UNIVERSITE DE LORRAINE
2015

FACULTE DE PHARMACIE

Les hélichryses (ou immortelles) en aromathérapie : zoom sur l'Hélichryse italienne corse

T H E S E

Présentée et soutenue publiquement

Le 12 mai 2015

pour obtenir

le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie

par Margaux Degrelle

né(e) le 26 août 1989 à Metz

Membres du Jury

Président : Mme Dominique Laurain-Mattar	Professeur, Enseignant-chercheur à la Faculté de Pharmacie de Nancy
Juges : Mme Françoise Couic-Marinier	Docteur en Pharmacie, Aromathérapeute
Mme Rosella Spina	Maître de Conférences, Pharmacognosie
Mme Marie-Jeanne Belvoix	Docteur en Pharmacie

UNIVERSITÉ DE LORRAINE
FACULTÉ DE PHARMACIE
Année universitaire 2014-2015

DOYEN
Francine PAULUS
Vice-Doyen
Béatrice FAIVRE
Directeur des Etudes
Virginie PICHON
Conseil de la Pédagogie
Président, Brigitte LEININGER-MULLER
Collège d'Enseignement Pharmaceutique Hospitalier
Président, Béatrice DEMORE
Commission Prospective Facultaire
Président, Christophe GANTZER
Vice-Président, Jean-Louis MERLIN
Commission de la Recherche
Président, Raphaël DUVAL

Responsable de la filière Officine	Béatrice FAIVRE
Responsables de la filière Industrie	Isabelle LARTAUD, Jean-Bernard REGNOUF de VAINS
Responsable de la filière Hôpital	Béatrice DEMORE
Responsable Pharma Plus ENSIC	Jean-Bernard REGNOUF de VAINS
Responsable Pharma Plus ENSAIA	Raphaël DUVAL
Responsable de la Communication	Marie-Paule SAUDER
Responsable de la Cellule de Formation Continue et individuelle	Béatrice FAIVRE
Responsable de la Commission d'agrément des maîtres de stage	Béatrice FAIVRE
Responsables des échanges internationaux	Bertrand RIHN
Responsable ERASMUS	Mihayl VARBANOV

DOYENS HONORAIRES

Chantal FINANCE
Claude VIGNERON

PROFESSEURS EMERITES

Jeffrey ATKINSON
Max HENRY
Gérard SIEST
Claude VIGNERON

PROFESSEURS HONORAIRES

Roger BONALY
Pierre DIXNEUF
Marie-Madeleine GALTEAU
Thérèse GIRARD
Michel JACQUE
Pierre LABRUDE
Lucien LALLOZ
Pierre LECTARD
Vincent LOPPINET
Marcel MIRJOLET
Maurice PIERFITTE
Janine SCHWARTZBROD

MAITRES DE CONFERENCES HONORAIRES

Monique ALBERT
Mariette BEAUD
Gérald CATAU
Jean-Claude CHEVIN
Jocelyne COLLOMB
Bernard DANGIEN
Marie-Claude FUZELLIER
Françoise HINZELIN
Marie-Hélène LIVERTOUX
Bernard MIGNOT
Jean-Louis MONAL
Blandine MOREAU

Louis SCHWARTZBROD

Dominique NOTTER
Christine PERDICAKIS
Marie-France POCHON
Anne ROVEL
Maria WELLMAN-ROUSSEAU

ASSISTANTS HONORAIRES

Marie-Catherine BERTHE
Annie PAVIS

ENSEIGNANTS	*Section CNU**	*Discipline d'enseignement*
PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS		
Danièle BENSOUSSAN-LEJZEROWICZ	*82*	*Thérapie cellulaire*
Chantal FINANCE	*82*	*Virologie, Immunologie*
Jean-Louis MERLIN	*82*	*Biologie cellulaire*
Alain NICOLAS	*80*	*Chimie analytique et Bromatologie*
Jean-Michel SIMON	*81*	*Economie de la santé, Législation pharmaceutique*
PROFESSEURS DES UNIVERSITES		
Jean-Claude BLOCK	*87*	*Santé publique*
Christine CAPDEVILLE-ATKINSON	*86*	*Pharmacologie*
Raphaël DUVAL	*87*	*Microbiologie clinique*
Béatrice FAIVRE	*87*	*Biologie cellulaire, Hématologie*
Luc FERRARI	*86*	*Toxicologie*
Pascale FRIANT-MICHEL	*85*	*Mathématiques, Physique*
Christophe GANTZER	*87*	*Microbiologie*
Frédéric JORAND	*87*	*Eau, Santé, Environnement*
Isabelle LARTAUD	*86*	*Pharmacologie*
Dominique LAURAIN-MATTAR	*86*	*Pharmacognosie*
Brigitte LEININGER-MULLER	*87*	*Biochimie*
Pierre LEROY	*85*	*Chimie physique*
Philippe MAINCENT	*85*	*Pharmacie galénique*
Alain MARSURA	*32*	*Chimie organique*
Patrick MENU	*86*	*Physiologie*
Jean-Bernard REGNOUF de VAINS	*86*	*Chimie thérapeutique*
Bertrand RIHN	*87*	*Biochimie, Biologie moléculaire*
MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS		
Béatrice DEMORE	*81*	*Pharmacie clinique*
Julien PERRIN	*82*	*Hématologie biologique*
Marie SOCHA	*81*	*Pharmacie clinique, thérapeutique et biotechnique*
Nathalie THILLY	*81*	*Santé publique*
MAITRES DE CONFÉRENCES		
Sandrine BANAS	*87*	*Parasitologie*
Xavier BELLANGER	*87*	*Parasitologie, Mycologie médicale*
Emmanuelle BENOIT	*86*	*Communication et Santé*
Isabelle BERTRAND	*87*	*Microbiologie*
Michel BOISBRUN	*86*	*Chimie thérapeutique*
François BONNEAUX	*86*	*Chimie thérapeutique*
Ariane BOUDIER	*85*	*Chimie Physique*
Cédric BOURA	*86*	*Physiologie*
Igor CLAROT	*85*	*Chimie analytique*
Joël COULON	*87*	*Biochimie*
Sébastien DADE	*85*	*Bio-informatique*
Dominique DECOLIN	*85*	*Chimie analytique*
Roudayna DIAB	*85*	*Pharmacie galénique*
Natacha DREUMONT	*87*	*Biochimie générale, Biochimie clinique*

Joël DUCOURNEAU	*85*	*Biophysique, Acoustique*

ENSEIGNANTS (suite)	*Section CNU**	*Discipline d'enseignement*
Florence DUMARCAY	*86*	*Chimie thérapeutique*
François DUPUIS	*86*	*Pharmacologie*
Adil FAIZ	*85*	*Biophysique, Acoustique*
Anthony GANDIN	*87*	*Mycologie, Botanique*
Caroline GAUCHER	*85/86*	*Chimie physique, Pharmacologie*
Stéphane GIBAUD	*86*	*Pharmacie clinique*
Thierry HUMBERT	*86*	*Chimie organique*
Olivier JOUBERT	*86*	*Toxicologie, Sécurité sanitaire*
Francine KEDZIEREWICZ	*85*	*Pharmacie galénique*
Alexandrine LAMBERT	*85*	*Informatique, Biostatistiques*
Julie LEONHARD	*86*	*Droit en Santé*
Faten MERHI-SOUSSI	*87*	*Hématologie*
Christophe MERLIN	*87*	*Microbiologie environnementale*
Maxime MOURER	*86*	*Chimie organique*
Coumba NDIAYE	*86*	*Epidémiologie et Santé publique*
Francine PAULUS	*85*	*Informatique*
Caroline PERRIN-SARRADO	*86*	*Pharmacologie*
Virginie PICHON	*85*	*Biophysique*
Sophie PINEL	*85*	*Informatique en Santé (e-santé)*
Anne SAPIN-MINET	*85*	*Pharmacie galénique*
Marie-Paule SAUDER	*87*	*Mycologie, Botanique*
Rosella SPINA	*86*	*Pharmacognosie*
Gabriel TROCKLE	*86*	*Pharmacologie*
Mihayl VARBANOV	*87*	*Immuno-Virologie*
Marie-Noëlle VAULTIER	*87*	*Mycologie, Botanique*
Emilie VELOT	*86*	*Physiologie-Physiopathologie humaines*
Mohamed ZAIOU	*87*	*Biochimie et Biologie moléculaire*
Colette ZINUTTI	*85*	*Pharmacie galénique*

PROFESSEUR ASSOCIE

Anne MAHEUT-BOSSER	*86*	*Sémiologie*

PROFESSEUR AGREGE

Christophe COCHAUD	*11*	*Anglais*

**Disciplines du Conseil National des Universités :*

80 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie en sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé

81 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie en sciences du médicament et des autres produits de santé

82 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie en sciences biologiques, fondamentales et cliniques

85 ; Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé

86 : Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences du médicament et des autres produits de santé

87 : Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences biologiques, fondamentales et cliniques

32 : Personnel enseignant-chercheur de sciences en chimie organique, minérale, industrielle

11 : Professeur agrégé de lettres et sciences humaines en langues et littératures anglaises et anglo-saxonnes

« LA FACULTE N'ENTEND DONNER AUCUNE APPROBATION, NI IMPROBATION AUX OPINIONS EMISES DANS LES THESES, CES OPINIONS DOIVENT ETRE CONSIDEREES COMME PROPRES A LEUR AUTEUR ».

SERMENT DES APOTHICAIRES

Je jure, en présence des maîtres de la Faculté, des conseillers de l'ordre des pharmaciens et de mes condisciples :

D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.

D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine ; en aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

REMERCIEMENTS

A mes parents, mon frère, ma grand-mère et mes regrettés grand-père et arrière-grand-mère, ainsi que toute ma famille, pour leur soutien et leur amour,

A mon ami Pierre, pour son accompagnement et sa patience, et sa famille,

A mes amis, en particulier Soizic et Andreia, pour leur amitié infaillible,

A ma directrice de thèse Mme Couic qui a merveilleusement joué son rôle,

A Pascal et Margaret pour leur accueil chaleureux au Mardys Garden,

Aux membres du jury : Mme Laurain Mattar présidente, Mme Spina et Mme Belvoix,

A mes maîtres de stage, qui m'ont formée tout au long de mes études, particulièrement Mme Belvoix (Créhange), Mme Delatte (CH Bar-le-Duc), Mr Bruce Cronstein (NYU), M. et Mme Fiegel (Metz)

Aux pharmaciens qui m'ont permis de travailler chez eux durant mes études : Mme Herbinet et M. Sautrot (Bar-le-Duc) et M. Laurent (Rémilly).

SOMMAIRE

INTRODUCTION **16**

Première partie : **Botanique des hélichryses et notions générales d'aromathérapie**

1. BOTANIQUE DES HELICHRYSES **18**

A. DESCRIPTION DE LA FAMILLE DES ASTERACEAE 18

i. Appareil végétatif *19*

ii. Appareil reproducteur *19*

B. LE GENRE HELICHRYSUM 20

i. De nombreuses espèces *20*

ii. Polymorphisme des espèces *23*

iii. Particularités d'Helichrysum italicum ssp italicum *23*

2. NOTIONS GENERALES D'AROMATHERAPIE **25**

A. PRINCIPE 25

B. HISTORIQUE 25

i. Origine *25*

ii. L'aromathérapie moderne *27*

C. VALEURS SCIENTIFIQUES RECONNUES 27

D. LES HUILES ESSENTIELLES 28

i. Caractéristiques physiques *28*

ii. Biosynthèse *28*

iii. Localisation *29*

iv. Taxonomie et notion de chémotype *30*

v. Qualité *32*

vi. Mode d'action *33*

vii. Comparaison du pouvoir infectieux des HE et des antibiotiques *33*

viii. Principes actifs des H.E. *35*

1. Alcools et Phénols 35
   a. Phénols 35
   b. Alcools « monoterpénols » 35
   c. Alcools « sesquiterpénols » 36
2. Phénols méthyl-éthers 37
3. Ether-oxydes 37
4. Acides et Esters 38
5. Oxydes 39
6. Cétones 39
7. Lactones 40
8. Aldéhydes 41

a. Les aldéhydes terpéniques 41
b. Les aldéhydes aromatiques 42
9. Terpènes 42
a. Monoterpènes 42
b. Sesquiterpènes 43
10. Coumarines 44
11. Phtalides 44
ix. Voies d'administration 45
x. Toxicité 46
1. Toxicité aiguë per os 46
2. Toxicités spécifiques 47
a. La peau 47
b. Les muqueuses 48
c. Le foie 48
d. Les reins 48
e. Le système cardiovasculaire 49
f. Le système nerveux central 49
g. Le système endocrinien 50
h. Cancérogénicité 50
i. Fertilité 50
j. Embryotoxicité et fœtotoxicité 51
3. Toxicité chronique 51
xi. Contre-indications et précautions d'emploi 52
xii. Extraction de l'H.E. 52
1. Méthodes reconnues par la Pharmacopée européenne, 8e édition 52
a. L'expression à froid 52
b. L'entraînement à la vapeur d'eau ou distillation 52
2. Autres méthodes utilisées en parfumerie, agroalimentaire 53
a. L'extraction au CO_2 supercritique 53
b. L'enfleurage 54
c. Extraction par micro-ondes 55

Deuxième partie : **Observation chez un producteur d'immortelle : Mardys Garden, Calvi (Corse)**

1. CULTURE ET RECOLTE DANS UNE EXPLOITATION CORSE : MARDYS GARDEN, CALVI 57
A. CULTURE DE L'IMMORTELLE ITALIENNE 58
i. Optimum écologique de la plante 58
ii. Repiquage et culture à la manière traditionnelle 59
B. RECOLTE DES FLEURS 61
C. PROTECTION ET LEGISLATION 62

2. PROCEDES DE FABRICATION UTILISES AU MARDYS GARDEN 67
A. HYDRODISTILLATION 67
B. MACERATION SOLAIRE 70

3. CONDITIONNEMENT ET COMMERCIALISATION DES PRODUITS 72

A. CONDITIONNEMENT ARTISANAL SUR LE SITE 72
B. PRESENTATION ET VENTE DE LA GAMME 72

Troisième partie : **Qualité et propriétés du chémotype *Helichrysum italicum subsp italicum* corse par rapport aux autres**

1. DISTINCTION BOTANIQUE ET PROVENANCE DES DIFFERENTS CHEMOTYPES DANS LE BASSIN MEDITERRANEEN 76

A. DIVERSITE DES ESPECES ET SOUS ESPECES 76
i. Au niveau du bassin méditerranéen 76
ii. Au niveau de la Corse 79
B. DIFFERENCES MORPHOLOGIQUES 80
i. Entre les taxons méditerranéens 80
ii. Entre les sous-espèces d'H. italicum 84

2. COMPARAISON DES COMPOSITIONS CHIMIQUES DES HE 85

A. *HELICHRYSUM ITALICUM (ROTH) G. DON* 85
i. Helichrysum italicum subsp. italicum 85
ii. Helichrysum italicum subsp. microphyllum (Willd.) Nyman, 1879 89
iii. Helichrysum italicum subsp. serotinum (DC) P. Fourn. 92
iv. Comparaison des sous-espèces corses 92
v. D'un même chémotype au sein d'une même provenance 93
1. H. italicum subsp. italicum en Corse 93
2. H. italicum subsp. italicum en Toscane 94
3. H. italicum subsp. microphyllum en Sardaigne 96
B. *HELICHRYSUM SEROTINUM* 97
C. *HELICHRYSUM HELDREICHII* 98
D. *HELICHRYSUM STOECHAS* 98
E. *HELICHRYSUM ANGUSTIFOLIUM DC* 99
F. ANALYSES D'AUTRES ESPECES AROMATIQUES 100
vi. Helichrysum gymnocephalum (DC.) Humbert 100
vii. Helichrysum bracteiferum (DC.) Humbert 101
viii. Helichrysum arenarium (L.) Moench 101
ix. Helichrysum splendidum (Thunb.) Less. 102
x. Helichrysum odoratissimum (L.) Sweet 103

3. CONSEQUENCES SUR LE PLAN THERAPEUTIQUE 105

A. PHARMACOLOGIE DES COMPOSES RETROUVES 105
B. INDICATIONS PRIVILEGIEES 107
i. H. italicum et H. angustifolium 107
1. Propriétés et indications 107
2. Administration 108
3. Prix et qualité 108

4. Contre indications et précautions d'emploi 109
ii. H. gymnocephalum et H. bracteiferum 109
1. Propriétés et indications 109
2. Administration 110
3. Prix et qualité 110
4. Contre-indications et précautions d'emploi 110
iii. H. odoratissimum 110
1. Propriétés et indications 110
2. Administration 111
3. Prix 111
4. Contre-indications et précautions d'emploi 111
iv. H. splendidum 111
1. Propriétés et indications 111
2. Administration 111
3. Prix 111
4. Contre-indications et précautions d'emploi 111
C. IMPACT SUR LA QUALITE DES HE COMMERCIALISEES 112
i. Analyse d'HE du Mardys Garden 112
ii. Analyses de quelques HE d'officine et leurs qualités physiques 113
iii. Enquête auprès de quelques laboratoires 114
5. Questionnaire 114
6. Résultats du questionnaire 116
iv. Elaboration d'une fiche qualité pour H. italicum ssp italicum 116

CONCLUSION 118

REFERENCES 119

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 CHAMP D'IMMORTELLES DU MARDYS GARDEN (CORSE) LE 22/06/14 17
FIGURE 2 CAPITULE D'UNE *ASTERACEAE* 19
FIGURE 3 DESCRIPTION DES FLEURS LIGULEES ET TUBULEES 20
FIGURE 4 DISTRIBUTION DU GENRE *HELICHRYSUM* DANS LE MONDE 20
FIGURE 5 ARBRE PHYLOGENETIQUE DU GENRE HELICHRYSUM 22
FIGURE 6 POLYMORPHISME DE L'ESPECE *HELICHRYSUM ITALICUM* 23
FIGURE 7 HERBIER PERSONNEL REALISE SUR FLEURS SECHES PROVENANT DU MARDYS GARDEN 24
FIGURE 8 SHENNONG BENCAO JING 25
FIGURE 9 OFFRANDES AU TULSI/TULASI EN INDE 26
FIGURE 10 IMAGE ISSUE DE LA REPRODUCTION DE L'HISTOIRE GENERALE DES DROGUES DE POMET, 1735 26
FIGURE 11 BIOSYNTHESE DES CONSTITUANTS CHIMIQUES DES H.E. 29
FIGURE 12 AROMATOGRAMME MONTRANT LE POUVOIR AI DE PLUSIEURS H.E. 34
FIGURE 13 TECHNIQUE DE DISTILLATION A LA VAPEUR D'EAU DES H.E. 53
FIGURE 14 EXTRACTION D'H.E. AU CO_2 SUPERCRITIQUE 54
FIGURE 15 IMMORTELLES SAUVAGES OBSERVEES EN CORSE 56
FIGURE 16 LOCALISATION DU MARDYS GARDEN EN BALAGNE, ET DES RELIEFS CORSES 57
FIGURE 17 PROPRIETE DU MARDYS GARDEN, LE 22/06/14 58
FIGURE 18 OPTIMUM ECOLOGIQUE D'*HELICHRYSUM ITALICUM* 58
FIGURE 19 NOUVEAUX PLANTS A REPIQUER DANS UN CHAMP 59
FIGURE 20 CHAMP DE CINQ ANS D'AGE EN FLORAISON, MARDYS GARDEN, 22/06/14 60
FIGURE 21 FAUCILLE UTILISEE POUR LA RECOLTE 61
FIGURE 22 MOI-MEME RECOLTANT LES FLEURS A LA FAUCILLE 61
FIGURE 23 DISTILLATION IMMEDIATE APRES LA RECOLTE 62
FIGURE 24 ARRETE DE 2009 66
FIGURE 26 ALAMBIC ARTISANAL DU MARDYS GARDEN 67
FIGURE 27 FLEURS FRAICHEMENT COUPEES 67
FIGURE 28 METHODE DE TASSEMENT POUR EVITER LA CREATION DE CHEMINEES DE VAPEUR DANS LA CUVE 68
FIGURE 29 ESSENCIER FABRIQUE "MAISON" PAR PASCAL 69
FIGURE 30 VIDAGE DE LA CUVE DE DISTILLATION AUQUEL J'AI PARTICIPE 69
FIGURE 31 CUEILLETTE DES FLEURS A LA MAIN 70
FIGURE 32 SECHOIR TRES AERE AVEC SEULEMENT QUELQUES PLATEAUX OU LES FLEURS SONT DISPERSEES 70
FIGURE 33 SECHOIR MANUEL 71
FIGURE 34 FABRICATION DE LA MACERATION SOLAIRE 71
FIGURE 35 BURETTE ET SON SUPPORT 72
FIGURE 36 UNE PARTIE DE LA GAMME DU MARDYS GARDEN 73
FIGURE 37 GAMME DE PRODUITS DU MARDYS GARDEN 73
FIGURE 38 LE MARDYS GARDEN FIGURE DANS LE GUIDE DE L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE CORSE 74
FIGURE 39 PLAQUETTES PUBLICITAIRES DU MARDYS GARDEN 74
FIGURE 40 *HELICHRYSUM ITALICUM SUBSP ITALICUM* DU MARDYS GARDEN 75
FIGURE 41 DISTRIBUTION DE QUELQUES ESPECES D'*HELICHRYSUM* DANS LE BASSIN MEDITERRANEEN 78
FIGURE 42 DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE D'*HELICHRYSUM STOECHAS* 78

FIGURE 43 DISTRIBUTION DE QUELQUES ESPECES ET DE LEURS ESPECES HYBRIDES 79
FIGURE 45 CAPITULES DE DIFFERENTES ESPECES MEDITERRANEENNES 82
FIGURE 46 INVOLUCRES DE DIFFERENTES ESPECES MEDITERRANEENNES 82
FIGURE 47 CLE D'ESPECES 83
FIGURE 48 CLE DE SOUS-ESPECES 84

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU I CLASSIFICATION DU TAXON 18
TABLEAU II LES PARTIES DE CERTAINES PLANTES RICHES EN ESSENCES 30
TABLEAU III COMPARAISON DES H.E. ET DES ANTIBIOTIQUES 34
TABLEAU IV EXEMPLES D'HE A PHENOL 35
TABLEAU V EXEMPLES D'HE A MONOTERPENOLS 36
TABLEAU VI EXEMPLES D'HE A SESQUITERPENOLS 36
TABLEAU VII EXEMPLES D'HE A PHENOLS METHYL-ETHERS 37
TABLEAU VIII EXEMPLES D'HE A ETHER-OXYDES 37
TABLEAU IX EXEMPLES D'HE A ESTERS 38
TABLEAU X EXEMPLES D'HE A OXYDES 39
TABLEAU XI EXEMPLES D'HE A CETONES 40
TABLEAU XII EXEMPLES D'HE A LACTONES 41
TABLEAU XIII EXEMPLES D'HE A ALDEHYDES TERPENIQUES 41
TABLEAU XIV EXEMPLE D'HE A ALDEHYDE AROMATIQUE 42
TABLEAU XV EXEMPLES D'HE A MONOTERPENE 43
TABLEAU XVI EXEMPLES D'HE A SESQUITERPENES 43
TABLEAU XVII EXEMPLES D'HE A COUMARINES 44
TABLEAU XVIII CLASSEMENT DE LA TOXICITE DES HE SELON LA COMMISSION EUROPEENNE 47
TABLEAU XIX LIMITES SUPERIEURES DES DOSES EN HE CETONIQUES (BAUDOUX, ET AL. 2003) 49
TABLEAU XX HUIT DES ONZE TAXONS MEDITERRANEENS 81
TABLEAU XXI DIFFERENCES MORPHOLOGIQUES ENTRE SOUS-ESPECES D'*H. ITALICUM* 85
TABLEAU XXII COMPOSITION (EN %) D'HE D'*HELICHRYSUM SUBSP ITALICUM* : I1-14 TOSCANE, I5-I8 CORSE 86
TABLEAU XXIII COMPOSITION (EN %) DE L'HE D'*HELICHRYSUM ITALICUM SUBSP ITALICUM*, PROVENANT DU PARC NATIONAL CILENTO ET DIANO VALLEY DU SUD DE L'ITALIE 88
TABLEAU XXIV COMPOSITION (EN %) D'HE D'*HELICHRYSUM ITALICUM SUBSP MICROPHYLLUM* 90
TABLEAU XXV COMPARAISON DES COMPOSANTS ET LEUR TENEUR DANS QUELQUES HE D'*H. ITALICUM SUBSP. MICROPHYLLUM* DE PLUSIEURS PROVENANCES 91
TABLEAU XXVI COMPARAISON DES COMPOSITIONS DES HE DES SOUS ESPECES *ITALICUM* ET *MICROPHYLLUM* 93
TABLEAU XXVII COMPOSITION DE DIFFERENTS ECHANTILLONS D'HE D'*HELICHRYSUM ITALICUM SUBSP ITALICUM* CORSES 94
TABLEAU XXVIII COMPOSITION (EN %) D'HE D'*H. ITALICUM SUBSP ITALICUM* PROVENANT DE 6 ILES DE L'ARCHIPEL TOSCAN 95
TABLEAU XXIX CONSTITUANTS VOLATILES MAJEURS (EN %) D'ECHANTILLONS SARDES D'HE D'*H. ITALICUM SSP MICROPHYLLUM* 96
TABLEAU XXX COMPOSANTS MAJORITAIRES (EN %) DANS UNE HE D'*H. SEROTINUM* DU SUD DE L'ESPAGNE, JAEN 97
TABLEAU XXXI COMPOSITION (EN %) D'*HE D'HELICHRYSUM HELDREICHII* DE GRECE 98
TABLEAU XXXII COMPOSANTS MAJORITAIRES DE L'HE D'*H. STOECHAS SUBSP STOECHAS* D'ESPAGNE CENTRALE, TOLEDO 98
TABLEAU XXXIII COMPOSANTS MAJEURS D'HE D'*H. ANGUSTIFOLIUM* (EN %) 99
TABLEAU XXXIV QUELQUES ESPECES NON MEDITERRANEENNES 100
TABLEAU XXXV COMPOSANTS MAJORITAIRES ET LEUR PROPORTION DANS L'HE D'*HELICHRYSUM GYMNOCEPHALUM* DE MADAGASCAR 100
TABLEAU XXXVI COMPOSANTS MAJORITAIRES ET LEUR PROPORTION DANS UNE HE D'*HELICHRYSUM BRACTEIFERUM* DE MADAGASCAR 101

TABLEAU XXXVII COMPOSITION (EN %) D'*HE D'HELICHRYSUM ARENARIUM* DE MACEDOINE 102
TABLEAU XL PROPRIETES ET TOXICITES DES COMPOSANTS RETROUVES DANS LES HE D'HELICHRYSES 105
TABLEAU XLI COMPOSITION DE L'HE D'*HELICHRYSUM ITALICUM SUBSP ITALICUM* DU MARDYS GARDEN 112
TABLEAU XLII COMPARAISON DES CONSTITUANTS MAJEURS ET DE LEUR TENEUR DANS QUELQUES HE D'H. ITALICUM DE PROVENANCES DIFFERENTES 113
TABLEAU XLIII CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET ORGANOLEPTIQUES DE QUELQUES HE D'*H. ITALICUM* DE PROVENANCES DIFFERENTES 114
TABLEAU XLIV FICHE QUALITE D'*HELICHRYSUM ITALICUM SUBSP ITALICUM* 117

Introduction

L'huile essentielle d'immortelle fait beaucoup parler d'elle, à une époque où l'aromathérapie revient à la mode. Or le terme d' « immortelles » regroupe les quelques centaines d'espèces du genre *Helichrysum*, répandues sur le globe.
Le but de cette thèse est de montrer la disparité de ce que l'on peut trouver sur le marché, en terme d'indications et de qualité.

Nous distinguons les huiles essentielles de quelques hélichryses aromatiques, en comparant leur composition et en déduisant leur indication. En effet, la composition d'une huile essentielle dépend bien sûr de l'espèce dont elle est extraite, mais aussi des conditions climatiques, de la composition du sol, de l'altitude et du stade de floraison de la plante.

Pour répondre à une demande grandissante de l'HE d'immortelle, des fabricants ont recours à des fleurs provenant des Balkans ou d'Italie par exemple. Nous verrons que la qualité des huiles essentielles de ces différentes provenances est différente de celle de l'huile essentielle de Corse.

Dans un but thérapeutique cutané, pour lequel les vertus de l'« HE d'immortelle » sont réputées, je souhaite mettre en avant la qualité exceptionnelle de l'hélichryse italienne corse, de l'espèce *Helichrysum italicum subsp italicum.*

J'ai réalisé pour ce faire une observation de terrain, en me rendant quatre jours à la fin du mois de juin 2014, chez des producteurs d'immortelle italienne. L'exploitation de Margaret et Pascal , le Mardys Garden, se situe en Balagne, région du Nord de la Corse, un terroir unique qui offre la meilleure HE au monde.

Par le biais d'un questionnaire, j'ai fait un sondage auprès de laboratoires commercialisant de l'HE d'immortelle, pour constater la répartition des espèces et provenances des HE qui sont commercialisées en officine.

Dans un premier temps on abordera la botanique des hélichryses, et on rappelera les notions générales d'aromathérapie. La seconde partie retracera mon expérience personnelle au Mardys garden, notamment la récolte des fleurs et l'extraction de l'HE. Finalement, le point crucial de ce travail sera développé ; les compositions d'HE de différentes espèces et provenances seront comparées, et les conséquences sur le plan thérapeutique seront déduites.



Figure 1 Champ d'immortelles du Mardys Garden (Corse) le 22/06/14

Première partie

Botanique des hélichryses et notions générales d'aromathérapie

1. Botanique des hélichryses

a. Description de la famille des Asteraceae

Les Astéracées comptent 20 000 espèces totalement cosmopolites, très diversifiées dans les pays tempérés à froids.

Tous les ports sont représentés (herbacées majoritairement, mais aussi arbustes et lianes), excepté les grands arbres.

On peut observer la classification botanique exacte du genre *Helichrysum* sur le tableau I.

Tableau I Classification du taxon

Rang	Nom Scientifique
Cladus	Chlorophytes
Cladus	Plasmodesmophytes
Cladus	Embryophytes
Cladus	Stomatophytes
Cladus	Hemitracheophytes
Cladus	Tracheophytes
Cladus	Euphyllophytes
Cladus	Spermatophytes
Cladus	Angiospermes
Cladus	Dicotyledones Vraies
Cladus	Dicotyledones Vraies Superieures
Cladus	Asteridees
Cladus	Campanulidees
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
Genre	Helichrysum

Les *Asteraceae* sont utilisées de façon multiple et variée :

- qualités ornementales (chrysanthèmes, dahlias, marguerites, zinnias, etc.),
- alimentaires (laitue, chicorée, artichaut) et oléagineux (tournesol)
- fabrication de liqueurs (absinthe)
- médicinales (camomille, arnica, armoise)
- insecticides (pyrèthre)

i. Appareil végétatif

Le feuillage des plantes de cette famille est alterne, simple et non stipulé.

L'appareil sécréteur est constant et assez spécifique (utile pour la classification d'une si grande famille) ; on a :

- Des laticifères.
- Des canaux sécréteurs à Huile Essentielle et à résine.
- Des poches sécrétrices à Huile Essentielle.

Chimiquement sont présents également :

- L'inuline dans les parties souterraines, qui est une molécule de réserve
- Non pas des iridoïdes, mais des lactones particulières (terpéniques) à ces plantes.
- Azulènes (aux propriétés anti-inflammatoires).
- Polyines :polyacétylèniques.
- Quelques alcaloïdes.

La classification interne différencie deux sous-familles, selon l'appareil sécréteur (à latex ou à huile essentielle/résine).

ii. Appareil reproducteur

Les *Asteraceae* sont encore appelées Composées car l'inflorescence, nommé le capitule, est composé de nombreuses fleurs sessiles, ligulées et/ou tubuleuses (voir figure 3) selon les espèces, implantées sur un réceptacle, comme le montre la figure 2. Le capitule surmonte un involucre formant une « collerette », composé des bractées florales.

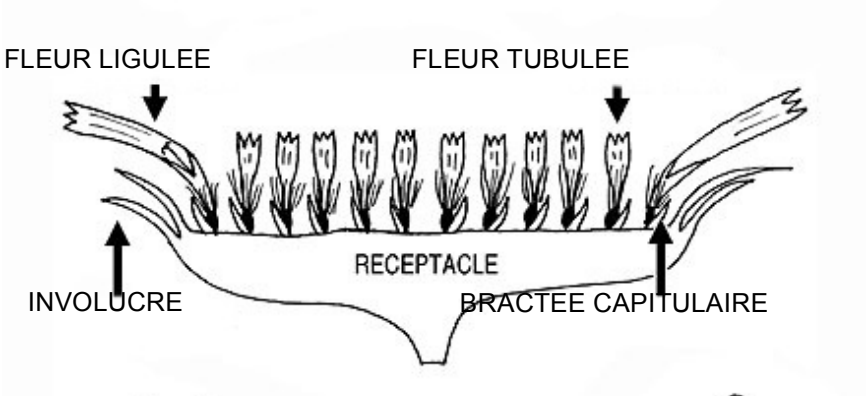


Figure 2 Capitule d'une *Asteraceae*

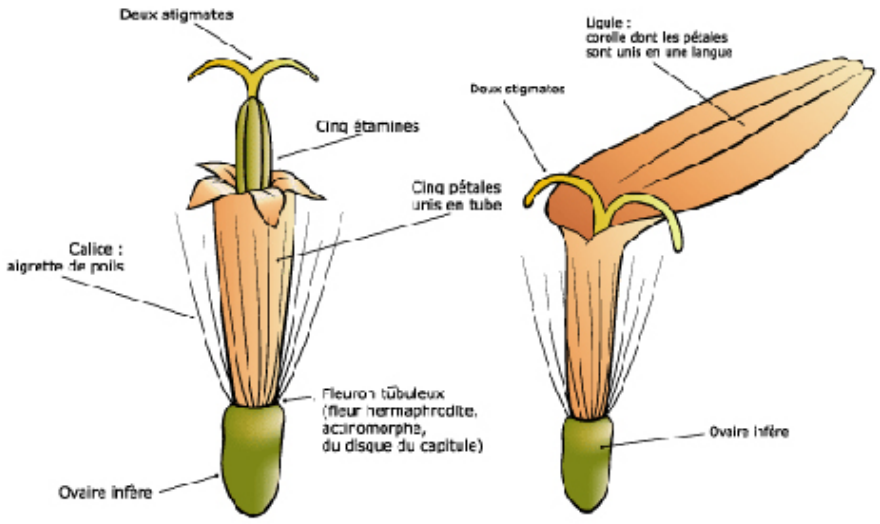


Figure 3 Description des fleurs ligulées et tubulées

Chaque fleur a un ovaire infère uniloculaire. Les fruits sont des akènes couronnés d'un pappus (reste de calice) qui permet la dispersion des graines par le vent. La fécondation quant à elle est entomophile (c'est-à-dire par le biais des insectes).

b. Le genre Helichrysum

i. De nombreuses espèces

Le genre Helichrysum compte environ 500 espèces distribuées sur tout le globe [22], comme le montre la prochaine carte (figure 4), accompagnée de sa légende.

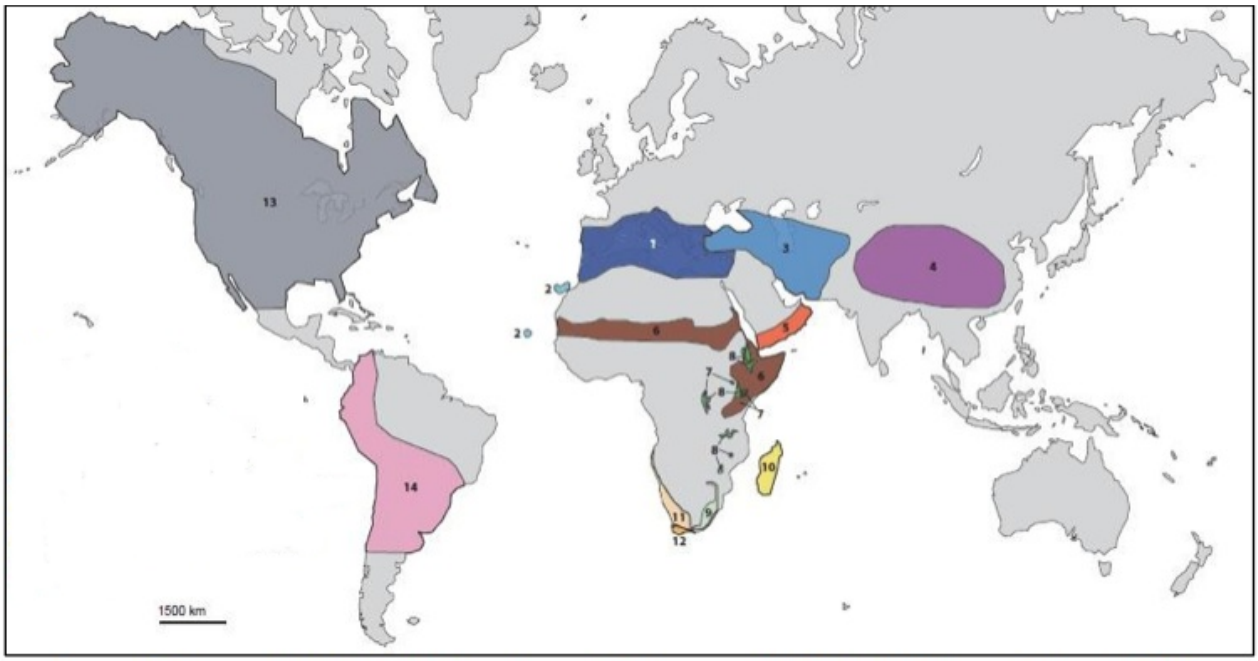
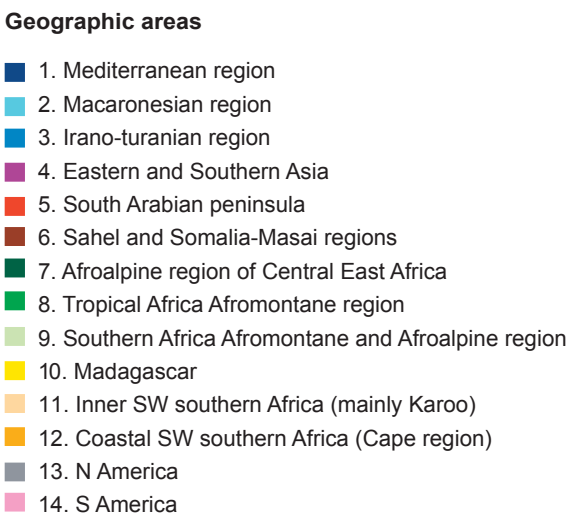


Figure 4 Distribution du genre *Helichrysum* dans le monde



On situe plusieurs zones de production, réparties sur les cinq continents :

- une zone regroupe les pays du pourtour méditerranéen,
- sur le continent américain : en Amérique du Nord et en Amérique du Sud,
- en Afrique : surtout à Madagascar, en Afrique du Sud et Afrique de l'Est, et dans les régions Masai du Sahel et de Somalie,
- en Asie : dans l'Est et le Sud du continent,
- et au Moyen-Orient, dans la péninsule Sud Arabique.

On obtient également de nombreuses informations sur l'arbre phylogénétique [23] (figure 5), comme les distributions des espèces avec la spécification de quelques uns de leurs caractères botaniques (comme le nombre de fleurs par capitules, l'allure du réceptacle, du pappus), et leur relation génétique.

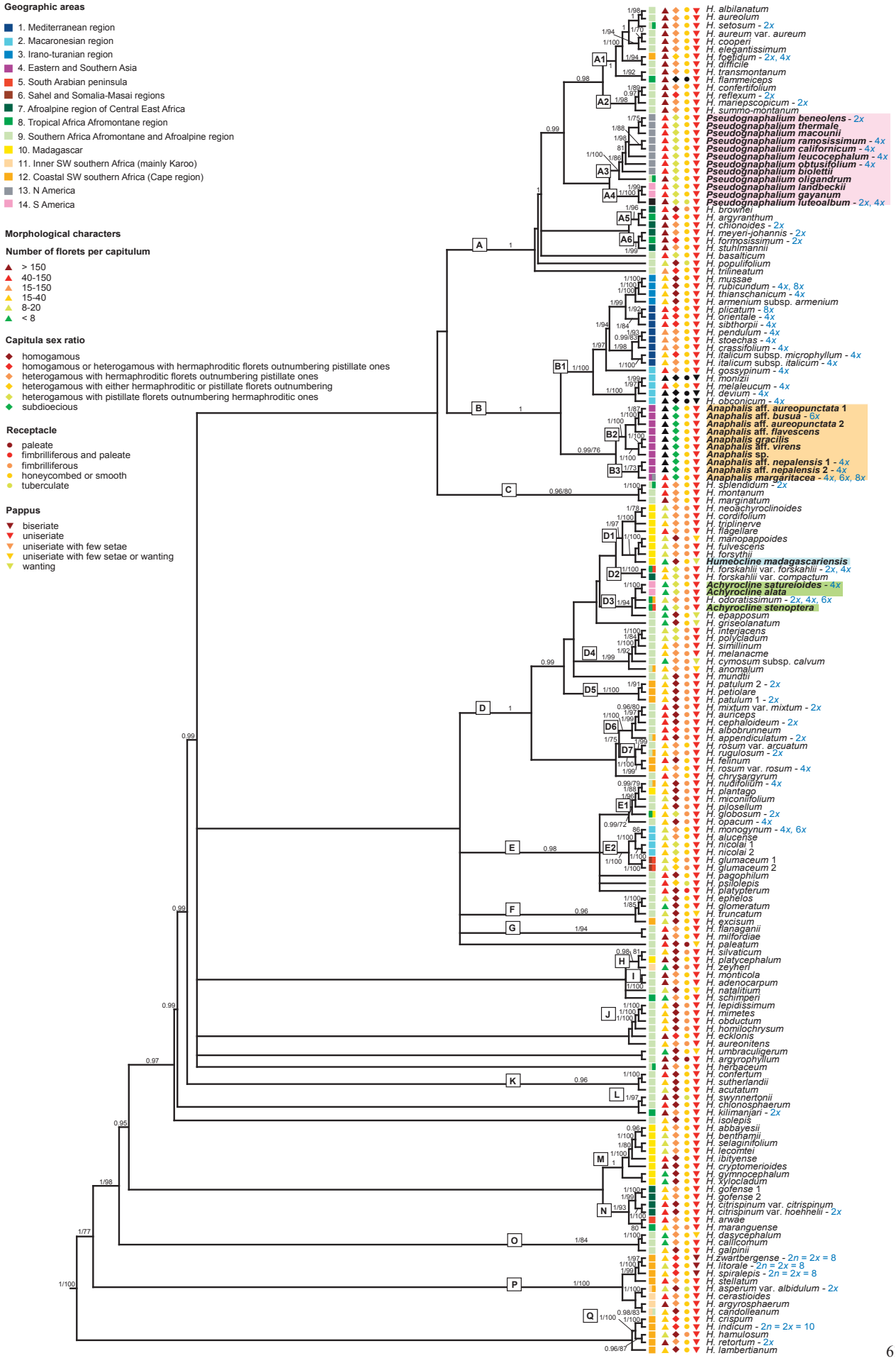


Figure 5 Arbre phylogénétique du genre Helichrysum

ii. Polymorphisme des espèces

Au sein même d'une espèce on retrouve plusieurs sous-espèces qui ont des caractères différents pour un même gène: on parle de polymorphisme génétique. Pour l'espèce de l'immortelle italienne, on a plusieurs sous-espèces, dont *italicum* et *microphyllum* (figure 6), qui différent par quelques gènes polymorphes, comme la taille des feuilles ou celle des capitules.

H. italicum italicum	*H. italicum microphyllum*
	

Figure 6 Polymorphisme de l'espèce *Helichrysum italicum*

iii. Particularités d'Helichrysum italicum ssp italicum

L'immortelle italienne corse est un sous-arbrisseau vivace typiquement méditerranéen très aromatique de 20 à 50 cm de haut.

Comme il est possible de voir sur la figure 7, les capitules (**C)** de couleur jaune moutarde mesurent au maximum 3mm et se regroupent en corymbes (**E)** de 1,5 à 8cm.

Ses feuilles (**A)** linéaires sont très étroites (1 à 2mm) grêles et allongées (2 à 3cm), vert grisâtre pour les espèces à l'intérieur des terres, à blanc argenté pour les espèces du littoral, légèrement tomenteuses, à marge enroulée sur l'intérieur.

Les akènes (**B)** d'une taille très petite d'environ 0,2mm sont pourvus de longs poils.

La tige (**D)** est ligneuse, le feuillage alterne.



Figure 7 Herbier personnel réalisé sur fleurs sèches provenant du Mardys Garden.
A= feuilles ; B= akènes ; C= capitules ; D= tige ; E= corymbes

2. Notions générales d'aromathérapie

a. Principe

L'aromathérapie est l'utilisation des huiles essentielles à des fins thérapeutiques.
C'est une médecine naturelle ou « douce » qui rejoint la phytothérapie, d'où le terme de phyto-aromathérapie. [3]

b. Historique

i. Origine

Les plantes, dans leur ensemble, constituaient la base de la pharmacopée des civilisations antiques. Les premières listes des propriétés bienfaisantes des plantes aromatiques datent du IV^{e} siècle av JC : l'Histoire des plantes, et le Traité des odeurs de Théophraste, père de la botanique. Mais c'est depuis l'aube des temps que les hommes se soignent par les plantes aromatiques, privilégiant d'instinct les plantes sécrétant du parfum.
Cette passion pour les essences n'a jamais connu de frontières :

- En **Chine**, « tout parfum est un médicament». Le caractère chinois, "hsiang yao" veut dire "parfum", mais aussi "remède" et "médicament". Le texte fondateur de la médecine chinoise à base de plante, un manuscrit connu aujourd'hui sous le nom de ***Shennong bencao jing*** (figure 8) et datant du IIIe millénaire av. J.-C., comprend la description d'un millier d'espèces végétales et médicinales.

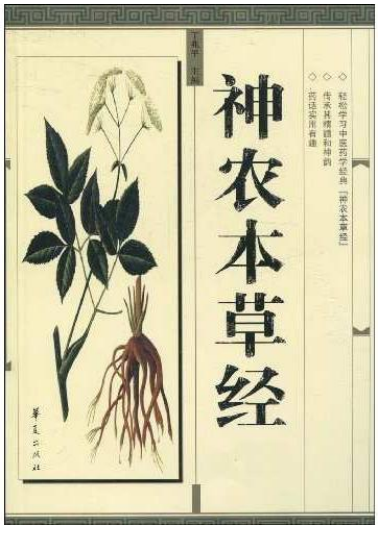


Figure 8 Shennong bencao jing

- En **Inde**, l'*Ayurveda* conseille l'usage des plantes aromatiques en médecine et dans l'alimentation. En Inde traditionnelle, les parfums étaient largement employés en médecine et

les Rishis en recommandaient l'usage dans les sacrifices religieux, mais aussi pour traiter le corps et l'esprit. L'Inde est le pays d'origine du basilic, où il est sacré ; « Ocimum sanctum » ou tulsi est l'une des plantes médicinales les plus respectées en médecine Ayurvédique et encore utilisée aujourd'hui (figure 9).

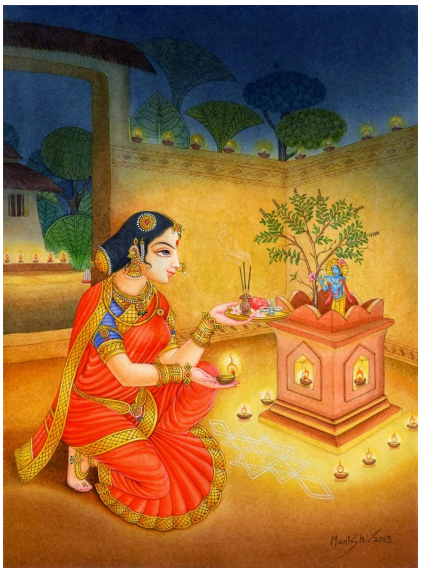


Figure 9 Offrandes au tulsi/tulasi en Inde

- En **Égypte**, on fabriquait déjà huiles et eaux parfumées (notamment de romarin officinal), préparations destinées à l'embaument des momies (figure 10), 4000 ans av. J-C.

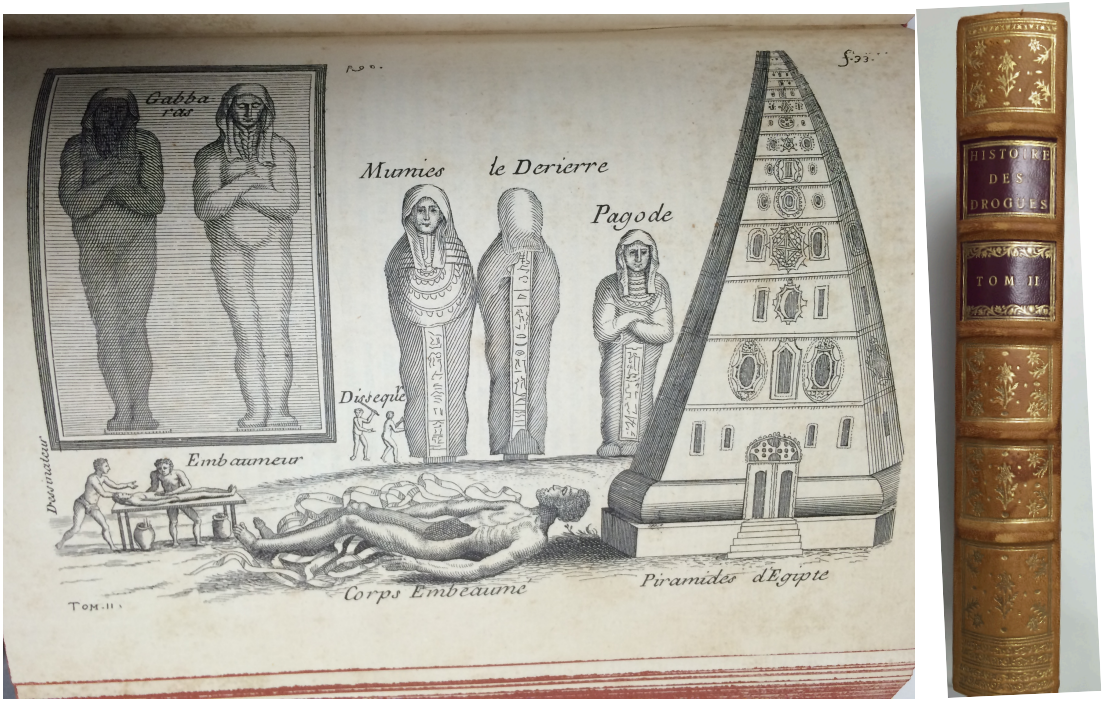


Figure 10 Image issue de la reproduction de l'Histoire générale des drogues de Pomet, 1735

- En **Grèce**, Hippocrate faisait brûler des plantes en 430 av JC, pour lutter contre la grande peste d'Athènes.

- Au **Moyen-Orient**, Babylone restera pendant longtemps l'entrepôt principal des aromates du monde entier. Elle recevra les épices de l'Inde et du golfe Persique, les gommes odoriférantes d'Arabie et les baumes de la Judée.

- En **Australie**, il y a 40.000 ans, les peuplades aborigènes ont dû apprendre à s'adapter aux très dures conditions de vie. Ainsi, ils utilisaient couramment les feuilles de Melaleuca alternifolia (Tea tree). Le Wamadai est une plante violacée que les femmes plaçaient sous leur natte avant la nuit : l'odeur de ces fleurs repousse les Bak, insectes suceurs de sang. [2] [7] [18]

ii. L'aromathérapie moderne

L'Aromathérapie « moderne » provient directement du monde arabe où les savants commencèrent à distiller les plantes à la vapeur d'eau, après que le grand savant Avicenne mit au point l'alambic autour de l'an 1000. Ce n'est qu'au XII^{ème} siècle que l'aromathérapie arrive en Europe. De retour des croisades, les chevaliers ramènent l'invention de l'Alambic à la vapeur d'eau ainsi que cette médecine naturelle qui utilise les huiles essentielles dans les apothicaireries. A cette époque, *les pharmaciens* se nommaient « aromatherii »[13].

La France occupe la première place dans l'aromathérapie moderne grâce à deux noms :

Le chimiste René-Maurice Gattefossé (1881-1950) qui faisait des recherches en parfumerie en 1930, se brûla grièvement les mains, avant-bras et le front, lors d'une explosion de laboratoire. Très gravement brûlé, il fût guéri, comme le confirme sa petite fille, par de l'huile essentielle de lavande officinale et de lavandin super. Dès lors, il consacra une partie de ses recherches aux propriétés des huiles essentielles.
Il est à l'origine du néologisme « aromathérapie », devenu peu après un mot courant.

Le docteur Jean Valnet (1920-1995) reprit les travaux de Gattefossé et publia des ouvrages de référence (*Aromathérapie*, *Traitement des maladies par les essences des plantes*, 1964).

c. Valeurs scientifiques reconnues

Les actifs sont biochimiquement identifiés par chromatographie en phase gazeuse et donnent ainsi à l'aromathérapie scientifique tous ces fondements. Celle dernière recourt à une méthodologie rigoureuse qui s'inspire de données scientifiques solides confirmées tant par la clinique que par le laboratoire.

d. Les huiles essentielles

i. Caractéristiques physiques

Les HE présentent les caractéristiques physiques [20], d'être liquide à température ambiante, rarement visqueuse (pour exemple la myrrhe) ou cristallisée (camphre), d'être volatile (contrairement aux huiles grasses ; noisette, avocat etc) et odorante.
Elles sont insolubles dans l'eau, plus légères que l'eau pour la plupart et solubles entièrement dans les huiles grasses, partiellement dans les alcools à titre élevé et les solvants organiques
Elles sont de couleurs très variées (par exemple l'HE d'absinthe de couleur verte, l'HE de Camomille romaine bleue, l'HE de Cannelle de Ceylan rougeâtre)

ii. Biosynthèse

La biosynthèse des H.E. a comme point de départ la chlorophylle, « laboratoire central » de tout le monde végétal. Elle se fait suivant deux principales voies (décrites par Mann en 1987) (figure 11):

Voie des Terpenoïdes
Le matériau de base est l'IPP (isopentylpyrophosphate) : Il est dérivé de l'Acétyl CoA, lui-même issu du PEP (phosphoenolpyruvate ou acide pyruvique) provenant directement du fructose. La condensation ramifiée de trois molécules du coenzyme donne l'acide mévalonique : celui ci se transforme en deux unités d'isoprènes pyrophosphates (IPP).
La construction des squelettes hydrocarbonés a lieu par la juxtaposition "tête à queue" d'unités isopréniques, unités pentacarbonés ramifiées assemblées enzymatiquement. Ainsi on trouve des squelettes hydrocarbonés à dix carbones (monoterpènes), puis à quinze carbones (sesquiterpènes) et plus rarement, à vingt carbones (diterpènes).

Voie des Phénylpropanoïdes (plus rare)
Elle commence par un métabolite du fructose, le PEP, et aboutit à un très grand nombre de substances aromatiques, via une série d'acides, dont l'acide shikimique (d'où son nom, voie shikimique) et l'acide cinnamique. Les métabolites terminaux, importants en thérapeutique, sont les acides aromatiques suivants: acides salicylique, cinnamique et benzoïque et leurs esters dont la salicylate de méthyle, les cinnamates, les benzoates, certains phénols (eugénol) ainsi que les coumarines [10].

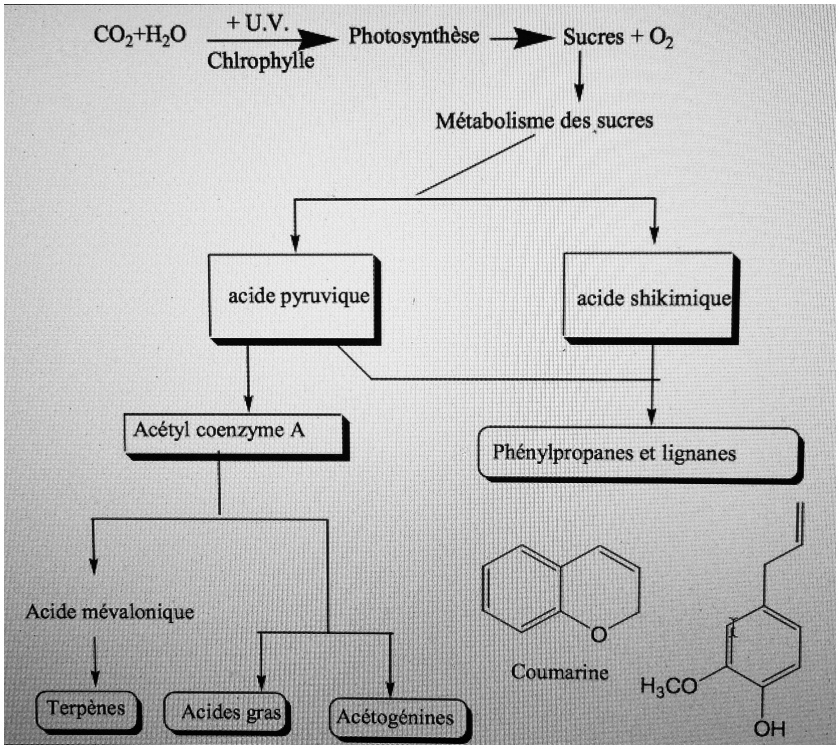


Figure 11 Biosynthèse des constituants chimiques des H.E.

La biosynthèse des HE est influencée par deux critères importants :

a) La nature du sol:

La synthèse des H.E. est sous la dépendance d'enzymes à chaque étage de la chaîne dont de nombreuses métallo-enzymes. La nature physico-chimique différant d'un sol à l'autre, n'offre donc pas à la plante les mêmes oligo- et micro- éléments, d'où la composition différente des H.E. selon la nature du sol.

b) Le rayonnement solaire:

Les rayons I.R. dominent en bord de mer tandis que les rayons U.V. dominent en altitude.

Là aussi, les enzymes sont sensibles aux radiations lumineuses avec comme corollaire des H.E. pouvant être différentes pour le même type de plante [20].

iii. Localisation

Les essences végétales sont élaborées par les plantes aromatiques au sein de cellules sécrétrices de trois types:

- les poils glandulaires épidermiques de type externe
- les poches et les canaux glandulaires schizogènes (sortes de vacuoles à l'intérieur de la plante)

- les poches et les canaux glandulaires schizolysigènes (comme les schizogènes mais les cellules bordant l'appareil sécréteur se dissolvent, entraînant un agrandissement du canal glandulaire). C'est le cas par exemple de tous les agrumes ; citron, orange, mandarine...

Ces cellules sécrétrices sont en général présentes dans toutes les parties de la plante: racines, tiges, feuilles, fleurs et fruits [16] [7] [14].

Cependant, si dans la plupart des cas la composition en essences est à peu près identique dans chacune des parties de la plante, il y a des exceptions, comme on peut le voir dans le tableau II.

Tableau II Les parties de certaines plantes riches en essences

Partie de plante riche en HE	Exemple de plante
Feuille	Romarin, sauge, Mandarine, Citron
Feuille de conifère	Sapin, cèdre
Tige	Citronnelle
Ecorce	Cannelier
Racine	Angélique, vétiver
Rhizome	Gingembre
Bulbe	Oignon
Bois	Santal
Péricarpe de fruit	Mandarine, citron
Fleur	Jasmin, rose
Graine	Aneth

iv. Taxonomie et notion de chémotype

Pour bien comprendre les termes propres à l'aromathérapie, il est important de définir quelques notions.

L'essence est une substance aromatique naturelle que la plante sécrète dans ses organes producteurs [2].

L'huile essentielle ou H.E. est un produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement par la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, ou 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 l'ANSM, mai 2008).

L'hydrolat aromatique ou H.A. est l'eau distillée (vapeur d'eau condensée) que l'on sépare de l'huile essentielle à la sortie de l'alambic. L'H.A. contient des substances aromatiques hydrosolubles (inférieurs à 5 %, surtout les alcools et les phénols).

Une huile essentielle botaniquement et biochimiquement définie ou H.E.B.B.D est une huile essentielle chémotypée. En pharmacie, les mentions sont obligatoires et respectées par les laboratoires pharmaceutiques.
Elle répond à trois critères fondamentaux:

- l'espèce botanique exacte, en latin pour éviter les confusions,

  Le nom complet se compose :

  - du genre
  - d'une épithète qualitative

    exemple: *Lavandula* - *vera* = lavande vraie
    - *spica*= aspic
    - *hybrida*= lavandin

- l'organe producteur (feuilles, fleurs, racines, etc…)

  Lorsque l'huile essentielle est retirée de la plante entière, il n'est pas nécessaire de l'indiquer (ex: *Mentha piperita*, *Rosmarinus officinalis*), par contre, pour certaines plantes, l'indication de l'organe producteur est indispensable car l'H.E. obtenue est différente.

  Exemple: l'H.E. *Citrus Aurantium Amara* (Oranger amer), on aura 3 H.E. différentes suivant la partie de la plante distillée:

  - H.E. *Citrus Aurantium Amara* op Folium (feuille ou qualifié de bigarade)
  - H.E. *Citrus Aurantium Amara* op Flos (fleurs ou encore appelé néroli)
  - H.E. *Citrus Aurantium Amara* op Zestes (écorce)

- sa spécificité biochimique, variable selon l'époque et le lieu de rencontre. C'est ce qu'on appelle le chémotype.

  Les composants organiques d'une plante ne sont pas immuables : ils dépendent de l'ensoleillement, de la nature du sol... Ainsi deux plantes identiques peuvent sécréter des essences différentes ; pour différencier les huiles essentielles issues de la même plante, on utilise le terme de chimiotype ou chémotype ou type chimique. La chromatographie en phase gazeuse ou CPG est une technique d'analyse qui permet de différencier les différents chémotypes d'une même HE. [20]

  Suivant le pays, le sol, le climat et l'altitude, une même plante produira des H.E. aux principes curatifs différents. Plusieurs exemples illustrent cette notion :

Exemple de l'H.E. de *Rosmarinus officinalis*

- Au Maroc est récoltée l'H.E. *Rosmarinus officinalis* à 1,8 Cinéole : ce qui confère des propriétés expectorantes et mucolytiques à l'HE.
- En Corse: c'est l'H.E. de *Rosmariunus officinalis* à Verbénone qui est produite, qui sera hépatoprotectrice.
- En Provence: on trouve de l'H.E. de *Rosmarinus officinalis* à Camphre, qui est cardiotonique et peut être toxique pour le foie.

Exemple de l'HE d'*Artemisia absinthium*

L'absinthisme a sévi en France pendant de nombreuses années car l'HE d'absinthe contient un composé appelé thuyone qui est fortement neurotoxique. Des plantes d'absinthes cultivées en différents endroits de France donnent des compositions en thuyone allant de 16 à 98% expliquant la neurotoxicité de certaines préparations et pas d'autres (le rendement diminuant du Nord au Sud).

Exemple de l'HE de *Thymus vulgaris*: elle comporte sept chémotypes : à thymol, carvacrol, géraniol, linalol, paracymène, thujanol, α-terpinéol.

Ceci se traduit par des odeurs différentes : à Saint-Tropez il a l'odeur caractéristique du thym ; dans l'arrière pays, il se rapproche de l'odeur de la sariette, en Haute- Provence il a l'odeur de la menthe et en Haut Languedoc il a l'odeur de la marjolaine alors qu'en Espagne il peut avoir l'odeur de l'eucalyptus ou de la verveine.

v. Qualité

Une HE de qualité doit avoir les caractéristiques suivantes:

- naturelle à 100%: c'est-à-dire exempte de tous produit d'origine chimique ou synthétique. L'HE doit posséder une composition conforme à son origine et ne peut pas être reconstituée artificiellement.

- pure à 100%: c'est-à-dire non mélangée à d'autres HE similaires mais de moindre coût (pas d'HE passe- partout comme la térébenthine, pas d'huiles grasses peu odorantes ou désodorisées).

- totale à 100%: non décolorée, non recolorée, non déterpénée (sauf si précisé, comme la monographie de la menthe déterpénée à la pharmacopée). Modifier une HE est un acte qui provoque un déséquilibre dans la composition originelle de l'HE en augmentant la proportion

relative de certains composants par rapport à d'autres et par conséquent, rompt l'harmonie naturelle du complexe d'HE original.

- de très haute qualité physico-chimique et biologique
    - haut potentiel énergétique:
        - protonique: les HE sont acides,
        - électronique: les HE sont réductrices
    - de grande pureté électrolytique: les HE sont hautement résistives
    - d'une grande teneur en certains phénols ou esters aromatiques
    - riche en bio-catalyseurs donc à haut degré d'activité physiologique [20].

vi. Mode d'action

Les composants des HE peuvent agir de manière directe ou indirecte.
Par action directe, la molécule active interagit sur les micro-organismes pathogènes ou sur le métabolisme :

- C'est le cas du sclaréol de la sauge *Salvia sclarea* qui est un oestrogène-like, par l'analogie de sa structure chimique ;
- C'est aussi le cas de certains oxydes comme l'eucalyptol sur la production de mucine par les cellules glandulaires spécialisées.

A travers une action indirecte, les composants interviennent sur des processus biologiques, en modifiant le terrain local et général. Ainsi on détermine:

- Soit par une action énergétique: par apport d'électrons (négativation) ou au contraire par captation d'électrons (positivation)
- Soit par apport de protons (acidification)

Ils peuvent aussi procéder par une action informationelle: qu'elle soit exogène (olfactive) ou endogène (neurologique, endocrinienne, microbiotique) [20].

vii. Comparaison du pouvoir infectieux des HE et des antibiotiques

Les H.E. présent une propriété constante : un pouvoir anti-infectieux, à différents degrés pour chacune d'entre elles.
Les HE peuvent donc être comparées aux antibiotiques, de par leur pouvoir anti-infectieux. Les HE bénéficient d'un recul d'utilisation de 5000ans tandis que les antibiotiques ne sont utilisés que depuis 50 ans. Ainsi on a pu voir que les HE ne provoquent pas de phénomène de résistance, alors que les antibiotiques entraînent des résistances.

D’autre part, les HE augmentent l’immunité de l’hôte alors que les antibiotiques la diminuent (tableau III).

Tableau III Comparaison des H.E. et des antibiotiques

	H.E.	Antibiotiques
Recul d’utilisation	5000 ans	50 ans
Mode d’action	synergie de molécules multiples	molécule unique
Nature	plantes supérieures (rayonnement solaire)	moisissures (dégradation)
Activité	absence de résistance	résistance
Toxicité	peu d’allergies	allergie, toxicité, effets indésirables
Actions secondaires	augmentent l’immunité	Diminuent l’immunité

L'aromatogramme est une technique d'exploration, de mesure de l'activité antibiotique, bactéricide et antiseptique des huiles essentielles.

L'aromatogramme est pratiqué à l'image de l'antibiogramme: on prélève des germes sur un Coton-Tige (frottis) qu'on transfère sur une gélose coulée dans une boîte de Pétri (ensemencement), puis on dépose un disque imprégné d’H.E. et on remet la boîte à l'incubateur.

Après 24h, on lit la boîte : on mesure le nombre de millimètres de bactéries tuées ou dont la croissance a été inhibée autour du disque. Pour un germe, on peut tester la sensibilité vis à vis d'une trentaine d'HE. Notons que la diffusion de l'HE dans la gélose n'est pas la même pour chaque HE: on atteint ici la limite de la méthode de lecture de l'aromatogramme (figure 12).

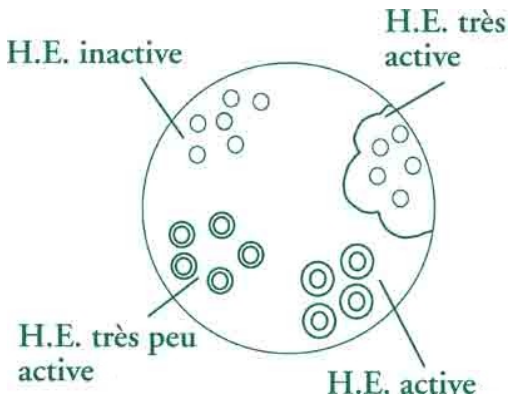


Figure 12 Aromatogramme montrant le pouvoir AI de plusieurs H.E.

viii. Principes actifs des H.E.

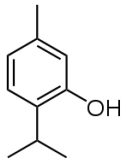
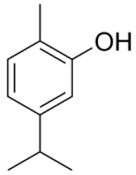
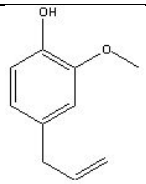
Les HE sont des mélanges complexes de molécules actives, qui appartiennent à des classes chimiques, que l'on va chacune décrire.

1. Alcools et Phénols

a. Phénols

Ils sont toniques et défatigants. Ce sont également de puissants anti-infectieux: ils sont bactéricides, virucides et fongicides. Ils sont aussi immunostimulants.
On a quelques exemples d'HE à phénol dans le tableau IV.

Tableau IV Exemples d'HE à phénol

Nom du phénol	Thymol	Carvacrol	Eugénol
Structure			
Nom latin d'une des plantes où on le retrouve	*Thymus vulgaris thymoliferum*	*Origanum compactum*	*Eugenia caryophyllus*
Nom français	Thym ct thymol	Origan compact	Clou de girofle

Ils peuvent être hépatotoxiques à haute dose, et sont dermocaustiques, c'est-à-dire irritant pour la peau et les muqueuses.

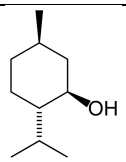
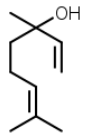
Les H.E. à phénols doivent être utilisées temporairement. Il ne faut utiliser l'HE que diluée (1 %) sur une H.V. pour la voie cutanée et ne pas utiliser d'H.E. à phénols chez des enfants en dessous de 12 ans. [20]

b. Alcools « monoterpénols »

Ils ont des propriétés anti-infectieuses, moins puissantes que les phénols, une action tonifiante générale, physique et nerveuse. Ils ont aussi une action de régulation du système immunitaire. Certains présentent une action plus spécifique, hépatostimulante, comme le thujanol et le menthol.

On a dans le tableau V deux exemples d'alcools monoterpénols.

Tableau V Exemples d'HE à monoterpénols

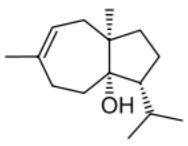
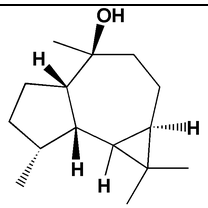
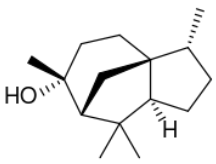
Nom de l'alcool	Menthol	Linalol
Structure		
Nom latin d'une des plantes où on le retrouve	*Mentha arvensis*	*Thymus vulgaris linaloliferum*
Nom français	Menthe des champs	Thym vulgaire ct linalol

Ils présentent peu de toxicité sauf le menthol qui a une dose létale de 2 grammes pour un homme. Il entraînent aussi des risques de convulsions chez l'enfant : on l'interdit avant 3 ans, et on l'utilise avec prudence entre 3 et 6ans.

c. Alcools « sesquiterpénols »

Ils ont des propriétés anti-infectieuses faibles, une action tonifiante générale et surtout cardiotonique (par exemple le santalol). Ce sont des décongestionnants veineux : ils ont en effet une grande action sur les systèmes circulatoires veineux et lymphatiques.
On peut voir trois exemples de sesquiterpénols dans le tableau VI suivant.

Tableau VI Exemples d'HE à sesquiterpénols

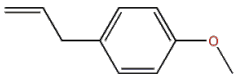
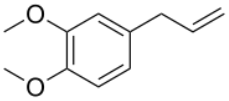
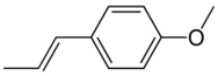
Nom de l'alcool	Carotol	Viridiflorol	Cédrol
Structure			
Nom latin d'une des plantes où on le retrouve	*Daucus carota var. sativa*	*Melaleuca quinquenervia*	*Cupressus sempervirens*
Nom français	Carotte sauvage	Niaouli	Cyprès toujours vert

Ils présentent très peu de toxicité aux usages et doses recommandés.
Certains de ces alcools ont une action « hormon-like » comme le viridiflorol.

2. *Phénols méthyl-éthers*

Ils sont antispasmodiques neurotropes et myotropes. Ce sont des antalgiques cutanés. Ils ont aussi des propriétés anti-inflammatoires, anti-allergiques et anti-infectieuses (ils répondent à la loi du « tout ou rien »). On en retrouve quelques un dans le tableau VII.

Tableau VII Exemples d'HE à phénols méthyl-éthers

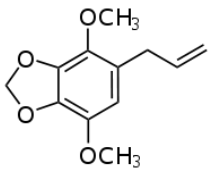
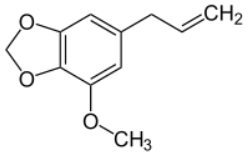
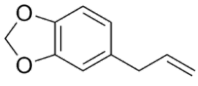
Nom de la molécule	Chavicol méthyl-éther ou estragole	Eugénol méthyl-éther	Trans-anéthol
Structure			
Nom latin d'une des plantes où on le retrouve	*Ocimum basilicum var. basilicum*	*Laurus nobilis*	*Pimpinella anisum*
Nom français	Basilic tropical	Laurier noble	Anis vert

Ils présentent une forte toxicité : à doses élevées, ils entraînent une obnubilation et stupéfaction, hypotonie et hypothermie, dépression, voire coma. Certains sont mêmes cancérigènes (estragole), émétisants et abortifs à fortes doses (l'asarone à raison de 120 gouttes/j en continu). [4]

3. *Ether-oxydes*

Ils sont toniques et stimulants, antalgiques à usage externe, et antiparasitaires. Ils stimulent aussi les glandes exocrines, surtout les glandes digestives.

Tableau VIII Exemples d'HE à éther-oxydes

Nom de la molécule	Apiole	Myristicine	Safrole
Structure			
Nom latin d'une des plantes où on le retrouve	*Petroselinum sativum apioliferum*	*Myristica fragrans*	*Ocotea pretiosa*
Nom français	Persil simple ct apiole	Noix de muscade	Sassafras

Ils sont issus des phénols méthyl-éthers, donc ont des actions similaires.

Ils présentent diverses toxicités :

- Une toxicité neurologique ; en effet l'apiole provoque des symptômes similaires à ceux provoqués par l'alcool. La myristicine est hallucinogène et le safrole est dopant.
- Une toxicité abortive : notamment la myristicine et l'apiole
- Un effet mutagène. Le safrole provoque un hépatocarcinome chez le rat. [11] [15]

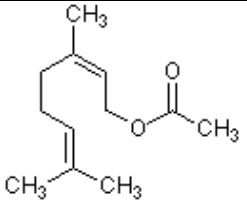
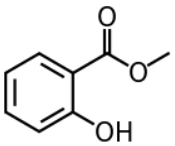
4. Acides et Esters

Les acides et les esters sont spasmolytiques à trois niveaux:

- Au niveau de la commande centrale neurovégétative
- Au niveau des médiateurs à l'échelon neurotrope
- Et à l'échelon musculotrope par une action au niveau des récepteurs

Ils présentent des propriétés anti-inflammatoires et sont aussi hypotenseurs.
Trois esters sont visibles sur le tableau IX à titre d'exemples.

Tableau IX Exemples d'HE à esters

Nom de la molécule	Acétate de lavandulyle	Acétate de néryle	Salicylate de méthyle
Structure			
Nom latin d'une des plantes où on le retrouve	*Lavandula angustifolia*	*Helichrysum italicum*	*Gaultheria procumbens*
Nom français	Lavande vraie	Hélichryse italienne	Gaulthérie couchée

Les acides sont des composés à l'état de traces dans les H.E., car ils sont très hydrosolubles. Ils sont néanmoins très actifs et efficaces.
Pour les esters, le tropisme de l'H.E. dépend du nombre d'atomes de carbone de l'alcool qui le compose:

- Si l'alcool a 1 à 5 atomes de carbone: l'ester a un tropisme céphalique
- Si 10 atomes de carbones composent l'alcool : l'ester a un tropisme pour la zone rythmique (respiration) et métabolique haute (estomac, foie)

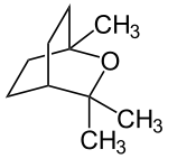
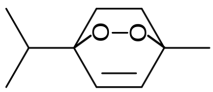
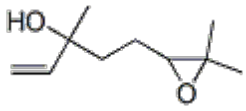
- Si l'alcool a 15 carbones: l'ester a un tropisme sur la zone métabolique basse et la sphère génitale.

Ni les esters ni les alcools ne manifestent de toxicité aux doses thérapeutiques. [4] [20]

5. Oxydes

Les oxydes stimulent les glandes exocrines, en particulier les muqueuses respiratoires et digestives.
Ils sont expectorants, anti-viraux et renforcent le système immunitaire.
Le tableau X rassemble trois exemples d'oxydes.

Tableau X Exemples d'HE à oxydes

Nom de l'oxyde	1,8-cinéole ou eucalyptol	Ascaridol	Linaloloxyde
Structure			
Nom latin d'une des plantes où on le retrouve	*Eucalyptus globulus* et *radiata*	*Chenopodium ambrosioïdes*	*Hyssopus officinalis* var. *decumbens*
Nom français	Eucalyptus globuleux et radié	Chénopode	Hysope couchée

Le 1.8 cinéole est l'oxyde le plus courant : c'est un composé fréquent dans les H.E.

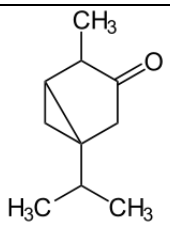
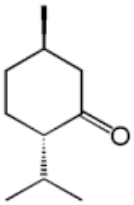
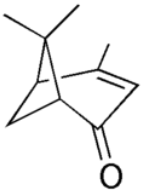
Le 1,8 cinéole est épileptogène à dose élevée et chez les jeunes enfants : en France, il est contre-indiqué avant l'âge de 3 ans quelle que soit la voie d'administration, au- delà de 1000 ppm.
L'ascaridole présente une toxicité neurologique dont il faut tenir compte : ataxie, troubles visuels et auditifs... [15] [20]

6. Cétones

Les cétones ont un pouvoir régénérant et cicatrisant du tissu cutané, ainsi que des propriétés anti-hématome en usage percutané. Elles ont également des propriétés mucolytiques et lipolytiques (pour dissoudre les mucosités respiratoires, génitales, les amas graisseux de réserve comme la cellulite, ou encore le cérumen).

Les cétones sont anti-infectieuses et anti-parasitaires. En outre, elles sont cholérétiques et cholagogues.
On peut voir quatre cétones très courantes dans le tableau XI.

Tableau XI Exemples d'HE à cétones

Nom de la cétone	Thujone	Bornéone ou camphre	Menthone	Verbénone
Structure				
Nom latin d'une des plantes où on le retrouve	*Thuya occidentalis*	*Rosmarinus officinalis ct camphre*	*Mentha x piperita*	*Rosmarinus officinalis verbenoniferum*
Nom français	Thuya du Canada ou cèdre blanc	Romarin à camphre	Menthe poivrée	Romarin ct verbénone

Les cétones sont neurotoxiques. Cette neurotoxicité s'inverse en fonction de la dose employée :

- A faible dose : elles stimulent le système nerveux
- A dose plus élevée : elles sont apaisantes voire stupéfiantes

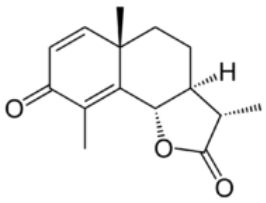
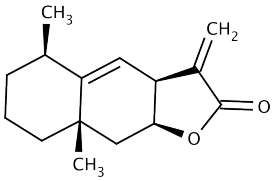
La voie per os est la plus risquée quant à cette toxicité.

Les cétones passent la barrière hémato-encéphalique et viennent déstructurer les gaines de myéline par un phénomène de lipolyse. Elles sont également abortives.
Il existe aussi un risque d'intoxication chronique, par l'administration de petites doses répétées, pouvant causer une insuffisance hépato-rénale et des hémorragies gastriques.
Les thuyones sont abortives, la pinocamphone et isopinocamphone sont épileptisantes.

7. Lactones

Les lactones sont mucolytiques et de puissants expectorants. Elles sont anthelminthiques et anti-infectieuses. De plus, les lactones sont hépatostimulantes, cholérétiques et cholagogues.
Elles présentent aussi des propriétés anti-tumorales. Les exemples de l' α-santonine et de l'alantolactone sont visibles dans le tableau XII.

Tableau XII Exemples d'HE à lactones

Nom de la lactone	α-santonine	Alantolactone
Structure		
Nom latin d'une des plantes où on le retrouve	*Artemisia maritima*	*Inula graveolens*
Nom français	Armoise maritime	Inule odorante

Les lactones sont relativement fragiles, et peu résistent à la distillation, c'est pourquoi ce groupe est mal représenté dans les HE.

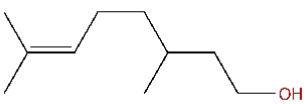
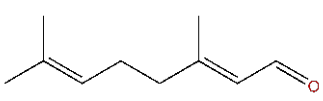
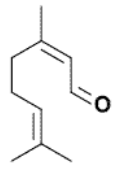
Comme pour les cétones, leur toxicité neurologique en limite l'usage per os, et elles provoquent en plus des allergies cutanées. La seule voie d'administration envisageable reste donc l'inhalation. [11] [3] [20]

8. Aldéhydes

a. Les aldéhydes terpéniques

Ce sont des anti-inflammatoires locaux et primaires, et des calmants du système nerveux. Ils sont aussi antiseptiques aériens et anti-infectieux très puissants. Ils présentent des propriétés de lyse des dépôts biliaires et rénaux et des propriétés digestives. En effet ils stimulent la digestion, les secrétions exocrines et l'activité hépatique, aidant à la détoxification. On en a trois exemples dans le tableau XIII.

Tableau XIII Exemples d'HE à aldéhydes terpéniques

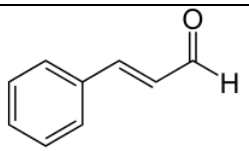
Nom de la molécule	Citronnellal	Géranial	Néral
Structure			
Nom latin d'une des plantes où on le retrouve	*Eucalyptus citriodora*	*Cymbopogon flexuosus*	*Citrus aurantium spp. Bergamia*
Nom français	Eucalyptus citronné	Lemongrass	Petitgrain bergamote

Leur toxicité entraîne une légère agressivité sur la peau et les muqueuses (il faut faire attention lors de fumigation ou de diffusion). Toutefois cette toxicité est en partie neutralisée par les terpènes contenus dans les HE à aldéhydes (comme le limonène surtout).

b. Les aldéhydes aromatiques

Ce sont des anti-infectieux puissants : ils ont des propriétés anti-bactériennes, anti-virales, anti-fongiques et parasitaires. Ils ont aussi des propriétés stimulantes : notamment une action dynamisante sur tout l'organisme, en stimulant le système nerveux sympathique, la thermogenèse, les secrétions digestives, les contractions utérines et intestinales. Ils ont également un effet aphrodisiaque et tonique sexuel.
Le cinnamaldéhyde est un exemple connu (tableau XIV).

Tableau XIV Exemple d'HE à aldéhyde aromatique

Nom de la molécule	Cinnamaldéhyde
Structure	
Nom latin d'une des plantes où on le retrouve	*Cinnamomum zeylanicum*
Nom français	Cannelle de Ceylan o.p. écorce

Les aldéhydes aromatiques sont dermocaustiques, relativement irritants pour la peau et les muqueuses, tout comme les aldéhydes terpéniques.

9. Terpènes

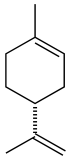
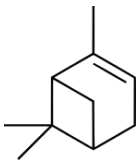
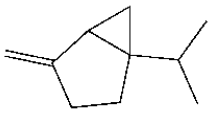
Ce sont les molécules les plus répandues dans les H.E. Seuls les monoterpènes (C_{10}) et les sesquiterpènes (C_{15}) peuvent être extraits par distillation, les diterpènes (C_{20}) et les triterpènes (C_{30}) n'étant pas entraînés par la vapeur d'eau. [4]

a. Monoterpènes

Ils sont anti-infectieux ; bactéricides, fongicides et virucides. Ils sont antalgiques à action percutanée.
Ils démontrent des propriétés toniques et stimulantes ; sur les glandes digestives (par exemple le limonène du citron et du gingembre, tableau XV) et sur le rein (par exemple dans l'H.E. du genévrier).
Ils sont également lymphotoniques et décongestionnants veineux (comme dans l'HE de cyprès).

Certains ont un effet hormon-like (comme dans les HE de pin sylvestre et marin) : ce qui engendre une stimulation de l'axe hypophyso-cortico-surrénalien, et un effet phéromone chez les insectes.

Tableau XV Exemples d'HE à monoterpène

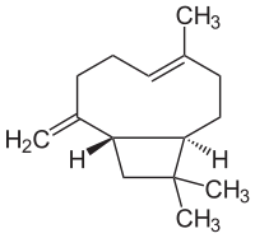
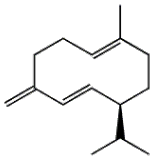
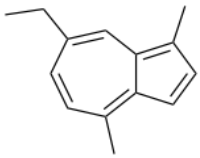
Nom de la molécule	limonène	α-pinène	sabinène
Structure			
Nom latin d'une des plantes où on le retrouve	*Citrus limonum*	*Pinus sylvestris*	*Cinnamomum camphora*
Nom français	citron	pin sylvestre	ravintsara

Ils ne sont dermocaustiques que pour un usage topique prolongé. Ils sont parfois néphrotoxiques (comme dans l'HE de genièvre) [6] [20].

b. Sesquiterpènes

Les sesquiterpènes sont légèrement hypotenseurs, calmants et anti-inflammatoires. Ils ont en plus des propriétés antiallergiques et antihistaminiques (comme le chamazulène de la camomille, tableau XVI).

Tableau XVI Exemples d'HE à sesquiterpènes

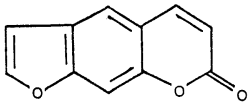
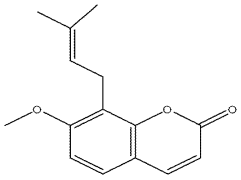
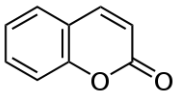
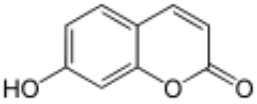
Nom de la molécule	β-caryophyllène	Germacrène D	Chamazulène
Structure			
Nom latin d'une des plantes où on le retrouve	*Toutes les Lamiaceae*	*Cananga odorata*	*Matricaria recutita*
Nom français	Lamiacées ou labiées	Ylang-ylang	Camomille allemande

Les sesquiterpènes peuvent être dermocaustiques et néphrotoxiques.

10. Coumarines

Elles ont une action sur le système nerveux central. En effet, ce sont de puissants sédatifs et calmants, car elles diminuent l'excitabilité réflexe au niveau du S.N.C.
En voici quelques exemples, visibles dans le tableau XVII.

Tableau XVII Exemples d'HE à coumarines

Nom	Psoralène	Osthole	Coumarine	Ombelliférone
Structure				
Nom latin d'une des plantes où on le retrouve	*Citrus aurantium spp. bergamia*	*Angelica archangelica*	*Cinnamomum zeylanicum*	*Anethum graveolens*
Nom français	Bergamote o.p. zeste	Angélique	Cannelle de Ceylan o.p. écorce	Aneth

Les coumarines sont présentes à de faibles concentrations dans les H.E. car elles passent en « queue » de distillation. Ce sont des composés très peu volatiles, à l'état de traces dans les H.E., en plus forte quantité dans les essences de zestes.

Les furanocoumarines sont photosensibilisantes (exemple : le bergaptène), tout comme les pyranocoumarines qui sont en plus hépatotoxiques.
De par leur présence à faible dose, l'action anticoagulante des coumarines ne peut provoquer d'hémorragie interne.

11. Phtalides

Ils constituent une famille apparentée aux coumarines. Les plus typiques sont celles des H.E. de céleri -*Apium graveolens*- et de livèche.

Ils ont une action stimulante des émonctoires, notamment du foie et des reins. Ils sont utiles en cas de faiblesse hépatobiliaire, pour détoxifier l'organisme. Ils montrent aussi une action anti-parasitaire efficace, et une action anti-bactérienne. On leur attribue aussi un effet aphrodisiaque.

On a par exemple le butyl-phtalide, sédanolide, issus de l'HE de céleri cultivé.
Certains phtalides seraient photosensibilisants. [15]

ix. Voies d'administration

Les voies d'administration sont très variées :

- Voie cutanée

On utilise les huiles essentielles (soit pures soit diluées) sous forme :

- d'onction (dissolution dans une huile),
- de crème ou de lotion (émulsion huile dans l'eau), (exemple : Baume arôma®)
- de bain (exemple : Puressentiel circulation® aux 10 HEBBD.)

- Voie orale

La voie sublinguale est permise par la dispersion de l'HE dans du miel ou de l'huile alimentaire.
La voie orale peut se faire soit par l'absorption de formes liquides ;

- ampoules (exemple : Aroma ampoules® par Phytosun),
- sirop (exemple : Aromaforce respiration aisée®),
- solution (exemple : Gouttes aux essences® par Naturactive, à diluer extemporanément dans l'eau)

Soit par l'absorption de formes solides :

- boule de mie de pain ou sucre imprégnés extemporanément d'HE,
- gélules préparées (conservation 2 mois) à partir d'HE liquides ou microencapsulées (les HE S-CAP-T®),
- comprimés neutres imbibés d'HE (exemple : Phytosun aroms® comprimé neutre),
- capsules (exemple : Olecaps® par Pranarôm),
- pastilles (exemple : Aromaforce pastille® par Pranarôm).

- Voie aérienne
  - Par diffusion dans l'atmosphère de mélange eau-HE grâce à des diffuseurs électriques ou ultrasoniques (exemple : gamme synergie pour diffuseur, Citronnel'Plus® par Pranarôm)
  - Les sprays pour disperser des HE dans l'atmosphère d'une pièce sont très utilisés (exemple : Spray assainissant® par Puressentiel)

- Voie nasale
  - Gouttes nasales (exemple : Euvanol®)

- Aérosols : ils sont obtenus par nébulisation des huiles essentielles (réservé à l'usage médical, sur prescription)
- Inhalations humides (exemple : Calyptol inhalant®)
- Inhalations sèches (exemple : Vicks inhaler®)

- Voie rectale

Les suppositoires contiennent :

- jusqu'à 50mg d'HE pour un suppositoire nourrisson d'1g,
- 75 à 125mg d'HE pour un suppositoire enfant ou adulte de 2g
- 150 à 300mg d'HE pour un suppositoire adulte de 3g.

Exemple (Suppocire ASB2X, Witepsol E75)

- Voie vaginale

Les ovules (2 à 3g) contiennent 5 à 10% d'HE [5] [1].

x. Toxicité

1. Toxicité aiguë per os

Elle est exprimée par la DL 50 : elle correspond à la dose de substance que l'on fait ingérer à un groupe de rongeurs (rats ou souris) entraînant la mort de 50% des individus.
La majorité des HE couramment utilisées ont une DL 50 de 2 à 5 g/kg (anis, eucalyptus, girofle…) ou plus fréquemment supérieure à 5g/kg (citronnelle, camomille, lavande, marjolaine…) [19]

La toxicité des différents constituants d'une HE peut également être observée grâce à leur DL50. Rares sont ceux dont la DL50 est inférieure à 2g/kg [17] :

menthol : 3 g/kg chez le rat
thuyones : 0,2 g/kg
pulégone : 0,47 g/kg
carvacrol : 0,81 g/kg
carvanone : 1,64 g/kg

Il existe également une quinzaine d'HE dont la DL 50 est comprise entre 1 et 2g/kg (basilic, estragon, sarriette, hysope…) : il s'agit d'un groupe d'HE dont l'usage en aromathérapie peut devenir risqué.

La DL 50 permet d'avoir une idée de la toxicité d'une HE mais elle n'est pas irréfutable : elle varie selon les espèces d'animaux et les voies d'administration.

Ainsi, l'administration de 2 gr de menthol (extrait d'HE Menthe) est mortelle. 10ml d'eucalyptol peuvent également entraîner la mort. [5]

Tableau XVIII Classement de la toxicité des HE selon la Commission européenne

Catégorie	DL 50 (rat) per os en mg/kg
Très toxique	<25
Toxique	25-200
Légèrement toxique	200-2000
Non classifié	> 2000

2. Toxicités spécifiques

Nous allons maintenant détailler la toxicité que peuvent avoir les HE sur les différents organes.

a. La peau

- Irritation

Elle est produite par un agent « irritant » qui agit dès la première exposition. La réaction est rapide et sa sévérité dépend de la concentration du produit en cause.

Exemples d'HE à phénols : giroflier, sarriette des montagnes, thym (*Thymus vulgaris* L. CT carvacrol et thymol), origan compact

Exemples d'HE riches en aldéhydes : lemongrass, litsée citronnée, cannelle de Ceylan et de Chine

- Sensibilisation

C'est une réaction allergique. Elle a lieu à la première exposition mais à ce moment les effets sur la peau son légers ou absents. C'est lors d'une exposition ultérieure à la même substance qu'une réaction inflammatoire sévère va se produire. La sévérité de celle-ci est sans relation avec la concentration en substance.

Les réactions vis-à-vis de ces composants varient d'une personne à l'autre. Les aldéhydes sont couramment impliqués ainsi que les lactones sesquiterpéniques, les phénylpropanoïdes et les hyperoxydes.

L'utilisation d'HE sur de longues périodes n'est donc pas recommandée, au risque de voir un jour ou l'autre, une réaction d'intolérance apparaître.

- Phototoxicité

L'application cutanée d'HE contenant des furo et pyrocoumarines provoque, sous exposition solaire, des réactions érythémateuses de type dermite aiguë entraînant une hyperpigmentation cutanée qui peut persister longtemps. La prise par voie orale de ces HE peut également entraîner cette

phototoxicité. Il faut donc être vigilant lors de l'utilisation de toutes les essences de Citrus (citron, orange, mandarine, lime, pamplemousse…) ainsi que *Aucus visnaga* L. (khella) et *Angelica archangelica* L. (angélique) : l'exposition au soleil doit être évitée dans les 24 heures suivant l'application. [5]

b. Les muqueuses

Elles sont plus fines que la peau et sont donc plus sensibles et perméables aux HE.
C'est pourquoi il est recommandé d'utiliser des HE diluées pour éviter tout risque d'irritation.
Les HE ne doivent jamais être appliquées à proximité des yeux.
Celles contenant des phénols sont irritantes ; thymol, carvacrol, eugénol [19]

c. Le foie

Les HE contenant des phénols ont une toxicité hépatique lorsqu'on les utilise sur de longues périodes et à des doses élevées (500mg à 1g/jour). Leur utilisation doit, pour éviter cet effet toxique :

- sur une durée prolongée (> 6 mois) se faire avec de faibles doses (100mg/j)
- ou sur une durée courte (15j) à des doses élevées (500mg à 1g/j).

On ne doit pas les utiliser chez des personnes souffrant de troubles hépatiques ou d'alcoolisme ou celles traitées par des doses importantes de paracétamol. [19]
Le safrole, l'estragole et la β-asarone sont à l'origine de carcinome hépatique chez le rat ; les HE riches en ces substances voient donc leur emploi alimentaire surveillé.

Les HE riches en menthol entraînent des ictères chez les patients déficients en G6PD (glucose-6-phosphate déshydrogénase, enzyme hépatique). [8] [5]

d. Les reins

L'utilisation per os d'HE riches en monoterpènes sur de longues périodes peut entraîner une inflammation des reins et détériorer les néphrons. Il faut donc utiliser avec prudence les HE de *Pinus*, *Abies*, *Juniperus*, et *Santalum album* L. (Santal blanc de Mysore).

De la même façon, les HE riches en apiol ne doivent pas être utilisées par VO (aneth odorant, persil simple à apiol). [8]

e. Le système cardiovasculaire

Le menthol est un vasodilatateur. On doit donc déconseiller l'utilisation d'HE riches en menthol chez les personnes souffrant de troubles du rythme et de fibrillation cardiaque.
Le cinnamaldéhyde de l'HE d'écorce de cannelle a une cardiotoxicité importante.
Le carvone et l'eugénol entraînent, à doses importantes, un blocage des canaux calciques.
Le linalol, le géraniol, le citronnellol, le cinéol, le terpinéol ont un effet vasodilatateur ce qui entraîne une hypotension.
L'administration par VO d'HE d'oignon, d'ail et de toutes les HE riches en eugénol doit se faire avec prudence chez toutes les personnes ayant des troubles de la coagulation : les hémophiles, sujets atteints de cancers, de lupus érythémateux disséminés, ainsi que les personnes traitées par aspirine, héparine et AVK.

f. Le système nerveux central

Dû à leur caractère lipophile, les HE présentent souvent un impact au niveau du SNC.
Ce sont les cétones qui montrent la plus grande toxicité : particulièrement la thuyone (HE de thuya, d'absinthe, de tanaisie et de sauge officinale) et la pinocamphone (HE d'hysope). Elles passent la barrière hémato-encéphalique, et leur action lipolytique conduit à la destruction des gaines de myéline.
Leur toxicité varie en fonction de la voie d'administration (tableau XIX):

- voie oculaire : interdite
- voie orale : ++++
- voie auriculaire, nasale : +++
- voie respiratoire, sublinguale, rectale, vaginale : ++
- voie cutanée : +

Tableau XIX Limites supérieures des doses en HE cétoniques (Baudoux, et al. 2003)

	Voie orale	**Voie rectale**	**Voie vaginale**	**Voie cutanée**
Adulte (70 kg)	75mg/ prise 3 fois par jr	100-150mg/prise 3 fois par jr	150-200mg/prise 3 fois par jr	400mg/ appli 5 fois par jr
Adolescent (50kg)	50mg/ prise 3 fois par jr	80mg/ prise 3 fois par jr	100mg/ prisee 3 fois par jr	200mg/ appli 5 fois par jr
Enfant (20kg)	25 mg/ prise 2 fois par jr	50-75 mg/ prise 3 fois par jr	60mg/ prise 3 fois par jr	100mg/ appli 3 à 6 fois par jr
Femme enceinte, allaitante	A exclure	80 mg/ prise 2 fois par jr	Uniquement sur prescription	50mg/ appli 3 à 5 fois par jr
Nourrisson	A exclure	35-50mg/ prise 2 fois par jr	A exclure	25mg/ appli 3 fois par jr

Il est impératif de tenir compte de l'accumulation des doses toutes voies confondues et de la durée de traitement.
L'intoxication aiguë par les HE cétoniques se manifeste par les symptômes suivants ;

- à des doses subtoxiques : vertige, malaise, désorientation
- à des doses plus élevées : obnubilation, stupéfaction, incoordination motrice, convulsions (2g d'Hysope déclenchent une crise d'épilepsie chez l'Homme), puis coma et décès.

D'autres composants d'HE ont une toxicité sur le SNC :

- myristine : hallucination, euphorie
- menthol : effet psychotrope avec excitation, dépression, léthargie, effet hypnotique
- trans anéthole : effet hypnotique faible
- eugénol : sédatif

g. Le système endocrinien

Le trans anéthole a une activité oestrogénique : on évitera donc les HE de fenouil, badiane, anis en cas de cancers ou d'antécédents de cancers hormono-dépendants, chez les enfants et les femmes enceintes.

Le citral (mélisse, verveine) pourrait avoir une action au niveau prostatique : on l'évitera donc en cas d'hypertrophie de la prostate. [8]

h. Cancérogénicité

Plusieurs composants sont capables d'induire l'apparition de cancers chez les rongeurs. L'estragole (retrouvé dans de nombreuses HE : anis, badiane, fenouil, estragon) a montré une cancérogénicité hépatique et une génotoxicité (dues à un métabolite biotransformé par le cytochrome P450 : le 1'-hydroxyestragol dont le conjugué sulfurique ester d'acide se lie facilement à l'ADN).

i. Fertilité

Certaines molécules aromatiques peuvent bloquer le fonctionnement sexuel par une action hormone-like.
Celles-ci s'apparentent à des analogues de molécules oestrogéniques comme le sclaréol, le viridiflorol et le trans-anéthole.

Les HE riches en anéthol (*Fœniculum vulgare, Illicium verum, Pimpinella anisum*) sont contre-indiquées pendant la grossesse, chez les nourrissons, les enfants et les femmes atteintes de cancers hormono-dépendants. [5]

j. Embryotoxicité et fœtotoxicité

On estime que les molécules dont le PM<1000 traversent le placenta. Les constituants des HE ont tous un PM autour de 500, on présume donc qu'ils sont tous capables de passer cette barrière.
De plus, la barrière hémato-encéphalique est immature avant et à la naissance : les molécules atteignent donc le SNC du fœtus.
Le foie étant immature, ses systèmes métaboliques le sont également.
Le risque pour le fœtus dépend de la toxicité et de la concentration plasmatique de la molécule.
Les HE riches en apiol ou en acétate de sabinyle ont des propriétés abortives.

Voici quelques exemples d'HE ayant des propriétés abortives : [8] [5]

Achillea millefolium L. (achillée millefeuille)
Agathosma betulina L. (buchu)
Anethum graveolens L. (aneth odorante)
Carum carvi L. (carvi)
Thuja occidentalis L. (thuya occidental)

3. Toxicité chronique

Elle dépend des doses administrées, de la fréquence et de la durée des applications.
La MTD (dose maximale tolérée) permet d'évaluer la toxicité chronique : c'est la dose la plus élevée qui peut être administrée sans provoquer de dommages remarquables. [19]

A l'inverse de la toxicité aiguë où les effets et la relation sont évidents, la toxicité chronique peut produire des symptômes mineurs qui peuvent avoir également de multiples autres origines, tels que les céphalées, une perte d'appétit, des éruptions cutanées, des nausées, une léthargie et pour lesquels la relation avec l'utilisation régulière d'une substance en petite quantité n'a pas été établie. Il est donc probable que tous les effets dus à la toxicité chronique n'ont pas encore tous été remarqués ou identifiés en temps que tels.

On connaît assez mal la toxicité lors de prise chronique d'HE pour des traitements de terrains par exemple, raison pour laquelle on ne peut recommander que d'administrer des cures espacées de fenêtres thérapeutiques. [5]

xi. Contre-indications et précautions d'emploi

On n'utilise pas d'HE chez les personnes épileptiques.
Les HE ne doivent pas être appliquées sur le contour des yeux ou dans les yeux. La voie parentérale est également prohibée.
Pour les utiliser sur les muqueuses, on doit au moins les diluer à 10%.
Pour en faire un usage oral, on doit toujours diluer les HE.
Leur usage est déconseillé chez les femmes enceintes et enfants de moins de 3 ans, sauf sur avis médical et pour certains HE.

xii. Extraction de l'H.E.

1. Méthodes reconnues par la Pharmacopée européenne, 8^{e} édition

Les HE obtenues par ces méthodes sont de qualité pharmaceutique, c'est-à-dire qu'elles seront vendues en l'état en officine ou entreront dans la composition de spécialités pharmaceutiques.

a. L'expression à froid

Elle s'adresse aux agrumes et consiste à briser mécaniquement les poches des zestes frais d'agrumes pour en recueillir les essences.
L'HE comprend les molécules aromatiques qui constituent la fraction volatile.
Celle-ci est séparée de l'autre fraction non volatile (qui sera alors absente de l'HE obtenue) : β−carotènes, flavonoïdes, acides gras, tocophérols (dont l'action anti-oxydante protège la fraction volatile très oxydable).

b. L'entraînement à la vapeur d'eau ou distillation

Cette opération s'accomplit dans un alambic en acier inoxydable (pour la pharmacie).

Il s'agit de la méthode la plus répandue, la plus douce et la plus productive d'extraction d'huiles essentielles, car les plantes ne sont pas directement immergées dans l'eau bouillante (une chaleur trop élevée risquerait d'altérer les arômes subtils).

Ce procédé (figure 13) consiste à faire passer de la vapeur d'eau, à basse pression (+/- 0.05 Bars), à travers une cuve remplie de plantes aromatiques. La vapeur d'eau entraînera l'huile essentielle contenue dans les micropoches, puis passera dans un serpentin réfrigéré à l'eau froide pour se

condenser en liquide. À la sortie, on obtient alors l'huile essentielle et l'eau florale qu'il faudra séparer, par différence de densité, à l'aide d'un essencier ou d'un vase florentin.

Le procédé est basé sur un principe physique, l'azéotropie, qui veut que l'ébullition simultanée de deux substances insolubles l'une dans l'autre se produit à une température inférieure au point d'ébullition de la substance la plus volatile.

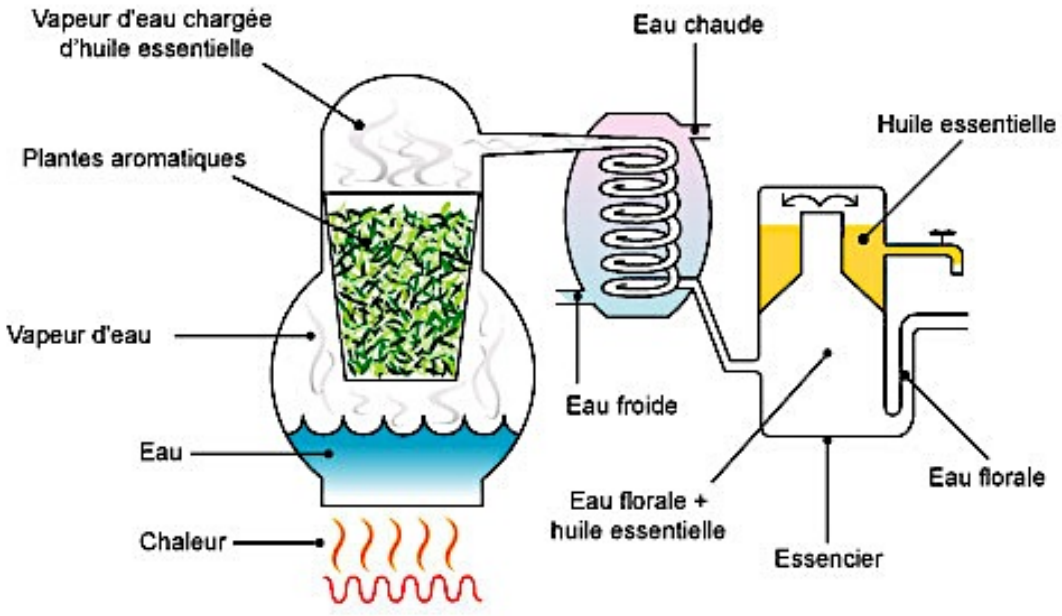


Figure 13 Technique de distillation à la vapeur d'eau des H.E.

Exemples de rendement: Pour obtenir 1kg d'H.E., il faut :
5000 à 10000 kg de mélisse, 4000 kg de pétales (1 Ha) de rose, 150 kg de Lavande.

2. *Autres méthodes utilisées en parfumerie, agroalimentaire*

Les domaines industriels de la parfumerie et de l'agroalimentaire utilisent d'autres méthodes d'extraction qui permettent d'obtenir des HE utilisées à des fins non pharmaceutiques.

a. L'extraction au CO_2 supercritique

Le CO_2 ou dioxyde de carbone est, dans les conditions normales de pression et de température, un gaz non inflammable et sans odeur, naturellement présent dans l'atmosphère. Lorsqu'il est comprimé à haute pression à une température de 30°C environ, il passe à l'état "supercritique", c'est-à-dire qu'il se comporte comme un fluide avec un pouvoir de solubilisation accru. Il devient donc un très bon solvant et permet d'extraire toutes sortes d'actifs de plantes, notamment les composés aromatiques, mais aussi d'autres composés plus lourds. Du CO_2 à l'état supercritique est injecté dans un extracteur qui contient la plante (figure 14). Ce solvant va alors capter les composés actifs de la plante. Ce sont plutôt

des actifs de type lipophile qui sont extraits (composés aromatiques, phytostérols, alcaloïdes, caroténoïdes, tocophérols, acides gras). A la sortie de l'extracteur, la pression est abaissée de façon à faire revenir le CO_2 à l'état gazeux, ce qui permet sa séparation facile des composés actifs extraits, obtenus à l'état liquide ou solide. Le CO_2 est recyclé pour resservir à une nouvelle extraction.

Les extraits obtenus sont des concentrés des actifs de la plante, ils sont très puissants et s'utilisent donc en très faible quantité dans les cosmétiques.

L'extraction au CO_2 est un procédé écologique et de haute technologie, sans utilisation de solvants pétrochimiques, qui permet d'obtenir des extraits très concentrés, très purs, et sans altération des composants donc avec une fragrance très fidèle au végétal.

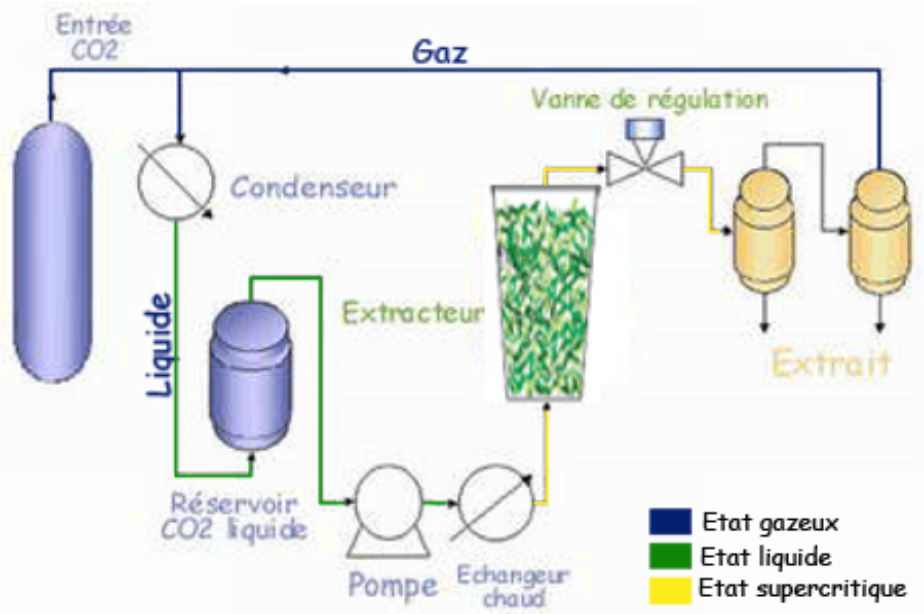


Figure 14 Extraction d'H.E. au CO_2 supercritique

b. L'enfleurage

Il consiste à mettre en contact (en général les fleurs) avec une masse graisseuse, l'H.E. étant soluble dans les graisses, ces dernières se saturent en essence.

- L'enfleurage à chaud est utilisé avec des pétales de fleurs moyennement fragiles (rose, par exemple) qui sont plongées dans un bain de graisse qui est chauffée à plusieurs reprises. Lorsque les fleurs ont livré toute leur essence, elles sont enlevées et remplacées par d'autres, et ce, jusqu'à l'obtention d'une graisse saturée. On obtient, ainsi, une « pommade » d'enfleurage qui pourra être utilisée comme parfum solide.

- L'enfleurage à froid est utilisé avec des pétales de fleurs fragiles. Les composés odorants très sensibles seraient modifiés sous l'action de la chaleur et de la vapeur lors de la distillation ; c'est souvent le cas des fleurs (Jasmin, Frangipanier, Tubéreuse, Lotus bleu, Champaca...) pour lesquelles le rendement en huile essentielle serait très faible ou la qualité odorante décevante par rapport au parfum de la fleur. L'extraction sous forme d'absolue permet de retrouver le parfum de ces fleurs de façon plus fidèle et plus efficace.
  Le principe est identique, mais les pétales sont disposés sur une plaque de graisse froide. Cette méthode n'est pratiquement plus utilisée aujourd'hui car trop coûteuse. La matière première végétale est « enfleurée » dans de la graisse, qui est ensuite « lavée » à l'alcool (ou avec un autre solvant) pour en extraire les composés odorants. L'alcool obtenu est ensuite évaporé pour donner l'absolue.

    - NB : Il existe une autre méthode pour obtenir 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 aromatiques, 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 aromatiques. Après filtration, l'alcool est évaporé pour donner l'absolue.

La récupération des « H.E. » se fait grâce à des solvants organiques : c'est ce qu'on appelle la rectification.

c. Extraction par micro-ondes

Le micro-ondes agit sur certaines molécules, telles que l'eau, qui absorbent l'onde, et convertissent son énergie en chaleur. Dans une plante, les micro-ondes sont absorbées par les parties les plus riches en eau (les vacuoles), puis converties en chaleur. Il en résulte une soudaine augmentation de la température à l'intérieur du matériel, jusqu'à ce que la pression interne dépasse la capacité d'expansion des parois cellulaires. La vapeur détruit la structure des cellules végétales, et les substances situées à l'intérieur des cellules peuvent alors s'écouler librement à l'extérieur du tissu biologique, et l'huile essentielle est entraînée par la vapeur d'eau.

L'extraction par micro-ondes existe sous différentes formes :

- soit on peut réaliser une hydrosdistillation ou une extraction par solvant classique, mais en chauffant le mélange par micro-ondes pour diminuer le temps de l'extraction,
- soit on peut utiliser de nouvelles techniques comme l'ESSAM (Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes) ou le VMHD (Vacuum Microwaves Hydro Distillation), qui est une hydrodistillation au micro-ondes sous vide, c'est-à-dire sans eau.



Figure 15 Immortelles sauvages observées en Corse

2ème partie

Observation chez un producteur d'immortelle : Mardys Garden, Calvi (Corse)

1. Culture et récolte dans une exploitation Corse : Mardys Garden, Calvi

Je me suis rendue quelques jours à la fin du mois de juin 2014, chez Margaret et Pascal, des producteurs d'immortelles. Leur exploitation, le Mardys Garden (figure 16) est située à quelques kilomètres de Calvi, dans la région de Corse appelée Balagne, qu'on appelle « le jardin de la Corse ».

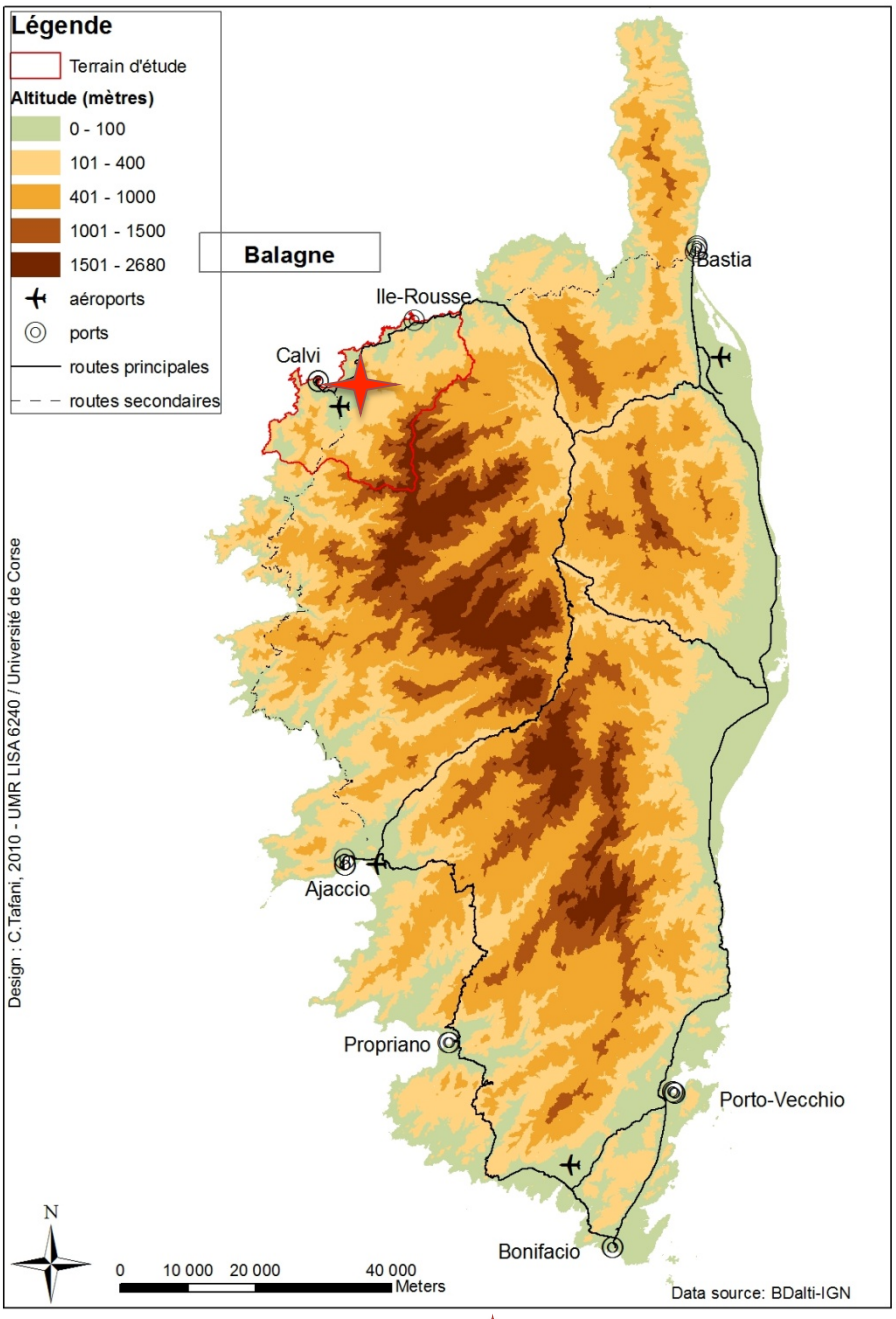


Figure 16 Localisation du Mardys Garden en Balagne, et des reliefs corses

La propriété est située au cœur du maquis Corse (figure 17).



Figure 17 Propriété du Mardys garden, le 22/06/14

a. Culture de l'immortelle italienne

i. Optimum écologique de la plante

L'optimum écologique, c'est-à-dire les conditions climatiques et géologiques optimales pour le développement de l'immortelle italienne est schématiquement représenté ci-dessous (figure 18).

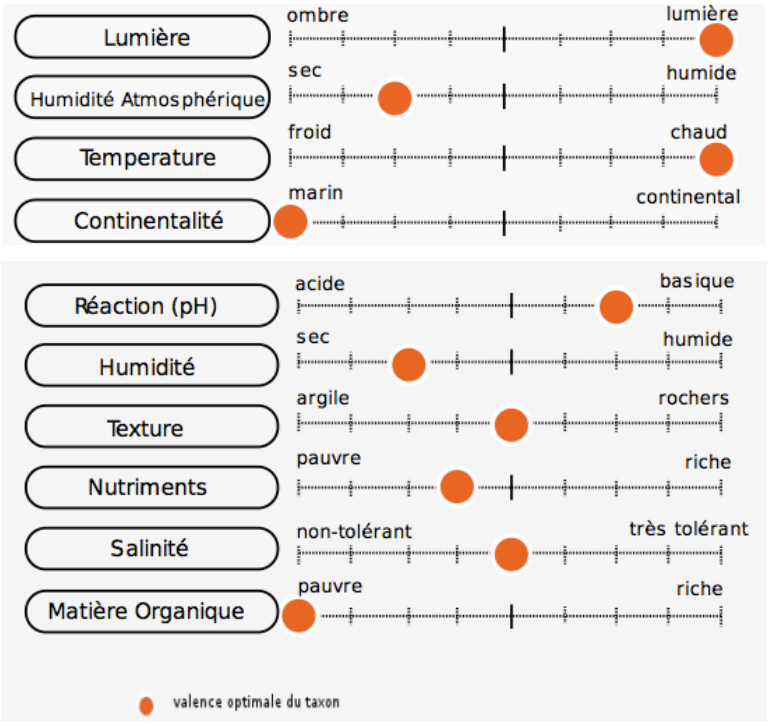


Figure 18 Optimum écologique d'*Helichrysum italicum*

Pour un développement optimal, *Helichrysum italicum* a besoin de beaucoup de lumière, elle est héliophile, et d'une température élevée, elle est thermophile. Elle a besoin d'un climat maritime, c'est-à-dire une exposition à la mer, et d'une faible humidité du sol, car elle est xérophile.

C'est une plante légèrement alcalinophile, ce qui signifie qu'elle se plaît dans un sol à pH plutôt basique.

L'immortelle italienne est méso-oligotrophe et mésohaline, c'est-à dire qu'elle pousse dans un sol où les nutriments et la salinité sont présents à des taux moyens.

ii. Repiquage et culture à la manière traditionnelle

Tout commence par le repiquage : on sème les graines à la volée dans des pots (figure 19) puis on replante les petits plants obtenus.



Figure 19 Nouveaux plants à repiquer dans un champ

Les pieds seront replantés en respectant un espace de 20 à 30 cm entre chaque pied. Les ranges seront parallèles, espacés de 50 à 70 cm.



Figure 20 Champ de cinq ans d'âge en floraison, Mardys Garden, 22/06/14

Les plantes auront une durée de vie de 5 à 7 ans selon les conditions climatiques et surtout les méthodes de coupe. Effectivement, si la coupe est pratiquée sur le bois, la plante est en souffrance et vivra moins longtemps que si la coupe est superficielle. Le champ du Mardys Garden est âgé de cinq ans (figure 20).

Aucun arrosage artificiel n'est nécessaire, ce sont exclusivement les précipitations naturelles, qui ont lieu quelques fois par an en Balagne, qui irriguent le champ.

La floraison a lieu de fin mai à début juillet.

b. Récolte des fleurs

Dans cette exploitation où l'on travaille de manière artisanale, la récolte est manuelle, à la faucille ou serpe à dent (figure 21).



Figure 21 Faucille utilisée pour la récolte

On récolte les parties aériennes, c'est-à-dire les sommités fleuries et un peu de tige verte, sans couper le bois de la plante. On le fait tôt le matin pour éviter les fortes chaleurs estivales (Figure 22).

Le geste est technique et fatiguant, et il existe des machines pour les producteurs robotisés, à plus grande échelle.



Figure 22 Moi-même récoltant les fleurs à la faucille

La récolte dure entre 3 et 10 jours et se fait à un moment très précis du métabolisme de la plante : certains pensent en fonction du calendrier lunaire, d'autres se fient au « point noir », infime espace situé entre les pétales qui laisse découvrir le cœur, qui ne doit pas excéder 1 mm de diamètre.
Elle a lieu en général entre le 10 et le 30 juin.



Figure 23 Distillation immédiate après la récolte

On entasse 10 à 30 kg dans des toiles de jute qu'on rapporte à l'ombre et qu'on distille immédiatement (figure 23). C'est pourquoi l'alambic est situé à proximité direct du champ d'immortelles.

c. Protection et législation

L'immortelle corse fait partie de la liste des espèces végétales pouvant faire l'objet d'une réglementation préfectorale permanente ou temporaire, selon l'arrêté du 9 mars 2009 modifiant l'arrêté du 13 octobre 1989 (figure 24).

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DE LA HAUTE-CORSE

DIRECTION DES POLITIQUES DE L'ETAT ET DU DEVELOPPEMENT
BUREAU DE L'URBANISME ET DE L'ENVIRONNEMENT

Arrêté n° 2008-177-2 du 25 juin 2008
portant réglementation permanente de la cueillette en milieu naturel de deux espèces végétales sauvages (non-protégées) utilisées par la filière des plantes à parfum, aromatiques et médicinales

LE PREFET DE LA HAUTE-CORSE,
OFFICIER DE L'ORDRE NATIONAL DU MERITE,

VU le code de l'environnement et notamment ses articles R 412-8, R 412-9 et R 415-3 ;

VU le code pénal ;

VU le code général des collectivités territoriales ;

VU le code de la santé publique,

VU l'arrêté ministériel du 13 octobre 1989 modifié par l'arrêté du 5 octobre 1992 relatif à la liste des espèces végétales sauvages pouvant faire l'objet d'une réglementation préfectorale temporaire ou permanente ;

VU le rapport de la directrice régionale de l'environnement du 16 juin 2008 ;

CONSIDERANT les dégradations et pillages affectant certaines ressources végétales naturelles ;

CONSIDERANT la nécessité d'éviter des prélèvements trop importants pouvant détruire ou hypothéquer la pérennité de stations de plantes sauvages aromatiques ;

SUR proposition du secrétaire général de la préfecture ;

ARRETE

ARTICLE 1 : Sont soumises aux dispositions du présent arrêté les espèces végétales sauvages (non protégées) suivantes :

- **l'immortelle (Helichrysum stoechas)**
- **la criste marine (Crithmum maritimum)**

ARTICLE 2 : En raison de l'existence de coutumes ou de tolérances locales, la cueillette à caractère familial des espèces végétales mentionnées à l'article 1er est autorisée dans la limite de 1 litre par personne et par jour, sous réserve du respect de la propriété privée et de la réglementation en matière de protection des espaces naturels.

ARTICLE 3 : La cueillette, à des fins de commercialisation d'un produit brut ou transformé, des espèces végétales mentionnées à l'article 1er est strictement réglementée par les articles 4 à 9 ci-après, spécialement dans les cas de figure suivants :

- commercialisation de tout ou partie (tige, feuille, racine, fleur, graine) de la plante, en frais ou sec ;
- commercialisation d'un extrait de la plante (huile essentielle ou autre), obtenu par distillation ou tout autre processus ;
- commercialisation d'un produit transformé dans la composition duquel entre la plante, quels qu'en soient le processus de préparation et la finalité (culinaire, cosmétique, pharmaceutique ou autre).

ARTICLE 4 : Toute personne souhaitant récolter, à des fins commerciales, des plantes appartenant aux deux espèces mentionnées à l'article 1er doit être déclarée en tant que professionnel et être en conformité avec la réglementation régissant son activité.

ARTICLE 5 : Toute récolte de plantes appartenant aux deux espèces mentionnées à l'article 1er doit respecter la charte régionale de la cueillette des plantes à parfum, aromatiques et médicinales jointe en annexe, et être supportable par station concernée. En tout état de cause, le nombre de plantes prélevées ne saurait excéder 80% du nombre total de plantes présentes sur la station.

ARTICLE 6 : Le professionnel souhaitant effectuer une récolte doit adresser au directeur de l'agriculture et de la forêt, au minimum 1 mois à l'avance, une déclaration précisant :

- le lieu de récolte (commune, lieu-dit, numéros de parcelles) ;
- la surface récoltée ;
- la date approximative de récolte donnée par le propriétaire de chacune de sparcelles concernées, précisant son nom et ses coordonnées (adresse, téléphone) ;
- la dernière récolte effectuée sur ce site (dans la mesure où il en a connaissance).

Un récépissé de cette déclaration lui est délivré.

Après récolte, la déclaration susvisée doit être complétée par les informations suivante :

- la date exacte de la récolte ;
- la quantité de végétaux prélevée, en volume ou en poids ;
- l'usage et la destination de la récolte.

ARTICLE 7 : Le directeur de l'agriculture et de la forêt communiquera une synthèse annuelle des données enregistrées à tout professionnel légalement enregistré qui lui en fera la demande.

ARTICLE 8 : Toute infraction aux dispositions ci-dessus est passible des sanctions prévues par l'article R 415-3 du code de l'environnement (contravention de 4ème classe).

ARTICLE 9 : Dans un délai de deux mois à compter de sa publication, le présent arrêté est susceptible de recours devant le tribunal administratif de Bastia conformément aux dispositions de l'article R 421-1 du code de justice administrative.

ARTICLE 10 : Le secrétaire général de la préfecture est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au recueil des actes administratifs de la préfecture.

Pour copie conforme à l'original,
Pour le Préfet et par délégation,
Le chef de bureau,

Nicole MILLELIRI

Le Préfet,

Hervé BOUCHAERT

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DE LA HAUTE-CORSE

DIRECTION DES POLITIQUES DE L'ETAT ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE
BUREAU DE L'URBANISME ET DE L'ENVIRONNEMENT

Arrêté n° 2009-166-1 du 15 juin 2009
portant modification de l'arrêté préfectoral n ° 2008-177-2 du 25 juin 2008 relatif à la réglementation permanente de la cueillette en milieu naturel de deux espèces végétales sauvages (non protégées) utilisées par la filière des plantes à parfum, aromatiques et médicinales.

LE PRÉFET DE LA HAUTE-CORSE,
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR,
OFFICIER DE L'ORDRE NATIONAL DU MERITE,

VU le code de l'environnement et notamment ses articles R. 412-8, R. 412-9 et R. 415-3,

VU le code pénal,

VU le code général des collectivités territoriales,

VU le code de la santé publique,

VU l'arrêté ministériel du 13 octobre 1989, modifié par les arrêtés du 5 octobre 1992 et du 9 mars 2009, relatifs à la liste des espèces végétales sauvages pouvant faire l'objet d'une réglementation préfectorale temporaire ou permanente,

VU l'arrêté préfectoral n° 2008-177-2 du 25 juin 2008 portant réglementation permanente de la cueillette en milieu naturel de deux espèces végétales sauvages (non protégées) utilisées par la filière des plantes à parfum, aromatiques et médicinales,

VU le rapport du directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement du 2 juin 2009,

SUR proposition du Secrétaire Général de la préfecture,

ARRETE

ARTICLE 1 : La liste des espèces figurant à l'article 1er de l'arrêté préfectoral n° 2008-177-2 du 25 juin 2008 susvisé est modifiée comme suit :

- l'immortelle d'Italie (Helichrysum italicum [Roth] G. Don)
- la criste marine (Crithmum maritimum L.)
- l'euphorbe épineuse (Euphorbia spinosa L.).

.../...

ADRESSE POSTALE : 20401 BASTIA CEDEX 9
Standard : 04.95.34.50.00 – Télécopie : 04.95.31.64.81 – Mel : prefecture.haute-corse@haute-corse.pref.gouv.fr

ARTICLE 2 : Les autres dispositions de l'arrêté préfectoral n° 2008-177-2 du 25 juin 2008 demeurent inchangées.

ARTICLE 3 : Le secrétaire général de la préfecture de la Haute-Corse est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au recueil des actes administratifs de la préfecture de la Haute-Corse.

Le Préfet,

Hervé BOUCHAERT

Pour copie conforme à l'original,
Pour le préfet et par délégation,
Le chef de bureau,

Nicole MILLELIRI

Figure 24 Arrêté de 2009

La cueillette familiale d'*Helichrysum stoechas* et d'*Helichrysum italicum* est limitée à un volume d'un litre de plantes par personne et par jour. Toute personne souhaitant récolter ces espèces à fins commerciales doit être déclarée en tant que professionnel.
Toute récolte doit respecter la charte régionale de la cueillette des plantes à parfum, aromatiques et médicinales : le nombre de plantes prélevées ne saurait excéder 80% du nombre de plantes présentes sur la station.
Le professionnel souhaitant réaliser une récolte doit faire une déclaration au moins un mois à l'avance, au Directeur de l'agriculture et de la forêt, et doit compléter cette déclaration après la récolte avec des informations comme la date exacte de la récolte, la quantité prélevée.

Pascal m'a expliqué que les professionnels se voient délivrer une dérogation du Conservatoire du littoral, chaque année, pour prélever les immortelles sauvages d'un terrain donné (environ 5 hectares).
Malheureusement, bien souvent, il y a des pilleurs qui devancent les professionnels, si bien que ces derniers ne récoltent quasiment pas de fleurs d'immortelles « en sauvage ».

2. Procédés de fabrication utilisés au Mardys Garden

a. Hydrodistillation

Pour obtenir l'HE d'hélichryse, on réalise une hydrodistillation dans un alambic artisanal (figure 25). On parle d'hydrodistillation car chez Margaret et Pascal, l'eau et la matière végétale sont chauffées dans le même ballon.
C'est une méthode qui différe de la distillation par entraînement à la vapeur d'eau de la Pharmacopée, car l'hydrodistillation est susceptible d'entraîner une hydrolyse.



Figure 25 Alambic artisanal du Mardys Garden

La cuve contient environ 60 kg de plantes. Le « rapport de distillation » est de 1 sur 2, c'est-à-dire une hauteur de cuve du double du diamètre. L'eau utilisée est de l'eau de source d'une grande pureté, que Pascal va chercher à une source à proximité. On distille les plantes d'immortelle fraîchement coupées (figure 26).



Figure 26 Fleurs fraîchement coupées

Sur la figure 27 on voit Pascal tasser les fleurs d'immortelle dans la cuve chaude, pour éviter la création de « cheminées de vapeur ». Celles-ci compromettraient l'homogénéité des vapeurs et la distillation serait perdue.



Figure 27 Méthode de tassement pour éviter la création de cheminées de vapeur dans la cuve

Après 2 heures 30, on récolte et on sépare grâce à l'essencier (figure 28):

- l'huile essentielle :
  Le rendement est très bas, de 1,5 à 2,2, c'est-à-dire qu'1 tonne de fleurs donne 1,5-2,2 kg d'H.E., ce qui en fait une HE rare et précieuse.

- l'eau florale : c'est l'hydrolat aromatique. On obtiendra 15 litres dont le pH est de 3,4. Le pH est vérifié pour garantir une bonne conservation ; plus elle est acide, mieux elle se conserve.

Le temps de distillation peut varier selon les cuves, entre 2 heures et 2 h 45.



Figure 28 Essencier fabriqué "maison" par Pascal

A la fin de la distillation, on vide la cuve avec un petit râteau à griffes, on charge la brouette et dépose les fleurs cuites ou « pailles de distillation » sur le tas de fumier. Elles seront ensuite broyées et répandues pour aérer le sol (figure 29).



Figure 29 Vidage de la cuve de distillation auquel j'ai participé

b. Macération solaire

La macération solaire est le produit phare du Mardys Garden. Sa fabrication suit un procédé très différent.
Tout d'abord, on cueille méticuleusement les sommités fleuries choisies à la main (figure 30).



Figure 30 Cueillette des fleurs à la main

Les fleurs sont ensuite séchées dans un séchoir à l'ombre du soleil (figure 31), contenant quelques plateaux naturellement aérés par des perforations. Les fleurs qui sortiront de ce séchoir n'accueillant que peu de fleurs, seront utilisées pour fabriquer des produits d'exception.



Figure 31 Séchoir très aéré avec seulement quelques plateaux où les fleurs sont dispersées

D’autres fleurs seront séchées à plus grande échelle, dans ce grand séchoir artisanal et ventilé, toujours à l’abri de la lumière. On retourne les fleurs manuellement (figure 32) pour les aérer tous les jours ou tous les deux jours.



Figure 32 Séchoir manuel

Quand les fleurs sont sèches, on les fait macérer dans de l’huile de pépin de raisin pendant trois semaines (figure 33). On expose le contenant à la chaleur et à la lumière du soleil.
Au bout de trois semaines, on presse avec une presse à olives le mélange huile-immortelle, pour extraire le totum de la plante. Les débris de fleurs seront récupérés et réutilisés pour la fabrication de savons.
Puis on recharge l’huile obtenue avec de nouvelles fleurs qu’on laisse encore macérer trois semaines. On presse à nouveau la macération obtenue, et on la débarrasse des débris de fleurs. Le but est de saturer l’huile en composants.



Figure 33 Fabrication de la macération solaire

3. Conditionnement et commercialisation des produits

a. Conditionnement artisanal sur le site

C'est Pascal qui effectue personnellement le conditionnement des produits, grâce notamment pour les HE, à cette burette (figure 34).



Figure 34 Burette et son support

b. Présentation et vente de la gamme

Le produit phare de la gamme (figure 35) est la macération solaire d'immortelle enrichie en HE d'immortelle. Elle offre une efficacité optimale, car en plus des composés thérapeutiques de l'HE comme les cétones et l'acétate de néryle, on retrouve dans la macération le totum de la plante.

Je l'ai d'ailleurs personnellement expérimentée au cours de la récolte ; l'utilisation de la serpe à dents m'avait provoqué une ampoule douloureuse à l'index droit, qui fût instantanément soulagée par l'application d'une pulvérisation de macération solaire.

J'ai pu constater ses bénéfices notamment au niveau du tissu cutané, en l'utilisant à diverses fins : varices, éraflures, sensations de jambes lourdes, cicatrices à la suite d'opérations chirurgicales, et couperose.



Figure 35 Une partie de la gamme du Mardys Garden

La gamme du Mardys garden (figure 36) comprend les HE d'immortelle italienne, de myrte corse, de lentisque pistachier, de lavande stoechas et de romarin à verbénone. Des soins comme le sérum anti-âge hydratant et le super sérum de nuit anti-rides sont aussi proposés. La gamme comprend aussi des eaux florales et des savons d'immortelle, de lavande, de romarin, de myrte.



Figure 36 Gamme de produits du Mardys Garden

Elle est certifiée bio (figure 37) et tous les composants sont naturels.



Figure 37 Le Mardys garden figure dans le guide de l'agriculture biologique Corse

Les produits du Mardys garden (figure 38) sont revendus dans sept pharmacies de Corse dont la pharmacie centrale de Calvi, et aussi sur le site internet : http://www.immortelle.pro



Figure 38 Plaquettes publicitaires du Mardys Garden



Figure 39 *Helichrysum italicum subsp italicum* du Mardys Garden

3ème partie

Qualité et propriétés du chémotype *Helichrysum italicum subsp italicum* corse par rapport aux autres

1. Distinction botanique et provenance des différents chémotypes dans le bassin méditerranéen

a. Diversité des espèces et sous espèces

i. Au niveau du bassin méditerranéen

La région Méditerranéenne est peuplée de différentes espèces et des sous-espèces du genre *Helichrysum* [24],[22],[38] dont les noms sont énumérés ci-après:

- *Helichrysum ambiguum* (Pers.) C.Presl, endémique des Îles Baléares, **Hybride *H. crassifolium X H. stoechas***
- *Helichrysum amorginum* Boiss. & Orph. endémique de Grèce
- ***Helichrysum angustifolium (Lam.) DC*** : Centre-ouest de l'Italie, quelques îles de la mer Thyrrénienne et la péninsule croate
- *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., originaire de l'Est (Russie, Pologne, Turquie, Grèce, Ex Yougoslavie, Dalmatie), avec les sous-espèces :
    - *Helichrysum arenarium* (L.) Moenchs. subsp *arenarium*, relevé sur une grande partie des pays européens de la côte atlantique jusqu'à la côte méditerranéenne (Monaco).
    - *Helichrysum arenarium* (L.)Moenchs. subsp *ponticum* (Velen.) A.R.Clapham, relevé sur le littoral ouest de la Mer Noire.
- *Helichrysum bracteatum (Vent.)* Andrews, relevé en Espagne
- ***Helichrysum crassifolium*** : endémique des îles Baléares
- *Helichrysum caespitosum DC,* aux Baléares, en France et en Espagne **= *H. stoechas***
- *Helichrysum decumbens Cambess.,* aux Baléares, en France et en Espagne **= *H. stoechas***
- *Helichrysum doerfleri,* endémique de Crète
- ***Helichrysum errerae* Tineo***,* de Sicile
- *Helichrysum fontanesii Cambess.,* aux îles Baléares = ***H. rupestre DC***
- ***Helichrysum heldreichii Boiss****.,* endémique de Crète
- *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don est présente avec les sous-espèces :
    - ***Helichrysum italicum* subsp. *italicum****,* du Var (France) jusqu'à Chypre en passant par la Corse

    - ***Helichrysum italicum* (Roth) G. Don subsp. *microphyllum* (Willd.) Nyman,** relevé sur les îles de la Méditerranée : Corse, Sardaigne, Baléares, Crète.
    - ***Helichrysum italicum* subsp. *serotinum* = *Helichrysum serotinum***
        - ***Helichrysum serotinum* subsp. *serotinum*** (Boiss.) P. Fourn., du Nord-Est de l'Afrique jusqu'au Languedoc-Roussillon (Sud-Ouest de l'Europe)
        - ***Helichrysum serotinum subsp. picardii***
    - ***Helichrysum italicum subsp. siculum* (Jord and Fourr.)** : endémique de Sicile
- *Helichrysum litoreum Guss.,* au sud de l'Italie et dans d'archipel de Sicile **= *H. angustifolium***
- *Helichrysum melitense* (Pignatti), endémique de Malte **= *H. rupestre DC***
- *Helichrysum nebrodense* Heldr., en Sicile **= *H. rupestre DC***
- *Helichrysum orientale* (L.) Gaertn., en Crète et en Grèce
- *Helichrysum panormitanum* Timeo ex Guss., en Sicile **= *H. rupestre DC***
- *Helichrysum pendulum* C. Presl, en Sicile **= *H. rupestre DC***
- *Helichrysum plicatum DC ;* en Albanie, Grèce et ex Yougoslavie
- ***Helichrysum rupestre DC**,* aux Baléares, en Espagne, Italie, Sardaigne et Sicile
- *Helichrysum subthorpii* Rouy., endémique de Grèce
- *Helichrysum saxatile Moris, endémique de Sardaigne et de Sicile :*
    - *Helichrysum saxatile* Moris subsp. *saxatile*, endémique de Sardaigne **= *H. rupestre DC***
    - *Helichrysum saxatile* Moris subsp. *errerae* (Tineo) Nyman : endémique de Sicile **= *H. errerae***
- ***Helichrysum stoechas*** (L.) Moench*, avec les sous-espèces :*
    - *Helichrysum stoechas* subsp. *stoechas* : de l'ex Yougoslavie vers l'ouest de la Méditerranée
    - *Helichrysum stoechas subsp. barrelieri :* côte Est de la Sicile jusqu'en Turquie
- *Helichrysum stramineum* Guss., en Sicile = ***H. rupestre DC***
- *Helichrysum taenari* Rothm., endémique de Grèce
- *Helichrysum zivojinii,* présente en ex Yougoslavie

En fait, cette liste a été révisée de façon taxonomique en 2006 par Galbany-Casals et ses collègues [38], qui reconnaissent uniquement 11 taxons pour la Méditerrannée pour le groupe *Stoechadina*, lesquels sont inscrits en **gras**. Les modifications effectuées sont visibles en **caractères violets.** Les restants sont des espèces appartenant au groupe *Helichrysum*.

Sur la figure 40, on repère la présence de plusieurs taxons au niveau méditerranéen : *H. italicum subsp siculum* est présent en Sicile, *H. italicum subsp microphyllum* est présent en Corse du Sud et au Nord de la Sardaigne, en Crète, et aux Baléares. *H. italicum subsp italicum* est quant à lui retrouvé en Italie, en Sicile, à Chypre, en Corse et en Sardaigne.
H. litoreum est présent en Italie du Sud, et *H. serotinum* est retrouvé en Espagne ; la sous-espèce *picardii* au Nord Ouest de l'Espagne, et la sous-espèce *serotinum* au Sud de l'Espagne.

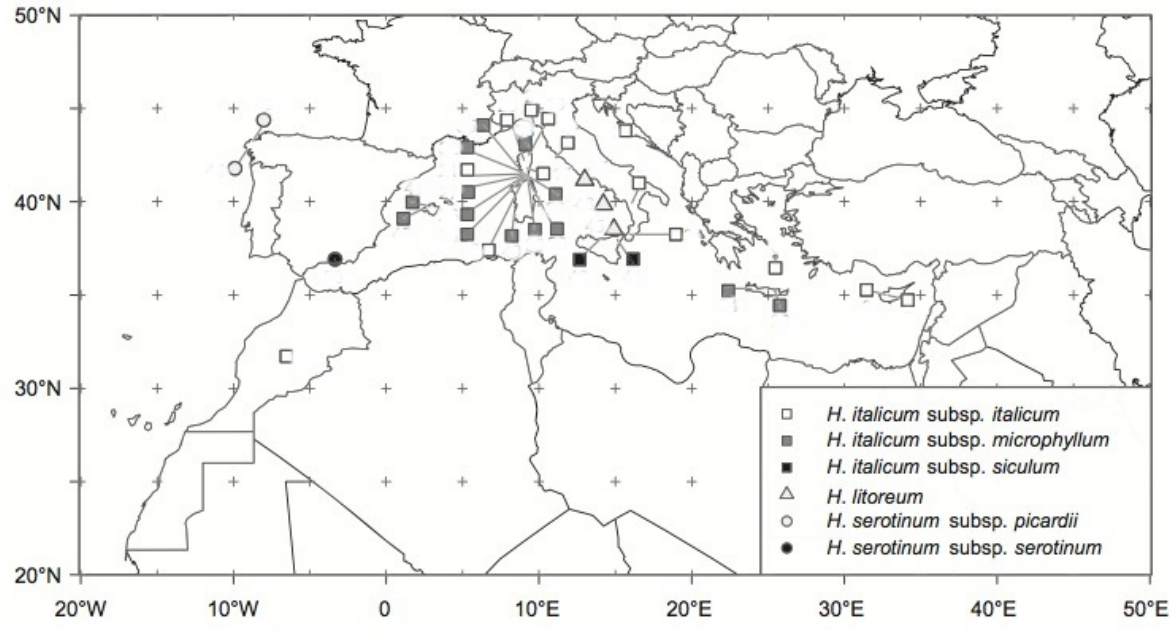


Figure 40 Distribution de quelques espèces d'*Helichrysum* dans le bassin Méditerranéen

Une espèce présente dans tous les pays du pourtour méditerranéen est *Helichrysum stoechas* (figure 41).

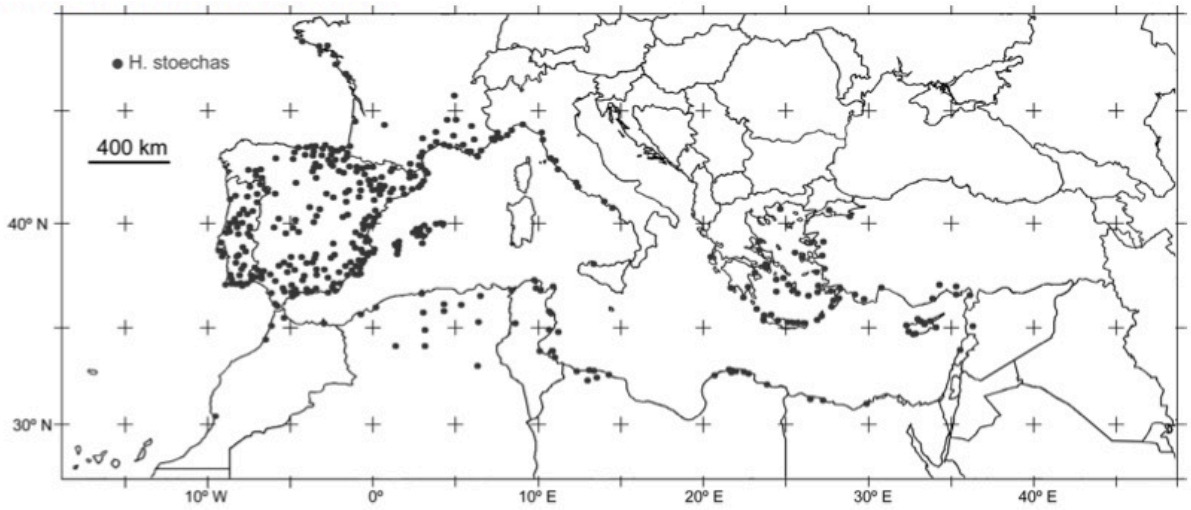


Figure 41 Distribution géographique d'*Helichrysum stoechas*

Le genre *Helichrysum* est doté d'un grand polymorphisme, et il y a en plus présence de beaucoup d'hybrides, comme on peut le voir sur la figure 42. Tous ces plants sont phénotypiquement ressemblants, ce qui rend difficile l'obtention d'analyses précises et la comparaison de ces derniers.

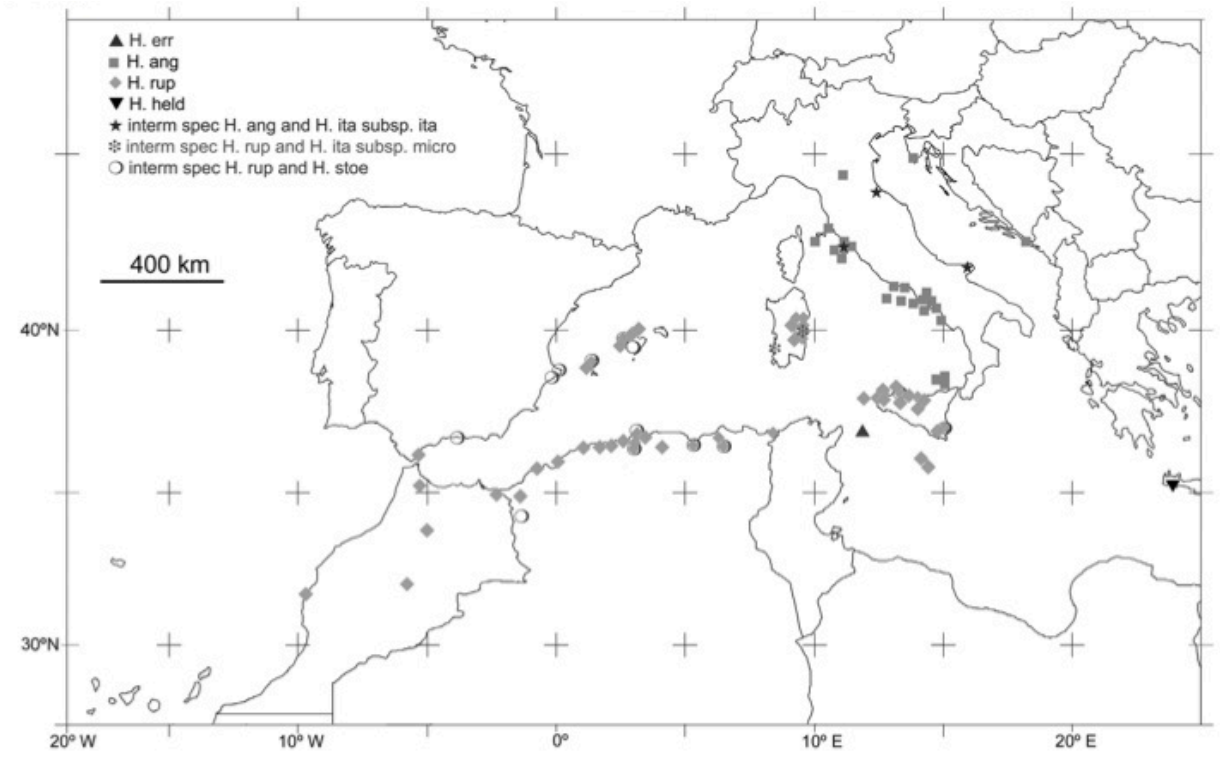


Figure 42 Distribution de quelques espèces et de leurs espèces hybrides

Des espèces hybrides de *H. angustifolium* et *H. italicum subsp italicum* sont retrouvées en Italie, des hybrides d'*H. rupestre* et *H. italicum subsp microphyllum* sont présents en Sardaigne, et il y a également des hybrides d'*H. rupestre* et d'*H. stoechas* en Algérie, en Espagne et aux Baléares.

ii. Au niveau de la Corse

On observe seulement deux sous-espèces d'*Helichrysum italicum* en Corse (figure 43):

- *H. italicum subsp. italicum* dans toute la Corse
- *H. italicum subsp. microphyllum* dans le Sud de la Corse.

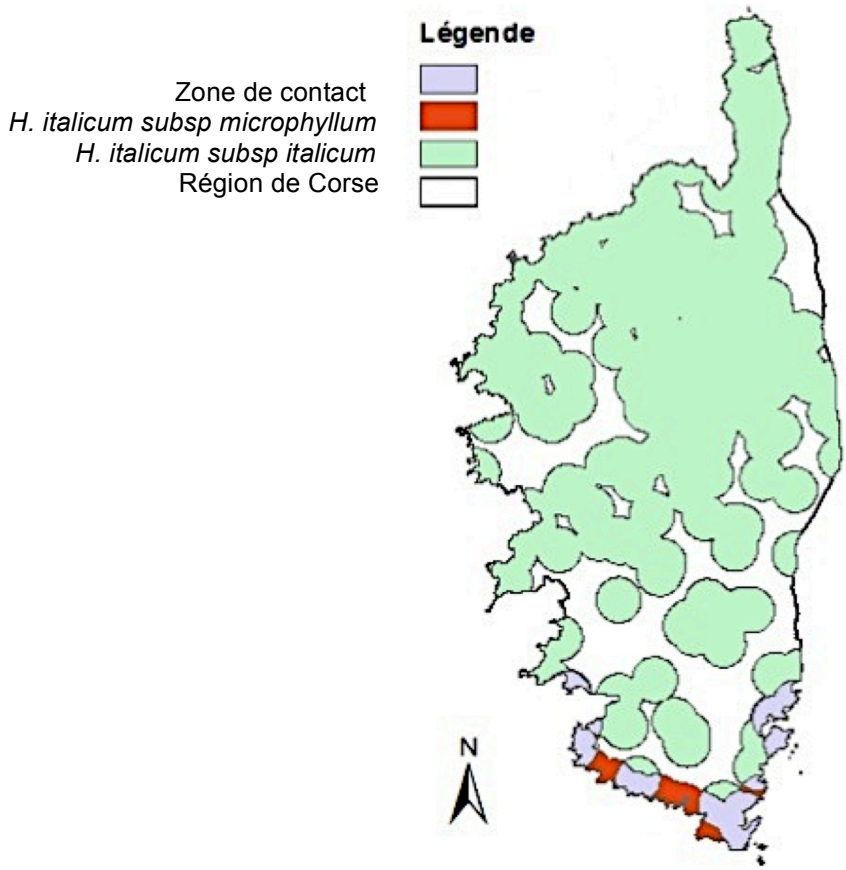


Figure 43 Distribution des sous espèces d'*Helichrysum italicum* en Corse

b. Différences morphologiques

i. Entre les taxons méditerranéens

Les herbiers provenant d'herbarium de différents jardins botaniques, visibles en tableau XX, font remarquer la forte ressemblance qu'il y a entre les espèces méditerranéennes.

Tableau XX Huit des onze taxons méditerranéens

 *H. stoechas*	 *H. serotinum*	 *H. crassifolium*	 *H. heldreichii*
 *H. rupestre*	 *H. italicum subsp. siculum*	 *H. italicum subsp italicum*	 *H. errerae*

Cependant, il est possible de les différencier grâce aux capitules (Figure 44), ou aux involucres (Figure 45).

On observe des différences de taille et de morphologie entre les capitules et les involucres des taxons qui sont représentés par : A= *H. crassifolium*, B= *H. stoechas*, C= *H. rupestre*, D= *H. errerae*, E= *H. angustifolium*, F= *H. heldreichii*, G= *H italicum subsp siculum,* H= *H. serotinum subsp picardii*, I= *H. italicum subsp. microphyllum*, J= *H. serotinum subsp serotinum*, K= *H. italicum subsp italicum.*

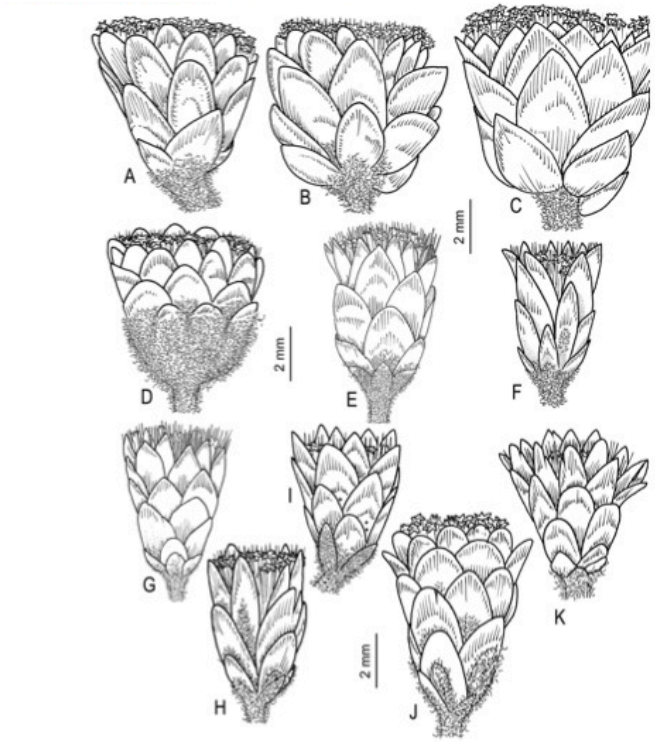


Figure 44 Capitules de différentes espèces méditerranéennes

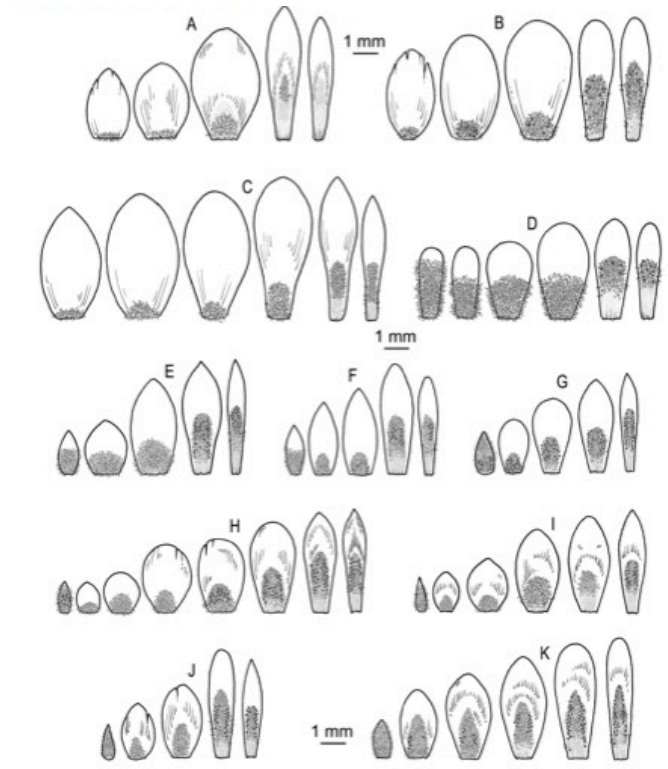


Figure 45 Involucres de différentes espèces méditerranéennes

Une clé pour la détermination des espèces a été créée (Figure 46) par Galbany et ses collègues [38].

1. Plants with basal leaf rosettes; basal leaves (3.5)6–19 mm wide, oblanceolate to spathulate, subcrassiolate 1. *H. crassifolium*
1. Plants without basal leaf rosettes; basal cauline leaves 0.4–8.5 mm wide, linear, lanceolate or oblanceolate, slightly coriaceous 2

2. Capitula 4–8 mm wide in its medial part, broadly campanulate to hemispherical 3
2. Capitula 2–5 mm wide in its medial part, cylindrical to narrowly campanulate 5

3. Outermost phyllaries coriaceous and completely covered with dense indumentum, or at least in their proximal part . . . . . 4. *H. errerae*
3. Outermost phyllaries papery and glabrous 4

4. Plants generally shorter than 40 cm, generally aromatic, erect, ascendent or decumbent; leaves 4–30(45) × 0.4–3(7) mm; capitula 4–6.5(8) × 4–6.5(8) mm . . . . . 2. *H. stoechas*
4. Plants generally taller than 50 cm, not aromatic, erect; leaves (13)30–95 × (1)2–8.5 mm; capitula (4)5–8 × (4)5–8 . . . . . 3. *H. rupestre*

5. Lower cauline leaves of flowering stems reflexed; capitula 4–5 × 2–3 mm; phyllaries laxly imbricate, the outermost with the proximal half coriaceous and tomentose and the distal half papery and glabrous . . . . . 5. *H. heldreichii*
5. Lower cauline leaves of flowering stems patent to erecto-patent; capitula 4–7.5 × 2–5 mm; phyllaries densely imbricate, the outermost generally completely coriaceous and tomentose, sometimes with the proximal half coriaceous and tomentose and the distal half papery and glabrous 6

6. Plants up to 80 cm high, not aromatic; leaves (19)28–80 mm long, eglandular to sparsely glandular on the abaxial surface . . . . . *H. angustifolium*
6. Plants up to 60 cm high, generally shorter than 50 cm, strongly aromatic; leaves 2–57 mm long, generally sparsely to densely glandular on the abaxial surface 7

7. Leaves 2–37 mm long; cypselae epidermis with regularly scattered white duplex hairs; pappus bristles with apical cells acute . . . . . *H. italicum*
7. Leaves 10–57 mm long; cypselae epidermis without duplex hairs; pappus bristles with apical cells obtuse . . . . . *H. serotinum*

Figure 46 Clé d'espèces

La première question permet d'identifier *H. crassifolium*, si la plante a des feuilles basales en rosettes, de 6 à 19mm de largeur, lancéolées. Sinon, on passe à la question de détermination n°2 :

- Si le capitule est d'une largeur de 4 à 8mm dans sa médiane, de forme campanulée à hémisphérique, on passe à la question n°3.
    - Si les phyllaires externes sont coriaces au moins dans leur partie proximale, il s'agit de *H. errerae*.
    - Si les phyllaires sont glabres, on passe à la question 4
        - Si la plante est plus petite que 40 cm, les feuilles mesurent 4 à 30 mm sur 0,4 à 3mm, le capitule mesure 4 à 6,5 mm sur 4 à 6,5 mm, c'est *H. stoechas*
        - Si la plante est plus grande que 50 cm, les feuilles mesurent 30 à 95 mm sur 2 à 8,5mm, les capitules mesurent 5 à 8 mm sur 5 à 8mm, c'est *H. rupestre*

- Si le capitule est d'une largeur de 2 à 5mm dans sa médiane, de forme cylindrique, on passe à la question n° 5.
    - Si le capitule mesure de 4 à 5 mm sur 2 à 3mm, si les phyllaires sont imbriquées et tomenteuses dans leur partie proximale, et glabres dans leur partie distale, il s'agit de *H. heldreichii*
    - Si le capitule mesure de 4 à 7,5mm sur 2 à 5mm, si le phyllaire externe est complètement coriace ou tomenteux, on passe à la question n°6
        - Si la plante mesure jusqu'à 80cm, que les feuilles mesurent de 28 à 80 mm, c'est *H. angustifolium*
        - Si la plante ne mesure pas plus que 50 cm, qu'elle est très aromatique, que les feuilles mesurent de 2 à 57mm, on passe à la question n°7
            - Les feuilles mesurent de 2 à 37mm de longueur, l'angle du pappus est aigü, c'est *H. italicum*
            - Les feuilles mesurent 10 à 57mm de longueur, l'angle du pappus avec la cellule apicale est obtu, c'est *H. serotinum*.

ii. Entre les sous-espèces d'*H. italicum*

On peut distinguer *H. italicum subsp italicum*, de *subsp siculum*, et de *subsp microphyllum* grâce, notamment, à une clé présentée figure 47 [38].

1. Plants without axillary leaf fascicles; lower and medial cauline leaves of the flowering and vegetative stems (7)12–37 mm long . . . . . 7*a*. subsp. *italicum*
1. Plants generally with axillary leaf fascicles on vegetative stems; lower and medial cauline leaves of the vegetative and flowering stems 2–21(29) mm long 2
2. Lower and medial cauline leaves of the vegetative and flowering stems (7)10–21 mm long, leaf margin not undulate . . . . . 7*b*. subsp. *siculum*
2. Lower and medial cauline leaves of the vegetative and flowering stems 2–10(29) mm long, leaf margin generally undulate . . . . . 7*c*. subsp. *microphyllum*

Figure 47 Clé de sous-espèces

Si la plante n'a pas de feuilles axillaires, que les rameaux végétatifs ont une longueur de 12 à 37 mm, c'est *H. italicum subsp italicum*. Si la plante a des rameaux axillaires, et que les rameaux reproducteurs mesurent 2 à 21mm de longueur, on passe à la question n°2 :

- Si la marge des feuilles n'est pas ondulée, c'est *H. italicum subsp siculum*
- Si la marge des feuilles est ondulée, c'est *H. italicum subsp microphyllum*.

Ces caractères botaniques distinctifs sont repris dans le tableau XXI.

Tableau XXI Différences morphologiques entre sous-espèces d'*H. italicum*

	H. italicum subsp. italicum	*H. italicum subsp. microphyllum*	*H. italicum subsp. siculum*
Hauteur	Jusqu'à 70cm	Jusqu'à 30-40cm	Jusqu'à 40 cm
Présence de rameaux axillaires sur les tiges	Rarement	Généralement	Généralement
Taille moyenne des feuilles	12-37 X 0,4-1,8mm	2-10 X 0,4-1,5mm	10-21 X 0,6-1,0mm
Marge des feuilles	Non ondulée	Ondulée	Non ondulée

2. Comparaison des compositions chimiques des HE

Nous allons comparer les compositions chimiques des HE de différentes espèces méditerranéennes, et de leurs sous-espèces pour l'espèce *H. italicum*. Puis nous comparerons les compositions d'HE d'espèces non méditerranéennes.

a. *Helichrysum italicum (Roth) G. Don*

i. *Helichrysum italicum subsp. italicum*

C'est l'espèce cultivée au Mardys Garden.

La composition de l'HE d'*Helichrysum italicum subsp italicum* dépend de la provenance des fleurs.

En effet si l'HE est d'origine grecque, elle sera composée de 36% de géraniol, 15% d'acétate de géranyle, et de 12% de nérolidol. [37]

Si elle vient d'ex-Yougoslavie, elle sera composée de 22% d'α-pinène, 10% de γ-curcumène, 6% de β-selinène, 6% d'acétate de néryle et 5% de β-caryophyllène.

Deux compositions type sont rapportées pour l'HE de provenance Amérique du nord : soit 51% d'acétate de néryle et 17% d'α-pinène ; soit 17% d'acétate de néryle, et 16% d'γ-curcumène.

Deux compositions également sont rapportées pour les HE d'origine côte adriatique :

- ar-curcumène 15-29%, γ-curcumène 10-22%,
- ou : α-pinène 25-30%, acétate de néryle 4-14%

Bianchini et ses collègues ont mené une étude comparative d'HE d'*H. italicum subsp. italicum* provenant de Corse et de Toscane (Italie), dont une analyse est retranscrite tableau XXII. [34]

Tableau XXII Composition (en %) d'HE d'*Helichrysum subsp italicum* : I1-14 Toscane, I5-I8 Corse

Constituents	Samples		I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
	RI *a*	RI *p*								
Pentan-3-one	651	983		0.2			0.6	0.4	0.4	0.4
2-Methylpentan-3-one	722	1003					0.7	0.3	0.5	0.4
4-Methylhexan-3-one	804	1079					1.4	0.4	0.7	0.6
Nonan-2-one	1070	1386					0.3	0.3	0.2	0.3
Total non-terpenic ketones				0.2			3.0	1.4	1.8	1.7
2,4-Dimethylheptan-3,5-dione	1068	1523		0.2			0.9	0.6	0.6	0.3
4,6-Dimethyloctan-3,5-dione	1160	1597			2.0	1.3	4.1	1.8	1.9	1.1
4,6,9-Trimethyldec-8-en-3,5-dione	1417	1882		0.2	4.0	1.7	4.4	5.9	2.3	5.6
2,4,6,9-Tetramethyldec-8-en-3,5-dion (A)*	1464	1882			1.0	1.0				
2,4,6,9-Tetramethyldec-8-en-3,5-dion (B)*	1469	1882			0.7	1.1				
Total β-diketones				0.4	7.7	5.1	9.4	8.3	4.8	7.0
α-Pinene	933	1024	33.5	53.5	4.1	5.8	0.8	1.4	1.1	1.1
α-Fenchene	944	1059	0.5	0.9		1.4	0.8	0.5	0.5	0.7
Camphene	946	1068	0.2	0.3		0.5	0.4	0.3	0.2	0.3
β-Pinene	973	1111	0.9	0.8		0.5	0.6	0.7	0.7	0.5
α-Terpinene	1011	1179	0.3	0.2		0.7				
p-Cymene	1013	1268					0.5	0.2	0.2	0.4
Limonene	1023	1201	2.3	4.5	2.0	10.7	4.5	2.6	4.7	4.1
γ-Terpinene	1050	1242	0.6	0.4		1.3	0.6	0.7	0.7	0.5
Terpinolene	1080	1279	0.2	0.2		0.5	0.3	0.3	0.3	0.2
Total monoterpenic hydrocarbons			38.5	60.8	6.1	21.4	8.5	6.7	8.4	7.8
1,8-Cineole	1023	1209				0.3	0.9	0.7	0.7	0.9
Linalool	1084	1542	0.2	1.4	0.8	1.9	2.1	2.7	1.5	1.5
Nerol oxide	1138	1466			0.7	0.3	0.6	0.5	0.5	1.5
Terpinen-4-ol	1163	1597	0.3			1.0	0.6	1.5	0.8	0.4
α-Terpineol	1174	1691	0.4	0.8	1.5	1.5	0.9	0.7	0.7	0.8
Nerol	1211	1793			2.8	2.1	2.7	3.9	3.9	1.9
Neryl acetate	1345	1723	0.3	1.5	22.0	10.0	35.8	36.8	38.9	33.7
Neryl propionate	1432	1782	0.3	0.4	5.8	3.6	3.4	5.9	5.0	3.9
Total oxygenated monoterpenes			1.5	4.1	33.6	20.7	47.0	52.7	52.0	44.6
α-Ylangene	1375	1476	0.6	0.7						
α-Copaene	1379	1488	0.4	0.7						
Isoitalicene	1379	1491			0.4		0.4	0.4	0.2	0.5
Italicene	1407	1536			0.9	1.0	1.3	1.5	0.4	2.1
cis-α-Bergamotene	1413	1577	0.7	0.3	3.2	0.7	0.6	0.4	0.4	0.6
β-Caryophyllene	1417	1583	11.0	5.7	6.8	6.7				
trans-α-Bergamotene	1435	1561		0.2	2.6	0.6	3.3	5.9	6.0	3.9
α-Humulene	1454	1661	0.4	0.3	0.5	0.9				
ar-Curcumene	1472	1766	0.1	0.1	1.4		1.5	1.8	1.1	1.0
γ-Curcumene	1474	1683	2.1	1.4	3.9	4.9	6.6	3.9	7.1	13.6
Selina-4,11-diene	1474	1671	2.4	1.8	1.6	2.8				
β-Selinene	1486	1719	12.5	7.9	7.2	11.2				
α-Selinene	1495	1724	7.7	5.2	5.1	8.3				
β-Bisabolene	1504	1717	0.8	0.9	0.2	0.4				
Total sesquiterpenic hydrocarbons			38.7	25.2	33.8	37.5	13.7	13.9	15.2	21.7
Guaiol	1589	2080	1.5	0.3		1.0				
Eudesm-5-en-11-ol	1600	2123	6.6	2.0		1.4	3.4	2.8	6.1	3.4
10-*epi*-γ-Eudesmol	1613	2094					0.1	0.2		
τ-Cadinol	1638	2165								
β-Eudesmol	1640	2220	0.8			1.2	2.5	1.3	1.6	1.2
Selin-11-en-4α-ol	1642	2258	1.2	0.7	1.9	2.3				
α-Eudesmol	1644	2212	1.1	0.3		1.3	2.3	1.4	1.7	1.9
Bulnesol	1656	2200	0.7	0.2	1.4	0.9				
Total oxygenated sesquiterpenes			11.9	3.5	3.3	8.1	8.3	5.7	9.4	6.5
Total			90.6	94.2	84.5	92.8	89.9	88.7	91.6	89.3

Dans les HE de Toscane, le composant majoritaire dépend du lieu de prélèvement ; α-pinène est prédominant dans les échantillons I1 et I2 (33.5% and 53.5%), alors que l'acétate de néryle prédomine dans les échantillons I3 et I4 (22.0% and 10.0%).

Les HE toscanes montrent aussi de hautes teneurs en sesquiterpènes hydrocarbonés (23.0–38.7%), avec des valeurs significatives de β-selinène (7.2–12.5%), β-caryophyllène (5.7–11.0%) and α-selinène (5.1–8.3%).

A l'inverse, les quatre HE corses (I5-I8) présentent la même composition chimique : une prédominance de composés oxygénés est observée. Les majoritaires sont l'acétate de néryle (33.7–38.9%), le propionate de néryle (3.4–5.9%) et les β-diketones = cétones (4.8–9.4%).

En comparant ces résultats avec les études précédentes, on remarque que les échantillons I1 et I2 sont similaires à ceux décrits en ex-Yougoslavie. Pour les échantillons I3 et I4, leur composition est proche de ceux cultivés en Amérique du Nord, sauf pour le γ-curcumène.

Si on compare les HE corses aux HE toscanes, elles différent par :

- une absence de β-selinène, β-caryophyllène and α-selinène,
- une diminution d'α-pinène (0.8–1.4%)
- une augmentation significative des cétones.

Donc la composition des HE corses d'H. *italicum* subsp. *italicum* semble être

- homogène selon la provenance en Corse
- différente de celle d'HE d'H *italicum* subsp. *italicum* d'autres provenances
- de meilleure qualité ; avec des taux d'esters de néryle et de cétones élevés, de pinène faible

Cette conclusion est confirmée par les travaux de Mancini et ses collègues en 2011 [27], dont l'analyse de la composition chimique d'HE *d'Helichrysum italicum* ssp. *Italicum* du Sud de l'Italie est ci-dessous.

Tableau XXIII Composition (en %) de l'HE d'*Helichrysum italicum subsp italicum*, provenant du Parc national Cilento et Diano valley du Sud de l'Italie

Ri [a]	Ri [b]	Compound	Identification [c]	%
Monoterpenoid hydrocarbons				**1.1**
1165	1652	Menthol	1,2,3	1.1
Sesquiterpenoid hydrocarbons				**0.7**
1408	1666	(*Z*)-Caryophyllene	1,2	0.1
1504	1743	α-Bisabolene	1,2	0.6
Oxygenated sesquiterpenoids				**73.6**
1510	2022	*iso*-Italicene epoxide	1,2	16.8
1551		*cis*-Cadinene ether	1,2	0.5
1565	2050	(*E*)-Nerolidol	1,2	0.5
1568	2001	Caryophyllenyl alcohol	1,2	1.4
1581	1871	Neryl isovalerate	1,2	0.5
1585	2008	Caryophyllene oxide	1,2	1.4
1600	2108	Guaiol	1,2	2.3
1609		*cis*-Isolongifolanone	1,2	1.4
1615		Isolongifolan-7-α-ol	1,2	0.9
1617	2127	10-*epi*-γ-Eudesmol	1,2	0.9
1620		(*Z*)-Bisabolol-11-ol	1,2	1.4
1627	2250	1,10-di-*epi*-Cubenol	1,2	2.3
1635	2185	γ-Eudesmol	1,2	1.4
1641		*allo*-Aromadedrene epoxide	1,2	2.3
1648	2258	β-Eudesmol	1,2	1.4
1655	2250	α-Eudesmol	1,2	0.9
1657	2274	4α-H-Eudesm-11-en-4-ol	1,2	1.4
1662		α-Betulenol	1,2	1.8
1668		(*E*)-Bisabol-11-ol	1,2	0.5
1670	2357	14-Hydroxy-9-*epi*-(*E*)-caryophyllene	1,2	0.5
1675	2170	β-Bisabolol	1,2	0.5
1678		(*Z*)-Nerolidyl acetate	1,2	2.3
1682	2400	*epi*-α-Bisabolol	1,2	0.9
1688		8-Cedren-13-ol	1,2	4.2
1697	2247	(*Z*)-α-*trans*-Bergamotol		4.7
1699	2273	Selin-7(11)-en-4-ol		1.4
1704		Amorpha-4,9-dien-14-al		2.8
1709		Sesquiterpene	1,2	1.4
1711		(2*E*,6*Z*)-Farnesal	1,2	1.4
1717		(*E*)-Nerolidyl acetate	1,2	0.9
1726		Guaiol acetate	1,2	0.5
1750		6*S*,7*R*-Bisabolone	1,2	2.3
1758	2580	2,6-Bisaboladien-12-ol	1,2	2.3
1768	2606	β-Costol	1,2	7.5
Hydrocarbons				**11.4**
1391	1433	Tetradecene	1,2	0.7
1499	1500	Pentadecane	1,2	0.9
1592	1654	Hexadecene	1,2	9.8
Fatty acids				**0.9**
1588		Octanedioic acid, diethyl ester	1,2	0.9
Others				**1.4**
1572	2077	*n*-Tridecanol	1,2	1.4

Cette HE est caractérisée par une haute teneur en iso-italicène epoxide (16,8%), ainsi que des teneurs significatives en 8-cedren-13-ol (4,2%), (Z)-α-trans-bergamotol (4,7%), β-costol (7,5%) et hexadecene (9,8%).

Cette composition d'HE d'Italie est alors encore différente de celles vues précédemment.

Une autre étude de la composition d'HE provenant d'Amérique du Nord, montre que l'acétate de néryle et le γ-curcumène dominent, avec respectivement 16,60% et 15,98%. [35]

Cette composition est, encore une fois, différente de celle de Corse.

ii. *Helichrysum italicum subsp. microphyllum (Willd.) Nyman, 1879*

Elle est nommée, en Français, Immortelle à petites feuilles.

On distingue trois compositions d'HE dans la littérature [37] selon leur provenance :

- pour l'HE provenant de Sardaigne, on distingue deux compositions types différentes :
    - acétate de néryle 29%, propionate de néryle 11%, γ-curcumène 11%, nérol 11%, linalol 9%
    - rosifoliol 20%, γ-curcumène 18%, linalol 15%
- pour l'HE provenant d'Amérique du nord : acétate de néryle 39%, linalol 17%, nérol 15%, limonène 11%

Bianchini et ses collègues ont mené une étude comparative d'HE *d'H. italicum* subsp. *microphyllum* provenant de Corse et de Sardaigne (Italie), dont une analyse est retranscrite tableau XXIV [34].

Tableau XXIV Composition (en %) d'HE d'*Helichrysum italicum subsp microphyllum*

M1-M3 Sardaigne, M4-M7 Corse du sud

Constituents	Samples		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
	RI *a*	RI *p*							
Pentan-3-one	651	983				0.4	0.6	0.7	0.4
2-Methylpentan-3-one	722	1003				0.6	0.8	0.8	0.5
4-Methylhexan-3-one	804	1079				1.0	1.2	0.8	0.7
Total non-terpenic ketones						2.0	2.6	2.3	1.6
2,4-Dimethylheptan-3,5-dione	1068	1523				1.0	0.8	1.0	0.9
4,6-Dimethyloctan-3,5-dione	1160	1597	1.1	0.8	1.2	3.8	2.2	4.3	3.6
Total β-diketones			1.1	0.8	1.2	4.8	3.0	5.3	4.5
α-Pinene	933	1024				1.4	3.0	2.2	1.5
α-Fenchene	944	1059				0.5	1.3	1.0	0.6
Camphene	946	1068				0.1	0.5	0.4	0.2
β-Pinene	973	1111				0.1	0.7	0.2	0.1
Limonene	1023	1201	1.2	0.6	1.9	7.5	13.7	10.9	8.5
(*E*)-β-Ocimene	1037	1235					0.2		
Terpinolene	1080	1279				0.3	0.1	0.2	0.3
Total monoterpenic hydrocarbons			1.2	0.6	1.9	9.9	19.5	14.9	11.2
1,8-Cineole	1023	1209					0.1		
Linalool	1084	1542	3.7	2.9	5.6	3.5	1.4	1.7	2.8
Nerol oxide	1138	1466	0.6	0.5	0.1	1.0	0.8	1.6	0.7
α-Terpineol	1174	1691	0.5	0.3	1.0	2.0	1.8	1.8	1.5
Nerol	1211	1793	7.1	8.1	5.3	5.7	4.6	3.9	5.7
Neryl acetate	1345	1723	44.7	45.4	52.5	47.8	39.8	33.9	44.6
Neryl propionate	1432	1782	6.0	5.8	6.1	2.2	2.8	3.4	2.1
Neryl isovalerate	1568	1872	0.5	0.9	0.5				
Total oxygenated monoterpenes			63.1	63.9	71.1	62.2	51.3	46.3	57.4
α-Copaene	1379	1488	1.4	0.2		0.6	1.0	1.1	0.7
Isoitalicene	1379	1491		0.2	0.2				
Italicene	1407	1536	1.4	0.9	0.6	0.1		0.2	0.2
cis-α-Bergamotene	1413	1577	0.1	0.5	0.5			0.3	
β-Caryophyllene	1417	1583	0.6	0.4	0.3				
allo-Aromadendrene	1459	1635	1.2			0.8	1.4	1.4	1.0
ar-Curcumene	1472	1766	3.7	1.3	2.0	0.3	0.2	0.3	0.4
γ-Curcumene	1474	1683	0.7	2.3	2.4	0.1	0.7	0.3	0.2
γ-Cadinene	1508	1747	2.4	0.6		1.8	2.6	1.3	1.0
δ-Cadinene	1510	1747	2.2	0.8		2.1	3.2	2.3	1.8
Total sesquiterpenic hydrocarbons			13.7	7.2	6.0	5.8	9.1	7.2	5.3
Nerolidol	1547	2031		0.9					
Guaiol	1589	2080	0.5	0.7	0.7	0.5	0.3	0.4	0.4
Eudesm-5-en-11-ol	1600	2123	3.6	11.5	4.3	1.6	2.5	2.6	2.6
τ-Cadinol	1638	2165	0.3	0.1		1.5	2.4	2.2	1.9
β-Eudesmol	1640	2220	0.5	0.3	0.3	0.5	0.1	0.3	0.5
α-Eudesmol	1644	2212	0.2	0.2	0.1	0.4		0.4	0.7
α-Cadinol	1653	2228	0.1			0.4	1.1	1.0	0.8
Total oxygenated sesquiterpenes			5.2	12.8	5.4	4.9	6.4	6.9	6.9
Total			84.3	85.3	85.6	89.6	91.9	82.9	86.9

Les HE provenant de Sardaigne et de Corse montrent la même composition :

- la prédominance caractéristique de monoterpènes oxygénés (46.3–71.1%)
- l' acétate de néryle est le composant majoritaire (33.9–52.5%), légèrement plus élevé pour les HE de Sardaigne,
- le linalool varie entre (1.4 –5.6%),
- le nérol varie entre (3.9– 8.1%),
- le propionate de néryle varie entre (2.1–6.1%),
- la présence notable d'eudesm-5-en- 11-ol (1.6–11.5%).

Nous rajouterons à cette analyse que :

- les taux de cétones sont plus importants pour les HE corses
- les taux de limonène sont nettement supérieurs pour les HE corses

On a réuni dans un tableau comparatif (tableau XXV), les composants et leur teneur dans l'ordre numérique, d'HE *d'Helichrysum italicum* subsp. *microphyllum*, à partir des données de plusieurs études [35] [33] [34] [30]. On peut rapidement comparer les teneurs de mêmes composants grâce à leur couleur.

Tableau XXV Comparaison des composants et leur teneur dans quelques HE d'*H. italicum subsp. microphyllum* de plusieurs provenances

Composants par ordre de présence	**Amérique du Nord** [12]	**Sardaigne : Archipel la maddalena** [10]	**Corse : échantillon M4** [11]	**Esterzii, Cagliara, Italy** [7]
Majoritaire : premier	Acétate de néryle 38,60%	Acétate de néryle : 19,2	Acétate de néryle 47,8%	Acétate de néryle : 23,1%
Deuxième	linalool 17.28%	Rosifoliol 11,3	Limonène 7,5%	Linalool : 22,9%
Troisième	nérol 14.55%	δ-cadinène : 8,4	Nérol 5,7%	Nérol : 11,4%
Quatrième	limonène 10.73%	γ-cadinène : 6,7	Cétones 4,8%	Propionate de néryle : 9,7%
Cinquième	nc	Propionate de néryle : 3,6	Linalool 3,5%	Limonene : 7,7%
Sixième	nc	α-muurolene : 2,5	Propionate de néryle 2,2%	γ-curcumène : 6,0%
Septième	nc	*Epi*-α-cadinol 2%	δ-cadinène 2,1%	Rosifoliol : 5,6%
Huitième	nc	*Epi*-α-muurolol%	γ-cadinène 1,8%	*Ar*-curcumène : 2,6%
Neuvième	nc	*Allo*-aromadendrene 2%	eudesm-5-en-11-ol 1,6%	Guaiol : 1,0%
Dizième	nc	Guaiol 1,9%	nd	nd

On remarque que l'acétate de néryle est toujours le composant majoritaire, avec un maximum pour l'HE corse. On ne peut établir d'autre relation, similitude ou différence, réccurente, pour tous les autres composants.

Satta *et al.* [32] proposent l'existence de deux chémotypes :

- un riche en nérol et ses esters
- un autre riche en *ar*-curcumene, *γ*-curcumene, et rosifoliol

Cette différence très claire peut ammener à l'hypothèse que ces plantes ne sont pas seulement des écotypes différents, mais des chémotypes différents.

iii. *Helichrysum italicum subsp. serotinum (DC) P. Fourn.*

On arrive face à une grande confusion qu'il faut éclaircir.
Sur beaucoup de conditionnements d'HE, on peut lire *Helichrysum italicum ssp serotinum* d'origine Corse.
Or sur la dernière classification datant de 2009, établie par Mme Mercé Galbany Casals et M. Llorenç Saez, on peut voir que cette espèce n'existe plus [38].
J'ai donc réalisé un questionnaire, que j'ai adressé à plusieurs laboratoires (se référer à la page 115 figure 49), dans le but de voir quelles espèces ceux-ci produisent, notamment s'ils produisent cette ancienne espèce qui n'est plus d'actualité.
Dans leurs réponses, je trouve à plusieurs reprises qu'ils produisent de l'HE d'*Helichrysum italicum ssp serotinum*, de différentes provenances.
Sur internet, les vidéos de quelques agriculteurs montrent aussi qu'ils pensent produire *Helichrysum italicum ssp serotinum.*
J'ai donc directement échangé avec les chercheurs à l'origine de la classification phylogénétique du genre *Helichrysum* groupe *Stoechadina*. Mme Galbany Casals et M. Saez m'expliquèrent donc que le taxon *Helichrysum italicum subsp serotinum* a été reclassifié pour aujourd'hui être le taxon *Helichrysum serotinum*, comportant deux sous-espèces que l'on retrouve en Espagne, en Algérie, aux Baléares, à Ibiza, en France et au Portugal.
Il y a donc une erreur si l'on trouve « *H. italicum ssp serotinum* », que ce soit de provenance Corse ou de tout autre provenance.

La composition chimique de l'HE d'*Helichrysum serotinum* sera décrite au paragraphe 2b.

iv. Comparaison des sous-espèces corses

Comme on peut le voir dans le tableau XXVI, les HE des sous-espèces corses *italicum* et *microphyllum* montrent quelques similarités :

- un taux majoritaire d'acétate de néryle
- un taux significatif de cétones (qui reste plus élevé pour la subsp *italicum*)

Elles montrent aussi quelques différences :

- les taux de limonène, de nérol sont plus faibles pour la sous-espèce *italicum*
- les taux de propionate de néryle, de ar-curcumène, de γ-curcumène, de α- et β-eudesmol, de Eudesm-5-en-11-ol sont plus élevés chez la sous-espèce *italicum*
- il n'y a pas de δ-cadinène, γ-cadinène, guaiol chez la sous espèce *italicum.*

Tableau XXVI Comparaison des compositions des HE des sous espèces *italicum* et *microphyllum*

Composant	*Subsp. italicum*				*Subsp. microphyllum*			
	I5	I6	I7	I8	M4	M5	M6	M7
Acétate de néryle	35,8	36,8	38,9	33,7	47,8	39,8	33,9	44,6
Limonène	4,5	2,6	4,7	4,1	7,5	13,7	10,9	8,5
Nérol	2,7	3,9	3,9	1,9	5,7	4,6	3,9	5,7
Cétones	9,4	8,3	4,8	7,0	4,8	3,0	5,3	4,5
Linalool	2,1	2,7	1,5	1,5	3,5	1,4	1,7	2,8
Propionate de néryle	3,4	5,9	5,0	3,9	2,2	2,8	3,4	2,1
Trans-α-bergamotène	3,3	5,9	6,0	3,9	-	-	-	-
Ar-curcumène	1,5	1,8	1,1	1,0	0,3	0,2	0,3	0,4
γ-curcumène	6,6	3,9	7,1	13,6	0,1	0,7	0,3	0,2
α-eudesmol	2,3	1,4	1,7	1,9	0,4	-	0,4	0,7
β-eudesmol	2,5	1,3	1,6	1,2	0,5	0,1	0,3	0,5
Eudesm-5-en-11-ol	3,4	2,8	6,1	3,4	1,6	2,5	2,6	2,6
δ-cadinène	-	-	-	-	2,1	3,2	2,3	1,8
γ-cadinène	-	-	-	-	1,8	2,6	1,3	1,0
Guaiol	-	-	-	-	0,5	0,3	0,4	0,4
β-caryophyllene	-	-	-	-	-	-	-	-

Malgré ces différences, on peut estimer que les compositions chimiques des HE des deux sous-espèces *italicum* et *microphyllum* sont homogènes.
Cependant, la subsp. *italicum* est de meilleure qualité puisqu'elle présente des taux d'esters de néryle et de cétones supérieurs.

v. D'un même chémotype au sein d'une même provenance

1. H. italicum subsp. italicum en Corse

Ci-dessus une analyse (tableau XXVII) venant du travail de Bianchini et ses collègues [37]. Elle compare six échantillons commerciaux, provenant tous d'*H. italicum subsp. italicum* de Corse.

Tableau XXVII Composition de différents échantillons d'HE d'*Helichrysum italicum subsp italicum* corses

Constituents	Sample RI[a]	RI[b]	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Pentan-3-one	**651**	**983**	**0.2**	**0.2**	**0.3**	–	**0.2**	**0.3**	–	**6.1**	**8.8**
2-Methylpentan-3-one	**722**	**1003**	**0.2**	**0.4**	**0.4**	–	**0.5**	**0.5**	–	**5.3**	**8.2**
4-Methylhexan-3-one	**804**	**1079**	**0.5**	**0.9**	**1.1**	–	**1.0**	**0.6**	**0.4**	**6.6**	**10.5**
α-Pinene	933	1024	2.7	2.7	2.9	1.5	1.8	1.7	0.7	1.8	1.5
α-Fenchene	944	1059	0.6	0.6	0.7	0.4	0.5	0.2	–	0.5	0.2
Camphene	946	1068	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1	–	–	0.2	0.5
β-Pinene	973	1111	0.9	0.7	0.6	0.5	0.7	0.7	0.3	0.3	0.1
Myrcene	983	1160	–	–	–	–	0.1	–	–	–	0.1
α-Terpinene	1011	1179	–	–	–	–	0.1	0.2	0.2	0.1	–
p-Cymene	1013	1268	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.3	0.3	0.1
Limonene	**1023**	**1201**	**6.9**	**6.1**	**7.3**	**5.1**	**7.5**	**2.9**	**1.9**	**5.7**	**4.8**
1,8-Cineole	1023	1209	0.8	1.0	0.7	–	1.4	0.1	–	0.8	0.3
(*E*)-β-Ocimene	1038	1248	0.2	–	–	–	0.4	–	–	0.2	–
γ-Terpinene	1050	1242	0.6	0.6	0.6	0.3	0.5	0.9	0.4	0.2	0.1
3,5-Dimethylheptan-2,4-dione	**1068**	**1523**	–	**0.4**	**0.4**	**0.2**	**0.6**	**0.7**	**0.5**	**2.7**	**3.9**
Nonan-2-one	1070	1386	0.3	0.3	–	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4
Terpinolene	1080	1279	0.3	–	0.2	–	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1
Linalool	1084	1542	2.4	1.8	2.8	1.5	1.2	2.1	2.3	1.1	1.0
Nerol oxyde	1138	1466	0.2	0.3	0.6	0.3	0.5	0.4	0.4	1.4	1.4
Borneol	1151	1692	–	–	–	–	–	–	–	0.1	0.1
4,6-Dimethyloctan-3,5-dione	**1160**	**1597**	**1.3**	**1.2**	**1.2**	**1.0**	**1.8**	**2.0**	**2.4**	**8.7**	**11.3**
Terpinen-4-ol	1163	1597	0.4	0.5	0.7	0.4	0.5	1.5	0.7	0.3	0.1
α-Terpineol	1174	1691	0.7	0.5	0.8	0.5	0.8	1.7	2.0	2.1	1.6
Nerol	**1211**	**1793**	**3.2**	**2.6**	**3.4**	**3.4**	**4.7**	**4.2**	**4.9**	**3.2**	**2.0**
Neryl acetate	**1345**	**1723**	**36.3**	**34.5**	**42.5**	**39.9**	**32.6**	**34.9**	**37.6**	**20.3**	**15.8**
Isoitalicene	1379	1491	0.7	0.7	1.0	0.8	0.7	0.3	0.3	0.3	0.2
Italicene	**1407**	**1536**	**2.4**	**2.7**	**3.4**	**3.0**	**2.6**	**1.2**	**1.4**	**0.9**	**1.1**
(*Z*)-α-Bergamotene	1413	1577	0.5	0.5	0.5	0.5	–	0.5	0.2	–	–
4,6,9-Trimethyldec-8-en-3,5-dione	**1417**	**1882**	**3.7**	**4.5**	**3.5**	**4.3**	**2.2**	**5.6**	**3.1**	**1.4**	**0.8**
Neryl propionate	**1432**	**1782**	**4.8**	**5.6**	**5.9**	**6.7**	**5.8**	**4.9**	**4.3**	**2.7**	**1.6**
(*E*)-α-Bergamotene	1435	1561	0.2	0.3	0.8	–	0.7	–	0.2	–	–
(*E*)-β-Farnesene	1447	1661	0.3	–	–	–	–	–	0.3	–	–
2,4,6,9-Tetramethyldec-8-en-3,5-dione	1464	1882	2.2	2.6	0.6	2.4	0.8	2.6	1.7	0.7	0.7
5,7,10-Trimethylundec-9-en-4,6-dione	1469	1882	1.7	2.0	0.6	1.8	0.8	2.6	1.3	0.5	0.6
***ar*-Curcumene**	**1472**	**1766**	**2.3**	**4.1**	**3.3**	**4.6**	**2.5**	**1.8**	**1.8**	**0.8**	**0.9**
γ-Curcumene	**1474**	**1683**	**12.9**	**7.9**	**6.2**	**5.1**	**11.7**	**3.7**	**6.7**	**1.1**	**0.8**
Guaiol	1589	2080	0.5	0.9	–	0.9	1.0	1.0	1.2	0.5	0.4
Eudesm-5-en-11-ol*	**1600**	**2123**	**0.8**	**2.1**	–	**2.3**	**2.4**	**3.5**	**4.2**	**3.6**	**5.1**
10-*epi*-γ-Eudesmol	1613	2094	–	–	–	–	0.1	–	0.3	0.1	0.1
β-Eudesmol	1640	2220	0.4	0.6	–	0.7	0.7	0.8	1.3	1.0	0.8
α-Eudesmol	1644	2212	0.2	0.6	–	0.6	0.6	1.0	1.5	0.6	0.7
Bulnesol	1656	2200	0.2	0.3	–	0.3	0.5	0.6	0.9	0.2	0.1
α-Bisabolol	1671	2205	–	–	–	–	0.1	0.5	0.4	–	0.2
Total			92.9	91.3	93.6	89.9	91.5	87.1	86.6	82.9	87.0

Les neufs échantillons provenant de différents laboratoires et différentes localisations en Corse ont une composition similaire. Les quelques variations quantitatives sont attribuées aux différents stades de floraison des échantillons.

2. *H. italicum subsp. italicum* en Toscane

Les onze HE d'*H. italicum subsp italicum* provenant de 6 îles de l'archipel Toscan sont représentées par les échantillons ; A1 et A2 pour l'île de Gorgona ; B1 et B2 pour l'île de Giannutri; C1, C2, C3 et C4 pour l'île de Giglio; D pour l'île de Capraia; E pour l'île de Montecristo et F pour l'île Pianosa) sont analysées sur le tableau XXVIII.

Tableau XXVIII Composition (en %) d'HE d'*H. italicum subsp italicum* provenant de 6 îles de l'archipel Toscan

No.	Components	RI *a*	RI *p*	A1	A2	B1	B2	C1	C2	C3	C4	D	E	F
1	4-Methylhexan-3-one	801	1065	0.1	0.1	—	—	—	—	0.1	—	0.6	0.1	0.1
2	α-Pinene	929	1013	0.1	2.0	4.5	4.3	8.6	6.1	4.2	6.1	2.9	0.5	4.1
3	α-Fenchene	940	1046	—	0.1	0.5	0.4	1.1	0.8	0.9	0.5	0.3	—	0.4
4	Camphene	943	1055	—	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	—	0.1
5	β-Pinene	969	1100	0.1	0.3	0.3	0.4	0.8	0.5	0.6	0.3	0.5	0.4	0.4
6	α-Terpinene	1008	1163	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	—
7	*para*-Cymene	1011	1250	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.4	0.2	0.1
8	Limonene	1020	1183	0.2	1.9	4.3	4.0	10.4	7.5	7.6	5.5	2.4	1.2	5.7
9	1,8-Cineole	1020	1200	—	1.5	0.3	1.9	2.5	1.6	0.5	0.6	3.4	—	0.2
10	(*E*)-β-Ocimene	1035	1232	—	0.1	0.3	—	0.3	0.2	—	0.1	0.2	—	0.1
11	γ-Terpinene	1047	1227	0.1	0.5	0.2	0.3	0.5	0.3	0.4	0.5	0.6	—	0.1
12	2,4-Dimethylheptan-3,5-dione[a]	1068	1507	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	2.3	0.1
13	Nonan-2-one	1070	1385	0.1	0.1	—	—	—	0.2	0.1	0.1	—	—	—
14	Terpinolene	1077	1262	—	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	—	0.2
15	Linalool	1083	1528	2.9	3.9	0.7	0.8	1.2	1.3	1.1	0.9	1.5	1.4	0.8
16	Borneol	1150	1700	0.1	0.1	—	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	—	—
17	4,6-Dimethyloctan-3,5-dione[a]	1158	1585	1.5	1.0	1.0	1.0	0.8	1.4	1.4	1.1	2.6	1.9	0.8
18	Terpinen-4-ol	1161	1578	—	0.8	0.3	1.0	0.5	0.3	0.6	0.2	1.3	—	0.2
19	α-Terpineol	1172	1672	0.5	1.3	1.2	2.3	1.9	2.6	2.1	1.6	2.1	2.2	1.3
20	Nerol	1209	1773	1.6	1.4	2.2	3.3	1.8	4.2	2.2	2.8	3.6	7.6	3.2
21	Neryl acetate	1342	1703	14.9	18.7	21.0	26.8	27.9	30.2	33.3	39.9	40.1	42.3	44.5
22	α-Copaene	1367	1472	0.1	—	—	—	0.1	0.1	0.1	0.2	—	—	—
23	Isoitalicene	1374	1475	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	—	0.3
24	Italicene	1400	1517	0.9	0.7	0.7	1.2	0.6	0.5	0.6	0.8	1.1	1.1	1.1
25	*cis*-α-Bergamotene	1407	1544	0.5	0.7	0.5	0.5	0.2	0.5	0.3	0.5	0.4	—	0.3
26	4,6,9-Trimethyldec-8-en-3,5-dione[a]	1415	1865	19.8	14.7	18.3	7.6	4.4	2.0	8.8	4.4	0.3	1.4	2.6
27	*trans*-α-Bergamotene	1429	1560	0.4	0.6	0.8	1.1	0.3	0.4	0.3	0.4	0.2	—	0.3
28	Neryl propionate	1429	1764	7.3	4.7	7.8	6.2	3.0	9.2	3.8	6.0	5.5	16.4	7.0
29	2,4,6,9-Tetramethyldec-8-en-3,5-dione[b]	1461	1867	6.2	5.7	4.3	2.2	1.4	1.0	2.6	1.3	—	1.3	0.6
30	2,4,6,9-Tetramethyldec-8-en-3,5-dione[b]	1467	1869	8.0	7.3	5.7	2.4	1.3	0.9	3.0	1.2	—	1.2	0.4
31	*ar*-Curcumene	1470	1742	2.6	1.9	1.3	2.0	1.2	1.8	1.5	1.5	1.5	1.2	1.0
32	γ-Curcumene	1470	1664	13.7	11.1	7.7	7.7	8.6	11.0	8.6	11.1	5.4	9.4	6.0
33	β-Selinene	1480	1686	—	0.5	—	0.1	0.4	0.5	0.8	0.4	—	0.1	—
34	α-Selinene	1490	1691	0.2	0.6	—	0.4	0.3	0.4	0.6	0.4	—	—	—
35	5,7,10-Trimethylundec-9-en-4,6-dione[a]	1493	1869	0.7	0.6	0.5	0.4	0.2	0.1	0.3	0.2	—	—	—
36	β-Curcumene	1498	1712	0.6	0.5	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.6	0.2	0.2	0.1
37	δ-Cadinene	1511	1724	0.4	0.2	—	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	—	—	0.1
38	Neryl butyrate	1519	1828	0.2	0.2	—	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	—	—
39	6,11-oxido-Acor-4-ene	1525	1830	0.1	0.2	—	0.1	—	0.1	0.1	0.1	—	—	—
40	(*E*)-α-Bisabolene	1527	1724	0.1	0.1	0.1	0.1	—	0.1	0.1	—	—	—	—
41	(*E*)-Nerolidol	1540	1991	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	—
42	3,5,7,10-Tetramethylundec-9-en-4,6-dione[b]	1553	1950	3.0	2.1	1.4	0.9	0.4	0.7	1.0	0.7	0.1	0.4	0.4
43	3,5,7,10-Tetramethylundec-9-en-4,6-dione[b]	1557	1950	2.6	2.4	1.4	0.8	0.4	0.4	0.9	0.6	0.2	0.3	0.3
44	Neryl 2-methylbutyrate	1561	1928	—	1.1	0.3	0.4	0.2	0.5	0.2	0.3	—	—	0.3
45	Guaiol	1582	2043	0.3	0.6	0.6	1.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	—	0.8
46	Eudesm-5-en-11-ol	1594	2081	1.7	1.8	3.8	7.6	1.1	1.7	1.7	1.3	2.9	4.3	5.8
47	α-Eudesmol	1639	2188	0.2	0.3	0.4	0.8	0.2	0.5	0.4	0.4	0.5	—	—
48	Bulnesol	1651	2171	0.3	0.3	0.6	1.0	0.4	0.5	0.3	0.6	0.2	0.2	0.6
49	α-Bisabolol	1663	2178	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	—	—
	Non-terpenic ketones			0.2	0.2	—	—	—	0.2	0.2	0.1	0.6	0.1	0.1
	β-Diketones			42.0	34.0	32.8	15.4	9.1	6.7	18.2	9.7	3.7	8.8	5.2
	Monoterpenic hydrocarbons			0.7	5.6	10.6	10.2	22.8	16.2	18.2	13.6	8.1	2.4	11.2
	Oxygenated monoterpenes			27.5	33.7	33.8	43.0	39.2	50.2	44.0	52.6	57.9	69.9	57.5
	Sesquiterpenic hydrocarbons			19.7	17.1	11.7	14.2	12.3	15.9	13.5	16.0	9.1	12.0	9.2
	Sesquiterpenic hydrocarbons			19.7	17.1	11.7	14.2	12.3	15.9	13.5	16.0	9.1	12.0	9.2
	Total identified			93.2	94.2	94.7	93.8	85.5	92.7	97.2	95.1	83.6	97.7	90.4

Même si les compositions de ces 11 HE sont uniformes, on observe des variations significatives pour certains composants [28] :

- Dans un premier groupe : les échantillons A1, A2 et B1: les cétones (32.8–42.0%) sont plus élevées que dans les autres échantillons. Par contre, l'acétate de néryle (**21**, 14.9–21.1%) est présent à de plus faibles taux.

- Dans un second groupe : les échantillons C4, D, E, F montrent de hauts taux d'acétate de néryle (**21**, 39.9–44.5%), alors que les cétones ne sont qu'à 3.7– 9.7%.

- Dans les autres échantillons évalués, B2, C3, C1 et C2 : la différence avec les autres échantillons est moins marquée.

Au sein même de l'archipel Toscan, on observe donc des différences de composition (essentiellement pour l'acétate de néryle et les cétones) d'HE d'*H. italicum ssp italicum* prélevès en différents endroits.

3. H. italicum subsp. microphyllum en Sardaigne

On distingue plusieurs groupes alors qu'il s'agit d'HE de la même sous-espèce *H. italicum subsp. microphyllum,* toutes Sardes (tableau XXIX).

Tableau XXIX Constituants volatiles majeurs (en %) d'échantillons sardes d'HE d'*H. italicum ssp microphyllum*

Origin	Major constituents
Sardinia (location not specified)	Group 1: linalool (9.1%), nerol (10.7%), neryl acetate (28.9%), neryl propionate (11.4%), γ-curcumene (11.4%). Group 2: linalool (14.9%), γ-curcumene (18.2%), δ-cadinene (5.6%), 2-naphthalenmethanol,2,3,4, 4a,5,6,7,8-octahydro-α,α,4a,8-tetramethyl-[2R-(2α,4aβ,8β9] (20.2%)
Northwestern Sardinia (Vignola, Porto Ferro, Calangianus)	linalool (3.7-5.6%), nerol (5.3-8.1%), neryl acetate (44.7-52.5%), eudesm-5-en-11-ol (4.3-11.5%)
Central Sardinia (Esterzili)	limonene (2.5-9.0%), linalool (7.4-26.5%), nerol (5.3-13.5%), neryl acetate (20.0-35.7%), neryl propionate (1.9-15.6%), γ-curcumene (7.3-17.1%), ar-curcumene (4.0-6.8%), rosifoliol (5.8-15.1%)
Northwestern Sardinia (Costa Paradiso, Trinità d' Agultu, Calangianus)	April samples: α-terpineol (1.5-6.7%), nerol (3.4-6.3%), neryl acetate (28.1-55.9%), neryl propionate (2.3-5.8%), eudesm-5-en-11-ol (4.5-21.5%)
Northeastern Sardinia (La Maddalena)	neryl acetate (19.2%), γ-cadinene (6.7%), δ-cadinene (8.4%), rosifoliol (11.3%)

Par exemple, l'acétate de néryle peut varier du simple au double (19,2% à 52,5%), tout comme le linalool (3,7% à 26,5%), ou le propionate de néryle (2,3% à 15,6%).
Mais plus encore, il peut y avoir une grande variation de composants entre échantillons du même site de prélèvement : comme à Esterzili, où le rosifoliol et le nérol varie du simple au triple (5,8% à 15,1% ; 5,3% à 13,5%).
Il existe bien une variabilité inter-population liée à des facteurs génétiques, géographiques et climatiques [33].

b. *Helichrysum serotinum*

On observe sur le tableau XXX la composition d'une HE d'*Helichrysum serotinum* d'origine espagnole, qui présente une teneur faible en acétate de néryle (5,4%), une teneur en cétones quasiment inexistante.

Helichrysum italicum ssp serotinum a la même composition qu'*Helichrysum serotinum* puisque c'est la même plante, qui a été reclassifiée en 2009.

L'HE d' *Helichrysum italicum ssp serotinum* est souvent confondue ou assimilée à *Helichrysum italicum ssp italicum* alors que l'on voit nettement qu'elle a une composition globale différente d'HE d'*Helichrysum italicum* subsp *italicum* et subsp *microphyllum.*

C'est donc un risque important de les confondre, puisqu'on remarque que la qualité de *serotinum* est bien moindre que celle des espèces corses.

Tableau XXX Composants majoritaires (en %) dans une HE d'*H. serotinum* du Sud de l'Espagne, Jaen

Composant	%
guaiol	9,0
nérol	7,0
eugénol	1,3%
Acétate de néryle	5,4
β-caryophyllène	5,5
α-humulène	5,1
Propionate de néryle	2,1
γ-curcumène	3,9
β-sélinène	2,5
β-bisabolène	2,2
δ-cadinène	1,8
Caryophyllène oxyde	2,0
1-épi-cubénol	1,4
α-cadinol	1,2
nonadécane	7,4
eicosane	2,9

c. *Helichrysum heldreichii*

L'HE d'*H. heldreichii* a été analysée dans le tableau XXXI. Les fleurs ont été récoltées dans le sud ouest de la Crète à 300 m d'altitude [39].

Tableau XXXI Composition (en %) d'*HE d'Helichrysum heldreichii* de Grèce

Composant	%
α-pinène	0,66
β-pinène	1,05
p-cymène	2,82
γ-terpinène	1,91
Carvacrol	3,31
E-caryophyllène	38,52
α-humulène	2,85
Caryophyllène oxyde	10,35
Acide hexadecanoîque	2,66
Nonacosane	1,65
Hentriacontane	1,45
Caryophyllènol I	5,80

On observe une absence totale de cétones et d'esters de néryle, et donc une activité thérapeutique nulle en comparaison à l'HE d'*Helichrysum italicum*.

d. *Helichrysum stoechas*

On retrouve les composants majoritaires d'une HE d'*H. stoechas subsp stoechas* d'origine espagnole dans le tableau XXXIII.

Tableau XXXII Composants majoritaires de l'HE d'*H. stoechas subsp stoechas* d'Espagne centrale, Toledo

Composant	%
α-pinène	28,3
limonène	2,0
α-copaène	1,3
β-caryophyllène	6,0
α-humulène	5,9

β-bisabolène	1,8
γ-cadinène	2,5
δ-cadinène	4,4
guaiol	2,9
1-épi-cubénol	1,2
Epi-α-cadinol	3,6
Epi-α-bisabolol	21,9
3,7,11,15-tétraméthyl-2-hexadécènol	3,2

On observe une forte teneur en Epi-α-bisabolol (21,9%), ainsi qu'en α-pinène (28,3%), et en β-caryophyllène (6%). En revanche, aucune trace de cétone ou d'ester de néryle n'est retrouvée.

e. *Helichrysum angustifolium DC*

Cette espèce est très souvent confondue avec *H. italicum*, car toutes deux sont très proches, et ont souvent été considérées comme hybrides.
Une HE d'*H. angustifolium* de Serbie et une des Balkans sont décrites sur le tableau XXXIII.

Tableau XXXIII Composants majeurs d'HE d'*H. angustifolium* (en %)

Composant	Echantillon 1 (Serbie)	Echantillon 2 (Balkans)
α-pinène	27,90	18,9
Limonène	2,0	nc
italicène	3,50	nc
β-caryophyllène	5,00	4,0
γ-curcumène	19,50	16,9
Acétate de néryle	2,90	9,3
Propionate de néryle	1,40	nc
α-curcumène	3,50	nc
Italidione I	2,60	nc
Italidione II	2,50	nc
camphre	1,40	nc

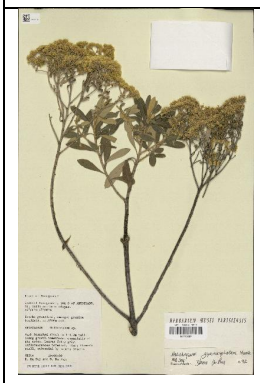
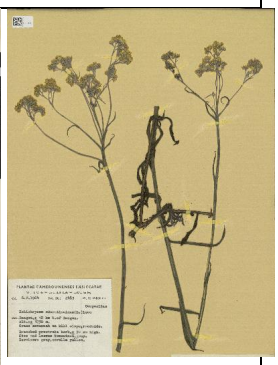
H. angustifolium contient beaucoup plus d'α-pinène (27,90% et 18,9%) et de γ-curcumène 19,50% et 16,9%), qui sont des terpènes dermocaustiques.

H. angustifolium présente par contre beaucoup moins d'esters de néryle qu'*H. italicum subsp. italicum* de Corse, comme l'acétate de néryle (2,90% et 9,3%).

f. Analyses d'autres espèces aromatiques

Nous allons maintenant aborder les compositions chimiques et les indications thérapeutiques qui en découlent, pour des espèces d'hélichryses non méditerranéennes. On voit que les herbiers, provenant d'herbarium de jardins botaniques présentent une forte ressemblance (Tableau XXXIV).

Tableau XXXIV Quelques espèces non méditerranéennes

Helichrysum gymnocephalum	*Helichrysum bracteiferum*	*Helichrysum arenarium*	*Helichrysum splendidum*	*Helichrysum odoratissimum*
				

vi. *Helichrysum gymnocephalum (DC.) Humbert*

L'immortelle à capitules nus ou hélichryse femelle est une espèce endémique de Madagascar.

Deux échantillons d'HE de cette espèce, sont comparés dans le tableau XXXV.

Tableau XXXV Composants majoritaires et leur proportion dans l'HE d'*Helichrysum gymnocephalum* de Madagascar

Composant	Echantillon 1 [42]	Echantillon 2 [40]
1,8-Cineole	47.4%	59,7%
bicyclosesquiphellandrene	5.6%	nc
γ-curcumene	5.6%	-
α-amorphene	5.1%	nc
bicyclogermacrene	5%	nc

On retrouve toujours un très haut taux de 1,8-cinéole (47,4% et 59,7%), ainsi que des monoterpènes (de l'ordre de 15%) et monoterpènols (5%).

vii. *Helichrysum bracteiferum (DC.) Humbert*

Autrement appelée immortelle mâle, cette espèce est aussi endémique de Madagascar. Deux échantillons d'HE d'*Helichrysum bracteiferum* sont comparés dans le tableau XXXVI.

Tableau XXXVI Composants majoritaires et leur proportion dans une HE d'*Helichrysum bracteiferum* de Madagascar

Composant	**Echantillon 1** [40]	**Echantillon 2** [41]
1,8-cinéole	27,3%	17,70%
β-pinène	11,9%	8,22%
α-pinène	5,9%	3,62%
α-humulène	10,1%	11,60%
β-caryophyllène	7,1%	9,60%
Limonène	4%	3,41%
Terpinèn-4-ol	1,8%	9,60%

On retrouve un taux de 1,8 cinéole élevé (27,3% et 17,70%). En effet le profil type d'une HE d'*H. bracteiferum* contient 30% d'oxydes, 25% de sesquiterpènes et 25% de monoterpènes. Celui-ci se rapproche donc du profil d'*H. gymnocephalum* mais est beaucoup moins riche en 1,8-cinéole, et plus riche en mono- et sesquiterpènes.

viii. *Helichrysum arenarium (L.) Moench*

Cette analyse (tableau XXXVII) me vient directement du Dr. Gjoshe Stefkov, de la University Ss.Cyril and Methodius, à Skopje, Macédoine. Elle a été réalisée à partir d'HE d'*Helichrysum arenarium* cultivée en Macédoine.

Tableau XXXVII Composition (en %) d'*HE d'Helichrysum arenarium* de Macédoine

Component	**%**
α-Pinene	27,36
β-Pinene	0,36
α-Terpinene	tr
p-Cymene	tr
Limonene	4,01
iso-Butyl angelate	0,43
γ-Terpinene	0,32
α-Terpineol	0,21
Methyl pentyl angelate	0,38
Neryl acetate	3,25
α-Ylangene	0,25
α-Copaene	3,43
Italicene	4,41
trans-α–Bergamotene	0,89
Caryophyllene	4,48
α-Humulene	0,55
β-Acoradiene	0,44
γ-*iso*-Bisabolene	0,42
γ-Curcumene	10,29
AR-Curcumene	5,32
β-Selinene	9,18
α-Selinene	4,77
α-Muurolene	0,7
β-Curcumene	0,68
δ-Cadinene	1,22
Rosifoliol	0,23
TOTAL	83,58

On remarque un fort taux de pinène (27,36%), un faible taux d'acétate de néryle (3,25%), et une absence de cétones.

ix. *Helichrysum splendidum (Thunb.) Less.*

Cette espèce pousse en Afrique : en Ethiopie, au Malawi, Zimbabwe, Afrique de l'Est. Une composition de son HE est reprise dans le tableau XXXVIII.

Tableau XXXVIII Composition d'une HE d'*Helichrysum splendidum*

Composant	%
Monoterpènes *31,99*	
α-pinène	2,66
β-phellandrène	17
β-pinène	9,13
sabinène	1,18
Sesquiterpènes *44,92*	
α-muurolène	3
β-bourbonène	2,46
δ-cadinène	11,59
γ-cadinène	4,64
Germacrène D	7,75
Sesquiterpénols *11,06*	
cubebol	1,01
Germacrène D-4-ol	1,36
α-cadinol	1,76
t-cadinol	1,73
Oxydes	
1,8-cinéole	0,8
Epoxyde sesquiterpènique	1,4
Monoterpénols	
Terpinèn-4-ol	0,38
Cétones	
cryptone	0,24
Esters	
Acétate de bornyle	0,37
Aldéhydes	
Trans-p-menth-3-en-7-al	0,35
Cis-p-menth-3-en-7-al	0,35

x. *Helichrysum odoratissimum (L.) Sweet*

Cette espèce trouvée en Afrique du Sud, est sur la « Red List of South African Plants », c'est-à-dire qu'elle est une espèce menacée, en voie d'extinction.

Une composition de son HE est représentée dans le tableau XXXIX.

Tableau XXXIX Composition d'une HE d'*Helichrysum odoratissimum*

Composant	%
Monoterpènes *32,88*	
α-pinène	26,41
β-pinène	1,1
δ-limonène	1,44
Para-cymène	2,36
Sesquiterpènes *20,86*	
α-humulène	1,82
β-caryophyllène	7,4
δ-cadinène	3,12
γ-cadinène	3,4
Monoterpénols	
α-terpinéol	0,95

Sesquiterpénols	
viridiflorol	0,38
t-cadinol	0,68
Oxydes *30,25*	
1,8-cinéole	27,89
Caryophyllène epoxyde	1,67
Esters	
Acétate de myrtényle	1,35

Elle présente une forte teneur en 1,8 cinéole (27,9%), et en α-pinène (26,4%). Elle comporte un autre ester que l'acétate de néryle qui est l'acétate de myrtényle, à hauteur de 1,35%.

3. Conséquences sur le plan thérapeutique

a. Pharmacologie des composés retrouvés

Le tableau XL aide à construire le profil d'activité d'une HE selon sa composition mais il ne faut pas oublier une notion majeure : les HE sont des mélanges très complexes, dont les composés peuvent agir en synergie ou antagonisme. C'est pourquoi il est impossible de prévoir exactement l'action d'une HE. Les composés qui y figurent sont ceux retrouvés dans les compositions des HE vues précédemment, du genre *Helichrysum*.

Tableau XL Propriétés et toxicités des composants retrouvés dans les HE d'hélichryses

Composant :	Propriétés:	Toxicité :
Oxydes		
1,8-cinéole	- Expectorante - Stimulante des glandes exocrines - Anti-virale - Immuno-stimulante	Epileptogène à dose élevée CI -3ans
Caryophyllène époxyde		
Monoterpènes		
limonène	- Anti-infectieuse - Antalgique percutanée - Tonique digestive et rénale - Lymphotonique et décongestionnante veineuse - Effet hormon-like	+ Risque d'allergie
p-cymène		Dermocaustiques si usage prolongé
α/β-pinène		
α-fenchene		
camphene		
γ-terpinène		
sabinène		
α-thuyène		
terpinolène	+ Activité anti-cancéreuse [42]	
Sesquiterpènes		
italicène	- Calmante, légèrement hypotensive - Anti-inflammatoire - Anti-allergique	Dermocaustiques et néphrotoxiques possibles
γ-curcumène		
α-(cis/trans)-bergamotène		
α-humulène		
bicyclogermacrene		
δ/γ/ε-cadinène		
β-caryophyllène		

α/γ-muurolène β-bisabolène α/β/γ-selinène aromadendrene	+ Activité anti-cancéreuse contre les cellules MCF-7 (cancer du sein) [42]	
Esters		
Acétate de néryle Propionate de néryle	- Spasmolytique (sphère respiratoire et métabolique haute C_{12} et C_{13}) - Anti-inflammatoire - Hypotensive	Très faible
Cétones		
Italidiones I Italidiones II Italidiones III 3,5- dimethyloctane- 4,6-dione	- Régénérante et cicatrisante du tissu cutané - Anti-hématome - Mucolytique et lipolytique - Anti-infectieuse et anti-parasitaire - Cholérétique et cholagogue	Neurologique (stimulante à faible dose, stupéfiante à haute dose) Abortives Chronique : insuffisance hépato-rénale, hémorragies gastriques
Aldéhydes		
Géranial Nonanal	- Anti-inflammatoire - Calmante du SN - Anti-infectieuse puissante - Digestives : stimulation de la digestion, des sécrétions	Agressivité sur la peau et les muqueuses
Alcools monoterpénols		
Linalool	- Anti-infectieuse - Tonifiante général, physique et nerveuse	+ Risque d'allergie
Nérol Terpinèn-4-ol α/δ-terpinéol		Très faible
Géraniol	+ Elevation de la capacité de certains médicaments à retrouver une activité antibiotique contre des bactéries Gram – mulirésistantes, par inhibition de pompes à efflux [43]	
Alcools sesquiterpénols		
Guaiol Eudesmol β-eudesmol	- Anti-infectieuse faible - Tonifiante générale - Décongestionnante veineuse	Très faible

Eudesma-5-en-11-a-ol	et lymphatique	
Rosifoliol		

b. Indications privilégiées

Les indications des espèces dont la composition a été vue précédemment vont être explicitées, ainsi que leur mode d'administration, les éventuelles contre-indications spécifiques, et leur tarif de vente au public. Le but est de mettre en évidence les différences de toutes ces espèces sous tous leurs aspects.

i. *H. italicum* et *H. angustifolium*

1. Propriétés et indications

Leur HE a la propriété d'être:

- anti-hématome, anticoagulante, antiphlébitique et tonique de la circulation artérielle (grâce aux cétones)
    - l'HE d'*H. angustifolium* est plus anticoagulante car elle contient moins d'acétate de néryle qui contrebalance l'effet fluidifiant des cétones (à partir du moment où l'HE contient au moins 4 fois plus d'esters (acétate de néryle) que de cétones, les esters contrebalancent l'effet fluidifiant)
- antiseptique, cicatrisante, désclérosante et décongestionnante des tissus
- antifongique (grâce aux cétones)

  L'HE d'*H. italicum* est efficace contre *Candida albicans*. L'activité anti-candida a été attribuée à la fraction terpénoïde et ses composés oxyégénés selon Mastelic et al. 2005. [32]
- anti-inflammatoire et antalgique
- antispasmodique (grâce à l'acétate de néryle), anticatarrhale, mucolytique et expectorante
- stimulante hépato-cellulaire
- hypocholestérolémiante
- facilitante du déstockage des graisses
- antidépressive naturelle, elle apporte un réconfort aux personnes émotives, phobiques ou stressées (grâce à l'acétate de néryle)

- cytotoxique

  Vis-à-vis de cellules malignes humaines, notamment de mélanomes et antioxydant [33]
- Insecticide et répulsive :

  Insecticide et larvicide contre le moustique *Aedes albopictus*, vecteur de la dengue et de la fièvre jaune, répulsive contre *Aedes aegypti*.

Ses indications sont donc :

- Hématomes internes et externes, même anciens, ecchymoses
- Phlébite, paraphlébite, varices, érythrose, couperose, maladie de Raynaud
- urticaire, eczéma de contact ou atopique, psoriasis, maladie de dupuytren, prurit
- crevasses, cicatrices, coup de soleil, vieillissement cutané, vergetures, acné
- traumatismes et fractures osseuses, rhumatismes, douleurs, contractures musculaires, sciatique, cruralgie, entorse, arthrite, polyarthrite
- rhinite, bronchite, toux spasmodique
- petite insuffisance hépatique, céphalées d'origine hépatique.
- Excès de cholestérol

2. Administration

La voie cutanée est la voie préférentielle à des fins sur le tissu cutané : on l'utilise en friction, quelques gouttes pures ou diluée dans une huile végétale.
Pour les cas d'hypercholestérolémie ou d'hépatite, la voie orale est possible mais à de faibles doses, en cures d'une durée courte de quelques jours et espacées de fenêtres thérapeutiques.

3. Prix et qualité

C'est l'HE d'immortelle la plus chère : son prix avoisine généralement les 20€ pour 5ml, il peut même atteindre 45€.

On préfèrera la sous-espèce *italicum* de provenance Corse, qui est plus chère que celles d'autres provenances.

L'HE d'*H. angustifolium* se substitue souvent à *H. italicum subsp. italicum* mais en réalité elle est de qualité bien moindre. Elle est présentée au même prix voire jusqu'au double du prix.

4. Contre indications et précautions d'emploi

L'HE d'*Helichrysum italicum* est déconseillée aux jeunes enfants (sauf emploi localisé et momentané, et ne dépassant pas 3 à 4 gouttes 3 fois par jour), et pendant la grossesse (sauf emploi localisé et momentané).
Elle est formellement contre-indiquée par voie orale chez les enfants, la femme enceinte et allaitant et par voie cutanée sur la ceinture abdominale chez la femme enceinte.
De plus, la voie orale est réservée au thérapeute, à utiliser uniquement en cure sur une période courte.
Elle est à éviter chez les patients traités par des médications anticoagulantes.

L'HE d'*Helichrysum angustifolium* est en plus, déconseillée en cas de risque hémorragique à cause de son effet fluidifiant potentiel, comme dans le cas d'extraction dentaire.

ii. *H. gymnocephalum* et *H. bracteiferum*

1. Propriétés et indications

Leur HE a la propriété d'être:

- Anti-infectieuse : antibactérienne, antivirale
- Anti catarrhale, expectorante
- Anti-inflammatoire, antiallergique, antalgique
- Stimulante des défenses immunitaires,
- Energisante, recentre les énergies du corps

Elles sont donc indiquées dans :

- les infections respiratoires (surtout allergiques) : bronchites, rhumes, rhinites, rhino-pharyngites, l'asthme
- une faiblesse immunitaire
- gingivite, de gastrite, d'oro-pharyngite,
- douleurs dorsales, musculaires, rhumatismes
- une fatigue nerveuse, dépression

Des chercheurs travaillent aussi sur des propriétés anti-cancéreuses et anti-malariales d'*H. gymnocephalum*. Il a aussi été rapporté des propriétés anti-scorbutiques, déodorantes, antihelminthiques et aphrodisiaques pour cette HE [25].

2. *Administration*

On peut l'utiliser de différentes manières :

- par voie cutanée, en friction : une goutte ou une trace, sur des zones en relation privilégiée avec la sphère respiratoire (face antérieure du poignet, plexus solaire)
- par voie respiratoire, en diffusion (inhalation sèche pour *gymnocephalum*, humide pour *bracteiferum*)
- par voie digestive : Une trace en perlinguale, pure, ou une goutte diluée (*H. bractéiferum* entre dans la composition de dentifrices)

L'HE d'*H. gymnocephalum* est liée à l'inspiration, est plutôt employée le matin, tandis que l'HE d'*H. bracteiferum* est liée à l'expiration, est plutôt employée le soir [42].

3. *Prix et qualité*

Le prix d'un flacon de 5 ml de ces huiles essentielles varie entre 3 et 8€, donc il est relativement similaire entre *H. bracteiferum* et *H. gymnocephalum*.

Il est à signaler qu'à divers endroits (internet notamment), *H. bracteiferum* est fait passé pour *H. italicum*. On lui attribue sur ces sites les propriétés d'*H. italicum*, et on la vend donc au même prix, ce qui est abberrant.

4. *Contre-indications et précautions d'emploi*

Aucune contre-indication spécifique n'est relevée pour ces HE, aux doses physiologiques.

iii. *H. odoratissimum*

1. *Propriétés et indications*

L'HE d'*Helichrysum odoratissimum* a la propriété d'être antispasmodique, anti-inflammatoire et antalgique. Elle est aussi mucolytique, antiseptique, antibactérienne et antivirale.

On l'utilise pour soulager des douleurs musculaires et calmer les douleurs menstruelles.
Elle peut aussi être utilisée pour soigner des maux de gorge, des allergies respiratoires, des sinusites, le rhume. On l'utilise surtout pour calmer des céphalées, équilibrer ses émotions, clarifier l'esprit, se relaxer et s'apaiser.

2. Administration

On utilise l'HE d'*H. odoratissimum* la plupart du temps par voie externe, cutanée.

3. Prix

On trouve l'HE d'*Helichrysum odoratissimum* au prix d'une quinzaine d'euros pour 5ml.

4. Contre-indications et précautions d'emploi

Aucune contre-indication spécifique n'est relevée pour cette HE, aux doses physiologiques.

iv. *H. splendidum*

1. Propriétés et indications

L'HE d'*Helichrysum splendidum* a la propriété d'être antiseptique, antifongique, antivirale et antibactérienne. Elle est aussi antioxydante et antispasmodique.

On l'utilise peu dans le monde sauf en Afrique où elle est produite, pour soigner des troubles respiratoires comme des congestions, mais surtout pour réduire le stress, fortifier et vivifier l'esprit et pour traiter des traumatismes émotionnels [45].

2. Administration

Cette HE est utilisée seulement par voie externe.

3. Prix

L'HE d'*Helichrysum splendidum* est vendue au même prix qu'*H. odoratissimum*, environ 15€ pour un flacon de 5ml.

4. Contre-indications et précautions d'emploi

Aucune contre-indication spécifique n'est relevée pour cette HE, aux doses physiologiques.

c. Impact sur la qualité des HE commercialisées

Les qualités de plusieurs HE seront comparées, dont celle du Mardys garden, le sondage aux laboratoires sera explicité, et je présenterai une fiche qualité cible pour une HE d'immortelle italienne.

i. Analyse d'HE du Mardys Garden

Voici l'analyse de l'HE du Mardys Garden que Pascal m'a confiée. Elle a été réalisée à l'Université de Corté, en Corse (Tableau XLI).

Tableau XLI Composition de l'HE d'*Helichrysum italicum subsp italicum* du Mardys Garden

Composés	ira	irp	%
4-Methylhexan-3-one	814	1075	0,5%
α Pinene	927	1024	2,4%
α fenchene	938	1059	0,5%
camphene	940	1068	0,2%
β pinene	966	1112	0,8%
α terpinene	1005	1180	0,2%
P cymene	1008	1271	0,4%
limonene	1017	1202	8 ,1%
Cinéole	1017	1209	0,5%
Eb ocimene	1032	1249	0,3%
γ terpinene	1044	1245	0,9%
Nonan-2-one	1064	1387	0,4%
Terpinolene	1074	1284	0,3%
linalol	1078	1541	2,4%
Terpinen-4-ol	1157	1595	0,6%
α terpineol	1167	-	0,6%
Neryl acetate	1339	1726	35,8%
Iso italicene	1371	1497	0,7%
italicene	1398	1541	2,7%
Cis a bergamotene	1405	1567	0,7%
Neryl propionate	1426	1785	7 ,7%
Ar curcumene	1465	1771	3,5%
γ-curcumene	1468	1690	11, 8%
guaiol	1579	2080	0,6%
Eudesm-5-en-11-ol	1589	2112	1,5%
diones	-	-	5%

Ira désigne l'indice de rétention sur colonne apolaire, et irp est l'indice de rétention polaire. On remarque que c'est une HE de très bonne qualité, avec un haut taux d'acétate de néryle (35,8%), une bonne teneur en cétones (diones = 5%) et peu de mono- et sesquiterpènes irritants pour la peau.

ii. Analyses de quelques HE d'officine et leurs qualités physiques

Dans le tableau XLII on compare la composition de plusieurs HE d'*Helichrysum italicum* sans spécification de sous-espèce ; l'HE bio du Mardys garden, l'HE bio corse du laboratoire Puressentiel, et l'HE bio des Balkans du laboratoire Pranarôm.

Tableau XLII Comparaison des constituants majeurs et de leur teneur dans quelques HE d'H. italicum de provenances différentes

Composés	Mardys Garden : Corse, bio	Puressentiel : Corse, bio	Pranarôm : Balkans, bio
Acétate de néryle	35,8	30,06	20,14
γ−curcumène	11,8	13,6	11,86
α−pinène	2,4	3,5	15,17
diones	5	7,1	5,1
limonène	8,1	4,5	3,1
italicène	2,7	2,65	4,40
β−caryophyllène	-	1,1	2,76
Neryl propionate	7,7	4,8	0,86
α−cis-bergamotene	0,7	0,87	1,01
β - selinène	-	2,6	5,14
nérol	nc	2,0	0,59
guaiol	0,6	1,1	0,16

On remarque que l'HE provenant des Balkans est plus riche en terpènes (dont l'α-pinène à 15,17%), moins riche en esters de néryle (acétate de néryle à 20,14%) et moins riche en cétones (diones à 5,1%) que les deux HE Corses. L'HE d'*Helichrysum italicum* provenant des Balkans est donc de moins bonne qualité que l'HE d'*Helichrysum italicum* provenant de Corse.

Ci-après (tableau XLIII) sont comparées les caractéristiques physiques et organoleptiques de quelques HE d'*H. italicum* de provenances différentes. Ce tableau a été construit en recoupant les résultats de plusieurs études et bulletins d'analyses de laboratoires.

Tableau XLIII Caractéristiques physiques et organoleptiques de quelques HE d'*H. italicum* de provenances différentes

	Corse		Espagne	Balkans	Dalmatie
Aspect	Liquide limpide	Liquide fluide et limpide	-	Liquide limpide	-
Couleur	jaune	jaune très clair	-	Jaune clair	-
Odeur	Aromatique, épicée	-	-	Caractéristique	-
Densité à 20°C	0,903	0,905	0,886	0,897	0,871
Indice de réfraction à 20°C	1,473	1,4683	1,468	1,476	1,477 à 1,490
Pouvoir rotatoire à 20°C	-3,38°	-	+26°	+1°	-14,1° à +3,4°

On remarque que les indices de réfraction et la densité à 20°C sont sensiblement identiques pour toutes ces HE de provenances différentes. En revanche, le pouvoir rotatoire à 20°C varie selon les provenances.

En réalité, quand on compare l'odeur d'HE d'*Helichrysum italicum* de différentes provenances, on sent une nette différence d'odeur.

iii. Enquête auprès de quelques laboratoires

5. Questionnaire

J'ai rédigé un questionnaire de sept questions en décembre 2014, que j'ai envoyé à neuf laboratoires d'aromathérapie (figure 48).

Les questions posées portaient sur l'espèce ou les espèces produite(s), leur site de production, le type de culture (biologique ou conventionnel). J'ai aussi demandé leur avis aux laboratoires, quant à la qualité d'*Helichrysum italicum subsp italicum* corse.

Enquête auprès de quelques laboratoires pharmaceutiques dans le cadre d'une thèse de pharmacie: l'hélichryse italienne en aromathérapie

Thèse menée par Margaux Degrelle
Coordonnées: 3 place de l'église 57580 Beux 0647908227

Ce questionnaire nécessite environ 5 minutes à remplir. Vous pouvez choisir de rester anonyme ainsi que de ne pas répondre à toutes les questions.

Commercialisez-vous de l'huile essentielle d'immortelle. Si oui, est-elle certifiée bio?

Quelle est l'espèce et la sous-espèce de celle-ci?

- *Helichrysum italicum ssp italicum*
- *Helichrysum italicum ssp serotinum*
- *Helichrysum italicum spp microphyllum*
- *Helichrysum italicum* sans précision de sous-espèce
- Autre:

D'où proviennent les fleurs cultivées?

- Corse
- Sardaigne
- Sud de la France
- Balkans (Albanie, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Croatie, Grèce, Macédoine, Roumanie, Serbie, Slovénie, Turquie) si oui, précisez:
- Autre:

Toutes les fleurs proviennent-elles exclusivement du même site ou de sites différents?
Si oui, y a t'il une distinction possible sur vos flacons?

Si un ou plusieurs sites sont situés dans les Balkans, pourquoi?

- Par souci économique
- Pour faire face aux difficultés d'approvisionnement en France
- Pour satisfaire la demande grandissante
- Autre :

La qualité d'une HE d'helichryse provenant de Corse et d'une provenant des Balkans est-elle semblable?

Souhaitez-vous gardez l'anonymat?

Je vous remercie pour votre temps et votre participation.

Figure 48 Questionnaire à neuf laboratoires d'aromathérapie

6. Résultats du questionnaire

Six laboratoires ont participé en me renvoyant le questionnaire rempli. La majorité des laboratoires a préféré garder l'anonymat.

Quatre laboratoires produisent une culture biologique, un laboratoire a un type de culture mixte (biologique et non biologique) et un laboratoire n'a pas renseigné cette question.

Quatre laboratoires produisent *Helichrysum italicum ssp italicum*, provenant de Corse, ou de Sardaigne, ou du Gers (France) selon les laboratoires.
Un laboratoire produit *Helichrysum italicum ssp serotinum* de Corse et *H. angustifolium* de Slovénie.
Un laboratoire produit *Helichrysum italicum ssp serotinum* du Sud de la France, en Serbie, Slovénie, et Italie.

Tous les laboratoires signalent l'origine de l'HE sur le conditionnement.

Les laboratoires qui produisent dans les Balkans le font pour répondre à la demande grandissante de l'HE d'immortelle et aux difficultés d'approvisionnement rencontrées.

Tous les laboratoires sauf un reconnaissent la qualité supérieure de l'HE d'*H. italicum ssp italicum* d'origine Corse. Le dernier laboratoire estime que la qualité dépend de l'analyse CPG (Chromatographie en Phase Gazeuse) et peut être équivalente entre les provenances.

iv. Elaboration d'une fiche qualité pour *H. italicum ssp italicum*

Le tableau XLIV est une suggestion de bulletin qualité que j'ai élaborée, qui représente l'HE d'immortelle italienne « cible ». J'y propose une composition chimique détaillée, garante d'une bonne qualité et donc d'une efficacité optimale.

Tableau XLIV Fiche qualité d'*Helichrysum italicum subsp italicum*

Caractéristiques organoleptiques	
Aspect	Liquide mobile limpide
Couleur	Incolore à jaune clair
Odeur	Fruitée, amandée, sèche, foin
Caractéristiques physiques	
Densité à 20°C	0,888 à 0,920
Indice de réfraction à 20°C	1,460 à 1,480
Pouvoir rotatoire à 20°C	-20° à +10°
Profil chromatographique	
a-pinène	1,5 à 5%
Limonène	1 à 12%
Linalol	0,5 à 5%
g-curcumène	4 à 18%
Benzyl cinnamate	<0,2%
Acétate de néryle	30 à 75%
Italidione (I, II, III)	5 à 20%
Origine	
Provenance	Corse
Type de culture	Biologique
Mode d'obtention	Distillation à la vapeur d'eau

La méthode de choix pour obtenir une HE de qualité pharmaceutique est la distillation à la vapeur d'eau. Le type de culture préférentiel est biologique, car on a la garantie de ne retrouver aucun produit de traitement dans l'HE. L'HE doit être de couleur jaune pâle, liquide et limpide. Quant à la composition en cétones, elle doit osciller entre 5 et 20% des composants totaux, et l'acétate de néryle entre 30 et 75%. L'α-pinène ne doit pas dépasser 5%, ni le limonène 12%.

Conclusion

On s'aperçoit dans ce travail, que la distinction exacte entre deux plants est très difficile, dû au grand polymorphisme du genre et à l'hybridation omniprésente des espèces.
La taxonomie est subtile et souvent révisée, et la confusion dans l'identification des espèces est irréfutable.
C'est ainsi par exemple, qu'on peut trouver des « huiles essentielles d'*Helichrysum italicum subsp. serotinum* d'origine Corse » alors que ce chémotype n'existe plus.

Il est évident que la composition des HE d'un même chémotype varie en fonction de sa provenance, ce qui fait aussi varier sa qualité et son efficacité.

L'HE d'*Helichrysum italicum subsp. italicum* provenant de Corse montre une qualité supérieure à toutes les autres espèces, sous-espèces, provenances différentes, qui plus est, homogène.

Pour choisir son HE, il faut donc être vigilant quant à l'espèce choisie en fonction des besoins, et à la provenance de celle-ci ; le mieux étant d'avoir à disposition un bulletin d'analyse GC-MS.

Une piste d'amélioration nécessaire pour les laboratoires d'aromathérapie ou de dermo-cosmétiques, est de prendre conscience de l'importance de la sous-espèce produite et de la provenance, et d'agir en conséquence.

Pour les pharmaciens qui achètent puis conseillent à leurs clients des HE d'hélichryses, Il faut absolument qu'ils distinguent les différentes espèces et indications qui en découlent. Le conseil à retenir est de vérifier l'analyse CPG-SM, en rapport avec la provenance et l'espèce ou sous-espèce voulue.

Pour les clients en quête d'HE, il faut rappeler que s'approvisionner dans un circuit sécurisé, garant d'une bonne traçabilité, comme l'officine, avec un accompagnement et un conseil d'un personnel qualifié est primordial.

Références

[1] D. Baudoux. L'aromathérapie. Atlantica Eds, 06/2001, 223p.

[2] G. Chabert. *Myrtacées et aromathérapie*. Thèse de Dr en pharmacie, 12/2013. Université Joseph Fourier, Grenoble.

[3] Comprendre Choisir. (s.d.). *L'aromathérapie: définition et historique*. http://aromatherapie.comprendrechoisir.com/

[4] *Composition chimique des huiles essentielles*. Les huiles essentielles à l'officine. F. Couic-Marinier, A. Lobstein. Les actualités pharmaceutiques, 04/2013, Vol 52, N°525, 64p.

[5] L. Duval. *Les huiles essentielles à l'officine*. Thèse de Dr en pharmacie, UFR de pharmacie et de médecine de Rouen; 04/2012, 153p.

[6] S. Favreau. *Biochimie aromatique*. Production Le sourire du chat, 2010) http://www.mes-huiles-essentielles.com/

[7] G. Figueredo. *Étude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne*. Thèse, Université Blaise Pascal, 02/2007, 194p.

[8] P. Franchomme, D. Pénoël. *L'aromathérapie exactement*. Ed. Jollois 08/2001, 490p.

[9] E. Guinoiseau. *Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles : séparation, identification et mode d'action*. Thèse, Université de Corse- Pascale Paoli, Faculté des Sciences et techniques; 12/2010, 143p.

[10] W. G. Hopkins. *Physiologie végétale.* Boeck supérieur Éd., 06/2003, 532p.

[11] S. Jouault. *La qualité des huiles essentielles et son influence sur leur efficacité et sur leur toxicité.* Thèse de Dr en pharmacie, Université de Lorraine (Nancy), 04/2012, 142p.

[12] *Antibacterial and antifungal properties of essential oils.* Kalemba & Kunicka. Current medicinal properties; 05/2003, volume 10 issue 10, p813-829.

[13] Mickael M. *L'aromathérapie ou la science des huiles essentielles.* Magazine IDPH. http://magazine.idph-europe.com/

[14] M. Raymond. *L'aromathérapie chez le nourrisson et le petit enfant*. Thèse de Dr en pharmacie, 101p, 11/2005, Université de Nantes.

[15] Santé O Naturel. Dossier complet *Chimie des huiles essentielles*. (A. Production) Santé http://www.santeonaturel.com/

[16] J. Smadja. *Les huiles essentielles*. Colloque GP3A, Tananarive 2009. Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles et des Sciences des Aliments (LCSNSA) Université de La Réunion

[17] The Merck index *an Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals.* Maryadele J. O'Neil, editor ; Patricia E. Heckelman, senior associate editor ; Cherie B. Koch, associate editor ; Kristin J. Roman, assistant editor ; Catherine M. Kenny, editorial assistant ; Maryann R. D'Arecca, administrative assistant. (éd. 14th edition). New Jersey, Whitehouse Station, Merck, 2006.

[18] Creezy Courtoy, Historienne du Parfum et Anthropologue, Fondatrice Les Routes du Parfum *Les routes du parfum*. http://routesduparfum.blogspot.fr/, 1998.

[19] R. Tisserand, T. Balacs. *Essential Oil Safety: A Guide for Health Care Professionals*. Ed. Churchill Livingstone, 05/1995, Edinburgh, 296p.

[20] Drs Vassart, Van Snick. *Aromathérapie.* Institut de phytothérapie international, 05/2012, Besançon.

[21] « Flora Europaea » du Jardin Botanique Real d'Edimbourg. http://www.rbge.org.uk

[22] J. Nebot Alminana. *Étude écologique, phénologique et détermination de la meilleure période de récolte des semences en vue de la mise en culture de l'espèce.* Master Biodiversidad i Evolució : Conservació Vegetal, CBN de Corse (France), Universitat de Valencia (Espagne) ; 2014, 48p.

[23] *Phylogenetic relationships in Helichrysum (Compositae: Gnaphalieae) and related genera: Incongruence between nuclear and plastid phylogenies, biogeographic and*

morphological patterns, and implications for generic delimitation. M. Galbany-Casals, M. Unwin, N. Garcia-Jacas, R. D. Smissen, A. Susanna, R. J. Bayer. Phylogenetic incongruence in Helichrysum. Taxon, 06/2014, p608-624.

[24] Aromatics international. www.aromatics.com (9280 Mormon Creek Road, Lolo, MT 59847)

[25] *Typification of names in Gnaphalium L. and Helichrysum Mill. (Asteraceae), and some taxonomic notes.* Galbany-Casals, Sáez, Benedí, Jarvis. Taxon, May 2006,55 (2): p489–501.

[27] *Chemical Composition and Possible in Vitro Phytotoxic Activity of Helichrsyum italicum (Roth) Don ssp. Italicum.* Mancini, De Martino, Marandino, Scognamiglio, De Feo. Molecules, 2011 : 16, p7725-7735.

[28] *Composition of essential oils of Helichrysum italicum (Roth) G. Don fil subsp. italicum from Tuscan archipelago islands.* Paolini, Desjobert, Costa, Bernardini, Buti Castellini, Cioni, Flamini Morelli. Flavour Fragr. J. 2006; 21: p805–808.

[29] *Composition and antimicrobial activity of helichrysum italicum essential oil and its terpene and terpenoid fractions.* Mastelic, Politeo, Jerkovic, Radosevic. Chemistry of Natural Compounds, 2005, Vol. 41, No. 1, p35-40.

[30] *Factors Affecting the Chemical Composition of the Essential Oil of Helichrysum italicum G. Don ssp. microphyllum (Wild) Nym.* Angioni, Barra, Pirisi, Cabras, Russo.: Journal of Essential Oil Research, 2003, Vol 15, p1-3.

[31] *Volatile constituents of four Helichrysum species growing in Greece.* Roussis, Tsoukatou, Petrakis, Chinou, Skoula, Harborne. Biochemical Systematics and Ecology, 2000, vol 28, p163-175.

[32] *Chemical Composition, Plant Genetic Differences, and Antifungal Activity of the Essential Oil of Helichrysum italicum G. Don ssp. microphyllum (Willd) Nym*. Angioni, Barra, Pirisi, Cabras, Russo. Journal of Agricultural Food and Chemistry, 2003, vol 51, p1030−1034.

[33] *Chemical composition and biological activity of the essential oil from Helichrysum microphyllum Cambess. ssp. tyrrhenicum Bacch., Brullo e Giusso growing in La Maddalena Archipelago, Sardinia.* Ornano, Venditti, Sanna, Ballero, Maggi, Lupidi, Bramucci, Quassinti, Bianco. Journal of Oleo Science, 12/2014, 64(1): p19-26.

[34] *A comparative study of volatile constituents of two Helichrysum italicum (Roth) Guss. Don*

Fil subspecies growing in Corsica (France), Tuscany and Sardinia (Italy). Bianchini, Tomi, Bernardini, Morelli, Flamini, Cioni, Usaï, Marchetti. Flavour and fragrance journal, 2003, 18, p487-491.

[35] *Volatile Leaf Oil of the Curry Plant [Helichrysum italicum (Roth) G. Don subsp. italicum] and Dwarf Curry Plant [subsp. microphyllum (Willd.) Nyman] in the North American Herb Trade*. J. E. Simon, A. O. Tucker, D. J. Charles, M. J. Maciarello. Journal of Essential Oil Research 09/1997; vol 9: p583-585.

[36] *Chemical Composition of the Essential Oils and Headspace Samples of Two Helichrysum Species Occurring in Spain.* M. Tsoukatou, V. Roussis, L. Chinou, P. V. Petrakis, A. Ortiz. Journal of Essential Oil Research 01/1999 : vol 11: p511-516.

[37] *Composition of Helichrysum italicum (Roth) G. Don fil. subsp. italicum essential oils from Corsica (France).* Bianchini, Tomi, Costa, Bernardini. Flavour and fragrance journal 2001; vol 16, p30-34.

[38] *A taxonomic revision of Helichrysum sect Stoechadina (Asteraceae, Gnaphalieae)*. Galbany-Casals, Saez, Benedi. Can. J. Bot. , 2006, vol 84 ; p1203-1232.

[40] M. F. S. RAKOTONIRINA. *Formulation d'une pommade à base de plante médicinale et d'huiles essentielles contre les varices.* Mémoire de fin d'études, diplôme d'Ingénieur en Génie Chimique. Université d'ANTANANARIVO, 04/2010, 64p.

[41] *Chemical composition of essential oil of Helichrysum bracteiferum.* Bianchini, Gaydou. Journal of Essential Oil Research:09/1992; vol 4: p531-532.

[42] *Helichrysum gymnocephalum essential oil : chemical composition and cytotoxic, antimalarial and antioxidant activities, attribution of the activity origin by correlations.* Afoulous, Couderc, Valentin, Ferhout, Raoelison, Moukarzel, Bouajila. Molecules 2011, vol 16, p8273-8291.

[43] *Geraniol restores antibiotic activities against multidrug-resistant isolates from gram-negative species.* Lorenzi, Muselli, Bernardini, Berti, Pagès, Amaral, Bolla. Antimicrobial Agents Chemotherapy 05/2009; 53(5): p2209-2211.

[44] Simon Lemesle. *Huiles essentielles et eaux florales de Madagascar*. Guide pratique d'une aromathérapie innovante, 2ème édition, 2012, 59p.

[45] Carol Schiller, David Schiller. *The Aromatherapy Encyclopedia: A Concise Guide to Over 385 Plant Oils.* Basic Health Publications, 06/2008, 264p.