

Dans la nature, les terpènes peuvent présenter diverses fonctions chimiques : alcools, oxydes, aldéhydes, cétones, acides carboxyliques, et esters. Ils sont souvent responsables des odeurs caractéristiques des plantes.

Les terpènes sont de structures très diverses. Ils peuvent être acycliques (géraniol, linalol, citronellol...), monocycliques (menthol, α -terpinéol, thymol...) ou bicycliques (bornéol, fenchol,...) et contiennent la plupart des fonctions chimiques des matières organiques : alcool, aldéhyde,...et cétone. [16]

• Monoterpènes

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

Dans cette catégorie de composés, il existe de nombreuses molécules fonctionnalisées, à savoir, par exemple :

- Alcools : acyclique (géraniol, citronellol), monocycliques (menthol), bicycliques (bornéol).
- Aldéhydes : le plus souvent acycliques (géraniol, néral, citronellal)
- Cétones : acycliques (tagétone), monocyclique (menthone, isomenthone, carvone, pulégone), bicycliques (camphre, fenchone).
- Esters : acycliques (acétate ou propionate de linalyle, acétate de citronellyle), monocycliques (acétate de menthyle), bicycliques (acétate d'isobomyle)
- Ethers : 1,8-cinéole eucalyptol) mais aussi les éthers cycliques tétrahydrofuraniques ou di- et tétrahydropyraniques qui pour certains jouent un rôle majeur dans l'arôme des fruits (oxyde de linalol ou de rose).
- Peroxydes : ascaridole.
- Phénols : thymol, carvacrol [13].

Quelques structures de monoterpènes sont représentées sur la figure suivant

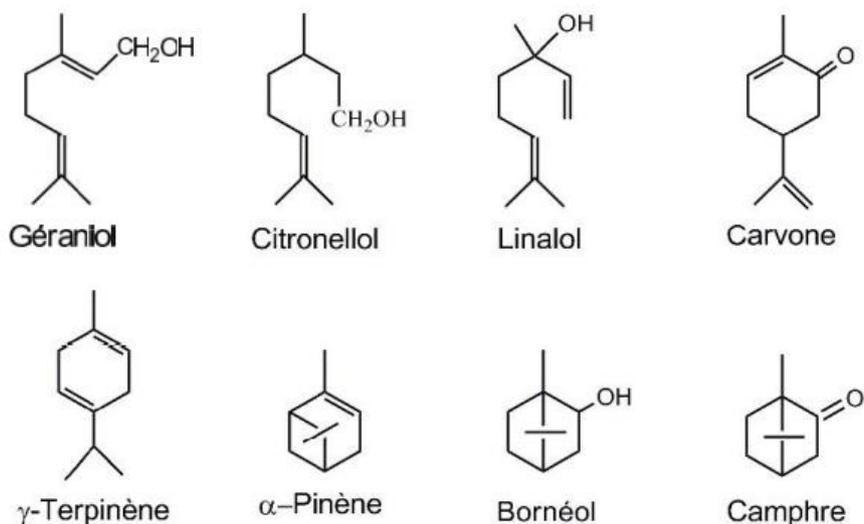


Figure 9: Monoterpènes acycliques et cycliques rencontrés dans les huiles essentielles.

• Sesquiterpènes

Ce sont des dérivés d'hydrocarbures en $C_{15}H_{22}$ (assemblage de trois unités isoprènes). Il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes qui se divisent en plusieurs catégories structurales, acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, polycycliques. Ils se trouvent sous forme d'hydrocarbures ou sous forme d'hydrocarbures oxygénés comme les alcools, les cétones, les aldéhydes, les acides et les lactones dans la nature.

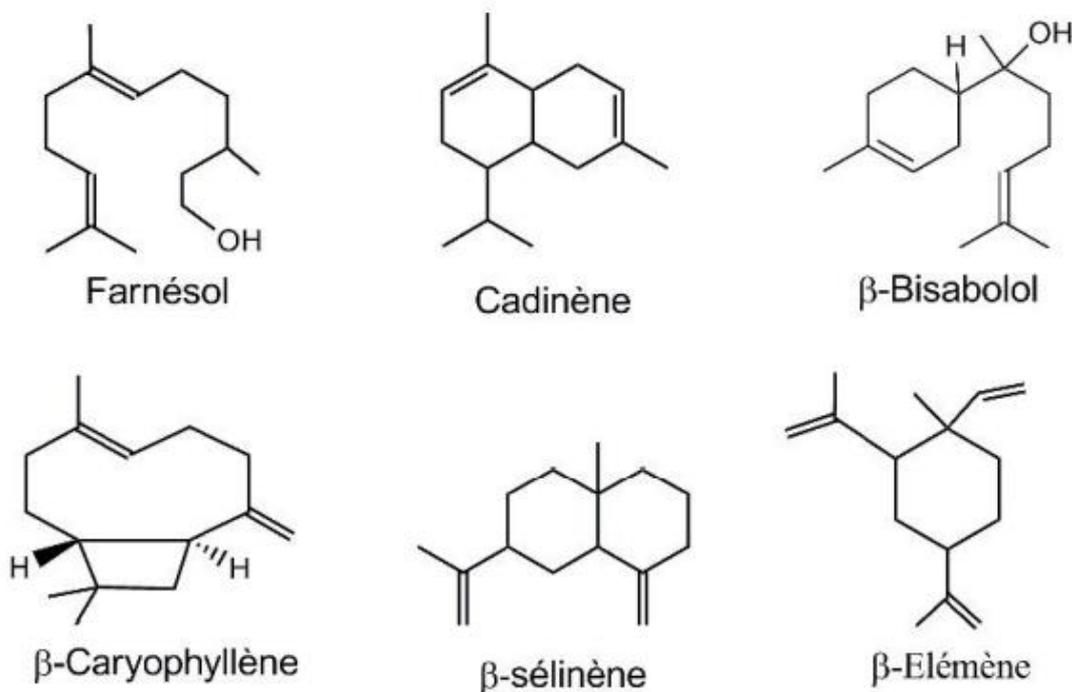


Figure 10: Sesquiterpènes rencontrés dans les huiles essentielles.

• Biosynthèse des terpènes

Biogénétiquement, le précurseur universel de tous les terpènes est l'acide mévalonique, obtenu après condensation enzymatique de trois molécules d'acides acétique.

L'unité de base de la biosynthèse des terpènes est en réalité l'isopentényl-diphosphate (pyrophosphate d'isopentén-3-yle) : PPI_3 et son isomère le diméthylallyl-diphosphate (pyrophosphate de diméthylallyle) : PPI_2 .

Deux voies de biosynthèse conduisent à ces unités de base à 5 atomes de carbone :

- La voie de l'acide mévalonique (MVA) ;
- La voie du méthylérythritol phosphate (MEP)

La voie mévalonique est la plus connue. Il existe, en particulier, chez certaines bactéries et plantes une voie dite « non mévalonique ».

La première est la voie du mévalonate. Elle prend son origine au niveau de l'acétyl coenzyme A ($CH_3COSCoA$), produit de la glycolyse (catabolisme des sucres).

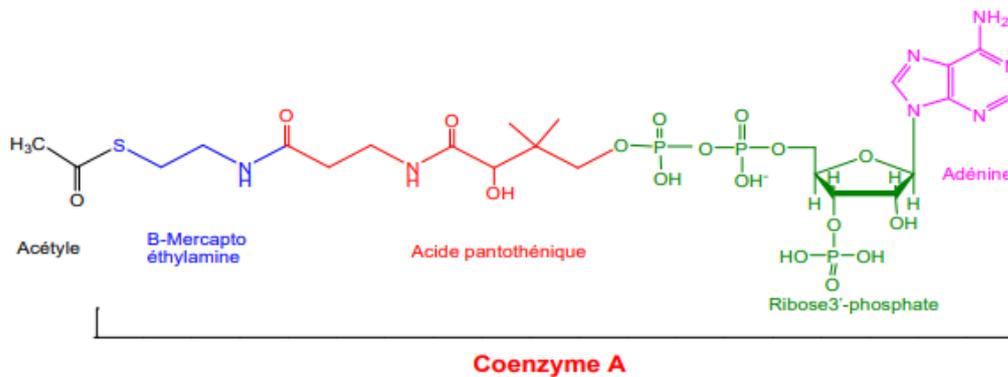
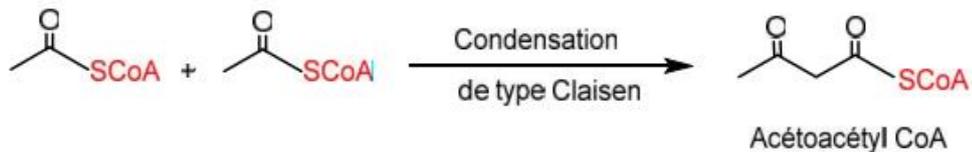


Figure 11: Structure de l'acétylCoenzyme A.

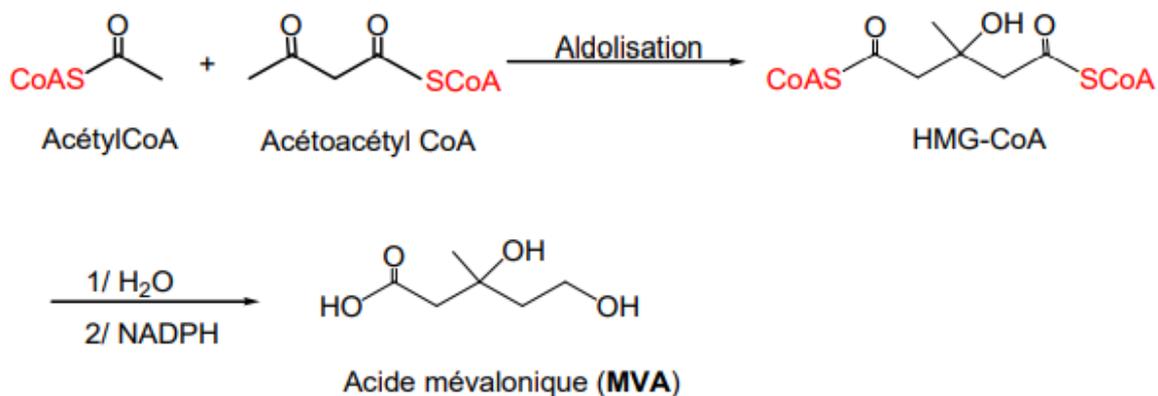
L'étude du mécanisme réactionnel régissant la biosynthèse des terpènes, a montré l'existence de plusieurs étapes :

La première étape débute par la condensation de trois unités d'acétylCoA, et passe par un composé en C_6 (le mévalonate) et conduit au PPI_3 .

Pour cette voie principale, la première étape est une condensation de type Claisen entre deux molécules d'acétylCoA pour conduire à l'acétoacétylCoA.

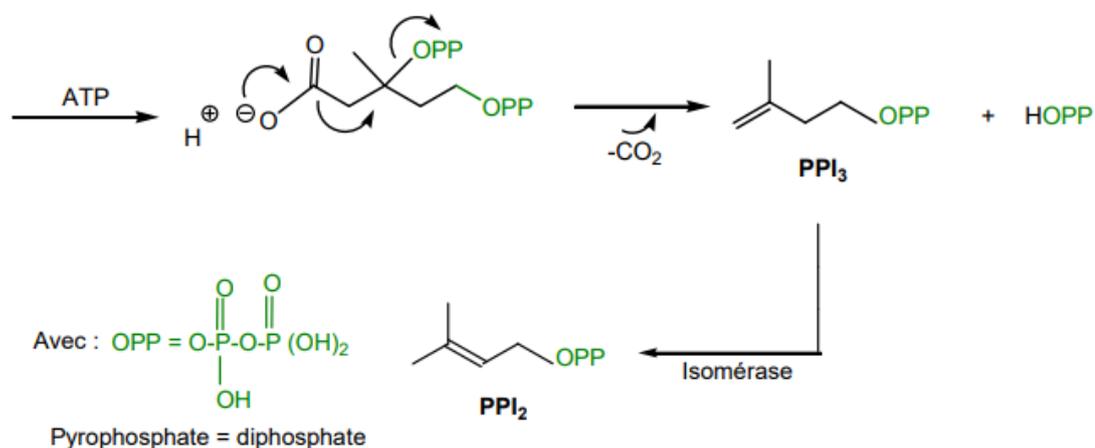


La deuxième étape est une réaction d'aldolisation entre une troisième molécule d'acétylCoA et l'acétoacétylCoA. Après hydrolyse et réduction par le NADPH (Nicotine Adénine Dinucléotide Phosphate), l'acide mévalonique se forme.

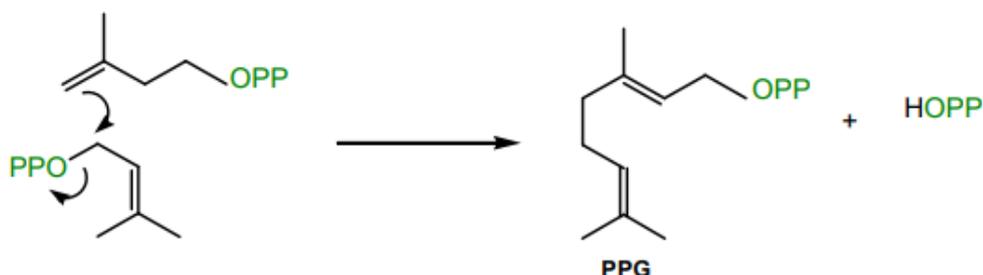


Après pyrophosphorylation par l'ATP (Adénosine triphosphate), la déshydratation et la décarboxylation de l'acide mévalonique (MVA) par une élimination concertée, permettent d'aboutir aux deux intermédiaires en C₅, bio-précurseurs des terpènes :

- Le pyrophosphate d'isopentén-3-yle (PPI₃) en équilibre, par simple transfert de proton, avec le pyrophosphate de diméthylallyle



Les deux intermédiaires en C₅ réagissent entre eux pour conduire au pyrophosphate de géranyle (PPG) point de départ de tous les monoterpénoïdes :



La condensation suivant le même principe d'une autre unité de PPI₃ sur le pyrophosphate de géranyle donne le pyrophosphate de farnésyle, précurseur de tous les sesquiterpènes. [16]

Le pyrophosphate d'isopentène-3-yle (PPI-3) qui en s'isomérisant donne pyrophosphate d'isopentène-2-yle (PPI-2). Sa propriété d'être un agent d'alkylant électrophile lui permet de fixer

des unités (PPI-3) donnant une combinaison qu'est à l'origine selon le nombre d'unités isopréniques fixées des intermédiaire biosynthétiques suivant :

- Géranylpyrophosphate (C-10) : donne naissance aux monoterpènes
- Farnésylpyrophosphate (C-15) : aboutit aux sesquiterpènes [17].

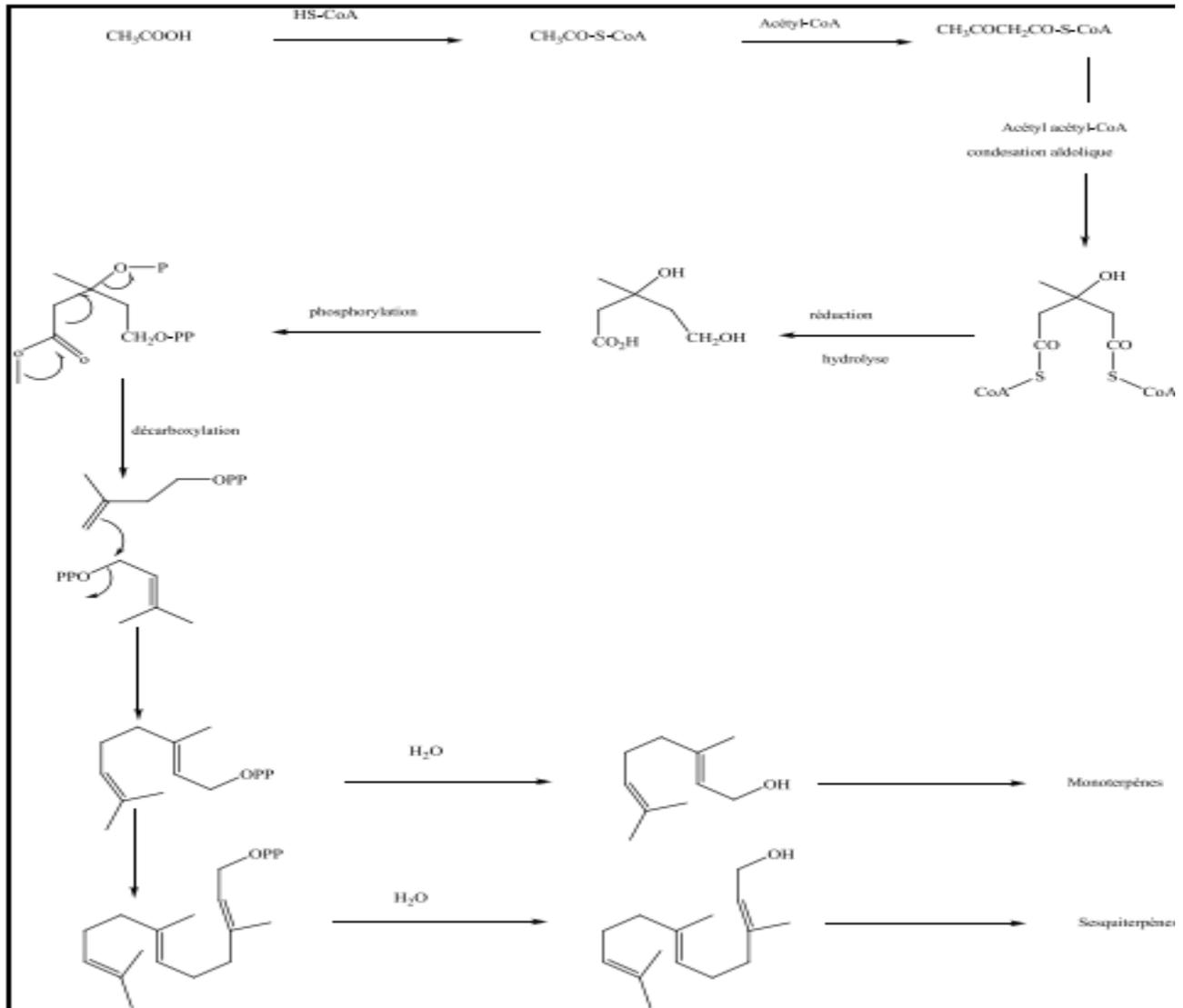


Figure 12: Schéma général de la biosynthèse des terpènes par la voie de l'acide mévalonique.

La seconde voie, voie du méthylérythritol phosphate (MEP) ou encore nommée voie non mévalonique, est spécifique aux végétaux et se fait au niveau des plastes. Elle commence par la condensation d'une unité pyruvate (C₃) avec une unité de glycéraldéhyde 3- phosphate (C₃) et conduit au méthylérythritol phosphate, un composé intermédiaire en C₅.

Plusieurs étapes enzymatiques conduisent ensuite à la synthèse de PPI₃. Cette voie n'a été mise en évidence qu'à la fin des années 90, mais elle s'est rapidement avérée être la voie majoritaire pour la biosynthèse de la majeure partie des terpènes

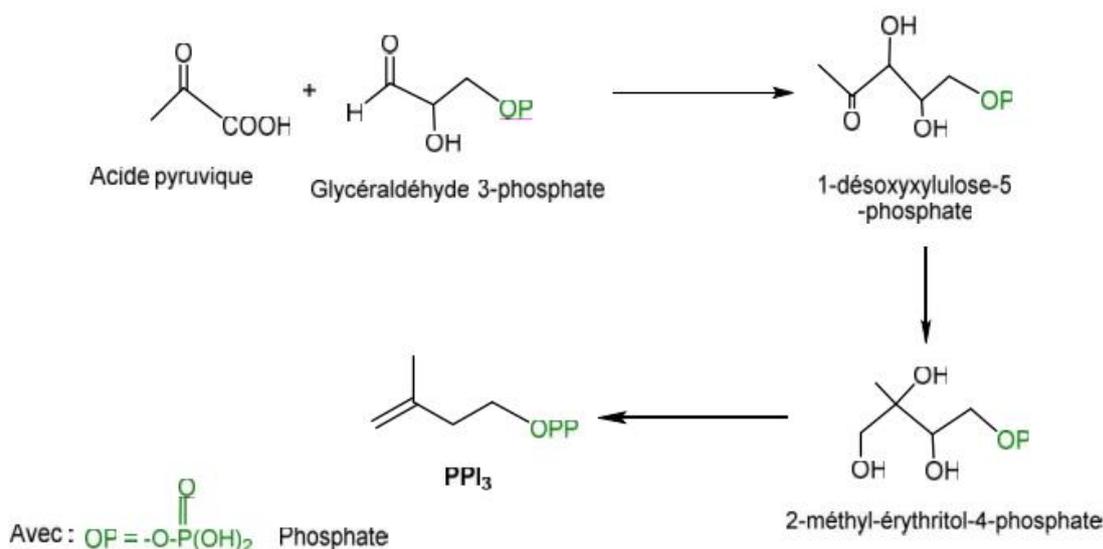


Figure 13: Schéma général de la biosynthèse des terpènes par la voie du méthylérythritol

II.7.2- Composés aromatiques

Contrairement aux dérivés terpéniques, les composés aromatiques sont moins fréquents dans les HE. Très souvent, il s'agit d'allyle et de propénylphénol. Ces composés aromatiques constituent un ensemble important car ils sont généralement responsables des caractères organoleptiques des HE. On peut citer en exemple l'eugénol qui est responsable de l'odeur du clou de girofle

La biosynthèse des dérivés du phénylpropane se fait par l'intermédiaire de l'acide shikimique qui représente le principal mode d'accumulation des phénols dans les plantes. Cette voie fait intervenir une série de réactions et représente le chemin biosynthétique des acides aminés aromatiques (phénylalanine, tryptophane...).

L'acide est obtenu par condensation de l'acide pyruvique activé par phosphorylation sur un sucre phosphorylé. L'addition d'une deuxième molécule d'acide pyruvique activé fournit l'acide préphénique qui par déshydratation et décarboxylation donne l'acide phénylpyruvique.

Cet acide aromatique se transforme en phénylalanine, acide aminé aromatique, qui est à l'origine du métabolisme des composés aromatiques [13]

La figure illustre les principales étapes de la formation des dérivés aromatiques : Exemple de l'acide cinnamique

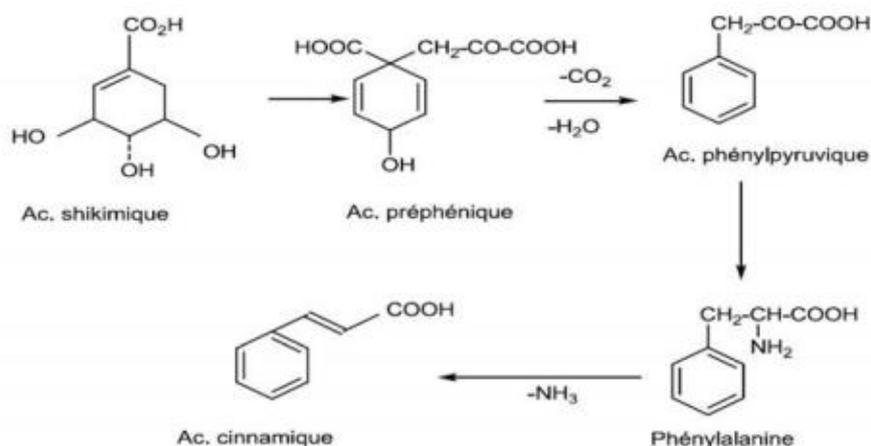


Figure 14: Exemple de synthèse des dérivés du phénylpropane.

II.7.3- Autres composés présents dans les huiles essentielles

Un certain nombre de composés de nature totalement différente se retrouvent dans les huiles essentielles. Ceux-ci sont rares et presque systématiquement présents en très faible quantité. Leur rôle est le plus souvent très limité bien qu'il puisse parfois entrer en synergie avec des composés majoritaires. Leurs natures trop variées ne nous permettent pas d'en faire ici un exposé détaillé.

On trouve parmi ces composés des acides gras mais surtout des produits issus de la transformation de molécules non volatiles. Certains sont obtenus après dégradation des acides gras. La peroxydation des acides linoléique et α -linoléique aboutit à leur coupure et à la formation d'acides en C₉ ou C₁₂, puis des alcools, aldéhydes et autres esters correspondants. Ces dérivés peuvent également être issus de la β -oxydation des acides gras. D'autres exemples, comme les acides jasmoniques, dérivent des acides gras par un mécanisme proche de la formation des prostaglandines chez les animaux.

D'autres molécules présentes dans les huiles essentielles proviennent de la transformation de terpènes. Les norisoprénoïdes (C₁₃), dont les principaux représentants sont les ionones, proviennent de l'auto-oxydation des carotènes. Les irones (C₁₄) sont des cétones issues de la dégradation (oxydation) de triterpènes bicycliques lors du vieillissement des rhizomes d'iris (*Iris* sp.).

On retrouve parfois des composés azotés ou soufrés et d'autres composés issus de la dégradation des acides aminés [8].

II.8- Réglementation

L'Afssaps a publié des « Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles ». (3) A.F.S.S.A.P.S. : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé

De celles-ci il en ressort que les médicaments à base d'huiles essentielles n'ont pas de réglementation spécifique mais doivent être conformes à la réglementation des médicaments à base de plantes.

« Les médicaments à base de plantes sont des médicaments dont les principes actifs sont exclusivement des drogues végétales et/ou des préparations à base de drogue(s) végétale(s) ».

Certaines huiles essentielles ne peuvent être vendues en l'état et le Code de la Santé Publique précise dans l'article L.4211-1 6° que « la vente au détail et toute dispensation des huiles essentielles dont la liste est fixée par décret, ainsi que leurs dilutions et préparations ne constituant ni des produits

cosmétiques, ni des produits à usage ménager, ni des denrées ou boissons alimentaires appartiennent au monopôle pharmaceutique. » (Annexe1)

Il existe seize huiles essentielles ne pouvant être vendues que par les pharmaciens du fait de leur toxicité comme les huiles essentielles d'armoise ou d'absinthe. [18]

II.9- Conditions de conservation, étiquetage et le stockage.

II.9.1- Conservation

En raison de l'instabilité et la sensibilité à la chaleur, à l'air ainsi qu'à la lumière des molécules constitutives des HE, des précautions particulières lors de leurs conservations sont recommandées.

Les conséquences de ces dégradations sont très variables puisqu'une multitude de molécules se transforment et le profil chromatographique change peu à peu, ainsi que les propriétés et le degré de toxicité du produit. Chaque acteur de la chaîne, du producteur au revendeur et même à l'acheteur doit avoir connaissance de l'importance des conditions de conservations de l'huile essentielle et adapter ses pratiques.

- L'emploi de flaconnage en verre coloré et foncé (brun ou ambré), en aluminium ou en acier inoxydable, de faible volume, évite la détérioration de l'HE par l'oxygène et la lumière.

- Le flacon doit être pourvu d'un bouchon vissé et bien scellé pour éviter l'évaporation.

- L'emploi de petites billes en verre à la surface de l'HE réduit l'action oxydante de l'air.

- Une huile essentielle se conserve dans un contenant propre et sec en aluminium vernissé, acier inoxydable ou en verre teinté de manière à le protéger de la lumière. Ce contenant doit être étanche et permettre de limiter le contact avec l'air (il est possible d'utiliser un gaz inerte ou de l'azote), d'où l'intérêt de remplir intégralement le flacon avec l'huile essentielle

- La durée de conservation d'une HE, si on a respecté les bonnes conditions de stockage, est environ 3 ans. Les essences d'agrumes font exception, ils ne peuvent se conserver que pendant 6 mois.

II.9.2- Stockage

Le stockage est une étape critique du parcours d'une huile essentielle qu'il convient de ne pas négliger.

Le stockage doit se faire dans un endroit sec (à l'abri de toute trace d'humidité), frais (loin des sources de chaleur), dépourvu de la lumière, même artificielle et à l'abri du froid.

En effet, ce sont des produits relativement instables qui peuvent être 50 considérablement transformés pendant le stockage si les conditions ne sont pas optimales, particulièrement lorsque celui-ci s'inscrit dans la durée.

Le stockage doit se faire à l'abri de la lumière et de chaleur. Ces exigences s'appliquent tant au stockage chez le producteur qu'au conditionnement utilisé pour la vente au détail. L'utilisation de contenants en plastique parfois constatée est à éviter en raison du risque d'interactions entre le produit et la matière plastique [8].

II.9.3- Etiquetage

Les informations qui doivent figurer sur l'étiquète sont les suivantes :

- Nom scientifique et vernaculaire de la plante.
- La partie de la plante utilisée.
- L'origine de la plante ou lieu de production.
- Mode d'obtention de l'HE.
- La variété et le chémotype s'il existe.
- Numéro de lot, date de production et date de péremption.
- Nom, adresse et numéro de téléphone du fournisseur [13]

Chapitre 3 : camomille sauvage

I- Généralité sur la camomille sauvage

I.1- Classification

La classification de l'espèce de l'*Ormenis mixta* L. est décrite dans le tableau suivant



Sous-règne : Tracheobionta

Division : (Magnoliophyta)

Classe : (Magnoliopsida)

Sous-classe : Asteridae

Ordre : Asterales

Famille : Astéracées (Asteraceae)

Genre : Chamaemelum (Matricaria)

Espèce : Matricaria chamomilla

Figure 15: La classification de l'espèce de l'Ormenis mixta.

Nom populaire : Camomille du Gharb, Camomille sauvage, petite camomille, Camomille du Maroc. Son nom arabe est « Babounj / Hellâla »

I.2- Localisation

Au Maroc, elle se rencontre dans deux zones disjointes

La première entre Tanger, Ouezzane, souk larbaa, Moulay bouselhamet, Azilah, et la seconde entre Kenitra, Sidi slimane, Khémisset et Rabat.

II- Description du matériel utilisé

L'appareil utilisé pour la distillation est un pilote constitué d'un alambic là où on dépose le matériel végétal à distiller, l'alambic est alimenté par deux types de valve de vapeur l'une directe et l'autre indirecte selon la matière végétale utilisée, un condenseur qui faut refroidir la vapeur d'eau qui provient de l'alambic et qui fait véhiculer les molécules volatiles des produits bruts à essencier là où on récupère l'eau florale et l'huile essentielle.

La société phytprod est utilisée la distillation par cohobation pour extraire l'huile essentielle de la camomille sauvage.

III- Description du produit

Le produit que l'on décrit est l'huile essentielle de la camomille sauvage ou bien *Clandanthus mixtus*,

III.1- caractéristiques de la matière première

Plante de la camomille sauvage

- **Origine :**
 - Région d aine aicha taounate
 - Autre régions du Maroc
- **Caractéristique organoleptique :**
 - Etat : fraîche et non fermenté
 - Couleur : jaune
 - Odeur : fraîche balsamique
- **Caractéristique physique-chimique :**
 - Eau douce traité par l'osmoseur

III.2- caractéristiques de produit fini

Huile essentielle de la camomille sauvage

- **Caractéristique organoleptique :**
 - Aspect : Limpide et liquide
 - Couleur : Jaune foncé à marron verdâtre
 - Odeur : Douce, Camphrée, agréable.
- **Caractéristique physique-chimique :**
 - Densité : 0.890-0.910
 - Indice de réfraction 1.470 à 1.486
- **Emballage :** Emballage alimentaire d'aluminium / inox Référencé

IV- Utilisation de la camomille sauvage

La Camomille sauvage est conseillée au Maroc comme anxiolytique et rééquilibrante du système nerveux central, d'une grande valeur dans les dépressions nerveuses, et pour les insuffisances hépatiques et gastriques légères et les colites colibacillaires. La décoction des capitules est employée contre la fièvre et les douleurs abdominales. Aussi elle est utilisée en décoction comme stomachique, emménagogue et vermifuge. Les capitules sont frottés sur les boutons pour les assécher et sur les petites blessures pour les cicatrifier. Aux femmes en période de ménopause ou de préménopause, il est conseillé de faire un usage régulier et quotidien de la camomille (associée à la sauge), car elle semble contribuer à diminuer, de façon importante, les importunes bouffées de chaleur. La camomille sauvage est employée comme tonique gastrointestinal, sudorifique et anti-diabétique. [19]

Le tableau ci-dessous énumère les différentes utilisations du produit, le mode d'utilisation, le client ciblé, la température de conservation, et les conditions de conservation et de transport.

Tableau 1: utilisation prévu du produit

Destination	Consommation
Secteur d'utilisation	Utilisé dans les domaines pharmaceutiques, Cosmétique, alimentaires...
Mode de consommation	Prêt à être consommé en l'état
Utilisation du produit par le consommateur	L'HE de la camomille sauvage est utilisé pour traiter le surmenage, la fatigue, la dépression, faciliter la digestion
Température de conservation	17°C
Conditions spécifiques du transport	Transport propre
La durée d'utilisation	3 ans

V- Diagramme de production d'huile essentielle de la camomille sauvage

La société phytoproduct utilise une chaîne d'étapes nécessaires depuis la réception de la matière première jusqu'à le produit fini.

Dans un premier temps, la matière est réceptionnée, triée puis pesée. Ensuite elle est chargée et tassée de manière homogène dans l'ensemble de l'alambic de manière à ce que la vapeur soit en contact avec toute la matière végétale.



Figure 16: Réception de la MP & matière chargée dans l'alambic

Le processus de distillation est déclenché, dans notre cas, 20 min après l'ouverture de la valve de la vapeur directe.

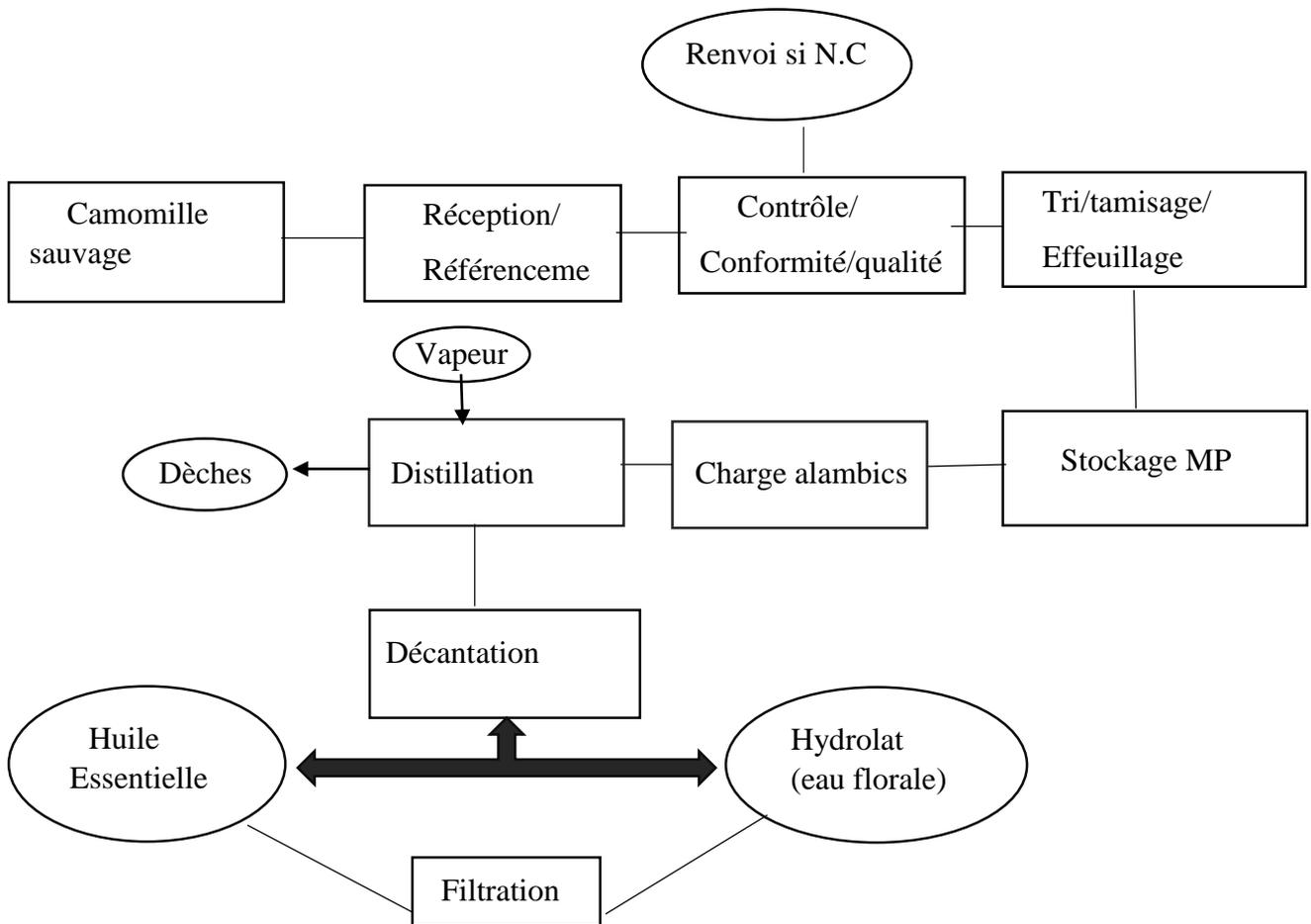
A la fin du processus (après 3h) l'huile essentielle de la camomille sauvage est récupérée de l'essencier, décantée et enfin filtrée et conservée dans des flacons de 30 à 60 ml selon le rendement d'huile essentielle.



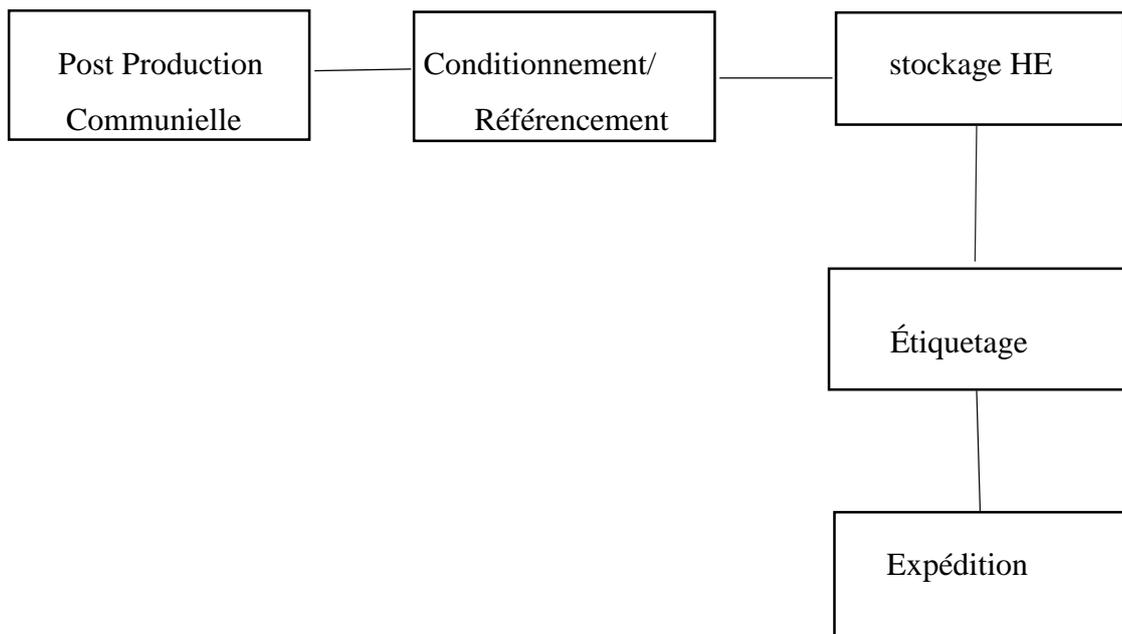
Figure 17: HE de la camomille sauvage dans l'essencier

Le diagramme est divisé à deux zones :

✚ Zone de production



✚ Zone de Post Production



VI- Le rendement et composition chimique.

La distillation de *Cladanthus mixtus* fournit $0,47 \pm 0,02$ % d'huile essentielle.

Les HE de *C. mixtus* sont dominés par les monoterpènes (69,4 %) avec l'alcool de santoline (37,7 %) comme constituant majoritaire. Suivent l' α -pinène et la camphénilone (4,8 %), l'alcool de yomogi (4,5 %), le 1,8-cinéole (3,2 %) et le thymol (2,12 %). [20]

Le choix des facteurs et leurs niveaux de variations a été effectué en tenant compte des méthodes utilisées par les opérateurs à l'usine, en se basant sur les données de littérature sur les conditions de la distillation par entraînement à la vapeur d'eau et sur les études précédentes.

Les facteurs susceptibles d'affecter le rendement en huile essentielle sont :

- Le temps de distillation : compris entre 150 min et 210 min avec un pas de 30min.
- Le débit : varie entre 40l/h et 100l/h avec un pas de 30l/h
- La période de récolte : divisée en trois périodes (1^{er} jour, 30^e jour, 59^e jour) étalées sur 59 jours, avec pas de 29 jours.

Conclusion

Au cours de ce stage dans la société PhytoProd, nous avons fait une petite recherche sur les huiles essentielles. Cette recherche nous a permis de découvrir que les huiles essentielles sont connues depuis l'antiquité et que les différentes civilisations l'ont utilisée à des fins différentes. Nous avons appris que ces huiles essentielles sont obtenues par différentes méthodes d'extractions. L'hydrodistillation reste la technique la plus simple et la plus utilisée pour les plantes qui sont sensibles et ont toujours été extraites de l'eau florale avec cette technique. Et pour notre cas la distillation par cohobation reste la méthode d'extraction la plus fiable pour extraire l'huile essentielle de camomille sauvage. Il est nécessaire de respecter les conditions des paramètres (le temps, le débit, la période de récolte) pour une maximisation de rendement.

Tableau de refinace

- [1] Benjlali.B, Zrira. Plantes aromatiques et Médicinales. Atouts du secteur et exigences pour une valorisation durable. Actes Editions, Rabat, 2005.
- [2] <https://www.phytoprod.bio/>
- [3] Charie, T. (2019). Se soigner par les huiles essentielles. Pourquoi et comment ça marche ? Editions du Rocher, 526p.
- [4] Liva Andriamanarivo RAZANAMPARANY, ETUDE PROSPECTIVE des ESSENCES AROMATIQUES de la forêt de TSIANIMPIHY – ANTSALOVA. UNIVERSITE D'ANTANANARIVO ECOLE SUPERIEURE des SCIENCES AGRONOMIQUES Département INDUSTRIES AGRICOLES et ALIMENTAIRES, 2005.
- [5] NEFFATI M. et SGHAIER M. DEVELOPPEMENT ET VALORISATION DES PLANTES AROMATIQUES ET MEDICINALES (PAM) AU NIVEAU DES ZONES DESERTIQUES de la région MENA (Algérie, Egypte, Jordanie, Maroc et Tunisie) ; 2014.
- [6], [7] Selon l'Agence Nationale des Plantes Médicinales et Aromatiques, 2021. Source : Département des Eaux et Forêts, 2016.
- [8] Deschepper, Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en Aromathérapie. [Thèse], Université d'Aix-Marseille-faculté de pharmacie, 2017.
- [9] KALLA, Ali. Étude et valorisation des principes actifs de quelques plantes du sud algérien. 2012. p 7.
- [10] Colette Besombes. Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermo-mécanique d'herbes aromatiques : applications généralisées. Génie des procédés. Université de La Rochelle, 2008.
- [11] La société AURA. Alambic distillateur de plante en INOX-Production des huiles essentiels et hydrolat (consulté le 28 /05/21)
<https://distillateur-inox.fr/methodes-de-distillation/hydrodistillation/>
- [12] Kaloustian J, Hadji-Minaglo F. La connaissance des huiles essentielles : qualité et aromathérapie. Paris. Edition Springer. 2012
- [13] HESSAS.th, SIMOUD.S ; Contribution à l'étude de la composition chimique et à l'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de Thymus sp. [Thèse] Université Mouloud MAMMERI FACULTÉ DE MÉDECINE TIZI-OUZOU Département de Pharmacie, 2018.
- [14] Chouiteh O. composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de Glycyrrhiza glabra [thèse] Oran : Université d'Oran 2012.
- [15] KARKACH.I, Etude Ethnobotanique des Plantes Aromatiques et Médicinales et Evaluation de l'Activité Insecticide de Syzgium aromaticum, mémoire de master ; université sidi Mohamed Ben Abdellah Faculté des Sciences et Techniques Fès, 2021
- [16] CHENNI.M, Etude comparative de la composition chimique et de l'activité biologique de l'huile essentielle des feuilles du basilic "Ocimum basilicum L." extraite par hydro-distillation et par micro-ondes. [Thèse] Université d'Oran 1 Ahmed BenBella Faculté des Sciences Exactes et Appliquées Département de Chimie, 2016.

- [17] EL HAIB.A, VALORISATION DE TERPENES NATURELS ISSUS DE PLANTES MAROCAINES PAR TRANSFORMATIONS CATALYTIQUES, Université Toulouse III - Paul Sabatier, 2011.
- [18] SEBTLM, Contribution à l'étude économique et écologique de la production d'huiles essentielles à partir de trois espèces forestières : *Myrtus communis* L., *Pistacia lentiscus* L. et *Lavandula stoechas* L. dans la subéraie de OULED-DEBBAB (Jijel). [Thèse] INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE EL HARRACH – ALGER, 2003.
- [19] HAJJAJ.Gh, SCREENING PHYTOCHIMIQUE, ETUDE TOXICOLOGIQUE ET VALORISATION PHARMACOLOGIQUE DE *MATRICARIA CHAMOMILLA* L. ET DE *L'ORMENIS MIXTA* L. (ASTERACEAE). [Thèse] UNIVERSITE MOHAMMED V FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE – RABAT, 2017.
- [20] Khacha .M, Hafidi.Z, **Les huiles essentielles**, PROJET DE FIN D'ETUDES, Université IBN ZOHR Faculté des sciences AGADIR, 2014.