

UNIVERSITÉ TOULOUSE III PAUL SABATIER
FACULTÉ DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

ANNÉE : 2020

THÈSE : 2020/TOU3/2089

THÈSE
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Présentée et soutenue publiquement par

Arantxa LEBON

Le Vendredi 11 Décembre 2020

**GUIDE À L'USAGE DES HUILES ESSENTIELLES
DANS L'INDUSTRIE COSMÉTIQUE :**

COMPRENDRE LES HUILES ESSENTIELLES DE LA PLANTE
AU FLACON, L'ÉVALUATION DE LEUR SÉCURITÉ ET
ANALYSE DES DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES

Directeur de thèse : **Bertrand LACROIX**

JURY

Président	Nicolas FABRE	Professeur en pharmacognosie, Université Toulouse III
1 ^{er} assesseur	Bertrand LACROIX	Responsable expertise naturalité, L'Oréal
2 ^e assesseur	Élisa BOUTET	Professeure en toxicologie, Université Toulouse III

**PERSONNEL ENSEIGNANT
de la Faculté des Sciences Pharmaceutiques de l'Université Paul Sabatier
au 1er octobre 2020**

Professeurs Emérites

Mme BARRE A.	Biologie Cellulaire
M. BENOIST H.	Immunologie
M. BERNADOU J	Chimie Thérapeutique
M. CAMPISTRON G.	Physiologie
M. GAIRIN J.E.	Pharmacologie
Mme NEPVEU F.	Chimie analytique
M. ROUGE P.	Biologie Cellulaire
M. SALLES B.	Toxicologie

Professeurs des Universités

Hospitalo-Universitaires

Mme AYYOUB M.	Immunologie
M. CESTAC P.	Pharmacie Clinique
M. CHATELUT E.	Pharmacologie
Mme DE MAS MANSAT V.	Hématologie
M. FAVRE G.	Biochimie
Mme GANDIA P.	Pharmacologie
M. PARINI A.	Physiologie
M. PASQUIER C. (Doyen)	Bactériologie - Virologie
Mme ROQUES C.	Bactériologie - Virologie
Mme ROUSSIN A.	Pharmacologie
Mme SALLERIN B.	Pharmacie Clinique
M. VALENTIN A.	Parasitologie

Universitaires

Mme BERNARDES-GÉNISSON V.	Chimie thérapeutique
Mme BOUTET E.	Toxicologie - Sémiologie
Mme COUDERC B.	Biochimie
M. CUSSAC D. (Vice-Doyen)	Physiologie
M. FABRE N.	Pharmacognosie
Mme GIROD-FULLANA S.	Pharmacie Galénique
M. GUIARD B.	Pharmacologie
M. LETISSE F.	Chimie pharmaceutique
Mme MULLER-STAUMONT C.	Toxicologie - Sémiologie
Mme REYBIER-VUATTOUX K.	Chimie analytique
M. SEGUI B.	Biologie Cellulaire
Mme SIXOU S.	Biochimie
M. SOUCHARD J-P.	Chimie analytique
Mme TABOULET F.	Droit Pharmaceutique
M. VERHAEGHE P.	Chimie Thérapeutique

Maîtres de Conférences des Universités

Hospitalo-Universitaires

M. DELCOURT N.	Biochimie
Mme JUILLARD-CONDAT B.	Droit Pharmaceutique
M. PUISSET F.	Pharmacie Clinique
Mme ROUCH L.	Pharmacie Clinique
Mme ROUZAUD-LABORDE C.	Pharmacie Clinique
Mme SERONIE-VIVIEN S (*)	Biochimie
Mme THOMAS F. (*)	Pharmacologie

Universitaires

Mme ARELLANO C. (*)	Chimie Thérapeutique
Mme AUTHIER H.	Parasitologie
M. BERGE M. (*)	Bactériologie - Virologie
Mme BON C. (*)	Biophysique
M. BOUJILA J. (*)	Chimie analytique
M. BROUILLET F.	Pharmacie Galénique
Mme CABOU C.	Physiologie
Mme CAZALBOU S. (*)	Pharmacie Galénique
Mme CHAPUY-REGAUD S.	Bactériologie - Virologie
Mme COLACIOS C.	Immunologie
Mme COSTE A. (*)	Parasitologie
Mme DERA EVE C. (*)	Chimie Thérapeutique
Mme ECHINARD-DOUIN V.	Physiologie
Mme EL GARAH F.	Chimie Pharmaceutique
Mme EL HAGE S.	Chimie Pharmaceutique
Mme FALLONE F.	Toxicologie
Mme FERNANDEZ-VIDAL A.	Toxicologie
Mme GADEA A.	Pharmacognosie
Mme HALOVA-LAJOIE B.	Chimie Pharmaceutique
Mme JOUANJUS E.	Pharmacologie
Mme LAJOIE-MAZENC I.	Biochimie
Mme LEFEVRE L.	Physiologie
Mme LE LAMER A-C.	Pharmacognosie
M. LE NAOUR A.	Toxicologie
M. LEMARIE A.	Biochimie
M. MARTI G.	Pharmacognosie
Mme MONFERRAN S.	Biochimie
M. SAINTE-MARIE Y.	Physiologie
M. STIGLIANI J-L.	Chimie Pharmaceutique
M. SUDOR J. (*)	Chimie Analytique
Mme TERRISSE A-D.	Hématologie
Mme TOURRETTE-DIALLO A. (*)	Pharmacie Galénique
Mme VANSTEELANDT M.	Pharmacognosie
Mme WHITE-KONING M. (*)	Mathématiques

(*) Titulaire de l'habilitation à diriger des recherches (HDR)

Enseignants non titulaires

Assistants Hospitalo-Universitaires

Mme LARGEAUD L.	Immunologie
M. LE LOUEDEC F.	Pharmacologie
M. MOUMENI A.	Biochimie
M. PAGES A.	Pharmacie Clinique
Mme SALABERT A.S	Biophysique
Mme TRIBAUDEAU L.	Droit Pharmaceutique

Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche (ATER)

M. François-Xavier TOUBLET	Chimie Thérapeutique
----------------------------	----------------------

SERMENT DE GALIEN



En présence des Maitres de la Faculté, je fais le serment :

- *D'honorer ceux qui m'ont instruite dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle aux principes qui m'ont été enseignés et d'actualiser mes connaissances ;*
- *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 Déontologie, de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;*
- *De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers la personne humaine et sa dignité ;*
- *En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels ;*
- *De ne dévoiler à personne les secrets qui m'auraient été confiés ou dont j'aurais eu connaissance dans l'exercice de ma profession ;*
- *De faire preuve de loyauté et de solidarité envers mes collègues pharmaciens ;*
- *De coopérer avec les autres professionnels de santé.*

*Que les Hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.
Que je sois couverte d'opprobre et méprisée de mes confrères si j'y manque.*



REMERCIEMENTS

➤ À MON JURY

À **Nicolas FABRE**, Professeur des Universités en Pharmacognosie à la Faculté de Pharmacie de Toulouse, merci de me faire l'honneur de présider ce jury de thèse.

À **Élisa BOUTET**, Professeure des Universités en Toxicologie à la Faculté de Pharmacie de Toulouse, merci d'avoir accepté de faire partie de ce jury.

Je vous remercie tous deux pour votre disponibilité, et d'avoir accepté de consacrer du temps pour lire et évaluer ce travail.

À **Bertrand LACROIX**, un grand merci d'avoir accepté d'être mon directeur de thèse. Ton expertise en matière d'huiles essentielles et de naturalité est impressionnante et chacun de nos échanges a toujours été captivant. Tu es de ceux qui expliquent avec passion et je suis honorée d'avoir pu travailler avec toi. Je te remercie infiniment pour ta disponibilité, ton implication et ta grande réactivité dans la relecture et les corrections, et ce malgré un emploi du temps chargé. J'espère que ce travail sera à la hauteur et qu'il pourra te servir pleinement dans ton travail.

➤ À MES PROFESSEURS, RESPONSABLES ET COLLÈGUES

À mes professeurs de la **Faculté de Pharmacie de Toulouse** et du **M2 de Cosmétique de Châtenay-Malabry**, merci pour tous ces enseignements.

À **Isabelle ALGANS**, merci d'avoir été présente toutes ces années, à chacune des étapes de ce long parcours. Toujours disponible, à l'écoute, souriante et patiente face à nos nombreuses sollicitations, tu as su rendre l'accueil de cette Faculté... accueillant. Merci également à **Virginie ARNAUD-FRANÇOIS**, votre bonne humeur à toutes les deux a rendu bien plus agréable tous les aspects administratifs.

À **Claire PELÉ, Valérie JEHAN et Emmanuelle LABROUSSE** merci pour votre confiance et l'opportunité que vous m'avez donnée de travailler pour Sanoflore et Decléor, de belles marques axées sur les huiles essentielles. J'ai tant appris au cours de ces missions : humainement, professionnellement et scientifiquement. C'est tout naturellement que m'est venu le sujet de cette thèse qui, je l'espère, vous sera utile dans votre travail.

À **Hermine DIKA NGUEA**, un immense merci pour votre réactivité dans les relectures et corrections concernant l'évaluation de la sécurité des huiles essentielles, et surtout pour le temps que vous m'avez accordé pour s'entretenir sur le sujet. Votre expertise et vos conseils en la matière ont été plus que précieux.

À tous les collaborateurs de L'Oréal avec qui j'ai eu plaisir à travailler, et plus particulièrement **Solange M., Mélisende C., Corinne F., Tiphaine L., Nadine H.** À toute l'équipe de Sanoflore qui m'a accueillie au fin fond du Vercors, merci pour votre passion. Merci **Yaël C.** pour ta gentillesse et ton soutien en ces longues journées de travail. Merci **Camille S.** pour ta sincérité et ta bonne humeur.

➤ À MA FAMILLE

À **ma maman Itziar**, merci infiniment de m'avoir toujours soutenue. Sans toi, je n'aurais jamais pu arriver au bout de ces études, ni vivre toutes les belles aventures qui les ont accompagnées. Je te suis plus que jamais reconnaissante pour tout ce que tu as fait pour moi toutes ces années, et j'espère que je pourrai être là pour toi à présent. Bien que nous soyons très différentes, tu as toujours su respecter ma façon d'être et de faire, tout en m'offrant un amour et un soutien sans faille. À la meilleure des mamans qui a su relever tant de défis pour faire mon bonheur, et avec toute ma gratitude, je t'aime.

À **mon beau-père Hervé**, tu as été présent depuis toutes ces années et tu as autant contribué à rendre tout cela possible. Discret mais toujours bienveillant, tu m'as accueillie et acceptée comme ta propre fille. Ta patience, ta grande générosité et ton affection font de toi le meilleur papa que j'aie pu avoir.

À **ma mamie Gilette**, toi qui n'as eu de cesse de me rappeler que « qui veut peut » et qui me le rappellera encore bien des années je l'espère. Tu es un petit bout de femme dynamique et courageuse, capable de se relever de tout et surtout qui a su garder son âme jeune et rieuse. Tu seras toujours un modèle d'inspiration pour moi, et j'aime à penser que tu m'as transmis ta persévérance à toute épreuve. Malgré la distance, je te garde à tout instant près de mon cœur et dans mes pensées.

À **mon amour Alexandre**, toi qui as cru en moi et a fait preuve d'un soutien exemplaire. Tous les immenses efforts que tu as fait pour nous deux, pour que je puisse arriver au bout de ce travail dans les meilleures conditions, me touchent profondément. Tu m'as permis de garder le cap dans la phase finale, de loin la plus éprouvante, et ton aide a été inestimable. Je te remercie infiniment pour ta patience et ton amour. À nous la liberté, j'ai hâte de réaliser nos projets !

➤ **À MES AMIS**

Aux camarades avec qui j'ai pu partager de bons moments au-delà des cours, TPs, et projets de groupe, que ce soit à Toulouse ou à Paris ;

Aux amis qui m'ont soutenue, encouragée, parfois sermonnée quand je manquais de motivation et changé les idées quand j'en avais besoin ;

À la Danse, qui m'a parfois détournée des études mais qui finalement est celle qui m'a permis de tenir et donné la force de me battre jusqu'au bout. Plus qu'une passion, merci à la vie d'avoir mis ces moments intenses et de pur bonheur sur ma route ;

À **Olivier d'impression-these.com**, merci beaucoup pour la qualité de votre service : disponible, réactif, efficace, compréhensif. Vous savez comment accompagner les étudiants dans ce moment stressant et si important dans une vie.

À tous ceux qui ont contribué, directement ou indirectement, à me permettre d'accomplir ce travail et plus généralement d'aller au bout de ces dix années d'études,

MERCI.

Un grand chapitre de vie se termine, et j'ai hâte de découvrir ce que la suite me réserve.

TABLE DES MATIÈRES

SERMENT DE GALIEN	1
REMERCIEMENTS	2
TABLE DES MATIÈRES	5
TABLE DES ABRÉVIATIONS	10
TABLE DES FIGURES	12
TABLE DES TABLEAUX	15
TABLE DES ÉQUATIONS	16
TABLE DES ANNEXES	16
INTRODUCTION	17
1. ASPECTS BOTANIQUES DES HUILES ESSENTIELLES	21
1.1 Définitions	22
1.1.1 Définition d'une huile essentielle	22
1.1.2 Aromathérapie et autres termes liés	23
1.2 Genèse de l'essence dans la plante	24
1.2.1 Les cellules sécrétrices isolées	24
1.2.2 Les appareils sécréteurs	25
1.2.2.1 Les poils glandulaires épidermiques	25
1.2.2.2 Les poches schizogènes et schizolysigènes	25
1.2.2.3 Les canaux schizogènes	26
1.2.3 Répartition des structures sécrétrices	27
1.2.4 Les rôles de l'essence pour la plante	27
1.2.4.1 Les rôles de signaux chimiques	28
1.2.4.2 Les rôles de protection mécanique	28
1.3 Les plantes aromatiques	28
1.3.1 L'évolution de la classification des plantes	29
1.3.1.1 La classification systématique	29
1.3.1.2 La classification phylogénétique	30
1.3.2 La spécification botanique	31
1.3.2.1 La nomenclature binomiale	32
1.3.2.2 L'importance d'une dénomination précise	33

1.3.3	La classification des plantes aromatiques	33
1.3.3.1	Les gymnospermes	34
1.3.3.2	Les angiospermes	36

2. CHIMIE DES HUILES ESSENTIELLES

ET LEUR INTÉRÊT EN COSMÉTIQUE **51**

2.1	La composition biochimique des huiles essentielles	52
2.1.1	La représentation des molécules en chimie	52
2.1.1.1	Le cas des molécules des huiles essentielles	52
2.1.1.2	La notion d'isomérisation Z/E	53
2.1.1.3	La notion d'aromaticité en chimie	53
2.1.2	La biosynthèse de l'essence végétale	54
2.1.2.1	La photosynthèse	55
2.1.2.2	La voie des phénylpropanoïdes	55
2.1.2.3	La voie des terpénoïdes	55
2.1.3	Les principales familles biochimiques	59
2.1.3.1	Les terpènes	60
2.1.3.2	Les hydrocarbures non terpéniques	61
2.1.3.3	Les alcools	62
2.1.3.4	Les phénols	65
2.1.3.5	Les phénols méthyl éthers	65
2.1.3.6	Les éthers-oxydes	67
2.1.3.7	Les aldéhydes	68
2.1.3.8	Les cétones	69
2.1.3.9	Les acides	72
2.1.3.10	Les esters	74
2.1.3.11	Les lactones	76
2.1.3.12	Les coumarines	76
2.1.3.13	Les phthalides	77
2.1.3.14	Les composés azotés	78
2.1.3.15	Les composés soufrés	78
2.1.3.16	Les composés plurifonctionnels	79
2.2	Mécanisme d'action des huiles essentielles	80
2.2.1	La notion de « ternaire aromatique »	80
2.2.1.1	L'activité biochimique	80
2.2.1.2	L'activité énergétique	81
2.2.1.3	L'activité informationnelle	81
2.2.2	Bénéfices cosmétiques et propriétés liées	81
2.2.2.1	Apaiser les peaux sensibles	82
2.2.2.2	Purifier les peaux grasses	83
2.2.2.3	Anti-âge	83
2.2.2.4	Aider à la réparation de la peau	83
2.2.2.5	Favoriser le drainage	84
2.2.2.6	Relaxer l'esprit	84

3. PROCÉDÉS D'OBTENTION ET QUALITÉ	87
DES HUILES ESSENTIELLES	
3.1 Procédés d'obtention d'une huile essentielle	88
3.1.1 L'expression	88
3.1.2 La distillation	90
3.1.2.1 Les types de distillation	90
3.1.2.1 Les étapes de la distillation	91
3.1.2.2 Les modifications de l'essence à l'huile essentielle	93
3.1.2.3 Le rendement d'extraction de la distillation	94
3.1.2.4 Procédés annexes appliqués aux HE	95
3.1.3 Autres procédés d'extractions végétales	96
3.1.3.1 La percolation	97
3.1.3.2 L'enfleurage	97
3.1.3.3 La macération	98
3.1.3.4 L'extraction par solvant volatil	98
3.1.3.5 L'extraction au CO ₂ supercritique	100
3.1.4 Comparatif des procédés d'extraction	101
3.1.5 L'hydrolat, co-produit de l'huile essentielle	103
3.2 Qualité des huiles essentielles	104
3.2.1 Aspects physico-chimiques	104
3.2.2 Les facteurs de variabilité de la qualité d'une huile essentielle	105
3.2.2.1 Les garanties sur la plante	105
3.2.2.2 Les garanties sur l'extraction	109
3.2.2.3 Les garanties sur le produit final	112
3.2.3 Choisir une huile essentielle de qualité	113
3.2.3.1 La fiche technique du fournisseur	113
3.2.3.2 Les labels, certifications et mentions	114
3.2.3.3 La notion de prix	118
3.2.4 Le contrôle qualité d'une huile essentielle	120
3.2.4.1 L'échantillothèque	120
3.2.4.2 Contrôle des propriétés organoleptiques	121
3.2.4.3 Analyse des caractéristiques physico-chimiques	121
3.2.4.4 Analyse chromatographique	122
3.2.4.5 L'adultération des huiles essentielles	124
4. ÉVALUATION DE LA SÉCURITÉ DES	
HUILES ESSENTIELLES EN COSMÉTIQUE	129
4.1 Distinguer danger et risque	130
4.2 Évaluation de la sécurité d'un ingrédient cosmétique	131
4.2.1 Identification du danger	132
4.2.1.1 Caractérisation physico-chimique	132
4.2.1.2 Analyse des données toxicologiques	135
4.2.1.3 Détermination de la dose-réponse	139

4.2.2	Évaluation de l'exposition	140
4.2.2.1	Identifier les voies d'exposition contributrices	141
4.2.2.2	Estimer les doses d'exposition	145
4.2.3	La détermination du risque	147
4.2.3.1	Calcul de marge de sécurité (MoS)	147
4.3	La toxicité des huiles essentielles	148
4.3.1	Toxicité cutanée des huiles essentielles	149
4.3.1.1	Irritation cutanée	149
4.3.1.2	Dermocausticité	150
4.3.1.3	Phototoxicité	151
4.3.1.4	Photoallergie	151
4.3.1.5	Allergies de contact	152
4.3.2	Toxicité systémique des huiles essentielles	153
4.3.2.1	Absorption cutanée des huiles essentielles	153
4.3.2.2	Génotoxicité et carcinogénicité	155
4.3.2.3	Reprotoxicité	156
4.3.2.4	Action « hormone-like »	156
4.3.2.5	Hépatotoxicité	157
4.3.2.6	Néphrotoxicité	158
4.3.2.7	Neurotoxicité	159
4.3.3	Les toxicités par familles chimiques	160

5. RÉGLEMENTATION DES HUILES ESSENTIELLES

	À USAGE COSMÉTIQUE	161
5.1	Normes internationales	163
5.1.1	Les organismes de normalisation	163
5.1.2	Les normes ISO liées aux huiles essentielles	164
5.1.2.1	Norme ISO 9235:2013 – Vocabulaire	164
5.1.2.2	Norme ISO 4720:2018 – Noms botaniques	164
5.1.2.3	Normes du comité ISO/TC 54 « Huiles essentielles »	165
5.1.3	La norme ISO 16128 – Naturalité et Bio	165
5.2	Règlementation relative aux produits cosmétiques	167
5.2.1	Le règlement n° 1223/2009 « cosmétique »	167
5.2.1.1	Définition d'un produit cosmétique	167
5.2.1.2	La liste des ingrédients INCI	168
5.2.1.3	Les substances interdites inscrites à l'annexe II	168
5.2.1.4	Les substances soumises à restrictions inscrites à l'annexe III	170
5.2.2	Les allégations d'un produit cosmétique	177
5.2.3	La mission d'évaluation de la sécurité des substances cosmétiques	178
5.2.3.1	La personne responsable	179
5.2.3.2	Le comité CSSC de la Commission européenne	179
5.2.4	Règlementation internationale	181
5.3	Règlementation liée aux médicaments	181

5.3.1	Les organismes liés à l'industrie de la santé	182
5.3.2	Définition d'une huile essentielle	182
5.3.3	Les huiles essentielles sous le monopole pharmaceutique	183
5.3.4	La requalification de produits cosmétiques en médicaments	184
5.3.4.1	Médicament par présentation	185
5.3.4.2	Médicament par fonction ou composition	185
5.3.5	Les recommandations de l'ANSM	186
5.3.6	Retrait de produits cosmétiques par l'ANSM	186
5.4	Règlementation liée à l'alimentaire	187
5.4.1	Les organismes liés à l'industrie alimentaire	187
5.4.2	Le cas des cosmétiques à risque d'ingestion	188
5.5	Règlementation relative aux substances chimiques	188
5.5.1	Les organismes liés à l'industrie de la chimie	188
5.5.2	Le règlement n° 1907/2006 « REACH »	189
5.5.2.1	Identification de substances	190
5.5.2.2	Enregistrement d'une substance	192
5.5.3	Le règlement n° 440/2008 « méthodes d'essai »	194
5.5.4	Le règlement n° 1272/2008 « CLP »	194
5.5.4.1	Le système général harmonisé (SGH)	194
5.5.4.2	Dérogations au règlement CLP pour les produits cosmétiques	197
5.5.4.3	La fiche de sécurité	197
5.5.5	Le dispositif CoRAP	198
5.6	Recommandations du Conseil de l'Europe	198
5.7	Recommandations privées issues de l'industrie du parfum	199
5.7.1	Les organismes liés à l'industrie du parfum	199
5.7.2	Les catégories de produit	200
5.7.3	Les recommandations selon l'IFRA	201
5.7.3.1	Les substances interdites selon l'IFRA	203
5.7.3.2	Les substances restreintes selon l'IFRA	204
5.7.3.3	Les substances à spécifications selon l'IFRA	211
5.8	Vue d'ensemble de la régulation des huiles essentielles et leurs constituants	212
5.8.1	La régulation des huiles essentielles	212
5.8.2	La régulation des constituants d'HE	216
5.8.3	Calcul de la teneur maximale en huile essentielle dans le produit	225
CONCLUSION		227
BIBLIOGRAPHIE		229
ANNEXES		235

TABLE DES ABRÉVIATIONS

AB	Agriculture Biologique
AFNOR	Association Française de NORmalisation
AFSSA	Agence Française De Sécurité Sanitaire des Aliments
AFSSAPS	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé
ANSM	Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé
ARPP	Autorité de Régulation Professionnelle de la Publicité
BMD	BenchMark Dose
C	Carbone (notation de l'atome)
CAS	Chemical Abstracts Service
CE	Commission européenne, Communauté européenne
CEN	Comité Européen de Normalisation
CG-IR	Chromatographie Gazeuse couplée à une détection InfraRouge
CG-SM	Chromatographie Gazeuse couplée à une Spectrométrie de Masse
CIHEF	Comité Interprofessionnel des Huiles Essentielles Françaises
CIN	Common Ingredient Nomenclature
CLP	Classification, Labelling, Packaging
CMR	Cancérogène, Mutagène, Reprotoxique
CO₂	Dioxyde de carbone
COSMOS	COSMetic Organic Standard
CSP	Code de la Santé Publique
CSSC	Comité Scientifique pour la Sécurité du Consommateur
DMAPP	DiMéthylAllyl diPhosphate
ECHA	European Chemicals Agency
EFEO	European Federation of Essential Oils
EFSA	European Food Safety Authority
EINECS	European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances
EMA	European Medicines Agency
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FDS	Fiche De Sécurité
FEMA	Flavor and Extract Manufacturers Association of the United States
GRAS	Generally Recognized As Safe
H	Hydrogène (notation de l'atome)
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HE	Huile(s) Essentielle(s)
HEBBD	Huile Essentielle Botaniquement et Biochimiquement Définie
HECT	Huiles Essentielles Chémotypées
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
IFRA	International Fragrance Association

INCI	International Nomenclature of Cosmetic Ingredients
IOFI	International Organization of the Flavor Industry
IPP	IsoPenténylPyrophosphate
ISO	International Organization for Standardization
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
LED	Local External Dose
LOAEL	Lowest Observed Adverse Effect Level
LOEL	Lowest Observed Effect Level
MoS	Margin Of Safety
N	Azote (notation de l'atome)
NESIL	No Expected Sensitising Induction Level
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level
NOEL	No Observed Effect Level
O	Oxygène (notation de l'atome)
OGM	Organismes Génétiquement Modifiés
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONU	Organisation des Nations Unies
PEP	PhosphoÉnoIPyruvate
ppb	Parts per billion (partie par milliard)
ppm	Parts per million (partie par million)
QSAR	Quantitative Structure-Activity Relationship
REACH	Registration, Evaluation, Authorization and restriction of CHemicals
RIFM	Research Institute for Fragrance Materials
S	Soufre (notation de l'atome)
SED	Systemic Exposure Dose
SGH	Système Général Harmonisé
SNC	Substances Naturelles Complexes
TTC	Threshold of Toxicological Concern
UICPA	Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée
UVCB	Unknown, of Variable Composition, or of Biological Origin
WHO	World Health Organisation

TABLE DES FIGURES

Figure 1. Cellules sécrétrices dans un épiderme de fleur	24
Figure 2. Structure d'un poil glandulaire épidermique	25
Figure 3. Photographie d'une feuille de Millepertuis (<i>Hypericum perforatum</i>)	26
Figure 4. Structure d'une poche sécrétrice schizolysigène	26
Figure 5. Structure d'un canal sécréteur	26
Figure 6. Classification systémique et hiérarchisation de ses rangs taxinomiques	29
Figure 7. Le taxon « Reptiles », non valide dans la classification phylogénétique	30
Figure 8. L'évolution phylogénétique des végétaux.....	31
Figure 9. Aperçu général de la classification phylogénétique des plantes aromatiques	35
Figure 10. Aperçu détaillé de la classification des magnoliidées.....	37
Figure 11. Aperçu détaillé de la classification des monocotylédones	39
Figure 12. Aperçu détaillé de la classification des super-rosidées	41
Figure 13. Aperçu détaillé de la classification phylogénétique des super-astéridées ...	46
Figure 14. Différentes représentations de la même molécule d'éthanol.....	52
Figure 15. Illustration de l'isomérisation Z/E avec le géranial et le néral	53
Figure 16. Le benzène, structure type d'un cycle aromatique au sens chimique, illustrant la délocalisation des électrons et différentes notations possibles	54
Figure 17. Les grandes voies métaboliques et principales molécules-clés de la biosynthèse au sein de la cellule végétale des molécules retrouvées dans les huiles essentielles	54
Figure 18. Les réactions d'assemblage des précurseurs pour la formation des terpènes	56
Figure 19. La filiation structurelle simplifiée des fonctionnalisations dans la biosynthèse des terpénoïdes.....	57
Figure 20. Exemple de la lignée du camphane et ses dérivés fonctionnels.....	58
Figure 21. Vue d'ensemble de la structure générale des différentes familles chimiques	59
Figure 22. Exemples de monoterpènes	60
Figure 23. Exemples de sesquiterpènes.....	61
Figure 24. Exemple d'hydrocarbure non terpénique.....	61
Figure 25. Exemples d'alcools monoterpéniques linéaires.....	62
Figure 26. Exemples d'alcools monoterpéniques à un cycle.....	63
Figure 27. Exemples d'alcools monoterpéniques à deux cycles.....	63
Figure 28. Exemples d'alcools sesquiterpéniques linéaires	64
Figure 29. Exemples d'alcools sesquiterpéniques à un ou plusieurs cycles	64
Figure 30. Exemples de phénols issus de la voie terpénoïde	65
Figure 31. Exemples de phénols méthyl éthers issus de la voie terpénoïde	66
Figure 32. Exemples de phénols méthyl éthers issus de la voie phénylpropanoïde	67

Figure 33. Exemples d'éthers terpéniques.....	67
Figure 34. Exemples d'esters issus de la voie phénylpropanoïde	68
Figure 35. Exemples d'aldéhydes terpéniques	69
Figure 36. Exemples d'aldéhydes aromatiques	69
Figure 37. Exemples d'hydrocarbures cétoniques	70
Figure 38. Exemple de monocétone monoterpénique linéaire	70
Figure 39. Exemples de monocétones monoterpéniques à un cycle.....	71
Figure 40. Exemples de monocétones monoterpéniques à deux cycles	71
Figure 41. Exemples de monocétones sesquiterpéniques	72
Figure 42. Exemples d'acides terpéniques.....	73
Figure 43. Exemples d'acides aromatiques.....	73
Figure 44. Exemples d'esters dérivés de l'acide formique.....	74
Figure 45. Exemples d'esters dérivés de l'acide acétique	74
Figure 46. Exemples d'esters issus d'acides à 5 carbones.....	75
Figure 47. Exemples d'esters dérivés d'acides à 7 ou 9 carbones.....	75
Figure 48. Exemples de lactones sesquiterpéniques.....	76
Figure 49. Exemples de coumarines simples et complexes.....	77
Figure 50. Exemples de phthalides	77
Figure 51. Exemples de sulfures, disulfures et trisulfures	78
Figure 52. Exemples de composés plurifonctionnels.....	79
Figure 53. Schéma du procédé d'expression.....	89
Figure 54. Schéma du procédé d'hydrodistillation.....	91
Figure 55. Schéma du procédé de distillation par entraînement à la vapeur d'eau	91
Figure 56. Transformation de la matricine en chamazulène lors de la distillation.....	94
Figure 57. Schéma du procédé d'enfleurage	98
Figure 58. Schéma du procédé de macération.....	98
Figure 59. Schéma du procédé d'extraction par un solvant volatil	99
Figure 60. Les changements d'état de la matière selon l'évolution des conditions de pression et de température.....	100
Figure 61. Schéma du procédé d'extraction au CO ₂ supercritique.....	101
Figure 62. Évolution des paramètres de température et de pression lors de la distillation	110
Figure 63. Logos des organismes de certification ECOCERT, AFNOR et Bureau Veritas	115
Figure 64. Logos AB et Eurofeuille certifiant une agriculture biologique	115
Figure 65. Anciens logos figurant sur les cosmétiques bio en France.....	117
Figure 66. Nouvelles mentions COSMOS NATURAL et COSMOS ORGANIC du référentiel COSMOS.....	117
Figure 67. Logos des labels de qualité de matière première	117
Figure 68. Logos des mentions HEBBD et HECT	118
Figure 69. Schéma de l'installation d'une chromatographie en phase gazeuse.....	122

Figure 70. Principe de la séparation à l'aide d'une chromatographie en phase gazeuse	123
Figure 71. Exemple d'un chromatogramme d'Armoise blanche (<i>Artemisia herba-alba</i>) illustrant l'évolution de l'intensité du signal (pA) en fonction du temps d'élution (min). 123	123
Figure 72. Relation entre les concepts de danger, exposition et risque.....	131
Figure 73. Les trois principales étapes de l'évaluation de la sécurité d'un ingrédient cosmétique.....	132
Figure 74. Les différents types de toxicité à identifier	135
Figure 75. Schéma des extrapolations possibles des données toxicologiques.....	138
Figure 76. Schéma de la structure générale de la pea	143
Figure 77. Les deux doses d'exposition, locale et systémique, pour l'évaluation de la sécurité.....	145
Figure 78. Temps de résorption cutanée de quelques molécules et huiles essentielles	155
Figure 79. Vue d'ensemble des éléments réglementaires ou affiliés, relatifs aux huiles essentielles	162
Figure 80. Logos des organismes impliqués dans la normalisation des huiles essentielles	163
Figure 81. Deux voies pour l'évaluation de la sécurité d'un produit cosmétique dans l'UE	178
Figure 82. Logo de la Commission européenne	180
Figure 83. Logos des organismes liés à la santé.....	182
Figure 84. Logos des organismes liés à l'industrie alimentaire.....	187
Figure 85. Logos des organismes liés à l'industrie de la chimie	189
Figure 86. Substances naturelles complexes (SNC) selon REACH	189
Figure 87. Comparaison des désignations UICPA et EINECS en anglais d'une substance naturelle complexe	192
Figure 88. Logo de la CIHEF.....	193
Figure 89. Pictogrammes du SGH et classes de dangers associés, regroupés par nature de danger (physique, santé, environnement)	195
Figure 90. Exemple d'une étiquette d'huile essentielle de Lavande conforme au règlement CLP	196
Figure 91. Trame d'une fiche de sécurité selon les recommandations de l'ECHA.....	197
Figure 92. Logos des organismes liés à l'industrie du parfum.....	200
Figure 93. Vue d'ensemble des molécules dont la régulation a un impact sur les teneurs en huiles essentielles utilisables en cosmétique (partie 1 sur 2)	223
Figure 94. Vue d'ensemble des molécules dont la régulation a un impact sur les teneurs en huiles essentielles utilisables en cosmétique (partie 2 sur 2).....	224

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1. Liste des noms d'usage d'acides gras saturés triés selon leur nombre de carbones noté C et leur nombre d'insaturations noté I.....	73
Tableau 2. Résumé des bénéfices cosmétiques, propriétés liées chez les HE et exemples d'HE d'intérêt	85
Tableau 3. Exemples de durées de distillation, rendements et quantité de matière première nécessaire pour 6 huiles essentielles très communément utilisées	95
Tableau 4. Comparaison des différents modes d'extraction : caractéristiques, avantages et inconvénients	102
Tableau 5. Agro-ingrédients physiquement transformés devant être biologiques selon le référentiel COSMOS pour les produits certifiés COSMOS ORGANIC.....	117
Tableau 6. Paramètres d'exposition quotidienne à différents types de produits cosmétiques en Europe	144
Tableau 7. Résumé des toxicités locales et systémiques selon les principales familles chimiques	160
Tableau 8. Substances interdites inscrites à l'annexe II qui sont des huiles essentielles ou des molécules qui les composent	168
Tableau 9. Liste des 17 substances allergènes inscrites à l'annexe III que l'on peut retrouver dans les huiles essentielles, triées par nom INCI	171
Tableau 10. Huiles essentielles soumises à restriction inscrites à l'Annexe III du règlement cosmétique	173
Tableau 11. Substances pouvant être retrouvées dans les huiles essentielles, soumises à restriction inscrites à l'Annexe III du règlement cosmétique.....	175
Tableau 12. Liste des 16 plantes dont l'HE est concernée par le monopole pharmaceutique.....	183
Tableau 13. Teneurs limites en camphre, eucalyptol et menthol dans les produits cosmétiques destinés aux enfants de moins de 6 ans	186
Tableau 14. Liste des catégories de produits selon l'IFRA et exemples de produits associés.....	200
Tableau 15. Les huiles essentielles figurant dans les substances interdites selon l'IFRA	203
Tableau 16. Les substances interdites selon l'IFRA qui peuvent se retrouver dans les HE	204
Tableau 17. Légende des lettres pour signifier la toxicité limitante dans les limites IFRA	205
Tableau 18. Limites dans le produit fini pour les huiles essentielles soumises à restriction selon l'IFRA.....	206
Tableau 19. Limites dans le produit fini pour les molécules soumises à restriction selon l'IFRA qui peuvent se retrouver dans les huiles essentielles.....	208

Tableau 20. Huiles essentielles présentant des spécifications selon l'IFRA	211
Tableau 21. Vue d'ensemble des réglementations et recommandations relatives aux huiles essentielles	213
Tableau 22. Vue d'ensemble des réglementations et recommandations relatives aux molécules qui peuvent se retrouver dans les huiles essentielles.....	217
Tableau 23. Comparaison des concentrations et des limites selon les restrictions à l'Annexe III et IFRA.....	225

TABLE DES ÉQUATIONS

Équation 1. Calcul de la dose d'exposition externe quotidienne.....	145
Équation 2. Calcul de la dose externe locale (LED).....	145
Équation 3. Calcul de la dose interne systémique (SED).....	146
Équation 4. Calcul de la marge de sécurité pour une exposition interne.	147
Équation 5. Calcul de la teneur maximale d'HE dans un produit selon les restrictions	225

TABLE DES ANNEXES

Annexe A. Vue d'ensemble de la place des plantes aromatiques dans la classification phylogénétique des Gymnospermes	236
Annexe B. Vue d'ensemble de la place des plantes aromatiques dans la classification phylogénétique des Angiospermes.....	237
Annexe C. Tableau des rendements et durées moyennes de distillation de 138 plantes aromatiques	238
Annexe D. Exemple de fiche technique fournisseur pour une huile essentielle.....	241
Annexe E. Exemples de valeurs de NOEL pour 25 molécules présentes dans les HE	242
Annexe F. Surfaces d'application moyennes et fréquences d'utilisation selon les catégories de produits.....	243
Annexe G. Définitions des matières naturelles aromatiques selon la norme ISO 9235:2013	244
Annexe H. Liste des 28 classes de danger du Règlement CLP, regroupés par nature de risque	246
Annexe I. Liste des substances ayant fait l'objet d'un enregistrement REACH qui concernent des huiles essentielles, classées par tonnages annuels.....	247

INTRODUCTION

Les huiles essentielles sont des substances hautement concentrées en principes actifs, qui peuvent concentrer en quelques gouttes l'essence de plusieurs kilogrammes de plantes, ce qui les rend particulièrement puissantes. Bien que naturelles, leurs usages ne sont donc pas dénués de risques et impliquent une vigilance toute particulière.

La thématique de leur utilisation en thérapeutique, c'est-à-dire l'aromathérapie, a déjà été largement abordée auparavant, notamment à l'officine. Il semble donc intéressant d'apporter une analyse de l'utilisation des huiles essentielles selon un angle différent et très peu abordé jusqu'à ce jour : celui de l'utilisation des huiles essentielles dans l'industrie cosmétique.

En effet, le marché « naturel & bio » en cosmétique n'a jamais été aussi florissant : avec un chiffre d'affaires mondial de 11 milliards d'euros en 2018, le secteur a enregistré une croissance constante de +7% en Europe sur les 5 dernières années. Le marché français, en troisième position, y contribue particulièrement avec un chiffre d'affaire record de 757 millions d'euros en 2018, soit une croissance de +18,7% par rapport à 2017. Les perspectives d'évolution sont prometteuses, sachant que ce segment ne représente à ce jour que moins de 10% du marché français. (1)

L'engouement particulier du consommateur pour les huiles essentielles s'explique par leur promesse complémentaire de naturalité et d'efficacité. Cela implique que de nombreuses marques, naturelles ou conventionnelles, s'intéressent de plus en plus aux huiles essentielles, qui se présentent comme des ingrédients actifs de choix.



Prenons d'abord le temps de comprendre une notion importante : toute substance aura une interaction qui lui est propre avec le corps humain, quels que soient l'objectif recherché et le cadre de son usage (cosmétique ou thérapeutique).

Lorsque l'on prend un médicament, il n'agit pas forcément uniquement à l'endroit désiré, comme par magie. Il est d'abord absorbé puis distribué par la circulation sanguine et atteint ainsi ses cibles : il produit alors l'effet recherché sur certaines d'entre-elles, mais peut également atteindre d'autres cibles ou produire d'autres effets non recherchés que l'on appelle les « effets indésirables ». En thérapeutique, il existe alors la notion de rapport bénéfice/risque qui consiste à évaluer si les bénéfices attendus valent le « coût » des risques encourus par les effets indésirables.

Par opposition à un médicament, un produit cosmétique, lui, ne doit avoir aucun effet thérapeutique. Son effet ne peut être que superficiel, lié à l'aspect et cibler un processus non pathologique. Ainsi, aucun effet indésirable n'est toléré. Il faut donc redoubler de prudence quant à l'utilisation des huiles essentielles en cosmétique, car la substance, elle, interagira tout de même avec l'organisme, qu'il soit inscrit « médicament » ou « cosmétique » sur le produit. C'est en maîtrisant la science des huiles essentielles qu'il sera possible de maîtriser parfaitement leurs usages, et donc, d'en maîtriser les risques.

La diversité des connaissances scientifiques nécessaires pour appréhender l'ensemble de la thématique des huiles essentielles à usage cosmétique est telle qu'il est rare d'en maîtriser la totalité. De nos jours, de plus en plus de collaborateurs de l'industrie cosmétique sont amenés à travailler pour des marques utilisant des huiles essentielles, et tous ne bénéficient pas du même bagage de connaissances, notamment scientifique.

La variété des départements impliqués dans la recherche et le développement d'un produit cosmétique en est une raison : du producteur, fournisseur de matière première aux équipes de production, une fois le produit prêt à lancer, en passant par les équipes de sourcing/achat des matières premières, de formulation, de toxicologues, d'évaluation de l'efficacité, de réglementaire, de marketing et de communication. Il existe donc un besoin important d'harmoniser les connaissances au sujet des huiles essentielles.

De nombreux ouvrages traitant des huiles essentielles et de l'aromathérapie existent, mais dans l'industrie cosmétique, les enjeux ne sont pas tout à fait les mêmes, le vocabulaire à employer non plus. Il est difficile pour un lecteur non averti de cerner la fine frontière entre une information purement thérapeutique, et une information utile pour la cosmétique ou le marketing produit.

La démarche de cet écrit est donc de proposer un guide complet concernant les huiles essentielles, spécifique à un usage cosmétique au niveau industriel. Cela permettra ainsi à tout collaborateur de découvrir ou compléter ses connaissances sans avoir à faire lui-même le tri dans les ouvrages d'aromathérapie, et surtout, de comprendre que la régulation des huiles essentielles est justifiée par de nombreux éléments scientifiques que nous aborderons.



Les trois premières parties présenteront l'ensemble des bases scientifiques nécessaires pour appréhender les nombreux aspects relatifs aux huiles essentielles, depuis leur genèse au niveau de la plante, jusqu'à leur obtention dans un flacon, ainsi que les aspects de contrôle qualité. Chaque partie peut fonctionner indépendamment. De cette manière, selon les connaissances préalables du lecteur, celui-ci pourra

consulter en priorité celle où il souhaite s'informer pour aborder la suite avec des bases solides.

La quatrième partie complètera les connaissances scientifiques en toxicologie pour comprendre l'interaction au sens général de ces huiles essentielles avec l'organisme humain, et les risques associés. Les concepts de danger, exposition et risque seront éclaircis et la démarche de l'évaluation de la sécurité d'une substance sera détaillée.

Grâce à ces notions, nous pourrons enfin analyser dans une dernière partie, l'ensemble des dispositions réglementaires qui ont un impact sur l'utilisation des huiles essentielles à usage cosmétique et véritablement comprendre l'origine et l'utilité des limites imposées.

PARTIE 1

ASPECTS BOTANIQUE DES HUILES ESSENTIELLES

1.1 DÉFINITIONS

1.1.1 Définition d'une huile essentielle

Selon la **Pharmacopée^a française**, l'huile essentielle est un « *produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par distillation à la vapeur d'eau, soit par un procédé mécanique sans chauffage* ». (2)

L'huile essentielle est donc le produit concentré obtenu lorsque l'on extrait, selon deux procédés définis, cette substance odorante complexe que l'on peut appeler « essence végétale ». C'est pourquoi vous pouvez facilement le repérer lorsque quelqu'un épluche une clémentine près de vous, car les milliers de molécules volatiles logées dans le zeste de l'agrumes sont libérées dans l'air et stimulent votre odorat.

Nous verrons dans la partie « 3.1.2.2 Les modifications de l'essence à l'huile essentielle » page 93 l'influence du procédé d'extraction, ce qui explique pourquoi il fait partie intégrante de la définition de l'huile essentielle. **L'huile essentielle, c'est donc l'essence distillée ou exprimée.** En effet, l'essence végétale peut faire l'objet d'extraction par d'autres procédés que nous évoquerons partie « 3.1.3 Autres procédés d'extractions végétales » page 96, mais ceux-là donnent des produits aux compositions tout à fait différentes qui ne sont aucunement des huiles essentielles.

Certains auteurs et industriels de la parfumerie utilisent le terme « essence » pour désigner l'huile essentielle comme produit fini, mais il s'agit d'un abus de langage. Le terme « essence » n'est pas défini réglementairement et il ne saurait être employé autrement que pour se référer exclusivement à la substance présente dans le végétal. Pour toute référence à la substance une fois extraite du végétal, par distillation ou expression, il convient d'employer le terme d'huile essentielle, comme défini dans la Pharmacopée.

Ainsi, l'huile essentielle n'est pas « essentielle » dans le sens « indispensable », mais cela fait tout simplement référence à l'essence que renferme la plante. Nous verrons aussi dans la partie « 3.2.1 Aspects physico-chimiques » page 104 que le terme « huile » n'est pas non plus ce qu'il semble évoquer.

^a Il s'agit d'un recueil de normes standardisées rédigé par les autorités de la santé, définissant la qualité des matières premières, des préparations et des produits à usage pharmaceutique.

Enfin, la norme ISO 9235:2013 établit un glossaire de termes concernant les matières premières aromatiques naturelles, présenté dans l'Annexe G page 244, incluant la définition d'une huile essentielle et de bien d'autres termes importants. Avant de poursuivre la lecture, il est fortement conseillé de prendre connaissance de toutes ces définitions car les termes ne seront pas définis ultérieurement et leur compréhension considérée comme acquise. Une mise en contexte plus détaillée de ce qu'est une norme sera abordée dans la partie « 5.1 Les normes internationales » page 163.

1.1.2 Aromathérapie et autres termes liés

L'**aromathérapie** correspond à l'art de soigner par les huiles essentielles. Certains auteurs incluent parfois dans cette thérapeutique d'autres « arômes végétaux » comme les hydrolats et les absolues, qui contiennent également des composés organiques volatils (COVs)^a issus de plantes. Elle peut agir en préventif ou en curatif, sur des maladies tant physiques que psychologiques. Lorsqu'elle est bien maîtrisée, l'aromathérapie est efficace rapidement et sans effets délétères. (3,4)

Bien que la pratique de l'aromathérapie existe depuis des milliers d'années, le terme « aromathérapie » n'est apparu qu'en 1928 lorsque **René-Maurice Gattefossé**, un ingénieur chimiste passionné par les huiles essentielles, l'emploie pour la première fois, en référence aux termes de grec ancien « ἀρώμα » (arôme) et « θεραπεία » (cure). En 1937, il publie ensuite un ouvrage fondateur sur le sujet intitulé « Aromathérapie ». (5)

L'aromathérapie est une branche de la **phytothérapie** qui, elle, consiste à se soigner par les plantes de façon plus générale grâce à toutes sortes de préparations comme les tisanes, extraits secs, macérats, suspensions de plantes fraîches, etc. Les propriétés et usages de ces extraits n'ont souvent rien à voir avec ceux d'une HE extraite de la même plante ; parfois même, certaines parties de la plante sont inoffensives sous forme de tisane, mais extrêmement toxiques sous forme d'HE, ou l'inverse. Aussi, les propriétés varient d'une partie à l'autre d'une même plante, car la composition biochimique peut varier significativement. (3,4)

La **gemmothérapie** est une autre branche de la phytothérapie, basée uniquement sur les bourgeons et jeunes pousses, mais dont les bienfaits sont encore très peu documentés scientifiquement. (3,4)

^a Le terme « COV » a acquis une connotation négative car il désigne également d'autres substances dont la toxicité en matière de santé et d'environnement alerte l'opinion publique. Toutefois il est important de ne pas faire d'amalgames : tous les COV ne sont pas toxiques.

Le terme d'**aromachologie** se réfère à la science relative à l'influence des odeurs et parfums sur le psychisme et les comportements humains. (3,4)

Enfin, le terme **aromatologie** est parfois utilisé pour évoquer la connaissance des huiles essentielles à des fins de bien-être et de beauté. (3,4)

1.2 GENÈSE DE L'ESSENCE DANS LA PLANTE

Au cours de l'évolution, la cellule végétale a acquis et développé la capacité de synthétiser une multitude de molécules dont la finalité nous est encore inconnue. Les végétaux terrestres ont ainsi commencé à produire et stocker des substances odorantes au sein de structures dédiées sous forme d'essence, de résine ou de gomme. En matière de proportions, l'essence peut représenter de 0,01% à 5% du poids sec d'une plante aromatique. (3,6)

Les cellules sécrétrices peuvent être soit isolées, soit regroupées et structurées sous forme d'appareil sécréteur.

1.2.1 Les cellules sécrétrices isolées

Les cellules sécrétrices isolées sont localisées à la surface de l'épiderme, par exemple au niveau des racinelles^a de Vétiver (*Chrysopogon zizanioides*) et des pétales des fleurs de Rose (*Rosa × damascena*), de Jasmin (*Jasminum grandiflorum*) et de Tubéreuse (*Polianthes tuberosa*). Elles sont également retrouvées chez certaines plantes de la famille des Brassicacées, des Lauracées et des Zingibéracées. (3,7)

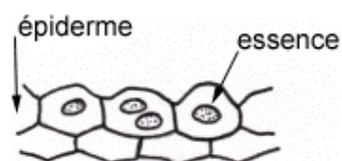


Figure 1. Cellules sécrétrices dans un épiderme de fleur. (8)

Comme l'essence diffuse directement depuis l'épiderme, le rendement pour l'extraire et en obtenir de l'huile essentielle est très faible. C'est pourquoi le Jasmin fait plutôt l'objet d'une extraction par solvant pour en obtenir une absolue. (3) Toutes ces notions seront détaillées dans la Partie 3 sur les procédés.

^a Les racinelles sont les nombreuses ramifications de la racine principale en petites racines.

1.2.2 Les appareils sécréteurs

Les appareils sécréteurs correspondent à des cellules sécrétrices regroupées qui forment une structure dite glandulaire. Ils peuvent se situer en surface, ce sont des glandes épidermiques, ou plus en profondeur comme les glandes schizogènes et schizolysigènes. Ils peuvent prendre la forme de poils, de poches ou de canaux.

1.2.2.1 Les poils glandulaires épidermiques

Tous les poils ne sont pas sécréteurs : on distingue les poils tecteurs des poils glandulaires sécréteurs. Aussi appelés trichomes, les poils glandulaires peuvent être localisés à divers endroits à la surface de la plante (feuilles, pétales, racines, etc.) et se développer à différentes étapes du cycle de vie de la plante. (3,6,7,9)

Ils sont de taille, de forme et de densité variable selon la plante, mais sont généralement constitués d'une tige formée de segments, débouchant sur une tête globulaire formée de cellules sécrétrices. Sous l'effet d'une action mécanique ou d'une variation hygrométrique, la poche se déchire et libère son contenu en essence. (3,7,9)

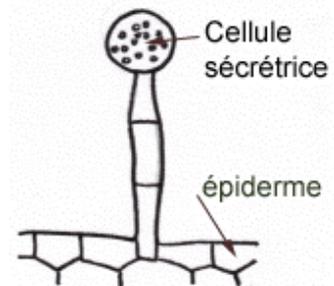


Figure 2. Structure d'un poil glandulaire épidermique. (8)

Les poils glandulaires sont caractéristiques de nombreuses familles : Géraniacées (*Pélargonium*), Cistacées (*Cistus*), Lamiacées (*Origanum*, *Lavandula*, *Salvia*), Verbénacées, Astéracées, Moracées, Géraniacées, etc. C'est pourquoi lorsqu'on froisse une branche de Lavande (*Lavandula angustifolia*), l'odeur est instantanée. (3,7,9)

1.2.2.2 Les poches schizogènes et schizolysigènes

Encerclées par des cellules allongées, les cellules sécrétrices sécrètent et se multiplient simultanément, piégeant ainsi l'essence au centre de ce qui prendra la forme d'une poche sphérique. La poche schizogène est reliée à l'épiderme par un fin canalicule qui, sous certaines conditions climatiques, permet à l'essence de s'échapper. (3,7)

Ces structures apparaissent translucides car elles réfractent la lumière, ce qui leur donne un aspect « percé de mille trous », d'où le nom du Millepertuis (*Hypericum perforatum*), illustré Figure 3. Elles se retrouvent chez de nombreuses familles : Astéracées, Rutacées (*Citrus*), Myrtacées (*Myrtus*, *Eugenia*, *Eucalyptus*, *Melaleuca*), Euphorbiacées, Géraniacées, Rubiacées, Rosacées, Hypéricacées, Papilionacées. (3,7)

Les poches schizolysigènes se développent d'abord selon un mode schizogène, puis lysigène où les cellules sécrétrices se dissolvent, agrandissant ainsi la poche. Ces structures typiques des Rutacées, et plus particulièrement des agrumes (genre *Citrus*), se retrouvent au niveau des feuilles et de l'épicarpe des fruits où elles leur donnent cet aspect granuleux. (3,7)



Figure 3. Photographie d'une feuille de Millepertuis (*Hypericum perforatum*). (10)

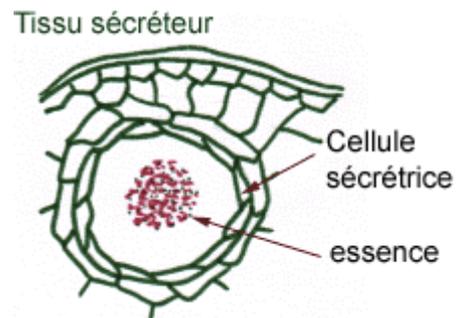


Figure 4. Structure d'une poche sécrétrice schizolysigène. (8)

1.2.2.3 Les canaux schizogènes

Les canaux schizogènes sont constitués d'une couche de cellules sécrétrices, doublée par une couche de cellules formant une gaine protectrice.

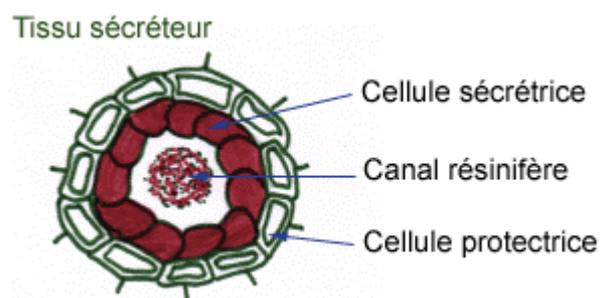


Figure 5. Structure d'un canal sécréteur. (8)

Selon la nature de la substance dans le canal, on distingue : (3,6,7,9)

- Les canaux à essence dans les feuilles d'Apiacées, Myrtacées, Astéracées et Poacées.
- Les canaux à oléorésine dans les aiguilles et le tronc des Conifères, et les bois d'un Bois de rose (*Aniba parviflora*) et de Santal (*Santalum album*).
- Les canaux à gomme chez les Cistacées et Burséracées (*Boswellia*, *Protium*).

1.2.3 Répartition des structures sécrétrices

Comme nous l'avons évoqué, les structures sécrétrices peuvent se retrouver dans toutes les parties de la plante : les fleurs, les feuilles, les fruits, les tiges, les graines, les racines, les rhizomes^a, le bois et l'écorce. La plupart du temps, une plante donnée produit une essence dans toutes ses parties, comme c'est le cas de l'Angélique officinale (*Angelica archangelica*), mais il arrive que certaines plantes n'en produisent seulement que dans un ou quelques organes végétaux. (3,6,7,11)

La composition de l'essence est généralement proche dans les différentes parties d'une plante, mais cela peut ne pas être le cas, comme pour la Cannelle (*Cinnamomum verum*) : les écorces de cannelle sont riches en cinnamaldéhyde alors que les feuilles contiennent de l'eugénol dans le limbe^b et du cinnamaldéhyde dans les pétioles. (7)

Parfois même, le nom usuel de l'huile essentielle diffère selon l'organe producteur distillé : c'est le cas de l'Oranger amer (*Citrus x aurantium*) qui est l'espèce la plus connue pour sa diversité chimique au niveau de ses huiles essentielles : (4,7)

- Ses rameaux feuillus riches en esters donnent l'HE de Petit grain bigarade.
- Ses fleurs riches en alcools donnent l'HE de Néroli.
- Ses zestes riches en citrals (néral + géraniol) donnent l'HE d'Oranger amer.

1.2.4 Les rôles de l'essence pour la plante

L'essence n'a pas un rôle unique pour la plante, si ce n'est celui de la protéger avant tout des multiples agressions subies au quotidien – que ce soit le rayonnement solaire, la chaleur, les prédateurs ou encore les maladies – car la plante ne peut pas se déplacer pour fuir ou se mettre à l'abri. C'est pourquoi il n'est pas rare de voir une plante cultivée souffrir de maladies qui épargnent son homologue sauvage, car l'utilisation de produits phytosanitaires la prive de ses défenses naturelles. (3,4)

Les molécules formant l'essence des plantes aromatiques sont des métabolites secondaires. Par opposition aux métabolites primaires, ils ne sont pas directement impliqués dans les processus de croissance, de développement ou de reproduction d'une cellule ou d'un organisme. Comme ces métabolites sont facultatifs, ils ne sont pas retrouvés dans tous les végétaux, mais n'en sont pas moins importants pour autant. Ils jouent de nombreux rôles, de signaux chimiques ou de protection mécanique. (3,6,12)

^a Ces « racines » servent à stocker de l'énergie et poussent plutôt horizontalement dans le sol.

^b Le limbe n'est autre que la « feuille » et le pétiole la « petite tige » qui la relie à la branche.

1.2.4.1 Les rôles de signaux chimiques

L'essence peut servir à la plante de signal chimique à bien des niveaux : (3,6,9)

- Pour **attirer les insectes pollinisateurs**, la plante émet un parfum lorsque les fleurs sont à maturité. Ainsi, le parfum si particulier à chaque plante n'a pas pour but premier de satisfaire notre nez, mais cela explique que les molécules qui la composent soient qualifiées d'« aromatiques ».
- Pour **repousser les insectes nuisibles** et les prédateurs. Les feuilles de certaines espèces de Pélargoniums produisent un exsudat collant qui dissuade les prédateurs de les manger. Certains arbres produisent une résine collante pour se protéger des insectes xylophages qui creusent des galeries et se nourrissent du bois.
- Pour **se défendre contre les germes** phytopathogènes (champignons, bactéries, virus), que ce soit à titre préventif ou curatif.
- Pour **communiquer avec des plantes voisines**, soit pour inhiber la croissance des plantes compétitives, soit pour les avertir de la présence d'herbivores.
- Pour déclencher un **processus biologique** tel que le murissement (cas de la banane verte qui mûrit grâce à la libération d'hexane).

1.2.4.2 Les rôles de protection mécanique

Ce rôle est plus important chez les végétaux qui exsudent des oléorésines :

- Pour former une **barrière contre la déshydratation**, dans le cas des oléorésines qui exsudent au niveau des tiges des Cistes (*Cistus*) ou Rhododendrons (*Rhododendron*).
- Pour faire office de **pansement** au niveau des fissures sur les écorces d'Encens (*Boswellia sacra*) ou de Myrrhe (*Commiphora myrrha*).
- Pour contribuer à l'**équilibre thermique** des plantes du désert, comme l'Encens et le Myrrhe. L'évaporation de l'essence avec la chaleur « rafraîchit » la plante et forme un nuage protecteur vis-à-vis des rayons du soleil.

1.3 LES PLANTES AROMATIQUES

Afin de comprendre les éléments nécessaires à la classification des plantes aromatiques, présentons d'abord le système de classification des plantes en général.

1.3.1 L'évolution de la classification des plantes

La classification des plantes suit le même système de classification que pour l'ensemble des êtres vivants, et a évolué au fil des années. (11)

1.3.1.1 La classification systématique

Cette classification traditionnelle se base sur des critères morphologiques, anatomiques et chimiques. Un **taxon** regroupe des individus par degré de ressemblance sur un critère donné. Ces taxons sont ensuite organisés en **rangs taxinomiques** formant une **hiérarchie**, composées de 7 rangs principaux (Règne, Embranchement, Classe, Ordre, Famille, Genre, Espèce) et de 5 rangs secondaires (Tribu, Section, Série, Variété, Forme) comme le montre la Figure 6. L'espèce correspond au taxon de base de la classification systématique et regroupe les individus avec le plus haut degré de ressemblance, celui-ci diminuant à mesure que le rang est élevé.

Il existe de nombreux rangs intercalaires non représentés dans ce schéma, qui sont désignés par l'utilisation de préfixes tels que super-, sous-, infra-, micro-, sur les rangs principaux et secondaires déjà cités, donnant par exemple les rangs micro-embranchement, infra-classe, super-ordre, sous-famille, etc.

Citons la classification de Cronquist de 1981 concernant les Angiospermes, qui correspond à la classification la plus connue au sein du système traditionnel. (3)

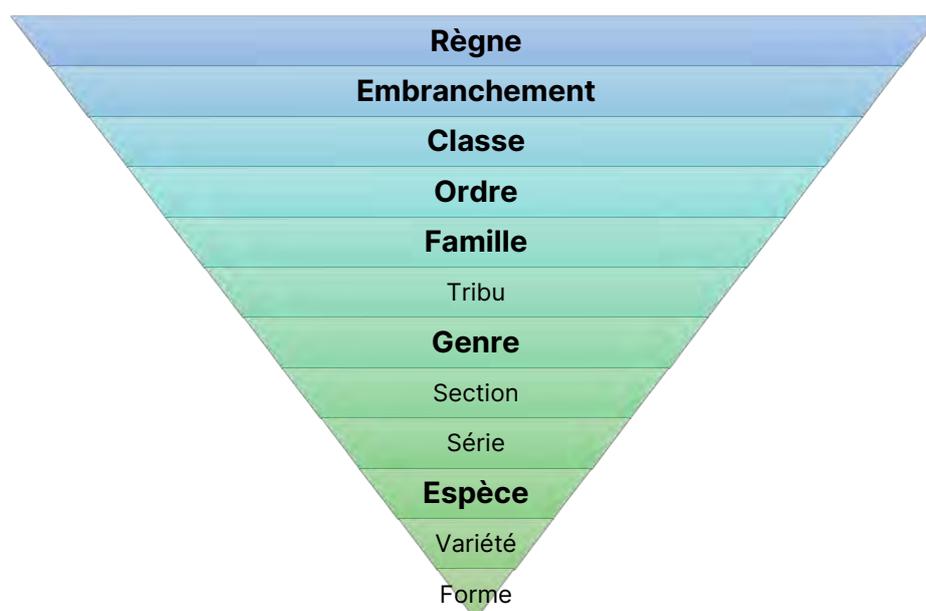


Figure 6. Classification systématique et hiérarchisation de ses rangs taxinomiques.

1.3.1.2 La classification phylogénétique

L'approche phylogénétique a bouleversé toutes les classifications précédentes qui avaient une tendance à l'anthropocentrisme, c'est-à-dire à classer les espèces selon la présence ou non de caractères morphologiques ou comportementaux associés à l'espèce humaine. La classification phylogénétique repose sur la cladistique, une théorie qui se base non plus sur les similitudes macroscopiques, mais sur les relations de parenté au niveau génétique. (13)

Un **clade** correspond à un groupe monophylétique, c'est-à-dire comprenant un organisme et l'ensemble de ses descendants. Cette nouvelle classification ne reconnaît donc plus les taxons qui n'incluraient pas l'ensemble des descendants d'un organisme, ce que l'on peut qualifier de groupe paraphylétique. Les « reptiles » en sont un exemple, comme présenté ci-contre : ils excluent les mammifères et les oiseaux qui pourtant ont un ancêtre commun formant avec eux le clade *Amniota*. Le taxon « reptile » n'est donc pas retenu dans la classification phylogénétique. (14)

La notion de niveaux hiérarchiques entre les groupes est également rejetée, les clades ayant tous une valeur égale. La schématisation sous forme d'arbre phylogénétique ou de cladogramme permet de retrouver une structure pour des raisons pratiques, mais ne constitue pas une hiérarchie à proprement parler, si ce n'est l'emboîtement de taxons les uns dans les autres.

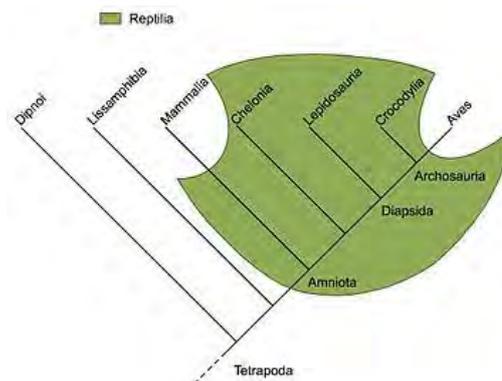


Figure 7. Le taxon « Reptiles », non valide dans la classification phylogénétique. (15)

Toutefois, la classification phylogénétique a conservé certains éléments tels que la nomenclature binomiale sous la forme « *Genre espèce* », l'usage du latin pour nommer les taxons, certains anciens rangs taxinomiques parmi les Ordres, Familles, et Espèces, voire seulement la dénomination-même de ces taxons. C'est pourquoi la nouvelle classification peut sembler se fondre au premier abord avec l'ancienne lorsqu'on s'arrête aux premiers éléments de classification d'une plante, mais bon nombre de plantes ont été renommées, replacées, ainsi que des taxons supprimés ou créés. Notamment, se dit désormais le clade des Angiospermes, non plus la sous-division.

La Figure 8 permet de visualiser l'évolution des végétaux selon la classification phylogénétique depuis les plantes plus archaïques comme les algues, jusqu'aux plantes les plus évoluées que sont les angiospermes.

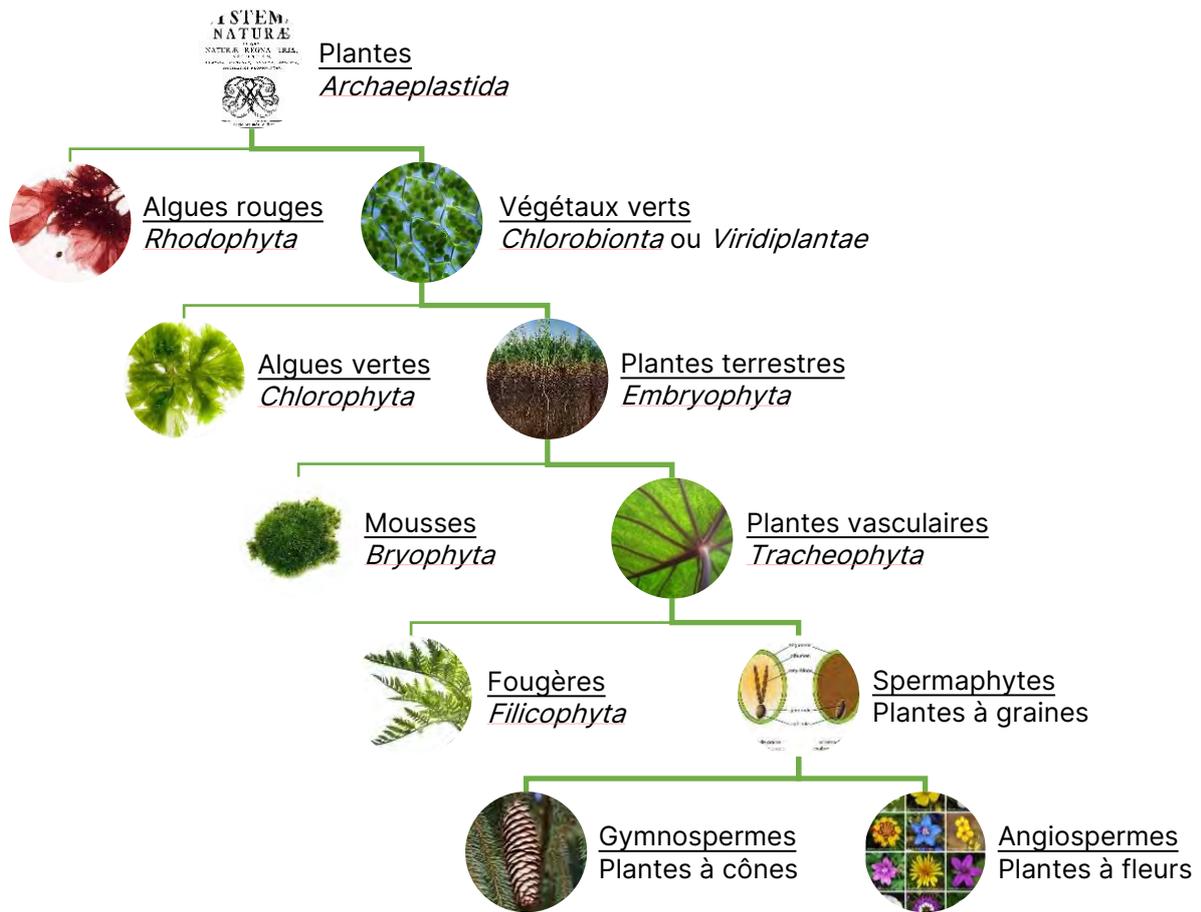


Figure 8. L'évolution phylogénétique des végétaux.

Les « plantes » correspondent à des organismes pourvus d'un chloroplaste, une structure dédiée à la photosynthèse grâce à la chlorophylle qu'elle contient. À ce jour, la classification phylogénétique des angiospermes en est à sa 4^{ème} révision, nommée « Classification APG^a IV » et publiée en 2016. (16)

1.3.2 La spécification botanique

La spécification botanique est un terme faisant référence au fait d'utiliser un système de nomenclature pour pouvoir identifier de façon précise et universelle les espèces, appliqué à la botanique.

^a Pour « Angiosperm Phylogeny Group » qui est le groupe de travail de botanistes l'ayant établie.

1.3.2.1 La nomenclature binomiale

La nomenclature binomiale correspond à la combinaison de deux termes en latin permettant de définir toute plante (ou tout être vivant), d'établir une classification et d'harmoniser son appellation au niveau international. Selon la convention, l'usage de l'italique pour les termes en latin est de rigueur^a. Le premier terme correspond au genre, le deuxième terme à l'espèce : la Lavande vraie (*Lavandula angustifolia*) et la Lavande aspic (*Lavandula latifolia*) sont deux espèces du genre *Lavandula*. (7,11)

Quelques éléments peuvent compléter le nom binomial : (7,11)

- Des abréviations pour indiquer la **sous-espèce** (ssp.), la **variété** cultivée (var.), la **forme** (f.), le **cultivar** (cv.).
- La mention, souvent abrégée, du **botaniste** l'ayant inventoriée pour la première fois et à quelle **date**. La mention la plus fréquemment retrouvée est « L. 1753 ». Elle, fait référence à Carl Von Linné, botaniste suédois fondateur de la nomenclature binomiale utilisée actuellement, qui a publié cette année-là dans son ouvrage *Species plantarum* bon nombre des plantes connues à ce jour.
- Lorsque l'élément « **spp.** » suit un nom de genre, cela fait référence à toutes les espèces de ce genre-là : ainsi, « *Lavandula* spp. » fait référence à toutes les espèces du genre *Lavandula*.
- Le signe « **x** » avant le nom d'espèce indique un hybride, c'est-à-dire une variété issue du croisement de deux espèces.
- L'élément « **ct.** » après le nom latin indique un chémotype, mais cette notion se réfère plutôt à l'HE et non à la plante : selon le lieu de culture de la plante, l'huile essentielle d'une même espèce peut parfois présenter différents profils de composition chimique, dont le composé le plus caractéristique définit le nom du chémotype.
- On peut également trouver un terme relatif au « **type géographique** », qui ne garantit pas une origine à proprement parler. C'est le cas du Géranium « Bourbon », originaire de la Réunion mais désormais principalement cultivé à Madagascar, qui diffère du Géranium « Egypte », pourtant tous deux de l'espèce *Pelargonium x asperum*.

À noter qu'il ne faut pas se fier aux noms INCI^b qui semblent emprunter le nom latin de la plante car malheureusement, la classification évolue et les termes empruntés sont souvent obsolètes voire incorrects.

^a Lorsque le texte alentour est en italique, les termes latins sont à l'inverse en caractères droits : « l'orange *Citrus sinensis* est un agrume » ou encore « l'orange *Citrus sinensis* est un agrume ».

^b Pour « International Nomenclature of Cosmetic Ingredients », correspond à la nomenclature internationale utilisée pour les ingrédients cosmétiques, et figure sur la liste INCI des ingrédients.

1.3.2.2 L'importance d'une dénomination précise

La connaissance des familles, genres et espèces botaniques est essentielle pour définir correctement une plante, car les erreurs et confusions dues à une imprécision peuvent être nombreuses, voire dangereuses. Prenons l'exemple de deux espèces de Sauge exploitées commercialement : l'HE de Sauge officinale (*Salvia officinalis*), riche en thuyones, est particulièrement neurotoxique, notamment par voie orale, alors que l'HE de Sauge sclarée (*Salvia sclarea*) ne l'est pas à dose physiologique. Une HE de Sauge vendue sans autre appellation a ainsi provoqué des crises d'épilepsie ayant conduit jusqu'au coma.

Il est donc important, lorsque l'on parle d'une huile essentielle, de préciser au minimum le nom du **genre** et de l'**espèce**, idéalement selon le **nom latin** admis le plus à jour, et par exemple de ne pas se contenter de parler d'huile essentielle de « Sauge ». Il convient également de préciser le **chémotype**. Il s'agit d'un concept selon lequel une même espèce peut donner des huiles essentielles de profil chimique différent. Chacune est alors particulièrement riche en un composé spécifique dont le nom est emprunté pour nommer le chémotype, comme par exemple le Thym à thymol ou Thym à linalol, tous deux issus de la même espèce *Thymus vulgaris*. (7,11)

1.3.3 La classification des plantes aromatiques

Les plantes aromatiques à proprement parler sont apparues il y a 300 millions d'années avec les Spermaphytes qui correspondent à un stade avancé de l'évolution des végétaux, même si des substances odorantes se retrouvaient déjà au sein des végétaux les plus archaïques comme les algues, les lichens et les fougères. Citons la Fougère des montagnes (*Thelypteris limbosperma*) à l'odeur citronnée et boisée qui présente de nombreuses petites glandes jaunes sous ses frondes. (3,17)

Cela n'est pas forcément évident, mais tous les Spermaphytes ne permettent pas d'en obtenir une huile essentielle. En effet, nombreuses sont les plantes qui synthétisent des composés aromatiques, mais toutes n'ont pas nécessairement assez de cellules sécrétrices pour produire suffisamment d'essence, qu'elle soit facile à extraire par distillation et en obtenir une huile essentielle avec un rendement correct. Parmi les 800 000 espèces végétales recensées sur l'ensemble de la planète, les plantes aromatiques capables de donner de l'huile essentielle par au moins une de leurs parties ne représentent alors que 10% de la biomasse végétale. (3,7,11)

La distribution naturelle des plantes aromatiques recouvre tous les habitats existant sur la planète : des climats les plus chauds aux plus froids, des plus arides aux plus humides, des régions côtières aux régions montagneuses, sur tous les continents. Toutefois, leur présence prédomine particulièrement dans les zones tropicales. (3)

La classification qui suit ne répertorie que les principales plantes responsables de la synthèse des substances aromatiques et ne saurait être exhaustive. De plus, parmi les 300 000 espèces végétales à fleurs dénombrées à ce jour, quelques dizaines de milliers ont un potentiel encore inexploré. Nous sommes donc bien loin d'avoir révélé tous les trésors que la nature renferme en matière de plantes aromatiques. À noter que près de 65% des plantes connues à ce jour sont dans les régions tropicales, dont 20% rien qu'en Afrique. La déforestation massive des forêts tropicales est donc un fléau pour la diversité des espèces végétales, dont plus de 60 000 sont en voie de disparition. (3)

La composition biochimique des sécrétions végétales participe, en partie, à la classification phylogénétique des espèces, bien que des plantes botaniquement éloignées puissent produire toutes deux des substances chimiquement voisines. Par exemple le salicylate de méthyle est retrouvé à plus de 99% à la fois dans l'HE de Bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*) de l'ordre des Ericales et dans l'HE de Gaulthérie (*Gaultheria procumbens*) de l'ordre des Fagales, ces deux ordres étant, nous le verrons, relativement éloignés dans la classification phylogénétique présentée page 35. (3,7)

La Figure 9 ci-après offre une vue d'ensemble de la classification des plantes aromatiques selon le système phylogénétique, dans sa version la plus récente. (16,18) Dans un souci de clarté, cette classification n'est pas exhaustive puisque tous les taxons ne contenant pas ou peu de plantes aromatiques n'y figurent pas. Les noms d'ordres se terminent par « -ales » tandis que les noms de familles se terminent par « -acées », tous deux apparaissant dans des encadrés verts. Les noms en gras désignent des clades. À noter enfin que des éléments relatifs aux molécules d'HE et procédés pourront être évoqués, mais ces éléments seront définis dans les Parties 2 et 3 correspondantes.

1.3.3.1 Les gymnospermes

Les Gymnospermes^a sont des plantes à ovules nus, c'est-à-dire non enclos dans un ovaire, et portés par un cône. Parmi les 6 ordres de ce clade, un seul comporte des plantes aromatiques. L'ordre des Pinales, plus communément connu comme les « Conifères », compte 550 espèces réparties en 7 familles, dont principalement deux comportent des plantes aromatiques. L'Annexe A page 236 permet de les situer dans la classification phylogénétique complète des gymnospermes. (3)

^a Dans la classification phylogénétique, on parle d'Acrogymnospermes pour être plus exact.

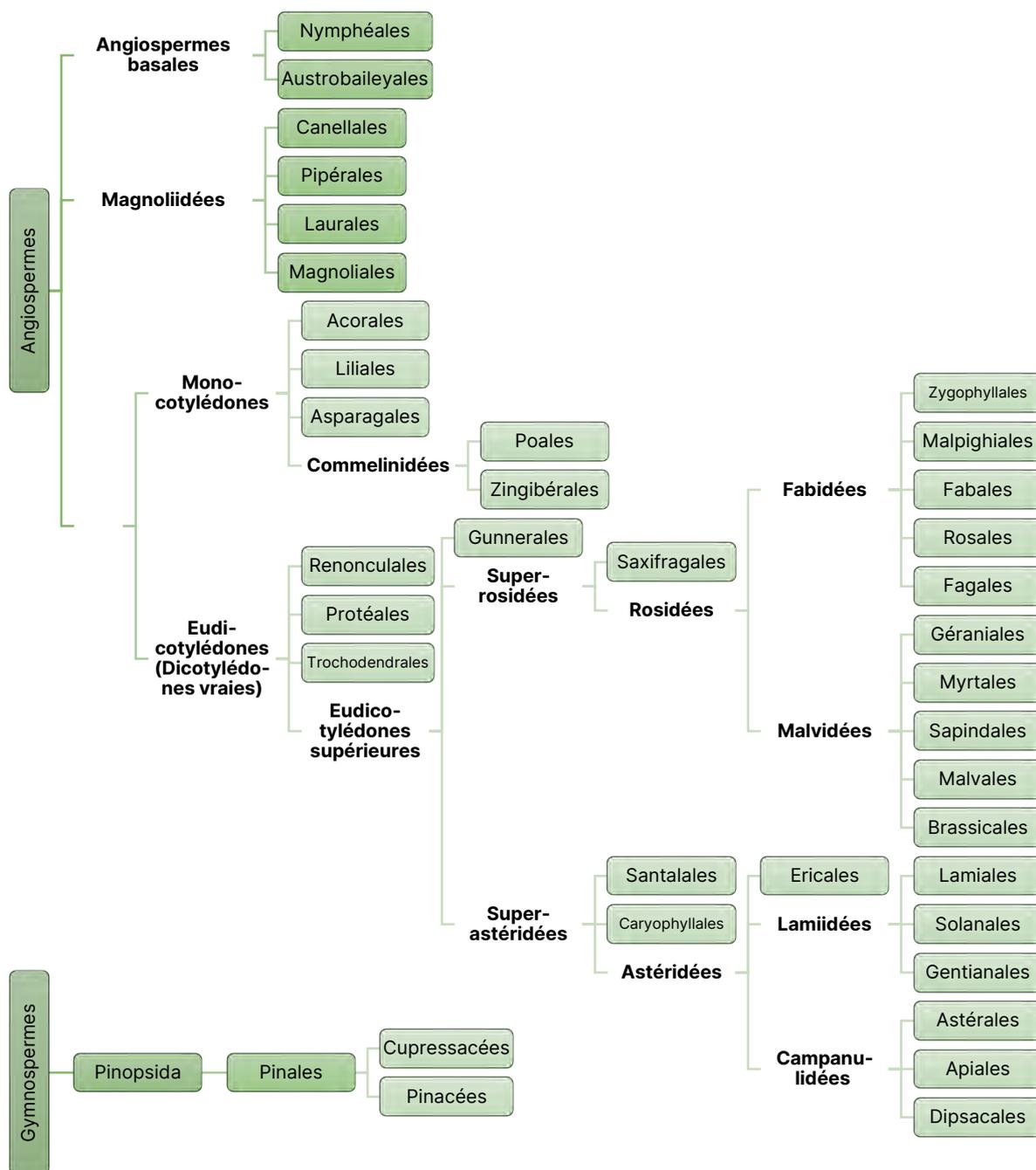


Figure 9. Aperçu général de la classification phylogénétique des plantes aromatiques. (18)

1.3.3.1.1 Pinacées

Les Pinacées, ou encore Abiétacées en raison du genre *Abies* très représenté dans cette famille, regroupent 6 principaux genres répartis sur les continents Eurasiens, Nord-américain et Australien : les **Sapins** (*Abies*), les **Epicéas** (*Picea*), les **Pruches** (*Tsuga*), les **Mélèzes** (*Larix*), les **Pins** (*Pinus*) et les **Cèdres** (*Cedrus*).

Il est possible de distiller toutes les parties de ces plantes résineuses : les essences se retrouvent principalement dans les aiguilles (*Abies*, *Picea*, *Pinus*, *Tsuga*), les bois et écorces (*Pinus*), mais aussi les bourgeons (*Abies*, *Pinus*) et les cônes (*Cedrus*).

La distillation des oléorésines obtenues par incision des troncs des *Pinus* et *Larix* permet d'obtenir les « essences^a de térébenthine »^b. Certaines oléorésines du genre *Abies* sont appelées baumes, comme le baume du Canada issu du Sapin baumier (*Abies balsamea*). Les huiles essentielles des Pinacées sont majoritairement constituées de monoterpènes (α et β -pinènes), d'esters monoterpéniques (acétate de bornyle) et de cétones sesquiterpéniques. (3,7,11)

1.3.3.1.2 Cupressacées

Proche des Pinacées, les Cupressacées sont une famille d'arbres et arbustes connus : les **Genévriers** (*Juniperus*), les **Thuyas** (*Thuja*), les **Cyprés** (*Cupressus*) et les **Séquoias** (*Sequoia*). L'HE provenant de leurs rameaux sont riches en hydrocarbures alors que celle issue des bois est riche en alcools sesquiterpéniques. (3,11)

1.3.3.2 Les angiospermes

Plutôt que de traiter les familles par ordre alphabétique, nous les aborderons regroupées par ordre selon la classification phylogénique APG IV, car cela fait davantage sens au niveau de l'évolution. (16,18) Comme déjà présenté en Figure 9, ne seront traitées que les ordres qui comprennent des plantes aromatiques (noms encadrés à fond vert), et les principales familles concernées. Pour avoir la vue d'ensemble, se référer à l'Annexe B. Pour chaque groupe ou clade d'importance, un focus détaillé de la classification sera proposé.

1.3.3.2.1 Les angiospermes basales

Parmi les angiospermes les plus anciennes, citons deux ordres :

➤ **NYMPHÉALES**

Cet ordre ne comprend qu'une famille, les Nymphéacées, qui regroupe notamment les **Nénuphars** (genres *Nymphaea* et *Nuphar*). (3)

➤ **AUSTRALOAILEYALES**

Cet ordre comprend les Illiciacées dont on peut citer le **Badianier de Chine** (*Illicium verum*), aussi appelé Anis étoilé. L'huile essentielle issue des fruits et graines de Badianier est très majoritairement constituée de trans-anéthole (à près de 90%). (3)

^a L'utilisation de ce terme ici est impropre, le terme approprié étant huile essentielle.

^b À l'exception de la térébenthine de Chio obtenue à partir d'une Anacardiacees.

1.3.3.2 Les magnoliidées

Ce clade regroupe 4 ordres de plantes encore relativement primitives.

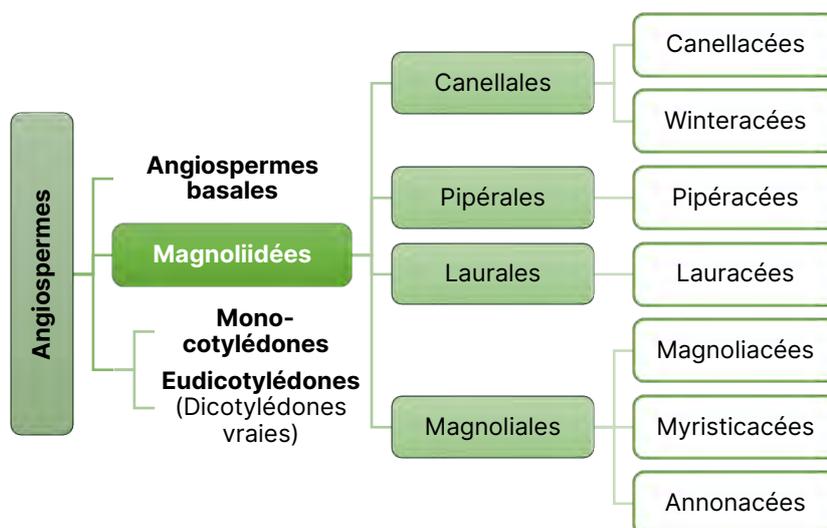


Figure 10. Aperçu détaillé de la classification des magnoliidées. (18)

➤ CANELLALES

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, les Canellacées ne comprennent pas tous les Canneliers, le genre le plus connu (*Cinnamomum*) faisant partie des Lauracées. Citons le **Bois-Cannelle** (*Canella winterana*) originaire des Antilles dont l'écorce est riche en eugénol et le **Mandravasarota** (*Cinnamosma fragrans*) aussi appelé « Saro » originaire de Madagascar dont les écorces et les feuilles sont riches en 1,8-cinéole.

Parmi les Winteracées, citons la **Cannelle de Magellan** (*Drimys winteri*) dont l'écorce est riche en composés sesquiterpéniques. (3)

➤ PIPÉRALES

Les Pipéracées sont connues pour comporter les Poivriers dont est distillée principalement la baie qui correspond au fruit. Les Poivriers sont des lianes qui s'enroulent autour d'autres plantes, et sont souvent cultivés en présence de Cafésiers ou Théiers. Le **Poivre noir** (*Piper nigrum*) est riche en monoterpènes (limonène et pinènes). Attention, les faux « poivres » sont nombreux, seuls ceux appartenant au genre *Piper* sont considérés comme les vrais poivres. (3)

➤ LAURALES

Cet ordre est principalement représenté par les Lauracées, une importante famille botanique de plus de 2 000 espèces d'arbres et arbustes particulièrement verts, retrouvés surtout en zone tropicale, sauf pour le Laurier noble en méditerranéenne.

Toutes les parties peuvent être distillées, et la composition de l'huile essentielle obtenue varie selon les espèces, mais également selon la partie distillée :

- Les écorces de **Cannelle de Ceylan** (*Cinnamomum verum*) contiennent du cinnamaldéhyde, alors que les feuilles sont riches en eugénoles ;
- Les feuilles de **Laurier noble** (*Laurus nobilis*), riches en 1,8-cinéole/eucalyptol ;
- Les fruits de **Litsée citronnée** (*Litsea citrata*), riches en citrals (néral + géraniol).
- Le bois du **Camphrier** (*Cinnamomum camphora*) est – sans surprise – riche en camphre, tandis que ses feuilles sont plutôt riches en 1,8-cinéole.
- Le **Ravintsara** est un terme malgache pour désigner le Camphrier à cinéole (*Cinnamomum camphora*) retrouvé à Madagascar, à ne pas confondre avec le **Ravensare** (*Cryptocarya agathophylla*) dont l'écorce est riche en estragol et les feuilles donnent 4 chémotypes (sabinène, terpinène, méthyl eugénoles, estragol).
- Le **Bois de Hô** n'est autre qu'un Camphrier à linalol (*Cinnamomum camphora*) retrouvé en Chine.
- Les « **Bois de rose** »^a (principalement *Aniba rosaeodora*) sont riches en linalol.
- Le **Sassafras blanc** (*Sassafras albidum*) est originaire du Brésil et l'écorce de ses racines donne une huile essentielle riche en safrole. (3,7,11)

➤ MAGNOLIALES

Les Magnoliacées sont surtout représentées par les **Magnolias** (genres *Magnolia* et *Michelia*) dont on distille les fleurs très parfumées et les feuilles.

Les Myristicacées qui regroupent des arbres tropicaux tels que les **Muscadiers** (*Myristica*) dont la graine donne l'HE de noix de muscade, riche en monoterpènes et myristicine, un phénylpropanoïde.

Les Annonacées sont une famille de plantes tropicales dont peu d'espèces sont utilisables à des fins aromatiques, citons la plus connue : l'**Ylang-Ylang** (*Cananga odorata*) dont l'huile essentielle issue des fleurs est particulièrement appréciée pour son parfum envoûtant. (3,7)

1.3.3.2.3 Les monocotylédones

Le cotylédon correspond à la « préfeuille » qui germe à l'intérieur de la graine, et les plantes à monocotylédones, moins évoluées, n'ont qu'un seul cotylédon. (3)

^a Ce nom d'usage peut prêter à confusion, la partie distillée est bien le bois, mais ce n'est pas le bois d'un rosier, ce nom fait simplement référence à la couleur rose intense à l'intérieur du tronc.

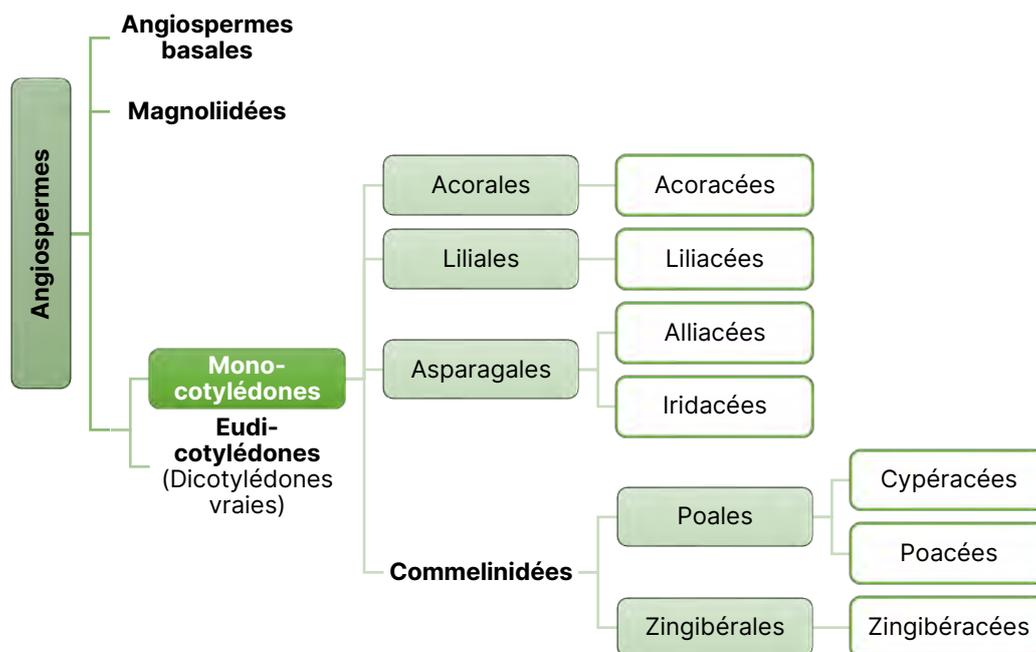


Figure 11. Aperçu détaillé de la classification des monocotylédones. (18)

➤ ACORALES

Bien que les Acoracées soient une famille de plus de 1 500 espèces, seul le genre *Acorus* comporte des espèces distillables, parmi lesquelles le **Roseau odorant** (*Acorus calamus*) dont l'huile essentielle issue du rhizome comprend, selon la variété, plus ou moins d'asarone, un dérivé phénylpropanoïque cancérigène. (3)

➤ LILIALES

Les Liliacées sont représentées par le **Lys blanc** (*Lilium candidum*). (3)

➤ ASPARAGALES

Les Alliacées comprennent des plantes à bulbes dont les huiles essentielles contiennent des disulfures. Citons l'**Ail** (*Allium sativum*), l'**Oignon** (*Allium cepa*), la **Ciboulette** (*Allium schoenoprasum*) et l'**Échalote** (*Allium ascalonicum*).

Les Iridacées comprennent les **Iris** dont on distille les rhizomes séchés ayant fermenté pour obtenir une huile essentielle riche en cétones (irones). Citons l'**Iris pâle** (*Iris pallida*) et l'**Iris d'Allemagne** (*Iris germanica*). On retrouve également des extraits CO₂ d'Iris. (3)

Les deux ordres suivants font partie du clade des Commelinidées.

➤ POALES

Parmi les Cypéracées, citons les **Souchets** (*Cyperus*) dont les rhizomes contiennent des composés sesquiterpéniques (cypérène, cypérol, cypérone, etc.). (3,7)

Les Poacées représentent les plantes les plus évoluées des monocotylédones et forment une famille de près de 7 000 espèces. Anciennement appelée Graminées, cette famille comporte en effet les céréales, la canne à sucre, le bambou et les « herbes » de prairie. Les poacées aromatiques sont surtout représentées par le genre *Cymbopogon*, qui correspond à de grandes plantes herbacées originaires d'Asie du sud-est et cultivées dans les régions tropicales. (3,7,11)

- La **Citronnelle** (*Cymbopogon citratus*) et le **Lemongrass** (*Cymbopogon flexuosus*) donnent des huiles essentielles riches en citrals (néral et géraniol) ;
- Le **Palmarosa** (*Cymbopogon martini*) donne une HE riche en géraniol, d'où son odeur de rose comme son nom l'indique ;
- Bien d'autres Citronnelles du genre *Cymbopogon* fournissent des huiles essentielles riches en composés « lourds » de type sesquiterpéniques ;
- Le **Vétiver** (*Chrysopogon zizanioides*), une herbe touffue dont on distille le rhizome.

➤ ZINGIBÉRALES

Parmi les Zingibéracées citons : (3,11)

- La **Cardamome** (*Elettaria cardamomum*) dont est distillé le fruit encapsulé riche en esters (acétate de terpényle) et 1,8-cinéole, et les **fausses Cardamomes** (*Amomum*).
- Le **Curcuma** (*Curcuma longa*), aussi appelé « Safran des Indes » car utilisé comme ingrédient du curry indien, dont le rhizome fournit une huile essentielle riche en composés sesquiterpéniques (zingibérène, turmérone).
- Le **Gingembre** (*Zingiber officinale*) présente de nombreuses variétés dont deux chémotypes à partir de la distillation du rhizome : l'un à hydrocarbures sesquiterpéniques (zingibérène) retrouvé en Asie du Sud-Est, l'autre à citrals (néral + géraniol) retrouvé au Japon et en Afrique noire.
- Les **Galangas** (certaines espèces du genre *Alpinia*), une épice proche du gingembre dont le rhizome est distillé.
- D'autres espèces, dont on distille les fleurs odorantes pour les **Longoses** (genre *Hedychium*), les feuilles ou graines pour les **Maniguettes** (*Aframomum*) et le rhizome pour le **Zédoaire** (*Curcuma zedoaria*).

1.3.3.2.4 Les eudicotylédones primitives

Cette partie traite les premiers ordres de plantes à avoir eu deux cotylédons germant dans leur graine.

➤ **RENONCULALES**

De nombreuses Renonculacées sont toxiques en raison de la présence d'alcaloïdes, on compte ainsi près d'un tiers de thymoquinone dans l'HE de **Nigelle cultivée** (*Nigella sativa*). Celle-ci est issue des graines capsulaires dont la couleur noire a donné son autre nom, le « Cumin noir ». (3)

➤ **PROTÉALES**

Parmi les Nélumbonacées, le genre *Nelumbo* correspond aux vrais lotus, mais attention, le Lotus rouge (*Nelumbo nucifera*) ne donne pas d'huile essentielle mais une absolue, que l'on obtient par extraction au solvant organique à partir des fleurs. (3)

Les prochains ordres font partie des Eudicotylédones supérieures qui sont des plantes plus évoluées.

1.3.3.2.5 Les super-rosidées

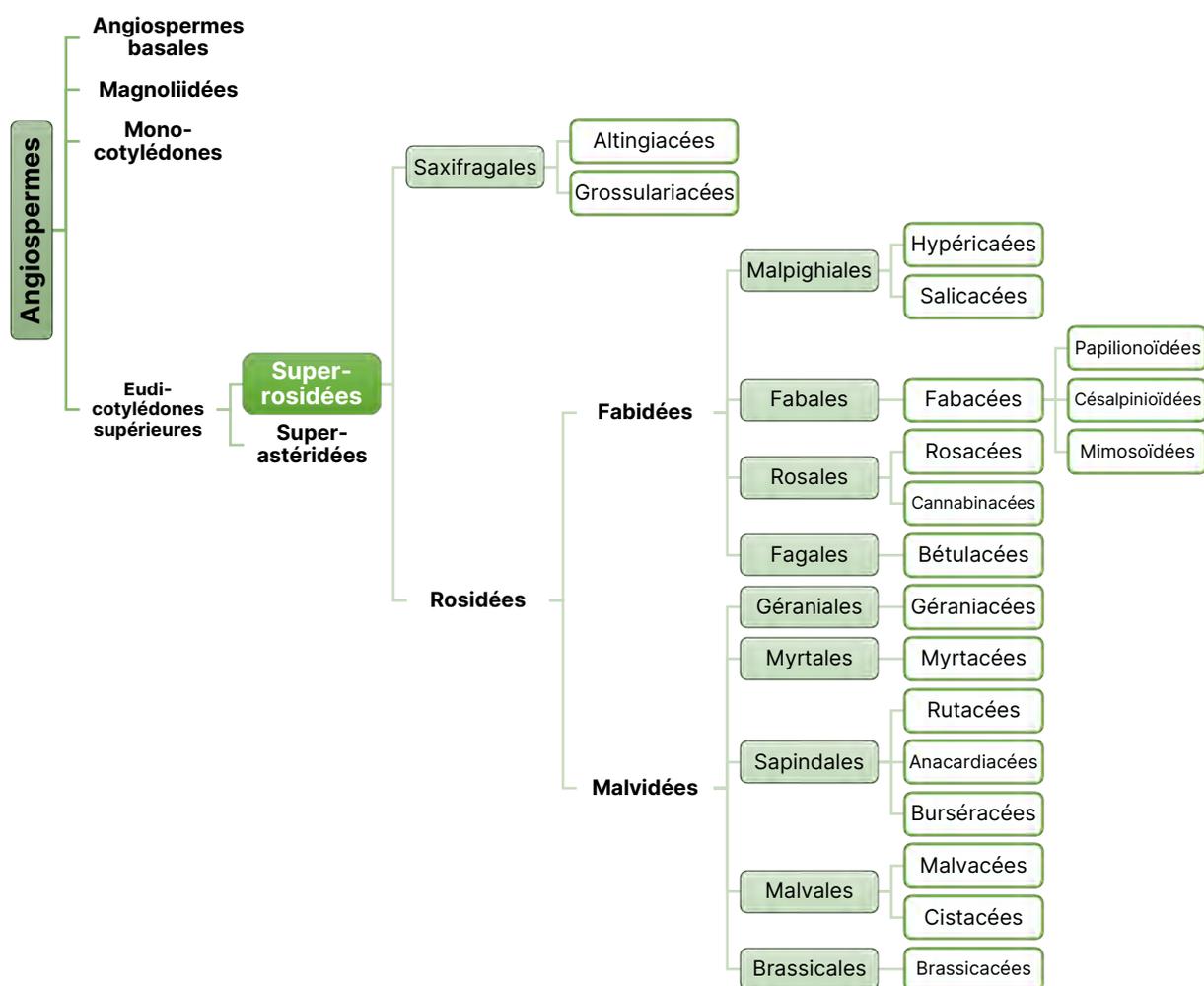


Figure 12. Aperçu détaillé de la classification des super-rosidées. (18)

➤ SAXIFRAGALES

Parmi les Altingiacées, citons le **Copalme d'Amérique** (*Liquidambar styraciflua*) dont une résine ambrée appelée « styrax » coule le long des troncs incisés. Attention à ne pas confondre avec le Benjoin du genre *Styrax* que l'on verra plus tard.

Les Grossulariacées comprennent le **Cassissier** (*Ribes nigrum*) connu pour son fruit, le cassis, mais également pour ses bourgeons en gemmothérapie. En cosmétique on en utilise davantage l'absolue et l'hydrolat. (3)

➤ MALPIGHIALES

Parmi les Hypéricacées, seul le **Millepertuis perforé** (*Hypericum perforatum*) est distillé. Les Salicacées comprennent les **Peupliers** (*Populus*) dont les bourgeons riches en composés sesquiterpéniques sont distillés. (3,7)

➤ FABALES

Cet ordre comprend les Fabacées, anciennement appelées légumineuses, qui regroupe désormais trois anciennes familles en sous-familles (suffixe « -oïdées ») : (3,7)

Les Papilionoïdées comprennent près de 13 000 espèces et sont reconnaissables à leurs fleurs en forme de papillon. Citons de très grands arbres endémiques de l'Amérique latine dont on distille le bois : les **Cabreuvas** (*Myrocarpus fastigiatus*, *Myrocarpus frondosus*), le **Baumier de Tolu** (*Myroxylon balsamum*) et le **Baumier du Pérou** (*Myroxylon balsamum* var. *pereirae*)

Les Césalpinioïdées sont représentées par le genre *Caesalpinia* qui comprend plutôt des espèces ornementales comme l'**Oiseau de paradis** (*Caesalpinia gilliesii*), et les **Copahiers** (*Copaifera*) qui sont connus pour produire des résines appelées copals.

Les Mimosoïdées sont principalement représentées par le genre *Acacia* qui regroupe les **Mimosas** et les **Cassies** mais fourniront plutôt des absolues.

➤ ROSALES

Dans les Rosacées, parmi les nombreuses espèces de Roses (*Rosa*), très peu sont utilisées et sont pour la plupart des hybrides. La plus connue étant la **Rose de Damas** (*Rosa × damascena*) principalement cultivée en Bulgarie et en Turquie, mais aussi la **Rose cent-feuilles** (*Rosa × centifolia*), dont l'hydrodistillation des pétales donne une HE riche en monoterpénols (citronellol, géraniol, nérol) mais dont l'odeur est liée à la présence de β -damascénone. (3)

Parmi les Cannabinacées, citons les huiles essentielles de fleurs de **Houblon** (*Humulus lupulus*) riches en β -myrcène ou α -humulène selon le chémotype, et celles de **Chanvre** (*Cannabis sativa*) dont est distillée la variété à fibres, riche en β -caryophyllène, utilisée de façon licite dans l'industrie papetière, par opposition à la variété à résine cultivée de façon illicite. (3)

➤ FAGALES

Les Bétulacées sont une famille d'arbres comprenant le **Bouleau jaune** (*Betula alleghaniensis*) et le **Bouleau acajou** (*Betula lenta*) dont la distillation des écorces donne une huile essentielle composée quasi exclusivement de salicylate de méthyle. (3,7)

➤ GÉRANIALES

Les Géraniacées comprennent les Géraniums qui sont principalement du genre *Pelargonium*, le plus connu étant le **Géranium rosat** (*Pelargonium × asperum*) qui correspond plutôt à un groupe de cultivars hybrides issus de *P. graveolens*, *P. capitatum* et de *P. radens*. Ses feuilles donnent une huile essentielle riche en monoterpénols (citronellol, géraniol, nérol), mais dont il existe deux chémotypes : ceux du Maroc et d'Égypte riches en 10-épi- γ -eudesmol, et celui de la Réunion et Madagascar, appelé « Géranium bourbon », plutôt riche en citronellol. (3,9,11)

➤ MYRTALES

Les Myrtacées sont une grande famille de près de 4 000 espèces, aromatiques pour beaucoup d'entre elles, comptant surtout des arbres, arbustes et arbrisseaux avec une répartition vaste dans les régions à climat chaud. Leurs essences se retrouvent principalement dans les feuilles comme pour les **Eucalyptus** (*Eucalyptus*), mais aussi dans les bourgeons floraux, les fleurs du genre *Syzygium* et les fruits du genre *Pimenta*.

Les espèces de cette famille donnent des huiles essentielles riches en molécules variées, dont l'existence de chémotypes est fréquente. Citons quelques espèces, et le composé majoritaire de leur huile essentielle (3,7,11) :

- L' α -pinène (terpène) dans l'HE d'**Eucalyptus des marais** (*Eucalyptus robusta*),
- Le terpinène-4-ol (alcool monoterpénique) dans l'HE d'**Arbre à thé** (*Melaleuca alternifolia*) plus connu sous son nom anglais « Tea tree »,
- L'eucalyptol (éther-oxyde monoterpénique) ou 1,8-cinéole, dans les huiles essentielles de nombreuses espèces : l'**Eucalyptus commun** ou « Gommier bleu » (*Eucalyptus globulus*), l'**Eucalyptus radié** (*Eucalyptus radiata*), le **Niaouli** (*Melaleuca quinquenervia*), le **Cajepout** (*Melaleuca cajuputi*), un des chémotypes du **Myrte commun** (*Myrtus communis*),

- L'eugénol (alcool phénylpropanoïde) dans les boutons floraux de **Giroflier** (*Syzygium aromaticum*) appelés « clous de Girofle », et dans les fruits séchés de Piments (*Pimenta dioica*, *Pimenta racemosa*),
- Le citronellal (aldéhyde monoterpénique) dans l'**Eucalyptus citronné** (*Corymbia citriodora*) et le **Myrte citronné** (*Leptospermum petersonii*),
- Les citrals (aldéhydes monoterpéniques) dans un autre chémotype du **Piment couronné** (*Pimenta racemosa*) et de **Backhousia** (*Backhousia citriodora*),
- Le cinnamate de méthyle dans le **Mélaleuque** (*Melaleuca viridiflora*).

➤ SAPINDALES

Les Rutacées forment une famille d'arbres et arbustes tropicaux, anciennement appelée « Hespéridées » en référence au Jardin des Hespérides dans la mythologie grecque. Elle est principalement représentée par le groupe des « Agrumes » du genre *Citrus*, dont les feuilles, les fruits et leurs écorces appelées « zestes » sont particulièrement riches en essence. L'huile essentielle d'expression à froid issue des zestes de fruits est parfois distillée pour en écarter les furocoumarines, une famille de molécules phototoxiques dont nous parlerons plus en détail par la suite. Lorsque ce sont les feuilles qui sont distillées, on parle d'HE de « Petit grain ».

La diversité des molécules retrouvées dans les HE de cette famille est bien sûr importante, mais la majorité des espèces sont principalement riches en limonène, les autres molécules modulant l'odeur et les propriétés propres à chaque espèce.

Parmi les principaux agrumes du genre *Citrus*, citons :

- L'**Oranger** (*Citrus sinensis*) donne des oranges douces dont on obtient l'essence par expression uniquement.
- L'**Oranger amer** (*Citrus ×aurantium*) aussi appelé « Bigaradier » dont les feuilles donnent l'HE de Petit grain bigarade et les fleurs l'HE de Néroli (bigarade).
- Le **Mandarinier** (*Citrus reticulata*) donnera des huiles essentielles de couleur différente selon la maturité des fruits utilisés, du vert au rouge en passant par le jaune-orange, il ne s'agit donc pas de différentes variétés de mandarine mais bel et bien de la même variété simplement récoltée à différents stades de développement.
- La **Clémentine** (*Citrus ×clementina*) n'est autre qu'un hybride naturel entre la Mandarine (*Citrus reticulata*) et l'Orange (*Citrus sinensis*), et ne servira que pour une huile essentielle de Petit grain issue de ses feuilles.
- Le **Pamplemoussier** (*Citrus maxima*) donnant des fruits verts à l'écorce épaisse. Le terme Pamplemousse est souvent ambigu car le pamplemousse *C. maxima* est appelé « Pomelo » en Anglais, alors que le Pomelo (*Citrus ×paradisi*) en français appelé « Grapefruit » en Anglais donne le fruit orange à l'écorce mince que l'on appelle communément « Pamplemousse », qui n'est autre qu'un croisement spontané entre le Pamplemoussier (*C. maxima*) et l'Oranger (*C. sinensis*).

- Le **Citronnier** (*Citrus limon*).
- Le **Bergamotier** (*Citrus bergamia*), hybride spontané entre le Citronnier (*Citrus limon*) et l'Oranger amer (*Citrus × aurantium*).
- Le **Limettier** (*Citrus aurantiifolia*) donne un petit « citron vert »
- Le **Cédratier** (*Citrus medica*) originaire de l'Inde
- Le **Combava** (*Citrus hystrix*), un petit fruit vert très reconnu dans l'Océan Indien.
- Le **Yuzu** (*Citrus junos*), endémique du Japon, dont le zeste de la plupart des variétés donne des huiles essentielles sans furocoumarines.

Enfin, parmi les autres Rutacées citons : les **Buchus** (*Barosma*) dont les feuilles sont riches en cétones terpéniques, les **Faux-poivres** (*Zanthoxylum*), les **Closonies** (*Clausena*), la **Fraxinelle commune** (*Dictamnus albus*) aussi appelée « Buisson ardent » car ses fleurs renferment une grande quantité d'essence particulièrement inflammable par temps chaud, les **Rues** (*Ruta*) dont l'HE est hautement toxique et le **Katafray** (*Cedrelopsis grevei*) dont les feuilles et les écorces donnent une HE riche en hydrocarbures sesquiterpéniques.

Bien que moins vastes, les Sapindales comprennent également d'autres familles comme les Anacardiacees dont les huiles essentielles issues du bois et des rameaux sont riches en terpènes et donnent une odeur de térébenthine caractéristique expliquant l'ancien nom de cette famille « Térébenthinacées ». Citons les **Pistachiers** (*Pistacia*) et le **Poivre Rose** (*Schinus terebinthifolius*). (3,7)

Enfin, les Burséracées comptent des arbres et arbustes à oléorésines qui suintent le long de l'écorce après une incision. Leur distillation donne des huiles essentielles quasi exclusivement constituées d'hydrocarbures terpéniques, dont la composition peut varier selon la période de récolte. Citons les **Encens** (*Boswellia*), les **Myrrhes** (*Commiphora*), les **Élémis** (*Canarium*) et le genre *Bursera*. (3,7)

➤ MALVALES

Les Malvacées comprennent les **Tilleuls** (*Tilia*) qui font plutôt l'objet d'extraits CO₂ supercritique, et de distillation des fleurs pour en obtenir l'eau florale.

Les Cistacées sont représentées par les **Cistes** (*Cistus*). (3)

➤ BRASSICALES

Cet ordre est principalement représenté par la famille des Brassicacées, autrefois appelée « Crucifères » en raison de la disposition en croix des pétales. Citons les **Moutardes** du genre *Brassica* dont l'HE est riche en isothiocyanate d'allyle, un composé azoté et soufré responsable de leur goût piquant. (3)

1.3.3.2.6 Les super-astéridées

Au sein du clade des super-astéridées, on retrouve deux ordres indépendants (Santalales, Caryophyllales), puis le clade des Astéridées qui comprend un ordre seul (Éricales) et deux sous-clades (Lamiidées, Campanulidées).

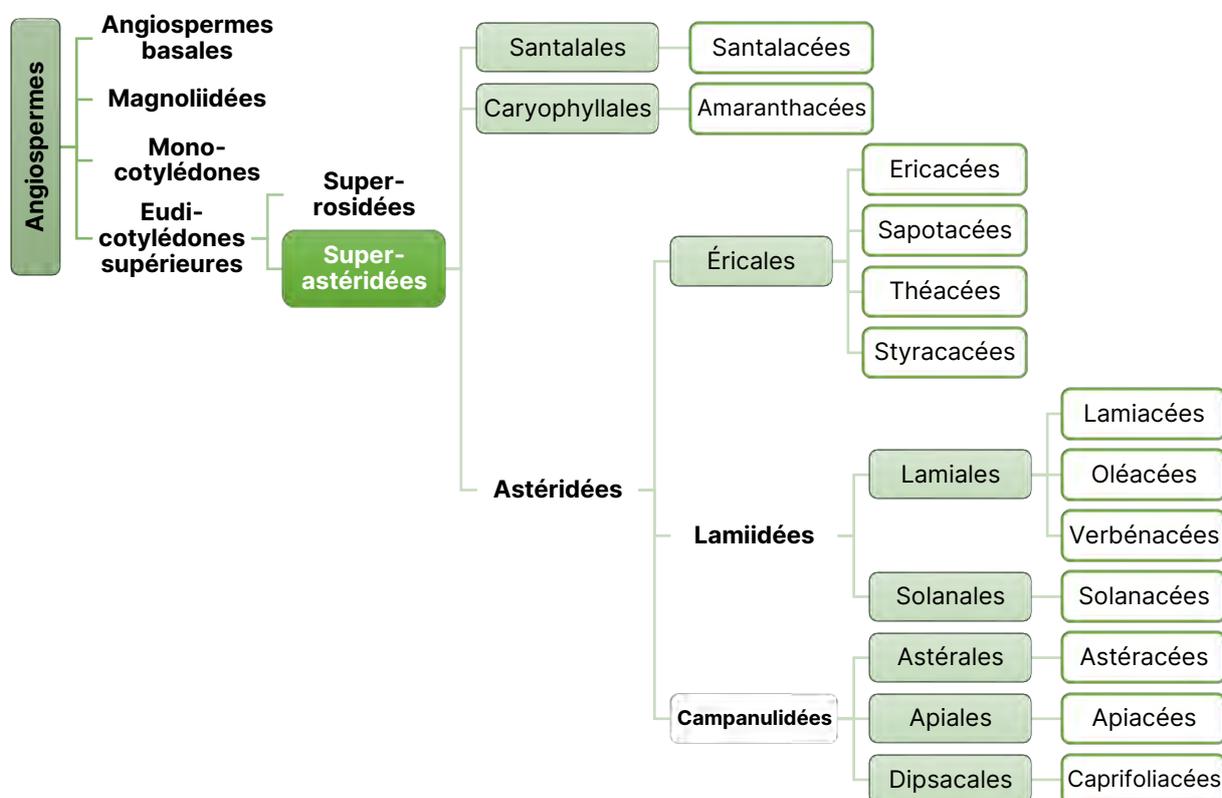


Figure 13. Aperçu détaillé de la classification phylogénétique des super-astéridées. (18)

➤ SANTALALES

Les Santalacées sont principalement représentées par les Santals (*Santalum*), citons le **Santal blanc** (*Santalum album*) dont l'huile essentielle est riche en santalols, des énantiomères d'alcools sesquiterpéniques. (3)

➤ CARYOPHYLLALES

Parmi les Amaranthacées, les feuilles de **Chénopode** (*Dysphania ambrosioides*) donnent une huile essentielle très riche en ascaridole, un diépoxyde bicyclique. (3)

➤ ÉRICALES

Les Ericacées sont principalement des herbacées retrouvées dans des régions assez froides, tempérées ou en altitude sous les tropiques, dont on peut citer les **Bruyères** (*Erica*), les **Gaulthéries** (*Gaultheria*), les **Rhododendrons** (*Rhododendron*), les **Airelles** (*Vaccinium*, dont les **Myrtilles** et **Canneberges**).

Parmi les autres familles, citons les Sapotacées avec le **Karité** (*Vitellaria paradoxa*, plus connu sous son ancien nom *Butyrospermum parkii* qui a donné lieu à son nom INCI dans les listes d'ingrédients cosmétique), les Théacées avec le **Camélia d'automne** (*Camellia sasanqua*) et les Styracacées avec les **Benjoins** (*Styrax*) qui sécrètent des baumes portant le même nom, riches en esters (cinnamates et benzoates). (3,11)

➤ LAMIALES

Parmi les Oléacées, les **Oliviers odorants** (*Osmanthus*) et les **Jasmins** (*Jasminum*) sont plutôt destinés à la fabrication d'absolues.

Les Verbénacées donnent des essences riches en terpénoïdes. Citons les véritables verveines du genre *Aloysia* comme la **Verveine citronnée** (*Aloysia citriodora*) plutôt riches en citrals et d'autres verveines plutôt riches en phénols qui porteront le nom de « thym » ou « origan ». À noter que la **Verveine officinale** (*Verbena officinalis*) n'a pas d'odeur !

Les Lamiacées forment une très grande famille d'espèces très proches en termes botaniques et aromatiques. L'ancien nom de cette famille « Labiées » fait référence à la forme des pétales de fleurs. Leur répartition est vaste, mais surtout dans les régions tempérées et chaudes. Presque toutes les Lamiacées ont des glandes épidermiques sur tous les organes végétatifs et reproducteurs (surtout sur les feuilles, les tiges et les fleurs) et donnent des huiles essentielles souvent complexes. Les sous-espèces, variétés et chémotypes sont nombreux dans cette famille qui représente tout le panel des familles chimiques. Citons quelques-unes des principales espèces et les molécules dont leur huile essentielle est majoritairement composée : (3,7)

Parmi les Basilics, citons le **Basilic** (*Ocimum basilicum*) riche en estragol, le **Basilic africain** (*Ocimum gratissimum*) riche en eugénol, et le **Basilic citronné** (*Ocimum americanum*) riche en citrals.

Concernant les Lavandes, prenons le temps de détailler davantage :

- La **Lavande vraie** (*Lavandula angustifolia* var. *fragens*), aussi appelée Lavande officinale, est la variété la plus parfumée car riche en acétate de linalyle. Elle comprend elle-même près d'une quinzaine de races et de formes selon la forme des fleurs (rondes ou longues), leur couleur (bleues, violettes, mauves, blanches), la densité des épis, et la longueur des tiges. On ne la retrouve à l'état sauvage qu'au niveau des sols calcaires particulièrement secs, de 700 à 1800m d'altitude.
- La **Lavande fine** (*Lavandula angustifolia* var. *delphinensis*) est une autre Lavande officinale, moins odorante et au parfum moins subtil. Elle se retrouve à l'état sauvage sur des sols plus frais à plus basse altitude, mais sont davantage cultivées les espèces clonales plus productives « Maillette » et « Mathéronne ».

- La **Lavande aspic** (*Lavandula latifolia*) pousse à basse altitude (de 300 à 600 m) et donnera une huile essentielle plus cinéolée en Provence et plus camphrée en Espagne.
- La **Lavande papillon** (*Lavandula stæchas*) pousse dans les régions plus méridionales et son odeur est moins suave, plus camphrée et entêtante.
- Le **Lavandin** (*Lavandula ×intermedia*) n'est autre qu'un hybride entre la Lavande vraie et la Lavande aspic mentionnées ci-dessus, dont les clones principaux sont Super, Grosso et Abrial. Son huile essentielle est réputée plus grossière d'un point de vue olfactif (plus camphrée) et qualitatif mais, économiquement, bien plus intéressante par son rendement nettement supérieur, ce qui fait que le Lavandin occupe la plupart des champs.

Les huiles essentielles de ces Lavandes ont des compositions suffisamment différentes pour avoir des propriétés différentes : plutôt apaisante pour la Lavande vraie, plutôt tonique pour la Lavande aspic, et forte neurotoxicité pour la Lavande papillon.

Concernant les Menthes, les hybrides et variétés sont nombreux. Citons parmi les espèces originelles la **Menthe des champs** (*Mentha arvensis*) riche en linalol, la **Menthe verte** (*Mentha spicata*) riche en carvone et la **Menthe aquatique** (*Mentha aquatica*) riche en menthofurane. L'hybride entre la Menthe verte et la Menthe aquatique n'est autre que la **Menthe poivrée** (*Mentha ×piperita*) qui, elle, est riche en menthol.

Concernant les Origans, citons l'**Origan vrai** (*Origanum vulgare*) et l'**Origan compact** (*Origanum compactum*) ou « Marjolaine sauvage », tous deux riches en carvacrol et thymol, puis la **Marjolaine à coquilles** (*Origanum majorana*) riche en terpinéol-4 ou thuyanol selon le chémotype.

Concernant les Romarins, citons le **Romarin officinal** (*Rosmarinus officinalis*) dont les chémotypes sont riches en camphre, 1,8-cinéole ou verbénone.

Concernant les Sarriettes, citons la **Sarriette des montagnes** (*Satureja montana*) aux nombreuses sous-espèces dont l'HE est riche en phénols.

Les Sauges comptent près de 1 000 espèces avec de nombreuses sous-espèces, variétés et cultivars. Leur HE est quasi exclusivement d'origine terpénique. Citons la **Sauge sclarée** (*Salvia sclarea*) riche en acétate de linalyle – d'où l'odeur musquée de ses fleurs – et la **Sauge officinale** (*Salvia officinalis*) plutôt riche en thuyones, ce qui la rend neurotoxique.

Concernant les Thyms, le plus connu est le **Thym vulgaire** (*Thymus vulgaris*) pour lequel il existe pas moins de 7 chémotypes, présentant chacun des propriétés propres à leur molécule chimique caractéristique. La plupart des thyms sont riches en thymol et carvacrol, dans des proportions cependant variables. Les autres espèces de thyms sont nombreuses, qu'elles soient hybrides ou naturelles, et leurs chémotypes d'HE également.

Le **Patchouli** (*Pogostemon cablin*) doit l'odeur si caractéristique de son huile essentielle à la présence de traces de norpatchoulol et non pas au patchoulol, pourtant majoritaire. La **Cataire** (*Nepeta cataria*) ou « Herbe à chats » doit son nom à la présence de népétalactone, une cétone neurotoxique, qui rend fous les chats. Pour clore cette famille des Lamiacées, citons la **Mélisse** (*Melissa officinalis*) riche en citrals, les **Monardes** (*Monarda*) et certaines sous-espèces d'**Hysope officinale** (*Hyssopus officinalis*) qui sont neurotoxiques par la présence de pinocamphones.

➤ SOLANALES

Avec près de 3 000 espèces, les Solanacées sont surtout composées de plantes alimentaires (pomme de terre, tomates, poivrons, etc.), ornementales (pétunia) ou fumables (tabac). On y retrouve aussi les Jasmins (*Cestrum*) mais dont les fleurs sont utilisées pour la production d'absolues, et non d'huiles essentielles.

➤ ASTÉRALES

Les Astéracées représentent la plus grande famille du règne végétal avec plus de 20 000 espèces, réparties sur tout le globe, à toutes altitudes et tous climats. Généralement, ce sont des herbes ou arbrisseaux que l'on retrouve dans les régions sèches, voire arides, comme les pays méditerranéens, l'Afrique australe, l'Australie du Sud, et l'Amérique.

Leur ancien nom de « Composées » est dû à leur organisation florale particulière qui fait qu'elles sont considérées comme les plantes les plus évoluées. En effet, la fleur unique en apparence est en fait composée de centaines de fleurs modifiées ayant pris l'apparence de pétales (ce sont les fleurs externes appelées ligules) ou d'étamines (ce sont les fleurs centrales appelées tubules).

Là encore, on peut retrouver la majorité des familles biochimiques à travers les nombreux genres de cette famille qui pour la plupart donnent des huiles essentielles : citons les cétones qui sont courantes et souvent majoritaires, ainsi que les lactones sesquiterpéniques caractéristiques de cette famille. Les huiles essentielles à chémotypes sont fréquentes, notamment parmi les espèces des genres *Artemesia* et *Chrysanthemum*.

Parmi les genres les plus connus, citons les **Achillées** (*Achillea*), les **Ambrosies** (*Ambrosia*), les **Armoises** (*Artemesia*) dont notamment l'**Estragon** (*Artemesia dracuncululus*), les **Arnica** (*Arnica*), les **Bleuets** (*Centaurea*), les **Immortelles** (*Helichrysum*), les **Inules** (*Inula*), les **Santolines** (*Santolina*), les **Chrysanthèmes** (*Chrysanthemum*), les **Soucis** (*Calendula*) et les **Tanaisies** (*Tanacetum*). À noter que tous donnent des huiles essentielles, sauf les Arnica et les Bleuets.

Le cas des « Camomilles » est particulier puisque ce terme peut faire référence à différents genres d'Astéracées dont la composition de l'huile essentielle diffère : celle de **Camomille romaine** (*Chamaemelum nobile*) est riche en esters, alors que celle de **Camomille allemande** (*Matricaria recutita*) est riche en sesquiterpènes, notamment le chamazulène qui est responsable de sa coloration bleue caractéristique, tout comme chez la **Tanaisie annuelle** (*Tanacetum annuelle*) que l'on appelle parfois « Camomille bleue du Maroc ». Aussi, la « **Camomille mixte** » est une Anthémis (*Cladanthus mixtus*) la « **grande Camomille** » (*Tanacetum parthemium*) n'est autre qu'une Tanaisie. (3,7,11)

➤ **APIALES**

Les Apiacées sont une importante famille du règne végétal, que ce soit au niveau du nombre d'espèces, de leur répartition sur tout le globe, ou de la variété de leurs usages. On les retrouvera particulièrement dans les régions tempérées de l'hémisphère Nord. Les fleurs de cette famille s'organisent selon une disposition particulière dite « en ombelle », d'où l'ancien nom « Ombellifères » pour les Apiacées. Tous les organes de ces espèces peuvent produire des essences, mais les fruits en sont particulièrement riches.

Aux côtés des monoterpènes majoritaires, les coumarines sont les molécules actives qui représentent cette famille. Toutefois, on peut retrouver presque toutes les autres familles chimiques à travers les nombreux genres de cette famille qui comporte d'ailleurs bon nombre de plantes aromatiques au sens culinaire. Citons le **Céleri** (*Apium graveolens*), les **Aneths** (*Anethum*), les **Angéliques** (*Angelica*), les **Anis** (*Pimpinella*), les **Carottes** (*Daucus*), la **Coriandre** (*Coriandrum sativum*), le **Cumin** (*Cuminum cyminum*), les **Fenouils** (*Foeniculum*), les **Férules** (*Ferula*) et les **Persils** (*Petroselinum*). (3,7,11)

➤ **DIPSACALES**

Parmi les Caprifoliacées, citons la **Valériane officinale** (*Valeriana officinalis*) et parmi les Adoxacées citons le **Sureau noir** (*Sambucus nigra*). (3)

PARTIE 2

CHIMIE DES HUILES ESSENTIELLES ET LEUR INTÉRÊT EN COSMÉTIQUE

2.1 LA COMPOSITION BIOCHIMIQUE DES HUILES ESSENTIELLES

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes pouvant contenir plus de 200 molécules différentes, à des concentrations jusqu'à 100 fois plus importantes que dans les plantes dont elles sont extraites, puisque quelques gouttes d'huile essentielle peuvent concentrer l'essence contenue dans plusieurs kilogrammes de plantes. (3,4)

2.1.1 La représentation des molécules en chimie

Avant toute chose, il est important de faire le point sur la façon dont sont représentées les molécules en chimie, car il existe plusieurs niveaux de détail comme illustré avec l'exemple de l'éthanol dans la Figure 14.

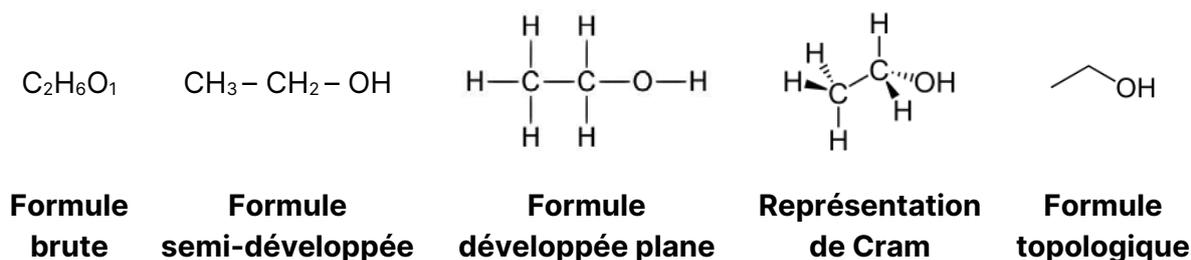


Figure 14. Différentes représentations de la même molécule d'éthanol.

2.1.1.1 Le cas des molécules des huiles essentielles

La différence de poids moléculaire entre les molécules d'une HE est très faible et bon nombre d'entre elles sont des isomères de position, de conformation, ou encore de configuration. Cela implique que certaines molécules ont une formule brute, une formule semi-développée et jusqu'à une formule développée identiques. (9) La **représentation de Cram** permet de modéliser la stéréochimie de la molécule en faisant apparaître les liaisons en perspective : les triangles pleins indiquent une liaison en avant du plan tandis que les triangles hachurés indiquent une liaison en arrière du plan.

Toutefois, les structures étant relativement similaires parmi les molécules retrouvées dans les huiles essentielles, il est important de pouvoir rapidement distinguer les petits éléments de différence, ce que ne permet pas la représentation de Cram.

C'est pourquoi la **formule topologique** est la plus utilisée pour représenter la structure des molécules des huiles essentielles. Celle-ci se concentre sur la structure du squelette en faisant abstraction des atomes de carbone (C) et d'hydrogène (H). Ainsi, les traits représentent une liaison simple entre deux C, eux-mêmes liés implicitement à autant de H que nécessaire pour respecter la valence^a de 4 d'un C. En s'affranchissant ainsi des C et H, la représentation s'allège considérablement et permet de mettre en avant les spécificités : les fonctions sont sous forme semi-développée, les insaturations par un double trait, les stéréoisoméries par des triangles pleins ou hachurés. (19)

2.1.1.2 La notion d'isomérie Z/E

Prenons l'exemple des citrals. Ce terme désigne le géraniol et le néral, deux stéréoisomères qui ont tous deux la même formule brute $C_{10}H_{16}O$, mais chacun leur propre nom d'usage en raison d'une configuration différente. L'isomérie Z/E, aussi notée cis/trans, concerne la répartition des groupements de part et d'autre d'une double liaison qui, elle, empêche leur rotation et fige la configuration. Comme illustré dans la Figure 15, le Géraniol correspond à l'isomère E (trans) dont les groupes prioritaires sont du même côté de la double liaison tandis que le Néral correspond à l'isomère Z (cis) dont les groupes prioritaires sont aux côtés opposés. À noter que « R » est une notation symbolisant le « radical », c'est-à-dire le reste de la structure, quel qu'il soit. (19)

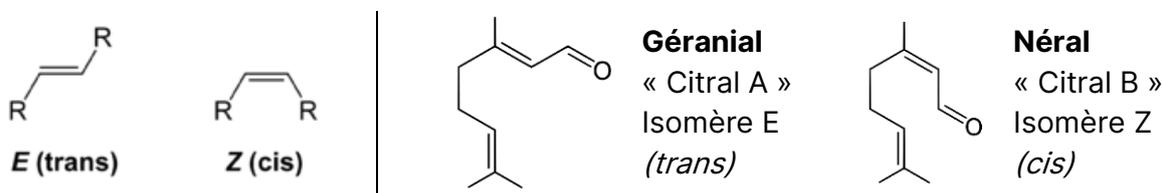


Figure 15. Illustration de l'isomérie Z/E avec le géraniol et le néral.

2.1.1.3 La notion d'aromaticité en chimie

En chimie, lorsqu'une structure cyclique plane possède des doubles liaisons dont les électrons peuvent se délocaliser, cela stabilise l'ensemble. On parle alors de « cycle aromatique ». La Figure 16 présente la structure du benzène, un cycle à 6C comportant 3 doubles liaisons, que l'on retrouve dans de nombreuses structures. Dans la thématique des huiles essentielles, le terme « aromatique » étant également utilisé pour signifier « odorant », cela peut rapidement prêter à confusion et il est important de bien distinguer ces deux notions. La plupart des molécules aromatiques au sens chimique sont odorantes, mais nous verrons que l'inverse n'est pas vrai puisque bon nombre des molécules odorantes présentes dans les HE n'ont pas de structure aromatique. (7)

^a La valence correspond au nombre d'autres atomes auquel un atome peut être lié.

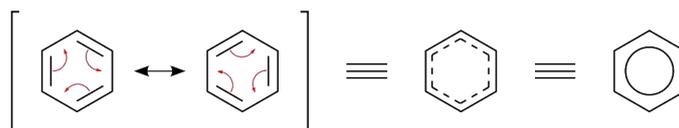


Figure 16. Le benzène, structure type d'un cycle aromatique au sens chimique, illustrant la délocalisation des électrons et différentes notations possibles.

2.1.2 La biosynthèse de l'essence végétale

La cellule végétale est une véritable usine dans laquelle on retrouve des molécules-clés aux carrefours de grandes voies métaboliques et de voies métaboliques plus spécialisées. Chez les plantes aromatiques, la biosynthèse des molécules formant l'essence se déroule au niveau des structures sécrétrices vues précédemment. La diversité des molécules que l'on peut retrouver ensuite dans l'huile essentielle est conséquente : jusqu'à 20 000 molécules différentes sont recensées. (3,6)

Nous verrons donc les deux principales voies de biosynthèse : la voie des phénylpropanoïdes située plus en amont, et la voie des terpénoïdes qui est la plus importante. Ces deux voies sont basées sur le métabolisme de sucres, mais certains composés sont issus du métabolisme d'autres molécules (acides gras, acides aminés, etc.). (3) La Figure 17 permet de visualiser les notions que nous allons aborder.

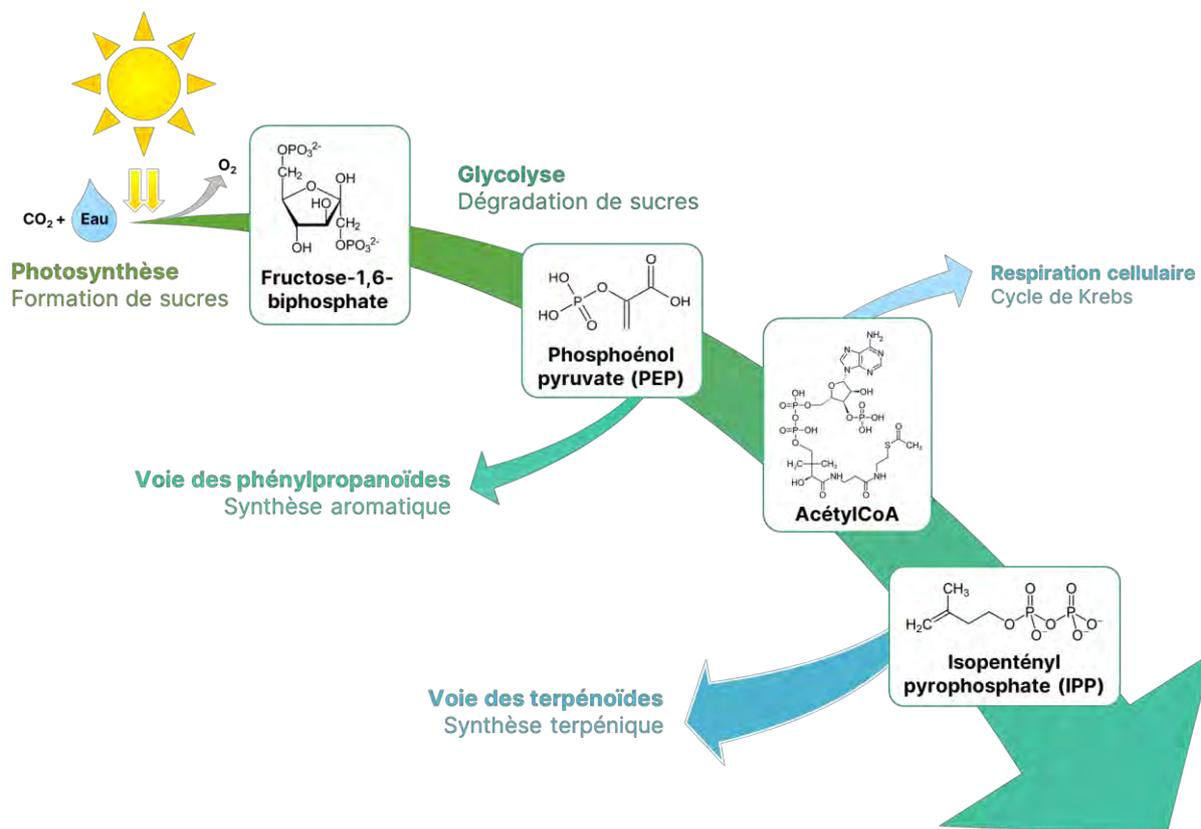


Figure 17. Les grandes voies métaboliques et principales molécules-clés de la biosynthèse au sein de la cellule végétale des molécules retrouvées dans les huiles essentielles.

2.1.2.1 La photosynthèse

La photosynthèse correspond à un ensemble de réactions chimiques qui se déroulent au sein du chloroplaste, une structure dédiée de la cellule végétale riche en chlorophylle permettant à la plante de transformer l'énergie solaire en énergie chimique. Pour cela, la plante absorbe de l'eau à travers ses racines et utilise l'énergie solaire captée par la chlorophylle de ses feuilles pour réduire le dioxyde de carbone (CO₂) présent dans l'atmosphère. Cela permet de libérer de l'oxygène (O₂) et un glucide-clé, le fructose-1,6-biphosphate. (3,6,7)

Le fructose-1,6-biphosphate quitte alors le chloroplaste pour se diriger vers la mitochondrie, une autre structure dédiée cette fois à la respiration cellulaire, où il servira à la synthèse de l'ensemble des métabolites nécessaires au développement de la plante. On distingue les métabolites primaires (glucides, lipides et protéines) des métabolites secondaires (terpénoïdes, phénylpropanoïdes, alcaloïdes, etc.). (3,6,7)

2.1.2.2 La voie des phénylpropanoïdes

La voie des phénylpropanoïdes démarre avec l'un des métabolites du fructose-1,6-biphosphate issu de la glycolyse : le **phosphoénolpyruvate** (PEP). Cette voie fournit des molécules dont la structure est aromatique au sens chimique du terme, une notion abordée page 57. Ces molécules sont parfois dites « non terpéniques ».

Citons les acides dont l'acide shikimique (ce qui lui vaut son autre appellation de « voie shikimique »), l'acide cinnamique, l'acide benzoïque, ainsi que leurs esters respectifs (salicylates, cinnamates, benzoates), des aldéhydes aromatiques, certains phénols et dérivés (eugénol), ainsi que les coumarines. Ces familles seront détaillées dans la partie « 2.1.3 Les principales familles biochimiques » page 59. Cette voie permet aussi la synthèse de molécules non volatiles telles que les tannoïdes et flavonoïdes. (6,7)

2.1.2.3 La voie des terpénoïdes

Lorsque le PEP n'emprunte pas la voie des phénylpropanoïdes, il mène à l'Acétyl-CoA, une autre molécule-clé. Celle-ci peut alors soit entrer dans le processus de respiration cellulaire au niveau de la mitochondrie^a, soit mener à la formation de l'**isopenténylpyrophosphate** (IPP). Cette dernière molécule-clé est l'un des premiers éléments de la voie des terpénoïdes. (6,7)

^a La mitochondrie fait office de « centrale énergétique » pour la cellule.

2.1.2.3.1 La formation du squelette terpénique

Il faut s'imaginer cette synthèse comme un jeu de construction où s'assemblent de multiples façons les briques élémentaires que sont l'**IPP** et son isomère le diméthylallyl diphosphate (**DMAPP**, parfois noté isoIPP). Ces deux précurseurs communs à l'ensemble de la synthèse des terpénoïdes sont alors « cimentés » entre eux par des réactions enzymatiques selon des assemblages dits « tête-à-queue », comme illustré dans la Figure 18, pour former d'autres précurseurs : le Géranyl pyrophosphate (GPP) et le Farnésyl pyrophosphate (FPP). (7)

La structure des terpénoïdes est donc une combinaison d'un ou plusieurs motifs appelés **unités isopréniques** (C_5H_8)_n. Ces structures peuvent être saturées ou non, cycliques ou non, selon les réactions enzymatiques impliquées. La classification des terpénoïdes se base sur leur nombre d'unités isopréniques, donc d'atomes de carbone : les monoterpènes (C₁₀) sont les plus fréquents au sein des végétaux, puis les sesquiterpènes (C₁₅), et dans une moindre mesure les diterpènes (C₂₀). Les triterpènes (C₃₀) sont très rares dans les huiles essentielles car ils sont difficilement entraînés à la vapeur en raison de leur poids moléculaire. (6,7)

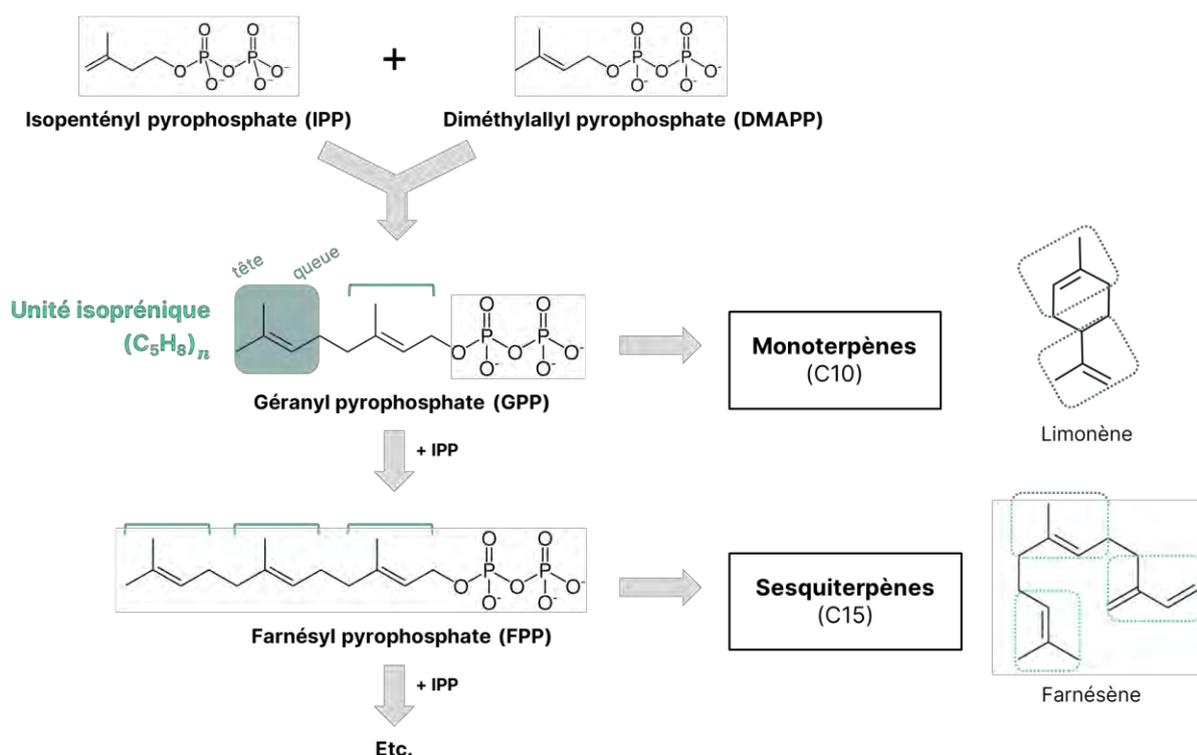


Figure 18. Les réactions d'assemblage des précurseurs pour la formation des terpènes.

Pour information, le processus peut se poursuivre au-delà de C₃₀ mais se déroulera dans d'autres types cellulaires, dans un autre but que la biosynthèse des essences végétales. Citons les caroténoïdes (C₄₀) qui sont des pigments végétaux et même les poly-terpènes en C₄₀₀₀ qui forment le latex. (6,7)

2.1.2.3.2 La fonctionnalisation en terpénoïdes

Lorsque des **groupements fonctionnels**, principalement oxygénés (comprenant un O) mais pouvant aussi être azotés (N) ou soufrés (S), se greffent aux terpènes, on parle alors de **terpénoïdes** ; le terme isoprénoïdes étant parfois utilisé. Certains auteurs, par abus de langage, emploient le terme de « terpènes » de manière générale pour désigner les terpénoïdes, mais il est important d'être précis et différencier les deux.

La Figure 19 ci-après permet d'avoir une vue d'ensemble de la voie des terpénoïdes et de comprendre l'origine et la filiation biosynthétique de la plupart des familles de molécules composant l'essence, dont nous ferons le tour. De nombreuses réactions de différenciation chimique se déroulent au sein de la cellule végétale et chaque étape est sous la dépendance d'une enzyme spécifique qui sera activée ou désactivée selon des facteurs internes (génétique) ou externes (climat, milieu, etc.). (6,7)

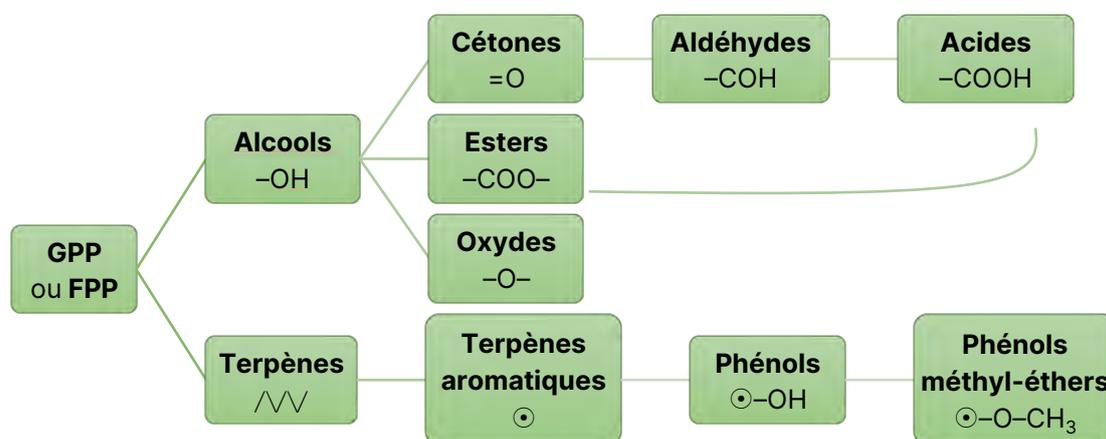


Figure 19. La filiation structurelle simplifiée des fonctionnalisations dans la biosynthèse des terpénoïdes.

Le précurseurs terpéniques (GPP ou FPP) peuvent ensuite donner : (6,7,9)

- Soit des **alcools** terpéniques par hydroxylation (ajout d'un groupe $-OH$). Ceux-ci entrent alors dans des phases d'oxydations successives pour donner des **cétones** ($=O$), des **aldéhydes** ($-COH$) et des **acides** ($-COOH$). La conjugaison d'un alcool (R_1-OH) et d'un acide (R_2-COOH) conduit à un **ester** ($R_2-COO-R_1$). À noter que de nombreux esters sont formés non pas à partir d'acides terpéniques mais de petits acides organiques issus de la respiration cellulaire : l'acide acétique (CH_3-COOH) ou l'acide formique ($H-COOH$), dont les esters sont des acétates ou formiates.
- Soit des **terpènes** « simples » ou aromatiques. Les **terpènes aromatiques**^a peuvent être hydroxylés (ajout d'un groupe $-OH$) pour conduire aux **phénols**, qui eux-mêmes peuvent être méthylés en **phénols méthyl-éthers**.

^a Il existe en effet des molécules aromatiques issues de la voie des terpénoïdes, bien que peu nombreuses. La majorité des molécules aromatiques au sens chimique sont phénylpropanoïdes.

Les molécules subissent également des jeux d'ajout et suppression d'hydrogènes (H) qui vont impacter le nombre d'insaturations ou « doubles liaisons » : la molécule est dite « saturée » si elle n'en comporte aucune, et « insaturée » si elle en comporte au moins une, jusqu'à 5 dans le cas du chamazulène^a.

Que leur structure soit fermée (cyclique) ou ouverte (aliphatique), ces molécules prennent naturellement une forme hexagonale, similaire aux alvéoles d'une ruche. Cela leur permet une résistance maximale aux déformations, et un grand nombre de restructurations possibles sur un minimum de matière. (7)

Cette filiation structurelle des différentes familles chimiques explique pourquoi il est fréquent de retrouver dans une huile essentielle de nombreuses molécules d'une même lignée biogénétique. La Figure 20 présente la lignée du camphane qui possède la même structure hydrocarbonée et la même conformation mais diffère au niveau des groupes fonctionnels : le **camphane** est un hydrocarbure, le **camphène** un monoterpène, le **bornéol** un alcool monoterpénique, le **camphre** une cétone monoterpénique et l'**acétate de bornyle** un ester d'alcool. Il existe plus de 200 lignées sur le même principe, et sont identifiées à ce jour plus de 7000 molécules dans les huiles essentielles. (7)

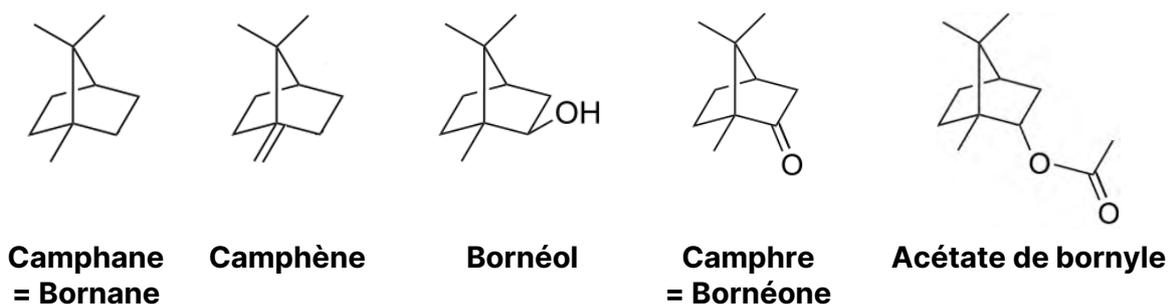


Figure 20. Exemple de la lignée du camphane et ses dérivés fonctionnels.

À noter que l'activité enzymatique peut se poursuivre même lors du séchage ou la fermentation d'une plante, c'est ainsi que le patchoulol et le norpatchoulol sont obtenus à partir du patchoulène présent dans le Patchouli (*Pogostemon cablin*). (6,7,9)

Pour conclure, notons que la plupart des molécules de l'essence sont spécifiques^b du règne végétal. La biosynthèse de l'essence au sein du végétal est particulièrement tributaire de l'intensité et du type d'ensoleillement de la plante. Cela pourra affecter le rendement et même en faire varier considérablement la composition au sein d'une même espèce, notion que détaillerons dans la partie « 3.2.2.1.2 Le chémotype » page 106. (6,7)

^a Cette molécule se retrouve dans les HE mais n'existe pas dans le végétal. Certaines molécules subissent des modifications au cours de la distillation, ce que nous détaillerons dans la partie « 3.1.2.3 Les modifications de l'essence à l'huile essentielle » page 98.

^b D'autres organismes peuvent également synthétiser des molécules odorantes. La géosmine par exemple, d'origine bactérienne, contribue à l'odeur de l'humus et de terre mouillée.

2.1.3 Les principales familles biochimiques

Une huile essentielle peut contenir près de 200 molécules différentes. (4) Celles-ci peuvent se répartir en 16 familles chimiques principales **selon le groupe fonctionnel** porté par la structure de la molécule, dont la structure chimique générale est présentée dans la Figure 21. Pour chacune d'entre-elles, nous citerons les principales molécules représentant ces familles, et citerons les huiles essentielles qui en sont riches.

Nous n'aborderons volontairement pas leurs propriétés car cela alourdirait le propos et que ces notions sont accessibles dans de nombreux ouvrages consacrés aux huiles essentielles. Dans la partie « 2.2.2 Bénéfices cosmétiques et propriétés liées » page 81 nous évoquerons de façon générale les propriétés qui peuvent susciter un intérêt à des fins cosmétiques. Les toxicités de ces molécules seront quant à elles traitées dans la partie « 4.3 La toxicité des huiles essentielles » à partir de la page 148.

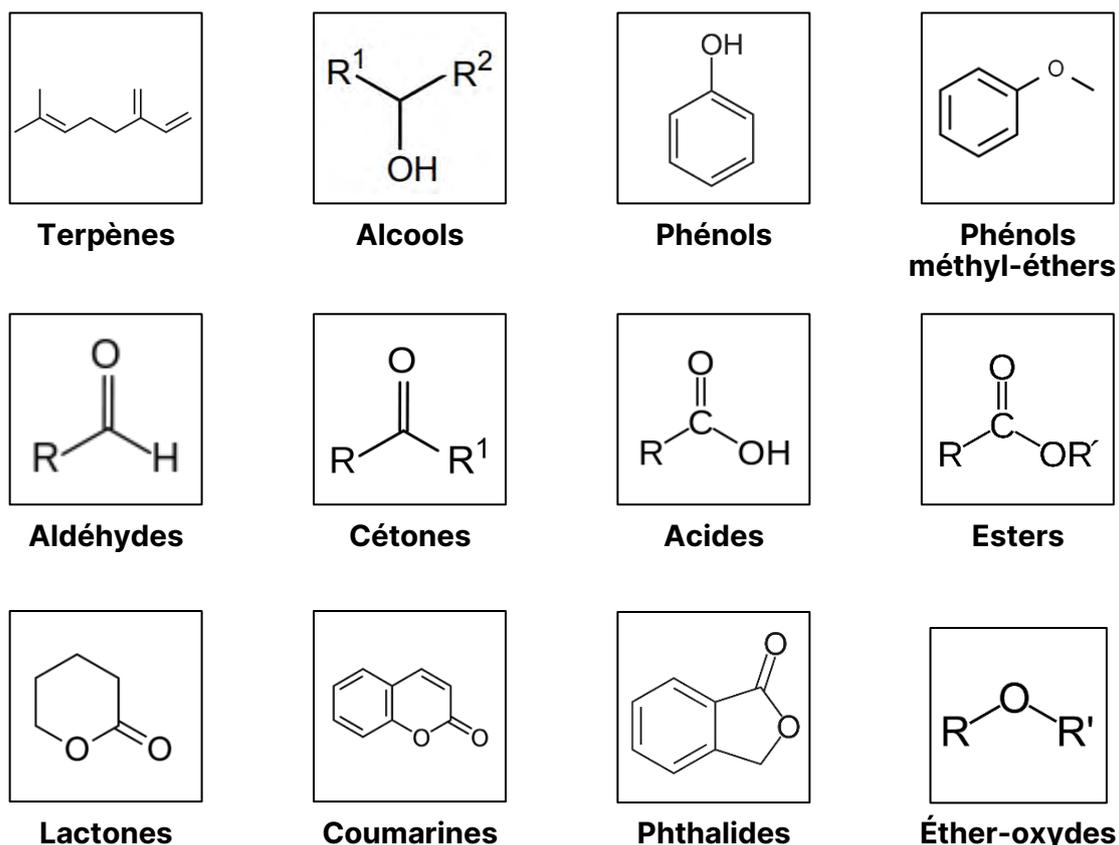


Figure 21. Vue d'ensemble de la structure générale des différentes familles chimiques.

Ne figurent pas dans cette vue d'ensemble :

- Les hydrocarbures non terpéniques, qui n'ont qu'un squelette formé de C et H.
- Les composés soufrés et azotés dont les structures sont très variées mais qui se reconnaissent facilement à la présence d'un atome de soufre (S) ou d'azote (N).
- Le dernier groupe qui concerne les composés plurifonctionnels.

2.1.3.1 Les terpènes

Les terpènes représentent la principale famille de molécules retrouvées dans les huiles essentielles, pour la plupart ils sont d'ailleurs spécifiques du règne végétal. Ce sont des hydrocarbures, c'est-à-dire des molécules uniquement constituées d'atomes de carbone et d'hydrogène, sans autres fonctions. (3,7)

2.1.3.1.1 Les monoterpènes

Les monoterpènes sont souvent divers et nombreux dans les huiles essentielles, mais nous ne citerons que celles pour lesquelles cette molécule est prédominante et/ou caractéristique. (6,7)

- L' **α -pinène** (1 insaturation) se retrouve dans l'HE d'aiguilles et d'oléorésine de Pinacées (*Abies*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*), d'aiguilles de Cupressacées (*Juniperus*), de feuilles et oléorésines d'Anacardiacees (*Pistacia* et *Schinus*), de certaines feuilles d'Astéracées (*Solidago*) et enfin de certaines oléorésines de Cistacées (*Cistus*).
- Le **limonène** (2 insaturations) se trouve dans l'HE de quasiment tous les zestes d'agrumes (genre *Citrus*), de certaines graines d'Apiacées (*Angelica*) et de certaines feuilles d'Astéracées (*Chrysanthemum*, *Artemisia*).
- Le **myrcène** (3 insaturations) se retrouve majoritaire dans l'HE de Houblon (*Humulus lupulus*) mais aussi en plus petites proportions dans de nombreuses autres HE.
- Le **p-cymène** (terpène aromatique) peut prédominer chez les plantes à thymol ou carvacrol en raison de la filiation biosynthétique, notamment en cas d'ensoleillement insuffisant, ou selon le stade végétatif et le chémotype de la plante. On le retrouve donc chez les Thyms (*Thymus*) et Sarriettes (*Satureja*).

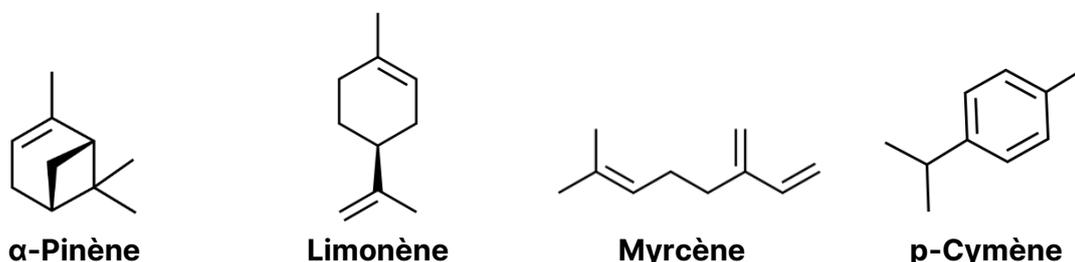


Figure 22. Exemples de monoterpènes.

2.1.3.1.2 Les sesquiterpènes

Les sesquiterpènes sont généralement présents en petites quantités. La plupart présentent des isomères et il est fréquent que l'un des deux soit plus abondant dans la nature, voire que leur odeur et leurs activités diffèrent. (6,7,9)

Citons le **β -caryophyllène**, très courant dans de nombreuses huiles essentielles dont la plus riche est celle des Copahiers (*Copaifera* spp.), et son isomère l'**humulène** (autrefois appelé α -caryophyllène), moins abondant. On retrouve par exemple un mélange de ces deux isomères dans le Myrte (*Myrtus communis*). (6,7)

L'HE de Camomille allemande (*Matricaria recutita*) est riche en **trans- β -farnésène** mais doit sa coloration bleue caractéristique à la présence d'une petite quantité de **chamazulène** qui possède 5 doubles liaisons. Lorsqu'il se dégrade en dihydro-chamazulène, qui ne possède plus que 4 doubles liaisons, l'HE prend alors une coloration verte puis jaunâtre, ce qui indique son vieillissement. (6,7)

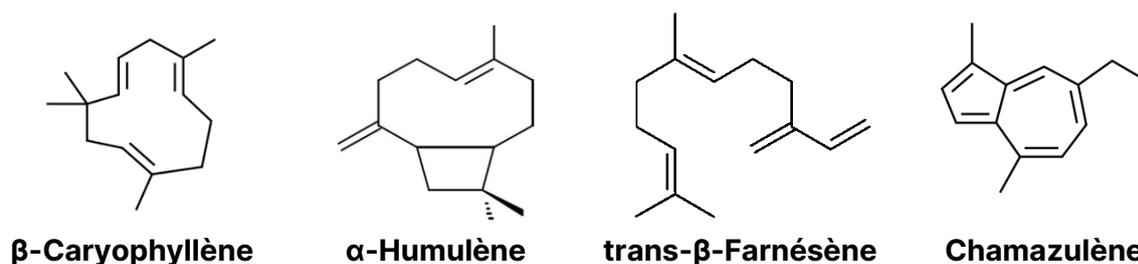
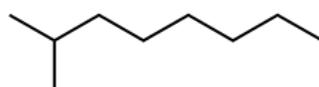


Figure 23. Exemples de sesquiterpènes.

2.1.3.2 Les hydrocarbures non terpéniques

D'autres hydrocarbures existent mais dont la structure n'est pas terpénique. Leur structure très linéaire, ramifiée ou non, saturée (alcane) ou insaturée (alcène), est semblable à la partie « grasse » des acides gras. Ils sont présents dans de nombreuses huiles essentielles à l'état de traces, sauf pour le **2-méthyl-octane** qui est majoritaire dans le Millepertuis (*Hypericum perforatum*). (6,7)



2-méthyl-octane

Figure 24. Exemple d'hydrocarbure non terpénique.

Une proportion notable d'hydrocarbures non terpéniques est aussi retrouvée dans l'HE de Rose de Damas (*Rosa \times damascena*) et de Rosier cent-feuilles (*Rosa \times centifolia*). Ceux-ci cristallisent en dessous de 18°C forme une fine pellicule à la surface de ces huiles essentielles, constituant une preuve d'authenticité. (6,7)

2.1.3.3 Les alcools

Les alcools comportent un groupe hydroxyle (-OH) et font partie des composés les plus abondants dans les huiles essentielles. Cette famille est reconnaissable par le suffixe « -ol » à la fin des noms de molécules. Ce groupement OH confère un caractère polaire assez marqué à la molécule, ce qui la rend relativement hydrosoluble, parfois au point de se retrouver presque en totalité dans l'hydrolat au lieu de l'huile essentielle, comme c'est le cas du lavandulol. (6,7)

On distingue deux sous-familles d'alcools : les monoterpénols et sesquiterpénols.

2.1.3.3.1 Les monoterpénols

Ce sont des alcools dits monoterpéniques car leur structure est en C₁₀.

➤ **LES MONOTERPÉNOLS LINÉAIRES** (6,7,9)

- Le **lavandulol** que l'on retrouve dans l'HE de Lavande vraie (*Lavandula angustifolia*).
- Le **linalol** se retrouve dans de nombreuses huiles essentielles, et il est particulièrement majoritaire à 95% dans l'HE de Bois de rose (*Aniba rosaeodora*), un arbre menacé originaire d'Amazonie et de Guyane, à 65% dans l'HE de graines de Coriandre (*Coriandrum sativum*), de 50 à 80% dans l'HE de certains chémotypes de Thym (*Thymus vulgaris*).
- Le **géraniol** se retrouve principalement dans l'HE de Palmarosa (*Cymbopogon martini*) à 60-80% mais aussi à 20% dans l'HE de Citronnelle de Java (*Cymbopogon winterianus*), de Citronnelle de Ceylan (*Cymbopogon nardus*), ainsi que de Rose (*Rosa × damascena*).
- Le **citronellool** lui, se retrouve dans l'HE de Géranium rosat (*Pelargonium × asperum*) qui contient aussi du géraniol, ainsi que dans l'huile essentielle de Rose (*Rosa × damascena*) et de Citronnelles (du genre *Cymbopogon*).

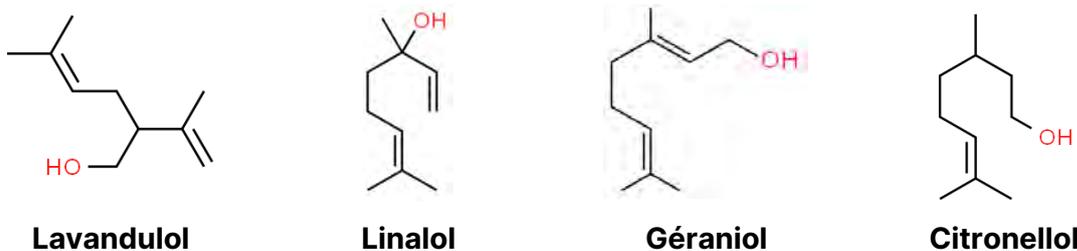


Figure 25. Exemples d'alcools monoterpéniques linéaires.

➤ LES MONOTERPÉNOLS MONOCYCLIQUES (6,7)

- Le **terpinéol** se retrouve dans les huiles essentielles de Lamiacées, et toujours associé au 1,8-cinéole.
- Le **terpinène-4-ol** se retrouve à 50% dans l'HE d'Arbre à thé (*Melaleuca alternifolia*), plus communément connu sous son nom anglais « Tea tree », et de Marjolaine à coquilles (*Origanum majorana*).
- Le **menthol** se retrouve, comme son nom l'indique, dans les huiles essentielles de Menthe poivrée (*Mentha × piperita*) et de Menthe du Canada (*Mentha canadensis*).



Figure 26. Exemples d'alcools monoterpéniques à un cycle.

➤ LES MONOTERPÉNOLS BICYCLIQUES (6,7)

- Le **bornéol** se retrouve dans de nombreuses huiles essentielles, mais en proportions plus importantes dans celles de l'Inule odorante (*Inula graveolens*) et du Thym à feuilles de Sarriette (*Thymus satureioides*).
- Le **thuyanol** se retrouve à 40% dans l'HE d'un des nombreux chémotypes du Thym à thuyanol (*Thymus vulgaris*).
- Le **pinocarvéol** se retrouve dans l'HE de Camomille romaine (*Chamaemelum nobile*).

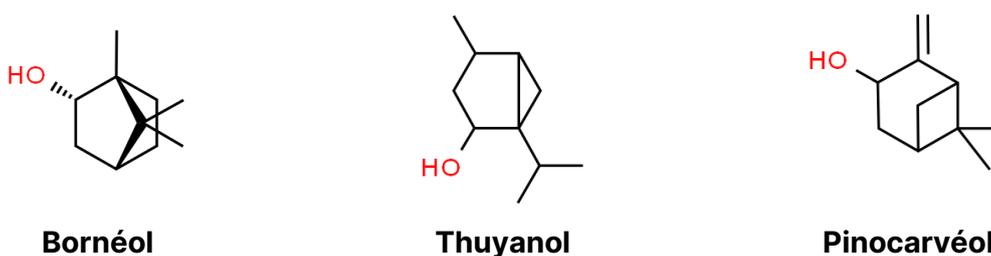


Figure 27. Exemples d'alcools monoterpéniques à deux cycles.

2.1.3.3.2 Les sesquiterpénols

Ce sont des alcools sesquiterpéniques (en C₁₅) linéaires ou cycliques. Plus rares que les monoterpénols, on les retrouve tout de même dans de nombreuses huiles essentielles, mais généralement en très petites quantités. (7)

➤ **LES SESQUITERPÉNOLS LINEAIRES** (6,7)

- Le **farnésol** se retrouve dans l'HE de Santal australien (*Santalum spicatum*),
 - Le **nérolidol** est majoritaire à 75% dans l'HE de Niaouli (*Melaleuca quinquenervia*)
- Ces molécules se retrouvent toutes deux également dans l'HE de Néroli, qui n'est autre que celle issue des fleurs d'Oranger amer (*Citrus x aurantium*).

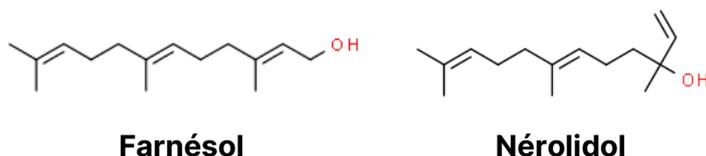


Figure 28. Exemples d'alcools sesquiterpéniques linéaires.

➤ **LES SESQUITERPÉNOLS CYCLIQUES** (6,7)

- L'**α-bisabolol** se retrouve dans l'HE de Camomille allemande (*Matricaria recutita*),
- L'**élémol** se retrouve dans l'HE d'Élémi (*Canarium luzonicum*),
- Le **cédrol** se retrouve principalement chez les Cupressacées, dans les huiles essentielles de Genévrier du Mexique (*Juniperus mexicana*), de Genévrier de Virginie (*Juniperus Virginiana*) et de Cyprès commun (*Cupressus sempervirens*).
- Le **patchoulol** se retrouve dans l'HE de Patchouli (*Pogostemon cablin*).
- Les **santalols** se retrouvent dans l'HE de Santal blanc (*Santalum album*).
- Le **globulol** se retrouve dans l'HE d'Eucalyptus commun (*Eucalyptus globulus*).
- Le **viridiflorol** dans l'HE de Niaouli à cinéole (*Melaleuca quinquenervia*).

On peut remarquer deux choses intéressantes : d'une part, deux isomères qui ont la même structure de base peuvent porter deux noms différents (viridiflorol et globulol) et d'autre part, deux molécules de structure similaire mais néanmoins différente, et ce au-delà de la stéréoisomérie, peuvent avoir un nom commun (**α-santalol**, **β-santalol**).

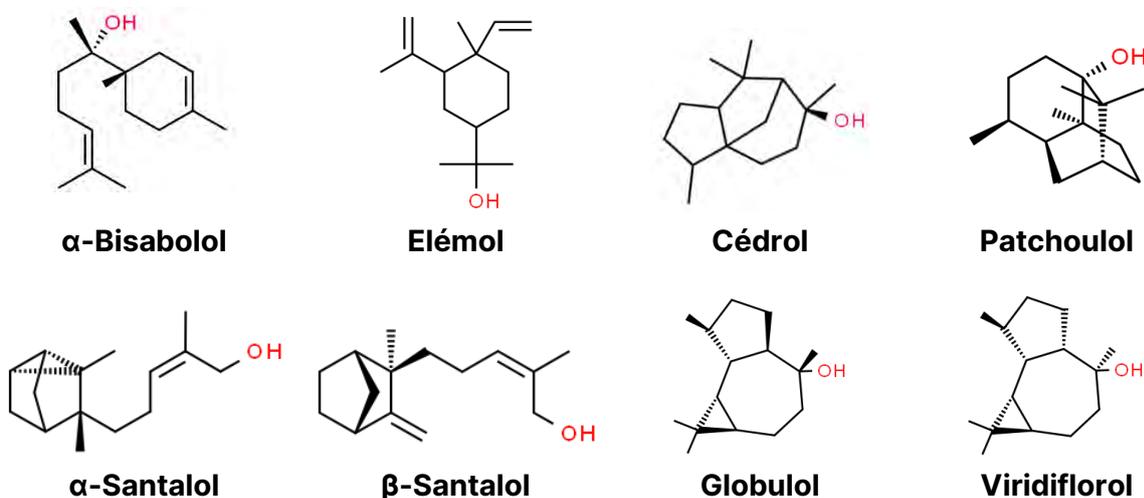


Figure 29. Exemples d'alcools sesquiterpéniques à un ou plusieurs cycles.

2.1.3.4 Les phénols

Les phénols correspondent à des fonctions alcools greffées sur un cycle aromatique, c'est-à-dire un cycle de 6 carbones saturé par 3 doubles liaisons. Ils peuvent provenir soit de la voie des terpénoïdes (phénols monoterpéniques ou sesquiterpéniques), soit de la voie des phénylpropanoïdes, puis présenter une à trois fonction alcool sur leur cycle aromatique.

2.1.3.4.1 Les phénols terpénoïdes (C₁₀)

On retrouve du **thymol** et/ou **carvacrol**, en proportions variables, dans les huiles essentielles de nombreux genres et familles, partout à travers le globe (Eurasie, Afrique, Amériques du Nord et du Sud) : particulièrement chez les Lamiacées (*Thymus*, *Origanum*, *Satureja*, *Monarda*, *Orthodon*, *Pycnanthemum*, *Ocimum*, *Coleus*), les Apiacées (*Trachyspermum*), les Scrophulariacées (*Conoclea*) et les Verbénacées (*Lippia*). Le **carvacrol** est un phénol monoterpénique majoritaire et caractéristique des huiles essentielles d'Origan compact (*Origanum compactum*) et de Sarriette des montagnes (*Satureja montana*), tandis que son isomère le **thymol** est caractéristique et majoritaire dans l'HE de Thym (*Thymus vulgaris*). (6,7)

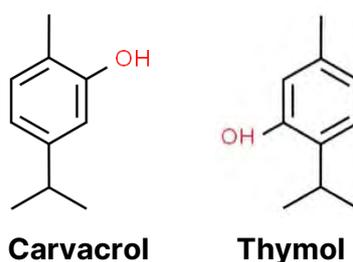


Figure 30. Exemples de phénols issus de la voie terpénoïde.

2.1.3.4.2 Les phénols phénylpropanoïdes (C₉)

On retrouve très peu de phénols de cette voie sous forme libre dans les huiles essentielles, mais plutôt sous leur forme méthylée que l'on verra dans la partie suivante.

2.1.3.5 Les phénols méthyl-éthers

À ces phénols peuvent se greffer des groupements méthyls (-CH₃) donnant les phénols méthyl éthers, souvent abrégés « phénols ME ». On distingue là encore deux groupes selon la voie dont provient la structure : terpénoïde ou phénylpropanoïde.

2.1.3.5.1 Les phénols méthyl-éthers terpénoïdes

Citons le **carvacrol méthyl éther** et le **thymol méthyl éther**, qui comportent tout simplement un groupement méthyl sur le OH de la fonction phénol. On retrouve ces deux molécules à 65% dans l'HE du bois de Cyprès (*Cupressus sempervirens*). (6,7)



Carvacrol méthyl éther Thymol méthyl éther

Figure 31. Exemples de phénols méthyl éthers issus de la voie terpénoïde.

2.1.3.5.2 Les phénols méthyl-éthers phénylpropanoïdes

Les huiles essentielles ayant des phénols méthyl-éthers de structure type phénylpropanoïde contiennent presque uniquement des molécules de ce groupe car chez ces plantes-là on observe une prédominance de la voie des phénylpropanoïdes. Les molécules peuvent porter un ou plusieurs groupements méthyls : (6,7)

➤ LES MONOMÉTHYL-ÉTHERS

- Le **méthyl chavicol** est aussi appelé **estragol** car on le retrouve à 60-75% dans l'HE d'Estragon (*Artemisia dracunculus*), mais aussi dans l'HE de Basilic (*Ocimum basilicum*) et à 90% dans l'HE du Poivrier de Sansho (*Zanthoxylum schinifolium*).
- Le **trans-anéthole** que l'on retrouve dans les huiles essentielles d'Anis vert (*Pimpinella anisum*), de Fenouil doux (*Foeniculum vulgare var. dulce*), de Badianier de chine (*Illicium verum*) et d'écorce de Ravensare (*Cryptocarya agathophylla*).
- L'**eugénol**, également dans de nombreux genres et familles, mais plutôt endémiques des régions tropicales, que l'on retrouve à 85% dans l'HE de clous de Girofle (*Syzygium aromaticum*) et qui donne cette odeur caractéristique évoquant celle de « chez le dentiste », mais aussi dans l'HE des feuilles de Cannelle (*Cinnamomum verum*) et de faux Basilic (*Ocimum gratissimum*).

➤ LES DIMÉTHYL-ÉTHERS

- Le **méthyl eugénol**^a, en très forte proportion dans l'HE de Mélaleuque blanc (*Melaleuca leucadendra*) originaire d'Australie et l'HE de Laurier noble (*Laurus nobilis*).

^a Il s'agit bien d'un diméthyléther car l'eugénol est déjà un monométhyléther.

➤ LES TRIMÉTHYL-ÉTERS

- L'**asarone**, que l'on retrouve dans l'Acore odorant (*Acorus calamus*).

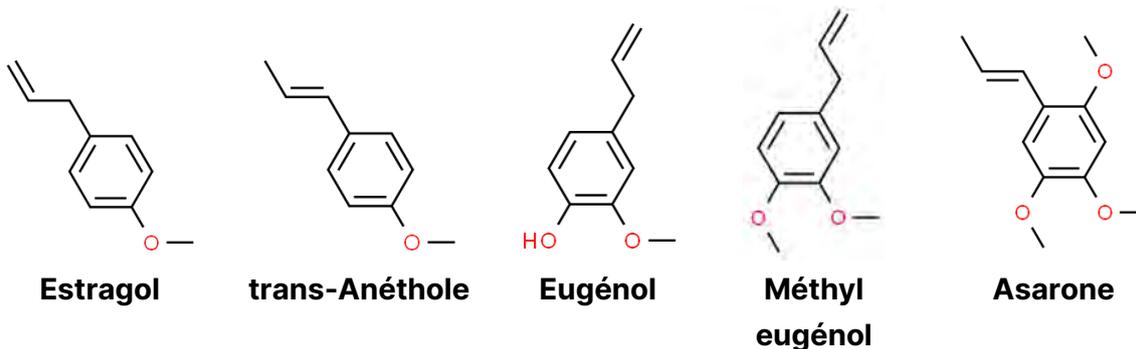


Figure 32. Exemples de phénols méthyl éthers issus de la voie phénylpropanoïde.

2.1.3.6 Les éthers-oxydes

Les éther-oxydes sont constitués de deux groupes liés par un atome d'oxygène. Cette famille regroupe les monoxydes, les dioxydes, les époxydes terpéniques et di-époxydes. Ces molécules résultent de l'incorporation d'un oxygène sur une structure.

2.1.3.6.1 Les éthers terpéniques

- L'**eucalyptol**^a, aussi appelé **1,8-cinéole**, est le monoxyde monoterpénique le plus abondant des HE de Myrtacées, dont les Eucalyptus (*Eucalyptus* spp.) et le Niaouli à cinéole (*Melaleuca quinquenervia*), mais aussi dans l'HE de Laurier noble (*Laurus nobilis*) et d'un chémotype de Romarin à cinéole (*Rosmarinus officinalis*).
- L'**ascaridole**, un dioxyde monoterpénique de l'HE de Chénopode vermifuge (*Dysphania ambrosioides*).
- Les **bisabolol oxydes**, des monoxydes sesquiterpéniques de l'HE de Camomille allemande (*Matricaria recutita*). (6,7,11)

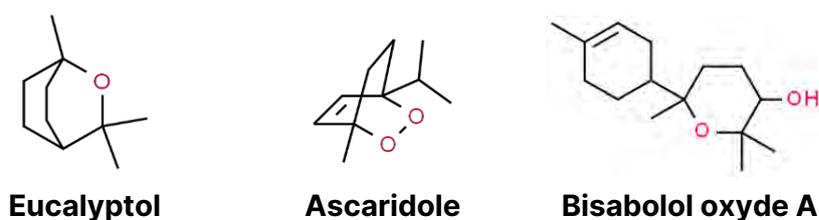


Figure 33. Exemples d'éthers terpéniques.

^a Contrairement à ce que pourrait indiquer la terminaison « -ol », cette molécule n'est pas un alcool mais bien un éther-oxyde. Le nom d'Eucalyptol est historique et a été conservé.

2.1.3.6.2 Les éthers phénylpropanoïdes

Leur biosynthèse provient de phénols méthyl-éthers de la voie phénylpropanoïde. La structure de base est un cycle aromatique accolé à une fonction dioxyméthylène, à laquelle peuvent s'ajouter des groupes méthoxyliques (O-CH₃). Citons : (6,7,11)

- Le **safrole**, qui possède la structure de base de cette famille, et que l'on retrouve dans l'HE de bois de Camphrier (*Cinnamomum camphora*).
- La **myristicine**, un monométhyl-éther que l'on retrouve dans l'HE de noix de Muscade (*Myristica fragrans*).
- L'**apiole**, un diméthyl-éther retrouvé dans l'HE de Persil (*Petroselinum crispum*).



Figure 34. Exemples d'esters issus de la voie phénylpropanoïde.

2.1.3.7 Les aldéhydes

Issus des alcools et beaucoup plus volatils, ils sont hydrosolubles et très réactifs. Selon la nature de leur squelette carboné, leur odeur varie. (6,7) On distingue deux groupes d'aldéhydes : les aldéhydes terpéniques et les aldéhydes aromatiques.

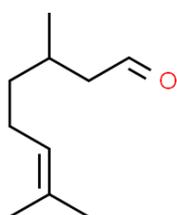
2.1.3.7.1 Les aldéhydes terpéniques

Le **néral** et le **géranial**, deux isomères que l'on regroupe sous le terme de « **citral**s », se retrouvent dans les huiles essentielles de nombreuses espèces, dont : (6,7)

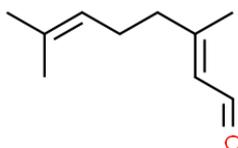
- Cataire citronnée (*Nepeta cataria* var. *citriodora*),
- Thym (*Thymus vulgaris*),
- Mélisse (*Melissa officinalis*),
- Citronnelle (*Cymbopogon citratus*) à 75-80%,
- Lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*) à 60-85%,
- Verveine citronnée (*Aloysia citriodora*) à 40%,
- Arbre à thé citronné (*Leptospermum citratum*),
- Bergamote (*Citrus bergamia*), à 45% dans les feuilles,
- Citron (*Citrus limon*) à 2% dans le zeste.

Le **citronellal** est un autre aldéhyde terpénique que l'on retrouve particulièrement dans les huiles essentielles des espèces suivantes : (6,7)

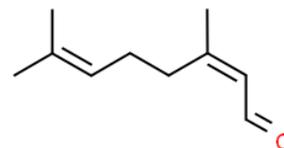
- Citronnelle de Java (*Cymbopogon winterianus*) de 30 à 40%
- Eucalyptus citronné (*Corymbia citriodora*) de 40 à 80%
- Hélichryse de Madagascar (*Helichrysum gymnocephalum*) à 9%



Citronellal



Géraniol



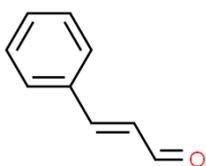
Nérol

Figure 35. Exemples d'aldéhydes terpéniques.

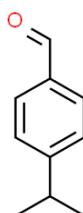
2.1.3.7.2 Les aldéhydes aromatiques

Ces molécules comportent un cycle aromatique au sens chimique. Citons : (6,7,9)

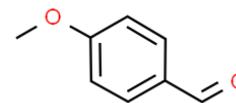
- Le **cinnamaldéhyde**, ou aldéhyde cinnamique, que l'on retrouve à près de 80% dans les huiles essentielles de Cannelle de Ceylan (*Cinnamomum verum*) et de Cannelle de Chine (*Cinnamomum cassia*).
- Le **cuminaldéhyde**, ou aldéhyde cuminique, retrouvé dans l'HE de Cumin (*Cuminum cyminum*) et dans une moindre mesure l'HE de Cannelle de Chine (*Cinnamomum cassia*).
- L'**anisaldéhyde**, ou aldéhyde anisique, est présent dans l'HE de Badiane (*Illicium verum*) et l'HE Anis vert (*Pimpinella anisum*).



Cinnamaldéhyde



Cuminaldéhyde



Anisaldéhyde

Figure 36. Exemples d'aldéhydes aromatiques.

2.1.3.8 Les cétones

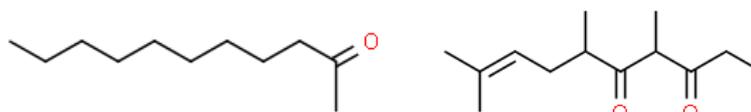
Les cétones comportent un groupement carboxyle (C=O). Cette famille est reconnaissable par le suffixe « -one » à la fin des noms de molécules. Leur très grande diversité de structures possibles permet de classer les cétones selon plusieurs critères : (7,11)

- Le **nombre de fonction cétones** : une seule pour les monocétones, deux pour les dicétones/diones ;
- Le **nombre de carbones** : le critère le plus utilisé pour définir une cétone, qui peut être monoterpénique (10 carbones) ou sesquiterpénique (15 carbones) ;
- Le **nombre de cycles** : cétones acycliques, monocycliques et bicycliques ;
- La **nature de(s) cycle(s)** : aromatiques au sens chimique ou non.

Les paragraphes suivants récapitulent les principaux groupes de cétones et en citent des exemples représentatifs, loin d'être exhaustifs. Pour chaque cétone est citée une des plantes connues pour en contenir particulièrement.

2.1.3.8.1 Les hydrocarbures cétoniques

Ces molécules ont un squelette hydrocarboné non terpénique, qui peut porter une fonction cétone comme la **2-undécaneone** que l'on retrouve dans l'HE de Rue des jardins (*Ruta graveolens*), ou deux fonctions cétones comme l'**italidione** que l'on retrouve dans l'HE d'Héliochryse italienne (*Helichrysum italicum*). (6,7)



2-Undécaneone

Italdione(s)

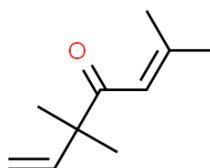
Figure 37. Exemples d'hydrocarbures cétoniques.

2.1.3.8.2 Les monoterpénones

Elles peuvent se regrouper selon la présence et le nombre de cycles

➤ LES MONOTERPÉNONES LINÉAIRES (6,7,9)

Ces cétones ont une structure monoterpénique sans cycle. Citons l'**isoartémisia** que l'on retrouve dans l'HE de Santoline petit-cyprès (*Santolina chamaecyparissus*).



Isoartémisia

Figure 38. Exemple de monocétone monoterpénique linéaire.

➤ **LES MONOTERPÉNONES MONOCYCLIQUES** (6,7,9)

Ces cétones ont une structure monoterpénique à un seul cycle. Citons :

- L'isomère **(-)-carvone**, principale cétone dans l'HE de Menthe verte (*Mentha spicata*),
- L'isomère **(+)-carvone** se retrouvera dans le Carvi (*Carum carvi*).
- La **menthone**, retrouvée dans l'HE de Menthe poivrée (*Mentha ×piperita*) et de Menthe pouliot (*Mentha pulegium*).
- La **pipéritone**, dont la structure ne diffère de la menthone que par une double liaison, se retrouve dans l'Eucalyptus mentholé (*Eucalyptus dives*), endémique d'Australie.
- La **damascénone** n'est présente qu'à l'état de traces dans la Rose de Damas (*Rosa ×damascena*), et pourtant principalement responsable de son odeur caractéristique.

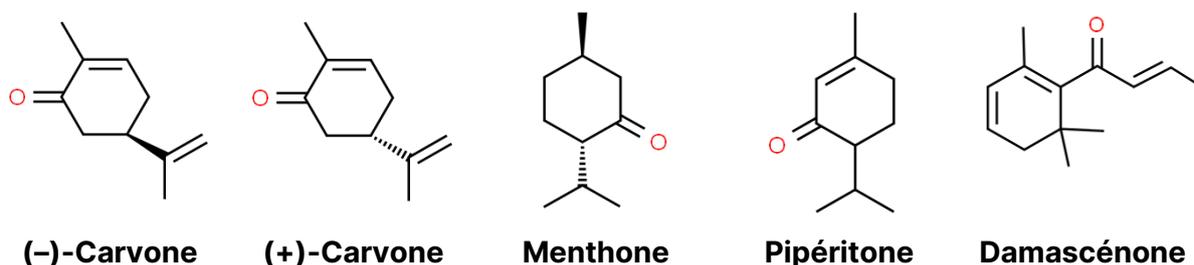


Figure 39. Exemples de monocétones monoterpéniques à un cycle.

➤ **LES MONOTERPÉNONES BICYCLIQUES** (6,9)

Ces cétones ont une structure monoterpénique qui présente deux cycles. Citons :

- Les **thuyones**, dont il existe des isomères α/β , se retrouvent dans l'HE de nombreuses plantes comme la Sauge officinale (*Salvia officinalis*), l'Absinthe blanche (*Artemisia herba-alba*), le Thuya (*Thuja occidentalis*) et la Tanaisie commune (*Tanacetum vulgare*).
- La **pinocamphone** se retrouve dans l'HE d'Hysope (*Hyssopus officinalis*).
- Le **camphre** et la **verbénone** se retrouvent tous deux dans l'HE de Romarin (*Rosmarinus officinalis*).
- La **fenchone** se retrouve dans l'HE de Lavande papillon (*Lavandula stœchas*) et de Fenouil (*Foeniculum vulgare*).

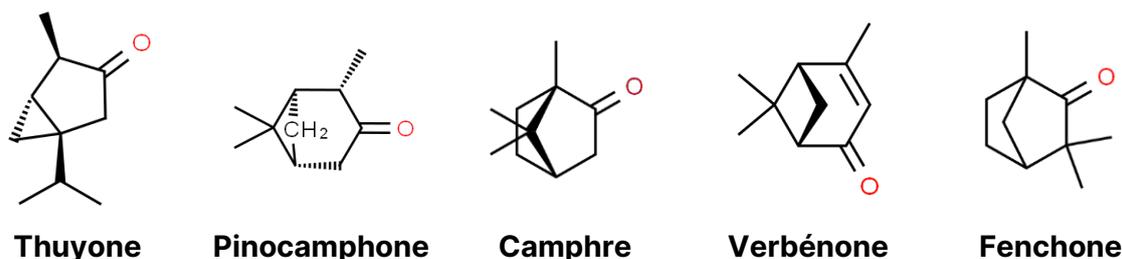
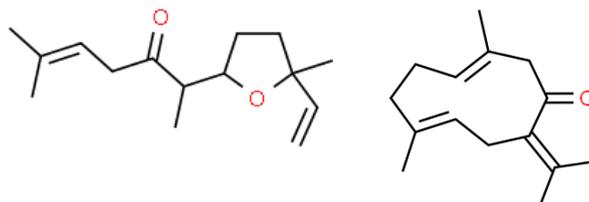


Figure 40. Exemples de monocétones monoterpéniques à deux cycles.

2.1.3.8.3 Les sesquiterpénones

Ces cétones ont une structure sesquiterpénique. La **davanone** est présente dans l'HE de Davana (*Artemisia pallens*) et la **germacrone** dans l'HE de Géranium à grosses racines (*Geranium macrorrhizum*). (6,7)



Davanone

Germacrone

Figure 41. Exemples de monocétones sesquiterpéniques.

2.1.3.9 Les acides

Il existe là aussi plusieurs groupes d'acides selon l'origine de leur structure : les acides gras, les acides terpéniques et les acides aromatiques.

2.1.3.9.1 Les acides gras

Les acides gras ont une chaîne hydrocarbonée de longueur variable. Ils doivent leur nom notamment au fait que les huiles végétales^a qui en sont riches laissent une trace grasse sur le papier ou le tissu après évaporation. (7)

Dans les huiles essentielles, ces acides sont **à l'état de trace sous leur forme libre**, et on les retrouve plutôt sous leur **forme estérifiée**, c'est-à-dire combinée à un alcool. Leurs structures seront donc vues dans la partie « 2.1.3.10 Les esters » page 74. (6,7)

On distingue deux types d'acides gras, selon la présence ou non de double liaison :

- Parmi les acides gras saturés (aucune double liaison), citons les acides myristique (C14), palmitique (C16) et stéarique (C18) qui sont présents entre autres dans l'HE de noix de Muscade (*Myristica fragrans*) et de racine d'Iris (*Iris* spp.).
- Parmi les acides gras insaturés (au moins une double liaison), citons l'acide angélique (C5, configuration cis) qui a été isolé dans l'HE d'Angélique vraie (*Angelica archangelica*) et son isomère l'acide tiglique (C5, configuration trans).

^a Attention à ne pas confondre les huiles végétales (huile d'olive, etc.) et les huiles essentielles.

Tableau 1. Liste des noms d'usage d'acides gras saturés triés selon leur nombre de carbones noté C et leur nombre d'insaturations noté I.

C:I	Nom d'usage	C:I	Nom d'usage	C:I	Nom d'usage
1:0	Acide formique	7:0	Acide énanthique	16:1	Acide palmitoléique
2:0	Acide acétique	8:0	Acide caprylique	18:0	Acide stéarique
3:0	Acide propionique	9:0	Acide pélargonique	18:1	Acide oléique
4:0	Acide butyrique	10:0	Acide caprique	18:2	Acide linoléique
5:0	Acide valérique	12:0	Acide laurique	18:3	Acide linoléinique
5:1	Acide angélique (cis)	14:0	Acide myristique	20:0	Acide arachidique
5:1	Acide tiglique (trans)	16:0	Acide palmitique	20:4	Acide arachidonique

2.1.3.9.2 Les acides terpéniques

Les acides terpéniques sont eux très fréquents dans les huiles essentielles, et bien que la plupart du temps présents à l'état de traces, ils contribuent à leur activité. Citons l'**acide campholénique** dans l'HE de baies de Genévrier (*Juniperus communis*) et d'Hysope (*Hyssopus officinalis*), l'**acide gérannique** dans l'HE de feuilles de Citron (*Citrus limon*). L'**acide (-)-citronellique**, lui, est présent jusqu'à 30% dans l'HE de Pélargonium citronnelle (*Pelargonium × denticulatum*) endémique d'Afrique du Sud. (6,7)

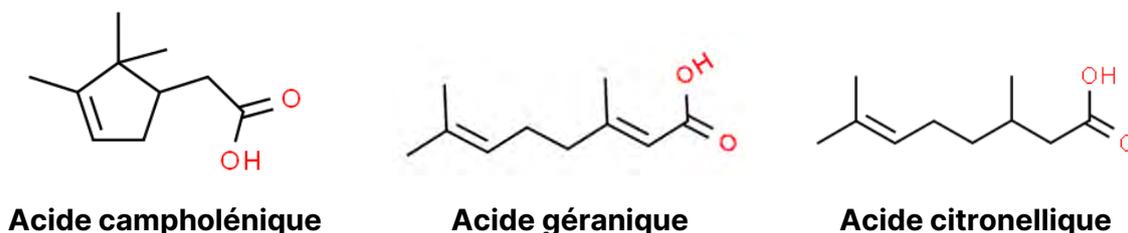


Figure 42. Exemples d'acides terpéniques.

2.1.3.9.3 Les acides aromatiques

Citons les **acides benzoïque** et **cinnamique** qui sont présents dans les huiles essentielles issues d'oléorésines du Baume de Tolu (*Myroxylon balsamum*) et du Benjoin de Sumatra (*Styrax benzoin*). (6,7)

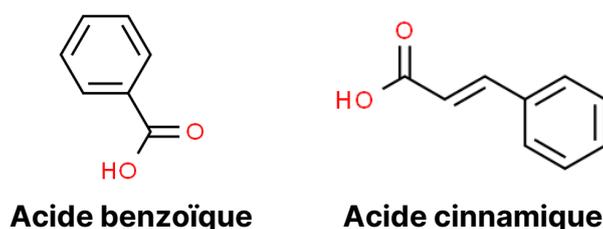
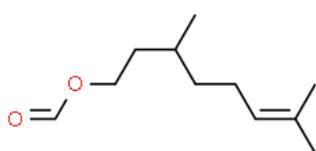


Figure 43. Exemples d'acides aromatiques.

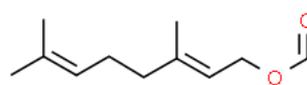
2.1.3.10 Les esters

Les esters ($R_1\text{-COO-R}_2$) proviennent de la condensation d'un acide ($R_1\text{-COOH}$) et d'un alcool ($R_2\text{-OH}$). Cette famille est reconnaissable par un nom composé construit avec le nom de l'acide avec le suffixe « -ate », la particule « de » suivie du nom de l'alcool avec le suffixe « -yle ». Ainsi, les esters sont souvent classés selon la taille de l'acide qui les constitue, noté Cx pour « structure à x atomes de carbones ».

L'acide formique (C1) se trouve le plus souvent combiné au citronellol et au géraniol. Ainsi, le **formiate de citronellyle** et le **formiate de géranyle** sont des constituants majeurs de l'HE du Géranium rosat (*Pelargonium × asperum* cultivars France, Maroc, Egypte ou Bourbon). (6,7,9)



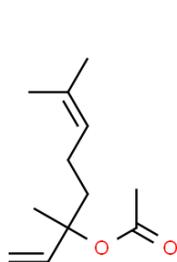
Formiate de citronellyle



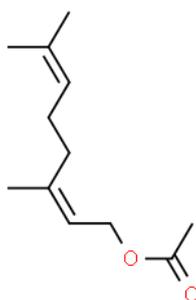
Formiate de géranyle

Figure 44. Exemples d'esters dérivés de l'acide formique.

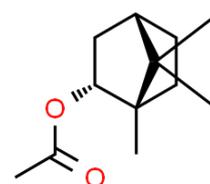
L'acide acétique (C2) peut se combiner avec de nombreux alcools pour donner des acétates. Le plus répandu est l'**acétate de linalyle**, majoritaire dans de nombreuses huiles essentielles : citons la Lavande (*Lavandula angustifolia*), le Lavandin (*Lavandula × intermedia* clones Super, Grosso et Abrial), la Sauge sclarée (*Salvia sclarea*), la Menthe citronnée (*Mentha × citrata*), le Thym (*Thymus vulgaris*), les feuilles d'Oranger amer (*Citrus × aurantium*) et l'Ylang-Ylang (*Cananga odorata*). L'**acétate de néryle** est le principal constituant de l'HE d'Hélichryse (*Helichrysum italicum*). L'**acétate de bornyle** est retrouvé en grandes quantités dans les huiles essentielles d'Inule odorante (*Inula graveolens*), d'Épinette noire (*Picea mariana*) et de Sapin de Sibérie (*Abies sibirica*). (6,7)



Acétate de linalyle



Acétate de néryle



Acétate de bornyle

Figure 45. Exemples d'esters dérivés de l'acide acétique.

Les acides en C3 et C4 peuvent se combiner pour donner des propionates, isobutanoates, isobutyrate et méthacrylates comme on en trouve dans l'HE de Camomille romaine (*Chamaemelum nobile*) et l'HE de Houblon (*Humulus lupulus*). (6,7)

Les acides en C5 se combinent pour donner des angélates, tiglates et valérates. L'**angélate d'isobutyle** est le composé majoritaire présent dans l'HE de Camomille romaine (*Chamaemelum nobile*), le **tiglate de citronellyle** fait partie des nombreux esters de l'HE de Géranium rosat (*Pelargonium × asperum*) et l'**isovalérate de bornyle** de l'HE de Valériane officinale (*Valeriana officinalis*). (6,7)

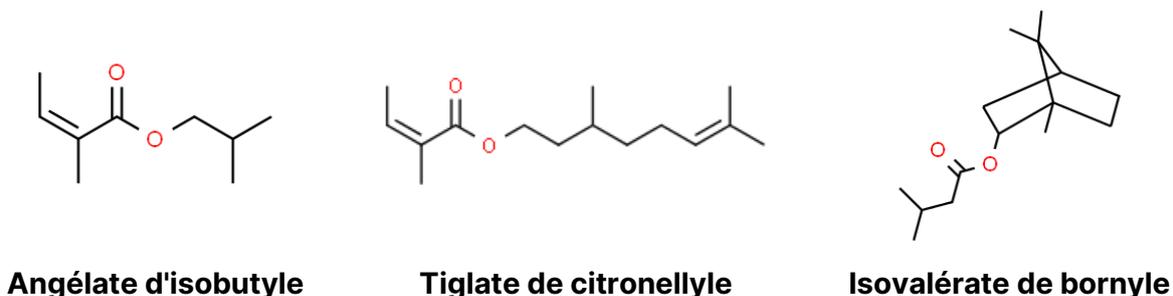


Figure 46. Exemples d'esters issus d'acides à 5 carbones.

Les acides en C7 sont souvent aromatiques au sens chimique, et donnent les benzoates et les salicylates. Le **benzoate de benzyle** fait partie des esters de l'HE d'Ylang-Ylang (*Cananga odorata*) et est aussi l'un des composants majeurs du baume du Pérou (*Myroxylon balsamum*). Le **salicylate de méthyle** se retrouve dans les huiles essentielles de Bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*), de Bouleau flexible (*Betula lenta*), de Gaulthérie couchée (*Gaultheria procumbens*) et de Gaulthérie odorante (*Gaultheria fragrantissima*). (6,7)

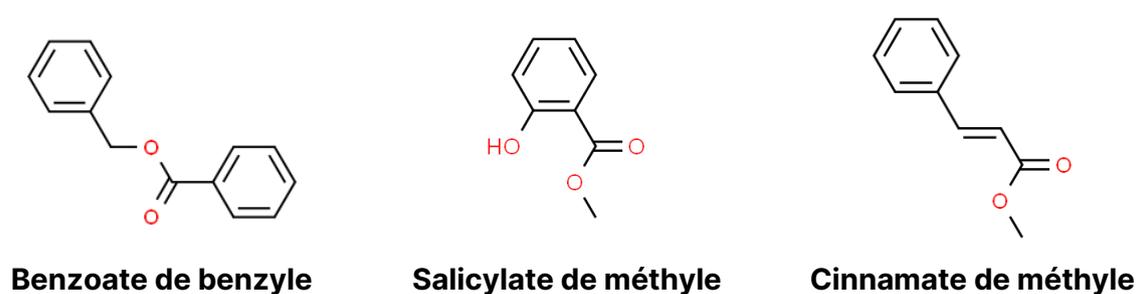


Figure 47. Exemples d'esters dérivés d'acides à 7 ou 9 carbones.

Provenant des acides en C9, citons le **cinnamate de méthyle**, dérivé de l'acide cinnamique qui est un acide aromatique, est présent dans l'HE de Basilic Blanc (*Ocimum americanum*) ou encore dans l'huile essentielle des rhizomes du Petit galanga (*Alpinia officinarum*) et du Grand galanga (*Alpinia galanga*). Il est aussi quasiment le seul composé présent à 98% dans l'HE des feuilles d'Eucalyptus « fraise » (*Eucalyptus olida*) qui doit son nom au parfum de fraise donné par ce composé. (6,7)

2.1.3.11 Les lactones

Les lactones correspondent à structures avec une fonction ester cyclisée. Cette famille est très développée, surtout les lactones sesquiterpéniques, et se retrouvent principalement chez les Astéracées (*Achillea*, *Artemisia*, *Inula*, *Chrysanthemum*, *Coniza*), les Lauracées (*Cryptocaria*, *Laurus*), ainsi que les Cistacées (*Cistus*) et les Malvacées (*Hibiscus*). Citons : (6,7,11)

- L'**alantolactone** et ses isomères que l'on retrouve dans les HE d'Inules (*Inula* spp.),
- L'**artémisinine** contenue dans l'HE d'Armoise chinoise (*Artemisia annua*),
- Le **costunolide** dans l'HE de Laurier noble (*Laurus nobilis*),
- La **népétalactone** dans l'HE de Cataire (*Nepeta cataria*).

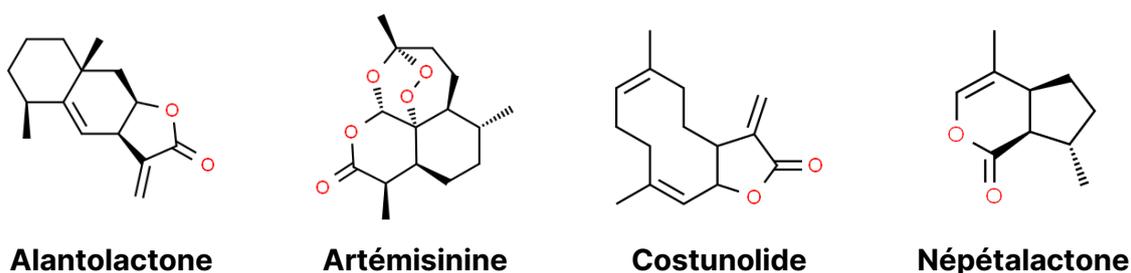


Figure 48. Exemples de lactones sesquiterpéniques.

2.1.3.12 Les coumarines

Très puissantes, ces molécules ne sont pourtant présentes qu'à de faibles concentrations dans les HE. Les coumarines cristallisent et sont de couleur blanche à jaunâtre tandis que les hydroxy-coumarines fluorescent dans le bleu sous lumière UV. Il existe de 850 à 1000 coumarines, que l'on retrouve principalement chez les Apiacées (*Ammi*, *Angelica*, *Apium*, *Pastinaca*, *Peucedanum*, *Petroselinum*, *Laserpitium*), les Astéracées (*Artemisia*, *Tagetes*), les Rutacées (*Citrus*, *Ruta*, *Fagara*, *Skimmia*), les Lamiacées (*Lavandula*) et les Pittosporacées (*Pittosporum*). (6,7,11)

- Parmi les coumarines simples on retrouve la **coumarine** à proprement parler dans les huiles essentielles d'écorce de Cannelier (*Cinnamomum verum*) et de feuilles de Cannelier de Chine (*Cinnamomum cassia*).
- Parmi les hydroxy-coumarines citons l'**ombelliférone**, ou hydroxy-7-coumarine, présente surtout dans les huiles essentielles d'Apiacées d'où son nom en référence à l'ancien nom de cette famille, les Ombellifères.
- Parmi les éthers coumariniques citons l'**herniarine**, ou méthoxy-7-coumarine, dans les huiles essentielles d'Estragon (*Artemisia dracunculus*), de Camomille allemande (*Matricaria recutita*), et de Lavande vraie (*Lavandula angustifolia*).

- Parmi les coumarines complexes à chaînes latérales, citons : (6,7)
 - La **visnadine**, une pyrocoumarine présente dans l'HE de Khella (*Ammi visnaga*)
 - Le **bergaptène**, une furocoumarine qui doit son nom à sa présence dans l'HE exprimée de zestes de Bergamote (*Citrus bergamia*).
 - L'**angélicine** présente dans l'HE d'Angélique (*Angelica archangelica*).

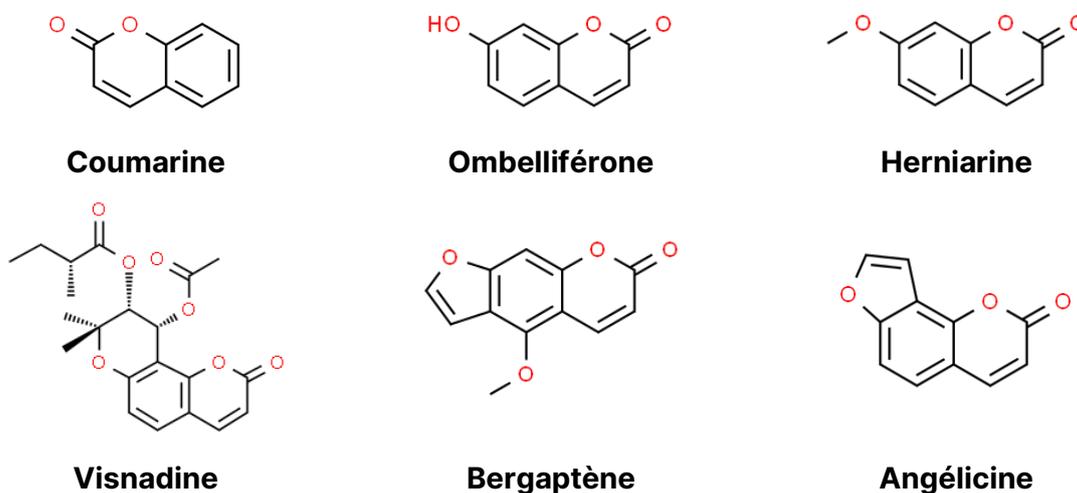


Figure 49. Exemples de coumarines simples et complexes.

2.1.3.13 Les phthalides

Les phthalides ont une structure similaire aux coumarines, mais une biosynthèse d'origine différente. La structure de base est composée de deux cycles, l'un à 6C (aromatique ou non) et l'autre à 5C avec une fonction lactone (diffère des coumarines) portant une chaîne hydrocarbonée plus ou moins longue, saturée ou insaturée. (7,11)

Naturellement, ces molécules sont sous forme trans (Z-phthalides) mais elles sont sensibles aux rayonnements UV ou au raffinage des huiles qui les dénaturent sous forme cis (E-phthalides) dont l'odeur est plus forte et désagréable. Citons le **Z-ligustilide** qui se retrouve principalement dans les huiles essentielles de racines de Livèche (*Levisticum officinale*) et le **Z-sédanolide** dans l'HE de Céleri (*Apium graveolens*). (6,7,11)

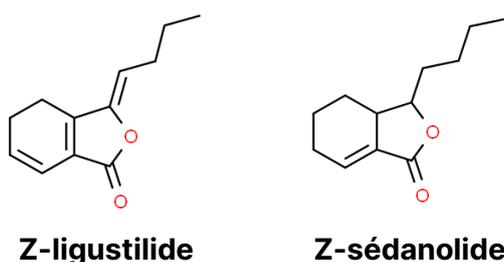


Figure 50. Exemples de phthalides.

2.1.3.14 Les composés azotés

Les composés comportant un atome d'azote (N) sont plutôt rares dans les huiles essentielles, et sont généralement responsables d'une odeur particulière. Il en existe plusieurs types mais ils sont souvent bifonctionnels et seront traités dans la partie « 2.1.3.16 Les composés plurifonctionnels » page 79.

Citons les **cyanures**, très souvent désignés par le terme anglais « cyanide » même dans des textes français, qui comportent un groupement cyano ($-C\equiv N$). L'HE d'Amande amère^a (*Prunus dulcis*) est riche en benzaldéhyde, ce qui lui confère son odeur caractéristique, et en acide cyanhydrique ($H-C\equiv N$) qui lui confère cette amertume mais qui est très toxique voire mortel. D'autres cyanures en très faible quantités peuvent donner une note florale à certaines huiles essentielles, sans les rendre toxiques pour autant. (6,7)

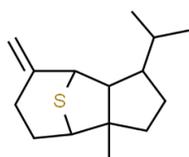
2.1.3.15 Les composés soufrés

Comme leurs homologues azotés, les sulfures sont souvent désignés par leur terme anglais « sulfide ». Ils peuvent comporter un, deux ou trois atomes de soufre et donner respectivement des sulfures, disulfures ou trisulfures.

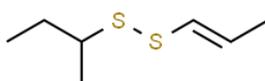
Ces composés se retrouvent :

- Soit à l'état de traces comme le « **mintsulfide** », un sulfure sesquiterpénique retrouvé dans l'HE de Menthe poivrée (*Mentha x piperita*),
- Soit majoritaires comme dans l'HE d'Ase fétide (*Ferula assa-fœtida*) qui doit son nom à ses 40 à 45% de **butyl propényl disulfide** (terme anglais plus commun).

Citons les disulfures et trisulfures dermocaustiques des huiles essentielles d'Ail (*Allium sativum*) et d'Oignon (*Allium cepa*). (6,7)



Mintsulfide



Butyl propényl disulfide



Dipropyl trisulfide

Figure 51. Exemples de sulfures, disulfures et trisulfures.

^a L'amande amère n'est autre que la graine sauvage d'un Amandier, par opposition à l'amande douce qui est une graine sélectionnée au fil des années pour ne contenir que très peu de cyanure.

2.1.3.16 Les composés plurifonctionnels

Dans la nature, les choses ne sont pas aussi catégorisées, et il est tout à fait possible de trouver des molécules plurifonctionnelles, c'est-à-dire qui présentent deux ou plusieurs groupements fonctionnels parmi tous ceux que nous avons abordés. Citons par exemple le **daucol**, un alcool-oxyde de l'HE de Carotte (*Daucus carota*).

Les composés soufrés sont souvent bifonctionnels : (6,7)

- La **mercaptomenthone** présente dans l'HE de Buchu (*Agathosma betulina*) qui a une fonction thiol et une fonction cétone (d'où la terminaison en « -one » dans le nom)
- L'**isothiocyanate d'allyle**, un composé à la fois soufré et azoté qui est présent dans les huiles essentielles de Moutardes (*Brassica* spp.) et est d'ailleurs responsable de cette sensation piquante « qui monte au nez » lorsqu'on consomme le condiment.

Les composés azotés sont également souvent bifonctionnels : (6,7)

- Le **N-méthyl anthranilate de méthyle**, à la fois ester et composé azoté. Majoritaire à près de 50% dans l'HE de feuilles de Mandarinier (*Citrus reticulata*), il se trouve à l'état de trace dans l'HE provenant du zeste et aussi l'HE de Petit grain bigarade (*Citrus x aurantium*).
- Le méthoxy-anthranilate de méthyle, ou **damascénine**, qui doit son nom à sa présence en quantité dans l'HE de Nigelle de Damas (*Nigella damascena*).

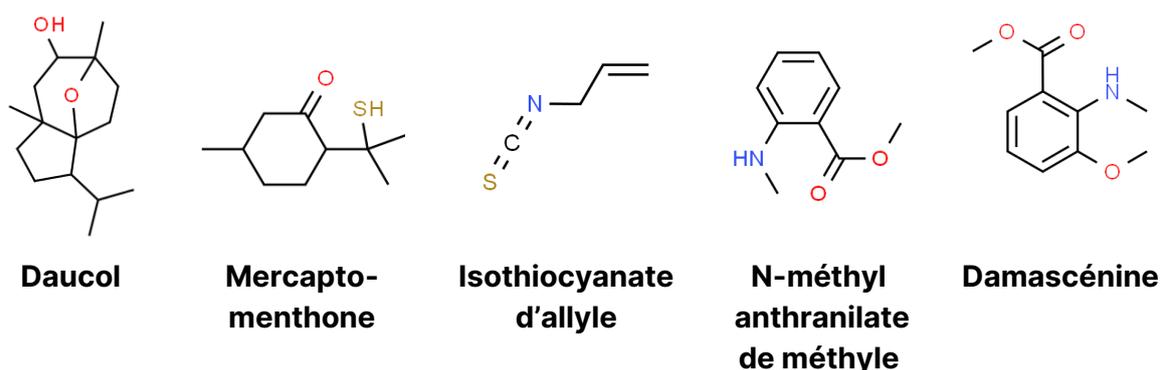


Figure 52. Exemples de composés plurifonctionnels.

2.2 MÉCANISME D'ACTION DES HUILES ESSENTIELLES

Il ne s'agit pas de lister toutes les activités des huiles essentielles, ce qui ne serait ni exhaustif ni réellement utile. Cependant, il est important de décrire les grandes lignes du fonctionnement des huiles essentielles et de définir les notions qui y sont liées.

Les effets peuvent différer ou varier en intensité selon la voie d'exposition aux huiles essentielles (orale, cutanée ou respiratoire), et ce tant au niveau de l'efficacité que de la toxicité. Les huiles essentielles pénètrent assez rapidement et facilement, ce qui explique leur rapidité d'action. (11) Nous verrons dans la partie « 4.2.2.1.1 La voie d'exposition cutanée » page 141 plus de détails sur l'absorption des huiles essentielles.

2.2.1 La notion de « ternaire aromatique »

Les huiles essentielles agissent en synergie sur trois plans, ce qui contribue à leur puissance d'action. Ces plans sont détaillés séparément mais il faut garder à l'esprit que tout se déroule de façon simultanée dans notre organisme, du niveau physiologique moléculaire, cellulaire et tissulaire jusqu'au au niveau psychologique. (6,7,11)

2.2.1.1 L'activité biochimique

Cette activité est de loin la plus documentée scientifiquement et communément reconnue. La notion de **relation structure/activité** permet de comprendre comment les molécules interagissent avec notre organisme, quel que soit leur usage. Il existe en effet une relation directe entre la structure chimique d'une molécule et son activité biochimique au niveau de l'organisme. Il faut garder à l'esprit que la molécule ne juge pas ce qui est bon ou mauvais pour l'organisme, et se contente d'agir là où sa structure lui permet de jouer son rôle, déclenchant toute une suite de réactions. Cela entraîne alors des effets voulus pour certains, on parlera alors d'action thérapeutique, ou non voulus pour d'autres, on parlera alors d'effets indésirables.

De nombreuses études scientifiques ont permis de comprendre cette relation structure/activité pour de nombreuses molécules, ou leurs métabolites, et ainsi faire le lien avec les multiples propriétés des huiles essentielles connues empiriquement depuis des siècles. Toutefois, ces études présentent leurs limites et les mécanismes biochimiques impliqués ne sont pas toujours complètement compris.

Enfin, les nombreuses molécules contenues dans une huile essentielle agissent en **synergie** : l'effet conjoint de plusieurs molécules sera plus important que la somme de leurs activités individuelles. Cela explique la puissance des huiles essentielles. Aussi, les HE reconstituées n'égalent en rien l'activité des HE naturelles. (6,11)

2.2.1.2 L'activité énergétique

Les molécules présentes dans les huiles essentielles ont la capacité d'échanger des électrons avec leur environnement par le biais de réactions d'oxydoréduction, on dit qu'elles ont un **potentiel électronique**. Les molécules dites **néгативantes** cèdent des électrons et auront un effet plutôt « apaisant » tandis que les molécules dites **positivantes** captent des électrons et ont un effet plutôt « tonique ». (6,7,11)

2.2.1.3 L'activité informationnelle

C'est probablement l'activité la moins étudiée à ce jour, tant elle est difficile à appréhender pour notre science moderne. Pourtant, nous avons tous pu expérimenter un jour le pouvoir d'une odeur qui peut réveiller en nous les souvenirs les plus enfouis d'une personne, d'un lieu ou d'un moment. Cela s'explique par le fait que les molécules **volatiles** des huiles essentielles diffusent facilement dans l'environnement et une fois inhalées, pourront activer les **aires corticales olfactives** au niveau du cerveau. Cette activation pourra entraîner des réactions en chaîne tant au niveau physiologique, que psychologique et comportemental. (3,6,7,11)

Toutefois, la frontière entre science et fantaisie est fine, et les travaux sérieux et appuyés scientifiquement sont peu nombreux à ce sujet. Citons les travaux de Moss *et al.* sur l'impact de l'odeur des huiles essentielles sur les performances cognitives, la mémoire et l'humeur. (20–23)

2.2.2 Bénéfices cosmétiques et propriétés liées

Dans la majorité des ouvrages traitant des huiles essentielles, l'ensemble de leurs propriétés thérapeutiques sont énoncées. Or, toutes n'auront pas un intérêt cosmétique car rappelons-le, un cosmétique n'est pas un médicament, et il peut qu'aider, favoriser ou participer à un processus physiologique seulement, et non pathologique.

Il est important également de comprendre la distinction entre les propriétés d'un ingrédient seul, et le bénéfice cosmétique attribué à un produit cosmétique. Bien qu'un produit contienne une huile essentielle cicatrisante, cela ne permet pas d'affirmer que le produit le soit. D'autant plus que le terme « cicatrisant » évoque l'existence d'une plaie, or un produit cosmétique ne peut être utilisé sur peau lésée. Que le produit soit à visée thérapeutique ou cosmétique, la propriété cicatrisante de l'huile essentielle en soi existe bel et bien, il s'agit simplement du cadre réglementaire qui diffère et autorise, ou non, l'emploi de ces termes.

Les marques devront alors être vigilantes sur leur communication, et être rigoureuses quant à l'utilisation de ces termes thérapeutiques en précisant qu'il s'agit d'une propriété de l'ingrédient actif, et ne pas induire la confusion auprès du consommateur sur une potentielle activité du produit fini. De plus, le bénéfice d'un ingrédient au niveau du produit fini reste encore à prouver, il ne faut donc pas faire d'amalgames. Ce n'est qu'une batterie de tests d'efficacité au niveau instrumental et clinique qui permettra de prouver les bénéfices cosmétiques d'un produit fini.

Parmi l'ensemble des activités des huiles essentielles, nous proposons une sélection d'activités qui peuvent avoir un intérêt en cosmétique, regroupées selon le bénéfice cosmétique éventuel lorsque l'HE est utilisée comme ingrédient actif dans un produit cosmétique.

Notons que les extraits naturels (HE, absolues, hydrolats, macérats huileux) ne représentaient qu'une petite proportion des ingrédients utilisés en parfumerie, cosmétique et hygiène. Ce n'est que ces dernières années que ce sont des actifs de plus en plus prisés, tant pour les produits « naturels & bio » que pour les produits conventionnels, notamment pour leur impact positif d'un point de vue marketing produit. (7)

2.2.2.1 Apaiser les peaux sensibles

Les huiles essentielles anti-inflammatoires vont permettre de limiter l'inflammation qui se caractérise par la triade douleur, rougeur et chaleur. Elles pourront être utilisées comme ingrédients actifs dans des produits visant à apaiser la peau, notamment dans les gammes pour peaux sensibles.

L'acétate de linalyle est un anti-inflammatoire présent dans les huiles essentielles de **Lavande vraie** (*Lavandula angustifolia*) et de **Lavandin** (*Lavandula × intermedia*). Cela leur permet d'être de bons actifs apaisants pour la peau, tout comme les huiles essentielles de **Camomille romaine** (*Chamaemelum nobile*) et de Camomille allemande (*Matricaria recutita*). (6,11)

2.2.2.2 Purifier les peaux grasses

Les produits cosmétiques pour peaux grasses à problèmes peuvent contenir des huiles essentielles aux propriétés diverses afin d'apporter une réponse complète : (6,7,11)

- HE antibactériennes : il faudra éviter les termes « assainit », « antiseptique » ou « antibactérien », et évoquer plutôt la sensation d'une peau purifiée, bien nettoyée. Citons l'HE d'**Arbre à thé** (*Melaleuca alternifolia*) riche en terpinèn-4-ol, mais aussi l'HE de **Palmarosa** (*Cymbopogon martini*).
- HE anti-inflammatoires : une peau à imperfections étant par définition sujette à l'inflammation, de nombreuses huiles essentielles pourront être utilisées. Citons l'HE de **Citronnelle de Java** (*Cymbopogon winterianus*), également décongestionnante.
- HE cicatrisantes : afin d'aider la peau dans ce processus et ainsi éviter l'apparition de marques suite aux boutons. Citons l'HE de **Patchouli** (*Pogostemon cablin*) et l'HE de **Carotte** (*Daucus carota*).
- HE astringentes pourront aider à resserrer les pores et raffermir la peau, comme l'HE de **Géranium** (*Pelargonium × asperum*). L'HE de **Thym à thymol** (*Thymus vulgaris*) possède des propriétés à la fois antibactériennes et astringentes.

2.2.2.3 Anti-âge

Ce sont les huiles essentielles antioxydantes, anti-inflammatoires et stimulant la synthèse des protéines de la peau, comme le collagène, qui auront un intérêt dans les produits anti-âge en prévenant l'apparition des rides et le vieillissement cutané. Il faudra bien-sûr en prouver l'efficacité par des essais cliniques, et faire attention à la communication pour un usage cosmétique : par exemple, on peut indiquer « favorise/ aide à relancer la production naturelle de collagène », mais pas directement « relance la production de collagène » qui suggérerait qu'elle se soit arrêtée (processus pathologique).

Parmi les huiles essentielles d'intérêt citons l'HE de **Géranium** (*Pelargonium × asperum*), de **Ciste** (*Cistus ladaniferus*), d'**Immortelle** (*Helichrysum italicum*), de **Rose de Damas** (*Rosa × damascena*) et de **Carotte** (*Daucus carota*). (6,7,11)

2.2.2.4 Aider à la réparation de la peau

Les huiles essentielles cicatrisantes et régénérantes permettront d'aider à la réparation de la peau. Les termes « favoriser ... », « aider à ... » ont toute leur importance car c'est ce qui permet d'employer ensuite le terme « réparer ». Autrement, on ne peut

énoncer qu'un produit répare la peau puisque cela suggérerait une action thérapeutique sur une peau lésée ; or un produit cosmétique ne peut être utilisé que sur peau saine.

Citons les huiles essentielles de **Ciste** (*Cistus ladaniferus*), d'**Immortelle** (*Helichrysum italicum*), de **Lavande aspic** (*Lavandula latifolia*), réputées pour leur pouvoir cicatrisant. Elles pourront être utilisées dans des produits « réparateurs » pour peaux ou lèvres sèches, sujettes aux petites craquelures superficielles, ou bien dans des produits pour les vergetures. (3,6,11)

2.2.2.5 Favoriser le drainage

Les huiles essentielles décongestionnantes, drainantes, veinotoniques et lymphotoniques vont favoriser une meilleure circulation des fluides (sang, lymphe, etc.). Elles vont être utiles pour réduire la sensation de jambes lourdes, citons l'HE de **Patchouli** (*Pogostemon cablin*), un décongestionnant veineux idéal pour cela. (6,7,11)

Concernant la **cellulite**, ce phénomène étant dû à une rétention d'eau et de cellules graisseuses, plusieurs types d'huiles essentielles seront utiles : (6,7,11)

- HE lipolytiques pour aider à brûler les graisses : HE de **Cèdre** (*Cedrus atlantica*).
- HE drainantes pour réduire les œdèmes : HE de **Genévrier** (*Juniperus communis*).
- HE décongestionnantes pour aider à réactiver la circulation, soit veineuse avec l'HE de **Cyprès de Provence** (*Cupressus sempervirens*), soit lymphatique avec l'HE de **Citronnelle** (*Cymbopogon citratus*).

2.2.2.6 Relaxer l'esprit

Les huiles essentielles sédatives, calmantes ou anxiolytiques pourront aider l'esprit à se relaxer, souvent grâce à leur activité informationnelle via l'olfaction. Elles pourront être utilisées dans des crèmes de nuit par exemple, associées à un rituel de massage et de respiration, pour aider à relaxer avant le coucher ou en période de stress. Citons les HE d'**agrumes** (*Citrus* spp.), réputées calmantes et anti-stress. (6,7,11)

Le Tableau 2 présenté ci-après permet de résumer l'ensemble des notions abordées. Au-delà d'une simple liste, il s'agit avant tout de comprendre la démarche pour trouver, parmi les huiles essentielles, de nouveaux actifs pouvant avoir un intérêt en cosmétique. En effet, dans les ouvrages à visée thérapeutique, les termes techniques dans les propriétés des huiles essentielles sont nombreux et il est important de savoir quels termes rechercher au regard du bénéfice cosmétique recherché.

Tableau 2. Résumé des bénéfiques cosmétiques, propriétés liées chez les HE et exemples d'HE d'intérêt.

Bénéfice cosmétique recherché	Propriétés à rechercher pour les huiles essentielles	Exemples d'HE d'intérêt
Apaiser les peaux sensibles	HE anti-inflammatoires	HE de Lavande vraie (<i>Lavandula angustifolia</i>) HE de Lavandin (<i>Lavandula × intermedia</i>) HE de Camomille romaine (<i>Chamaemelum nobile</i>)
Anti-âge	HE antioxydantes HE anti-inflammatoires HE stimulant la synthèse des protéines de la peau (collagène)	HE de Géranium (<i>Pelargonium × asperum</i>) HE de Ciste (<i>Cistus ladaniferus</i>) HE d'Immortelle (<i>Helichrysum italicum</i>) HE de Rose de Damas (<i>Rosa × damascena</i>) HE de Carotte (<i>Daucus carota</i>)
Aider à réparer la peau	HE cicatrisantes, régénérantes	HE de Ciste (<i>Cistus ladaniferus</i>) HE d'Immortelle (<i>Helichrysum italicum</i>) HE de Lavande aspic (<i>Lavandula latifolia</i>)
Purifier les peaux grasses	HE antibactériennes HE anti-inflammatoires HE cicatrisantes HE astringentes	HE d'Arbre à thé (<i>Melaleuca alternifolia</i>) HE de Palmarosa (<i>Cymbopogon martini</i>) HE de Citronnelle de Java (<i>Cymbopogon winterianus</i>) HE de Patchouli (<i>Pogostemon cablin</i>) HE de Carotte (<i>Daucus carota</i>) HE de Géranium (<i>Pelargonium × asperum</i>) HE de Thym à thymol (<i>Thymus vulgaris</i>)
Soulager les jambes lourdes	HE décongestionnantes, drainantes, veinotoniques, lymphotoniques	HE de Patchouli (<i>Pogostemon cablin</i>)
Anti-cellulite	HE lipolytiques HE décongestionnantes, drainantes, veinotoniques, lymphotoniques	HE de Cèdre (<i>Cedrus atlantica</i>) HE de Genévrier (<i>Juniperus communis</i>) HE de Cyprès de Provence (<i>Cupressus sempervirens</i>) HE de Citronnelle (<i>Cymbopogon citratus</i>)
Relaxer l'esprit	HE sédatives, calmantes, anxiolytiques	Nombreuses HE d'agrumes (<i>Citrus spp.</i>)

PARTIE 3

PROCÉDÉS D'OBTENTION ET QUALITÉ DES HUILES ESSENTIELLES

3.1 PROCÉDÉS D'OBTENTION D'UNE HUILE ESSENTIELLE

Extraire l'essence du végétal n'est pas chose aisée. Cela consiste à récupérer une substance relativement fragile et présente en faible quantité dans le végétal. En effet, la rapidité avec laquelle l'odeur disparaît lorsque l'on froisse une fleur ou une feuille est le témoin de l'extrême volatilité des molécules odorantes présentes dans la plante. De plus, une fois libérées, elles interagissent avec l'eau, l'oxygène, le rayonnement solaire et se modifient. Préserver au mieux cette substance pour en obtenir une HE de qualité est donc une opération délicate et complexe qui nécessite une certaine expertise. (3,7)

La plupart des procédés d'extraction utilisent des solvants, c'est-à-dire des substances capables de dissoudre d'autres substances. Ces solvants, souvent liquides, peuvent aussi être à l'état gazeux, voire entre les deux, comme nous le verrons un peu plus tard. Ils peuvent également être d'origine naturelle comme la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone (CO₂), ou bien d'origine fossile^a (pétrochimique) comme l'hexane.

Le rendement de ces procédés est globalement faible puisqu'il faut beaucoup de matière végétale, souvent des dizaines voire des centaines de kilogrammes, pour n'obtenir que quelques millilitres d'huile essentielle. (3)

Le procédé d'extraction le plus utilisé est la distillation à la vapeur d'eau. Les seuls procédés permettant d'obtenir une huile essentielle *stricto sensu* sont la **distillation** et l'**expression**, selon la norme ISO 9235:2013. En effet, nombreux sont les abus de langage où le terme d'huile essentielle est utilisé improprement pour désigner les produits issus d'autres procédés d'extraction, comme les absolues ou extraits CO₂. Nous le détaillerons dans la partie « 3.1.3 Autres procédés d'extractions végétales » page 96.

3.1.1 L'expression

Toutes les espèces du genre *Citrus* sont utilisées ou utilisables : Oranges, Mandarines, Citrons, Limes, Pamplemousses, etc. L'essence est principalement produite dans ce que l'on appelle le zeste du fruit, c'est-à-dire la partie colorée et externe du péricarpe (peau du fruit) qui est riche en glandes schizolysigènes.

^a Produit à partir de roches issues de la fossilisation des êtres vivants : pétrole, gaz naturel, houille.

Ce procédé d'extraction, illustré Figure 53, est le plus simple puisqu'il est mécanique. Une simple pression suffit à briser les poches pour en libérer l'essence qui pourra être recueillie de diverses manières : (3,7,11)

- Procédé « à la cuiller » pour obtenir la meilleure qualité, née en Sicile et en Calabre et encore employée de nos jours dans les pays producteurs d'agrumes (7)
- Autrefois manuelle à l'aide d'une râpe, cette méthode est de nos jours automatisée grâce à l'utilisation de deux types de machines : les **pellatrices** permettent de râper le fruit entier tandis que les **sfumatrices** exercent une alternance de compressions et décompressions sur des quartiers de fruits. (3,9)

L'essence est emportée avec le jus et la pulpe, puis est séparée par centrifugation.

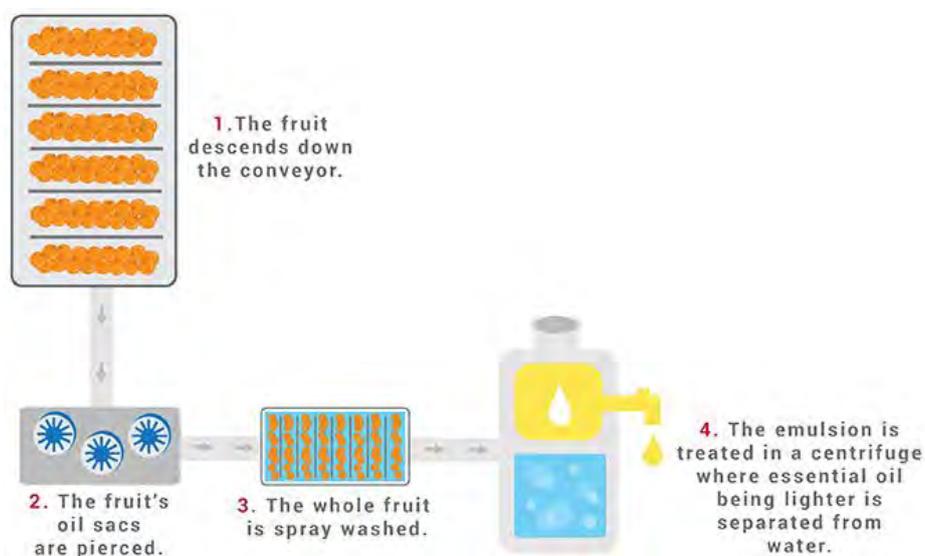


Figure 53. Schéma du procédé d'expression. (24)

Après expression, filtration et décantation à froid, nous obtenons donc une huile essentielle d'agrumes composée de deux fractions : (3,7,9)

- La plus importante est la **fraction volatile** qui comporte les molécules odorantes,
- La **fraction non volatile** qui contient :
 - De petites quantités de cires, d'acides gras, de stéroïdes,
 - Des pigments flavonoïques et de tri- et tétra-terpénoïdes (carotène) qui restent en suspension et colorent l'essence,
 - Des antioxydants (tocophérols)
 - Des furocoumarines, généralement retirées grâce à un post-traitement car elles représentent, un danger de brûlure en cas d'exposition au soleil (phototoxicité).

Parfois appelé « essence d'agrumes », le produit fini obtenu par expression est pourtant bien une huile essentielle, selon les définitions de la Pharmacopée et de la norme ISO 16128.

Cette méthode strictement mécanique a pour avantage de limiter l'oxydation à son minimum, et de bénéficier de la présence d'antioxydants dans la fraction non volatile. En effet, cette fraction non volatile n'est pas retrouvée dans les huiles essentielles distillées, ce qui fait des huiles essentielles exprimées des substances d'autant plus riches en principes actifs. (6,7)

L'HE d'agrumes étant instable, l'ajout d'anti-oxydants reste fréquent, souvent parmi les moins appréciés tels le butylhydroxytoluène (BHT) et le butylhydroxyanisole (BHA), rendant alors impossible l'utilisation des termes « naturel » ou « bio ». (9)

Par ailleurs, il se trouve que les huiles essentielles d'agrumes sont des coproduits de l'industrie des jus de fruits, ce qui apporte une forte rentabilité à la production de celles-ci et en fait les huiles essentielles les moins chères du marché. (9)

3.1.2 La distillation

Connue depuis l'Antiquité, transmise par les Arabes, et perfectionnée par les Grassois, cette technique traditionnelle connue depuis des siècles reste aujourd'hui la plus utilisée et la plus adaptée pour l'extraction des essences végétales. (7,9)

3.1.2.1 Les types de distillation

Il existe trois types de distillation :

- La **distillation sèche** des plantes nécessite une température très élevée, ce qui forme des produits de pyrogénéation. Autrefois utilisée pour l'extraction du bois de Cade à usage vétérinaire, la technique fut délaissée en raison de la forte teneur en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) réputés cancérigènes dans le « goudron végétal » obtenu. Récemment, ce procédé a été repris et couplé à une purification afin d'obtenir de nouvelles fragrances, presque exemptes d'HAP. (3,7)
- **L'hydrodistillation** est la plus ancienne et consiste à plonger directement la matière végétale dans 2 à 6 fois son volume d'eau, comme illustré dans la Figure 54. (7,9,11)
- La **distillation par entraînement à la vapeur d'eau** est un procédé plus récent qui déporte la production de vapeur dans une chaudière séparée de l'alambic, comme illustré dans la Figure 55 ci-dessous. Cela minimise l'altération due à l'hydrolyse, en particulier des esters, améliorant ainsi la qualité du produit fini. (3,7,9)

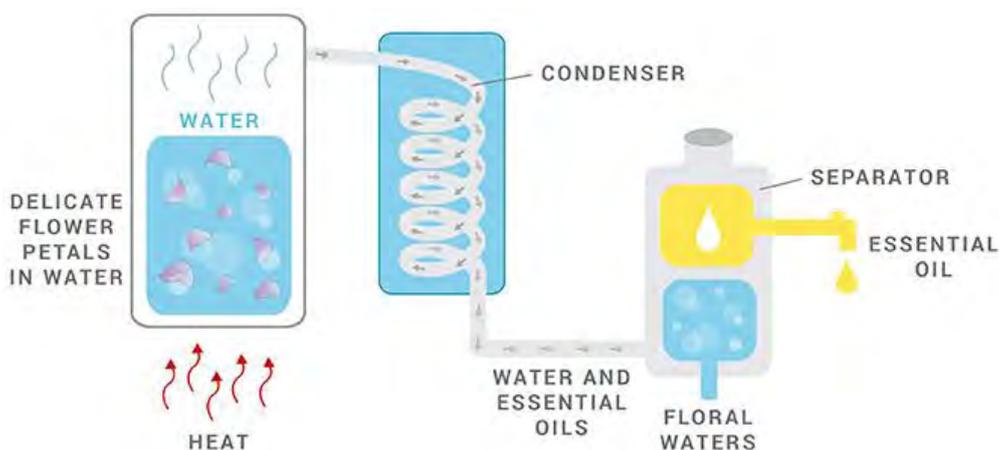


Figure 54. Schéma du procédé d'hydrodistillation. (24)

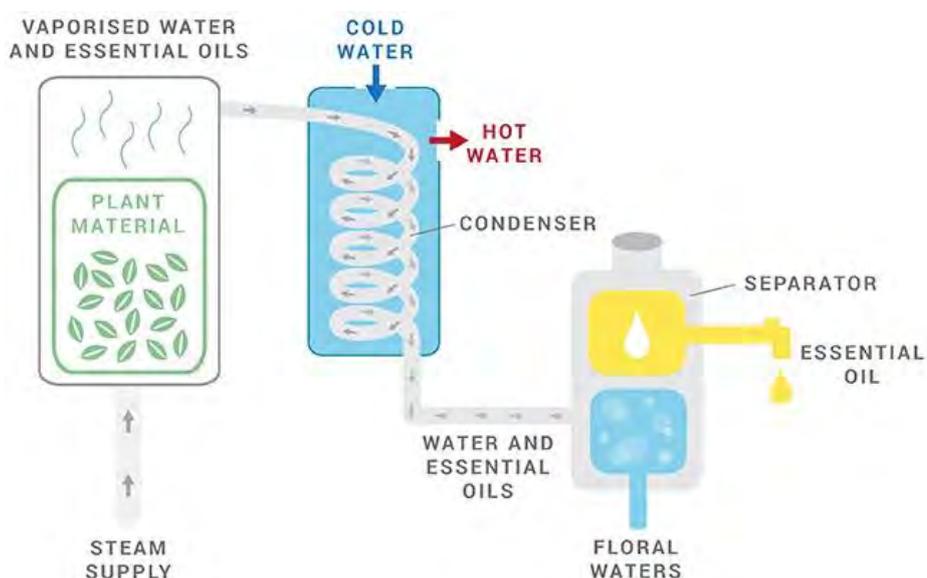


Figure 55. Schéma du procédé de distillation par entrainement à la vapeur d'eau. (24)

3.1.2.1 Les étapes de la distillation

L'appareil qui permet la distillation s'appelle un alambic et se compose de quatre parties principales : une chaudière, une cuve, un condenseur et un vase de décantation (ou vase florentin). De façon globale, la vapeur d'eau emporte les molécules volatiles présentes dans la matière végétale, que l'on récupère après refroidissement et décantation dans la phase huileuse du distillat qui correspond à l'huile essentielle, la phase aqueuse correspondant, elle, à l'hydrolat. (3,7,11)

3.1.2.1.1 Préparation de la matière végétale

Avant toute chose, il faut préparer la matière végétale destinée à la distillation.

Il est possible de distiller presque toutes les parties d'une plante (fleurs, pétales, feuilles, tiges, rameaux, herbes, racines, bois, écorces, péricarpes des fruits, graines, résine ou gommés, etc.) utilisées entières ou bien, selon les cas, concassées, broyées, pulvérisées, réduites à l'état de copeaux ou de sciure.

Les résines et gommés-oléorésines obtenues par exsudation suite à l'incision des écorces sont d'abord écrasées pour obtenir de fines particules, et ensuite filtrées pour en retirer les morceaux d'écorces, d'insectes, de terre...

Très souvent, les plantes aromatiques sont distillées à l'état frais, d'autres sèches ou encore légèrement fermentées. En effet, la grande majorité des huiles essentielles sont extraites à proximité de la zone de culture de la plante concernée, voire au bord-même du champ. (3,7,11)

3.1.2.1.2 Extraction des composés volatils

La première étape consiste à **chauffer de l'eau pour obtenir de la vapeur**. Dans le cas de l'hydrodistillation, cela se fait directement dans la grosse cuve où est plongée la matière végétale. Dans le cas de la distillation par entraînement à la vapeur, une chaudière indépendante approvisionne l'alambic en vapeur pour qu'elle traverse la matière végétale préalablement disposée sur une grille. (9,11)

Cette vapeur fait ainsi éclater les cellules à essence et en libère **les molécules volatiles qui sont emportées par la vapeur**. Entre alors en jeu un phénomène de tensions entre les vapeurs d'eau et d'essence, pas ou peu miscibles entre elles. Elles vont lutter contre la pression atmosphérique pour leur ascension dans l'alambic, jusqu'à atteindre le col de cygne.

En effet, selon les travaux de plusieurs scientifiques du 19^{ème} siècle (Berthelot, Pierre & Puchot puis Naumann), l'ébullition simultanée de deux substances peu ou non miscibles se produit à une température inférieure au point d'ébullition de la substance la plus volatile. Ainsi, à pression atmosphérique normale, l'eau et l'essence végétale vont se distiller simultanément à une température inférieure à 100°C (température d'ébullition de l'eau), voire encore inférieure si la pression baisse (comme c'est le cas en altitude), alors que les molécules constituant l'essence ont pourtant des points d'ébullition élevés^a. Cela permet de préserver les molécules volatiles et d'éviter trop d'altérations ou la formation de produits pyrogénés cancérigènes. (3,7,11)

^a De 109-110°C pour le citronellol à 264-267°C pour la β-asarone ; à l'exception de l'α-irone pour laquelle il est de 68-72°C.

3.1.2.1.3 Récupération des composés volatils

Dans une deuxième phase, les vapeurs chargées en essence passent dans un système réfrigérant, aussi appelé condenseur qui consiste en un serpentín plongé dans une cuve équipée d'une circulation continue d'eau froide. Ce contraste de température fait que **les vapeurs se condensent**, redeviennent liquides pour couler le long des parois. (3,7,9,11)

La troisième étape consiste à **recueillir le liquide dans un vase de décantation**, encore appelé vase florentin ou essencier. L'HE, dont la densité est généralement inférieure à 1, est plus légère que l'eau et remonte alors progressivement à la surface. Le distillat obtenu est ainsi composé de deux phases :

- Une phase huileuse comprenant l'**huile essentielle**, généralement au-dessus,
- Une phase aqueuse comprenant l'**hydrolat**, généralement en-dessous, que l'on appelle également l'eau florale dans le cas de distillation de fleurs.

Certaines huiles essentielles dont la densité est supérieure à 1 se retrouveront, elles, au fond ; c'est le cas des huiles essentielles de Carotte (*Daucus carota*), de Girofle (*Syzygium aromaticum*), de Cannelle (*Cinnamomum verum*), de Livèche (*Levisticum officinale*) ou encore de Gaulthérie couchée (*Gaultheria procumbens*) (3,7,11)

Les huiles essentielles sont enfin **filtrées, décantées, aérées**. Plusieurs lots de producteurs différents sont parfois assemblés en « communelles », comme c'est le cas de l'HE de Lavande (*Lavandula angustifolia*). Dans le cas de l'HE d'Ylang-ylang (*Cananga odorata*), nous verrons qu'il en existe plusieurs fractions et une forme « complète ».

3.1.2.2 Les modifications de l'essence à l'huile essentielle

La composition biochimique de l'huile essentielle ainsi obtenue présente des différences avec l'essence initialement présente dans le végétal : (3,9,11)

- **Absence de la fraction non-volatile** : l'huile essentielle ne contient que la fraction volatile de l'essence végétale qui a pu être emportée par la vapeur.
- **Modifications de la composition biochimique** : lors de la distillation, l'essence subit diverses modifications (oxydations, hydrolyses, isomérisations et restructurations) sous l'action des fortes températures, de la présence d'oxygène dans l'eau et du pH. L'hydrolyse touche particulièrement les esters volatils, mais également les protéines soufrées présentes dans le végétal^a. Ces modifications peuvent être minimales dans certains cas et plus importantes dans d'autres.

^a Les composés ainsi libérés sont responsables d'une odeur nauséabonde que l'on nomme les « still-notes », il convient d'exposer alors l'huile essentielle à l'air afin de s'en débarrasser.

Pour exemple, les feuilles de Sarriette commune (*Satureja hortensis*) contiennent très peu de carvacrol alors que l'huile essentielle en est particulièrement riche. Aussi, l'HE de Camomille allemande (*Matricaria recutita*) doit sa coloration bleue à la formation de **chamazulène** lors de la distillation, cette molécule étant absente de la plante. Elle est issue de la matricine, qui subit lors de la distillation plusieurs modifications signalées en jaune dans la Figure 56. (3,6,9)

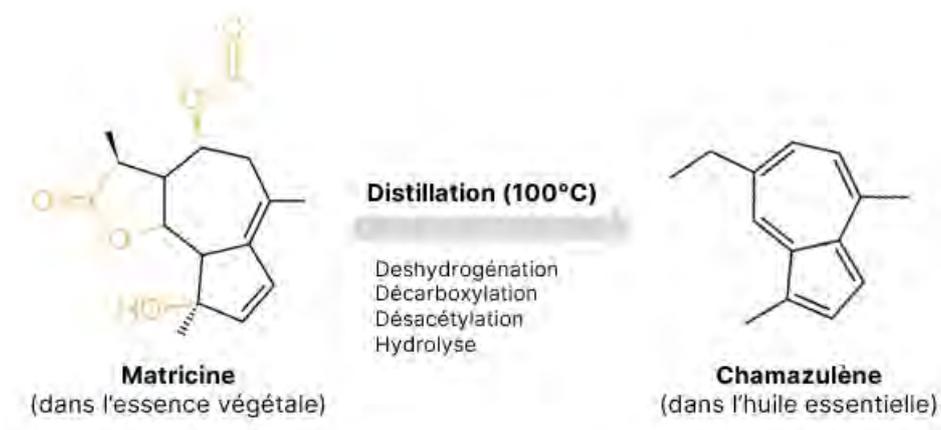


Figure 56. Transformation de la matricine en chamazulène lors de la distillation.

- **Perte en substances lors du processus :** les molécules les plus volatiles seront difficiles à récupérer, même en préservant au mieux la matière végétale. Aussi, certaines substances gazeuses sont non condensables, tout comme le fait que les substances très hydrosolubles se retrouveront dans l'hydrolat. Pour cela, il est possible de réinjecter l'hydrolat pour qu'il soit redistillé, cela s'appelle la cohobation. (3,7,9)

3.1.2.3 Le rendement d'extraction de la distillation

De manière générale, le rendement d'extraction est relativement faible pour les huiles essentielles, mais il peut fortement varier selon l'espèce : plus il est faible, plus la quantité de matière végétale nécessaire sera importante, donc le prix élevé. Nous détaillerons ce dernier point dans la partie « 3.2.3.3 La notion de prix » page 118.

Ce paramètre peut déterminer la qualité d'une distillation pour une espèce donnée. Le Tableau 3 ci-dessous présente quelques durées et rendements d'extraction et pour mieux visualiser, les quantités de matière végétale nécessaires pour obtenir 1 kg d'huile essentielle (3,4,7). Pour davantage d'exemples, se référer à l'Annexe C qui présente ces mêmes paramètres pour 138 huiles essentielles.

Tableau 3. Exemples de durées de distillation, rendements et quantité de matière première nécessaire pour 6 huiles essentielles très communément utilisées. (4,6,7)

Plante	Durées de distillation	Rendements d'extraction en %	Poids de matière végétale pour 1kg d'HE
Mélisse (<i>Melissa officinalis</i>)	2h	0,01 – 0,02	5 à 8 tonnes de parties aériennes
Rose de Damas (<i>Rosa × damascena</i>)		0,02 – 0,03	3 à 5 tonnes de pétales soit 1 ha de rosiers
Lavande vraie (<i>Lavandula angustifolia</i>)	1h30	0,66	150 kg de sommités fleuries
Lavandin (<i>Lavandula × intermedia</i>)	1h	2,5 – 3,3	30 à 40 kg de sommités fleuries
Anis étoilé (<i>Illicium verum</i>)	1h30	5	20 kg de fruits
Clou de Girofle (<i>Syzygium aromaticum</i>)	4h	16 – 20	5 à 6 kg de boutons floraux

3.1.2.4 Procédés annexes appliqués aux HE

Une fois l'huile essentielle produite, de nombreux procédés peuvent être appliqués afin de la modifier dans divers buts : (3,7,9)

- La **cohobation** consiste à réinjecter l'hydrolat recueilli dans la chaudière pour un nouveau cycle de distillation. Cela permet de limiter les pertes en molécules hydrosolubles et ainsi d'améliorer le rendement pour des matières premières coûteuses ou à faible rendement. Cela concerne :
 - La Cannelle (*Cinnamomum verum*)
 - La Rose (*Rosa × damascena*), pour laquelle on parle d'« huile directe » pour l'HE obtenue lors de la première distillation, puis d'une « huile seconde » pour celle obtenue lors d'une seconde distillation, permettant ainsi d'en récupérer l'alcool phényléthylique, un composé presque entièrement hydrosoluble.
 - La Myrrhe (*Commiphora myrrha*) qui a une forte proportion de sesquiterpènes et nécessite un temps d'extraction plus long que pour les monoterpènes.
- La **redistillation** permet de retirer certains composés toxiques, comme c'est le cas des thuyones dans l'HE de Sauge officinale (*Salvia officinalis*), ou des furocoumarines phototoxiques présentes dans les HE d'agrumes^a. Elle peut aussi servir à partiellement démentholiser l'HE de Menthe poivrée (*Mentha × piperita*).

^a Dans ce cas il ne s'agit pas d'une « re » distillation puisque le premier procédé est une extraction.

- La **distillation moléculaire** (DM) consiste à appliquer une forte pression sous vide puis un échauffement très bref pour séparer les molécules lourdes des molécules légères et obtenir ainsi un produit plus clair, plus limpide et plus odorant. Cette technique est utilisée pour le Patchouli (*Pogostemon cablin*) et également pour enlever les furocoumarines des HE d'agrumes obtenues par expression à froid.
- La **distillation fractionnée** permet d'isoler certaines molécules dans l'HE obtenue :
 - Pour les sélectionner comme le cis-3-hexénol que l'on qualifie d'« isolat naturel de Menthe »,
 - Pour retirer des composés indésirables comme les terpènes, la pulégone, les furocoumarines, etc. Cela peut être le cas pour le Genévrier (*Juniperus communis*), le Céleri (*Apium graveolens*), les agrumes etc.
 - À des fins parfumantes, soit pour éliminer les notes indésirables pour obtenir une fragrance raffinée (« Patchouli cœur »), soit pour sélectionner d'autres pour obtenir une odeur différente (« Cédrat cœur »).
- La **rectification** des huiles essentielles permet soit d'éliminer des composés indésirables (méthyl eugénol, safrole, des composés soufrés donnant une odeur d'œufs pourris aux huiles essentielles de Fenouil et de Carotte...), soit de séparer les différentes fractions (camphre blanc, brun et jaune).
- La **déterpénation** permet de mieux solubiliser les huiles essentielles dans l'alcool et en prévenir l'altération et la précipitation, permettant ainsi d'améliorer la stabilité et la durée de conservation du produit. En effet, les huiles essentielles sont diluées dans l'alcool pour être utilisées en parfumerie ou en tant qu'arômes alimentaires.
- La **wintérisation** consiste à congeler les huiles essentielles d'expression durant 48h à -20°C afin de les clarifier.
- La **dilution** dans de divers solvants organiques (dipropylène glycol ou alcool).

3.1.3 Autres procédés d'extractions végétales

Selon la méthode utilisée et les conditions d'extractions, une même plante aromatique fournit des produits de composition généralement différentes, bien que pouvant être similaires parfois. Toutefois, le terme « huile essentielle » doit être strictement réservé au produit issu de la distillation ou de l'expression. Tout autre usage de ce terme est impropre et constitue au mieux un abus de langage, et au pire un contresens, ce qu'il faut à tout prix éviter en matière de plantes car une simple erreur ou confusion peut rapidement se révéler très dangereuse.

Il sera toujours préférable, pour toutes les plantes dont les essences sont entraînaibles à la vapeur d'eau, d'opter plutôt pour la distillation. Nous allons toutefois parcourir les autres procédés qui permettent d'obtenir d'autres extraits végétaux, car ceux-ci sont souvent évoqués dans les ouvrages relatifs aux huiles essentielles. À noter que ces autres extraits sont rarement utilisés en tant qu'actif en cosmétique mais plutôt dans les compositions parfumantes.

3.1.3.1 La percolation

Ce procédé également appelé « hydro-diffusion » (à ne pas confondre avec l'hydrodistillation, déjà abordée), est rarement utilisé. Il consiste à faire circuler la vapeur d'eau à travers la matière végétale de haut en bas, c'est à dire dans le sens inverse de la distillation, et repose sur le phénomène d'osmose inverse. Cela a pour avantage d'être plus rapide dans le cas de certaines plantes, ce qui préserve la qualité des substances aromatiques, mais cela a aussi pour inconvénient de charger le produit en substances non volatiles. Cette technique est utilisée notamment pour l'extraction des écorces de Crotons (*Croton eluteria*) au Salvador. Nous obtenons une essence de percolation et non une huile essentielle. (3,7,11)

3.1.3.2 L'enfleurage

Connu pour avoir été utilisé dans l'Égypte ancienne, l'enfleurage est une méthode antique pour capturer la fraction volatile responsable de l'odeur de fleurs trop fragiles pour supporter une distillation. Ces fleurs doivent survivre quelques jours après la cueillette sans faner, c'est le cas notamment des fleurs de Jasmins (*Jasminum spp.*) de Rose (*Rosa × damascena*) de Tubéreuse (*Polianthes tuberosa*). (3,7,9)

Le principe de l'enfleurage est de faire infuser les fleurs dans de la graisse et renouveler les fleurs jusqu'à saturation de la graisse qui est ensuite filtrée. Elle peut se faire à froid, ou pour les fleurs moins fragiles, à chaud, on parle alors de Digestion ou Macération à chaud. La pommade parfumée est ensuite « épuisée à l'alcool absolu^a » pour isoler le parfum du reste de la matière. (3,7,9,11)

Très rarement utilisée de nos jours en raison d'un faible rendement, d'un coût important liée à la main d'œuvre qualifiée qu'elle nécessite, et de l'usage de graisses animales (les graisses végétales solides à température ambiante existant peu en Occident), cette technique a été remplacée par l'utilisation des solvants volatils. (3,7,9,11)

^a Ou alcool déshydraté, désigne de l'alcool pur proche de 100° ne contenant que des traces d'eau.

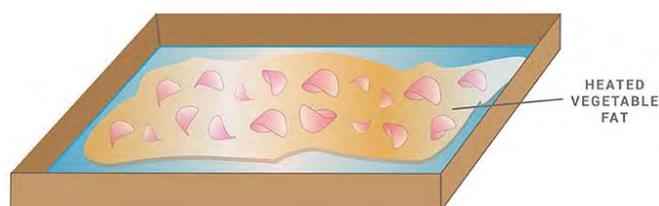


Figure 57. Schéma du procédé d'enfleurage. (24)

3.1.3.3 La macération

La macération est également une méthode antique qui repose sur le pouvoir dissolvant des huiles végétales. Généralement utilisée sur des fleurs, celles-ci sont macérées dans des huiles durant plusieurs semaines, à froid et à l'abri de l'air, voire de la lumière. Les **macérats huileux** obtenus sont alors nommés selon leur couleur, on parlera notamment de « l'huile rouge » pour le Millepertuis (*Hypericum perforatum*) et de « l'huile verte » pour l'Origan (*Origanum vulgare*). Ces macérats huileux ne contenant que des principes lipophiles, ils se mélangent facilement aux corps gras de la formule et sont souvent utilisés en cosmétique. Les vinaigres aromatiques sont réalisés selon cette méthode. (3,7,11)

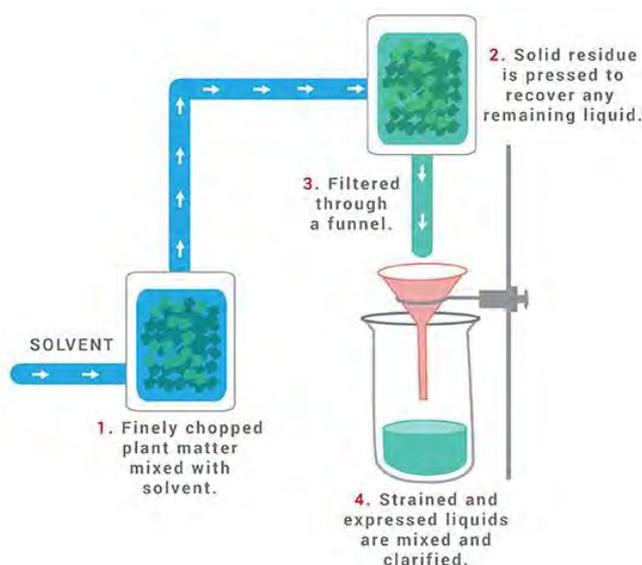


Figure 58. Schéma du procédé de macération. (24)

3.1.3.4 L'extraction par solvant volatil

Cette technique a remplacé l'enfleurage et est utilisée pour des matières premières plutôt chères et au rendement faible comme certaines fleurs (Rose, Jasmin, Oranger, Tubéreuse, Hélichryse, Mimosa, etc.), feuilles et résinoïdes d'écorces. Elle permet de préserver le parfum originel des fleurs sans trop les dénaturer, très utile en cosmétique ou parfumerie. (7,9,11)

Lors d'une première étape, la matière végétale macère dans un solvant, généralement l'hexane. Le solvant ainsi enrichi en molécules odorantes est ensuite récupéré par évaporation ou distillation sous vide à faible température pour obtenir une pâte brunâtre visqueuse appelée **concrète**. (3)

Lors d'une deuxième étape appelée « épuisement à l'alcool éthylique », cette concrète est débarrassée de ses cires végétales et certains pigments non miscibles dans l'alcool. Les cires sont dissoutes dans de l'éthanol pur puis précipitées suite à un changement radical de températures (chauffées puis glacées). Après filtration, le filtrat est distillé à basse pression pour évaporer l'alcool et obtenir une **absolue**. Il existe un art dans l'usage correct du nombre de bains de solvants et du temps d'extraction. L'épuisement à l'alcool peut être remplacé par le CO₂ à l'état supercritique. (3,7,9,11)

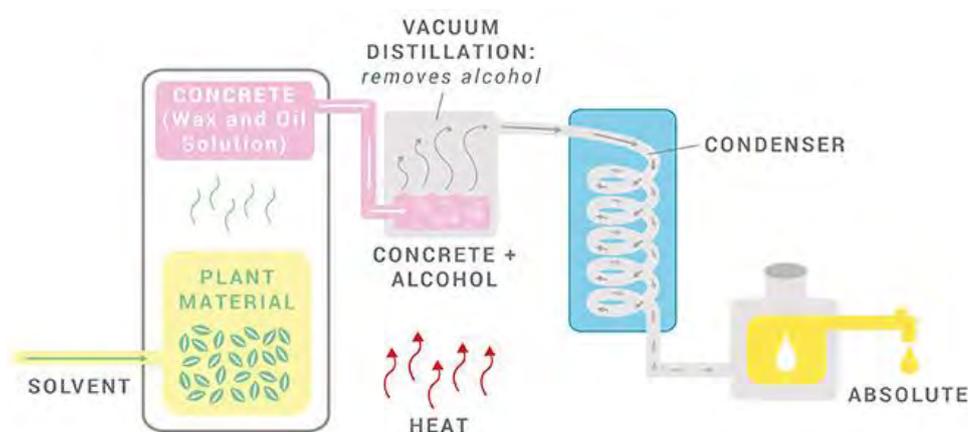


Figure 59. Schéma du procédé d'extraction par un solvant volatil. (24)

L'odeur et la composition d'une huile essentielle et d'une absolue sont différentes. En effet, l'avantage de l'extraction par un solvant est que le procédé **évite l'action hydrolysante de la vapeur d'eau**, préservant les composés hydrosolubles fragiles qui auraient été détruits par la distillation. (9)

Le **rendement** est également souvent **supérieur** à celui de la distillation, ce qui est très utile étant donné la teneur souvent infime des volatils. Toutefois, même par ce procédé, il reste relativement faible pour certaines fleurs comme c'est le cas des fleurs de Jasmin (*Jasminum grandiflorum*) : elles sont si petites et pèsent si peu (50µg) que pour obtenir 1kg d'absolue, il faut cueillir à la main pas moins de 7 millions de fleurs. (3)

Toutefois, cette technique présente un **risque**, tant pour les ouvriers qui manipulent ces solvants inflammables et toxiques pouvant provoquer fatigue, anémies et lésions organiques graves, que pour l'utilisateur du produit final. En effet, les concrètes contiennent généralement 2 à 6% de solvants résiduels, voire jusqu'à 25% dans de rares cas. Leur utilisation est donc limitée, quasi exclusivement à la parfumerie. (4,7)

3.1.3.5 L'extraction au CO₂ supercritique

Cette méthode très moderne est particulièrement coûteuse mais permet de respecter au mieux l'essence extraite du végétal.

Comme illustré dans la Figure 60, un fluide supercritique signifie que le solvant n'est ni à l'état gazeux, ni à l'état liquide, mais présente les caractéristiques des deux. Le dioxyde de carbone (CO₂) atteint cet état à 31°C et sous une pression de 74 bars. Cela en fait un excellent solvant pour l'extraction des essences végétales car la température requise est basse et le processus quasi-instantané, ce qui permet d'extraire en douceur les composés apolaires et lipophiles du végétal. De faible viscosité, il pénètre facilement le végétal, et il est facile à éliminer en raison de sa faible température d'évaporation. (3,9)

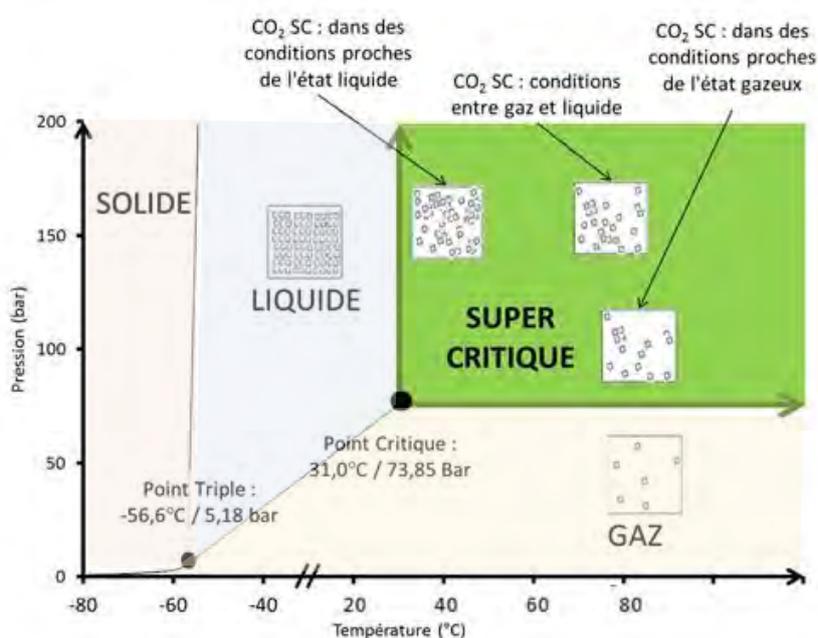


Figure 60. Les changements d'état de la matière selon l'évolution des conditions de pression et de température. (25)

Après avoir broyé à froid la matière végétale, le procédé consiste à la faire traverser par un courant de CO₂ supercritique à basse température (< 40°C) et haute pression (> 75 bars), ce qui fait éclater les poches à essences et entraîne les molécules volatiles. Pour retirer le solvant après extraction, il suffit de faire baisser la pression et le CO₂ repasse à l'état gazeux. Selon le végétal concerné, les paramètres de température et de pression peuvent être ajustés afin de sélectionner la fraction volatile. (3,4,7,9,11)

On obtient alors un « **extrait CO₂** » dont la composition reflète au mieux celle de l'essence présente dans le végétal. Le CO₂ étant inerte, il n'interagit pas chimiquement (ni oxydation, ni hydrolyse) avec l'essence extraite qui se trouve préservée. Contrairement à une huile essentielle, il comporte les molécules thermolabiles qui auraient été détruites par la chaleur de la distillation, une fraction lipidique plus ou moins

importante, des pigments qui ne s'évaporent pas, des alcaloïdes et des protéines liées à d'autres composants, nombre d'entre eux étant hydrosolubles. (3,7,9)

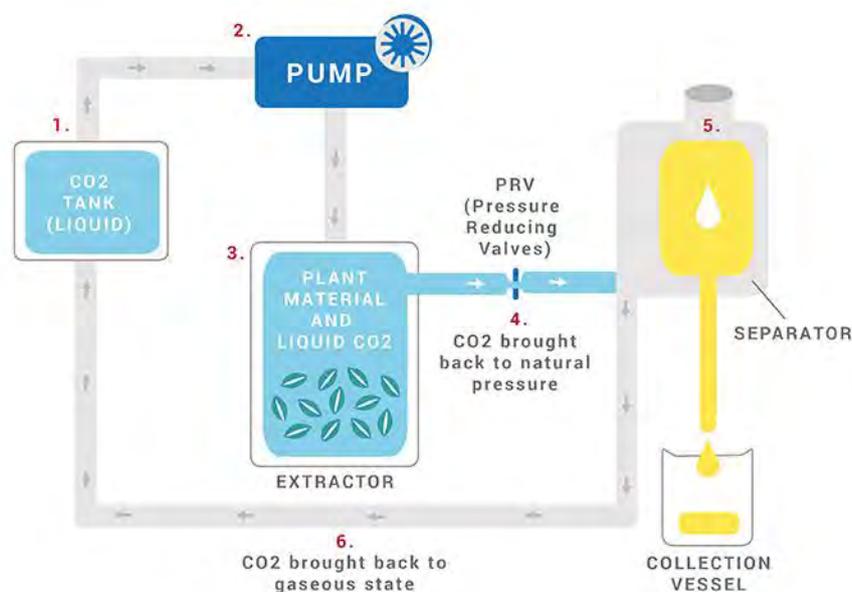


Figure 61. Schéma du procédé d'extraction au CO₂ supercritique. (24)

Le produit ainsi obtenu peut conserver son appellation « biologique », car le procédé est considéré comme physique et faiblement dénaturant. Cela permet ainsi d'accéder « naturellement » aux composés volatils odorants d'une plante qui ne peut faire l'objet d'une distillation, comme le Jasmin (*Jasminum grandiflorum*) qui doit être extrait par un solvant souvent d'origine pétrochimique pour donner l'absolue.

De plus, cette méthode est non risquée et plus respectueuse de l'environnement puisque le CO₂ est un gaz naturel incolore, inodore, non combustible, non toxique, et facilement obtenu auprès de sources volcaniques. Toutefois, bien que le CO₂ soit bon marché, le matériel de pointe nécessaire pour atteindre de telles conditions de pression requiert un gros investissement. Il s'agit toutefois du mode d'extraction de prédilection pour les arômes dans l'industrie alimentaire. De nos jours, ces extraits CO₂ sont particulièrement prisés par l'industrie du parfum et de la cosmétique, notamment de luxe. (3,4,7,9,11)

Pour conclure, de nouveaux procédés sont en phase de recherche ou développement, comme la distillation assistée par ultrasons ou par micro-ondes. (3)

3.1.4 Comparatif des procédés d'extraction

Le Tableau 4 ci-après illustre les points communs et les différences entre tous les procédés d'extraction abordés, ainsi que leurs avantages et inconvénients.

Tableau 4. Comparaison des différents modes d'extraction : caractéristiques, avantages et inconvénients.

Technique	Type d'extraction	Température	Produit obtenu	Avantages	Inconvénients
Expression	Mécanique	À froid	Huile essentielle	Méthode mécanique simple, limite l'oxydation	Ne concerne que les agrumes
Distillation [Hydrodistillation]	Gaz : vapeur d'eau	À chaud	Huile essentielle	Méthode simple, facile et peu coûteuse Possibilité de produire sur site	Dénaturation par la vapeur d'eau (composition et odeur modifiées)
Percolation Hydro-diffusion	Gaz : vapeur d'eau	À chaud	Essence de percolation	Plus rapide (préserve la qualité)	Charge en substances non volatiles
Digestion Enfleurage à chaud Macération à chaud	Liquide : graisse fondue au bain marie	A chaud	Pommade		Ne convient pas aux fleurs fragiles
Extraction par solvant volatil	Liquide : Hexane	A chaud	Concrète Absolue	Préserve le parfum des fleurs Donne accès à des plantes non distillables	Toxicité pour les ouvriers et le consommateur
Enfleurage	Liquide : Graisse	A froid	Pommade	Capture le parfum des fleurs fragiles	Main d'œuvre coûteuse
Macération	Liquide : Huile végétale	A froid	Macérât	Méthode ancienne simple Corps gras facile à incorporer en cosmétique	
Extraction par CO₂ supercritique	Fluide supercritique : CO ₂	A basse température et haute pression	Extrait CO ₂	Extrait préservant l'essence du végétal (notes de tête, de cœur et de queue), stable (minimum 5 ans sous azote), pur (stérile, sans résidus ou métaux), sûr (non toxique) et écologique. Production rapide de faible coût énergétique.	Installations très coûteuses Utilisable uniquement sur des végétaux à l'état sec (difficile à l'état frais)

3.1.5 L'hydrolat, co-produit de l'huile essentielle

Quelques mots sur l'hydrolat, qui est obtenu simultanément avec l'huile essentielle lors de l'extraction de l'essence des végétaux. Lorsque l'hydrolat est obtenu à partir de la distillation des fleurs, on parle d'« eau florale ».

L'hydrolat peut contenir une fraction de molécules volatiles, notamment celles hydrosolubles. C'est pourquoi elle est parfois réutilisée pour plusieurs cycles de distillation en circuit fermé, procédé appelé la cohobation, afin de concentrer au maximum l'huile essentielle qui sera obtenue. Toutefois, la majorité du temps, l'hydrolat obtenu après distillation est jeté car les coûts de transports n'en font pas un produit économiquement rentable. Pendant longtemps d'ailleurs, l'hydrolat était considéré comme un co-produit de l'huile essentielle, sans utilité. (3,4,11)

Leur composition étant très différente, tout comme leur concentration en molécules actives, il n'est en aucun cas possible de remplacer une huile essentielle par l'hydrolat correspondant. Contrairement aux huiles essentielles, les hydrolats sont essentiellement constitués d'eau et sont donc particulièrement sensibles aux contaminations microbiologiques. (4,9,11)

Leur production varie considérablement selon la technique de distillation et les pays d'origine : menée dans une installation hermétiquement fermée, l'hydrolat obtenu sera sain et non contaminé au départ (mais restera sensible par la suite) alors que menée dans une installation ouverte peut entraîner une contamination immédiate, facilitée par la température ambiante. Pour éviter tout problème, il est possible de filtrer et pasteuriser les hydrolats puis les conserver dans des bouteilles scellées. Parfois, les industriels ajoutent des conservateurs communs avec l'industrie agro-alimentaire, ou encore de l'éthanol. (4,9)

À ne pas confondre les hydrolats avec des eaux aromatisées, c'est-à-dire des huiles essentielles solubilisées dans de l'eau grâce à des tensioactifs, dont la composition et les propriétés n'ont, bien sûr, rien à voir.

Parfois sont vendus comme « hydrolats » des infusions d'herbes ensuite filtrées, ou encore des extraits végétaux déshydratés et congelés puis reconstitués avec de l'eau, allant jusqu'à l'ajout d'un parfum synthétique pour parfaire la supercherie. L'hydrolat le plus communément frelaté est l'eau florale de Rose (*Rosa × damascena*). (9)

3.2 QUALITÉ DES HUILES ESSENTIELLES

3.2.1 Aspects physico-chimiques

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, une huile essentielle n'a d'huile que le nom. En effet, hormis des traces de cire dans les huiles essentielles de certains agrumes ou de Rose, les huiles essentielles **ne contiennent pas de corps gras**. Il est donc important de ne pas les confondre avec les huiles végétales. Cela explique notamment pourquoi une goutte d'huile essentielle – même colorée – déposée sur une feuille de papier s'évaporerait sans laisser de trace, contrairement à une goutte d'huile végétale. (4,7,9)

Les huiles essentielles sont donc **volatiles**. C'est ce qui leur confère ce caractère odorant et permet leur entraînement à la vapeur d'eau. C'est également la raison pour laquelle il faut bien refermer un flacon d'huile essentielle après utilisation. (4,7,9)

L'attribution du terme « huile » est en réalité simplement due à la solubilité des huiles essentielles qui sont **lipophiles** : c'est-à-dire insolubles dans l'eau ou très peu, mais totalement solubles dans les composés huileux et les solvants organiques. Certains composés pourront être davantage solubles dans l'eau, comme la verbénone du Romarin officinal (*Rosmarinus officinalis*) ou le lavandulol de la Lavande vraie (*Lavandula angustifolia*), et entraîneront la formation d'émulsions lors de leur distillation. (4,7,9)

Les huiles essentielles sont en général **liquides** à température ambiante, toutefois leur viscosité peut varier : (3,4,7,9)

- Les HE de Myrrhe (*Commiphora myrrha*), Santals (*Santalum spp.*) et Vétiver (*Chrysopogon zizanioides*) sont très visqueuses, ce qui pose des difficultés pour en obtenir des gouttes.
- Certaines cristallisent comme celle de Camphre ou de Rose, d'autres sont solides à température ambiante comme l'HE d'Ambrette (*Abelmoschus moschatus*) ou de racine d'Iris (*Iris germanica*), ce qui lui vaut d'être parfois appelée improprement « beurre d'Iris ». Les termes « beurres » voire « concrètes » sont employés à tort car ce sont bien des huiles essentielles, particulièrement riches en triglycérides. Ces HE nécessitent d'être réchauffées avant utilisation, ne serait-ce qu'en tenant le flacon dans la main, d'autant plus si elles ont été stockées au réfrigérateur.
- À plus faible température, certaines vont même partiellement ou totalement cristalliser (Rose, Anis, Menthe des champs, Eucalyptus), voire se solidifier à froid.

En général **de couleur jaune**, de toutes intensités, certaines huiles essentielles dérogent à la règle : bleues pour la Camomille matricaire (*Matricaria recutita*) et la Tanaisie annuelle (*Tanacetum annuum*), brun pour la Sarriette des montagnes (*Satureja montana*), vert pâle pour les zestes de Bergamote (*Citrus bergamia*) et vert émeraude pour l'Inule odorante (*Inula graveolens*). (4,7)

Les huiles essentielles ont en général une **densité inférieure à 1**, ce qui les rend plus légères que l'eau. C'est grâce à cela, et à leur non miscibilité avec l'eau, qu'elles se séparent naturellement de l'hydrolat au niveau de l'essencier. Toutefois, certaines huiles essentielles font exception avec une densité égale ou supérieure à celle de l'eau : citons celles d'écorce de Cannelle (*Cinnamomum verum*), de Sassafras (*Sassafras albidum*), de clous de Girofle (*Syzygium aromaticum*) et de graines de Carotte (*Daucus carota*). (4,7)

3.2.2 Les facteurs de variabilité de la qualité d'une huile essentielle

Afin d'obtenir une huile essentielle de qualité, il convient d'en garantir les trois principaux aspects : la plante, l'extraction, le produit final.

3.2.2.1 Les garanties sur la plante

Ces garanties portent tant sur la plante en elle-même que sur sa zone de culture et son mode de récolte.

3.2.2.1.1 L'origine botanique

Nous avons vu qu'une huile essentielle se définit d'un point de vue botanique selon certaines règles. Tout d'abord, par la plante utilisée avec le nom binomial indiquant le genre et l'espèce, puis par la partie de la plante distillée. Ces deux éléments sont capitaux pour répondre à la « matière première végétale botaniquement définie » énoncée dans les normes officielles, mais aussi pour des questions de sécurité puisque cela permet de s'assurer de la source de cette matière première.

Il est très important de ne pas se contenter des noms d'usage (noms vernaculaires) pour désigner une plante, car bien que plus faciles à assimiler, ils sont souvent nombreux pour une même espèce, varient selon les régions, et peuvent être imprécis ou trompeurs. Il est donc indispensable de l'accompagner du nom binomial en

latin. La crédibilité scientifique de l'aromathérapie repose particulièrement sur l'usage d'une dénomination précise dans la littérature scientifique pour pouvoir présenter des résultats de tests exploitables et reproductibles.

Enfin, la partie de la plante distillée est également une information capitale, car pour bon nombre de plantes, la composition de l'huile essentielle en sera différente. Pour exemple, l'HE de feuille de Cannelle (*Cinnamomum verum*) contient de l'eugénol alors que celle provenant de la distillation de l'écorce est plutôt riche en cinnamaldéhyde. (7)

3.2.2.1.2 Le chémotype

Rappelons que chaque étape de la biosynthèse des molécules constituant l'essence est sous la dépendance d'enzymes. Chaque plante possède un équipement enzymatique déterminé par la génétique et différents facteurs environnementaux qui vont tantôt activer des enzymes, tantôt en inactiver d'autres, conduisant ainsi à la prédominance de telle ou telle molécule. Ainsi, une même espèce peut, selon les différents biotopes où elle pousse, donner des huiles essentielles de plusieurs chémotypes, c'est-à-dire de composition biochimique variable au niveau quantitatif et/ou qualitatif. Ces variations peuvent être si importantes qu'une méconnaissance de celles-ci peut occasionner au mieux une inefficacité, au pire de graves accidents. (7,11)

Parmi les facteurs environnementaux qui conduisent à ces variations, citons (6,7) :

- La **nature des sols** : il existe de nombreuses métalloenzymes issues du sol.
- L'**ensoleillement** : les enzymes sont aussi sensibles aux radiations lumineuses, quel que soit leur type ou leur intensité. En bord de mer ce sont les infrarouges (IR) qui dominent tandis qu'en altitude ce sont plutôt les ultraviolets (UV). Cela explique également les variations saisonnières : le Thym à géraniol aura une odeur bien prononcée l'hiver et une odeur plus douce l'été, car le géraniol aura été remplacé par son ester, l'acétate de géranyle. En pleine lumière, le Basilic fournira une huile essentielle riche en estragol (57%) mais à un taux inférieur à celui obtenu lorsque la plante est plutôt cultivée à l'abri de la forte lumière (74 %).
- Le **stade de croissance** : jeune, le Basilic à thymol (*Ocimum gratissimum*) contient plus de 90% de méthyl eugénol alors qu'à maturité, il contient plutôt thymol et monoterpènes.
- L'**exposition à des engrais chimiques** : la Menthe poivrée (*Mentha × piperita*) qui produit à l'origine du (-)-menthol se mettra alors à produire du (+)-menthol.
- L'**hygrométrie** et l'**altitude** influencent le pourcentage d'esters présents dans la Lavande vraie (*Lavandula angustifolia*) : la sécheresse les augmente de 2 à 3% et la haute altitude les booste de 3 à 10%.

- La **symbiose** avec les plantes voisines, qui constitue ce que l'on appelle le biotope.

Les espèces dont l'HE présente au moins deux chémotypes sont nombreuses. Citons la famille qui en comporte les principaux, à savoir les Lamiacées, avec :

- Les Menthes (*Mentha suaveolens*),
- Les Faux-basilics à eugénol ou thymol (*Ocimum gratissimum*),
- Les Origans à carvacrol ou thymol (*Origanum heracleoticum*),
- Les Romarins à 1,8-cinéole (Maroc), camphre (sud de la France ou de l'Espagne), verbénone (Afrique du sud) ou myrcène (*Rosmarinus officinalis*),
- Les Sarriettes (*Satureja* spp.),
- Les Thyms (*Thymus vulgaris*).

Prenons d'ailleurs l'exemple parfait du Thym (*Thymus vulgaris*) pour illustrer le concept des chémotypes. C'est la première plante à avoir éveillé les scientifiques à ce sujet il y a de cela une vingtaine d'années. L'instabilité du génome de cette espèce, exacerbée en milieu sauvage, a donné lieu à de nombreux chémotypes d'HE qui comportent tous les mêmes molécules, mais dans des proportions très variables : (7,9)

- **Thym à thymol** (phénol) : cueilli sur le littoral de Saint-Tropez, à l'odeur forte.
- **Thym à carvacrol** (phénol) : récolté en arrière-pays, même odeur mais nuances évoquant la Sarriette.
- **Thym à linalol** (alcool) : en Haute-Provence, sa fragrance est totalement différente. Devenue douce et suave, elle rappelle celle de la Lavande vraie (*Lavandula angustifolia*), voire même dans certaines zones très localisées, celle du Géranium rosat (*Pelargonium x asperum*).
- **Thym à géraniol** (alcool) : dans le haut-Languedoc, le thym dégage une odeur encore différente rappelant celle de la marjolaine des jardins,
- **Thym à thujanol-4** : dans les Corbières, son parfum épicé évoque le poivre,
- **Thym à 1,8-cinéole** (oxyde) : en Espagne, il imite la senteur de l'eucalyptus officinal,
- **Thym à citrals** (aldéhydes) : en Espagne, odeur de verveine citronnée.

Les capacités d'adaptation d'une plante sont déterminées génétiquement et il s'agit en réalité plutôt du milieu qui a sélectionné la plante produisant ces molécules car c'est celle qui a pu le mieux s'adapter, survivre et se reproduire.

En raison de la hausse de la demande en huiles essentielles, certaines variétés sont cultivées dans différentes parties du monde, que ce soit pour des questions climatiques ou d'amélioration de rendement, mais cela peut entraîner une certaine variabilité biochimique des plantes. Il est alors possible de cloner les plants afin de mieux maîtriser la composition biochimique des huiles essentielles obtenues. (7,9)

3.2.2.1.3 Le choix des plantes

Afin de ne pas altérer la qualité de l'huile essentielle, et de se préserver de la pollution agricole, il est important de choisir des **plantes sauvages ou de culture biologique**. Les conditions en montagne sont particulièrement bonnes, et favorisent une forte teneur en esters aromatiques, une odeur et des propriétés remarquables.

De nos jours, la majorité des plantations industrielles sont exposées aux engrais et désherbants chimiques, ce qui favorise l'apparition de nouvelles maladies, qu'ils contiennent ensuite avec des insecticides toxiques. De plus, l'HE de par son rendement d'extraction faible, a tendance à concentrer les pesticides, d'où l'intérêt de particulièrement privilégier les cultures biologiques. Il a été démontré que rien que l'addition de sels minéraux solubles dans le sol modifie clairement la composition d'une huile essentielle. Enfin, au-delà du chémotype lié à des facteurs environnementaux, des terroirs pourtant voisins peuvent donner des « **crus** » de plantes de qualité très variable. (7,11)

3.2.2.1.4 La récolte

Le facteur humain rentre en compte également au moment de la récolte. Le stade de développement de la plante, le moment de la journée et le mode de récolte sont des paramètres importants pour réussir à cueillir la plante quand elle est la plus riche en essence et ainsi obtenir le meilleur rendement en huile essentielle. Les conditions diffèrent selon l'espèce, voire même le chémotype de la plante concernée. (7,11)

Concernant le stade de développement, seront récoltées **avant la floraison** la Menthe poivrée (*Mentha × piperita*) afin d'éviter les cétones toxiques, et la Sarriette des montagnes (*Satureja montana*) car le taux de carvacrol est maximal. La Rose de Damas (*Rosa × damascena*), la Lavande (*Lavandula angustifolia*) et le Romarin (*Rosmarinus officinalis*) seront récoltés **pendant la floraison**. La Sauge sclarée (*Salvia sclarea*) et la Menthe sylvestre (*Mentha longifolia*) seront plutôt récoltées **après la floraison**, au stade de graine. (3,6,7)

Concernant le moment de la journée, les Roses (*Rosa × damascena*) se cueillent à l'éclosion **après la rosée du matin** et avant la grosse chaleur de midi, tout comme la Lavande (*Lavandula angustifolia*), alors que le Thym (*Thymus vulgaris*) et le Romarin (*Rosmarinus officinalis*) se cueillent plutôt **l'après-midi**. La saison peut avoir un impact sur la composition de l'huile essentielle : celle du Thym est riche en monoterpénols l'hiver et plutôt riche en esters l'été. Enfin, même l'état de **maturité de la partie récoltée** peut jouer, comme pour le Basilic tropical (*Ocimum basilicum*), la Verveine citronnée (*Aloysia citriodora*) et l'Eucalyptus citronné (*Corymbia citriodora*). (3,6,7)

Concernant le mode de récolte, il peut se faire **manuellement** au sécateur comme pour la Lavande et le Thym, mais désormais cela se fait majoritairement **mécaniquement** grâce à une fauche, bien que cette dernière ait tendance à abîmer les plantes. Certaines plantes aromatiques sauvages peuvent encore être récoltées à la faucille au Maghreb. (3,7)

Ainsi, en tant qu'industriel, il est recommandé d'obtenir une certification rigoureuse de l'espèce botanique, du chémotype, de l'origine végétale, du stade de développement et de la période de récolte de la plante. Mais cela ne s'arrête pas là, car une fois les garanties sur la plante obtenues, le facteur humain est également décisif dans les étapes qui suivent.

3.2.2.2 Les garanties sur l'extraction

L'extraction est une étape primordiale pour obtenir une HE de qualité comprenant tous les molécules chimiques attendus. Bien que la variabilité naturelle soit importante, le facteur humain est loin d'être négligeable. La distillation est un processus complexe dont les paramètres doivent être contrôlés, et sont autant de facteurs déterminant la qualité de l'huile essentielle obtenue (4,9)

Il va de soi que la **propreté** des lieux et du matériel est un prérequis, tout comme la **qualité de l'eau** utilisée. Il est préférable d'utiliser une eau de source très peu calcaire afin de préserver la qualité des arômes et éviter le détartrage annuel des équipements, tout comme le recours aux détartrants chimiques. (7).

3.2.2.2.1 La préparation de la matière végétale

Rappelons que la plante peut être fraîche, pré-fanée ou séchée. Le trempage préalable des feuilles de Gaulthérie couchée (*Gaultheria procumbens*) permet la libération enzymatique du salicylate de méthyle. Dans le cas des pétales de Rose (*Rosa × damascena*), les pince-oreilles (insectes) doivent être retirés à la main, puis les pétales entreposés un à deux jours en chambre froide. (3,6)

3.2.2.2.2 Le mode de production de la vapeur d'eau

Lorsque l'eau est en fond de cuve comme dans l'hydrodistillation, la vapeur est plutôt humide (semblable au hammam) ce qui défavorise les essences riches en esters qui sont facilement hydrolysables. Lorsqu'elle est apportée par une chaudière indépendante, la vapeur est plutôt sèche (semblable au sauna), ce qui préserve ces essences. Selon les besoins, le choix d'utiliser une méthode ou l'autre peut être délibéré.

Prenons l'exemple de l'HE de Néroli (*Citrus ×aurantium*): les parfumeurs cherchent à avoir un taux réduit d'esters alors que l'acétate de linalyle, un ester responsable de son activité thérapeutique, sera recherché en aromathérapie. (3)

3.2.2.2.3 Les paramètres de pression et durée

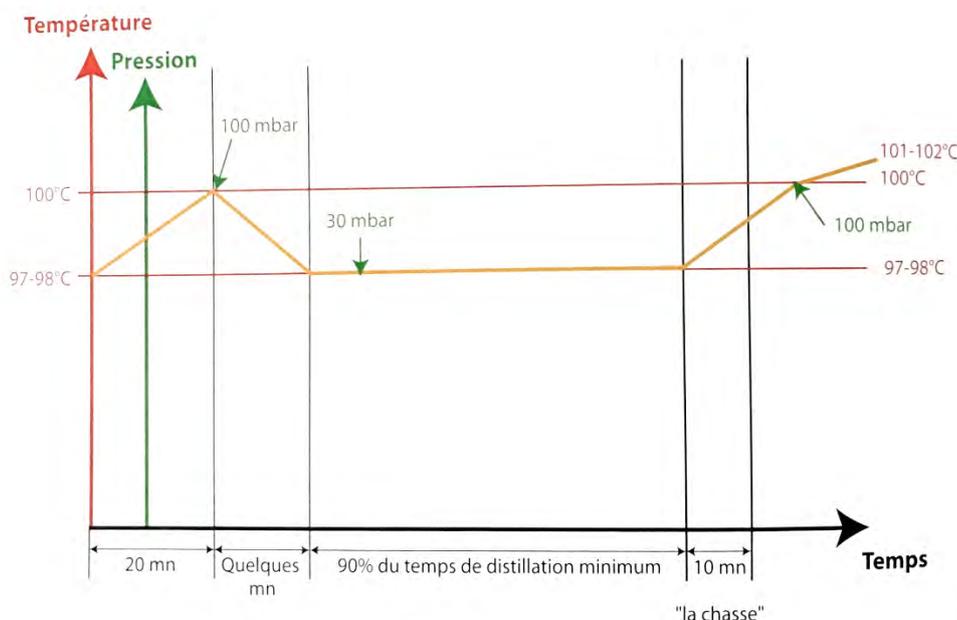


Figure 62. Évolution des paramètres de température et de pression lors de la distillation. (6)

➤ LA PRESSION

La pression à l'intérieur de l'alambic, toujours très basse, doit être comprise entre 0,05 et 0,10 bars. Dès 0,3 bars on considère que l'on est à haute pression, et par exemple l'huile essentielle de Thym (*Thymus vulgaris*) passera du rouge clair au rouge brun. (7)

➤ LA DURÉE

La durée varie d'une plante à l'autre selon les molécules que l'on cherche à extraire de la matière végétale. Chaque molécule a un temps de distillation donné, déterminé par son poids moléculaire et sa volatilité : l' α -pinène sort en général rapidement (au bout d'un quart d'heure), alors que les molécules plus lourdes comme les coumarines et les phénols ont un temps de distillation bien plus élevé. Il faut environ 85 minutes de distillation pour la Lavande (*Lavandula angustifolia*), ce temps pouvant être jusqu'à triplé les années humides. (9)

Il est important de respecter ces temps de distillation afin d'obtenir une HE de qualité et complète comprenant l'ensemble des fractions « de tête » et « de queue ». Par exemple pour le Thym (*Thymus vulgaris*), environ 75% des molécules sont récoltés après 30 minutes mais jusqu'à 90 minutes supplémentaires sont nécessaires pour extraire la totalité des phénols. (4,7)

Cela dit, selon son usage, l'intégralité de la composition biochimique d'une HE peut ne pas être une priorité. En effet, cela sera recherché en aromathérapie, mais sera moins important pour d'autres industries : la distillation d'une HE destinée à parfumer les lessives ne dure que 30 minutes à peine, car seule la fraction odorante importe. Les distillateurs étant payés au kilogramme d'huile essentielle, certains distillent tout de même à haute pression, ou 30 minutes maximum pour être rentables car cela peut suffire pour certaines utilisations (produits ménagers), bien que cela baisse par ailleurs la valeur sur le marché de leur HE puisqu'elles ne sont plus conformes aux normes, certes non obligatoires. (4,7)

Prenons l'exemple particulier de l'HE d'Ylang-ylang dont il existe plusieurs grades selon le temps de distillation : la plus onéreuse correspond à un temps de distillation de 15 minutes (grade extra), les autres à un temps progressivement plus long (1^{ère} à 3^{ème} fractions). Bien évidemment, le rendement augmente avec la durée de distillation. Ainsi le meilleur grade, dont le temps de distillation est le plus court, a le rendement le plus faible mais la plus forte proportion de fraction volatile, responsable de la meilleure odeur. (4,7)

Enfin, la composition de l'HE de noix de Muscade (*Myristica fragrans*) peut radicalement changer lorsque la durée d'extraction dépasse les 10 minutes. Après environ 30 minutes, l'HE caramélise, s'épaissit et se solidifie après refroidissement, ce qui nécessite de chauffer de nouveau pour l'extraire. (9)

3.2.2.2.4 Le matériau de l'alambic

Les premiers alambics étaient en terre cuite, puis le cuivre, le fer, et l'aluminium ont été remplacés par l'acier inoxydable, matériau très utilisé de nos jours dans l'industrie. En effet, la nature du métal joue un rôle non négligeable sur la qualité de l'HE : le cuivre et le fer sont corrodés par les vapeurs relativement acides des essences et agissent comme des catalyseurs d'oxydation, ce qui contamine au final les huiles essentielles, même de manière infime. (3,6,7)

Pour exemple, l'HE d'Immortelle (*Helichrysum italicum*) et l'HE de Gauthérie (*Gaultheria procumbens*) sont normalement jaune clair lorsque distillées dans de l'inox, mais seront respectivement vertes dans du cuivre et roses dans du fer. Il est fréquent que l'HE de Patchouli (*Pogostemon cablin*) en provenance d'Indonésie nécessite d'être redistillée afin d'en enlever le fer. Enfin, la qualité des soudures peut également avoir son importance pour permettre un nettoyage parfait de la cuve entre deux distillations et éviter les contaminations. (3,6,7)

3.2.2.2.5 La conservation

Après distillation, l'HE doit subir une simple filtration avant d'être stockée à l'abri de la lumière, la chaleur ou l'air. En effet, ces trois facteurs accélèrent des réactions d'oxydation ou polymérisation, modifiant la fluidité et la couleur des huiles essentielles. Cela est particulièrement vrai avec les terpènes qui polymérisent facilement, c'est d'ailleurs pour cela que l'on fabrique des colles à partir des pinènes. (3,6,7,9)

La conservation des huiles essentielles se fait donc dans des **cuves inertes, opaques et hermétiques**, souvent en **verre** brun ou en **aluminium**, que l'on entpose dans un endroit frais, idéalement au réfrigérateur. Il est possible d'utiliser du verre bleu, mais pas blanc ou jaune, et surtout pas du plastique ou du verre transparent. (3,7,9,11)

3.2.2.3 Les garanties sur le produit final

Une huile essentielle de qualité est pure, naturelle et intégrale, trois aspects que nous allons définir ci-après. Des notions complémentaires seront détaillées dans la partie « 3.2.4.5 L'adultération des huiles essentielles » page 124. (7,11)

3.2.2.3.1 La naturalité

Une HE doit être complètement **naturelle**, et ne pas avoir été dénaturée par l'ajout de molécules synthétiques, d'agents émulsifiants, d'huiles minérales, de white spirit ou encore d'essence de voiture. (4,7,11) Afin de limiter la présence de pesticides, on choisira des plantes aromatiques issues d'agriculture biologique, bien que la teneur en HE dans les cosmétiques fasse de la présence de pesticide un risque non significatif.

3.2.2.3.2 La pureté

Une huile essentielle **pure** ne sera pas mélangée à d'autres huiles essentielles proches, comme c'est souvent le cas avec l'HE de Lavande (*Lavandula angustifolia*) à laquelle on ajoute du Lavandin (*Lavandula xintermedia*) bon marché. L'essence de térébenthine, l'oléorésine issue du Pin (*Pinus sylvestris*), est souvent utilisée pour compléter d'autres huiles essentielles. Il arrive de trouver des huiles ou corps gras peu odorants voire désodorisés (ricin, blanc de baleine, stéarate, etc.) mais également de l'alcool pour les alcaliniser, ou bien d'autres additifs.

Plus le nombre d'intermédiaires est important, plus le risque d'obtenir une huile essentielle altérée, dégradée ou falsifiée est important.

En raison de la rareté de certaines huiles essentielles, on peut trouver dans le commerce des compositions reconstituées. C'est surtout le cas du Niaouli (*Melaleuca quinquenervia*), de la Rose (*Rosa x damascena*) et de la Mélisse (*Melissa officinalis*).

Pour un usage thérapeutique, la pureté est indispensable, mais moins pour un usage cosmétique ou ménager. En cosmétique, il est fréquent d'utiliser des ingrédients de synthèse aux côtés des HE pour les compositions parfumantes ou encore des mélanges d'HE pures mais de qualités disparates. (4,7)

3.2.2.3.3 L'intégralité

En plus de ne pas comporter de molécules en trop, une huile essentielle doit être **intégrale**, c'est-à-dire avoir dans sa composition l'ensemble des molécules qu'elle est censée contenir. Même si certaines ne sont présentes qu'à l'état de traces, il est fréquent que ces molécules-là contribuent à l'activité.

Le retrait intentionnel de certaines molécules est souvent pour des raisons de toxicité, mais dans certains cas, c'est justement le fait de retirer certaines molécules qui peut augmenter la toxicité de l'HE. Prenons l'exemple de deux agrumes : (7)

- Pour les HE d'agrumes riches en furocoumarines, le fait d'avoir une HE non intégrale se justifie mais doit toujours être indiqué dans la dénomination commerciale du produit : « HE de Bergamote (*Citrus bergamia*) sans furocoumarines ».
- La déterpénation peut se justifier pour des besoins de solubilisation, mais peut s'avérer préjudiciable dans le cas du Citron (*Citrus limon*) par exemple, où le limonène tempère l'agressivité des citrals.

3.2.3 Choisir une huile essentielle de qualité

Maintenant que nous avons compris l'ensemble des éléments importants pour obtenir une huile essentielle de qualité, faisons le tour des points qui permettent de s'assurer que l'on choisit une HE de qualité.

3.2.3.1 La fiche technique du fournisseur

Tout fournisseur est tenu de mettre à disposition une fiche technique du produit fourni. L'Annexe D page 241 en présente un exemple. Celle-ci est censée comporter l'ensemble des points de garanties abordés précédemment, plus d'autres données :

- La **dénomination botanique** : doit figurer en latin obligatoirement. Le nom courant en français ou dans la langue locale peut être ajouté.
 - La **partie de la plante distillée** : fleurs, feuilles, racines, etc. car chaque partie peut donner une huile essentielle de composition très différente, qui n'aura donc pas la même activité.
 - L'**origine géographique** : permet la traçabilité du produit, et donne des indications sur le chémotype éventuel.
 - Le **type de culture** : sauvage, cultivé, biologique, autant de modes de cultures qui impactent la plante distillée, sans compter les résidus de produits phytosanitaires utilisés dans une culture non biologique.
- Les garanties sur la plante
- Le **procédé d'extraction** : permet de s'assurer que l'on est bien en présence soit d'une huile essentielle obtenue par distillation ou expression, car des absolues ou extraits CO₂ sont parfois vendus sous le terme d'huile essentielle, à tort.
- Les garanties sur l'extraction
- Les **critères organoleptiques** : aspect, couleur, odeur
 - Des **paramètres analytiques** : densité, indice de réfraction, pouvoir rotatoire, point éclair, etc. Un bulletin d'analyse du lot concerné contenant un profil chromatographique CG-SM est souvent joint.
 - La **composition** : avec les principaux composants, permet de connaître le chémotype éventuel de l'HE.
 - Les conseils de conservation, la **date de durabilité minimale** (DDM).
 - Le **numéro de lot**, les **numéros d'enregistrement**, la dénomination **INCI**, les coordonnées du producteur, etc.
- Les garanties sur le produit fini

3.2.3.2 Les labels, certifications et mentions

Les labels permettent de garantir la qualité d'une huile essentielle selon les standards définis par leur charte respective. Il en existe différents types de labels :

- Les **labels publics** sont associés à un document législatif, comme un règlement, et sont donc reconnus par les institutions publiques. Ils sont contrôlés par des organismes indépendants qui valident l'apposition du logo sur le produit. C'est le cas du label Agriculture Biologique AB.
- Les **labels privés** sont basés sur des référentiels émanant d'organismes privés comme des marques, des associations, ou des regroupements de producteurs. Parmi eux on distingue ceux qui sont :

- **Contrôlés** : par des organismes indépendants qui sont accrédités certificateurs. C'est le cas des mentions COSMOS ou Nature & Progrès.
- **Non-contrôlés** : certains labels ont été créés par le fabricant qui définit ses propres garanties et s'engage à les respecter, mais sans contrôle externe.

La qualité d'un label, quel qu'il soit, s'évalue par les garanties figurant dans le cahier des charges d'une part, et par le mode d'obtention de celui-ci d'autre part.

Les **organismes de certification** ont pour mission de contrôler les produits et certifier qu'ils respectent bien la charte du label ou de la mention revendiquée. Les plus connus étant **Ecocert, Afnor et Bureau Veritas**.



Figure 63. Logos des organismes de certification ECOCERT, AFNOR et Bureau Veritas.

3.2.3.2.1 Le label agriculture biologique (AB)

Le label AB est un label public appartenant au **Ministère de l'agriculture et de l'alimentation**. Celui-ci définit le cahier des charges à respecter pour obtenir le label AB, qui sera délivré par l'un des 12 organismes certificateurs agréés par le ministère : (26)

- Au moins 95 % d'ingrédients issus de l'agriculture biologique
- Interdiction d'utiliser des OGM, pesticides ou engrais d'origine pétrochimique, conformément au Règlement Européen 834/2007
- Système de gestion durable de l'agriculture et traçabilité de l'huile essentielle.

Le logo français AB, qui n'est plus obligatoire, est désormais accompagné par le logo européen « eurofeuille » créé en 2010 qui tend à le remplacer.



Figure 64. Logos AB et Eurofeuille certifiant une agriculture biologique.

Le label AB est réservé à un usage alimentaire, mais des HE certifiées AB peuvent tout à fait être utilisées comme actifs en cosmétique, cela permet de valoriser les actifs du produit et de communiquer sur les méthodes de production respectueuses de l'environnement. (6,27)

Par opposition, les HE non alimentaires, comme celles des Conifères, sont alors considérées comme des produits cosmétiques et répondent à d'autres référentiels. Il en existe cependant assez peu car la majorité des huiles essentielles courantes et utilisées sont alimentaires. (11)

À la base, il n'y a pas de différence de composition biochimique entre une huile essentielle « bio » ou non, si ce n'est la présence potentielle de traces de pesticides, qui restent très difficiles à détecter. Généralement, les industries cosmétique et alimentaire ne privilégient pas particulièrement les huiles essentielles « bio », bien que cela commence quelque peu à évoluer avec l'attrait croissant du grand public pour le « bio » et les préoccupations des industriels au sujet de leur impact environnemental. (9)

3.2.3.2.2 Le référentiel COSMOS

En 2017, le label français Cosmébio s'est associé à d'autres labels nationaux comme BDIH (Allemagne), Soil Association (Angleterre) et CEA (Italie) et l'organisme ECOCERT pour créer un référentiel européen commun, le référentiel COSMOS pour « COSMetic Organic Standard ». Dans ce référentiel, deux mentions existent : (28)

La mention **COSMOS NATURAL** indique que le produit cosmétique respecte les exigences suivantes :

- Utilisation exclusive de matières premières naturelles, d'origine naturelle ou minérale,
- Liste positive d'ingrédients d'origine fossile (conservateurs et tampons),
- Maximum 2% de greffons fossiles (portions de chaînes carbonées issues du pétrole) dans le produit fini,
- Absolues et concrètes extraites à l'hexane autorisées dans les parfums.

La mention **COSMOS ORGANIC**, demande quant à elle :

- Les mêmes exigences que COSMOS NATURAL
- 95% minimum d'ingrédients bio (sur l'ensemble des ingrédients pouvant être bio),
- 20% minimum d'ingrédients bio sur le total du produit (abaissé à 10% pour les produits à rincer et produits minéraux),
- Absolues et concrètes extraites à l'hexane interdites.

Avec la nouvelle charte COSMOS, l'ensemble des ingrédients doit désormais être également **biodégradable**, dans des seuils minimums fixés de 60 à 95% selon la toxicité aquatique de la substance. (28)

Les nouvelles mentions COSMOS, instaurées en 2018, peuvent être associées aux logos Cosmébio ou Ecocert utilisés auparavant.



Figure 65. Anciens logos figurant sur les cosmétiques bio en France.



Figure 66. Nouvelles mentions COSMOS NATURAL et COSMOS ORGANIC du référentiel COSMOS.

Dans le référentiel COSMOS, les huiles essentielles sont mentionnées comme des « **agro-ingrédients physiquement transformés** ». Les HE, bien que souvent ajoutées en petites quantités par rapport au total du produit, sont des ingrédients naturels de choix qui contribuent aux pourcentages de naturel et « bio » de la formule. Aussi, dans l'annexe VI du référentiel COSMOS sont mentionnées les HE obligatoirement « bio » si utilisées dans un produit cosmétique certifié COSMOS ORGANIC, listées ci-dessous. (28)

Tableau 5. Agro-ingrédients physiquement transformés devant être biologiques selon le référentiel COSMOS pour les produits certifiés COSMOS ORGANIC.

Nom de l'HE	Nom latin de la plante	Nom INCI figurant sur les emballages
HE de Camomille bleue	<i>Matricaria recutita</i>	CHAMOMILLA RECUTITA OIL
HE de Citron	<i>Citrus limon</i>	CITRUS LIMON OIL
HE de Menthe poivrée	<i>Mentha x piperita</i>	MENTHA PIPERITA OIL
HE de Saugue officinale	<i>Salvia officinalis</i>	SALVIA OFFICINALIS OIL
HE de Romarin	<i>Rosmarinus officinalis</i>	ROSMARINUS OFFICINALIS EXTRACT

3.2.3.2.3 Les labels de qualité de matière première

Les labels **Biopartenaire** et **Fair for life**, dont l'obtention est contrôlée par un organisme tiers, garantissent pour la matière première trois principaux aspects : (29,30)

- Une agriculture biologique, durable et respectueuse de la nature et de la biodiversité.
- Un commerce équitable avec la mise en place de partenariats directs et engagés auprès des producteurs par la signature de contrats pluriannuels.
- Une responsabilité sociétale et environnementale (RSE) des entreprises qui s'assurent des conditions de travail justes, du bien-être des salariés, de l'impact environnemental à tous les niveaux de la filière et d'un impact positif à l'échelle locale.



Figure 67. Logos des labels de qualité de matière première.

3.2.3.2.4 Les mentions HEBBD et HECT

Ces deux mentions ont été créées par des entreprises privées et relèvent davantage de mentions « marketing ». En effet elles garantissent des aspects qui figurent pour la plupart déjà dans les définitions officielles, sans lesquelles l'huile essentielle n'en serait tout simplement pas une. Tout fournisseur peut communiquer cette mention sans que leur utilisation ne soit contrôlée. Enfin, les logos ne sont pas officiels et de nombreuses autres versions existent.

- La mention **HEBBD** pour « **Huile Essentielle Botaniquement et Biochimiquement Définie** » a été créée par la marque « Phytosun arômes » : (31)
 - Le choix de l'origine, de la qualité de l'espèce botanique et de la partie de la plante.
 - La qualité des méthodes d'extraction utilisées : distillation à la vapeur d'eau ou expression à froid.
 - L'identification et le contrôle qualité de l'huile essentielle par Chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse (CG-SM)^a
 - Une huile essentielle 100% pure et naturelle : non modifiée, non diluée, non rectifiée et non reconstituée.
- La mention **HECT** pour « **Huiles Essentielles Chémotypées** » utilisée par le laboratoire Pranarôm pour garantir également la qualité d'huiles essentielles 100% naturelles, 100% pures, 100% intégrales avec un chémotype clairement défini. (32)



Figure 68. Logos des mentions HEBBD et HECT.

3.2.3.3 La notion de prix

Les huiles essentielles sont une matière première plutôt chère, avec de fortes variations de prix d'une HE à l'autre, et selon le fournisseur. Cela s'explique principalement par 3 paramètres : (4)

- Le rendement d'extraction
- Le rendement agricole
- Le coût de la culture et de la récolte

^a L'acronyme anglais GC-MS pour « Gas Chromatography Mass Spectrometry » est plus courant.

3.2.3.3.1 Le rendement d'extraction

Le rendement d'extraction, propre à la plante concernée, est un **paramètre incompressible** dont l'influence est majeure sur le prix. Il correspond à la quantité (kg) de matière végétale ou « biomasse » nécessaire pour obtenir 1 kg d'HE. Plus elle est importante, plus le prix sera élevé. (4,9) Quelques chiffres sont donnés dans la partie « 3.1.2.3 Le rendement d'extraction de la distillation » page 94 et l'Annexe C page 238.

3.2.3.3.2 Le rendement agricole

Le rendement agricole correspond à la **surface de culture en hectares** (ha) nécessaire pour obtenir 1 kg de biomasse à distiller. Cette notion prend en compte la réalité de la culture, les conditions météo qui vont varier les concentrations en essence et l'éventuelle rareté de la matière première. Par exemple, la récolte de l'Immortelle (*Helichrysum italicum*) ne se fait qu'une fois par an en été, ce qui limite considérablement l'offre annuelle pour cette plante. Le prix peut varier pour une même plante au cours de l'année, et suit les lois de l'offre et la demande. (4)

3.2.3.3.3 Le coût de la culture et de la récolte

Enfin, les paramètres qui influencent le coût de la culture ou de la récolte :

- Culture conventionnelle ou biologique
- Récolte manuelle (main d'œuvre minutieuse) ou mécanisée (coût des machines)
- Difficultés techniques : irrigation, fréquence de désherbage, etc.
- Durée de vie de la culture, nombre de coupes par an, etc.

Par exemple, la cueillette manuelle du Thym de Provence à linalol, carvacrol ou thymol (*Thymus vulgaris*) prend 10 jours pour cueillir 1 tonne de matière, dont la distillation fournira seulement 750 g d'HE. Pour comparaison, les Thyms d'Espagne à 1,8-cinéole et citrals (*Thymus vulgaris*) ont un rendement 5 fois plus élevé. (7)

Parmi les huiles essentielles les plus chères, citons : (4,9)

- **L'HE de Mélisse** (*Melissa officinalis*), dont la culture a une durée de vie de 3 à 6 ans, puis elle doit être replantée. L'année qui suit, le producteur n'aura pas de récolte, et l'année d'après, son rendement agricole aura doublé. Toutefois, il existe un système de préfinancement des récoltes dans le cadre d'un partenariat engagé avec les fournisseurs qui permet de lisser les prix, selon le cycle de récolte.

- **L'HE de Néroli** (*Citrus × aurantium*), car les fleurs d'Oranger amer nécessitent d'être cueillies à la main, là où les feuilles le sont par une machine, d'où la différence de prix et l'adultération fréquente de l'HE de Néroli par de l'HE de Petit grain.
- **L'HE de Rose de Damas** (*Rosa × damascena*) : plus d'une centaine de kilos de pétales sont nécessaires pour obtenir seulement quelques grammes d'HE.

Le prix peut également varier selon le **fournisseur**, et cela peut indiquer une différence de qualité. Il faudra vérifier l'origine géographique, les procédés d'extraction et les analyses de composition afin de s'assurer que l'on compare ce qui est comparable d'un point de vue qualitatif. Afin d'améliorer la traçabilité, l'idéal est d'avoir des contrats de longue durée en direct avec les producteurs pour limiter les intermédiaires.

Enfin, l'application de normes, bien que facultatives, est un gage de qualité. Plus d'information sur les normes se retrouvent dans la partie « 5.1 Les normes internationales » page 163. Attention aux huiles essentielles moins chères, car souvent la qualité n'y est pas et la composition peut beaucoup différer. (4,7)

Bien que les garanties sur la qualité de l'huile essentielle fournie soient sous la responsabilité des fournisseurs, il revient aux industriels de faire les bons choix en matière d'approvisionnement et de comprendre que la qualité a forcément un prix.

3.2.4 Contrôle qualité d'une huile essentielle

Afin de garantir de la qualité de l'huile essentielle de son produit, le fournisseur doit être en mesure de fournir les documents certifiant les différents contrôles effectués sur sa matière première et son produit fini. Le contrôle des fournisseurs français et européens est facilité par une réglementation claire et généralement bien appliquée, mais cela se complique parfois lorsque des fournisseurs étrangers sont impliqués, car les réglementations et exigences de qualité peuvent varier d'un pays à l'autre. (7)

3.2.4.1 L'échantillothèque

L'échantillothèque, aussi appelée aromathèque, est une bibliothèque d'échantillons constituée à la fois d'huiles essentielles provenant de distillateurs certifiés et de plantes botaniquement définies et vérifiées. L'ensemble des contrôles nécessaires à l'identification et le contrôle qualité ont été effectués sur ces échantillons et serviront de référence pour tous les contrôles ultérieurs en laboratoire. (7)

3.2.4.2 Contrôle des propriétés organoleptiques

Certaines caractéristiques des huiles essentielles sont directement perceptibles par les sens humains comme la vue, l'odorat et le goût ; ces propriétés sont alors qualifiées d'organoleptiques. Ces propriétés permettent d'identifier et vérifier au premier abord la qualité du produit : (7,11)

- La **couleur** de chaque huile essentielle est généralement unique, bien qu'il existe des exceptions, comme l'HE de la Sarriette des montagnes (*Satureja montana*) dont la couleur varie du jaune au brun foncé.
- L'**odeur** d'une huile essentielle est caractéristique et tout professionnel est capable de les différencier ou détecter une anomalie par rapport au produit étiqueté. Le Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) que l'on retrouve en Provence a une odeur « pointue » là où le Pin sylvestre de Sibérie (*Abies sibirica*) est bien plus suave due à la présence d'acétate de bornyle. L'Eucalyptus commun (*Eucalyptus globulus*) a une odeur « verte et crue » qui diffère de l'odeur d'eucalyptol présente dans les autres Eucalyptus.
- La **saveur** reste un caractère rarement testé, à moins que le doute ne subsiste.

3.2.4.3 Analyse des caractéristiques physico-chimiques

Les mesures de ces caractéristiques physico-chimiques sont réalisées à température donnée et permettent de confirmer l'identification, l'origine géographique et la pureté de l'huile essentielle contrôlée. (6,7,11)

- La **densité** se mesure grâce à un densimètre ou à la pesée.
- Le degré de **solubilité dans l'alcool** varie pour chaque huile essentielle.
- Le **pouvoir rotatoire** correspond à la capacité de la molécule de faire dévier la lumière, vers la droite (molécule dextrogyre, noté D) ou vers la gauche (molécule lévogyre, noté L). Cela se produit lorsque la molécule comporte un carbone asymétrique, c'est-à-dire qu'il est relié à 4 groupements différents selon la loi de Le Bel et van 't Hoff. Le pouvoir rotatoire s'évalue à l'aide d'un polarimètre et permet notamment de détecter la présence de molécules synthétiques. En effet, il est très difficile de ne produire que l'un des deux énantiomères, or la présence des deux versions fait que la mesure du pouvoir rotatoire sera nulle, là où dans la nature les molécules se retrouvent dans une proportion asymétrique des formes dextrogyres et lévogyres, ayant ainsi un pouvoir rotatoire mesurable.
- L'**indice de réfraction**, propre à chaque HE, se mesure grâce à un réfractomètre.

3.2.4.4 Analyse chromatographique

Cette troisième méthode est certainement la plus fiable et tend à être la norme internationale en matière de contrôle qualité.

3.2.4.4.1 Chromatographie capillaire en phase gazeuse

Cette technique permet l'**analyse à la fois qualitative et quantitative** de l'huile essentielle et ne requiert qu'une infime quantité du produit à tester. Le chromatographe se compose de plusieurs parties, comme illustré dans la Figure 69 ci-dessous : un système d'injection métallique équipé d'une arrivée de gaz, débouchant sur une colonne en verre en forme de spirale pour un encombrement minimum, longue de 25 à 100m et très fine avec un diamètre intérieur de 0,25 à 0,32 mm, placée dans un four thermostable, le tout terminé par un système de détection électronique monitoré par des outils informatiques. (9)

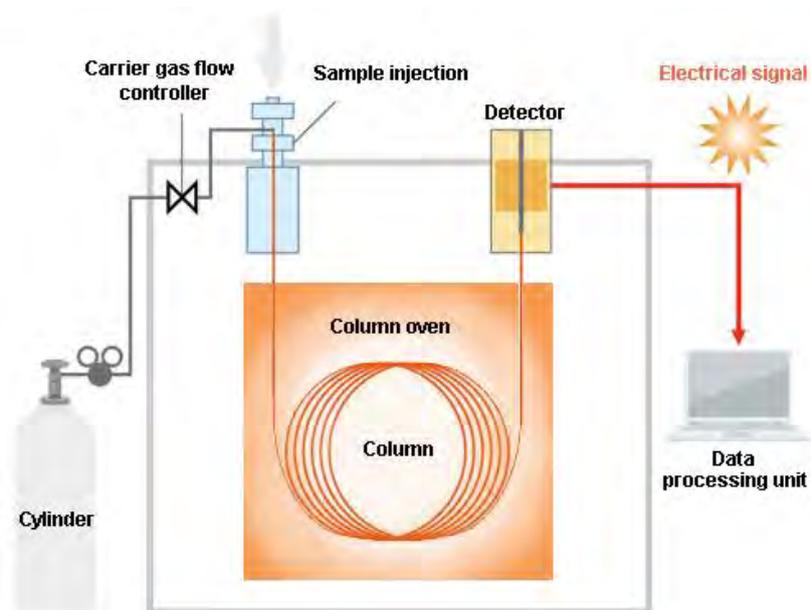


Figure 69. Schéma de l'installation d'une chromatographie en phase gazeuse. (33)

D'infimes gouttes (environ 1 picolitre) sont introduites via le dispositif d'injection dans un four à 1800°C où elles passent instantanément à l'état gazeux. Un courant de gaz neutre va ensuite emporter l'HE vaporisée et la faire remonter le long de la colonne chromatographique jusqu'au dispositif de détection. Les molécules de faible poids moléculaire (comme les monoterpènes) progresseront plus vite que les molécules de haut poids moléculaire (comme les sesquiterpènes). Le revêtement intérieur du capillaire étant constitué de substances polaires, apolaires ou d'un mélange des deux, cela favorisera différemment la progression de molécules selon leur propre polarité. La séparation moléculaire repose également sur la variation de température consécutive (de 90°C à 1800°C puis 2200°C) en un temps limité. (7,9)

Lorsque les molécules arrivent chacune en bout de parcours à un temps donné, un système de détection produit une variation de courant qui sera traduite à la manière d'un sismogramme. Grâce à un intégrateur couplé au chromatographe, le pourcentage de chaque « train » de molécules est calculé pour chaque temps de rétention. (7,9)

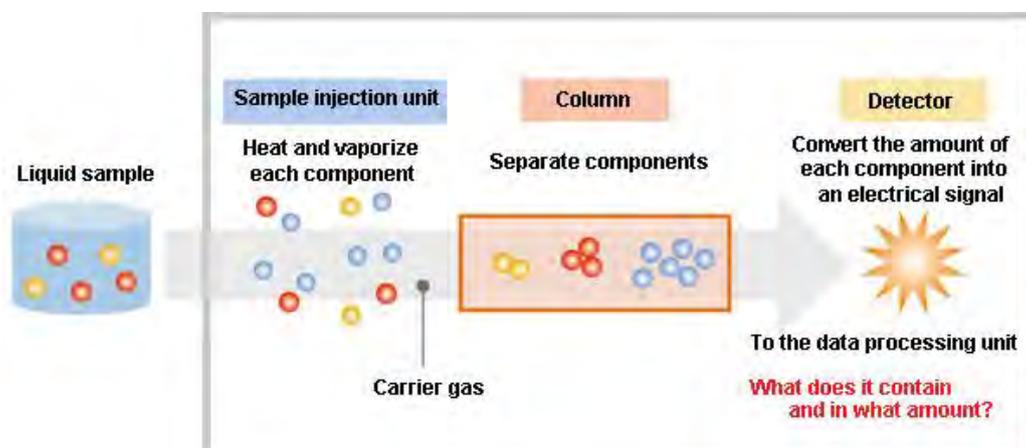


Figure 70. Principe de la séparation à l'aide d'une chromatographie en phase gazeuse. (33)

3.2.4.4.2 Le chromatogramme

Le chromatogramme obtenu, dont la Figure 71 ci-dessous est un exemple, correspond à une « carte d'identité chimique » de l'HE qui se présente sous forme de pics dont la position et la hauteur indiquent respectivement le type de molécule et sa quantité. En effet, l'aire sous les pics est proportionnelle à la concentration de chaque composé sortant, tandis que la distance entre le début de l'enregistrement et chacun des pics donne le temps de rétention noté TR, qui indique sa composition chimique.

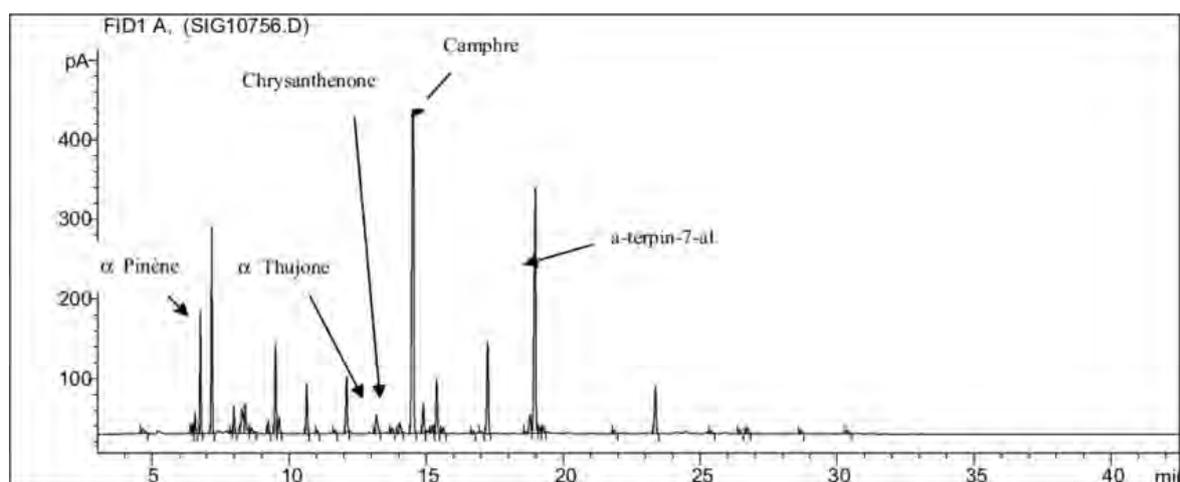


Figure 71. Exemple d'un chromatogramme d'Armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) illustrant l'évolution de l'intensité du signal (pA) en fonction du temps d'éluion (min). (34)

Ce chromatogramme sera alors comparé à un **chromatogramme de référence** afin de vérifier la correspondance, et ainsi pouvoir écarter les HE non conformes.

Il existe des chromatothèques établies à partir d'HE authentiques, et leurs chromatogrammes font office de référence. Les paramètres sont si nombreux qu'il est presque impossible d'identifier un composé simplement en regardant le chromatogramme. C'est pourquoi la chromatographie gazeuse est souvent combinée avec une spectrométrie de masse (CG-SM) ou un dispositif infrarouge (CG-IR) pour une identification plus précise.

Pour la CG-SM, le composé élué est bombardé par un courant d'électrons qui ionise les molécules et en forme des fragments chargés positivement. Les profils de fragmentation et les proportions de ces ions de différentes masses vont permettre à l'expert de comprendre la structure moléculaire. L'identification de composés via cette technique est très complexe et dépend beaucoup de la pureté de l'échantillon. Tout composé n'ayant pas été correctement séparé par la colonne de chromatographie est presque impossible à identifier. (7,9)

Toutefois, comme nous l'avons déjà vu, il est tout à fait possible d'observer d'importantes variations selon l'année, la zone de culture ou encore le climat, bien que toutes les étapes aient été maîtrisées et conduites dans les règles. Ce sont les aléas de la variabilité naturelle. Aussi, la grande similarité de structure parmi les molécules des HE rend leur identification délicate. Se limiter au poids moléculaire ne saurait différencier les nombreux isomères. (9,11)

D'autres techniques d'analyse et d'identification existent mais ne sont utilisées que dans le cadre de la recherche comme la Résonance Magnétique Nucléaire (RMN), et la Chromatographie en Couche Mince (CCM). (7)

Ce n'est qu'après tous ces contrôles que le fournisseur obtient un bulletin d'analyse qui permettra de certifier la qualité de l'huile essentielle auprès des organismes de contrôle pour d'éventuelles certifications, et auprès des clients industriels.

3.2.4.5 L'adultération des huiles essentielles

L'adultération fait référence au fait de baisser la qualité d'un produit par l'ajout d'un ou plusieurs ingrédients souvent moins chers, d'origine naturelle ou fossile, de mauvaise qualité, voire toxique. Généralement, plus le prix d'une huile essentielle est élevé, plus elle est sujette aux adultérations. Le risque de tomber sur un produit adultéré est d'autant plus accru que l'on cherche à réduire le budget. Rappelons que la qualité, et surtout l'authenticité, ont un prix. (4,9)

3.2.4.5.1 Les différents types d'adultération

La **standardisation** consiste à ajouter des composés synthétiques ou des fractions d'autres huiles essentielles pour coller à la composition standard établie par les normes ISO. Plus de détails dans la partie consacrée « 5.1.2 Les normes ISO liées aux huiles essentielles » page 164. D'une certaine manière, l'existence de ces normes incite certains producteurs à modifier leur HE pour être conforme aux standards. Pour exemple, du citral synthétique ou issu de la Litsée (*Litsea cubeba*) est utilisé pour standardiser l'HE de Citron (*Citrus limon*) ou encore le 1,8-cinéole retrouvé dans l'Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) pour standardiser l'HE de Romarin (*Rosmarinus officinalis*). (9)

Le **renforcement** est une extension de la standardisation. Il est toujours tentant d'ajouter une trop grande quantité d'un composé caractéristique responsable d'une odeur, d'une coloration ou d'une activité donnée. Dans le cas de la Camomille matricaire (*Matricaria recutita*) qui est la plus chère des Camomilles, du chamazulène synthétique est souvent ajouté pour garantir la coloration bleue, ce qui malheureusement suffit à « rassurer ». Parfois même, il est ajouté à de l'HE de Camomille romaine (*Chamaemelum nobile*) bon marché provenant du Maroc, dont la composition est très différente. (9)

La **liquéfaction** consiste à ajouter des solvants à certains produits naturels solides ou semi-solides comme les gommes, oléorésines et certaines absolues afin de les rendre plus liquides. Parmi ces solvants citons le benzoate de benzyle et le propylène glycol. (7,9)

La **reconstitution** consiste à reformer une huile essentielle en mélangeant les différentes molécules naturelles qui la compose, dans les proportions adéquates. Cette technique est fréquemment utilisée dans le cas où des huiles essentielles chères telles que la Rose (*Rosa x damascena*) ou la Fleur d'oranger (*Citrus x aurantium*) sont utilisées comme parfum dans des produits bon marché, tels que des savons et autres produits ménagers. (9)

Ces opérations ne sont pas un problème en soi, tant que ces huiles essentielles ne sont pas vendues comme pures et naturelles. Une étude réalisée au début des années 2000 a montré que la majorité des échantillons testés étaient déceptifs par rapport au discours marketing soutenu sur le packaging du produit, soit parce que les noms latins étaient incorrects, soit parce que la qualité n'était pas celle annoncée. (35)

À noter qu'une huile essentielle pure ne garantit pas un contenu non adultéré, car des huiles essentielles pures d'autres espèces de moins bonne qualité ou moins chères peuvent être ajoutées sans constituer une indication mensongère. (9)

3.2.4.5.2 La détection des adultérations

Les tests de détection des adultérations étant coûteux, longs (une semaine) et spécifiques à chaque HE, les fournisseurs ne les refont pas systématiquement et fournissent des certificats d'authenticité qui ne s'appuient généralement pas sur des analyses lot par lot. Il n'est pas évident de pouvoir affirmer avec certitude que l'on reçoit toujours le bon produit, dans la qualité annoncée, c'est pourquoi il est primordial d'être rigoureux dans la sélection des fournisseurs.

Tout fournisseur est tenu de mettre à disposition une fiche technique pour chaque type d'HE, accompagnée d'un bulletin d'analyse différent pour chaque lot, dont le contenu a été détaillé dans la partie « 3.2.3.1 La fiche technique du fournisseur » page 113. (9)

➤ **CONTRÔLE ORGANOLEPTIQUE**

La détection d'une adultération de l'huile essentielle n'est pas aisée, toutefois, certains signes évocateurs doivent alerter et donner lieu à des investigations plus poussées : un aspect trouble, une viscosité non usuelle, une odeur différente, etc. Par exemple de manière générale, une importante viscosité peut indiquer une oxydation du produit et donc une huile essentielle datée. Bien sûr certaines seront naturellement visqueuses voire solides, il est donc important de connaître son produit et ses caractéristiques attendues. (9)

➤ **COMPARAISON DES CHROMATOGRAMMES DE CG-SM**

Pour détecter des adultérations, certains pic spécifiques de molécules présentes dans l'HE naturelle sont absents des HE reconstituées en comparant les chromatogrammes : (4,7,9,11)

- Le pic spécifique du spathuléol de l'HE de Verveine citronnée (*Aloysia citriodora*).
- Le pic spécifique du globulol dans l'HE d'Eucalyptus commun (*Eucalyptus globulus*).

Bien que très pointue, la CG-SM ne permet pourtant pas de détecter la majorité des adultérations impliquant l'ajout d'autres huiles essentielles ou de composés synthétiques, car au niveau moléculaire, un composé synthétique ou naturel a la même structure chimique ! Ce n'est que l'ajout d'impuretés, normalement non présentes, qui va « trahir » l'adultération. C'est le cas pour l'HE de Lavande (*Lavandula angustifolia*) à laquelle est souvent rajouté du linalol ou de l'acétate de linalyle synthétiques, indistinguables des molécules naturellement présentes dans cette HE ; la présence de déhydrolinalol, dihydrolynalol ou les acétates correspondants pourra indiquer une adultération car ces composés sont absents des HE d'origine naturelle. (9)

➤ LE TEST D'ACTIVITÉ ANTIBACTÉRIENNE

Les huiles essentielles ayant un pouvoir antibactérien, l'activité bactérienne se trouve être très faible dans les lots purs, alors qu'elle est assez importante et n'est souvent pas correctement régulée dans le cas d'HE adultérées. (9)

➤ LA DÉTECTION DES ÉNANTIOMÈRES

Des colonnes chirales ou énantiomériques ont alors été mises au point pour permettre une meilleure détection des adultérations par ajout de composés synthétiques : en effet, dans la nature, le ratio d'énantiomères est souvent en faveur de l'un d'entre eux (dextrogyre ou lévogyre), alors que le composé synthétique comportera un mélange de 50% de chaque isomère. L'analyse de ces répartitions racémique permet donc de distinguer les différentes huiles essentielles, tant au niveau géographique que saisonnier.

- Par exemple, le (-)-citronellol est responsable de la fine odeur de rose dans les huiles essentielles de Rose (*Rosa × damascena*) et de Géranium (*Pelargonium × asperum*) alors que le (+)-citronellol a une odeur plus sucrée que l'on retrouve dans l'HE de Citronnelle (*Cymbopogon citratus*).
- L'HE de Géranium bourbon (est connue pour avoir un « excès racémique » prononcé en faveur de la forme lévogyre (-)-citronellol alors que celle de Géranium d'Égypte comporte plutôt un « mélange racémique », c'est à dire 50% de chaque isomère.

Malheureusement, le but de ces colonnes chirales peut également être détourné au profit de l'adultération encore plus précise d'une huile essentielle. En effet, comme celles-ci séparent les énantiomères, il est possible d'ajouter ensuite la proportion correcte de l'un des énantiomères dans le produit final. Parfois, certaines HE d'agrumes sont reconstituées avec une telle maîtrise que même une étude chromatographique poussée ne suffit pas à lever le doute. (4,7,9,11)

➤ LA MÉTHODE DES ISOTOPES PAR RMN

De récentes publications en 2019 concernant la « méthode des isotopes » ont montré que l'analyse isotopique par spectrométrie RMN permet, en déterminant des ratios d'isotopes des atomes de carbone (^{12}C et ^{13}C) constituant la substance testée, d'obtenir une sorte de « signature » du biotope géographique de la plante, c'est-à-dire l'environnement où elle a existé. Cela permet ainsi de détecter des adultérations de type ajout de molécules synthétiques mais aussi naturelles. (36)

PARTIE 4

ÉVALUATION DE LA SÉCURITÉ DES HUILES ESSENTIELLES EN COSMÉTIQUE

4.1 DISTINGUER DANGER ET RISQUE

Avant toute chose, il est important de distinguer les notions de « danger » et de « risque », souvent confondues. D'une part, le **danger** est une caractéristique propre à un élément, que l'on doit connaître mais que l'on ne peut pas, ou peu, influencer. Prenons l'exemple d'un couteau : le fait qu'il soit tranchant est un immuable, c'est donc un danger intrinsèque à cet objet. D'autre part, le **risque** est contextuel et concerne un événement qui présente une certaine probabilité de survenir. Dans notre exemple, il peut arriver de se couper lorsqu'on utilise un couteau, mais la probabilité de survenue de cet événement varie selon de nombreux facteurs comme la nature de ce qui est coupé, le tranchant de la lame, la dextérité de l'utilisateur, la prudence dans son utilisation, etc. Le contexte d'utilisation et les compétences de l'utilisateur sont donc des éléments clés pour permettre de réduire au maximum cette probabilité et ainsi maîtriser le risque.

En matière de probabilités, le risque zéro n'existe pas, car il est tout simplement impossible de retirer de l'équation le danger intrinsèque d'un élément. Cependant, se passer d'un outil utile parce qu'il présente un danger avéré n'est pas sensé, tout autant que l'est le fait de ne plus acheter de couteaux à cause du risque de se couper avec. On s'en sert, avec précautions. Avec les huiles essentielles, c'est le même principe.

Ces notions semblent évidentes lorsqu'on utilise une situation de la vie courante comme avec le couteau, mais lorsqu'on commence à parler d'un domaine moins accessible au grand public comme la chimie, il est facile de tromper le consommateur ou l'induire en erreur. En effet, comme il n'a pas de repères, cela l'empêche d'avoir un regard critique et de prendre un certain recul sur les informations qui lui sont transmises. Danger ou risque ? À quoi correspondent vraiment toutes les choses que l'on peut entendre sur la toxicité des huiles essentielles ?

Le risque relatif à l'usage des huiles essentielles ne réside presque que dans la méconnaissance de leurs dangers. En effet, la toxicité des huiles essentielles est un danger avéré, mais il est possible d'en maîtriser les risques en alliant compétences et précautions, afin de moduler la dose, la voie d'utilisation et la durée d'utilisation.

La très large diversité de composition chimique des huiles essentielles fait que chaque HE présente ses propres propriétés, mais cela implique aussi que le panel de toxicités que l'on peut rencontrer est très varié, tout comme le seuil de toxicité. De plus, les effets d'une même HE sont variables d'une personne à l'autre, selon l'âge (nourrisson, enfant, adulte, femme enceinte ou personne âgée) et selon la voie d'exposition (cutanée, orale, pulmonaire). (11)

Toutefois, les précautions d'emploi relatives à leur usage direct ne seront pas abordées ici, puisque ce travail est axé sur leur emploi dans l'industrie cosmétique. Dans ce cadre, les huiles essentielles sont soigneusement sélectionnées pour leurs propriétés tout en assurant leur innocuité, c'est-à-dire le fait qu'elles soient sans danger pour le consommateur dans le cadre d'un usage normal du produit cosmétique. En effet, l'expertise des industriels en matière de dosage et la batterie de tests cliniques effectués sur le produit fini permet de protéger le consommateur : tout produit cosmétique provenant d'une marque reconnue offre un moyen sécurisé d'accéder à la puissance des huiles essentielles et leurs bienfaits, en toute sécurité.

La problématique des femmes enceintes ou allaitantes et l'utilisation de produits cosmétiques contenant des huiles essentielles fait encore débat à ce jour. Théoriquement, les femmes enceintes ne doivent pas en utiliser durant le premier trimestre de grossesse, et doivent être prudentes lors de l'allaitement car les huiles essentielles se retrouvent dans le lait maternel. Toutefois, nous verrons que l'utilisation des huiles essentielles dans un produit cosmétique est censée ne comporter aucun risque prévisible, quelle que soit la population concernée. (4)

4.2 ÉVALUATION DE LA SÉCURITÉ D'UN INGRÉDIENT COSMÉTIQUE

L'évaluation de la sécurité d'une matière première permet de qualifier et quantifier un **risque**, en se basant sur les données relatives au **danger** des molécules qui la composent, croisées avec les données d'**exposition** selon des conditions normales d'utilisation du produit cosmétique. Ainsi, comme illustré dans la Figure 72, **le risque n'existe que lorsqu'on est exposé au danger.**

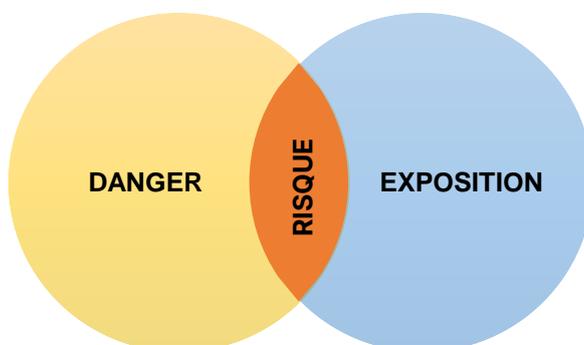


Figure 72. Relation entre les concepts de danger, exposition et risque.

La procédure d'évaluation de la sécurité se divise en 3 principales étapes, comme représenté dans la Figure 73, que nous détaillerons par la suite : (3,11,37)

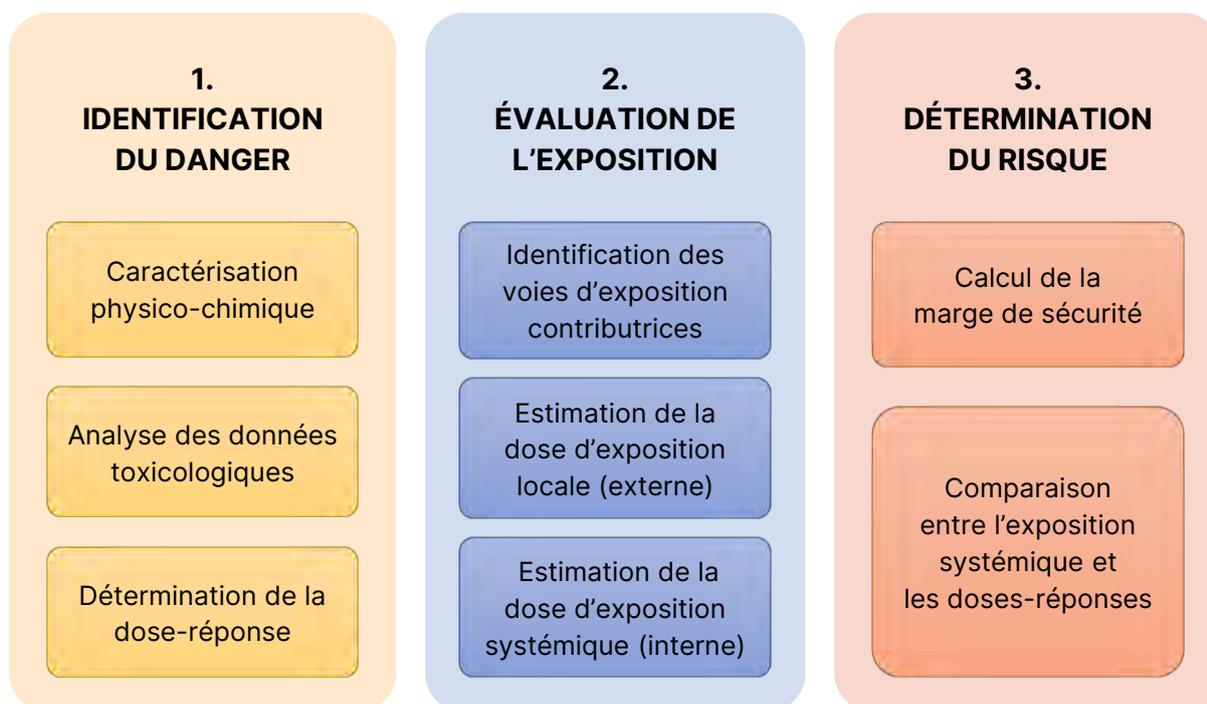


Figure 73. Les trois principales étapes de l'évaluation de la sécurité d'un ingrédient cosmétique.

Concernant l'évaluation de la sécurité d'ingrédients naturels à constituants multiples, comme c'est le cas des HE, le potentiel toxicologique de chaque molécule du mélange est considéré individuellement, puis celui du mélange en tant que tout. (37)

4.2.1 Identification du danger

Dans une première démarche de recherche bibliographique sont rassemblées toutes les informations sur l'ingrédient (caractéristiques physico-chimiques, données toxicologiques), issues de la littérature scientifique. Cela sera complété, si besoin, par des tests toxicologiques en laboratoire. La phase d'identification du danger permet d'obtenir la dose-réponse qui servira dans le calcul de la marge de sécurité à l'étape 3.

4.2.1.1 Caractérisation physico-chimique

Les propriétés physico-chimiques d'une substance peuvent déjà indiquer des dangers potentiels et prédire si la molécule sera explosive, inflammable, corrosive, volatile, etc. Aussi, une molécule hydrophobe de faible poids moléculaire aura plus de facilité à pénétrer la peau ; un composé volatil, même appliqué uniquement en cutané, peut être responsable d'une exposition par inhalation significative. Nous verrons que certaines méthodes prédictives requièrent ces informations comme données d'entrée pour pouvoir prédire les effets biologiques potentiels d'une substance. (37)

Tout dossier toxicologique contient des certificats permettant d'attester de chacun des paramètres suivants, que ce soit pour la substance étudiée ou la molécule de référence utilisée pour les mesures, ainsi que toutes les conditions expérimentales détaillées. Les paramètres mesurés sur des lots issus du marché seront toujours préférés aux paramètres calculés ou issus de la littérature scientifique. (37)

4.2.1.1.1 Identité chimique

Toute substance doit être définie précisément par ces principaux éléments : (37)

- Un numéro CAS et un numéro CE, voir la partie « 5.5.2.1.1 Numéros d'identification de substances » page 190 pour plus de détails.
- Un nom INCI, ou pour ceux qui n'en ont pas, le nom CIN^a.
- Une nature chimique et une structure chimique.

Or, la particularité des huiles essentielles réside dans le fait que ce sont des substances naturelles extraites de végétaux, qui correspondent à des mélanges complexes de centaines de molécules différentes, contrairement à une matière première classique qui serait constituée à 100% d'un composé donné. Une huile essentielle ne peut donc être définie en termes de structure chimique unique. Afin de pallier cela, des informations complémentaires sont nécessaires pour évaluer correctement la structure/activité globale de ce type d'ingrédients : (37)

➤ **IDENTIFICATION QUALITATIVE**

- Utiliser le numéro CAS, le numéro CE et le nom INCI si disponible ;
- Définir l'**origine** de la matière première avec la plante source (nom botanique, origine géographique, conditions de culture, etc.) et la partie de la plante utilisée ;
- Détailler les **procédés** de préparation, extraction, traitement, stockage et transport ainsi que le matériel utilisé.

➤ **IDENTIFICATION SEMI-QUANTITATIVE**

La composition d'une huile HE n'étant jamais strictement identique d'un lot à l'autre, il est donné pour chaque molécule qui la compose une **fourchette de concentrations** (<0,1%, de 0,1 à 1%, de 1 à 5%, de 5 à 10%, de 10 à 20% et >20%), avec des **valeurs maximales**. En toxicologie, c'est toujours la valeur haute de la fourchette qui sera considérée dans l'évaluation du risque. Aussi, la composition doit détailler les teneurs en isomères si nécessaire.

^a Pour « Common Ingredient Nomenclature » qui correspond à la dénomination commune des ingrédients établie par la Commission européenne.

4.2.1.1.2 Homogénéité et stabilité

Des tests d'homogénéité sont effectués, ainsi que de stabilité à la température. Si nécessaire, des tests de sensibilité à l'humidité ou à l'oxygène sont menés en conditions de stockage dans des formulations cosmétiques types. Tout produit de dégradation est caractérisé comme impureté. Les conditions de stockage, d'envoi et d'utilisation évaluées doivent correspondre aux conditions dans lesquelles le produit se trouvera dans la réalité. (37)

4.2.1.1.3 Spécifications physico-chimiques d'intérêt

De manière générale, une mesure doit être accompagnée de la température à laquelle elle a été obtenue, car c'est un paramètre de variabilité important. Les paramètres physico-chimiques fréquemment mentionnés sont : (37)

- **L'état physique** et les propriétés liées : pour la majorité des huiles essentielles ce sera sous forme liquide mais, comme nous l'avons vu, certaines peuvent être solides, pâteuses ou encore cristallisées.
 - Solide : forme morphologique (cristalline, amorphe, etc.), température de fusion
 - Liquide : point d'ébullition, densité relative, pKa, viscosité, pression de vapeur saturante^a, point éclair^b, etc.
- Les **propriétés organoleptiques** : couleur, odeur et goût si nécessaire,
- Le **poids moléculaire** donné en Daltons, noté « Da », pour chacun des constituants,
- La **solubilité** dans l'eau et dans tout autre solvant pertinent, indiquée en grammes par litres (g/L) à température donnée (°C),
- Le **coefficient de partage** (Log P) à température (°C) et pH donnés. Ce coefficient traduit la répartition d'une substance et un composé organique, le n-octanol, et l'eau. Le paramètre obtenu est le logarithme décimal du ratio de proportions dans ces deux phases (n-octanol/eau). Comme le Log P dépend du pH, toute valeur sans pH ne pourra être corrélée avec les conditions physiologiques d'une application cutanée.
- Le **spectre d'absorption UV** le cas échéant.

^a Il s'agit de la pression pour laquelle les phases gazeuses et liquides/solides sont à l'équilibre.

^b Aussi appelé point d'inflammabilité, c'est la température à laquelle la substance est susceptible de prendre feu en présence d'une source de chaleur.

4.2.1.2 Analyse des données toxicologiques

Cette étape consiste à identifier les propriétés toxicologiques intrinsèques de la substance, c'est-à-dire si elle a le potentiel d'affecter la santé humaine.

4.2.1.2.1 Les types de toxicités à identifier

Plusieurs types de toxicités peuvent constituer le danger, et s'organisent comme présenté dans la figure ci-dessous : (7,9,11,37)

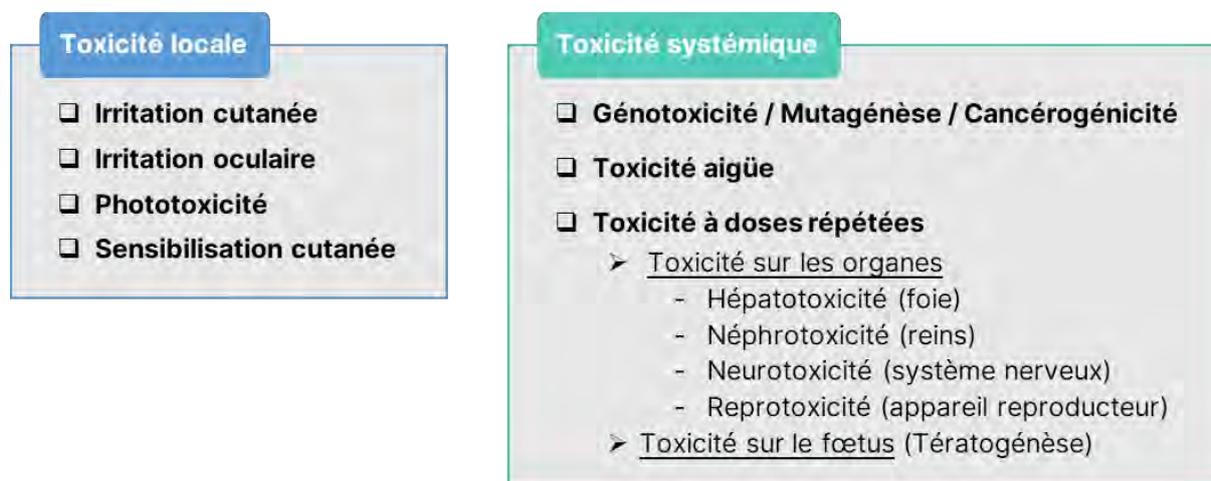


Figure 74. Les différents types de toxicité à identifier.

- La **toxicité locale**, ou encore « tolérance locale » se limite à la zone de contact, donc au niveau cutané pour la plupart des produits cosmétiques. Selon les conceptions, la sensibilisation cutanée peut être traitée dans la toxicité locale.
- La **toxicité systémique** intervient une fois que la substance a été absorbée et pu atteindre la circulation générale. La toxicité peut alors toucher d'autres organes.
 - Trois termes décrivent des toxicités un peu particulières, qui parfois sont abordées indépendamment de la toxicité systémique. Toutefois, ces effets surviennent bien une fois la substance absorbée par l'organisme.
 - La **génotoxicité** au fait de présenter une toxicité pour le génome (ADN),
 - La **mutagénèse** correspond au fait de provoquer des mutations,
 - La **cancérogénicité** au fait de provoquer ou favoriser l'apparition d'un cancer. Les trois termes ne sont donc pas synonymes.
 - La **toxicité aiguë** se manifeste rapidement après un contact unique avec la substance. Elle permet de déterminer la DL₅₀, c'est-à-dire la dose létale pour 50% de la population d'animaux testés, généralement des rongeurs, après administration par voie orale, cutanée, ou respiratoire.

- La **toxicité à doses répétées** permet de prendre en compte les potentiels effets néfastes suite à une exposition prolongée.

Chacune de ces toxicités constitue un « endpoint », c'est-à-dire un point de contrôle sécurité à explorer. L'évaluation de la sécurité d'une substance passe par la vérification de chacun de ces points. Chaque molécule, ou famille de molécules, présentera alors son propre profil toxicologique.

4.2.1.2.2 Les types de données toxicologiques

Pour identifier le(s) danger(s) inhérents à une substance, le toxicologue analyse l'ensemble des données toxicologiques provenant : (37)

- De **méthodes alternatives à l'expérimentation animale** (*in silico*, *in vitro*, read across)
- De **données historiques** :
 - Soit chez l'animal : issues de tests *in vivo* ;
 - Soit chez l'homme : issues d'études cliniques, d'études de cas, d'études épidémiologiques, de données de surveillance post-commercialisation (cosmétovigilance dans le cas particulier des cosmétiques).

Nous allons à présent détailler ces différents types de données toxicologiques.

4.2.1.2.3 Prédiction *in silico* du danger toxicologique

⇒ « *In silico* » est un néologisme créé par analogie avec les termes *in vitro/in vivo*.

Il désigne des tests de simulation réalisée par un ordinateur à partir de paramètres tels que la structure chimique, les paramètres physico-chimiques, etc. qui sont rentrés dans un programme informatique spécifique.

Les modèles *in silico* sont une alternative rapide, peu coûteuse et éthique à l'expérimentation animale. Ils permettent de déterminer si une molécule est susceptible de présenter une toxicité biologique grâce à de puissants algorithmes statistiques et une grande quantité de données à analyser. (37)

Le modèle le plus connu est le modèle quantitatif basé sur les relations structure/activité, noté **QSAR** pour « Quantitative Structure-Activity Relationship ». Les modèles *in silico* présentent tout de même quelques limites concernant l'évaluation toxicologique des stéréoisomères. Les données obtenues n'ont pas une valeur décisive mais plutôt consultative et permettent d'orienter et de mieux planifier les tests *in vitro* réalisés par la suite. (37)

4.2.1.2.4 Données toxicologiques *in vitro*

⇒ « *In vitro* » signifie que le test se déroule « dans une éprouvette » à partir d'une cellule ou d'un tissu hors de son environnement naturel.

Les données *in vitro* sont issues des types de tests suivants : (3,37)

- Les **tests d'irritation cutanée**, réalisés sur des épidermes reconstruits permettant d'éviter l'extrapolation des données animal/humain
- Les **tests de tolérance oculaire**, réalisés sur des cornées bovines isolées ou des épidermes reconstruits, pour les produits appliqués proche de la zone oculaire (cela concernera les produits pour le visage).
- Les **tests de phototoxicité** : le test 3T3NRU.
- Les **tests de génotoxicité** : le test d'Ames, le test des micro-noyaux, etc.
- Les **tests de sensibilisation cutanée**, qui sont beaucoup plus récents.

4.2.1.2.5 Données toxicologiques *in vivo*

⇒ « *In vivo* » signifie que le test se déroule sur un organisme vivant, généralement animal, et permet de cibler un organe ou un tissu dans son environnement naturel.

Il est désormais interdit de générer des données de toxicité issues de l'expérimentation animale à des fins cosmétiques, depuis 2009 pour la toxicité aiguë, et depuis 2013 pour la toxicité à doses répétées. L'évaluation de tout nouvel ingrédient cosmétique devra désormais passer par des méthodes alternatives non animales (*in silico*, *in vitro*, read-across). Les données générées avant l'interdiction restent tout de même utilisables et consultables dans la littérature scientifique. (3,37)

4.2.1.2.6 Données cliniques

Par opposition aux données « pré-cliniques » que constituent les données *in silico*, *in vitro*, *in vivo*, les données cliniques concernent des études cliniques réalisées chez l'Homme sur des volontaires sains, parfois sous contrôle dermatologique et/ou ophtalmologique. Citons :

- Les patch tests semi-occlusifs : pour tester la toxicité cutanée ou « tolérance cutanée ».
- Le photo-patch test (UVA et UVB) : pour vérifier l'absence de phototoxicité et photosensibilisation.

Une fois mis sur le marché, le produit fait toujours l'objet d'un suivi par la cosmétovigilance qui est un système permettant de remonter tout effet indésirable de la part des consommateurs. (9)

4.2.1.2.7 La méthode des références croisées

La méthode des références croisées, ou « **read-across** », est une méthode d'extrapolation de données. Elle s'appuie sur l'ensemble des données toxicologiques obtenues pour une molécule analogue, c'est-à-dire dont la structure est considérée comme similaire à celle de la molécule cible à tester.

Cela permet d'éviter des tests inutiles et de combler lorsque les données manquent. En effet, en l'absence de données sur une huile essentielle, il est possible d'extrapoler à partir des données existantes sur le composant majoritaire, voire sur celles du « groupe congénère » auquel la molécule majoritaire correspond, comme illustré dans la Figure 75. (37)

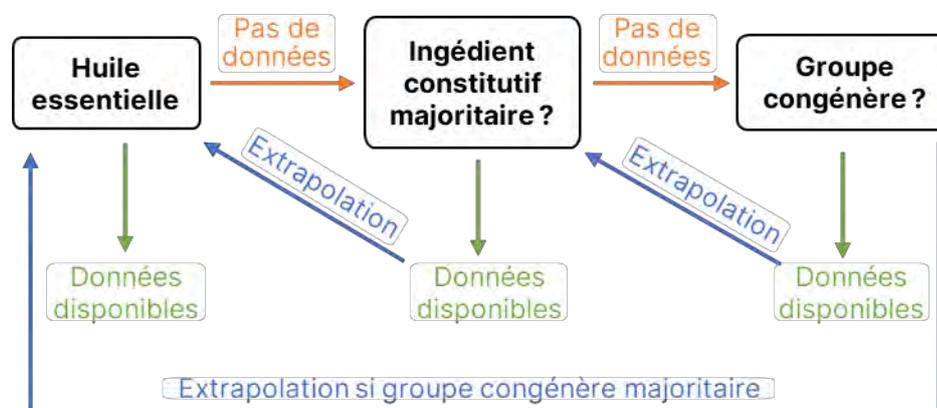


Figure 75. Schéma des extrapolations possibles des données toxicologiques.

Un groupe congénère désigne un ensemble de molécules possédant : (37)

- Une **même structure de squelette** moléculaire, comme le groupe des hydrocarbures avec l' α -pinène, le limonène et le para-cymène. Les membres d'un même groupe de squelette moléculaire possèdent les mêmes caractéristiques structurales, sont susceptibles de participer aux mêmes voies métaboliques et présentent des potentiels toxicologiques proches.
- Une **même fonction chimique**, comme le groupe des alcools avec le géraniol, le citronellol et le linalol.

Il existe en général une substance de référence pour un groupe congénère, par exemple le limonène pour les hydrocarbures.

4.2.1.3 Détermination de la dose-réponse

4.2.1.3.1 La toxicité locale

Concernant la toxicité locale des huiles essentielles incorporées dans un produit cosmétique, la plupart du temps il s'agit de toxicité cutanée. Les différents types de toxicité cutanées que l'on peut observer selon les huiles essentielles seront abordées dans la partie dédiée «4.3.1 Toxicité cutanée des huiles essentielles » page 149.

La toxicité locale limitante étant le plus souvent la sensibilisation cutanée, on utilise la NESIL pour « No Expected Sensitization Induction Level » qui correspond à la dose à laquelle aucun effet de sensibilisation cutanée n'est attendu.

4.2.1.3.2 La toxicité systémique

Les différents types de toxicité systémique que l'on peut observer selon les huiles essentielles seront détaillées dans la partie consacrée « 4.3.2 Toxicité systémique des huiles essentielles » page 153. Plusieurs types de doses peuvent être déterminés : (37)

- La **dose sans effet nocif observable** (DSENO), plus connue sous son acronyme anglais **NOAEL** pour « No Observable Adverse Effect Level », correspond à la plus forte dose pour laquelle aucun effet nocif c'est-à-dire au-delà du simple effet indésirable, n'est observé. C'est celle qui est la plus utilisée historiquement.
- La **dose sans effet observable**, notée **NOEL** pour « No Observed Effect Level », qui correspond à la plus forte dose pour laquelle aucun effet n'est observé, qu'il soit nocif ou non. Elle est parfois utilisée, mais moins fréquemment que la NOAEL. Le tableau en Annexe E page 242 indique des valeurs de NOEL pour 25 molécules.
- La **dose minimale ayant un effet indésirable observé**, notée **LOAEL** pour « Lowest Observable Adverse Effect Level », utilisée lorsque la NOAEL ne peut être établie. L'analogue LOEL existe aussi, et se réfère à la dose minimale ayant un effet observé.
- La « **benchmark dose** », notée **BMD**, correspond à la dose pour laquelle on observe un niveau de réponse prédéfini d'un effet donné. Généralement, on définit la BDM10, qui est la dose pour laquelle on observe une réponse de 10% d'un effet donné. L'usage de la BMD tend à se généraliser pour l'évaluation de risque, car cela permet de recourir à des doses moins importantes. Parmi les autres avantages de l'approche BMD figurent le fait de pouvoir utiliser toutes les données de dose-réponse issues de l'expérience, de moins dépendre de l'espacement des doses et de quantifier les incertitudes statistiques. (38)

- Le **seuil de préoccupation toxicologique**, noté **TTC** pour « Threshold of Toxicological Concern », est un autre concept qui consiste à établir un seuil d'exposition chez l'Homme en-dessous duquel la probabilité d'observer un effet toxique systémique est considérée très basse. Cette approche est utile lorsqu'on ne dispose pas de NOAEL, de données de toxicité répétée, ou que l'exposition est très faible.

Bien que non utilisable seul, il s'agit d'un outil scientifique très utilisé par de nombreux organismes pour prioriser en matière d'évaluation de risque, notamment dans le cas de matières à contact alimentaire, d'arômes alimentaires, d'impuretés ou de résidus de pesticides dans l'eau potable. Les huiles essentielles étant beaucoup utilisées dans l'industrie alimentaire, ce type de dose est fréquemment utilisé.

L'approche TTC se base sur un algorithme de calcul qui trie les molécules selon leur structure chimique en deux classes de préoccupation (faible ou élevée). Les valeurs de TTC sont exprimées en **quantité par personne et par jour**, de préférence **normalisée par le poids corporel** pour être plus facilement applicables à tous les groupes de population. À ce jour: (37,39)

- Pour les substances de toxicité faible (Classe I), le seuil est de **30** µg/kg/jour,
- Pour les substances de toxicité élevée (Classe III), le seuil est de **1,5** µg/kg/jour,
- Pour les substances génétoxiques, le seuil descend à **0,0025** µg/kg/jour.

Le seuil pour les substances qui présentent une alerte de génotoxicité due à leur structure est considérablement réduit. En l'absence de données de génotoxicité pour une substance, le principe de précaution prévaut et c'est le seuil le plus faible qui sera appliqué. (37)

4.2.2 Évaluation de l'exposition

L'évaluation de l'exposition se base sur l'usage déclaré de la substance en tant qu'ingrédient cosmétique, la quantité présente dans le produit fini, la catégorie de produit concernée, ainsi que la fréquence d'utilisation. (37)

Pour une même substance, sont évaluées indépendamment les **expositions uniques**, c'est-à-dire chaque voie d'exposition possible (orale, cutanée, respiratoire, etc.) et chaque catégorie de produit où elle se trouve. Le cumul des expositions uniques permet alors d'évaluer l'**exposition globale** à la substance, sous toutes ses formes de produit et pour toutes voies d'expositions possibles. Par exemple, si la substance se retrouve dans des sprays ou aérosols, l'exposition par inhalation doit alors être prise en compte dans l'évaluation du risque global.

L'exposition à un groupe vulnérable particulier comme les enfants peut être évaluée en parallèle lorsque le produit cosmétique leur est destiné. Concernant les femmes enceintes, elles ne constituent pas une population spécifique dans la mesure où la toxicité sur le système reproducteur et sur l'embryon sont systématiquement évaluées pour tous les produits. (37)

4.2.2.1 Identifier les voies d'exposition contributrices

L'organisme humain est sans cesse exposé à de nombreuses molécules à travers trois principales interfaces que sont la voie cutanée, la voie orale et la voie respiratoire. Chaque interface présente ses propres propriétés et toute substance peut manifester une toxicité différente selon la voie d'exposition impliquée. (7)

Dans le cas des huiles essentielles contenues dans un produit cosmétique, l'évaluation de l'exposition se fait principalement pour la **voie cutanée**.

D'autres voies d'expositions pertinentes peuvent être ajoutées, par exemple : (37)

- La **voie orale** pour les produits appliqués proche de la bouche (dentifrice, bain de bouche, rouge à lèvres) car même s'ils ne sont pas censés être ingérés, de petites quantités peuvent l'être.
- La **voie respiratoire** dépend surtout du dispositif d'administration (poudre, aérosols, spray, etc.) et du type de substance (d'autant plus que les HE sont volatiles)

4.2.2.1.1 La voie d'exposition cutanée

Prenons le temps d'aborder quelques notions liées à la voie d'exposition cutanée principale interface concernée dans le cadre de l'utilisation de produits cosmétiques. En comparaison avec les autres voies d'exposition, la voie cutanée est celle qui présente le moins de risque en matière d'exposition et de toxicité. En effet, la peau constitue une **barrière** relativement épaisse et sélective qui contrôle activement la pénétration de tout composé, dont les molécules constituant les huiles essentielles.

La peau est également **organe de métabolisation** à part entière grâce à la présence d'enzymes directement localisées au niveau cutané. Bien que moins intense qu'au niveau rénal, la détoxification cutanée est non négligeable en raison de la large surface d'exposition offerte par la peau.

Avant de poursuivre, prenons un moment pour comprendre la peau, constituée de trois principales parties et dont la structure est illustrée dans la Figure 76 page 143 : (3,9,40)

ÉPIDERME

L'épiderme, qui est la partie la plus superficielle, est constitué de plusieurs sous-couches que l'on peut regrouper en 3 principales :

- La couche basale est la plus profonde de l'épiderme, elle comprend des cellules vivantes : les **mélanocytes** qui produisent la mélanine, et les **kératinocytes**
- Plusieurs couches intermédiaires retraçant la migration des kératinocytes jusqu'à la surface durant leur processus de kératinisation, pour arriver à :
- La couche cornée, ou *stratum corneum*, qui est la plus superficielle. Elle est composée d'une accumulation de **cellules mortes**, les cornéocytes, qui correspondent à kératinocytes qui ont perdu leur noyau et toute la machinerie cellulaire, et sont remplis de kératine. Les cornéocytes sont comme des briques, cimentées entre elles par des lipides. C'est cette couche qui rend la peau imperméable à l'eau et la protège de l'extérieur. Un phénomène de desquamation régulier permet de laisser place aux nouvelles couches qui se forment en continu. Le processus entier de la couche basale à couche cornée met environ 28 jours.

DERME

Situé en profondeur, le derme correspond à un tissu conjonctif composé de :

- De protéines (**élastine, collagène**) qui confèrent sa souplesse à la peau. Avec l'âge la teneur en ces molécules diminue, et c'est ce qui entraîne l'apparition de rides et le vieillissement cutané de façon générale.
- De glycosaminoglycanes, comme l'**acide hyaluronique**, qui captent l'eau telles des éponges et forment une sorte de gel où baignent les protéines ;
- De cellules pour produire ces molécules (**fibroblastes**), et de cellules immunitaires (lymphocytes, cellules de Langherans) pour défendre la peau rapidement en cas d'agression.
- De capillaires sanguins pour **nourrir** la peau par diffusion.
- D'annexes : les follicules pileux, glandes sébacées, et glandes sudoripares.

HYPODERME

L'hypoderme se situe encore plus en profondeur. Il englobe les **vaisseaux sanguins** et **lymphatiques**, les **terminaisons nerveuses** ainsi que le **tissu adipeux**. Il n'est pas réellement considéré comme une couche de la peau en soi mais plutôt comme le tissu de soutien vascularisé permettant d'apporter les ressources nécessaires à la peau. C'est pourquoi il est aussi appelé « tissu sous-cutané ».

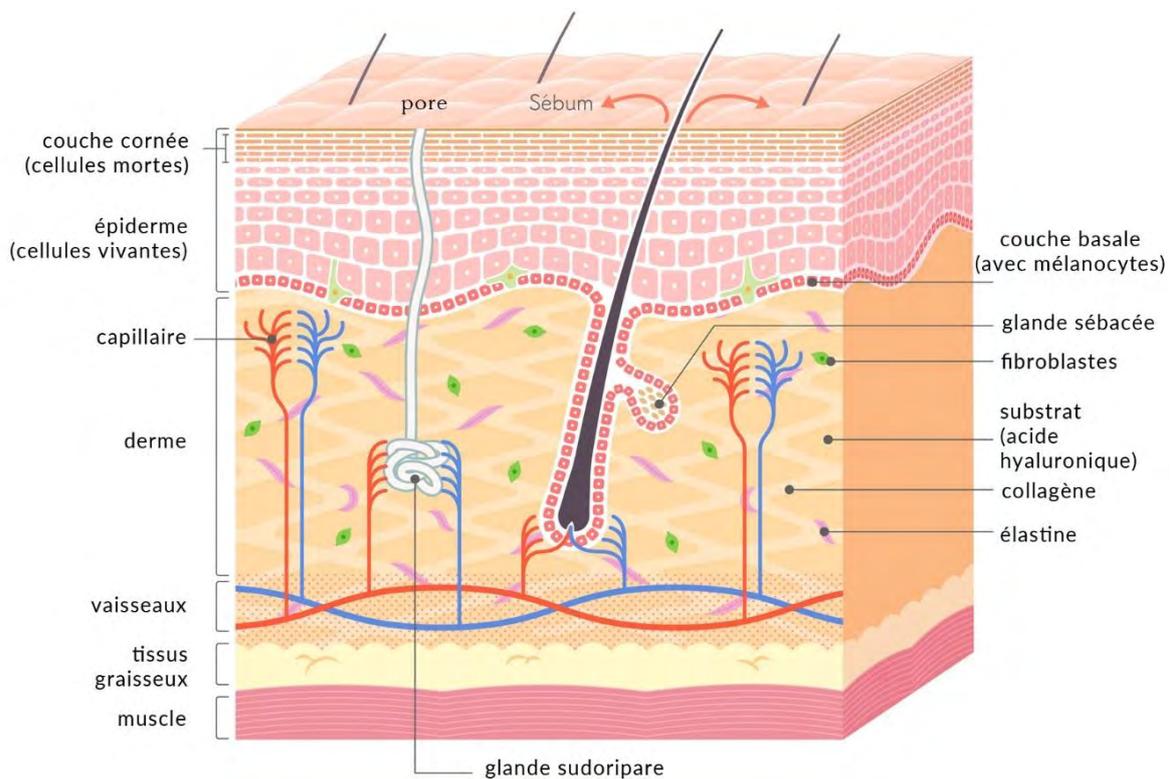


Figure 76. Schéma de la structure générale de la peau. (41)

De nombreux facteurs influencent l'absorption cutanée à travers le *stratum corneum*:

- La zone d'exposition : épaisseur, composition et intégrité du *stratum corneum*,
- La substance concernée : poids moléculaire, charge, lipophilie
- Les paramètres d'exposition : durée, quantité appliquée, concentration de la substance, type de produit utilisé. Les tests sont toujours réalisés sur peau saine.

Dans le cas où l'absorption cutanée ne peut être déterminée expérimentalement, une biodisponibilité de 50% est établie par défaut. (37)

4.2.2.1.2 Identifier les scénarios d'exposition pertinents

Cette étape permet de décrire les probables conditions d'exposition dans le cadre de l'utilisation d'un produit cosmétique donné, à travers plusieurs paramètres : (37)

- Type de produit cosmétique,
- Mode d'application : à rincer ou sans rinçage, frotté, en spray,
- Concentration de l'ingrédient,
- Quantité de produit pour une utilisation,
- Fréquence d'usage et durée de l'exposition,
- Surface totale de contact cutané,
- Population cible (peaux sensibles, enfants, etc.),
- Application sur des zones exposées au soleil,
- Lieu d'utilisation (intérieur ou extérieur) et ventilation.

La **quantité de produit** « **q** » exprimée en grammes par jour tient compte de la fréquence d'utilisation. Le **facteur de rétention** « **F_R** » correspond à la fraction de produit qui reste sur la peau après application.

Dans le cas de produits sans rinçage (crèmes, lotions, etc.), ce facteur est de 100% ($F_R = 1$) tandis que pour des produits à rincer (gel douche, shampoing, etc.), ce facteur sera inférieur à 1 et variable selon le produit concerné.

Tableau 6. Paramètres d'exposition quotidienne à différents types de produits cosmétiques en Europe. (37)

Catégorie	Type de produit	Quantité quotidienne appliquée estimée q (g/jour)	Facteur de rétention F _R
Hygiène	Gel douche	18,67	0,01
	Shampoing	10,46	0,01
Soin des cheveux	Produits capillaires	4,00	0,10
	Après-shampoing	3,92	0,01
	Colorations semi-permanentes	35 ml (par application)	0,01
	Colorations permanentes	100 ml (par application)	0,01
Soin de la peau	Lotion corps	7,82	1
	Crème visage	1,54	1
	Crème mains	2,16	1
Maquillage	Fond de teint liquide	0,51	1
	Rouge à lèvres	0,057	1
	Démaquillant	5,00	0,1
	Fard à paupières	0,02	1
	Mascara	0,025	1
	Eye-liner	0,005	1
Déodorants	Déodorant non-spray	1,50	1
	Déodorant spray	0,69	1
	Déodorant aérosol spray (à base d'éthanol)	1,43	1
Hygiène orale	Dentifrice adulte	2,75	0,05
	Bain de bouche	21,62	0,1

Une approche par paliers permet d'abord d'estimer une exposition selon des scénarios génériques et des paramètres par défaut issus de modèles, puis d'éventuellement affiner les résultats avec une approche probabiliste. (37)

4.2.2.2 Estimer les doses d'exposition

De façon générale, on peut alors calculer la dose d'exposition externe quotidienne (mg/jour) en multipliant la **concentration** (C) d'une substance dans le produit par la **quantité de produit** (q) appliquée sur la zone de contact, ajustée par le **facteur de rétention** (F_R) spécifique au type de produit, selon l'Équation 1 ci-dessous :

$$\text{Exposition externe} = C \times q \times F_R$$

Équation 1. Calcul de la dose d'exposition externe quotidienne.

Deux types de doses d'exposition peuvent alors être calculées : la dose d'exposition externe (LED) et la dose d'exposition interne (LED). Toutes deux prennent en compte les trois facteurs vus précédemment (C, q et F_R) et d'autres facteurs qui leur sont propres, comme présenté dans la Figure 77 :

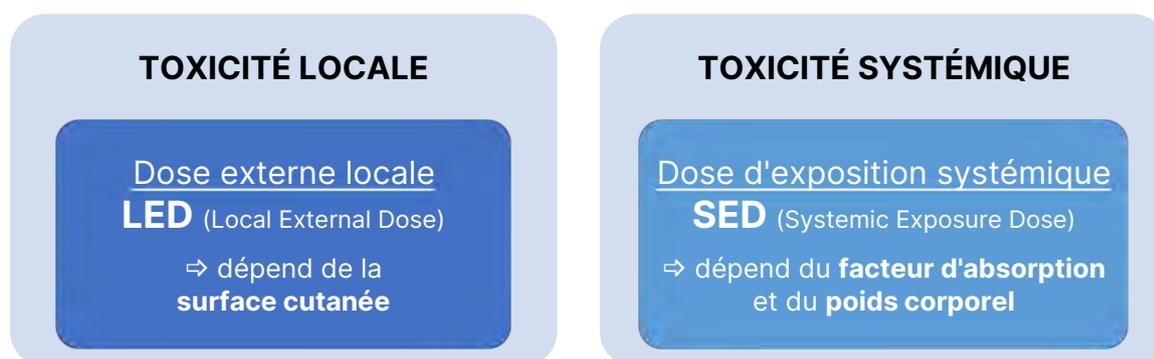


Figure 77. Les deux doses d'exposition, locale et systémique, pour l'évaluation de la sécurité.

4.2.2.2.1 Estimer la dose externe locale (LED)

La dose externe locale, notée LED pour « Local Exposure Dose », est exprimée mg/jour/cm². Elle se calcule à partir de la dose d'exposition externe quotidienne en mg/jour rapportée à la surface cutanée de contact avec le produit en cm², comme présenté selon l'Équation 2 ci-dessous : (37)

$$(\text{mg/jour/cm}^2) \text{ LED} = \frac{\text{Exposition externe (mg/jour)}}{\text{Surface cutanée (cm}^2\text{)}}$$

Équation 2. Calcul de la dose externe locale (LED).

On observe que l'absorption cutanée ne rentre pas en compte dans le calcul de la LED, car la cible est directement la peau. L'Annexe F page 243 renseigne les valeurs de surface cutanée moyenne pour chaque type de produit cosmétique. Par exemple, la surface corporelle est estimée à 17 500 cm² et celle du visage à 565 cm². Ces données ont été obtenues dans une étude datant de 2006 et font office de valeurs par défaut depuis. (37,42)

L'**exposition externe cumulée** à une substance est obtenue par la somme des LED calculées pour chaque voie d'exposition contributrice envisagée, et chaque type de produit contenant la substance. (37)

4.2.2.2 Estimer la dose d'exposition systémique (SED)

Bien que le produit cosmétique soit prévu pour un usage externe, l'exposition systémique doit tout de même être investiguée pour assurer la sécurité de l'ingrédient.

La dose interne systémique, notée SED pour « Systemic Exposure Dose » prends cette fois en compte le facteur d'**absorption cutanée** (F_A) de la dose appliquée, et le **poids corporel** comme présenté dans l'Équation 3. Le poids standard est habituellement fixé à 60 kg en Europe. (37,43)

Cela reflète le concept de biodisponibilité : la quantité de substance réellement disponible au niveau de la circulation sanguine, donc celle exposée aux organes internes, n'est pas la même que la dose appliquée sur la peau. (37)

$$\text{(mg/jour/kg) SED} = \frac{\text{Exposition externe (mg/jour)}}{\text{Poids corporel (kg)}} \times F_A$$

Équation 3. Calcul de la dose interne systémique (SED).

Pour les produits en contact avec la bouche, comme les dentifrices, bains de bouche, et rouges à lèvres, l'exposition par voie orale due à l'éventuelle ingestion de petites quantités est à prendre en compte. L'exposition par voie respiratoire concerne les substances susceptibles d'être inhalées comme les gaz, vapeurs, aérosols ou poudres. En cas d'absence de données expérimentales, une absorption cutanée de 100% ($F_A = 1$) est fixée par défaut pour ces deux voies. (37)

L'**exposition interne cumulée** à une substance s'obtient alors en cumulant les SED calculées pour chaque voie d'exposition contributrice envisagée, puis pour chaque type de produits contenant la substance.

4.2.3 La détermination du risque

4.2.3.1 Calcul de marge de sécurité (MoS)

Le risque est déterminé par le calcul de la **marge de sécurité**, notée **MoS** pour « Margin of Safety ». Elle consiste à comparer une dose-réponse référence en matière de toxicité (NOAEL, LOAEL, BMD, etc.) déterminée à l'étape 2, à la dose d'exposition systémique (SED). La MoS obtenue est un facteur sans unité. (37)

$$\text{MoS} = \frac{\text{Dose-réponse de référence}}{\text{SED}}$$

Équation 4. Calcul de la marge de sécurité pour une exposition interne.

Concrètement, cette MoS indique si la dose à laquelle on observe des effets toxiques est proche de la dose à laquelle est exposée le consommateur. Plus la MoS est faible, plus ces deux doses sont rapprochées et le risque est grand. Plus la MoS est élevée, plus l'usage de cette substance ne présentera pas de risque important.

La MoS de référence est par défaut de **100**, car elle prend en compte :

- Un facteur de variabilité inter-espèce de 10 pour l'extrapolation des données de l'animal à l'Homme.
- Un facteur de variabilité intra-espèce de 10 pour l'extrapolation des données prenant en compte la diversité au sein même de l'espèce humaine, tout aussi importante.

L'ingrédient cosmétique sera alors considéré comme sûr si la MoS calculée est au moins de 100. En d'autres termes, l'exposition systémique (SED) attendue chez l'Homme pour une substance doit être 100 fois inférieure à la plus forte dose sans effet nocif (NOAEL) chez l'animal. Ce facteur peut être baissé, si des données le justifient. (37)

L'évaluation de la sécurité des ingrédients cosmétiques est très conservatrice. En effet, certains produits cosmétiques ne sont pas utilisés quotidiennement, or la NOAEL a été obtenue lors d'études basées sur une administration quotidienne de cette substance. Cela conduit à une très nette surestimation du risque. (37)

Dans le cas particulier des enfants et nouveau-nés, les quelques variabilités par rapport aux adultes ne mènent pas à des facteurs élevés et il est généralement considéré comme englobé dans le facteur par défaut établi à 100. Des études plus spécifiques au cas par cas peuvent être menées. (37)

Une fois qu'on a estimé toutes les doses-réponses liées à chacune des toxicités (dangers identifiés) et qu'on a calculé la MoS, on peut alors déterminer la concentration finale sans risque à laquelle la substance pourra être incorporée dans le produit cosmétique. Même si la marge de sécurité (MoS) permettait d'utiliser une certaine concentration d'une substance, on ne pourra utiliser la substance qu'à la concentration de la **toxicité limitante**, c'est-à-dire celle qui intervient à la plus faible dose.

Pour conclure sur l'évaluation de la sécurité, la qualité des données toxicologiques, la fiabilité des modèles d'exposition et la pertinence des éventuelles extrapolations sont la clé d'une évaluation de la sécurité pertinente.

4.3 LA TOXICITÉ DES HUILES ESSENTIELLES

Maintenant que nous avons abordé la procédure générale d'évaluation de la sécurité d'un ingrédient cosmétique, regardons plus particulièrement les dangers propres aux huiles essentielles.

Les huiles essentielles sont des substances relativement bien documentées en matière de toxicologie, mais pour certaines molécules constitutives plus rares que l'on ne retrouve que dans une seule huile essentielle, des méthodes alternatives à l'expérimentation animale (prédictions *in silico*, read across) peuvent être faites sur la base de la structure chimique, en vérifiant l'existence d'alertes de génotoxicité et de toxicité locale ou systémique pour des molécules similaires.

En effet, bien que naturelles, les huiles essentielles sont loin d'être sans danger. Beaucoup considèrent à tort que « naturel » rime avec « sûr », par opposition à ce qui est « chimique », mais cette notion est en réalité confondue avec celle de « synthétique ». En effet, toute molécule est chimique, puisqu'elle est composée d'atomes selon une structure définie. Qu'elle soit d'origine naturelle ou synthétique, la molécule sera exactement la même. La différence va résider dans les types d'impuretés qui peuvent l'accompagner : issues de la synthèse ou autres additifs d'une part, ou issues de l'extraction de la matière première naturelle d'autre part.

Comme toute substance, à forte dose et surtout par voie orale, toutes les huiles essentielles sont toxiques. Pour exemple, l'eau est ce qu'il y a de plus « inoffensif » et pourtant en boire 10 litres devient toxique. Bien heureusement, à doses physiologiques voire aux faibles proportions dans lesquelles elles sont retrouvées dans les produits cosmétiques, le risque représenté par les huiles essentielles est alors très faible. Là encore, il suffit de connaître leurs dangers respectifs pour en maîtriser les risques.

Bien que de structures similaires, toutes les molécules ne présentent pas la même toxicité, ni à la même dose, en raison des groupements fonctionnels qui diffèrent. C'est pourquoi certaines peuvent être toxiques à très petite dose, et d'autres pas. Généralement, les molécules qui présentent plusieurs insaturations sont plus toxiques que leurs homologues saturés.

Attention à la tentation d'utiliser des huiles essentielles « exotiques » de plantes peu connues, car il n'y a aucun recul sur la sécurité de ces produits-là et souvent peu de données exploitables. Les deux principales huiles essentielles considérées comme les plus « sûres » sont l'HE de Géranium (*Pelargonium x asperum*) et de Lavande (*Lavandula angustifolia*), mais elles ne sont pas sans danger pour autant. Quelques cas de sensibilisation et dermatites allergiques ont été reportés. (7,9)

Nous allons à présent aborder la toxicité locale des huiles essentielles qui peut survenir après application cutanée, puis la toxicité systémique qui peut survenir après l'absorption cutanée des huiles essentielles.

4.3.1 Toxicité cutanée des huiles essentielles

Pures, certaines HE présentent une toxicité cutanée, mais une fois diluées dans la formule cosmétique, le risque devient faible.

4.3.1.1 Irritation cutanée

Les huiles essentielles irritantes pour la peau provoquent des dommages cutanés **réversibles** tels que des rougeurs, des sensations de chaleur et de démangeaisons, pouvant aller jusqu'à des brûlures, et ce jusqu'à 4h après exposition. (37)

Les principales molécules responsables d'irritations cutanées sont : (3,6,7,11)

- Les aldéhydes aromatiques, comme l'**aldéhyde cinnamique** présent à plus de 80% dans les huiles essentielles d'écorces de Cannelles (*Cinnamomum* spp.);
- Les aldéhydes terpéniques avec notamment les **citrals** réputés irritants, dont l'agressivité est compensée par le limonène dans les huiles essentielles riches en terpénoïdes. Les terpénoïdes sont généralement moins agressifs que les phénols.

4.3.1.2 Dermocausticité

Les huiles essentielles dermocaustiques provoquent des dommages cutanés **irréversibles** tels que des ulcères, un saignement, des croûtes et après deux semaines une décoloration de la peau, des zones d'alopecie et des cicatrices. Leur utilisation n'est pour autant pas compromise dans les produits cosmétiques où elles sont fortement diluées. (3,7,11)

Les principales molécules responsables de cette dermocausticité sont : (3,6,7,11)

- Les phénols, parmi lesquels citons :
 - Le **thymol** retrouvé dans les huiles essentielles de Thym à thymol (*Thymus vulgaris*) et d'Ajowan (*Trachyspermum ammi*)
 - Le **carvacrol**, retrouvé dans les huiles essentielles de Thym à carvacrol (*Thymus vulgaris*), de Sarriette des montagnes (*Satureja montana*) et d'Origans (*Origanum* spp.)
 - L'**eugénol** retrouvé dans l'HE de clou de Girofle (*Syzygium aromaticum*), et bien d'autres huiles essentielles car nombreuses sont celles riches en phénols. L'agressivité cutanée des phénols disparaît avec la méthylation de la fonction phénol, les phénols méthyls éthers sont donc plutôt bien tolérés par l'organisme.
- Les di- ou trisulfures présents dans les huiles essentielles d'Oignon (*Allium cepa*) et d'Ail (*Allium sativum*).

Certaines huiles essentielles peuvent provoquer jusqu'à une nécrose en cas d'application régulière à très forte dose, c'est le cas de l'HE de Moutarde noire (*Brassica nigra*), riche en isothiocyanate d'allyle, ou encore de l'HE de Sabine (*Juniperus sabina*) qui est tout simplement interdite à la vente. (3,7)

Concernant les deux prochaines parties, prenons le temps de définir quelques termes. Il existe deux types de réactions de photosensibilisation : (6,44)

- La **phototoxicité** due à une réaction chimique sous l'action des UV.
- La **photoallergie**, plus rare, due à une véritable réaction allergique.

Le terme de « sensibilisation » est par ailleurs souvent utilisé pour désigner des mécanismes allergiques, mais il est important de comprendre ici que le terme « photosensibilisation » signifie « qui sensibilise la peau aux rayons UV » et que la phototoxicité ne fait pas du tout intervenir le système immunitaire.

4.3.1.3 Phototoxicité

Les molécules phototoxiques vont, **sous l'action des UV**, déclencher des réactions cutanées allant de rougeurs appelées érythèmes jusqu'à la formation de taches voire de cloques appelées phlyctènes. C'est pourquoi il faut être très prudent quant à l'utilisation d'huiles essentielles contenant ces composés avant toute exposition au soleil. Il est conseillé de protéger du soleil la zone exposée, au moins 8 heures après application. (3,4,6,7,9,11)

La phototoxicité peut induire la carcinogénèse. En effet, sous l'action des UV, un pontage se crée entre les molécules photosensibilisantes et les brins d'ADN, altérant ainsi les cellules de la peau. Ces molécules peuvent aussi être responsables de la peroxydation des lipides et induire ainsi des lésions membranaires. (3,4,7,9,11)

Les molécules phototoxiques les plus connues sont les **coumarines**.

- Les essences d'agrumes (Rutacées) sont particulièrement riches en furocoumarines. La plus phototoxique est l'HE de **Bergamote** (*Citrus bergamia*), mais citons également les huiles essentielles de Citron (*Citrus limon*), de Lime (*Citrus × aurantiifolia*), de Pamplemousse (*Citrus × paradisi*) ainsi que d'une autre Rutacées qui n'est pas un agrume, l'HE de **Rue fétide** (*Ruta graveolens*). Souvent, ces huiles essentielles sont traitées, puis commercialisées avec la mention « sans furocoumarines ». (3,4,6,7,9,11)
- Parmi les huiles essentielles particulièrement phototoxiques, citons également celles de la famille des Apiacées avec l'HE de **Khella** (*Ammi visnaga*) qui contient à la fois des furocoumarines et des pyrocoumarines, d'Angélique officinale (*Angelica archangelica*), de Céleri (*Apium graveolens*), de Cumin (*Cuminum cyminum*), etc. (3,6,7,9)

4.3.1.4 Photoallergie

A ce jour, une seule molécule retrouvée dans les huiles essentielles est connue pour être photoallergisante : l'**herniarine**, ou 7-méthoxy-coumarine. Les huiles essentielles de Lavande (*Lavandula angustifolia*), Lavandin (*Lavandula × intermedia*), Camomille allemande (*Matricaria recutita*) et Estragon (*Artemesia dracuncululus*) n'en contiennent que des traces (< 0,1%), et nous verrons que la limite de concentration en herniarine dans un produit cosmétique est de 0,01%. À cette dose d'exposition, le risque de réaction photoallergique est tout simplement négligeable. (3)

4.3.1.5 Allergies de contact

Les allergies de contact, aussi appelées dermatites de contact, sont en constante augmentation ces dernières années et toucheraient 1 à 2% de la population en Europe. Cette toxicité se déroule en deux phases. Lors d'un premier contact, un composé hypersensibilisant peut, selon le terrain allergique de l'individu, induire une réaction immunologique spécifique. Lors d'un second contact, même à très faible dose, cela se traduit par une réaction allergique de type dermatite de contact. (3,7,9,37)

Ce phénomène n'est pas dose-dépendant, une fois la personne sensibilisée, de sévères réactions peuvent se produire même après une exposition à de très faibles doses. Ainsi, des HE qui ne sont pas particulièrement connues pour être toxiques peuvent l'être chez certains, en raison d'une sensibilisation préalable par d'autres huiles essentielles. (3,7,9)

La surveillance post-commercialisation est très importante pour s'assurer que l'utilisation d'une substance n'est pas responsable de dermatite de contact. Ce phénomène est le plus fréquent chez les professionnels en contact prolongé ou répété avec ces substances, comme les masseurs. Il se manifeste sous forme de dermatite, d'eczéma ou de problèmes de pigmentations. (3,7,9,11,37)

Parmi les molécules hypersensibilisantes, plus souvent appelées « allergènes », sont principalement retrouvées : (7,9,11)

- Les **métabolites hydroperoxydés des terpénoïdes** (limonène, linalol, eugénol, géraniol, citrals, etc.). En effet, ce ne sont pas les terpénoïdes qui sont directement sensibilisants, mais les molécules issues de leur dégradation lors du stockage des huiles essentielles qui en contiennent, leur taux de dégradation étant assez rapide en comparaison avec la durée de vie du produit. La majorité des huiles essentielles contiennent ces terpénoïdes, en proportions variables. Citons les huiles essentielles d'agrumes (*Citrus* spp.) riches en limonènes, l'HE de Coriandre (*Coriandrum sativum*) très riche en linalol, l'HE de clou de Girofle (*Syzygium aromaticum*) riche en isoeugénol, l'HE de Palmarosa (*Cymbopogon martini*) en géraniol. (7,9,11)
- Des **composés aromatiques** (au sens chimique) comme le salicylate de benzyle, l'alcool anisique, l'alcool benzylique, les coumarines ou encore l'aldéhyde cinnamique dans l'HE d'écorce de Cannelles (*Cinnamomum* spp.) (7,9,11)
- Des **lactones**. Bien que généralement présentes en faible proportions (de 1 à 3 %) et présentant donc un risque très faible, elles sont parfois majoritaires, comme la massoïa lactone présente dans la Massoïa (*Cryptocaria massoy*), et peuvent être responsables de dermatites papuleuses assez sévères. (7,9,11)

Lorsque ces allergènes sont inhalés, comme dans les parfums, ils pénètrent rapidement et peuvent être responsables d'effets indésirables comme des maux de tête, nausées, fatigue, souffle coupé et difficultés de concentration. (9)

L'évaluation quantitative du risque de sensibilisation cutanée est un procédé qui a été développé pour les ingrédients de parfums uniquement. Il permet de déterminer la dose sans sensibilisation attendue, notée NESIL pour « No Expected Sensitising Induction Level », mais reste à ce jour consultatif. Toutefois, les effets indésirables dus aux parfums sont très difficiles, voire impossibles, à relier à un ingrédient en particulier, notamment en raison de la politique du secret autour des formules de parfums et cosmétiques, comme le fait que la majorité sont des composés synthétiques. Ces mêmes ingrédients sont parfois utilisés à la fois dans l'alimentaire et la cosmétique, ce qui augmente l'impact dû à cette exposition simultanée par trois voies d'entrée : orale, par inhalation et cutanée. (9)

Enfin, bien que les composés majoritaires de nombreuses huiles essentielles soient de potentiels sensibilisants, la majorité des huiles essentielles ne le sont pas elles-mêmes pour autant. Cela s'appelle le **phénomène de « quenching »** et correspond au fait que dans l'usage d'un mélange de composés, comme dans les huiles essentielles ou les parfums, le potentiel sensibilisant est réduit, voire annulé. Cela reste au stade de l'hypothèse et n'est pas encore validé scientifiquement à ce jour par des études fiables. (9)

4.3.2 Toxicité systémique des huiles essentielles

Si nous avons choisi de n'évoquer que les propriétés des huiles essentielles qui ont un intérêt cosmétique, il n'est pas possible d'écarter la toxicité systémique des huiles essentielles, car celle-ci peut – certes dans de très rares cas – se manifester même dans le cadre d'une exposition cutanée. Rappelons qu'aux doses présentes dans les produits cosmétiques, cette toxicité systémique ne représente toutefois qu'un risque infime.

Avant tout, détaillons quelque peu l'absorption cutanée spécifiquement pour les huiles essentielles.

4.3.2.1 Absorption cutanée des huiles essentielles

La résorption cutanée correspond à l'absorption plus ou moins complète d'une substance par la peau. Concernant la résorption cutanée des composants d'HE, trois principaux paramètres sont importants : (6,7)

Tout d'abord, les huiles essentielles sont fortement **lipophiles**, c'est-à-dire qu'elles ont forte affinité pour les lipides, or nous avons vu que la peau en est plutôt riche. Certains composants peuvent ainsi s'accumuler dans les couches lipidiques du *stratum corneum* et former un réservoir cutané. Les molécules d'une même huile essentielle ne sont pas toutes autant absorbées, par exemple : la coumarine présente dans l'HE de Cannelle de chine (*Cinnamomum cassia*) est absorbée à 46% là où le cinnamaldéhyde ne l'est qu'à 24%. (3,6,7,9)

Les terpénoïdes sont des promoteurs d'absorption cutanée, notamment ceux qui ont une analogie structurale avec les lipides du *stratum corneum*. En s'intercalant ainsi dans les couches de lipides, ils augmentent significativement la perméabilité cutanée, donc la diffusivité des autres molécules à travers la peau. Par exemple le 1,8-cinéole augmente jusqu'à un facteur 30 la pénétration cutanée des molécules plus hydrophiles. (6,9)

Ensuite, les composants d'HE ont un **faible poids moléculaire** : plus la molécule est petite, plus elle pénètre rapidement. À l'exception des aldéhydes qui, bien qu'ayant un faible poids moléculaire, sont pourtant parmi les plus longs à franchir la barrière cutanée. Cela s'explique par leur hydrosolubilité très importante qui compense fortement leur poids et les ralentit. (3,6,7,9)

Ces deux éléments permettent donc, en théorie, une résorption cutanée rapide et facile des huiles essentielles. Il se trouve que la forte **volatilité** des composants d'HE limite leur absorption percutanée, et il a été démontré que la plupart des composants d'HE pénètre en réalité très peu la peau, de l'ordre de 10%. (45) C'est pourquoi la création d'une formulation pro-pénétrante est capitale pour une bonne efficacité.

La vitesse d'absorption dépendra également de bien d'autres facteurs, tant internes (âge, nature de peau, nombre de follicules pileux, état de la peau, température et taux d'humidité de la peau, zone du corps, etc.) qu'externes (temps de contact, concentration, nature biochimique du composé). La Figure 78 ci-après présente quelques exemples de temps de résorption cutanée. (7,9)

Les avantages de cette voie d'exposition pour l'utilisation des huiles essentielles sont donc nombreux : la quantité administrable est relativement importante, le délai d'action rapide et la durée d'action prolongée, tout en présentant une bonne tolérance grâce à une toxicité limitée lorsqu'elles sont utilisées à des doses sans risque. (6,7)

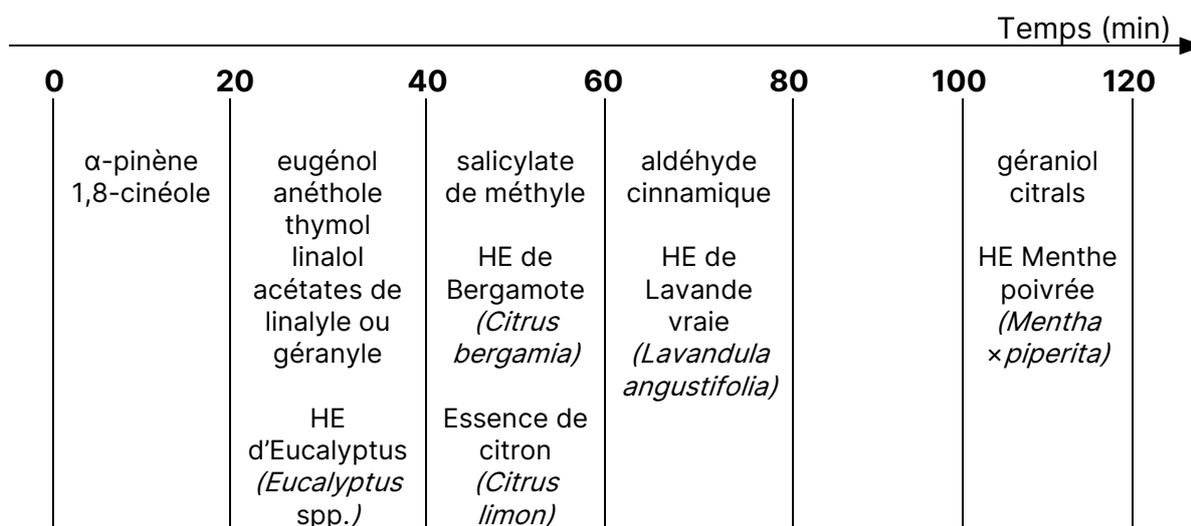


Figure 78. Temps de résorption cutanée de quelques molécules et huiles essentielles. (3)

4.3.2.2 Génotoxicité et carcinogénicité

La génotoxicité correspond au fait de représenter une toxicité pour le génome, que ce soit en induisant des mutations ou en portant atteinte à la structure de l'ADN (aberrations chromosomiques). Cette génotoxicité peut potentiellement induire une carcinogénicité, c'est-à-dire favoriser la formation de cancers, mais ce n'est pas systématique. En effet, le menthol est génotoxique sans pour autant être carcinogène. Bien évidemment, le risque de développer un cancer est très bas aux doses usuelles, et quasi-inexistant aux doses dans les produits cosmétiques (3)

Les molécules potentiellement carcinogènes sont les **métabolites oxydés** issus de la métabolisation hépatique :

- Des **phénylpropanoïdes** de type phénols méthyl-éthers, comme l'estragol, le méthyl eugénol et l'asarone, ou de type éther-oxyde comme le safrole.
- Des **hydrocarbures terpéniques** (sauf les limonènes) présents dans les huiles essentielles de conifères, comme le Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*), de zestes d'agrumes, d'Aneth (*Anethum graveolens*) ou de Menthe poivrée (*Mentha × piperita*). (3,9)

La génotoxicité peut également être photo-induite dans le cas où les molécules qui absorbent les UV forment des radicaux libres génotoxiques. Les huiles essentielles riches en **coumarines** sont donc également concernées. (3)

4.3.2.3 Reprotoxicité

La reprotoxicité correspond à l'ensemble des effets toxiques ayant un impact sur la fertilité de la femme ou de l'homme. L'action abortive s'observe particulièrement chez les huiles essentielles riches en : (3,6,9)

- **Cétones** comme celles de Rue officinale (*Ruta graveolens*), de Menthe pouliot (*Mentha pulegium*), de Menthe verte (*Mentha spicata*), de Camphre (*Cinnamomum camphora*), d'Achillée millefeuille (*Achillea millefolium*), d'Aneth (*Anethum graveolens*), de Carvi (*Carum carvi*), de Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) et de Sauge (*Salvia officinalis*).
- **Éthers-oxydes phénylpropanoïdiques** comme la myristicine dans l'HE de noix de Muscade (*Myristica fragrans*) et l'apiole dans l'HE de Persil (*Petroselinum sativum*).

La tératogénicité correspond à la toxicité d'une substance sur le développement du fœtus et à la capacité d'induire des malformations. Citons l'HE de Sauge officinale (*Salvia officinalis*) et de Genévrier sabbine (*Juniperus sabina*). (3)

4.3.2.4 Action « hormone-like »

Le système hormonal, aussi appelé système endocrinien, est un système complexe de signaux et de mécanismes de rétrocontrôle qui visent à réguler la sécrétion d'hormones pour maintenir une homéostasie, c'est-à-dire un certain équilibre au niveau des constantes physiologiques, notamment hormonales. Certaines molécules sont alors dites « hormone-like » car elles ont une structure chimique similaire à celles d'hormones physiologiques et vont, soit mimer leur action, soit la contrer. Les deux principaux axes concernés sont celui du cortisol et celui des œstrogènes. Citons les huiles essentielles contenant :

- Des phénols méthyl-éthers comme le **trans-anéthole** dans l'HE d'Anis vert (*Pimpinella anisum*), de Fenouil (*Foeniculum vulgare*) et de Badiane (*Illicium verum*)
- Des sesquiterpénols comme dans l'HE Niaouli (*Melaleuca quinquenervia*) (3,11,37)

Les médias se sont emparés du terme de « perturbateur endocrinien », mais que veut-il vraiment dire ? Un perturbateur endocrinien est une substance exogène qui altère le fonctionnement du système endocrinien et cause des effets néfastes sur la santé d'un organisme. Il a été démontré que de nombreux effets sur la santé comme l'obésité, le diabète, les cancers, les effets sur la reproduction ou encore les désordres immunologiques et métaboliques sont liés à la perturbation de ce système.

Toutefois, une substance « hormone-like » interférant avec ce système ne conduira pas forcément à un effet néfaste puisque les nombreuses boucles de rétrocontrôle peuvent jusqu'à une certaine mesure contenir les variations induites. Pour certains effets, il a été démontré qu'il existe une fenêtre critique dans la période de développement d'un organisme où la susceptibilité à ces perturbateurs est accrue. (37)

Malheureusement, beaucoup de substances sont incriminées de nos jours sans pour autant que des études scientifiques fiables soient menées. Lorsque l'opinion publique s'empare d'un sujet non maîtrisé, il est délicat de contenir les dérives potentielles. Ainsi, les industriels se retrouvent parfois contraints de retirer des ingrédients suspects sans réelles preuves. En effet, on se retrouve d'un côté avec la paranoïa des consommateurs qui, on peut le comprendre, ne sont pas en mesure de discerner les approximations et extrapolations douteuses dans les nombreux articles de magazines, et d'un autre côté certains industriels qui en profitent pour tenter de prendre une longueur d'avance sur leurs concurrents en utilisant des claims « sans ... ».

Citons la polémique autour de l'HE de Lavande (*Lavandula angustifolia*) et de problèmes de gynécomastie, c'est-à-dire de formation excessive des glandes mammaires, chez le jeune garçon. Une étude (46) de 2007 avait évoqué cela et le lien de causalité a rapidement été considéré comme non plausible par le comité CSSC. Ce sujet est ressorti 10 ans plus tard à la suite d'un article dans « 60 millions de consommateurs » ce qui a été repris et déformé, menant à la méfiance du consommateur. Le comité CSSC a dû s'exprimer à nouveau pour démêler le vrai du faux et a conclu que ces composés suspectés d'être perturbateurs endocriniens ne pénétraient tout simplement pas la peau. (3,9)

Il existe deux types de preuves. Les preuves de niveau 1 correspondent à toutes les **données toxicologiques *in vivo*** existantes, soit obtenues avant l'interdiction de l'expérimentation animale à des fins cosmétiques, soit obtenues pour des études à des fins hors cosmétiques. Les preuves de niveau 2 correspondent aux résultats des **tests *in vitro*** sur des mécanismes d'action isolés. L'ensemble des données obtenues sont systématiquement rassemblées pour enrichir les bases de données des modèles *in silico* et affiner leur évaluation de l'activité endocrinienne. (37)

4.3.2.5 Hépatotoxicité

Les HE hépatotoxiques présentent une toxicité pour le foie en cas d'utilisation prolongée à forte dose. Rappelons que le foie permet de métaboliser bon nombre de molécules, principalement pour les rendre plus polaires et faciliter leur élimination rénale par la suite. Ce ne sont pas les composants des HE qui sont directement toxiques pour le foie, mais les produits issus de leur métabolisation hépatique qui le sont. (7,11)

Parmi les molécules responsables de cette hépatotoxicité citons : (3,6,7,11)

- Les phénols tels que :
 - Le **thymol**, que l'on retrouve dans les huiles essentielles de Thym à thymol (*Thymus vulgaris*) et d'Ajowan (*Trachyspermum ammi*) ;
 - Le **carvacrol**, retrouvé dans les HE de Thym à carvacrol (*Thymus vulgaris*), de Sarriette des montagnes (*Satureja montana*) et d'Origans (*Origanum* spp.)
 - L'**eugénol** retrouvé dans l'HE de clou de Girofle (*Syzygium aromaticum*).

Le carvacrol est le plus toxique, 18 fois plus que le thymol, lui-même plus toxique que l'eugénol. Parmi les autres huiles essentielles riches en phénols citons celles de graine de Coriandre (*Coriandrum sativum*), de Khella (*Ammi visnaga*), de Lavande papillon (*Lavandula stoechas*), de Muscade (*Myristica fragrans*), de Romarin à camphre (*Rosmarinus officinalis*) et de Sauge d'Espagne (*Salvia officinalis* ssp. *lavandulifolia*).

- Le **menthofurane**, soit naturellement présent dans la Menthe aquatique (*Mentha aquatica*), soit issu de la métabolisation hépatique de la pulégone présente dans la Menthe pouliot (*Mentha pulegium*).
- Certaines **coumarines**.

4.3.2.6 Néphrotoxicité

Les huiles essentielles néphrotoxiques présentent une toxicité pour les reins en cas d'utilisation prolongée à forte dose. Le système rénal est l'équivalent de la station d'épuration de notre organisme, et il est essentiel pour éliminer les métabolites.

Parmi les molécules responsables de cette néphrotoxicité, citons : (3,7,11)

- Les monoterpènes comme l'**α-pinène** que l'on retrouve dans les huiles essentielles de conifères comme les Pins (*Pinus* spp.), les Sapins (*Abies* spp.) et le Cyprès de Provence (*Cupressus sempervirens*).
- Les constituants des HE de bois de Santals (*Santalum* spp.) ou de Gaulthéries (*Gaultheria* spp.), car ils ont une élimination rénale.

4.3.2.7 Neurotoxicité

La neurotoxicité correspond à une toxicité sur le système nerveux avec des effets indésirables pouvant aller des vertiges et l'obnubilation aux convulsions puis au coma, jusqu'au décès. Bon nombre des ingrédients qui ont été utilisés pendant des années n'avaient pas subi d'études toxicologiques poussées, notamment en matière de neurotoxicité, alors même que la voie d'exposition olfactive est connue pour avoir un lien direct avec le cerveau. (7,9,11)

Parmi les molécules qui présentent une neurotoxicité à fortes doses en raison de leur tropisme neurologique, c'est-à-dire leur affinité pour le tissu cérébral, citons : (3,6,7,9,11)

- Les cétones monoterpéniques, particulièrement agressives pour le système nerveux, surtout par voie orale. La neurotoxicité des cétones illustre deux lois biologiques, à savoir : l'inversion des effets selon les doses utilisées et l'effet cumulatif d'une exposition longue à de petites doses.
 - La **menthone** présente dans les Menthes (*Mentha* spp.),
 - La **carvone**, présente dans le Carvi (*Carum carvi*), l'Aneth (*Anethum graveolens*) et la Menthe verte (*Mentha spicata*),
 - La **verbénone** présente dans le Romarin à verbénone (*Rosmarinus officinalis*),
 - Le **camphre** dans les huiles essentielles de Lavande aspic (*Lavandula latifolia*), de Lavande papillon (*Lavandula stoechas*), de Coriandre (*Coriandrum sativum*) et d'Achillée millefeuille (*Achillea millefolium*),
 - Les **thuyones**, présentes dans l'HE de Romarin à camphre (*Rosmarinus officinalis*), de Thuya (*Thuja occidentalis*), de Sauge (*Salvia officinalis*),
 - La **pulégone** présente dans la Menthe pouliot (*Mentha pulegium*),
 - La **pinocamphone** présente dans l'HE d'Hysop (*Hyssopus officinalis*).
- Les lactones aussi peuvent présenter une neurotoxicité, mais c'est bien plus rare.
- Certains éther-oxydes comme le **1,8-cinéole** présent dans l'HE d'Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) ou de Romarin à cinéole (*Rosmarinus officinalis*) mais aussi chez les dioxydes comme la **myristicine** dans l'HE de noix de Muscade (*Myristica fragrans*), l'**apiole** présente dans l'HE de Persil (*Petroselinum sativum*) et l'**ascaridole** dans l'HE de Chénopode (*Dysphania ambrosioides*).
- Un phénol méthyl-éther, le **cis-anéthole**, est très neurotoxique et doit être dosé et retiré des huiles essentielles anisées tandis que le trans-anéthole est plutôt bien toléré. La plupart des huiles essentielles comportant de l'anéthole sont plutôt riches en trans-anéthole, mais citons l'HE d'Estragon (*Artemisia dracuncululus*) qui elle est plutôt riche en cis-anéthole. (7)

4.3.3 Les toxicités par familles chimiques

Le Tableau 7 permet de résumer les différentes toxicités abordées et les principales familles chimiques concernées, pour une meilleure vision d'ensemble.

Tableau 7. Résumé des toxicités locales et systémiques selon les principales familles chimiques.

Familles chimiques	TOXICITÉ LOCALE					TOXICITÉ SYSTÉMIQUE					
	Irritation cutanée	Dermocausticité	Phototoxicité	Photoallergie	Allergies de contact	Génotoxicité	Reprotoxicité	Hormone-like	Hépatotoxicité	Néphrotoxicité	Neurotoxicité
Terpènes					X	X				X	
Alcools					X			X			
Aldéhydes	X		X		X						
Cétones							X				X
Coumarines			X	X	X	X			X		
Lactones					X						X
Éther-oxydes						X	X				X
Phénols		X							X		
Phénols ME						X		X			X
Composés soufrés/azotés		X									

Maintenant que nous avons les fondements toxicologiques, nous pouvons aborder la réglementation et comprendre les limites imposées.

PARTIE 5

RÈGLEMENTATION DES HUILES ESSENTIELLES À USAGE COSMÉTIQUE

À présent que nous avons abordé les prérequis botaniques, chimiques et toxicologiques concernant les huiles essentielles, nous pouvons aborder l'aspect réglementaire qui fera appel à toutes les notions vues dans les parties précédentes.

À ce jour, il n'existe pas de dispositions réglementaires uniques propre aux huiles essentielles. Comme elles peuvent être employées dans de nombreux types de produits, la réglementation qui s'applique au produit fini sera toujours spécifique à son usage prévu et donc à l'industrie dont il relève. Toutefois, selon l'ingrédient concerné, il est possible que la réglementation d'industries connexes à celle de la cosmétique ait un impact sur son usage (interdit ou restreint) dans un produit cosmétique.

Dans le cas d'une huile essentielle, les industries connexes à son usage en cosmétique sont les industries pharmaceutiques, alimentaires, du parfum et de la chimie. L'avantage est que les données toxicologiques obtenues au sein de l'une de ces industries peuvent servir aux autres, et réciproquement. Nous allons donc parcourir les sources de réglementations et n'aborder que les éléments qui concernent, directement ou indirectement, les huiles essentielles.

C'est pourquoi, après avoir abordé les normes, qui n'ont pas de valeur réglementaire mais qui font consensus en matière de bonnes pratiques industrielles, nous détaillerons les éléments de la réglementation cosmétique, puis nous évoquerons les quelques points qui peuvent concerner l'usage cosmétique des huiles essentielles au sein des réglementations relatives aux médicaments, aux substances chimiques et à l'alimentaire. Enfin, nous aborderons les recommandations privées issues de l'industrie du parfum qui sont à considérer, bien que non obligatoires au sens réglementaire strict.

NORMES	RÈGLEMENTATIONS	RECOMMANDATIONS
<ul style="list-style-type: none"> • ISO 9235:2013 Vocabulaire matières premières naturelles • ISO 4620:2016 Nomenclature botanique • Normes standards Composition et méthodes • ISO 16128:2018 Produits cosmétiques naturels et bio 	<ul style="list-style-type: none"> • Cosmétique Règlement n°1223/2009 • Médicaments Monopole pharmaceutique (CSP) • Chimie Règlements n°1907/2006 (REACH) n°1272/2008 (CLP) • Alimentaire Liste positive IOFI 	<ul style="list-style-type: none"> • Conseil de l'Europe Fiches sur les HE • Parfum IFRA 49^{ème} amendement

Figure 79. Vue d'ensemble des éléments réglementaires ou affiliés, relatifs aux huiles essentielles.

Il existe une sorte de hiérarchie dans les réglementations, selon le niveau de risque. Comme nous l'avons vu dans la partie sur l'évaluation de la sécurité, l'exposition joue un rôle déterminant. Or, selon l'usage du produit, l'exposition aux huiles essentielles et les exigences en matière de sécurité diffèrent. La réglementation par les autorités de santé est la plus restrictive et régule toute substance qui représenterait un risque pour la santé, donc elle s'applique quel que soit l'usage du produit. Là où la réglementation alimentaire est plus spécifique à l'ingestion des ingrédients, en cosmétique elle n'aura pas d'impact direct car les produits cosmétiques ne sont pas destinés à être ingérés. Tout ingrédient cosmétique n'a donc pas à être alimentaire, alors que tout ingrédient alimentaire peut, a priori, être utilisé en cosmétique (sous réserve d'évaluation de la sécurité par voie cutanée).

Afin de trouver ces informations, il faudra parfois élargir le champ de recherche car ces réglementations ne définissent pas toutes les huiles essentielles en tant que telles, mais sous d'autres termes plus généraux liés à leur nature d'extraits végétaux.

5.1 LES NORMES INTERNATIONALES

Les lois peuvent faire référence à des normes, mais une norme n'aura pas de valeur réglementaire propre. Une norme est issue d'un consensus entre les acteurs d'un secteur dans le but soit d'harmoniser et codifier les pratiques autour d'un process, soit de définir une qualité. La norme n'est ensuite pas obligatoire, toute entreprise est libre de la suivre ou non, et elle le fait en général avec une intention de revendication publicitaire.

5.1.1 Les organismes de normalisation

L'**Organisation internationale de normalisation**, notée ISO pour « International Organization for Standardization », est une organisation non gouvernementale internationale créée en 1947 qui produit des **normes ISO** pour toutes les industries. L'**Association française de normalisation** (AFNOR) produit des normes NF et représente la France auprès de l'ISO et du Comité européen de normalisation (CEN). (9,47)



Figure 80. Logos des organismes impliqués dans la normalisation des huiles essentielles.

5.1.2 Les normes ISO liées aux huiles essentielles

5.1.2.1 Norme ISO 9235:2013 – Vocabulaire

La norme [ISO 9235:2013](#) établit un **glossaire** trilingue de termes concernant les **matières premières aromatiques naturelles**. Elle a été élaborée par le comité technique ISO/TC 54 « Huiles essentielles » et en est à sa 2^{ème} édition, publiée en 2013. Le document existe en 3 langues (Anglais, Français et Allemand), ce qui permet d'éviter les imprécisions et ambiguïtés de traduction, et de bénéficier d'un référentiel commun de définitions pour l'ensemble des acteurs impliqués à l'international. Le contenu de cette norme-ci est consultable gratuitement sur leur site, c'est pourquoi il peut être présenté dans l'Annexe G page 244. (48)

Selon la norme ISO, une huile essentielle est un « produit obtenu à partir d'une matière première naturelle d'origine végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, *soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe de fruits de citrus (agrumes), soit par distillation sèche, après séparation de l'éventuelle phase aqueuse par des procédés physiques* ». Cette définition est très proche de celle de la Pharmacopée française donnée page 22.

Bien que la définition d'une norme n'ait pas de valeur réglementaire en soi, elle peut tout à fait être citée et utilisée par une réglementation. (48)

5.1.2.2 Norme ISO 4720:2018 – Noms botaniques

La norme [ISO 4720:2018](#) fournit une **liste des noms botaniques** et de noms communs de plantes utilisées pour la production des huiles essentielles, dans le but d'harmoniser leur nomenclature. Également élaborée par le comité technique ISO/TC 54 « Huiles essentielles » et disponible en 3 langues, il s'agit de la 4^{ème} révision de cette norme, publiée en 2018.

La norme ISO 4720 :2018 est liée au rapport technique [ISO/TR 21092:2004](#) où sont listés, pour chaque huile essentielle, les différents numéros qui peuvent leur être attribués, dont les numéros CAS, EINECS, et CE que nous expliquerons plus tard.

5.1.2.3 Normes du comité ISO/TC 54 « Huiles essentielles »

En complément des normes déjà citées, le comité technique ISO/TC 54 « Huiles essentielles » a publié à ce jour 136 normes ISO en lien avec les huiles essentielles, parmi lesquelles : (49)

- Des normes ISO qui proposent pour de nombreuses HE courantes, principalement celles produites aux plus forts tonnages, des **standards sous formes de fourchettes** :
 - **De composition** avec des pourcentages pour chacun des composés d'une HE.
 - **De spécifications** de paramètres physico-chimiques (aspect, couleur, odeur, densité, pouvoir rotatoire, indice de réfraction, etc.)
- La norme ISO 3218:2014 « Huiles essentielles - **Principes de nomenclature** » qui fixe les principes à adopter pour désigner les huiles essentielles, en anglais et en français, par exemple à des fins d'étiquetage et/ou de marquage.
- D'autres normes concernent des **bonnes pratiques** pour les **méthodes d'analyse**.

L'accès à ces normes est payant. La conformité avec ces normes n'est pas obligatoire mais cela constitue un gage de qualité pour le fournisseur et le client.

5.1.3 La norme ISO 16128 – Naturalité et Bio

Intitulée « Lignes directrices relatives aux définitions techniques et aux critères applicables aux ingrédients et produits cosmétiques naturels et biologiques », cette norme a été rédigée par le comité technique ISO/TC 217 « Cosmétiques » et se compose de deux parties :

- La norme ISO 16128-1:2016 – **Partie 1 : Définition des ingrédients** » publiée en 2016, qui définit les : (50)
 - Ingrédients naturels,
 - Ingrédients d'origine naturelle.
- La norme ISO 16128-2:2017 – **Partie 2 : Critères relatifs aux ingrédients et aux produits** », publiée en 2017, qui définit des méthodes de calcul d'indices sous forme de pourcentages relatifs à une formule cosmétique, à partir des ingrédients définis dans la première partie : (51)
 - Indice de naturalité,
 - Indice d'origine naturelle,
 - Indice biologique,
 - Indice d'origine biologique.

Les huiles essentielles sont des ingrédients naturels qui, s'ils sont issus d'une agriculture biologique, peuvent ainsi participer aux deux indices de naturalité et biologique pour la formule d'un produit cosmétique.

Le rapport technique « ISO/TR 22582:2019 – Méthodes d'évaporation des extraits et de calcul des indices biologiques – Informations complémentaires à utiliser avec l'ISO 16128-2:2017 », apporte des précisions sur les bonnes pratiques de concentration des extraits pour la détermination des indices. (52)

Cette norme internationale est née d'une forte demande visant à clarifier les revendications des produits cosmétiques « naturels et/ou bio ». En effet, plusieurs standards privés existent sur le marché et la pratique croissante du « greenwashing »^a rend le décryptage en rayon difficile pour le consommateur non averti.

De nombreux acteurs internationaux ont participé à la rédaction de cette norme :

- Des organismes de normalisation : AFNOR, l'ISO et le CEN.
- Des associations de cosmétique : Fédération des entreprises de la beauté (FEBEA)
- Des organismes privés : Ecocert, Cosmebio, Cosmos, Natrue, etc.
- Des entreprises cosmétiques : L'Oréal, Estée Lauder, Shiseido, J&J, etc. (53)

Lors de sa publication en 2017, cette norme a fait l'objet de vives critiques en France par les acteurs historiques de la cosmétique naturelle et certifiée bio, qui dénoncent : (54)

- Une définition de la naturalité décevante,
- L'absence d'exclusion de substances controversées dans la formule,
- L'absence de contrôle par un organisme tiers,
- Le manque de transparence, en raison d'un contenu à accès payant.

Ces arguments restent à relativiser pour comparer ce qui est comparable. Une norme n'a pas vocation à être aussi complète et restrictive qu'une charte, ni à réguler les allégations produit, mais à proposer une base commune permettant un consensus minimal à l'international et, en ce sens, la norme a rempli son objectif. De plus, une norme ISO ne fait, par définition, pas l'objet de contrôle car elle est appliquée sur la base du volontariat et l'ISO reste un organisme privé à but lucratif.

^a Le greenwashing est une pratique visant à faire passer un produit pour plus « naturel » et écologique qu'il ne l'est pas vraiment grâce à des allégations marketings ou éléments graphiques (photos, icônes, couleurs) évoquant la naturalité.

5.2 RÈGLEMENTATION RELATIVE AUX PRODUITS COSMÉTIQUES

Il n'existe pas à ce jour de réglementation spécifique à l'emploi des huiles essentielles dans les produits cosmétiques. Il faudra se référer aux dispositions relatives à certaines plantes et/ou à leurs extraits naturels, ainsi qu'aux dispositions plus générales impactant tout ingrédient cosmétique pour trouver des réponses. (55)

5.2.1 Le règlement n° 1223/2009 « cosmétique »

En Europe, la cosmétique est encadrée par le Règlement (CE) n°1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques. Il a remplacé la directive cosmétique 76/768/CEE autrefois en vigueur.

Après avoir rappelé la définition d'un produit cosmétique et le fonctionnement de la liste d'ingrédients, nous détaillerons les deux annexes de ce règlement :

- Annexe II : Liste des substances interdites dans les produits cosmétiques.
- Annexe III : Liste des substances que les produits cosmétiques ne peuvent contenir en dehors des restrictions prévues.

5.2.1.1 Définition d'un produit cosmétique

L'Article 2 du Règlement (CE) n° 1223/2009 définit un produit cosmétique comme « *toute substance ou tout mélange destiné à être **mis en contact avec les parties superficielles du corps humain** (épiderme, systèmes pileux et capillaire, ongles, lèvres et organes génitaux externes) ou avec les dents et les muqueuses buccales en vue, exclusivement ou principalement, de les **nettoyer**, de les **parfumer**, d'en **modifier l'aspect**, de les **protéger**, de les **maintenir en bon état** ou de **corriger les odeurs corporelles** ».*

Bien qu'il revendique une action sur la peau, les dents, la muqueuse buccale et/ou les phanères (cheveux, poils, ongles), tout produit destiné à être ingéré, inhalé, injecté ou implanté dans l'organisme n'est donc pas un produit cosmétique.

5.2.1.2 La liste des ingrédients INCI

L'article 19 du Règlement (CE) n° 1223/2009, indique que la liste des ingrédients d'un produit cosmétique est « établie dans l'ordre décroissant de leur importance pondérale au moment de leur incorporation dans le produit cosmétique. Les ingrédients dont la concentration est inférieure à 1 % peuvent être mentionnés dans le désordre après ceux dont la concentration est supérieure à 1 % ».

Par convention, les noms INCI sont écrits en majuscules et correspondent souvent aux noms anglais des molécules ou aux noms latins des plantes pour les huiles essentielles. Attention toutefois, comme les noms botaniques peuvent évoluer au fil des actualisations des classifications botaniques, il arrive que certains noms INCI fassent référence à des noms botaniques obsolètes, voire même erronés, prêtant ainsi à confusion. (56)

5.2.1.3 Les substances interdites inscrites à l'annexe II

L'annexe II du règlement (CE) n° 1223/2009, ainsi que l'arrêté du 6 février 2001, fixent la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques. (55) Parmi les 1 641 substances y figurant, toutes ne présentent pas un lien avec les huiles essentielles. Le Tableau 8 présente, triées par numéro d'ordre croissant, les 21 substances pour lesquelles on se retrouve dans l'un des cas suivants :

- Les plantes dont l'usage est interdit, quel qu'il soit, (sélectionnées pour ne citer que les plantes aromatiques qui seraient concernées)
- Les plantes et substances dont l'usage est interdit pour une fonction donnée (comme ingrédient de parfum par exemple),
- Certaines substances dont l'ajout est interdit mais qui peuvent être naturellement présentes dans les extraits et huiles essentielles, tant qu'elles ne dépassent pas une concentration donnée. (47)

Tableau 8. Substances interdites inscrites à l'annexe II qui sont des huiles essentielles ou des molécules qui les composent. (56)

Numéro d'ordre	Nom de la substance	Numéro(s) CAS
18	Allyle, isothiocyanate d'	57-06-7
35	<i>Ammi majus</i> L. et ses préparations	90320-46-0
47	Benzène	71-43-2
76	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L. (essence)	8006-99-3
294	<i>Juniperus sabina</i> L. (feuilles, huile essentielle et préparations)	90046-04-1

Numéro d'ordre	Nom de la substance	Numéro(s) CAS
357	Benzoates d'alcool 4-hydroxy-3-méthoxycinnamylique (coniféryle), sauf teneurs normales dans les essences naturelles utilisées	Non applicable
358	Furocoumarines [dont trioxysalen (DCI), méthoxy-8 psoralène, méthoxy-5 psoralène] sauf teneurs normales dans les essences naturelles utilisées. Dans les crèmes solaires et les produits bronzants, les furocoumarines doivent être en quantité inférieure à 1 mg/kg	3902-71-4 298-81-7 484-20-8
359	Huile de graines de <i>Laurus nobilis</i> L.	84603-73-6
360	Safrole sauf teneurs normales dans les huiles naturelles utilisées et à la condition que la concentration ne dépasse pas : 100 ppm dans le produit fini, 50 ppm dans les produits d'hygiène dentaire et buccale, à condition que le safrole ne soit pas présent dans les dentifrices destinés spécialement aux enfants	94-59-7
423	Racine d'aunée (<i>Inula helenium</i> L.), en cas d'utilisation comme ingrédient de parfum	97676-35-2
424	Cyanure de benzyle, en cas d'utilisation comme ingrédient de parfum	140-29-4
435	Acrylate d'éthyle, en cas d'utilisation comme ingrédient de parfum	140-88-5
437	<i>trans</i> -2-Hepténal, en cas d'utilisation comme ingrédient de parfum	18829-55-5
442	7-Méthoxycoumarine, en cas d'utilisation comme ingrédient de parfum	531-59-9
446	7-Méthylcoumarine, en cas d'utilisation comme ingrédient de parfum	2445-83-2
450	Huile de verbena (<i>Aloysia citriodora</i> Kunth.), en cas d'utilisation comme ingrédient de parfum	8024-12-2
1101	3,5,5-Triméthylcyclohex-2-énone (isophorone)	78-59-1
1133	Huile de racine de costus (<i>Saussurea lappa</i> Clarke), en cas d'utilisation comme ingrédient de parfum	8023-88-9
1136	Baume du Pérou (Nom INCI : MYROXYLON PEREIRAE), en cas d'utilisation comme ingrédient de parfum	8007-00-9
1383	Extrait de fleurs de <i>Tagetes erecta</i> Huile essentielle de <i>Tagetes erecta</i>	90131-43-4

Les noms de substance et commentaires ont été conservés tels qu'ils apparaissent dans le Règlement. À noter les mentions « essence », « huile de » et « huile essentielle » semble être employées indifféremment, ce qui peut prêter à confusion.

L'isothiocyanate d'allyle (substance n° 18) est notamment retrouvé dans l'huile essentielle de moutarde, dont *Brassica juncea* qui est sous le monopole pharmaceutique, ainsi que de nombreuses Brassicacées qui sont susceptibles d'en contenir. Concernant le Baume du Pérou, il n'est pas précisé si l'interdiction concerne uniquement le produit brut (la résine) ou également l'HE qui en découle. Nous l'avons considéré comme si l'HE était interdite également.

Nous ne considérons que le cas où sont utilisées des huiles essentielles entières dans le produit cosmétique. Ainsi le safrole, les furocoumarines et les benzoates d'alcools conidéryliques ne sont pas interdits lorsqu'ils sont présents dans les huiles essentielles, mais seulement pour un ajout comme ingrédient individuel.

Pour les substances qui sont interdites lorsqu'utilisées « comme ingrédient de parfum », elles ne sont généralement pas utilisées pour d'autres motifs en tant qu'ingrédient cosmétique. Enfin, les molécules interdites sans autre mention le sont, qu'elles soient synthétiques ou d'origine naturelle, et il conviendra de s'assurer que l'HE n'en contienne pas.

5.2.1.4 Les substances soumises à restrictions inscrites à l'annexe III

L'annexe III du règlement (CE) n° 1223/2009 fixe une liste des 312 substances à ce jour que les produits cosmétiques ne peuvent contenir en dehors des restrictions prévues. Parmi les 312 substances, 26 sont reconnues comme ayant un potentiel sensibilisant chez l'Homme et sont soumises à des règles d'étiquetage particulières. Les autres seront abordées à part, selon que ce soit des HE en tant que telles, au nombre de 24, ou des molécules que l'on peut retrouver dans des HE, au nombre de 21.

5.2.1.4.1 Cas des allergènes

Parmi les 26 allergènes, 2 sont des extraits naturels, 7 sont exclusivement d'origine fossile obtenus par synthèse, et seuls les 17 autres peuvent être d'origine naturelle et retrouvés dans les huiles essentielles. Le numéro d'ordre correspond à la ligne où il figure dans le tableau de l'annexe III. (47)

La présence de ces substances doit être obligatoirement indiquée dans la liste des ingrédients lorsque leur concentration est supérieure à :

- **0,001% dans les produits sans rinçage,**
- **0,01% dans les produits à rincer.**

Ainsi, les parfums ou arômes apparaissent sous les noms INCI « PARFUM » et « AROMA » dans la liste des ingrédients, et en fin de liste apparaissent de façon explicite les allergènes qu'ils peuvent contenir. Pour exemple, l'HE de Rose (*Rosa × damascena*) n'en contient pas moins de six : citral, citronellol, eugénol, farnésol, géraniol, linalol. À noter que le « Citral » est référencé comme une molécule unique, quel que soit l'isomère présent dans l'HE (néral ou géraniol). (37,47,55,56)

Tableau 9. Liste des 17 substances allergènes inscrites à l'annexe III que l'on peut retrouver dans les huiles essentielles, triées par nom INCI. (56)

Numéro d'ordre	Nom d'usage	Nom INCI	Numéro(s) CAS
80	Alcool anisique	ANISE ALCOHOL	105-13-5
45	Alcool benzylique	BENZYL ALCOHOL	100-51-6
85	Benzoate de benzyle	BENZYL BENZOATE	120-51-4
81	Cinnamate de benzyle	BENZYL CINNAMATE	103-41-3
75	Salicylate de benzyle	BENZYL SALICYLATE	118-58-1
76	Aldéhyde cinnamique	CINNAMAL	104-55-2
69	Alcool cinnamylique	CINNAMYL ALCOHOL	104-54-1
70	Citral	CITRAL	5392-40-5
86	Citronellol	CITRONELLOL	106-22-9 26489-01-0
77	Coumarine	COUMARIN	91-64-5
71	Eugénol	EUGENOL	97-53-0
82	Farnésol	FARNESOL	4602-84-0
78	Géraniol	GERANIOL	106-24-1
87	Aldéhyde hexylcinnamique	HEXYL CINNAMAL	101-86-0
73	Isoeugénol	ISOEUGENOL	97-54-1 5932-68-3
88	Limonène	LIMONENE	5989-27-5
84	Linalol	LINALOOL	78-70-6

Ces mesures n'ont pas pour but d'interdire ces substances ou nuire aux fabricants qui les utiliseraient, mais s'inscrit plutôt dans une démarche de prévention pour protéger le consommateur en l'informant de leur présence dans le produit, bien qu'elles soient toutefois considérées comme faiblement sensibilisantes. Cela permet à la fois de faciliter le travail des dermatologues pour le diagnostic d'une allergie de contact et au consommateur d'évincer les produits contenant les substances incriminées. (47,55,56)

En 2012, le CSSC a proposé d'ajouter 62 allergènes supplémentaires, soit pour une liste de 87 allergènes au total dans l'Annexe III du règlement cosmétique, parmi lesquels une vingtaine pourraient concerner les huiles essentielles. Les industriels ont fait part des nombreux problèmes techniques qui se posent, notamment la difficulté de mettre en page des listes d'ingrédients plus longues, si l'étiquetage physique est imposé, et le coût de remplacement des emballages. L'alternative est l'étiquetage électronique, mais l'accessibilité à internet étant inégale pour tous, cela n'en fait pas une solution idéale. Les discussions sous forme de « consultation publique » ont repris depuis 2019 mais n'ont, à ce jour, pas encore abouti. (49–51)

Pour finir, prenons du recul par rapport au sujet des allergènes. Les allergènes alimentaires sont notoires, pourtant, si vous connaissiez quelqu'un qui présente une allergie alimentaire, vous priveriez-vous de l'aliment en question ou seriez-vous en faveur de l'interdiction d'en commercialiser ? Probablement que non. Cela peut sembler évident lorsqu'il s'agit d'une allergie alimentaire, mais lorsqu'on parle des allergènes en cosmétique, beaucoup moins. Pourtant, il s'agit du même phénomène, qui dépend grandement du terrain allergique de la personne et de bien d'autres facteurs d'exposition. Le plus important est donc là encore de ne pas condamner trop rapidement les huiles essentielles pour leur teneur en allergènes, mais tout simplement d'avoir conscience que ce risque existe.

5.2.1.4.2 Huiles essentielles inscrites à l'annexe III

Dans l'annexe III, plusieurs numéros d'ordre font référence à des « Huile et extrait de *Genre espèce* » avec de nombreux noms INCI. Le Tableau 10 page 173 présente les 24 huiles essentielles classées par nom INCI.

5.2.1.4.3 Constituants d'HE inscrits à l'annexe III

Le Tableau 11 page 175 présente les 21 constituants d'HE, cette fois trié selon le nom de la substance. Notons que l'alcool benzylique est mentionné à nouveau ici pour son usage comme solvant conservateur. Là encore, la présence de certaines molécules n'est tolérée que pour des fonctions données dans le produit cosmétique (cas de l'alcool benzylique) ou tant que la molécule est naturellement présente dans l'HE et que sa concentration n'excède pas une certaine limite selon les types de produits cosmétiques (cas du méthyl eugénol). Toutefois, au vu de la proportion de méthyl eugénol dans la Rose (*Rosa × damascena*) qui est de 3%, il est fréquent, en pratique, de traiter l'HE pour en enlever le méthyl eugénol. C'est également le cas avec les huiles essentielles « sans furocoumarines » qui pourtant sont « interdites sauf teneurs normales dans les essences naturelles utilisées », donc techniquement autorisées dans le cas des huiles essentielles.

Tableau 10. Huiles essentielles soumises à restriction inscrites à l'Annexe III du règlement cosmétique. (56)

Numéro d'ordre	Nom de la substance	Noms INCI	Numéro CAS	Restrictions ou concentrations maximales dans les produits finis
103	HE de Sapin blanc (<i>Abies alba</i>)	ABIES ALBA CONE OIL ABIES ALBA LEAF OIL ABIES ALBA NEEDLE OIL	90028-76-5	Indice de peroxyde inférieur à 10 mmoles/L Cette limite s'applique à la substance et non au produit cosmétique fini.
107	HE de Sapin baumier (<i>Abies balsamea</i>)	ABIES BALSAMEA NEEDLE OIL	85085-34-3	
105	HE de Sapin pectiné (<i>Abies pectinata</i>)	ABIES PECTINATA OIL ABIES PECTINATA NEEDLE OIL	92128-34-2	
106	HE de Sapin de Sibérie (<i>Abies sibirica</i>)	ABIES SIBIRICA OIL ABIES SIBIRICA NEEDLE OIL	91697-89-1	
122	HE de Cèdre de l'atlas (<i>Cedrus atlantica</i>)	CEDRUS ATLANTICA BARK OIL CEDRUS ATLANTICA WOOD OIL	92201-55-3	
156	HE de Cumin (<i>Cuminum cyminum</i>)	CUMINUM CYMINUM FRUIT OIL CUMINUM CYMINUM SEED OIL	8014-13-9 84775-51-9	0,4 % dans les produits sans rinçage
123	HE de Cyprès commun (<i>Cupressus sempervirens</i>)	CUPRESSUS SEMPERVIRENS OIL CUPRESSUS SEMPERVIRENS LEAF OIL CUPRESSUS SEMPERVIRENS LEAF/NUT/STEM OIL	84696-07-1	Indice de peroxyde inférieur à 10 mmoles/L Cette limite s'applique à la substance et non au produit cosmétique fini.
180	HE de Copalme d'Orient (<i>Liquidambar orientalis</i>) (styrax)	LIQUIDAMBAR ORIENTALIS BALSAM OIL	94891-27-7	0,6 %
181	HE de Copalme d'Amérique (<i>Liquidambar styraciflua</i>) (styrax)	LIQUIDAMBAR STYRACIFLUA OIL LIQUIDAMBAR STYRACIFLUA BALSAM OIL	8046-19-3 94891-28-8	0,6 %
183	HE d'Opoponax (<i>Commiphora erythraea</i>)	OPOPONAX OIL	93686-00-1	0,6%
118	HE d'Épinette noire (<i>Picea mariana</i>)	PICEA MARIANA LEAF OIL	91722-19-9	Indice de peroxyde inférieur à 10 mmoles/L Cette limite s'applique à la substance et non au produit cosmétique fini.
116	HE de Pin des Alpes (<i>Pinus cembra</i>)	PINUS CEMBRA TWIG LEAF OIL	92202-04-5	

Numéro d'ordre	Nom de la substance	Noms INCI	Numéro CAS	Restrictions ou concentrations maximales dans les produits finis
109	HE de Pin de montagne (<i>Pinus mugo</i>)	PINUS MUGO LEAF OIL PINUS MUGO TWIG OIL	90082-72-7	
108	HE de Pin nain de montagne (<i>Pinus mugo</i> var. <i>pumilio</i>)	PINUS MUGO PUMILIO TWIG LEAF OIL	90082-73-8	
111	HE de Pin noir (<i>Pinus nigra</i>)	PINUS NIGRA TWIG LEAF OIL	90082-74-9	
112	HE de Pin des marais (<i>Pinus palustris</i>)	PINUS PALUSTRIS OIL PINUS PALUSTRIS TWIG LEAF OIL	97435-14-8 8002-09-3	Indice de peroxyde inférieur à 10 mmoles/L Cette limite s'applique à la substance et non au produit cosmétique fini.
113	HE de Pin maritime (<i>Pinus pinaster</i>)	PINUS PINASTER TWIG LEAF OIL	90082-75-0	
114	HE de Pin nain de Sibérie (<i>Pinus pumila</i>)	PINUS PUMILA TWIG LEAF OIL	97676-05-6	
115	HE de Pins (<i>Pinus</i> spp.)	PINUS STROBUS TWIG OIL PINUS SPECIES TWIG LEAF OIL	94266-48-5	
110	HE de Pin sylvestre (<i>Pinus sylvestris</i>)	PINUS SYLVESTRIS OIL PINUS SYLVESTRIS LEAF OIL PINUS SYLVESTRIS TWIG LEAF OIL	84012-35-1	
308	HE de Tagète des décombres (<i>Tagetes minuta</i>)	TAGETES MINUTA FLOWER OIL	91770-75-1/ 8016-84-0	
309	HE d'Œillet d'Inde (<i>Tagetes patula</i>)	TAGETES PATULA FLOWER EXTRACT	91722-29-1 8016-84-0	En cas d'utilisation combinée avec <i>Tagetes minuta</i> (entrée 308), la teneur totale combinée de Tagètes dans les préparations prêtes à l'emploi ne peut excéder les limites de concentration maximale. Teneur en alpha-terthiényl (terthiophène) dans l'huile ≤ 0,35 %.
119	HE de Thuya occidentale (<i>Thuja occidentalis</i>)	THUJA OCCIDENTALIS LEAF OIL THUJA OCCIDENTALIS STEM OIL	90131-58-1	Indice de peroxyde inférieur à 10 mmoles/L Cette limite s'applique à la substance et non au produit cosmétique fini.
124 à 126	Essence de térébenthine (<i>Pinus</i> spp.)	TURPENTINE	9005-90-7 8006-64-2	

Tableau 11. Substances pouvant être retrouvées dans les huiles essentielles, soumises à restriction inscrites à l'Annexe III du règlement cosmétique. (56)

Numéro d'ordre	Nom de la substance	Nom INCI	Numéro CAS	Restrictions ou concentrations maximales dans les produits finis
127	Acétates d'alcools terpéniques	TERPENE ALCOHOLS ACETATES	69103-01-1	Indice de peroxyde inférieur à 10 mmoles/L Cette limite s'applique à la substance et non au produit cosmétique fini.
174	Acétate de 1-octèn-3-yle	AMYLVINYL CARBINYL ACETATE	2442-10-6	0,3 % (sauf pour les produits bucco-dentaires)
45	Alcool benzylique	BENZYL ALCOHOL	100-51-6	a) Solvant : à des fins autres qu'inhiber le développement de micro-organismes dans le produit. Cette fin doit ressortir de la présentation du produit. b) Compositions parfumantes et aromatiques, leurs matières premières : voir « 5.2.1.4.1 Cas des allergènes » page 170
179	Aldéhyde p-méthylhydrocinnamique	P-METHYLHYDROCINNAMIC ALDEHYDE	5406-12-2	0,2 %
121	3-Carène	3-CARENE	13466-78-9	Indice de peroxyde inférieur à 10 mmoles/L Cette limite s'applique à la substance et non au produit cosmétique fini.
157 à 165	Cétones de Roses	ROSE KETONE	23726-94-5 43052-87-5 23726-91-2 39872-57-6 23696-85-7 57378-68-4 23726-92-3 24720-09-0 33673-71-1 71048-82-3	0,02 % (sauf pour les produits bucco-dentaires)
128	Hydrocarbures terpéniques	TERPENE HYDROCARBONS	68956-56-9	Indice de peroxyde inférieur à 10 mmoles/L Cette limite s'applique à la substance et non au produit cosmétique fini.
73	Isoeugénol	ISOEUGENOL	97-54-1 5932-68-3	0,02 % (sauf pour les produits bucco-dentaires) Voir aussi « 5.2.1.4.1 Cas des allergènes » page 170
167 168	Limonène	LIMONENE	5989-54-8 138-86-3	Indice de peroxyde inférieur à 20 mmoles/L Cette limite s'applique à la substance et non au produit cosmétique fini.

Numéro d'ordre	Nom de la substance	Nom INCI	Numéro CAS	Restrictions ou concentrations maximales dans les produits finis
102	Méthyl eugéno	METHYL EUGENOL	93-15-2	0,01 % dans les parfums fins 0,004 % dans les eaux de toilette 0,002 % dans les crèmes parfumantes 0,001 % dans les produits à rincer 0,0002 % dans les autres produits sans rinçage et produits bucco-dentaires
178	Méthyl heptadiène	METHYLHEPTADIENONE	1604-28-0	0,002 % (sauf pour les produits bucco-dentaires)
95	Méthyl éther d'hydroquinone ou Mequinol	P-HYDROXYANISOLE	150-76-5	0,02 % (après mélange pour utilisation) dans les préparations pour ongles artificiels. Usage réservé aux professionnels.
169	Péridaldéhyde	PERILLALDEHYDE	2111-75-3	0,1 % (sauf pour les produits bucco-dentaires)
175	Propylidène phthalide	PROPYLIDENE PHTHALIDE	17369-59-4	0,01 % (sauf pour les produits bucco-dentaires)
129	Terpènes and terpénoïdes, à l'exception de limonène (numéros d'ordre 88, 167, 168)	TERPENES AND TERPENOIDS	65996-98-7	
130	Terpènes et terpénoïdes	TERPÈNES ET TERPÉNOÏDES	68917-63-5	Indice de peroxyde inférieur à 10 mmoles/L
131	α-Terpinène	ALPHA-TERPINENE	99-86-5	Cette limite s'applique à la substance et non au produit cosmétique fini.
132	γ-Terpinène	GAMMA-TERPINENE	99-85-4	
133	Terpinolène	TERPINOLENE	586-62-9	
185	Toluène	TOLUENE	108-88-3	25 % dans les produits pour ongles Tenir hors de portée des enfants. À utiliser par des adultes uniquement
166	Trans-2-hexéno	TRANS-2-HEXENAL	6728-26-3	0,002 % (sauf pour les produits bucco-dentaires)

5.2.2 Les allégations d'un produit cosmétique

Comme vu précédemment, toute allégation présentant un produit cosmétique comme ayant des « propriétés curatives ou préventives à l'égard de maladies humaines » ne peut être utilisée. Il faut donc être prudent quant à ce qui est revendiqué lorsqu'un produit cosmétique contient des huiles essentielles comme ingrédients actifs.

Afin de protéger le consommateur des allégations trompeuses, la Commission européenne a établi un plan d'action et publié le règlement (UE) n° 655/2013 de la Commission du 10 juillet 2013 « établissant les critères communs auxquels les allégations relatives aux produits cosmétiques doivent répondre pour pouvoir être utilisées » ou « Règlement allégations ». Ces critères sont les suivants : (60)

- ✓ **Conformité avec la législation,**
- ✓ **Véracité,**
- ✓ **Éléments probants,**
- ✓ **Sincérité,**
- ✓ **Équité,**
- ✓ **Choix en connaissance de cause.**

Ainsi, toute allégation attribuant des propriétés au produit cosmétique doit être fondée, qu'elle se présente sous forme de texte, de dénomination produit, de marque, de tout autre mention sur l'étiquetage, que ce soit sur le produit, son emballage ou les supports publicitaires liés. Les allégations ne doivent pas non plus évoquer une action thérapeutique, comme nous le verrons dans la partie « 5.3.4 La requalification de produits cosmétiques en médicaments » page 184, ni utiliser la propriété d'un ingrédient pour sous-entendre un bénéfice produit, sans que des tests cliniques ne l'aient validé. (61)

L'**Autorité de régulation professionnelle de la publicité (ARPP)** veille à ce que cela soit respecté par les marques en France, et définit notamment des critères pour deux allégations fréquemment retrouvées dans un produit cosmétique contenant des huiles essentielles : (62)

- **Produit cosmétique naturel** : « *un produit cosmétique ne peut être qualifié dans sa globalité de « naturel » / « d'origine naturelle » que si son contenu naturel / d'origine naturelle, au sens de la norme ISO 16128 ou de tout autre référentiel au moins aussi exigeant, est supérieur ou égal à 95 %.* »

- **Produit cosmétique biologique** : « un produit cosmétique ne peut être qualifié de "biologique" que s'il remplit au moins une des conditions suivantes :
 - Il contient 100 % d'ingrédients certifiés issus de l'agriculture biologique ;
 - Il a été certifié "biologique" par un organisme certificateur ;
 - Il peut être justifié qu'il a été élaboré selon un cahier des charges publié, ayant un niveau d'exigence, en termes de composition et de teneur en ingrédients certifiés issus de l'agriculture biologique, équivalent au(x) niveau(x) d'exigence requis par les organismes certificateurs. »

La responsabilité de s'assurer de la conformité des allégations produit revient à la « **Personne responsable** », notion que nous allons détailler dans la partie qui suit.

5.2.3 La mission d'évaluation de la sécurité des substances cosmétiques

Comme nous l'avons vu dans la partie « 4.2 Évaluation de la sécurité d'un ingrédient cosmétique », toute substance entrant dans la composition d'un produit cosmétique doit démontrer son innocuité, à la concentration utilisée dans le produit. Au sein de l'Union Européenne, deux voies existent pour l'évaluation de la sécurité de substances cosmétiques, comme présenté dans la Figure 81.

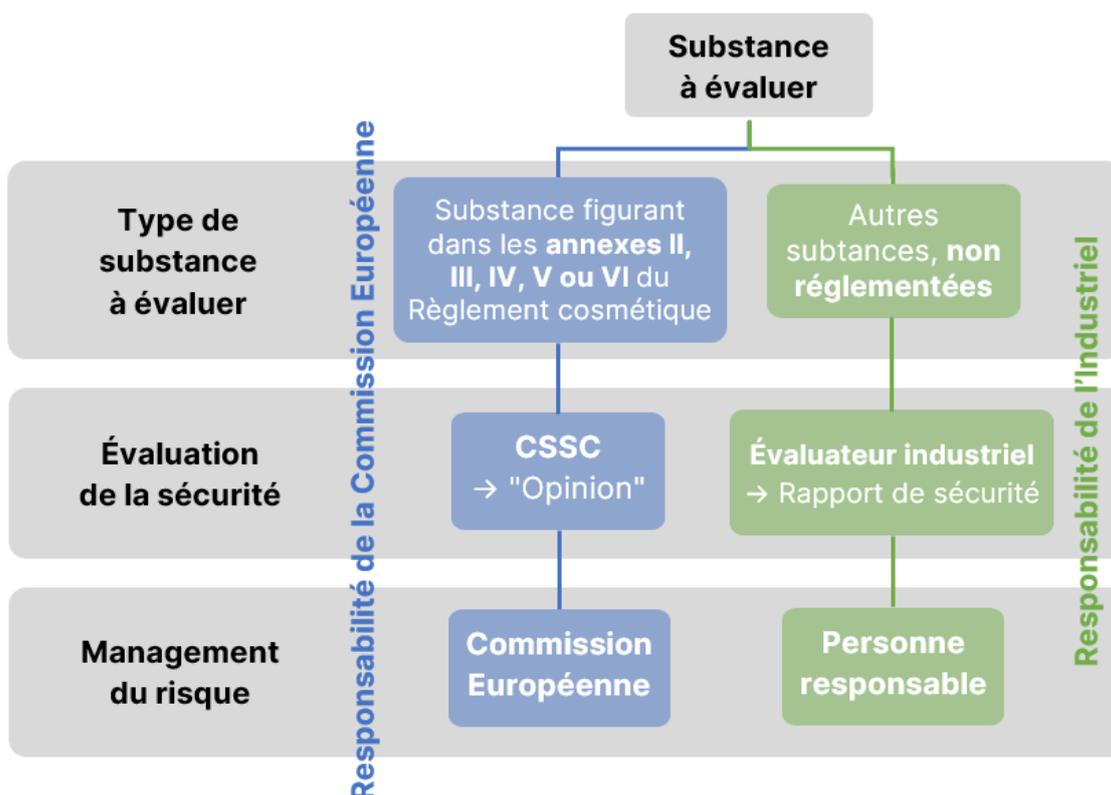


Figure 81. Deux voies pour l'évaluation de la sécurité d'un produit cosmétique dans l'UE. (37)

5.2.3.1 La personne responsable

Selon le Règlement (CE) n° 1223/2009 sur les produits cosmétiques, la « **Personne responsable** » est une personne physique ou morale, établie dans la Communauté européenne, et désignée par chaque marque pour s'assurer de la sécurité des produits mis sur le marché et leur conformité au règlement cosmétique. Il peut s'agir du fabricant, d'un importateur, d'un distributeur ou encore d'un organisme privé consultant comme Ecomundo. Généralement, il s'agit de celui qui met le produit sur le marché européen. Pour un produit étranger importé, la marque devra mandater une personne établie dans la Communauté européenne. (56)

La « personne responsable » est chargée de réaliser le Dossier d'Information Produit (DIP)^a du produit cosmétique. Pour cela elle désigne un **évaluateur de la sécurité** qui établira des rapports de sécurité, que ce soit pour le produit ou pour tout ingrédient utilisé dans les produits, qui complèteront le DIP. Ce DIP devra également comporter tous les résultats d'études et données justifiant les allégations, comme évoqué. (61)

Selon un rapport de la Direction générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des fraudes (DGCCRF), 43% des établissements contrôlés en 2019 présentaient au moins une anomalie concernant la non-conformité de l'étiquetage, un DIP absent ou incomplet, ou des allégations trompeuses ou injustifiées. Ces trois éléments sont sous la responsabilité de la personne responsable. (63)

5.2.3.2 Le comité CSSC de la Commission européenne

Le **Comité scientifique pour la sécurité du consommateur (CSSC)**, ou SCCS pour « Scientific Committee on Consumer Safety », est mandaté par la Commission Européenne (CE) pour émettre des « Opinions » concernant la santé et les risques chimiques, biologiques et physiques des produits de consommation non alimentaires, comme les cosmétiques et leurs ingrédients, mais aussi les jouets, les textiles, les vêtements, les produits d'hygiène, les produits ménagers et les services de tatouage et de bronzage artificiel. Cette structure émet des avis scientifiques consultatifs auprès de la Commission européenne mais leur sollicitation est obligatoire. Avant toute utilisation d'un nouvel ingrédient dans un produit cosmétique, il faut envoyer un dossier à la Commission Européenne qui saisit le CSSC pour son évaluation. (37)

^a Contrairement à un médicament, un produit cosmétique n'a pas besoin d'une autorisation de mise sur le marché préalable. Il faudra cependant que la Personne responsable puisse fournir, en cas de contrôle, un dossier complet appelé le Dossier d'Information Produit (DIP). Celui-ci contiendra les rapports toxicologiques pour l'huile essentielle.



Figure 82. Logo de la Commission européenne.

Une exception existe pour les substances figurant dans les Annexes II, III, IV, V et VI du règlement (CE) n° 1223/2009 dont l'évaluation de la sécurité tombe sous la responsabilité de la Commission européenne. Celle-ci va mandater le CSSC pour procéder à l'évaluation de la sécurité et émettre le résultat sous forme de « Consultation ». Cela concerne donc toutes les substances, huiles essentielles et composés d'HE, que nous avons citées dans les parties « 5.2.1.3 Les substances interdites inscrites à l'annexe II » et « 5.2.1.4 Les substances soumises à restrictions inscrites à l'annexe III » page 170. (37)

Le CSSC a également publié des recommandations relatives aux tests des ingrédients cosmétiques et l'évaluation de leur sécurité, actuellement à la 10^{ème} révision. À destination des autorités publiques et des industriels de la cosmétique, ce guide vise à harmoniser des procédures pour une meilleure application de la réglementation cosmétique européenne actuelle, permettant ainsi que l'évaluation de la sécurité soit menée de manière égale que ce soit par le CSSC ou l'Évaluateur sécurité industriel de la marque concernée. C'est sur les informations de ce document qu'est basé la partie « 4.2 Évaluation de la sécurité d'un ingrédient cosmétique ». (37)

Le but des tests de toxicité est de vérifier différents « prérequis sécurité » que l'on qualifie de « endpoint ». Ces tests sont donc menés selon un plan d'expérience. En effet, cela ne sert à rien d'évaluer la neurotoxicité d'une substance si elle est génotoxique, car la génotoxicité sera une toxicité limitante. Tous les « endpoints » d'un dossier toxicologique doivent être vérifiés, à moins qu'ils ne soient pas pertinents pour l'ingrédient concerné, mais alors une justification est nécessaire. Les prérequis sont communs au niveau international, le CSSC ne fait que les appliquer. Toutefois, le CSSC a pu mener des études complémentaires pour affiner les standards de surfaces et de poids corporels ainsi que les quantités de produits utilisées au sein de la population Européenne plus particulièrement, comme abordé dans la partie « 4.2 Évaluation de la sécurité d'un ingrédient cosmétique ».

Rappelons également que le Règlement (CE) n° 1223/2009 a régulièrement été révisé en matière d'interdiction d'expérimentation animale à des fins cosmétiques : (37)

- Depuis 2004, interdiction des tests *in vivo* de produits finis,
- Depuis 2009, interdiction des tests *in vivo* de toxicité locale,
- Depuis 2013, interdiction des tests *in vivo* de toxicité répétée et toxicocinétique.

Désormais, seules les méthodes alternatives, notamment décrites dans les recommandations du CSSC, sont approuvées dans l'Union Européenne. Toutefois, les données issues des expérimentations animales datant d'avant ces nouvelles interdictions restent utilisables pour l'évaluation d'un nouvel ingrédient ou produit cosmétique, que ces données aient été obtenues à des fins cosmétiques, médicales, alimentaires ou autres. Cela est important car, pour les huiles essentielles, les données scientifiques ne sont pas si nombreuses, et beaucoup de propriétés sont empiriques et « connues pour » mais pas encore démontrées scientifiquement. Ainsi comme nous l'avons vu, le peu de résultats sur les huiles essentielles provenant d'expérimentation animale datent pour la plupart, et peuvent donc être utilisés. (37)

Enfin, citons la base de données CosIng pour « Cosmetic Ingredients database », mis à disposition en ligne par la Commission Européenne, qui regroupe des informations sur tous les ingrédients cosmétiques enregistrés à ce jour. (64)

5.2.4 Règlementation internationale

De façon générale, il revient à la personne responsable de la mise sur le marché de s'assurer que le produit cosmétique satisfait les lois et réglementations spécifiques à chaque pays où la marque souhaite le commercialiser. Par exemple au Japon, leur réglementation cosmétique fixe des conditions d'utilisation particulières pour : (47)

- Certaines huiles essentielles : HE de Patchouli (*Pogostemon cablin*), Oranger amer (*Citrus x aurantium*), Oranger (*Citrus sinensis*), Myrrhe (*Commiphora myrrha*), etc.
- Ou certains constituants : bisabolol, camphre, menthol, salicylate de méthyle, etc.

5.3 RÈGLEMENTATION LIÉE AUX MÉDICAMENTS

À ce jour, il n'existe pas de réglementation spécifique à l'emploi des huiles essentielles dans les médicaments, il faut pour cela se référer aux dispositions relatives aux « médicaments à base de plantes ». Nous allons aborder les points qui, bien que présents dans la réglementation liée aux médicaments, auront toutefois des conséquences pour l'industrie cosmétique car ils prévalent en matière de santé.

5.3.1 Les organismes liés à l'industrie de la santé

Trois principaux organismes ont pour mission de protéger la santé humaine :

- Au niveau français, l'**Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé** (ANSM), qui a remplacé en 2012 l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (AFSSAPS), fait partie de l'institution publique.
- Au niveau européen, l'**Agence européenne des médicaments**, notée EMA pour « European Medicines Agency », a pour mission de protéger aussi la santé animale.
- Au niveau mondial, l'**Organisation mondiale de la santé** (OMS), ou WHO en anglais pour « World Health Organisation », coordonne la santé au sein de l'Organisation des nations unies (ONU).



Figure 83. Logos des organismes liés à la santé.

5.3.2 Définition d'une huile essentielle

L'ANSM définit dans la **Pharmacopée Française** une huile essentielle comme un « *produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par distillation à la vapeur d'eau, soit par un procédé mécanique sans chauffage* ».

Cette définition est plus précise au niveau des procédés dans la **Pharmacopée Européenne** puisqu'elle la définit comme un « *produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition* ».

5.3.3 Les huiles essentielles sous le monopole pharmaceutique

Le premier point est l'existence d'un **monopole pharmaceutique** concernant l'autorisation de vente pour certaines huiles essentielles très toxiques. Leur rapport bénéfique/risque est défavorable en raison d'une toxicité importante et d'une très faible marge de sécurité, appelée « index thérapeutique » dans le cadre pharmaceutique.

Ainsi, l'article L.4211-1 du Code de la Santé Publique (CSP) précise que « **sont réservées aux pharmaciens, sauf les dérogations prévues aux articles du présent code :** [...] 6° La vente au détail et **toute dispensation au public des huiles essentielles dont la liste est fixée par décret ainsi que de leurs dilutions et préparations ne constituant ni des produits cosmétiques, ni des produits à usage ménager, ni des denrées ou boissons alimentaires.** » (65)

Cette restriction de délivrance concerne donc la liste des 16 huiles essentielles fixée par le décret n° 2007-1221 du 3 août 2007 modifiant l'article D. 4211-13 du CSP, présentée dans le Tableau 12 ci-contre.

Tableau 12. Liste des 16 plantes dont l'HE est concernée par le monopole pharmaceutique. (65)

Nom commun	Nom latin
Grande absinthe	<i>Artemisia absinthium</i>
Armoise arborescente	<i>Artemisia arborescens</i>
Armoise blanche	<i>Artemisia herba alba</i>
Petite absinthe	<i>Artemisia pontica</i>
Armoise commune	<i>Artemisia vulgaris</i>
Moutarde jonciforme	<i>Brassica juncea</i>
Chénopode vermifuge	<i>Dysphania ambrosioides</i>
Hysope	<i>Hyssopus officinalis</i>
Sabine	<i>Juniperus sabina</i>
Rue	<i>Ruta graveolens</i>
Sauge officinale	<i>Salvia officinalis</i>
Sassafras	<i>Sassafras albidum</i>
Tanaisie	<i>Tanacetum vulgare</i>
Cèdre de Corée, « Cèdre feuille »	<i>Thuja koraiensis</i>
Thuja du Canada ou cèdre blanc	<i>Thuja occidentalis</i>
Thuja	<i>Thuja plicata</i>

L'ensemble de ces huiles essentielles ne sont donc pas disponibles sur le marché pour le grand public et ne peuvent être obtenues qu'auprès d'un pharmacien. Comme le stipule l'article L.4211-1 du CSP, dans les éléments signalés en gras : « *sont réservées aux pharmaciens [...] la vente au détail [...] de leurs préparations ne constituant [...] des produits cosmétiques [...]* ». Ainsi, théoriquement, des produits cosmétiques contenant ces huiles essentielles pourraient exister, mais cela reste peu probable que des industriels choisissent ces HE.

En effet, chacune de ces huiles essentielles a été désignée pour un danger qui lui est propre, avec un seuil de toxicité assez bas. Ainsi par exemple, les Absinthes, les Thuyas et la Sauge officinale donnent des huiles essentielles neurotoxiques, celles de la Sabine et la Moutarde sont dermocaustiques, celle de Rue est phototoxique et celle de Sassafras cancérigène. (3,6,7)

Enfin, dans certains pays membres de l'Union Européenne, toutes les huiles essentielles sont considérées comme relevant de l'industrie pharmaceutique.

5.3.4 La requalification de produits cosmétiques en médicaments

Le deuxième point concerne la possibilité de requalifier un produit, cosmétique ou autre, en tant que médicament. Pour cela, trois notions sont à relever dans la définition du médicament selon l'article L5111-1 du CSP : (65)

« On entend par médicament toute substance ou composition **présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives** à l'égard des **maladies humaines ou animales**, ainsi que toute substance ou composition pouvant être utilisée chez l'homme ou chez l'animal ou pouvant leur être administrée, en vue d'établir un diagnostic médical ou de **restaurer, corriger ou modifier leurs fonctions physiologiques** en exerçant une action pharmacologique, immunologique ou métabolique. »

]} Médicament par présentation

]} Médicament par fonction

*Sont notamment considérés comme des médicaments les produits diététiques qui renferment dans leur **composition** des substances chimiques ou biologiques ne constituant pas elles-mêmes des aliments, mais dont la présence confère à ces produits, soit des propriétés spéciales recherchées en thérapeutique diététique, soit des propriétés de repas d'épreuve.*

]} Médicament par composition

[...]

Lorsque, eu égard à l'ensemble de ses caractéristiques, un produit est susceptible de répondre à la fois à la définition du médicament prévue au premier alinéa et à celle d'autres catégories de produits régies par le droit communautaire ou national, il est, en cas de doute, considéré comme un médicament. »

Prévalence
du statut de
médicament

5.3.4.1 Médicament par présentation

Ainsi, toute **allégation thérapeutique** sur l'emballage du produit ou les supports de communication liés pourrait conduire à la requalification du produit cosmétique comme **médicament par présentation**. (61,66)

Cette partie de la définition protège le consommateur des allégations trompeuses. En effet, par opposition aux médicaments, un produit cosmétique ne doit avoir qu'une action superficielle, et ne doit pas se présenter comme agissant sur des mécanismes pathologiques. C'est pourquoi il est important d'être particulièrement vigilant quant aux termes employés par le marketing pour la promotion d'un produit cosmétique contenant une HE : celle-ci ne peut être présentée avec ses propriétés thérapeutiques, d'autant plus qu'aux faibles doses où elle est présente dans le produit, l'effet n'est que superficiel.

5.3.4.2 Médicament par fonction ou composition

Bien qu'une huile essentielle soit utilisée dans un produit cosmétique sans en revendiquer les propriétés pharmacologiques, il n'en est pas moins que certaines, au vu de leurs **propriétés** et de la **concentration** à laquelle elles sont présentes dans le produit cosmétique, pourront induire une requalification du produit cosmétique respectivement en tant que **médicament par fonction** ou **médicament par composition**. (61,66)

Cette partie-là de la définition du médicament permet de protéger le consommateur de tout produit qui agirait sur l'organisme, sans le stipuler, afin d'échapper à la réglementation contraignante du médicament, par rapport à celle d'un produit cosmétique ou d'un complément alimentaire. (61,66)

Ces trois notions fonctionnent de manière indépendante, il suffit qu'un produit réponde à une partie de la définition de médicament, par présentation, fonction ou composition, pour qu'il puisse être requalifié comme tel. En pratique toutefois, le tribunal cherchera un faisceau d'indices, en accordant une importance hiérarchique selon l'objectivité des preuves : celles justifiant un médicament par fonction sera prioritaire, puis par composition, et enfin par présentation. (67)

5.3.5 Les recommandations de l'ANSM

L'ANSM a publié trois documents relatifs aux huiles essentielles :

- « Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles », en 2008. (55)
- « Recommandations à l'attention des fabricants et responsables de la mise sur le marché des produits cosmétiques à base de terpénoïdes : camphre, eucalyptol, menthol », en 2008. (68)
- « Recommandations relatives à l'évaluation du risque lié à l'utilisation des huiles essentielles dans les produits cosmétiques », en 2010. (47)

Toutefois, ces recommandations n'ont pas de valeur légale opposable, comme un règlement ou une directive, et n'ont pour but que d'aider les industriels de la cosmétique sur les sujets abordés.

5.3.6 Retrait de produits cosmétiques par l'ANSM

Entre 2004 et 2008, plusieurs produits cosmétiques destinés aux nourrissons et enfants contenant trois terpénoïdes en particulier (camphre, eucalyptol et menthol) se sont vus retirés du marché par l'ANSM en raison de la survenue d'effets indésirables neurologiques graves. Un groupe de travail dédié à la détermination de concentrations seuil pour ces molécules a été créé, et il en est ressorti les teneurs limites présentées dans le Tableau 13, la somme de ces substances ne devant pas dépasser 4,5% chez l'enfant entre 3 et 6 ans. (68)

Tableau 13. Teneurs limites en camphre, eucalyptol et menthol dans les produits cosmétiques destinés aux enfants de moins de 6 ans. (68)

	Camphre	Eucalyptol	Menthol
Chez les enfants de moins de 3 ans	0,015 %	0,1 %	0,45 %
Chez les enfants de 3 à 6 ans	0,15 %	1,12 %	4,5 %

Ainsi, lorsque des produits cosmétiques censés n'engendrer aucun effet indésirable en provoquant finalement, l'ANSM est en mesure de demander leur retrait du marché et d'investiguer. Cela peut mener à des amendements de la réglementation, ou dans ce cas-ci, à la publication de recommandations comme cité dans la partie 5.3.5 précédente.

5.4 RÈGLEMENTATION LIÉE À L'ALIMENTAIRE

5.4.1 Les organismes liés à l'industrie alimentaire

Dans ce domaine, on peut distinguer quatre niveaux d'organisations :

- Au niveau français, l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (**AFSSA**)
- Au niveau européen, l'Autorité européenne de sécurité des aliments, notée **EFSA** pour « European Food Safety Authority », fournit de précieuses données de sécurité sur des ingrédients qui sont utilisés autant en alimentaire qu'en cosmétique.
- Au niveau américain, la **FDA** pour « Food & Drug Administration » est une administration concernant à la fois les denrées alimentaires et les médicaments. Citons aussi l'Association américaine des fabricants d'arômes et d'extraits, notée **FEMA** pour « Flavor and Extract Manufacturers Association of the United States ».
- Au niveau mondial, l'Organisation internationale de l'industrie aromatique, notée **IOFI** pour « International Organization of the Flavor Industry » mais également l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, notée **FAO** pour « Food and Agriculture Organization of the United Nations », qui codirige avec l'OMS le Comité mixte FAO-OMS d'experts des additifs alimentaires, noté **JECFA** pour « Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives ».

Par rapport à un usage cosmétique, ces organismes vont surtout contribuer en produisant des données toxicologiques issues de l'évaluation de la sécurité de ces ingrédients par voie orale.



Figure 84. Logos des organismes liés à l'industrie alimentaire.

5.4.2 Le cas des cosmétiques à risque d'ingestion

Dans le cas des produits cosmétiques destinés à être appliqués sur les lèvres ou dans la bouche, comme un dentifrice et un bain de bouche, l'évaluation de la sécurité prend en compte l'exposition par ingestion probable à une infime fraction du produit. C'est pourquoi généralement, le choix des ingrédients cosmétiques pour ce type de produit se fera parmi les ingrédients comestibles.

En pratique, la plupart des industriels sélectionne les matières premières qui se sont vu attribué un numéro FEMA, et plus particulièrement ceux avec la mention GRAS pour « Generally Recognized As Safe ». Celle-ci indique ceux qui sont réputés sûrs suite à l'évaluation par un programme spécifique mené par la FEMA qui se poursuit encore à ce jour. En effet, la FEMA publie régulièrement des publications (environ tous les deux ans) pour ajouter de nouvelles substances à la liste FEMA GRAS.

L'IOFI met à disposition sur leur site internet un document qui reprend l'ensemble des substances naturelles complexes pouvant être utilisées comme arôme en alimentaire, qui se sont vu attribué un numéro FEMA, FDA, ou CoE (attribué par le Conseil de l'Europe), parmi elles de nombreuses huiles essentielles. (69)

5.5 RÈGLEMENTATION RELATIVE AUX SUBSTANCES CHIMIQUES

Comme les ingrédients cosmétiques sont avant tout des substances chimiques, ils tombent également sous la réglementation correspondante. Cela aura un impact principalement en amont du processus produit, entre la production de la matière première par les producteurs d'huiles essentielles et la gestion des risques liées à leur utilisation en laboratoire de formulation.

5.5.1 Les organismes liés à l'industrie de la chimie

L'**Agence européenne des produits chimiques**, notée **ECHA** pour « European Chemicals Agency », est une agence communautaire qui a été créée en 2006 à l'adoption du Règlement européen en matière d'enregistrement, évaluation et autorisation des produits chimiques, noté **REACH** pour « Registration, Evaluation, Authorization and restriction of Chemicals » qui a pour but de mieux protéger la santé humaine et l'environnement contre les risques liés aux substances chimiques.

5.5.2 Le règlement n° 1907/2006 « REACH »

Le règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 est désigné par l'acronyme REACH pour « Registration, evaluation, authorisation and restriction of chemicals » qui signifie « Enregistrement, évaluation, autorisation et restriction des substances chimiques ». Ce texte a permis d'harmoniser au niveau européen tout ce qui a trait aux substances chimiques, quel que soit leur usage.

Dans ce texte, les huiles essentielles sont évoquées sous le terme de **Substances naturelles complexes** (SNC) ou NCS pour « Natural Complex Substances », qui regroupe l'ensemble des extraits végétaux comme présenté dans la Figure 86.

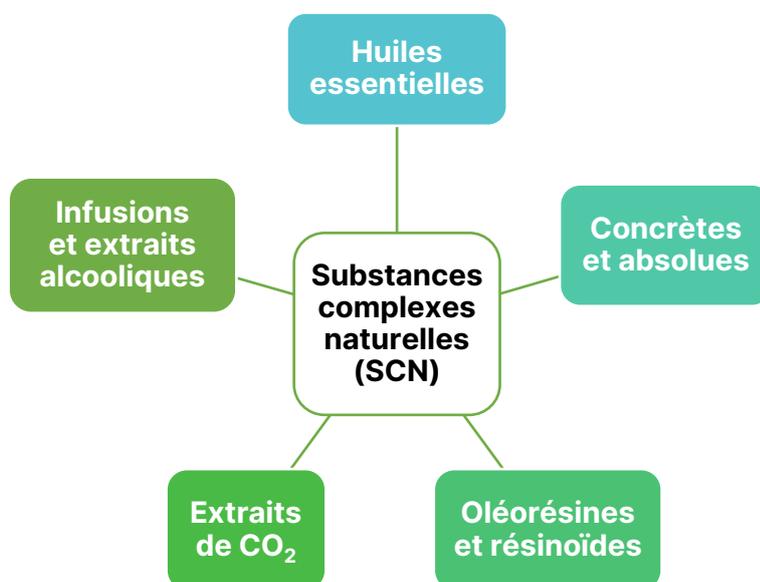


Figure 86. Substances naturelles complexes (SNC) selon REACH. (70)

Avant de pouvoir enregistrer une substance, il est nécessaire de pouvoir l'identifier. Nous allons donc d'abord aborder l'identification de substances selon le règlement REACH, puis les conditions de leur enregistrement.

5.5.2.1 Identification de substances

5.5.2.1.1 Numéros d'identification de substances

Les principaux numéros permettant d'identifier les substances chimiques sont :

- Le **numéro CAS** pour « Chemical Abstracts Service » est un identifiant unique attribué par la Société américaine de chimie, notée ACS pour « American Chemical Society » à toute substance décrite dans la littérature scientifique. Leur base de données « CAS Registry » est à accès payant, mais ce numéro est très utilisé au niveau international dans toutes les industries. Il est possible de rechercher par numéro CAS ou, inversement, de le retrouver dans de nombreuses bases de données gratuites comme ChemSpider ou PubChem.
- Le **numéro CE** est un identifiant unique à 7 chiffres attribué à une substance chimique par la Communauté Européenne. Il existe trois inventaires de numéros CE, et celui concerné par le règlement REACH est l'Inventaire européen des substances chimiques commerciales existantes, donnant le **numéro EINECS** pour « European INventory of Existing Commercial chemical Substances ». (70)

5.5.2.1.2 Désignation des substances

Selon le règlement REACH, il existe deux types de substances, et les désignations correspondantes varient selon les cas : (71)

➤ **LES « SUBSTANCES BIEN DÉFINIES »**

Ce sont les substances dont la composition qualitative et quantitative est connue. Il existe deux cas de figure : (70)

- Une substance est dite **mono-constituant** lorsqu'un des constituant est présent à plus de 80 %. Elle ne fera pas l'objet d'un enregistrement indépendant mais sera rattachée à l'enregistrement de la substance qui la compose majoritairement. Sa désignation ne se base donc que sur le nom UICPA^a du constituant majoritaire, suivi du numéro CE. C'est le cas par exemple de l'HE de Palmarosa (*Cymbopogon martini*) qui est enregistrée sous le dossier du Géraniol (CAS 106-24-1, EINECS 203-377-1)

^a L'Union internationale de chimie pure et appliquée (UICPA) est une ONG qui a pour mission l'harmonisation de la nomenclature des molécules chimiques à l'international.

- Une substance est dite **multi-constituant** lorsque plusieurs constituants sont présents entre 10 et 80 %, sans qu'aucun ne dépasse 80 %. Sa désignation est composée du préfixe « Complex substance of » suivi des noms de constituants par ordre décroissant de concentration. C'est par exemple le cas de l'HE de Patchouli (*Pogostemon cablin*), enregistrée sous le n° CE 939-227-3 selon la nomenclature UICPA de ses trois principaux constituants (β -gaiène, patchoulol et δ -gaiène), de même que l'HE de clou de Girofle (*Syzygium aromaticum*) sous le n° CE 904-912-8, constituée principalement d'eugénol, caryophyllène et acétate d'eugényle ;

➤ **LES SUBSTANCES UVCB**

Les « substances de composition variable ou inconnue, issues de procédés complexes ou de matériels biologiques » sont notées **UVCB** pour « substances of Unknown or Variable composition, Complex reaction products and Biological materials ».

L'identification de ces substances ne peut donc se limiter à la composition chimique, et doit être complétée par :

- La **source botanique** : le nom latin « *Genre espèce* », la famille de la plante, et si nécessaire la partie de la plante.
- Le **processus de fabrication**, incluant les processus d'extraction, fractionnement, purification, concentration ou tout autre processus influant la composition du produit.

Cela concerne la grande majorité des HE, qui se retrouve dans ces trois cas : (47)

- La composition est inconnue ou partiellement connue,
- La composition est variable ou difficilement prévisible,
- Le nombre de constituants est très important.

La désignation d'une substance UVCB lors de son enregistrement est le nom EINECS, un intitulé générique couvrant tous les extraits d'une même plante, quels que soient la partie de la plante ou le processus utilisés. Pour certaines il est parfois plus précis et concerne l'HE seulement. Or, nous savons qu'une même plante peut donner deux huiles essentielles bien différentes selon la partie distillée, ou même complètement un autre produit si la matière subit un processus d'extraction par un solvant par exemple. Toutefois, la désignation EINECS est celle utilisée sur l'étiquetage des produits et les fiches de sécurité depuis plus de 30 ans et reste encore la référence utilisée à ce jour.

Pour exemple, la Figure 87 ci-dessous compare les désignations UICPA et EINECS de l'HE de Lavande (*Lavandula angustifolia*). L'Annexe I page 247 présente toutes les substances enregistrées selon leur désignation EINECS qui sont liées aux huiles essentielles. (70)

<u>Nom UICPA</u>	<u>Nom EINECS</u>
Essential oil of <i>Lavandula angustifolia</i> Mill. (Lamiaceae) obtained from flowering tops by steam distillation	« Lavender, <i>Lavandula angustifolia</i> , ext. Extractives and their physically modified derivatives such as tinctures, concretes, absolutes, essential oils, oleoresins, terpenes, terpene-free fractions, distillates, residues, etc., obtained from <i>Lavandula angustifolia</i> , Labiatae.

Figure 87. Comparaison des désignations UICPA et EINECS en anglais d'une substance naturelle complexe.

5.5.2.2 Enregistrement d'une substance

5.5.2.2.1 Principe général

Un dossier d'enregistrement REACH doit être déposé par tout fabricant ou importateur de substances chimiques sur le sol européen et dont la quantité fabriquée ou importée atteint **au minimum 1 tonne par an**. Ce dossier regroupe des informations sur les propriétés physico-chimiques, toxicologiques et éco-toxicologiques ainsi que les utilisations prévues de cette substance afin de caractériser les dangers pour la santé humaine et pour l'environnement. La quantité d'informations demandées et de tests à réaliser dépend des quantités produites ou importées, que l'on appelle le tonnage, des dangers intrinsèques de la substance, ainsi que du niveau d'exposition estimé dans l'évaluation du risque. L'Annexe I page 247 présente les huiles essentielles ayant fait l'objet d'un enregistrement REACH regroupées par tranche de tonnage. (72)

L'annexe XIV du règlement REACH liste les substances considérées très dangereuses, c'est-à-dire celles qui sont CMR, persistantes ou bioaccumulables, qui doivent faire l'objet d'un enregistrement, sans exemption possible. Il n'y figure à ce jour aucune huile essentielle ou molécule pouvant y être retrouvée. (47)

5.5.2.2.2 Exemptions à l'obligation d'enregistrement

La première condition d'exemption est le tonnage de fabrication ou d'import de l'huile essentielle. En effet, l'enregistrement n'est pas obligatoire pour toute substance fabriquée ou importée **en deçà d'une tonne par an**.

L'annexe V du règlement REACH décrit d'autres conditions d'exemption à l'obligation d'enregistrement. Le paragraphe 8 peut concerner les huiles essentielles : « *Substances présentes dans la nature, si elles ne sont pas chimiquement modifiées, sauf si elles répondent aux critères de classification comme substances dangereuses conformément à la directive 67/548/CEE.* » (71)

Ainsi, tant qu'elle n'est pas classée comme substance dangereuse, et qu'elle représente un tonnage inférieur à 1 tonne par an, une huile essentielle n'a pas l'obligation d'être enregistrée sous REACH. Toutefois, le tonnage d'une tonne est en réalité assez rapidement atteint, et ce règlement REACH a bousculé et inquiété la filière des huiles essentielles lors de sa mise en place.

5.5.2.2.3 Le cas des huiles essentielles

Des tables rondes spécifiques aux huiles essentielles dans le cadre de REACH ont eu lieu entre 2014 et 2016 entre les différents acteurs : professionnels de la filière, ECHA, Commission Européenne et Ministères concernées (Agriculture, Environnement, Industrie). Celles-ci ont permis de mettre en place les choses de façon progressive et adaptée à la filière, avec la mise en place d'aides à destination des très petites entreprises productrices (distillateurs) pour qui le coût des dossiers était trop élevé. (72)

Un dossier d'enregistrement peut être construit individuellement (mais cela est plus rare) ou conjointement au sein d'un consortium regroupant l'ensemble des entreprises de production ou d'import d'une substance donnée. Dans ce dossier figure alors une partie individuelle propre à chaque établissement, puis une partie commune élaborée conjointement par le consortium.

Entré en vigueur en 2007, le règlement REACH a laissé jusqu'à fin mai 2018 pour que les dossiers soient élaborés et déposés, et que toutes les entreprises concernées puissent être en conformité. Comme plus de la moitié des distilleries en France ont été concernées par l'enregistrement d'au moins une HE, la filière des huiles essentielles s'est organisée grâce au **Comité interprofessionnel des huiles essentielles françaises (CIHEF)**. Cette interprofession existant depuis 1997 est reconnue par les pouvoirs publics et administrée de façon paritaire entre les producteurs et les acheteurs d'huiles essentielles. Elle perçoit de la part de ses membres une « contribution volontaire » obligatoire. (72)



Figure 88.
Logo de la CIHEF.

À ce jour, il existe donc deux consortia majeurs : (72)

- Le **consortium « Linalol »** qui a élaboré les dossiers des HE de Lavande (*Lavandula angustifolia*), Lavandin (*Lavandula xintermedia*), Sauge sclarée (*Salvia sclarea*), Basilic (*Ocimum* spp.), Bois de Shiu (*Cinnamomum camphora*), Coriandre (*Coriandrum sativum*) ainsi que des concrètes de Lavandin et de Sauge sclarée.
- Le **consortium « Pin »** qui a élaboré les dossiers des HE de Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) et de Cyprés (*Cupressus sempervirens*) et de Cade^a (*Juniperus oxycedrus*).

^a Cette HE est aussi appelée « huile de cade » car elle est obtenue par distillation sèche, c'est-à-dire sans apport d'eau. Mais selon la norme ISO 9235:2013, il s'agit bien d'une huile essentielle.

Depuis, pour toute nouvelle entreprise qui viendrait à fabriquer ou importer une huile essentielle ayant déjà fait l'objet d'un enregistrement, il n'est bien sûr pas nécessaire de monter à nouveau un dossier mais simplement de payer des droits en achetant une « lettre d'accès » au dossier déjà soumis. (72)

5.5.3 Le règlement n° 440/2008 « méthodes d'essai »

Le Règlement (CE) n° 440/2008 de la Commission du 30 mai 2008 établit, conformément au règlement REACH, des méthodes d'essai pour évaluer la toxicité humaine de toute substance à travers des « endpoints » communément validés par la communauté scientifique internationale. Certains endpoints comme la génotoxicité sont prioritaires. Ce document décrit également les méthodes alternatives non animales. (37)

5.5.4 Le règlement n° 1272/2008 « CLP »

Le Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la **classification, à l'étiquetage et à l'emballage** des substances et des mélanges, est aussi appelé **Règlement CLP** pour « Classification, Labelling, Packaging ». Celui-ci concerne tout produit chimique destiné aux secteurs de la consommation ou du travail, mais ne s'applique pas au secteur du transport des produits chimiques, sous une autre réglementation internationale liée aux transports.

5.5.4.1 Le système général harmonisé (SGH)

Un nouveau système a été élaboré au niveau international pour la classification et l'étiquetage des produits chimiques, le **Système Général Harmonisé (SGH)**. Celui-ci définit une nomenclature associée à des numéros, des pictogrammes et des mentions de danger. Le Règlement CLP a permis sa mise en application au sein de l'Union Européenne dès 2009. (73)

Toutefois, une période de transition et des dérogations particulières a eu lieu, notamment pour les « mélanges » dont font partie les huiles essentielles : le nouveau système n'est obligatoire que depuis 2015. Depuis 2017, le règlement CLP fini par abroger complètement l'ancienne réglementation. (73)

5.5.4.1.1 Nature, classe, catégorie de danger et pictogrammes

Le Règlement CLP définit **28 classes de danger** dont la nature peut être un danger physique, un danger pour la santé ou un danger pour l'environnement. Le détail des classes de danger est présenté en Annexe H page 246. Chaque classe peut être divisée en **catégories de danger** de gravité graduelle. Chaque classe de danger est généralement associée à un des 9 pictogrammes présentés dans la Figure 89 ci-après, mais certaines ne sont associées à aucun pictogramme. (73,74)

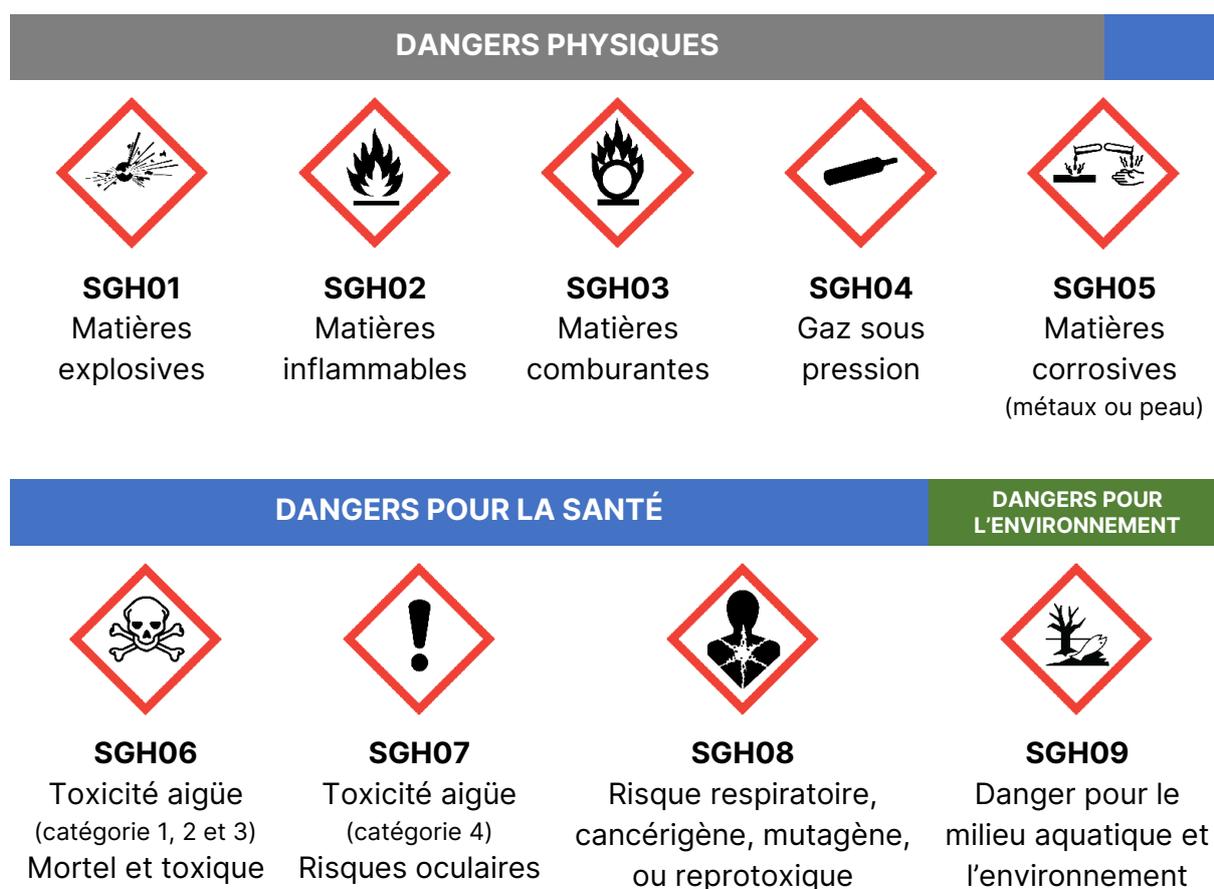


Figure 89. Pictogrammes du SGH et classes de dangers associés, regroupés par nature de danger (physique, santé, environnement). (74)

5.5.4.1.2 Classification des substances

La classification des substances se base sur les résultats d'essais physico-chimiques, toxicologiques et éco-toxicologiques. Le fournisseur peut établir lui-même cette classification, mais généralement les informations sont issues de la littérature scientifique qui fait référence aux composés majoritaires, comme nous le verrons dans la partie « 5.7.3 Les recommandations selon l'IFRA » page 201.

Pour les mélanges, la classification se fait en 3 étapes, selon la disponibilité des données et les possibilités d'extrapolation :

- 1) Selon les données disponibles sur le **mélange**, puis si indisponibles,
- 2) Selon les données disponibles sur des **mélanges similaires** testés, et enfin sinon,
- 3) Selon les données disponibles sur les **composants du mélange**.

5.5.4.1.3 L'étiquette sur le produit matière première

Afin d'être conforme au règlement CLP, une étiquette doit comporter les éléments suivants, présentés dans la Figure 90 :

- **Coordonnées fournisseurs**
- **Identificateurs produits** : nom attribué lors de l'enregistrement et numéros (CE, CAS).
- **Pictogramme(s) et mention d'avertissement** (soit « ATTENTION », soit « DANGER » pour les catégories de dangers plus sévères).
- **Mentions de danger** : les phrases sont précédées d'un code en « Hxxx »
- **Conseils de prudence** : les phrases sont précédées d'un code en « Pxxx »
- Des mentions supplémentaires, si pertinentes, peuvent figurer à la suite.



Figure 90. Exemple d'une étiquette d'huile essentielle de Lavande conforme au règlement CLP.

L'avertissement de « DANGER » concerne ici la substance pure. Cela illustre bien que les risques encourus dépendent, certes, de la toxicité d'une substance, surtout l'exposition à la dose. Cela soulève la question de l'absence de ces pictogrammes sur les HE vendues pures dans le commerce, dont la raison est expliquée en suivant.

5.5.4.2 Dérogations au règlement CLP pour les produits cosmétiques

Ainsi, lorsqu'une marque de l'industrie cosmétique se fournit en huiles essentielles en tant que matières premières, celles-ci sont bien soumises au règlement CLP. Toute marque cosmétique doit donc s'assurer que son fournisseur d'huile essentielle satisfait aux règles d'étiquetage et que sa matière première a bien fait l'objet d'un enregistrement REACH, si nécessaire.

Par contre, une fois l'huile essentielle formulée dans un produit cosmétique, l'étiquetage du produit cosmétique ne sera plus soumis au Règlement CLP mais au Règlement cosmétique. En effet, dans l'article 1 paragraphe 5. c) du Règlement CLP il est mentionné « *Le présent règlement n'est pas applicable aux substances et aux mélanges sous les formes suivantes, à l'état fini, destinés à l'utilisateur final : [...] c) les produits cosmétiques, tels que définis dans la directive 76/768/CEE;* »

C'est pourquoi l'on ne voit pas de pictogrammes de danger sur les emballages des produits cosmétiques, même lorsqu'ils renferment une concentration importante d'HE qui, théoriquement, justifierait la classification du produit comme devant porter un pictogramme.

5.5.4.3 La fiche de sécurité

Selon les recommandations de l'ECHA, la trame d'une FDS s'organise en 16 parties, comme présenté dans la Figure 91 : (75)

1) Identification de la substance et de la société	9) Propriétés physiques et chimiques
2) Identification des dangers	10) Stabilité et réactivité
3) Composition / information sur les composants	11) Informations toxicologiques
4) Premiers secours	12) Informations écologiques
5) Mesures de lutte contre l'incendie	13) Considérations relatives à l'élimination
6) Mesures à prendre en cas de dispersion accidentelle	14) Informations relatives au transport
7) Manipulation et stockage	15) Informations réglementaires
8) Contrôles de l'exposition / protection individuelle	16) Autres informations

Figure 91. Trame d'une fiche de sécurité selon les recommandations de l'ECHA. (75)

Tout fournisseur est tenu de mettre à disposition pour sa matière première une **fiche de données de sécurité (FDS)**, ou Material Safety Data Sheet (MSDS) en anglais, qui regroupe toutes les informations relatives à l'utilisation de celle-ci.

Les mentions de danger sur l'étiquette ou dans la FDS sont utiles pour les travailleurs qui sont exposés au risque chimique, c'est-à-dire principalement les formulateurs et opérateurs de production des marques cosmétiques qui sont en contact avec la matière première. Ces derniers devront tout particulièrement connaître, pour chaque HE, comme pour toute autre matière première, les consignes de manipulation et de stockage, mais aussi utiliser des équipements de protection individuelle (EPI) adaptés, figurant respectivement dans les Parties 7 et 8 de la FDS correspondante.

5.5.5 Le dispositif CoRAP

Enfin, l'ECHA a mis en place un plan d'action continu communautaire, noté CoRAP pour « Community Rolling Action Plan », qui se charge de réévaluer des substances sur une période de trois ans pour lesquelles sont suspectés des dangers tels qu'une bioaccumulation, une perturbation endocrinienne ou un danger CMR. Par exemple, le salicylate de benzyle (nom INCI : BENZYL SALICYLATE, n° CAS 118-58-1), figurant déjà dans la liste des allergènes du Règlement cosmétique (Annexe III), est suspecté d'être perturbateur endocrinien et fera l'objet d'une réévaluation par ce dispositif en 2022. (76)

5.6 RECOMMANDATIONS DU CONSEIL DE L'EUROPE

Le Conseil de l'Europe a publié dans sa librairie en ligne des documents payants relatifs à l'usage cosmétique des huiles essentielles. Il s'agit d'un guide sous forme de fiches, en trois volumes, rédigé par le comité d'experts du Conseil de l'Europe. (47,55)

- Les deux premiers volumes publiés en 2001 et 2002 s'intitulent « Les plantes dans les cosmétiques : plantes et préparations à base de plantes utilisées en tant qu'ingrédients dans les produits cosmétiques ». (77,78)
- Le troisième volume publié en 2006, uniquement disponible en anglais, s'intitule « Plants used in cosmetics - Volume III: Potentially harmful components ». (79)

5.7 RECOMMANDATIONS PRIVÉES

ISSUES DE L'INDUSTRIE DU PARFUM

Les recommandations se basent sur l'ensemble des données de sécurité disponibles au niveau international. Lorsqu'il s'agit d'un allergène, l'IFRA se base la plupart du temps sur la NESIL (No Expected Sensitization Induction Level) car la sensibilisation cutanée est souvent plus limitante que la toxicité aiguë. Ils publient également un code de bon usage que les adhérents de l'IFRA s'engagent à respecter. (47,55)

5.7.1 Les organismes liés à l'industrie du parfum

L'**Institut de recherche des matières parfumantes**, noté **RIFM** pour « Research Institute for Fragrance Materials », est mandaté par l'**Association internationale du parfum**, notée **IFRA** pour « International Fragrance Association », pour évaluer les matières premières parfumantes et établir des standards. Ce sont des organismes privés américains.

L'association internationale du parfum (IFRA) est aussi très active en matière de recommandations et les met à jour régulièrement. Ces recommandations professionnelles concernent les substances utilisées dans les compositions parfumantes qui sont retrouvées dans les produits cosmétiques. L'IFRA publie des restrictions à la fois qualitatives et quantitatives (en %) pour l'utilisation de certaines huiles essentielles ou leurs constituants dans les produits cosmétiques, entre autres. Parfois, la restriction va jusqu'à l'interdiction de la substance, et d'autres fois il ne s'agit que d'une « spécification », c'est-à-dire que la substance n'est pas limitée mais que des valeurs de paramètres physico-chimiques sont données.

Le RIFM a grandement contribué à l'évaluation de nombreuses molécules constitutives des huiles essentielles. Toutefois, ils ont déclaré n'avoir testé que les 1500 ingrédients les plus communs parmi les 5000 utilisés dans les parfums. Selon eux, il incombe à chaque marque de tester et évaluer correctement les ingrédients qu'elle est seule à employer dans ses produits. Leurs tests se limitent généralement à des toxicités aiguës par voie orale et cutanée, des tests d'irritation, de sensibilisation, et de phototoxicité. (9)

La **Fédération européenne des huiles essentielles**, notée **EFEO** pour « European Federation of Essential Oils » a notamment collaboré avec l'IFRA à l'occasion des tables rondes « Huiles essentielles & REACH » pour la co-rédaction de deux guides permettant une harmonisation, principalement au niveau du secteur de la parfumerie : (72)

- « Directives relatives à l'identification de substances et à la similitude des substances naturelles complexes (SNC) en vertu des règlements REACH et CLP », en 2015. (70)
- « Directives relatives à l'évaluation environnementale des substances naturelles complexes (SNC) », en 2016. (80)



Figure 92. Logos des organismes liés à l'industrie du parfum.

5.7.2 Les catégories de produit

Pour évaluer l'exposition, l'IFRA définit 12 catégories de produits comme présenté dans le Tableau 14. À chaque catégorie est attribué un produit type qui représentera la surface d'exposition type pour la catégorie. (81)

Tableau 14. Liste des catégories de produits selon l'IFRA et exemples de produits associés. (81)

N°	Catégorie de produit	Exemples de produits
 1	Produits appliqués sur les lèvres	Produits lèvres, jouets pour enfants
 2	Produits appliqués sur les aisselles	Déodorants, sprays corps
 3	Produits appliqués sur le visage à l'aide des doigts	Produits yeux, maquillage visage et fonds de teint, masques visage, démaquillants, lingettes rafraîchissantes
 4	Produits de parfumerie	Parfums
 5	Produits sans rinçage appliqués sur le visage ou le corps à l'aide des mains	5A : Produits corps (crèmes, lotions, huiles, etc.) 5B : Produits visage (hydratants, toniques, etc.) 5C : Produits mains (crème, produits manicure) 5D : Produits bébé (crèmes, huiles, talc, etc.)

N°	Catégorie de produit	Exemples de produits
 6	Produits avec une exposition orale et des lèvres	Dentifrice, bain de bouche
 7	Produits appliqués sur les cheveux au contact des mains	7A : Produits capillaires à rincer (colorations) 7B : Produits capillaires sans rinçage (shampooing sec, produits coiffants, etc.)
 8	Produits avec une exposition des parties génitales	Lingettes bébé, lingettes intimes, tampons, lingettes WC humides
 9	Produits à rincer appliqués sur le visage ou le corps	Gels douche, shampooings, après-shampooings, savons mains, démaquillant, crème à raser, produits d'épilation, etc.
 10	Produits d'entretien avec un contact des mains	Liquide vaisselle, produits ménagers nettoyants, produits pour diffuseurs, lessive à la main, etc.
 11	Produits avec un contact cutané prévu mais un transfert minime du parfum du produit à la peau.	Protection féminines, antifuite urinaires, couches, papier toilette (sec), etc.
 12	Produits avec un contact cutané non prévu , et un transfert négligeable du parfum du produit à la peau	Bougies, désodorisant tissus, litière pour chat, bâtonnets d'encens, lessive, produits pour lave-vaisselle, etc.

Les catégories 10, 11 et 12 ne concernant pas les produits cosmétiques, nous n'en parlerons donc pas davantage.

5.7.3 Les recommandations selon l'IFRA

Actuellement au 49^e amendement datant de Janvier 2020, l'IFRA met régulièrement à jour ses standards. Dans ce dernier, l'IFRA inclut désormais la toxicité systémique et tient compte de l'exposition agrégée, c'est-à-dire la probabilité que le consommateur ait été en contact avec la substance par d'autres produits cosmétiques, et non seulement pour celui pour lequel la substance est limitée.

Le document « Standard overview » mis à disposition en ligne permet d'avoir une vue d'ensemble de données et recommandations pour les 214 matières parfumantes considérées à ce jour. Parmi celles-ci, seulement 95 concernent, directement ou indirectement, les huiles essentielles. (82)

En effet, l'IFRA propose des recommandations pour de nombreuses substances, tantôt des huiles essentielles tantôt des molécules définies. Lorsque les recommandations concernent une molécule donnée, cela s'applique donc pour son éventuel ajout seul en tant qu'ingrédient synthétique ou isolat naturel, mais également pour son éventuelle occurrence naturelle dans une huile essentielle, ce qui est plutôt le cas de figure qui nous intéresse. Cela signifie que le choix d'une huile essentielle pour un produit cosmétique devra s'accompagner d'une vérification des recommandations concernant l'huile essentielle en tant que telle mais également concernant l'ensemble de ses constituants.

L'Annexe I du 49^e amendement de l'IFRA fait correspondre les molécules naturelles qui font l'objet de recommandations aux principales plantes qui en sont la source. La partie « 2.1.3 Les principales familles biochimiques » débutant page 59 permet également de retrouver certaines correspondances.

Il existe donc trois types de recommandations qui sont appelés « standards » :

- **Interdiction** d'utiliser certaines substances comme matières parfumantes.
- **Restriction** en pourcentage dans le produit fini, selon les catégories de produits.
- **Spécification** de paramètres physico-chimiques à respecter pour la substance.

Rappelons qu'il s'agit de recommandations d'un organisme privé qui ne sont pas obligatoires légalement, les industriels sont donc en théorie libres de les suivre ou non. Toutefois en réalité, l'IFRA correspond à une auto-régulation de la profession de parfumeurs et en pratique les industriels s'engagent à respecter ces recommandations.

L'IFRA a produit beaucoup de données toxicologiques relatives aux huiles essentielles et leurs constituants, car ce sont des matières parfumantes par excellence. Lorsque l'IFRA publie un nouveau standard, il arrive qu'à la lumière de ces nouvelles données, la Commission Européenne finisse également par les faire figurer dans la réglementation européenne. Beaucoup d'industriels restent donc à l'affût des recommandations de l'IFRA car il n'est pas exclu qu'à moyen terme, elles finissent par devenir obligatoires.

Enfin, à noter que les numéros d'identification qui seront mentionnés tout au long des prochains tableaux seront les numéros CAS car l'IFRA est une organisation américaine. Même en Europe, le n° CAS est également beaucoup utilisé.

5.7.3.1 Les substances interdites selon l'IFRA

Parmi les substances que l'IFRA recommande de ne pas utiliser, 23 nous intéressent : 13 huiles essentielles présentées Tableau 15, ainsi que 10 molécules présentées Tableau 16 qui peuvent se retrouver dans des huiles essentielles. À chaque fois, les toxicités limitantes sont mentionnées, c'est-à-dire celles qui surviennent les premières et qui ont conduit à leur recommandation d'interdiction.

Tableau 15. Les huiles essentielles figurant dans les substances interdites selon l'IFRA. (81)

Numéro(s) CAS	Nom de la substance	Toxicité limitante
85085-26-3	HE d'écorce de Massoïa (<i>Cryptocarya massoy</i>)	Sensibilisation cutanée
8022-81-9 84649-96-7	HE de Boldo (<i>Peumus boldus</i>)	Données insuffisantes
8006-99-3 8024-11-1 89997-47-7	HE de Chénopode vermifuge (<i>Dysphania ambrosioides</i>)	Données insuffisantes
8024-00-8 90046-04-1	HE de Genévrier sabine (<i>Juniperus sabina</i>)	Toxicité aiguë
84012-20-4 97676-35-2	HE de Grande Aunée (<i>Inula helenium</i>)	Sensibilisation cutanée
8023-88-9 90106-55-1	HE de racine de Costus (<i>Saussurea costus</i>)	Sensibilisation cutanée
90131-43-4 8016-84-0	HE de Rose d'Inde (<i>Tagetes erecta</i>)	Phototoxicité
84961-58-0	HE de Santoline petit-cyprès (<i>Santolina chamaecyparissus</i>)	Données insuffisantes
8024-12-2 85116-63-8	HE de Verveine citronnée (<i>Aloysia citriodora</i>)	Sensibilisation cutanée Phototoxicité
8007-40-7 90064-15-6	HE de Moutardes (<i>Brassica</i> spp.)	Données insuffisantes
84775-62-2	HE de Raifort (<i>Amoracia rusticana</i>)	Données insuffisantes
8001-88-5 68917-50-0 84012-15-7 85251-66-7 85940-29-0 91745-85-6	HE (distillation sèche) d'écorce de Bouleau (<i>Betula pubescens</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Betula lenta</i> , <i>Betula alba</i>)	Carcinogénicité, Génotoxicité
8013-10-3 90046-02-9	HE (distillation sèche) de bois de Cade (<i>Juniperus oxycedrus</i>)	Carcinogénicité, Génotoxicité

Les huiles essentielles de Moutardes (*Brassica* spp.) et de Raifort (*Amoracia rusticana*) doivent leur prohibition à la présence majoritaire d'isothiocyanate d'allyle qui est elle-même prohibée.

Tableau 16. Les substances interdites selon l'IFRA qui peuvent se retrouver dans les HE. (81)

Numéro(s) CAS	Nom de la substance	Exemple d'occurrence naturelle	Toxicité limitante
140-88-5	Acrylate d'éthyle	Vanille, Ananas	Sensibilisation cutanée
71-43-2	Benzène	HE de Livèche (<i>Levisticum officinale</i>)	Carcinogénicité
18829-55-5	trans-2-Hepténal	Bourgeons de Carthame (<i>Carthamus tinctorius</i>)	Sensibilisation cutanée
57-06-7	Isothiocyanate d'allyle	HE de Moutardes (<i>Brassica</i> spp.)	Données insuffisantes
54814-64-1 51154-96-2	Lactone de Massoïa	Massoïa (<i>Cryptocarya massoy</i>)	Sensibilisation cutanée
150-76-5	Méquinol	Racines de Réglisse (<i>Glycyrrhiza glabra</i>)	Dépigmentation
80-62-6	Méthacrylate de méthyle	HE de Tagète des décombres (<i>Tagetes minuta</i>)	Sensibilisation cutanée
5406-12-2	p-Méthyl hydrocinnamaldéhyde	Menthe poivrée (<i>Mentha x piperita</i>)	Sensibilisation cutanée
33204-74-9	Oxyde de carvone	HE de Poivre noir (<i>Piper nigrum</i>)	Sensibilisation cutanée
108-88-3	Toluène	HE de Menthe verte (<i>Mentha spicata</i>)	Hépatotoxicité

La plupart de ces molécules sont présentes à l'état de traces dans certaines plantes (83) et n'auront pas d'impact particulier sur l'utilisation des plantes en contenant, sauf pour l'isothiocyanate d'allyle et la lactone de Massoïa dont la forte teneur dans les huiles essentielles respectivement de Moutardes (*Brassica* spp.) et Massoïa (*Cryptocarya massoy*) implique l'interdiction de leurs plantes respectives.

5.7.3.2 Les substances restreintes selon l'IFRA

Pour les substances avec standard de type « Restriction », l'IFRA propose des limites de concentrations dans le produit fini. Parmi les 64 substances restreintes, on distingue là encore les limitations concernant les HE en tant que telles, présentées dans le Tableau 18 page 206, et les limitations concernant les molécules pouvant être retrouvées dans les HE, présentées dans le Tableau 19 page 207.

Dans ces tableaux sont également mentionnées les toxicités limitantes, c'est-à-dire celles qui surviennent les premières et ont conduit à ces limites de concentration pour chacune des substances, et le Tableau 17 ci-après en indique la légende.

Tableau 17. Légende des lettres pour signifier la toxicité limitante dans les limites IFRA.

Lettre	Signification
C	Carcinogénicité
Cy	Libération potentielle de cyanure
N	Neurotoxicité
Ps	Photosensibilisation
Pt	Phototoxicité
S	Sensibilisation cutanée
T	Toxicité systémique
-	Données insuffisantes

5.7.3.2.1 Restriction d'huiles essentielles

Le Tableau 18 page 206 présente les 14 huiles essentielles qui font l'objet de restrictions selon l'IFRA, triées par nom INCI.

On peut observer que pour certaines substances, la limite varie selon la catégorie de produit car l'exposition n'est pas la même, alors que pour d'autres la limite sera la même quelle que soit la catégorie de produit. Les limites peuvent être très basses comme pour le Méthyl eugénol (0,00019% dans les produits sans rinçage de catégorie 5D destinés aux bébés), à relativement élevées comme pour le Citronellol (jusqu'à 25% dans les produits capillaires, rincés ou non, de catégorie 7).

Parfois, il peut ne pas y avoir de limitations pour certaines catégories, la mention « NL » est alors utilisée pour « Non limité ». Aussi, pour certaines molécules, il est clairement stipulé que leur présence est tolérée dans une certaine limite, uniquement si elles sont naturellement présentes dans une huile essentielle, mais que leur ajout en tant qu'ingrédient individuel est prohibé. Ces molécules-là sont désignées par la mention HE en exposant « molécule ^{HE} ».

Le Bergaptène^a est une furanocoumarine photosensibilisante retrouvée dans de très nombreuses huiles essentielles, particulièrement celles d'agrumes du genre *Citrus*. C'est pourquoi l'IFRA recommande que sa concentration cumulée ne dépasse pas 0,0015% dans le produit fini. Cela ne concerne que les produits sans rinçage appliqués sur la peau qui sera exposée au soleil, d'où l'absence de limitation pour les produits capillaires à rincer de la catégorie 7A.

^a De nombreux synonymes existent : 5-méthoxypsoralène (5-MOP), 5-méthoxyfurocoumarine.

Tableau 18. Limites dans le produit fini pour les huiles essentielles soumises à restriction selon l'IFRA. (81)

Numéro(s) CAS	Nom français	Nom INCI	Toxicité limitante	Limites en pourcentages (%) dans le produit fini selon la catégorie de produit													
				 1	 2	 3	 4	 5A	 5B	 5C	 5D	 6	 7A	 7B	 8	 9	
8008-26-2 90063-52-8	HE exprimée de Lime (<i>Citrus aurantiifolia</i>)	CITRUS URANTIFOLIA OIL	Pt	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	NL	0,7	0,7	NL
68916-04-1 72968-50-4	HE exprimée d'Oranger amer (<i>Citrus x aurantium</i>)	CITRUS AURANTIUM AMARA PEEL EXTRACT	Pt	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	NL	1,25	1,25	NL
8007-75-8 89957-91-5	HE exprimée de Bergamote (<i>Citrus bergamia</i>)	CITRUS AURANTIUM BERGAMIA PEEL OIL	Pt	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	NL	0,4	0,4	NL
8016-20-4 90045-43-5	HE exprimée de Pamplemousse (<i>Citrus maxima</i>)	CITRUS GRANDIS PEEL OIL	Pt	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	NL	4	4	NL
8008-56-8 84929-31-7	HE de Citron (<i>Citrus limon</i>)	CITRUS LIMON PEEL OIL	Pt	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	NL	2	2	NL
8014-13-9 84775-51-9	HE de graine de Cumin (<i>Cuminum cyminum</i>)	CUMINUM CYMINUM SEED OIL	Pt	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	NL	0,4	0,4	NL
8014-71-9 84082-61-1	HE de Mélisse (<i>Melissa officinalis</i>)	MELISSA OFFICINALIS LEAF OIL	S	0,11	0,032	0,65	0,6	0,15	0,15	0,15	0,15	0,35	1,2	1,2	0,063	1,2	
8014-29-7 84929-47-5	HE de Rue (<i>Ruta graveolens</i>)	RUTA GRAVEOLENS OIL	Pt	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	NL	0,15	0,15	NL
91722-29-1 8016-84-0	HE d'Œillet d'Inde (<i>Tagetes patula</i>)	TAGETES PATULA FLOWER OIL	Pt	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	0,01	0,01	0,1
8016-84-0 91770-75-1	HE de Tagète des décombres (<i>Tagetes minuta</i>)	TAGETES MINUTA FLOWER OIL	Pt	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	0,01	0,01	0,1
84082-84-8 68917-34-0 73246-97-6	HE de Vétiver (<i>Vetiveria zizanioides</i>)	VETIVERIA ZIZANIOIDES ROOT EXTRACT ACETYLATED	S,T	0,05	0,05	0,05	0,9	0,1	0,1	0,1	0,033	0,098	0,1	0,1	0,033	0,2	
8021-36-1 9000-78-6 93384-32-8	HE d'Opoponax (<i>Commiphora erythraea</i>)	OPOPONAX OIL	S	0,077	0,023	0,46	0,43	0,11	0,11	0,11	0,11	0,25	0,88	0,88	0,045	0,84	
8046-19-3 8024-01-9 94891-27-7 94891-28-8	HE de Copalmes (Styrax) (<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Liquidambar styraciflua</i>)	LIQUIDAMBAR ORIENTALIS RESIN EXTRACT LIQUIDAMBAR STYRA- CIFLUA BALSAM OIL	S	0,12	0,034	0,69	0,64	0,16	0,16	0,16	0,16	0,38	1,3	1,3	0,068	1,3	
8007-00-9	HE de Baume du Pérou (<i>Myroxylon pereirae</i>)	MYROXYLON PEREIRAE OIL	S,T	0,073	0,022	0,44	0,41	0,1	0,1	0,1	0,034	0,24	0,83	0,83	0,034	0,8	

Les principales huiles essentielles concernées sont celles issues de l'expression des zestes d'agrumes (Bergamote, Orange amère, Pamplemousse, Citron, Lime) ainsi que la distillation d'Angélique (*Angelica archangelica*), de Cumin (*Cuminum cyminum*) et de Rue (*Ruta graveolens*). À noter que la distillation des agrumes, plus rare, donne une huile essentielle naturellement dépourvue de furanocoumarines, et que seule l'HE issue d'expression en est riche.

D'autres huiles essentielles ne contiennent que des traces de furanocoumarines, pas en quantité suffisant pour faire l'objet de restrictions si utilisées seules, mais qui doivent être prises en compte si cumulées avec d'autres huiles essentielles contenant des furocoumarines :

- 0,005% dans l'HE de Petit grain Mandarine (*Citrus × reticulata*).
- 0,005% dans l'HE d'expression de Tangerine (*Citrus × tangerina*).
- 0,002% dans l'HE de feuille de Persil (*Petroselinum crispum*).

Enfin, observons qu'il existe parfois plusieurs numéros CAS pour une même substance. Pour une huile essentielle, cela peut correspondre aux différentes parties distillées tandis que pour les molécules, cela peut correspondre aux différents isomères existants. Parfois, un même numéro CAS englobe tous les extraits végétaux d'une même plante.

5.7.3.2.2 Restriction de molécules constituant les HE

Parmi les molécules, les allergènes en font partie et disposent d'un nom INCI puisque rappelons-le, elles sont tenues d'être mentionnées dans la liste d'ingrédients en cas de présence à un taux supérieur à 0,01%. Dans le Tableau 19 page 208 se trouvent les 50 molécules concernées, triées par leur nom français.

Les allergènes sont signalés par une astérisque « * ». Pour les autres molécules, certaines peuvent disposer d'un nom INCI mais cela n'est pas pertinent dans notre cas puisque nous ne nous intéressons qu'à l'utilisation d'une huile essentielle, pas d'un ingrédient parfumant synthétique. Pour ces molécules-là, sera plutôt mentionné le nom anglais, puisqu'en pratique il s'agit du terme qui sera plus fréquemment utilisé pour désigner la molécule.

Tableau 19. Limites dans le produit fini pour les molécules soumises à restriction selon l'IFRA qui peuvent se retrouver dans les huiles essentielles. (81)

Numéro(s) CAS	Nom français	Nom INCI ou Nom anglais	Toxicité limitante	Limites en pourcentages (%) dans le produit fini selon la catégorie de produit													
				 1	 2	 3	 4	 5A	 5B	 5C	 5D	 6	 7A	 7B	 8	 9	
2442-10-6	Acétate de 1-octèn-3-yle	AMYLVINYL CARBINYL ACETATE	S	0,27	0,08	1,6	1,5	0,38	0,38	0,38	0,38	0,88	3,1	3,1	0,16	2,9	
105-13-5 1331-81-3	Alcool anisique*	ANISYL ALCOHOL*	S,T	0,0028	0,039	0,025	0,21	0,041	0,0055	0,033	0,002	0,091	0,033	0,033	0,002	0,099	
100-51-6	Alcool benzylique*	BENZYL ALCOHOL*	S,T	0,45	0,14	0,34	2,5	0,64	0,17	0,34	0,057	1,5	0,68	0,68	0,057	2,2	
104-54-1	Alcool cinnamylique*	CINNAMYL ALCOHOL*	S,T	0,22	0,067	0,25	1,2	0,32	0,25	0,25	0,085	0,13	0,25	0,25	0,085	0,76	
536-60-7	Alcool cuminique	Cuminyl alcohol	S,T	0,45	0,14	0,4	2,5	0,64	0,64	0,64	0,21	1,5	0,8	0,8	0,21	2	
123-11-5	Aldéhyde anisique	p-Methoxybenzaldehyde	S,T	0,043	0,08	0,022	0,21	0,11	0,022	0,032	0,0072	0,011	0,022	0,022	0,0072	0,065	
100-52-7	Aldéhyde benzoïque	Benzaldehyde	S,T	0,045	0,014	0,27	0,25	0,064	0,064	0,064	0,021	0,15	0,52	0,52	0,021	0,49	
104-55-2	Aldéhyde cinnamique*	CINNAMIC ALDEHYDE*	S,T	0,045	0,014	0,021	0,25	0,064	0,042	0,064	0,014	0,15	0,17	0,17	0,014	0,49	
122-03-2	Aldéhyde cuminique	Cuminaldehyde	S	0,085	0,025	0,51	0,47	0,12	0,12	0,12	0,12	0,28	0,96	0,96	0,05	0,92	
101-86-0	Aldéhyde hexylcinnamique*	HEXYL CINNAMAL*	S	1,8	0,53	11	9,9	2,5	2,5	2,5	2,5	5,8	20	20	1	19	
1504-74-1	Aldéhyde méthoxycinnamique	o-Methoxycinnamaldehyde	S	0,077	0,023	0,46	0,43	0,11	0,11	0,11	0,11	0,25	0,88	0,88	0,045	0,84	
101-39-3	Aldéhyde méthylcinnamique	α-Methylcinnamaldehyde	S	0,27	0,08	1,6	1,5	0,38	0,38	0,38	0,38	0,88	3,1	3,1	0,16	2,9	
122-78-1	Aldéhyde phénylacétique	Phenylacetaldehyde	S,T	0,045	0,014	0,27	0,25	0,064	0,064	0,064	0,021	0,15	0,52	0,52	0,021	0,49	
41270-80-8	Anthranilate de formyl-méthyle	Methyl N-formylanthranilate	Pt	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
85-91-6	Anthranilate de méthyl-méthyle	Methyl N-methylanthranilate	Pt	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
494-40-6 2883-98-9 5273-86-9	Asarone ^{HE}	Asarone ^{HE}	C	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
120-51-4	Benzoate de benzyle*	BENZYL BENZOATE*	S,T	1,7	1,4	0,41	4,8	4,3	0,21	0,83	0,07	0,41	0,41	0,41	0,07	1,9	
484-20-8	Bergaptène (5-MOP)	5-Methoxyfurocoumarin	Pt	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	NL	0,0015	0,0015	0,0015	
515-69-5 23089-26-1 23178-88-3 78148-59-1	α-Bisabolol	α-Bisabolol	S,T	0,42	0,13	2,5	2,4	0,6	0,6	0,6	0,2	1,4	3	3	0,2	4,6	

Limites en pourcentages (%) dans le produit fini selon la catégorie de produit																
Numéro(s) CAS	Nom français	Nom INCI ou Nom anglais	Toxicité limitante													
				1	2	3	4	5A	5B	5C	5D	6	7A	7B	8	9
76738-75-5 72691-24-8																
99-49-0	Carvone	Carvone	S,T	0,2	0,06	0,02	0,59	0,2	0,039	0,059	0,013	0,66	0,039	0,039	0,013	0,18
11028-42-5 469-61-4 546-28-1	Cedrène	Cedrene	S	0,27	0,08	1,6	1,5	0,38	0,38	0,38	0,38	0,88	3,1	3,1	0,16	2,9
43052-87-5 24720-09-0 23726-94-5 23726-92-3 23696-85-7 23726-93-4 39872-57-6 33673-71-1 70266-48-7 35087-49-1 23726-91-2 35044-68-9 57378-68-4 71048-82-3	Cétones de Rose (Damascénone et isomères de Damascones)	Rose ketones	S	0,0077	0,0023	0,046	0,043	0,011	0,011	0,011	0,011	0,025	0,088	0,088	0,0045	0,084
103-41-3	Cinnamate de benzyle*	BENZYL CINNAMATE*	S,T	0,36	0,11	1,2	2	0,51	0,51	0,51	0,17	1,2	2,4	2,4	0,17	3,9
141-27-5 106-26-3	Citrals (Géranial, Néral)*	GERANIAL*, NERAL*	S,T	0,11	0,032	0,1	0,6	0,15	0,15	0,15	0,051	0,35	0,2	0,2	0,051	1,2
106-23-0 5949-05-3	Citronellal	Citronellal	S,T	0,41	0,16	0,026	0,49	0,33	0,051	0,1	0,017	0,82	0,077	0,077	0,017	1,4
106-22-9 1117-61-9 26489-01-0 6812-78-8 141-25-3 7540-51-4	Citronellol*	CITRONELLOL*	S	2,2	0,67	13	12	3,2	3,2	3,2	3,2	7,3	25	25	1,3	24
91-64-5	Coumarine*	COUMARIN*	S,T	0,089	0,08	0,089	1,5	0,38	0,11	0,16	0,035	0,0024	0,18	0,18	0,035	0,52
93-51-6	Créosol	2-Methoxy-4-methylphenol	S	0,0085	0,0025	0,051	0,047	0,012	0,012	0,012	0,012	0,028	0,096	0,096	0,005	0,092
106-02-5	Cyclopentadécanolide	Cyclopentadecanolide	S,T	0,42	0,13	2,5	2,4	0,6	0,6	0,6	0,2	1,4	4,8	4,8	0,2	4,6
140-67-0 1407-27-8 77525-18-9	Estragol	Methyl chavicol	S,T	0,012	0,023	0,012	0,42	0,075	0,0062	0,012	0,0021	0,031	0,012	0,012	0,0021	0,05
97-53-0	Eugénol*	EUGENOL*	S,T	0,45	0,14	1,4	2,5	0,64	0,64	0,64	0,21	0,64	1,4	1,4	0,21	4,9
19317-11-4	Farnésal	Farnesal	S,T	0,11	0,032	0,11	0,6	0,15	0,15	0,15	0,051	0,11	0,34	0,34	0,051	0,57

Limites en pourcentages (%) dans le produit fini selon la catégorie de produit

Numéro(s) CAS	Nom français	Nom INCI ou Nom anglais	Toxicité limitante	Limites en pourcentages (%) dans le produit fini selon la catégorie de produit												
																
4602-84-0	Farnésol*	FARNESOL*	S	0,21	0,062	1,2	1,2	0,29	0,29	0,29	0,29	0,68	2,4	2,4	0,12	2,3
106-24-1	Géraniol*	GERANIOL*	S	0,85	0,25	5,1	4,7	1,2	1,2	1,2	1,2	2,8	9,6	9,6	0,5	9,2
531-59-9	Herniarine ^{HE}	7-méthoxycoumarin ^{HE}	S,Ps	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6728-26-3	trans-2-Hexénal	TRANS-2-HEXENAL	S,T	0,0018	0,00055	0,011	0,01	0,0026	0,0026	0,0026	0,00087	0,006	0,021	0,021	0,00087	0,02
55722-59-3 1754-00-3 72203-98-6 72203-97-5	Isocitrals (Isonéral, Isogéranial)	3,7-Dimethyl-3,6- octadienal	S,T	0,54	0,16	0,03	3	0,76	0,12	0,03	0,01	1,3	0,12	0,12	0,01	0,79
97-54-1 5932-68-3	Isoeugénol*	ISOEUGENOL*	S,T	0,019	0,0057	0,12	0,11	0,027	0,027	0,027	0,009	0,063	0,22	0,22	0,009	0,21
78-59-1	Isophorone ^{HE}	Isophorone ^{HE}	-	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013
475-20-7 16846-09-6 19067-29-9	Longifolène	Longifolene	S	0,27	0,08	1,6	1,5	0,38	0,38	0,38	0,38	0,88	3,1	3,1	0,16	2,9
93-15-2	Méthyl eugénol	Methyl eugenol	S,T	0,00058	0,0023	0,00029	0,016	0,002	0,00058	0,00058	0,00019	0,0014	0,00058	0,00058	0,00019	0,00087
1604-28-0	6-Méthyl-3,5- heptadièn-2-one	METHYLHEPTADIENONE	S	0,0085	0,0025	0,051	0,047	0,012	0,012	0,012	0,012	0,028	0,096	0,096	0,005	0,092
2111-75-3	Périllaldéhyde	PERILLALDEHYDE	S	0,054	0,016	0,32	0,3	0,076	0,076	0,076	0,076	0,18	0,61	0,61	0,032	0,59
140-29-4	Phénylacétonitrile ^{HE}	Benzyl cyanide ^{HE}	Cy	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
17369-59-4	Propylidène phthalide	PROPYLIDENE PHTHALIDE	S	0,071	0,021	0,42	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,23	0,81	0,81	0,041	0,77
116-26-7	Safranal	2,3-Dihydro-2,2,6- trimethylbenzaldehyde	S	0,0022	0,00066	0,013	0,012	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0073	0,025	0,025	0,0013	0,024
94-59-7 120-58-1 94-58-6	Safrole ^{HE} , isosafrole, dihydrosafrole	Safrole ^{HE} , Isosafrole, dihydrosafrole	C	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6259-76-3	Salicylate d'hexyle	Hexyl salicylate	S,T	0,092	0,8	0,25	6,5	2,7	0,3	0,46	0,1	0,0092	0,38	0,38	0,1	1,2
118-58-1	Salicylate de benzyle	Benzyl salicylate	S	1,3	0,39	7,8	7,3	1,9	1,9	1,9	1,9	4,3	15	15	0,77	14
546-80-5 471-15-8 76231-76-0 1125-12-8	Thuyone	Thujone	N	0,11	0,21	0,032	1,4	0,095	0,032	0,016	0,0053	0,095	0,24	0,24	0,0053	0,13

5.7.3.3 Les substances à spécifications selon l'IFRA

Les spécifications ne sont pas des limites en pourcentages pour l'HE en tant que telle, mais des valeurs de paramètres physico-chimiques ou de teneurs à respecter pour certains de leurs constituants ou métabolites. Nous n'aborderons que les spécifications relatives aux huiles essentielles, soit 8 concernées, puisque le cas d'ajout d'une molécule seule ne nous concerne pas ici.

Tableau 20. Huiles essentielles présentant des spécifications selon l'IFRA. (81)

Numéros CAS	Nom de l'huile essentielle	Spécification
8001-88-5 68917-50-0 84012-15-7 85251-66-7 85940-29-0 91745-85-6	HE (distillation sèche) d'écorce de Bouleau, rectifiée (<i>Betula pubescens</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Betula lenta</i> , <i>Betula alba</i>)	
8021-36-1 9000-78-6 93384-32-8	HE (distillation sèche) d'Opoponax rectifiée (<i>Commiphora erythraea</i>)	Teneur cumulée en benzopyrène et 1,2-benzanthracène < 1 ppb ^a
8013-10-3 90046-02-9	HE (distillation sèche) de bois de Cade, rectifiée (<i>Juniperus oxycedrus</i>)	
8046-19-3 8024-01-9 94891-27-7 94891-28-8	HE (distillation sèche) de Copalmes (Styrax), rectifiée (<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Liquidambar styraciflua</i>)	
91722-29-1 8016-84-0 91770-75-1	HE d'Œillet d'Inde (<i>Tagetes patula</i>) HE Tagète des décombres (<i>Tagetes minuta</i>) ^b	Contenu en terthiophène (n° CAS 1081-34-1) < 0.35%
68916-94-9 90046-03-0	HE de Genévrier de Phénicie (<i>Juniperus phoenicea</i>)	Paramètres physico-chimiques de densité, réfraction, pouvoir rotatoire, acidité, solubilité, etc.
Divers CAS	HE de Pinacées (<i>Abies</i>, <i>Pinus</i>)	Taux de peroxydes < 10 millimoles/L
Divers CAS	HE riches en Limonène et/ou Linalol	Taux de peroxydes < 20 millimoles/L

Au sujet des huiles essentielles de la **famille des Pinacées** (genres *Abies* et *Pinus*) et celles qui sont riches en **Limonène** et **Linalol**, le taux de peroxydes doit être maintenu bas et contrôlé par une méthode analytique validée par l'IFRA. Cela peut se faire par l'utilisation d'antioxydants au niveau de la production, même si cette pratique est plutôt rare, ou tout simplement grâce à des conditions de stockage strictes. Cela permet de contourner les effets de sensibilisation cutanée des dérivés d'oxydation des terpénoïdes. (82)

^a « ppb » pour « parts per billion », qui signifie « partie par milliard », soit « 0,000 000 001 % ».

^b Attention ce sont les seules autorisées, à ne pas confondre avec une autre HE du genre *Tagetes*, l'HE de Rose d'Inde (*Tagetes erecta*), qui, elle, est interdite.

Les **HE issues de la distillation sèche** (pyrolyse) de bois ou résines sont riches en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) hautement génotoxiques et carcinogènes, donc interdites (Bouleaux, Cade) ou restreintes (Opoanax, Styrax). Seules les formes purifiées et rectifiées de ces HE peuvent être utilisées, sous réserve que le produit fini soit conforme aux spécifications de teneur cumulée en benzopyrène et 1,2-benzanthracène, deux marqueurs des HAP. (82)

5.8 VUE D'ENSEMBLE DE LA RÉGULATION DES HUILES ESSENTIELLES ET LEURS CONSTITUANTS

Pour conclure, les deux prochains tableaux résument l'ensemble des huiles essentielles évoquées et les molécules qui les constituent afin de mieux comprendre la vue d'ensemble. Principalement 3 instances ont donné lieu à des dispositions :

- La législation française avec le Code de la Santé Publique (CSP).
- La législation européenne avec le Règlement (CE) Cosmétique n° 1223/2009.
- Les recommandations privées internationales avec les standards de l'IFRA.

5.8.1 La régulation des huiles essentielles

Dans le Tableau 21 page 213, les 59 huiles essentielles qui font l'objet d'une régulation (réglementation ou recommandation) par au moins l'une de ces instances sont triées par nom INCI.

Tableau 21. Vue d'ensemble des réglementations et recommandations relatives aux huiles essentielles.

Numéro(s) CAS	Nom de l'huile essentielle	Nom latin de la plante	Code de la Santé Publique (CSP)	Règlement (CE) Cosmétique	Recommandations IFRA
90028-76-5	HE de Sapin blanc	<i>Abies alba</i>		Restrictions (Annexe III)	Spécifications
85085-34-3	HE de Sapin baumier	<i>Abies balsamea</i>		Restrictions (Annexe III)	Spécifications
92128-34-2	HE de Sapin pectiné	<i>Abies pectinata</i>		Restrictions (Annexe III)	Spécifications
91697-89-1	HE de Sapin de Sibérie	<i>Abies sibirica</i>		Restrictions (Annexe III)	Spécifications
8024-12-2 85116-63-8	HE de Verveine citronnée	<i>Aloysia citriodora</i>		Interdiction (Annexe II) comme parfum	Interdiction
90320-46-0	HE d'Ammi élevé	<i>Ammi majus</i>		Interdiction (Annexe II)	
84775-62-2	HE de Raifort	<i>Amoracia rusticana</i>			Interdiction
8022-37-5 8008-93-3	HE de Grande absinthe	<i>Artemisia absinthium</i>	Monopole pharmaceutique		
92113-09-2	HE de Armoise arborescente	<i>Artemisia arborescens</i>	Monopole pharmaceutique		
84775-75-7	HE de Armoise blanche	<i>Artemisia herba alba</i>	Monopole pharmaceutique		
89957-64-2	HE de Petite absinthe	<i>Artemisia pontica</i>	Monopole pharmaceutique		
84775-45-1 68991-20-8	HE de Armoise commune	<i>Artemisia vulgaris</i>	Monopole pharmaceutique		
8001-88-5 68917-50-0 84012-15-7 85251-66-7 85940-29-0 91745-85-6	HE (distillation sèche) de Bouleau (écorces)	<i>Betula pubescens,</i> <i>Betula pendula,</i> <i>Betula lenta,</i> <i>Betula alba</i>			Interdiction Spécifications
100298-73-5	HE de Moutarde jonciforme	<i>Brassica juncea</i>	Monopole pharmaceutique		
8007-40-7 90064-15-6	HE de Moutardes	<i>Brassica</i> spp.			Interdiction
92201-55-3	HE de Cèdre de l'Atlas	<i>Cedrus atlantica</i>		Restrictions (Annexe III)	
68916-04-1 72968-50-4	HE d'Oranger amer (zeste)	<i>Citrus x aurantium</i>			Restrictions selon catégories
8008-26-2 90063-52-8	HE de Lime	<i>Citrus aurantiifolia</i>			Restrictions selon catégories
8007-75-8 89957-91-5	HE de Bergamote	<i>Citrus bergamia</i>			Restrictions selon catégories
8008-56-8 84929-31-7	HE de Citron	<i>Citrus limon</i>			Restrictions selon catégories

Numéro(s) CAS	Nom de l'huile essentielle	Nom latin de la plante	Code de la Santé Publique (CSP)	Règlement (CE) Cosmétique	Recommandations IFRA
8016-20-4 90045-43-5	HE de Pamplemousse	<i>Citrus maxima</i>			Restrictions selon catégories
9000-78-6 93384-32-8 93686-00-1	HE d'Opoponax	<i>Commiphora erythraea</i>		Restrictions (Annexe III)	Restrictions selon catégories Spécifications
85085-26-3	HE de Massoïa (écorce)	<i>Cryptocarya massoy</i>			Interdiction
8014-13-9 84775-51-9	HE de Cumin (graine)	<i>Cuminum cyminum</i>		Restrictions (Annexe III)	Restrictions selon catégories
84696-07-1	HE de Cyprés commun	<i>Cupressus sempervirens</i>		Restrictions (Annexe III)	
8006-99-3 8024-11-1 89997-47-7	HE de Chénopode vermifuge	<i>Dysphania ambrosioides</i>	Monopole pharmaceutique	Interdiction (Annexe II)	Interdiction
84603-66-7 8006-83-5	HE de Hysope	<i>Hyssopus officinalis</i>	Monopole pharmaceutique		
84012-20-4 97676-35-2	HE d'Aunée (racine)	<i>Inula helenium</i>		Interdiction (Annexe II) comme parfum	Interdiction
8013-10-3 90046-02-9	HE (distillation sèche) de bois de Cade	<i>Juniperus oxycedrus</i>			Interdiction Spécifications
68916-94-9 90046-03-0	HE de Genévrier de Phénicie	<i>Juniperus phoenicea</i>			Spécifications
8024-00-8 90046-04-1	HE de Genévrier sabiné	<i>Juniperus sabina</i>	Monopole pharmaceutique	Interdiction (Annexe II)	Interdiction
8046-19-3 8024-01-9 94891-27-7 94891-28-8	HE de Styrax	<i>Liquidambar orientalis</i> , <i>Liquidambar styraciflua</i>		Restrictions (Annexe III)	Restrictions selon catégories Spécifications
8014-71-9 84082-61-1	HE de Mélisse	<i>Melissa officinalis</i>			Restrictions selon catégories
8007-00-9	HE de Baume du Pérou	<i>Myroxylon pereirae</i>		Interdiction (Annexe II) comme parfum	
8022-81-9 84649-96-7	HE de Boldo	<i>Peumus boldus</i>			Interdiction
91722-19-9	HE d'Épinette noire	<i>Picea mariana</i>		Restrictions (Annexe III)	Spécifications
92202-04-5	HE de Pin des Alpes	<i>Pinus cembra</i>		Restrictions (Annexe III)	Spécifications
90082-72-7	HE de Pin de montagne	<i>Pinus mugo</i>		Restrictions (Annexe III)	Spécifications
90082-73-8	HE de Pin nain de montagne	<i>Pinus mugo var. pumilio</i>		Restrictions (Annexe III)	Spécifications

Numéro(s) CAS	Nom de l'huile essentielle	Nom latin de la plante	Code de la Santé Publique (CSP)	Règlement (CE) Cosmétique	Recommandations IFRA
90082-74-9	HE de Pin noir	<i>Pinus nigra</i>		Restrictions (Annexe III)	Spécifications
97435-14-8 8002-09-3	HE de Pin des marais	<i>Pinus palustris</i>		Restrictions (Annexe III)	Spécifications
90082-75-0	HE de Pin maritime	<i>Pinus pinaster</i>		Restrictions (Annexe III)	Spécifications
97676-05-6	HE de Pin nain de Sibérie	<i>Pinus pumila</i>		Restrictions (Annexe III)	Spécifications
94266-48-5 8006-64-2	HE de Pins ou Térébenthine distillée à la vapeur	<i>Pinus</i> spp.		Restrictions (Annexe III)	Spécifications
84012-35-1	HE de Pin sylvestre	<i>Pinus sylvestris</i>		Restrictions (Annexe III)	Spécifications
8014-29-7 84929-47-5	HE de Rue	<i>Ruta graveolens</i>	Monopole pharmaceutique		Restrictions selon catégories
8022-56-8	HE de Sauge officinale	<i>Salvia officinalis</i>	Monopole pharmaceutique		
84961-58-0	HE de Santoline petit-cyprès	<i>Santolina chamaecyparissus</i>			Interdiction
8006-80-2	HE de Sassafras	<i>Sassafras albidum</i>	Monopole pharmaceutique		
8023-88-9 90106-55-1	HE de Costus (racine)	<i>Saussurea costus</i>		Interdiction (Annexe II) comme parfum	Interdiction
90131-43-4 8016-84-0	HE de Rose d'Inde	<i>Tagetes erecta</i>		Interdiction (Annexe II)	Interdiction
91770-75-1 8016-84-0	HE de Tagète des décombres	<i>Tagetes minuta</i>		Restrictions (Annexe III)	Restrictions selon catégories Spécifications
91722-29-1	HE d'Œillet d'Inde	<i>Tagetes patula</i>		Restrictions (Annexe III)	Restrictions selon catégories Spécifications
84961-64-8	HE de Tanaisie	<i>Tanacetum vulgare</i>	Monopole pharmaceutique		
94465-82-4	HE de Cèdre de Corée	<i>Thuja koraiensis</i>	Monopole pharmaceutique		
8007-20-3	HE de Thuya du Canada	<i>Thuja occidentalis</i>	Monopole pharmaceutique		
90131-58-1	HE de Thuya occidental	<i>Thuja occidentalis</i>		Restrictions (Annexe III)	
68917-35-1	HE de Thuya	<i>Thuja plicata</i>	Monopole pharmaceutique		
84082-84-8 68917-34-0 73246-97-6	HE de Vétiver	<i>Vetiveria zizanioides</i>			Restrictions selon catégories

Le cas de la Rue (*Ruta graveolens*) est intéressant à aborder puisqu'il s'agit d'une plante qui fait l'objet de restrictions à 0,15% pour les produits sans rinçage selon l'IFRA, mais qui tombe sous le monopole pharmaceutique selon le CSP. C'est bien sûr la réglementation Française qui prévaut, donc en France, il ne sera pas possible d'utiliser l'HE de Rue (*Ruta graveolens*). Par contre, cette interdiction n'existe a priori pas pour d'autres pays européens ou à l'international.

Deux huiles essentielles font l'unanimité auprès des trois organismes quant à leur interdiction : il s'agit de l'HE Chénopode vermifuge (*Dysphania ambrosioides*) et l'HE de Genévrier sabine (*Juniperus sabina*) car elles sont très toxiques.

Pour d'autres, elles ne sont pas sous le monopole pharmaceutique mais restent interdites pour une utilisation comme parfum dans les produits cosmétiques par l'Annexe II du Règlement cosmétique, ainsi que par les standards de l'IFRA : c'est le cas de l'HE de Verveine citronnée (*Aloysia citriodora*), l'HE d'Aunée (*Inula helenium*) et de l'HE de Costus (*Saussurea costus*). Théoriquement, leur usage n'est pas interdit en tant qu'actif, mais il sera peu probable de les retrouver dans un produit cosmétique.

Dans le cas de l'Ammi élevé (*Ammi majus*), son huile essentielle est interdite selon l'Annexe II du Règlement cosmétique, mais il n'existe pour autant pas de recommandations à son sujet dans les standards de l'IFRA.

Enfin, certaines sont « Interdites » seulement selon les recommandations de l'IFRA mais rappelons que celles-ci n'ont pas valeur de réglementation. Il reste probable pour autant que les industriels ne feront pas le choix de ces huiles essentielles afin de rester conformes aux règles en vigueur dans la profession. C'est le cas des huiles essentielles de Raifort (*Amoracia rusticana*), de Moutardes (*Brassica spp.*), d'écorce de Massoïa (*Cryptocarya massoy*), de Boldo (*Peumus boldus*), de Santoline petit-cyprès (*Santolina chamaecyparissus*) et de Rose d'Inde (*Tagetes erecta*).

5.8.2 La régulation des constituants d'HE

Voyons à présent dans le Tableau 22 page 217 les 71 molécules que l'on peut retrouver dans les huiles essentielles et qui ont fait l'objet d'une régulation, triées cette fois par leur nom chimique français.

Gardons à l'esprit qu'il n'est pas question d'ajouter ces molécules individuellement mais bien d'avoir une vue d'ensemble sur les éventuelles restrictions qui pourraient impacter le choix et l'utilisation de telle ou telle huile essentielle.

Tableau 22. Vue d'ensemble des réglementations et recommandations relatives aux molécules qui peuvent se retrouver dans les huiles essentielles.

Numéro(s) CAS	Nom français	Dénomination commune	Famille chimique	Règlement (CE) Cosmétique	Recommandations IFRA	Impact IFRA
2442-10-6	Acétate de 1-octèn-3-yle	1-Octen-3-yl acetate	Esters	Restrictions (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
103-54-8	Acétate de cinnamyle	Cinnamyl acetate	Esters		Restrictions selon catégories	
69103-01-1	Acétates d'alcools terpéniques	Terpene alcohols acetates	Acétates	Restrictions (Annexe III)		
140-88-5	Acrylate d'éthyle	Ethyl acrylate	Esters	Interdit comme parfum (Annexe II)	Interdiction	
105-13-5 1331-81-3	Alcool anisique*	Anisyl alcohol*	Alcools	Allergène étiquetable (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
100-51-6	Alcool benzylique*	Benzyl alcohol*	Alcools	Allergène étiquetable (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
104-54-1	Alcool cinnamylique*	Cinnamyl alcohol*	Alcools	Allergène étiquetable (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
536-60-7	Alcool cuminique	Cuminyl alcohol	Alcools		Restrictions selon catégories	
123-11-5	Aldéhyde anisique	Anisaldehyde	Aldéhydes		Restrictions selon catégories	
100-52-7	Aldéhyde benzoïque	Benzaldehyde	Aldéhydes		Restrictions selon catégories	X
104-55-2	Aldéhyde cinnamique*	Cinnamic aldehyde*	Aldéhydes	Allergène étiquetable (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
122-03-2	Aldéhyde cuminique	Cuminaldheyde	Aldéhydes		Restrictions selon catégories	
101-86-0	Aldéhyde hexylcinnamique*	Hexyl cinnamal*	Aldéhydes	Allergène étiquetable (Annexe III)	Restrictions selon catégories	
1504-74-1	Aldéhyde méthoxycinnamique	o-Methoxycinnamaldehyde	Aldéhydes		Restrictions selon catégories	
101-39-3	Aldéhyde méthylcinnamique	α-Methylcinnamaldehyde	Aldéhydes		Restrictions selon catégories	
122-78-1	Aldéhyde phénylacétique	Phenylacetaldehyde	Aldéhydes		Restrictions selon catégories	
41270-80-8	Anthranilate de formyl- méthyle	Methyl n-formyl anthranilate	Composés plurifonctionnels		0,1%	

Numéro(s) CAS	Nom français	Dénomination commune	Famille chimique	Règlement (CE) Cosmétique	Recommandations IFRA	Impact IFRA
85-91-6	Anthranilate de méthyl-méthyle	Methyl n-methyl anthranilate	Composés plurifonctionnels		0,1%	X
494-40-6 2883-98-9 5273-86-9	Asarone	Asarone	Phénols méthyl-éthers		0,01% si HE seulement	
71-43-2	Benzène	Benzene	Hydrocarbures	Interdiction (Annexe II)	Interdiction	
120-51-4	Benzoate de benzyle*	Benzyl benzoate*	Esters	Allergène étiquetable (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
Non applicable	Benzoates d'alcool conidéryliques			Interdit (Annexe II) sauf si dans HE		
484-20-8	Bergaptène (5-MOP)	5-Methoxyfurocoumarin	Coumarines	Interdit (Annexe II) sauf si dans HE	Restrictions selon catégories	X
515-69-5 23089-26-1 23178-88-3 78148-59-1 76738-75-5 72691-24-8	α-Bisabolol	alpha-Bisabolol	Alcools		Restrictions selon catégories	X
13466-78-9	3-Carène	3-Carene	Monoterpènes	Restrictions (Annexe III)	Spécifications	
99-49-0	Carvone	Carvone	Cétones		Restrictions selon catégories	X
11028-42-5 469-61-4 546-28-1	Cedrène	Cedrene	Sesquiterpènes		Restrictions selon catégories	X
43052-87-5 24720-09-0 23726-94-5 23726-92-3 23696-85-7 23726-93-4 39872-57-6 33673-71-1 70266-48-7 35087-49-1 23726-91-2 35044-68-9 57378-68-4 71048-82-3	Cétones de Rose (Damascénone et isomères de Damascones)	Rose ketone	Cétones		Restrictions selon catégories	X

Numéro(s) CAS	Nom français	Dénomination commune	Famille chimique	Règlement (CE) Cosmétique	Recommandations IFRA	Impact IFRA
103-41-3	Cinnamate de benzyle*	Benzyl cinnamate*	Esters	Allergène étiquetable (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
141-27-5 106-26-3 5392-40-5	Citrals (Géranial, Néral)*	Geranial*, neral*	Aldéhydes	Allergène étiquetable (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
106-23-0 5949-05-3	Citronellal	Citronellal	Aldéhydes		Restrictions selon catégories	X
106-22-9 1117-61-9 26489-01-0 6812-78-8 141-25-3 7540-51-4	Citronello*	Citronello*	Alcools	Allergène étiquetable (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
91-64-5	Coumarine*	Coumarin*	Coumarines	Allergène étiquetable (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
93-51-6	Créosol	2-methoxy-4-methylphenol	Phénols méthyl-éthers		Restrictions selon catégories	
140-29-4	Cyanure de benzyle ou Phénylacétonitrile	Benzyl cyanide	Composés azotés	Interdit comme parfum (Annexe II)	0,01% si HE seulement	
106-02-5	Cyclopentadécanolide	Cyclopentadecanolide	Lactones		Restrictions selon catégories	
140-67-0 1407-27-8 77525-18-9	Estragol	Methyl chavicol	Phénols méthyl-éthers		Restrictions selon catégories	X
97-53-0	Eugénol*	Eugenol*	Phénols méthyl-éthers	Allergène étiquetable (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
19317-11-4	Farnésal	Farnesal	Aldéhydes		Restrictions selon catégories	
4602-84-0	Farnésol*	Farnesol*	Alcools	Allergène étiquetable (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
106-24-1	Géraniol*	Geraniol*	Alcools	Allergène étiquetable (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
18829-55-5	trans-2-Hepténal	Trans-2-heptenal	Hydrocarbures	Interdit comme parfum (Annexe II)	Interdiction	
531-59-9	Herniarine	7-méthoxycoumarin	Coumarines	Interdit comme parfum (Annexe II)	0,01% si HE seulement	X

Numéro(s) CAS	Nom français	Dénomination commune	Famille chimique	Règlement (CE) Cosmétique	Recommandations IFRA	Impact IFRA
6728-26-3	trans-2-Hexéнал	Trans-2-hexenal	Hydrocarbures	Restrictions (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
68956-56-9	Hydrocarbures terpéniques	Terpene hydrocarbons	Hydrocarbures	Restrictions (Annexe III)		
55722-59-3 1754-00-3 72203-98-6 72203-97-5	Isocitrals (Isonéral, Isogéranial)	3,7-dimethyl-3,6-octadienal	Aldéhydes		Restrictions selon catégories	X
97-54-1 5932-68-3	Isoeugéнол*	Isoeugenol*	Phénols méthyl-éthers	Allergène étiquetable (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
78-59-1	Isophorone	Isophorone	Cétones	Interdit (Annexe II)	0,0013% si HE seulement	
57-06-7	Isothiocyanate d'allyle	Allyl isothiocyanate	Composés azotés et soufrés	Interdit (Annexe II)	Interdiction	
54814-64-1 51154-96-2	Lactone de Massoïa	Massoia lactone	Lactones		Interdiction	
5989-27-5	Limonène*	Limonene*	Monoterpènes	Allergène étiquetable (Annexe III)	Spécifications	
78-70-6	Linalol*	Linalool*	Alcools	Allergène étiquetable (Annexe III)	Spécifications	
475-20-7 16846-09-6 19067-29-9	Longifolène	Longifolene	Sesquiterpènes		Restrictions selon catégories	X
80-62-6	Méthacrylate de méthyle	Methyl methacrylate	Esters		Interdiction	
1604-28-0	6-Méthyl-3,5-heptadièn-2-one	Methyl heptadienone	Cétones	Restrictions (Annexe III)	Restrictions selon catégories	
5406-12-2	p-Méthylhydro cinnamaldéhyde	p-Methylhydrocinnamic aldehyde	Aldéhydes	Restrictions (Annexe III)	Interdiction	
150-76-5	Méthyl éther d'hydroquinone ou Méquinol	p-Hydroxyanisol	Phénols méthyl-éthers	Restrictions (Annexe III)	Interdiction	
93-15-2	Méthyl eugéнол	Methyl eugenol	Phénols méthyl-éthers	Restrictions (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
33204-74-9	Oxyde de carvone	Carvone oxide	Éther-oxydes		Interdit	
2111-75-3	Périllaldéhyde	Perilla aldehyde	Aldéhydes	Restrictions (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
17369-59-4	Propylidène phthalide	Propylidene phthalide	Phthalides	Restrictions (Annexe III)	Restrictions selon catégories	

Numéro(s) CAS	Nom français	Dénomination commune	Famille chimique	Règlement (CE) Cosmétique	Recommandations IFRA	Impact IFRA
116-26-7	Safranal	2,3-dihydro-2,2,6-Triméthylbenzaldehyde	Aldéhydes		Restrictions selon catégories	
94-59-7 120-58-1 94-58-6	Safrole, isosafrole, dihydrosafrole	Safrole, Isosafrole, dihydrosafrole	Éther-oxydes	Interdit (Annexe II) sauf si dans HE	0,01% si HE seulement	X
6259-76-3	Salicylate d'hexyle	Hexyl salicylate	Esters		Restrictions selon catégories	
118-58-1	Salicylate de benzyle*	Benzyl salicylate*	Esters	Allergène étiquetable (Annexe III)	Restrictions selon catégories	X
65996-98-7 68917-63-5	Terpènes and terpénoïdes	Terpenes and terpenoides	Terpènes	Restrictions (Annexe III)		
99-86-5	α-Terpinène	alpha-Terpinene	Monoterpènes	Restrictions (Annexe III)		
99-85-4	γ-Terpinène	gamma-Terpinene	Monoterpènes	Restrictions (Annexe III)		
586-62-9	Terpinolène	Terpinolene	Monoterpènes	Restrictions (Annexe III)		
546-80-5 471-15-8 76231-76-0 1125-12-8	Thuyone	Thujone	Cétones		Restrictions selon catégories	X
108-88-3	Toluène	Toluene	Hydrocarbures		Interdiction	

Dans ce tableau-ci, nous remarquons qu'il n'y a pas de colonne relative au Code de la Santé publique (CSP) car seules des huiles essentielles font l'objet du monopole pharmaceutique.

La majorité des molécules du Tableau 22 figurent dans les recommandations de l'IFRA, sauf pour plusieurs termes regroupant diverses molécules qui ne sont mentionnés que dans l'Annexe II du Règlement Cosmétique : « Benzoates d'alcools conidéryliques », « Acétates d'alcools terpéniques », « Hydrocarbures terpéniques », etc.

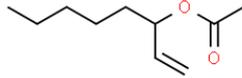
En raison de leur concentration dans les huiles essentielles, toutes ces molécules ne vont pas avoir le même impact sur les concentrations limites recommandées par l'IFRA. Ainsi, pour un constituant qui n'est qu'à l'état de traces dans une huile essentielle incorporée elle-même à des teneurs de l'ordre de 1%, voire moins, il est fort probable que la concentration limite soit très loin d'être atteinte (exemple du trans-2-hexénal). Cela est d'autant plus vrai que la molécule est spécifique d'une huile essentielle donnée. Au contraire, lorsqu'une molécule est très fréquemment retrouvée dans de nombreuses huiles essentielles, ou qu'elle est présente en grande quantité dans une huile essentielle donnée, il faudra être vigilant, même si les teneurs sont très faibles, car l'effet cumulatif peut rapidement faire grimper les chiffres (exemple des citrals : néral + géraniol).

En pratique, au vu des concentrations auxquelles sont utilisées les HE dans les produits cosmétiques et les teneurs de leurs constituants, seulement certaines molécules sont réellement susceptibles d'approcher les limites IFRA et éventuellement limiter la concentration d'HE utilisable dans le produit cosmétique. Sur les 71 molécules citées, il n'y en a donc que 32 qui demandent une vigilance particulière, et sont signalées dans la colonne « Impact IFRA ». Celles qui vont le plus fréquemment avoir un impact sont le géraniol, le citronellol et le méthyl eugénol.

Les pages 223 et 224 présentent les structures chimiques des molécules les plus importantes à citer, car elles sont signalées comme ayant un « impact IFRA » dans le Tableau 22. Les molécules sont regroupées, non pas par famille chimique, mais par « radical » chimique, c'est-à-dire le squelette sur lequel sont greffées les fonctions, afin de mieux visualiser et comprendre l'ensemble.



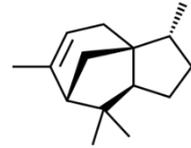
trans-2-Hexéнал



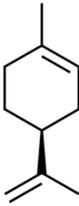
Acétate de 1-octèn-3-yle



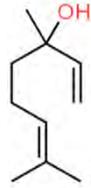
Longifolène



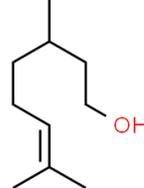
Cédrène



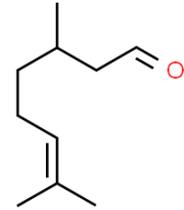
Limonène



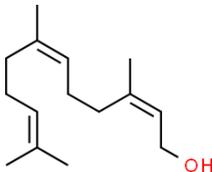
Linalol



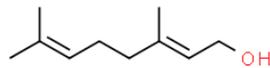
Citronellol



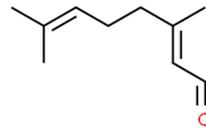
Citronellal



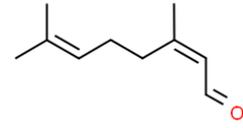
Farnésol



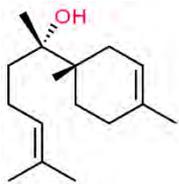
Géraniol



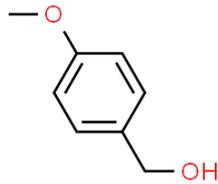
Géranial



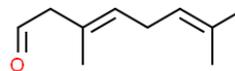
Néral



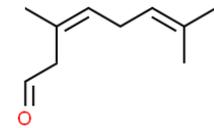
α-Bisabolol



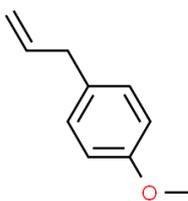
Alcool anisique



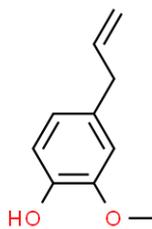
Isogéranial



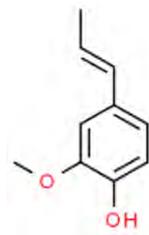
Isonéral



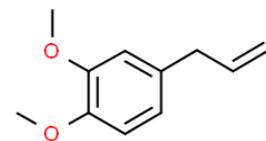
Estragol



Eugénol

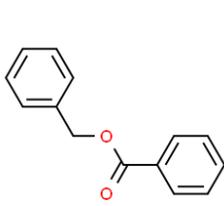


Isoeugénol

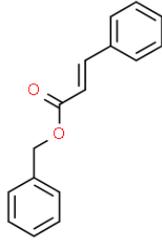


Méthyl eugénol

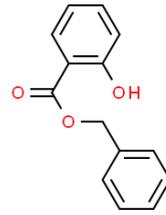
Figure 93. Vue d'ensemble des molécules dont la régulation a un impact sur les teneurs en huiles essentielles utilisables en cosmétique (partie 1 sur 2).



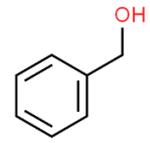
Benzoate de benzyle



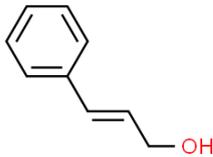
Cinnamate de benzyle



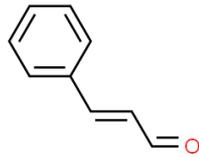
Salicylate de benzyle



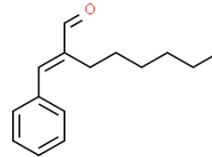
Alcool benzylique



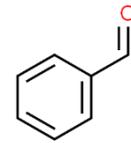
Alcool cinnamylique



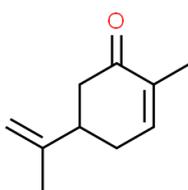
Aldéhyde cinnamique



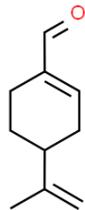
Aldéhyde hexyl cinnamique



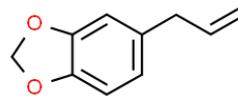
Benzaldéhyde



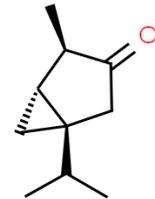
Carvone



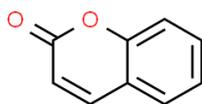
Périllaldéhyde



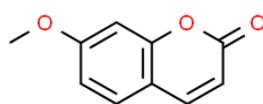
Safrole



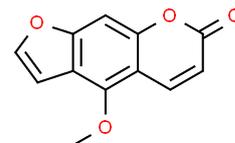
Thuyone



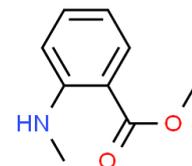
Coumarine



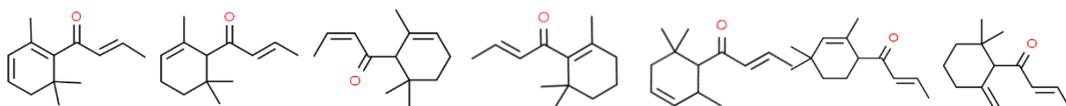
Herniarine



Bergaptène



N-méthyl anthranilate de méthyle



Cétones de Rose

Figure 94. Vue d'ensemble des molécules dont la régulation a un impact sur les teneurs en huiles essentielles utilisables en cosmétique (partie 2 sur 2).

5.8.3 Calcul de la teneur maximale en huile essentielle dans le produit

Pour calculer la teneur maximale d'huile essentielle que l'on peut incorporer dans le produit fini (C_{HE} dans produit), le calcul consiste en un produit en croix comme présenté dans l'Équation 5 ci-dessous :

$$C_{HE} \text{ limite dans produit} = \frac{C_{\text{molécule}} \text{ limite dans produit}}{C_{\text{molécule}} \text{ dans HE}} \times 100$$

Équation 5. Calcul de la teneur maximale d'HE dans un produit selon les restrictions.

Prenons l'exemple de l'HE de Rose (*Rosa × damascena*) dans le cas d'une crème visage (catégorie 5B). Parmi ses constituants, ceux qui font l'objet d'une régulation sont présentés dans le Tableau 23. La dernière colonne présente les résultats effectués selon l'Équation 5 ci-dessus.

Tableau 23. Comparaison des concentrations et des limites selon les restrictions à l'Annexe III et IFRA.

	C_{molécule} dans HE	C_{molécule} limite dans produit		C_{HE} limite dans produit
		Annexe III (CE)	IFRA	
Citronellol	30 %		3,2 %	10,7 %
Géraniol	25 %		1,2 %	4,8 %
Farnésol	2 %		0,29 %	14,5 %
Citral	1 %		0,15 %	15 %
Linalol	6 %			
Eugénol	1 %		0,64 %	64 %
Méthyl eugénol (HE complète, non traitée)	3 %	0,0002 %	0,00058 %	0,0067 %
Méthyl eugénol (HE « sans méthyl eugénol »)	0,6 %	0,0002 %	0,00058 %	0,033 %

À part le méthyl eugénol, tous sont des allergènes étiquetables selon l'Annexe III du règlement cosmétique. Comme on se retrouve dans le cas d'un produit sans rinçage, leur présence devra être mentionnée dans la liste INCI des ingrédients si leur teneur dans le produit excède 0,001%.

Concernant le Linalol, il n'existe pas de restrictions, mais seulement des spécifications dans les recommandations IFRA sur le taux de peroxydes (< 20 millimoles/L).

Dans la réglementation cosmétique, seul le méthyl eugénol y figure, et la teneur limite est d'ailleurs plus restrictive que celle proposée par l'IFRA. C'est donc la teneur de 0,0002 % qui a été retenue dans les calculs.

On observe que la teneur la plus limitante pour l'HE dans le produit fini est liée à la présence de méthyl eugénol. C'est pourquoi l'HE de Rose fait l'objet d'un traitement pour l'enlever, et que l'on peut trouver des « HE de Rose sans méthyl eugénol ». En effet, cela limiterait sinon à 0,0067% d'HE dans le produit fini, ce qui est bien trop faible. Avec l'HE retraitée, la teneur abaissée en méthyl eugénol permet alors de monter jusqu'à 0,033 % d'HE de Rose dans le produit cosmétique.

Cela illustre bien le fait que si les huiles essentielles se retrouvent à de faibles concentrations dans le produit cosmétique, ce n'est pas le fruit du hasard. Les toxicités que peuvent présenter les diverses molécules constituant une huile essentielle sont une réalité qui impacte directement l'usage que l'on peut en faire en cosmétique, d'où toute l'importance d'en connaître les dangers, pour pouvoir en maîtriser le risque à travers le juste dosage.

Au-delà de ces calculs qui renseignent des teneurs maximales potentielles, le toxicologue peut tout à fait proposer une limite de dose inférieure, à la lumière des résultats de l'évaluation de la sécurité qu'il aura conduite.

CONCLUSION

Les huiles essentielles sont des ingrédients particuliers qui requièrent un large éventail de connaissances scientifiques pour pouvoir en cerner les enjeux industriels en matière de sécurité et de réglementation.

Les éléments de botanique, chimie et procédés ont d'abord permis de comprendre comment choisir une huile essentielle de qualité. Ensuite, comme pour tout ingrédient cosmétique, nous avons vu que l'évaluation de la sécurité des huiles essentielles passe par l'évaluation du risque, notion qui combine le profil toxicologique de la substance et l'exposition prévue au produit cosmétique. Cela a permis d'établir des restrictions qui, nous l'avons vu, sont propres à chaque huile essentielle, voire des interdictions pour celles qui présentent un risque plus important. Les acteurs impliqués dans cette réglementation sont nombreux, et elle sera amenée à évoluer, rythmée par les avancées scientifiques qui affineront les connaissances à ce sujet. Le plus important est donc de comprendre la structure de la réglementation, pour pouvoir être autonome dans son actualisation.

Pour tout collaborateur néophyte dans une ou plusieurs des thématiques abordées, il est normal de ne pas tout assimiler dès la première lecture, tant l'interdépendance des notions complique la séparation des différentes parties. Les renvois entre parties sont donc nombreux, et il sera souvent nécessaire de naviguer entre elles pour consolider l'ensemble, c'est là toute la complexité des huiles essentielles.

Le but de ce travail est avant tout d'« éduquer » le lecteur sur le sujet, lui faire comprendre la structure générale, l'inciter à la réflexion et le rendre autonome dans ses lectures ultérieures. Pour cela, ce travail permet de mettre également en pratique l'une des missions principales du Pharmacien qui est la vulgarisation scientifique, c'est-à-dire de faciliter l'accès à l'information scientifique pour un public non averti en utilisant un langage « décodé » accessible à tous. Cela s'illustre aussi bien par l'accompagnement des patients à l'officine, que par des missions de communication scientifique pour un pharmacien industriel. Le challenge est donc de préserver la vérité scientifique et un niveau de détail suffisant, malgré les simplifications nécessaires, tout en restant compréhensible pour une personne non initiée.

Cela soulève un autre enjeu de l'industrie cosmétique qui est de plus en plus présent : celui de la communication. La curiosité du consommateur n'a jamais été aussi importante envers la composition des produits cosmétiques et la sécurité de ceux-ci. Cela s'inscrit dans une démarche plus globale de nombreux consommateurs qui cherchent à mieux comprendre la science derrière les produits et choisir ainsi de façon

« éclairée ». Malheureusement, la multiplication des sources d'information avec internet implique le danger de la désinformation. Il est difficile pour le consommateur de discerner les sources fiables des autres. L'enjeu de communication pour les marques est donc plus que jamais important : il ne s'agit plus de vendre simplement un produit, mais de garantir et justifier une efficacité, une innocuité, et d'éduquer le consommateur.

Confondre huile essentielle et absolue, danger et risque, propriété de l'ingrédient et bénéfice produit, etc. sont autant d'approximations qu'il est important d'éclaircir. De plus en plus d'outils existent pour décrypter les listes d'ingrédients, et pour les huiles essentielles la notion d'allergènes revient souvent. La démarche de vouloir informer le consommateur est louable mais mériterait d'être plus aboutie, car l'amalgame entre les dangers intrinsèques aux huiles essentielles, certes existants, mais décorrés du risque réel auquel est exposé le consommateur, risquerait de nuire à long terme à cette famille d'ingrédients.

Pendant longtemps, la notion de « naturel » a été opposée à celle de « chimique » qui a acquis une connotation négative, alors que toute substance est fondamentalement chimique. La naturalité a alors été opposée à la notion de « synthétique », mais les progrès de l'industrie chimique font qu'il est désormais possible de reproduire par synthèse verte de nombreuses molécules retrouvées dans la nature, effaçant ainsi la frontière entre naturel et synthétique. Ce n'est plus tant la molécule en elle-même qui importe, mais la source de la matière première, fossile ou renouvelable (issue du végétal), et le niveau de dénaturation de celle-ci, représentant ainsi un nouvel enjeu pour l'industrie.

Après les préoccupations autour de la toxicité des ingrédients et des notions d'éthique avec l'interdiction de l'expérimentation animale, la tendance actuelle est à l'éco-responsabilité, au développement durable, aux énergies renouvelables, aux matières biodégradables et à l'engagement sociétal. Ces notions sont au cœur de l'innovation par les industries ces dernières années et s'inscrivent dans une démarche de durabilité. Renforcé par le poids de l'opinion publique à ce sujet, et les consommateurs de plus en plus consciencieux dans leur choix, le défi est de taille.

Dans ce contexte, les huiles essentielles sont des ingrédients naturels, efficaces et sûrs lorsque maîtrisés, qui ont le potentiel de répondre à tous les enjeux industriels et sociétaux, dont l'usage cosmétique ne saurait décroître dans les prochaines années.

BIBLIOGRAPHIE

1. Association professionnelle de Cosmétique écologique et Biologique (Cosmébio). Dossier de presse Comébio : moteur du marché français de la cosmétique bio en pleine croissance. 2019.
2. Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM). Pharmacopée française - 11ème édition. 2016.
3. Franchomme P. La science des huiles essentielles médicinales. Guy Trédaniel; 2015. 580 p.
4. Festy D. Ma bible des huiles essentielles : guide complet d'aromathérapie. Leduc.s éditions; 2008. 552 p.
5. La famille Gattefossé : Gattefossé • 140 ans d'esprit scientifique [Internet]. [cité 12 oct 2020]. Disponible sur: <https://gattefosse140.com/la-famille-gattefosse/>
6. Faucon M. Traité d'aromathérapie scientifique et médicale : fondements & aide à la prescription. Sang de la terre; 2015. 557 p.
7. Franchomme P, Pénoël D, Jollois R. L'aromathérapie exactement : encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des extraits aromatiques. Jollois; 2001. 490 p.
8. Cours de biologie végétale sur les tissus sécréteurs de l'Université Virtuelle de Tunis [Internet]. [cité 13 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/bv/biologie-v-2/cadres/Lecon2/tissu1/intro.htm>
9. Lis-Balchin M. Aromatherapy science: a guide for healthcare professionals. Pharmaceutical Press; 2006. 462 p.
10. Blog « DuBruitDansLaCuisine - Opus I » - Article Le millepertuis – « Hypericum Perforatum » [Internet]. [cité 13 oct 2020]. Disponible sur: <http://kegineryann.unblog.fr/le-millepertuis/>
11. de la Charie T. Se soigner par les huiles essentielles: Pourquoi et comment ça marche ? Monaco: Editions du Rocher; 2019.
12. Neish AC. Biosynthetic Pathways of Aromatic Compounds. Annual Review of Plant Physiology. juin 1960;11(1):55-80.
13. Lecointre G, Visset DLG. Classification phylogénétique du vivant. Belin; 2001. 543 p.
14. Grimoult C. L'évolution biologique en France : une révolution scientifique, politique et culturelle. Droz; 2001. 298 p.
15. Traditional_Reptilia.jpg (2439×1967) [Internet]. [cité 26 oct 2020]. Disponible sur: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2f/Traditional_Reptilia.jpg
16. Chase MW, Christenhusz MJM, Fay MF, Byng JW, Judd WS, Soltis DE, et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society. 1

- mai 2016;181(1):1-20.
17. Prelli R, Boudrie M. Les fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale. Belin; 2002. 432 p.
 18. Cole T, Hilger H, Stevens P. Angiosperm Phylogeny Poster – Flowering Plant Systematics. PeerJ PrePrints. 2016;
 19. Giles PM. Revised section F: Natural products and related compounds. Pure and Applied Chemistry. 1999;71(4):587-643.
 20. Moss M, Hewitt S, Moss L, Wesnes K. Modulation of cognitive performance and mood by aromas of peppermint and ylang-ylang. International Journal of Neuroscience. janv 2008;118(1):59-77.
 21. Moss M, Cook J, Wesnes K, Duckett P. Aromas of rosemary and lavender essential oils differentially affect cognition and mood in healthy adults. International Journal of Neuroscience. 1 janv 2003;113(1):15-38.
 22. Moss L, Rouse M, Wesnes KA, Moss M. Differential effects of the aromas of Salvia species on memory and mood. Human Psychopharmacology. 2010;25(5):388-96.
 23. Chamine I, Oken BS. Aroma Effects on Physiologic and Cognitive Function Following Acute Stress: A Mechanism Investigation. Journal of Alternative and Complementary Medicine. 1 sept 2016;22(9):713-21.
 24. A Comprehensive Guide to Essential Oil Extraction Methods [Internet]. [cité 26 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.newdirectionsaromatics.com/blog/articles/how-essential-oils-are-made.html>
 25. DFD - La technologie du CO2 supercritique [Internet]. [cité 26 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.dfd-co2.com/fr/la-technologie-du-co2-supercritique.html>
 26. Certification environnementale : liste des organismes certificateurs agréés par le ministère de l'Agriculture | Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation [Internet]. [cité 24 oct 2020]. Disponible sur: <https://agriculture.gouv.fr/certification-environnementale-liste-des-organismes-certificateurs-agrees-par-le-ministere-de>
 27. Agriculture biologique | economie.gouv.fr [Internet]. [cité 24 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Publications/Vie-pratique/Fiches-pratiques/Agriculture-biologique>
 28. Cosmebio, Ecocert, BDIH, Icea, Soil-Association. Référentiel COSMOS - Référentiel définissant les cosmétiques biologiques et naturels. 2020;
 29. 7 engagements - BIOPARTENAIRE [Internet]. [cité 19 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.biopartenaire.com/le-label-biopartenaire/engagements/>
 30. Fair for Life - A propos [Internet]. [cité 19 oct 2020]. Disponible sur: https://www.fairforlife.org/pmws/indexDOM.php?client_id=fairforlife&page_id=about&lang_iso639=fr
 31. Nos engagements qualité | PHYTOSUN arômes [Internet]. [cité 24 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.phytosunaroms.com/nos-engagements-qualité>

32. Les huiles essentielles | Pranarôm [Internet]. [cité 24 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.pranarom.fr/fr/content/24-les-huiles-essentielles#label-hect>
33. What is Gas Chromatography | Shimadzu [Internet]. [cité 26 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.ssi.shimadzu.com/products/gas-chromatography/fundamental-guide-to-gas-chromatography/what-is-gas-chromatography.html>
34. Ghanmi M, Satrani B, Aafi A, Isamili MR, Houti H, El Monfalouti H, et al. Effect of harvest period on yield, chemical composition and bioactivity sagebrush's (*Artemisia herba-alba*) essential oils in Guercif (Eastern region of Morocco). *Phytotherapie*. 2010;8(5):295-301.
35. Miraldi E, Giachetti D, Ferri S. Quality control of aromatic drugs reported in European Pharmacopoeia 3rd edition. *Farmaco*. 1 juill 2001;56(5-7):365-71.
36. Cuchet A, Jame P, Anchisi A, Schiets F, Oberlin C, Lefèvre JC, et al. Authentication of the naturalness of wintergreen (*Gaultheria* genus) essential oils by gas chromatography, isotope ratio mass spectrometry and radiocarbon assessment. *Industrial Crops and Products*. 15 déc 2019;142.
37. Bernauer U, Bodin L, Pieter-Jan C, Dusinska M, Janine E, Gaffet E, et al. The SCCS Notes of Guidance for the Testing of Cosmetic Ingredients and their Safety Evaluation 10th revision. SCCS/1602/18. 2018;(October).
38. Haber LT, Dourson ML, Allen BC, Hertzberg RC, Parker A, Vincent MJ, et al. Benchmark dose (BMD) modeling: current practice, issues, and challenges. *Critical Reviews in Toxicology*. 28 mai 2018;48(5):387-415.
39. More SJ, Bampidis V, Benford D, Bragard C, Halldorsson TI, Hernández-Jerez AF, et al. Guidance on the use of the Threshold of Toxicological Concern approach in food safety assessment. *EFSA Journal*. 1 juin 2019;17(6):5708.
40. Méliissopoulos A, Levacher C. *La peau: structure et physiologie*. 2ème édition. Lavoisier; 2012.
41. [structure-de-la-peau.jpg \(1720x1386\)](https://natstory-cosmetiques.fr/wp-content/uploads/2019/03/structure-de-la-peau.jpg) [Internet]. [cité 26 oct 2020]. Disponible sur: <https://natstory-cosmetiques.fr/wp-content/uploads/2019/03/structure-de-la-peau.jpg>
42. Bremmer HJ, Prud'homme de Lodder L, Van Engelen J. *Cosmetics Face Sheet to Assess The Risks For the Consumer*. Update to RIVM Report 6128100. 2006;1-77.
43. Hall B, Tozer S, Safford B, Coroama M, Steiling W, Leneveu-Duchemin MC, et al. European consumer exposure to cosmetic products, a framework for conducting population exposure assessments. Vol. 45, *Food and Chemical Toxicology*. Elsevier Ltd; 2007. p. 2097-108.
44. Réseau français des centres régionaux de pharmacovigilance (RFCRPV). *Médicaments et photosensibilité* [Internet]. [cité 25 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.rfcrpv.fr/medicaments-et-photosensibilite-2/>
45. Tisserand R, Young R. *Essential Oil Safety: A Guide for Health Care Professionals: Second Edition*. *Essential Oil Safety: A Guide for Health Care Professionals: Second Edition*. Churchill Livingstone; 2013. 1-780 p.
46. Henley D V., Lipson N, Korach KS, Bloch CA. Prepubertal Gynecomastia Linked to

- Lavender and Tea Tree Oils. *New England Journal of Medicine*. 1 févr 2007;356(5):479-85.
47. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé (AFSSAPS). Recommandations relatives à l'évaluation du risque lié à l'utilisation des huiles essentielles dans les produits cosmétiques. 2010.
 48. ISO 9235:2013(fr), Matières premières aromatiques naturelles — Vocabulaire [Internet]. [cité 23 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9235:ed-2:v1:fr>
 49. Catalogue des normes ISO publiées par le comité technique ISO/TC 54 - Huiles essentielles [Internet]. [cité 23 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.iso.org/fr/committee/48956/x/catalogue/p/1/u/0/w/0/d/0>
 50. ISO 16128-1:2016 - Lignes directrices relatives aux définitions techniques et aux critères applicables aux ingrédients et produits cosmétiques naturels et biologiques - Partie 1 : Définitions des ingrédients [Internet]. [cité 21 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.iso.org/fr/standard/62503.html>
 51. ISO 16128-2:2017 - Lignes directrices relatives aux définitions techniques et aux critères applicables aux ingrédients et produits cosmétiques naturels et biologiques - Partie 2 : Critères relatifs aux ingrédients et aux produits [Internet]. [cité 21 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.iso.org/fr/standard/65197.html>
 52. ISO/TR 22582:2019 - Méthodes d'évaporation des extraits et de calcul des indices biologiques - Informations complémentaires à utiliser avec l'ISO 16128-2 [Internet]. [cité 21 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.iso.org/fr/standard/73504.html>
 53. Les questions des consommateurs sur la norme ISO 16128 - Cosmébio [Internet]. [cité 2 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.cosmebio.org/fr/nos-dossiers/2017-12-questions-consommateurs-norme-iso-16128/>
 54. Décryptage de la norme ISO 16128 relative aux cosmétiques bio [Internet]. [cité 2 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.cosmebio.org/fr/nos-dossiers/norme-iso-16128-cosmetiques-bio/>
 55. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé (AFSSAPS). Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. 2008.
 56. Parlement européen et Conseil de l'Union européenne. Règlement (CE) No 1223/2009 du Parlement Européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques. *Journal officiel de l'Union européenne*. 2009;59-209.
 57. Réglementation des cosmétiques : vers un étiquetage avec 87 allergènes ! - INCI Beauty [Internet]. [cité 3 nov 2020]. Disponible sur: <https://incibeauty.com/blog/73-reglementation-des-cosmetiques-vers-un-etiquetage-avec-87-allergenes>
 58. Comité Scientifique pour la Sécurité du Consommateur (CSSC). Scientific Committee on Consumer Safety SCCS OPINION on Fragrance allergens in cosmetic products. 2012;
 59. Allergènes cosmétiques: la Commission européenne a lancé la consultation publique - Commission européenne [Internet]. [cité 17 nov 2020]. Disponible sur: <https://cosmeticobs.com/fr/articles/commission-europeenne-45/allergenes->

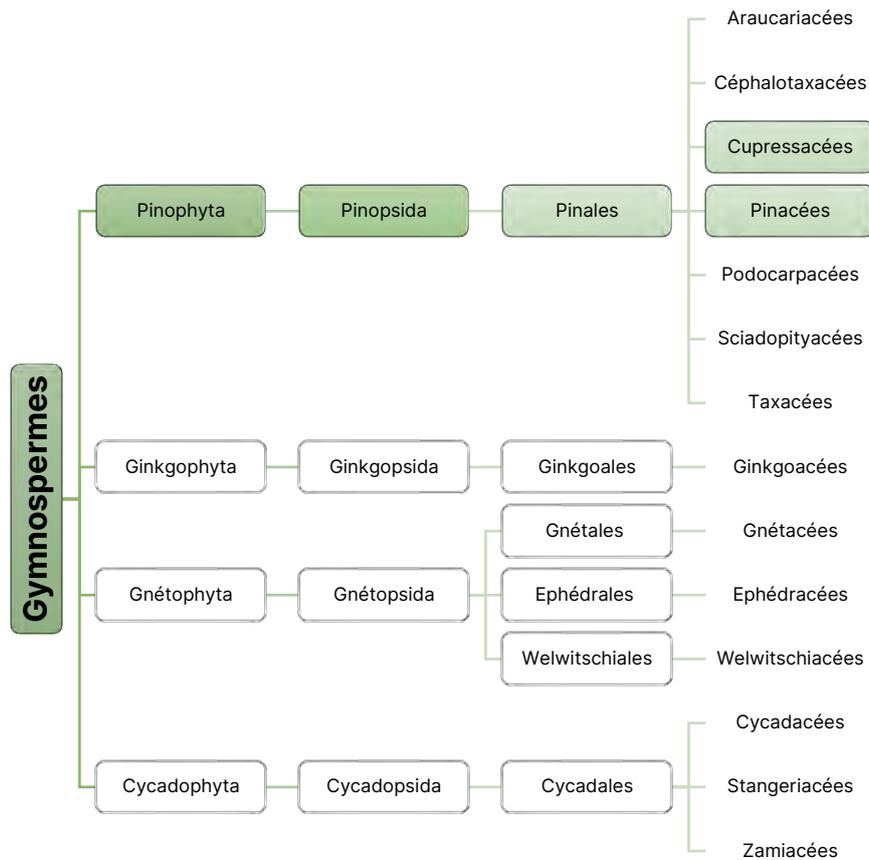
cosmetiques-la-commission-europeenne-a-lance-la-consultation-publique-5022

60. Européenne C. Règlement (UE) n° 655/2013 de la commission du 10 juillet 2013 établissant les critères communs auxquels les allégations relatives aux produits cosmétiques doivent répondre pour pouvoir être utilisées. Journal officiel de l'Union européenne. 2013;
61. Agence nationale de la sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM). Questions/Réponses sur la réglementation des produits cosmétiques. 2014.
62. Recommandation Produits cosmétiques V8 (en vigueur le 1er juillet 2019) - ARPP [Internet]. [cité 31 oct 2020]. Disponible sur: https://www.arpp.org/nous-consulter/regles/regles-de-deontologie/recommandation-produits-cosmetiques-v8/#toc_0_19
63. Un point de la DGCCRF sur le contrôle des allégations cosmétiques - Comptes-rendus Congrès [Internet]. [cité 17 nov 2020]. Disponible sur: <https://cosmeticobs.com/fr/articles/compte-rendus-congres-48/un-point-de-la-dgccrf-sur-le-controle-des-allegations-cosmetiques-5513>
64. CosIng - Cosmetics - GROWTH - European Commission [Internet]. [cité 27 oct 2020]. Disponible sur: <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/cosing/>
65. Code de la santé publique - Légifrance [Internet]. [cité 24 oct 2020]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006072665/
66. Lorvellec S. Qu'est-ce qu'un médicament? Revue juridique de l'Ouest. 1989;2(4):541-9.
67. Mergelin F, Fouassier É. Le juge européen et la notion de médicament: la subsidiarité et la civilisation en question. Recueil Dalloz. 8 janv 2015;10(1).
68. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé (AFSSAPS). Produits cosmétiques à base de terpénoïdes: camphre, eucalyptol, menthol. Recommandations à l'attention des fabricants et responsables de la mise sur le marché. Afssaps. 2008;(0):1-3.
69. International Organization of the Flavor Industry (IOFI). Global Reference List of Natural Complex Substances / Natural Flavouring Complexes. 2020;1-21.
70. European Federation of Essential Oils (EFEO) / International Fragrance Association (IFRA). Directives relatives à l'identification de substances et à la similitude des substances naturelles complexes (SNC) en vertu des règlements REACH et CLP. 2015 août.
71. Parlement européen et Conseil de l'Europe. Règlement (CE) n° 1907/2006 du parlement européen et du conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH). Journal officiel de l'Union européenne. 30 déc 2006;396(1).
72. Réglementation - CIHEF - Comité Interprofessionnel des Huiles Essentielles Françaises [Internet]. [cité 29 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.cihef.org/interprofession-huiles-essentielles-francaises/reglementation-reach-clp#le-reglement-reach>

73. Classification et étiquetage des produits chimiques. Comprendre les deux systèmes d'étiquetage des produits chimiques - Risques - INRS [Internet]. [cité 28 oct 2020]. Disponible sur: <http://www.inrs.fr/risques/classification-etiquetage-produits-chimiques/comprendre-systemes-etiquetage-produits-chimiques.html>
74. Parlement européen et Conseil de l'Union européenne. Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le Journal officiel de l'Union européenne. 31 déc 2008;L353(2).
75. European Chemicals Agency (ECHA). Guide sur les fiches de données de sécurité et les scénarios d'exposition. 2018 juin.
76. Plan d'action continu communautaire - ECHA [Internet]. [cité 27 oct 2020]. Disponible sur: <https://echa.europa.eu/fr/regulations/reach/evaluation/substance-evaluation/community-rolling-action-plan>
77. Conseil de l'Europe. Les plantes dans les cosmétiques : plantes et préparations à base de plantes utilisées en tant qu'ingrédients dans les produits cosmétiques. Vol. 1. 2002. 218 p.
78. Conseil de l'Europe. Les plantes dans les cosmétiques : plantes et préparations à base de plantes utilisées en tant qu'ingrédients dans les produits cosmétiques. 2001. 195 p.
79. Conseil de l'Europe. Plants used in cosmetics - Volume III: Potentially harmful components. Vol. 3. 2006. 270 p.
80. European Federation of Essential Oils (EFEO) / International Fragrance Association (IFRA). Directives relatives à l'évaluation environnementale des substances naturelles complexes (SNC). 2016 mai.
81. International Fragrance Association. GUIDANCE FOR THE USE OF IFRA STANDARDS. 2020.
82. International Fragrance Association (IFRA). IFRA Standards overview - 49th Amendment (.xlsx). 2020.
83. Duke JA. Handbook of Phytochemical Constituents of GRAS Herbs and Other Economic Plants: Herbal Reference Library. CRC Press; 2007.
84. Munro IC, Danielewska-Nikiel B. Comparison of estimated daily intakes of flavouring substances with no-observed-effect levels. Food and Chemical Toxicology. juin 2006;44(6):758-809.
85. Risques chimiques (SGH/CLP) - Ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion [Internet]. [cité 26 oct 2020]. Disponible sur: <https://travail-emploi.gouv.fr/sante-au-travail/prevention-des-risques-pour-la-sante-au-travail/autres-dangers-et-risques/article/risques-chimiques-sgh-clp>
86. Advanced Search for Chemicals - ECHA [Internet]. [cité 26 oct 2020]. Disponible sur: https://echa.europa.eu/fr/advanced-search-for-chemicals?p_p_id=dissadvancedsearch_WAR_disssearchportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=3

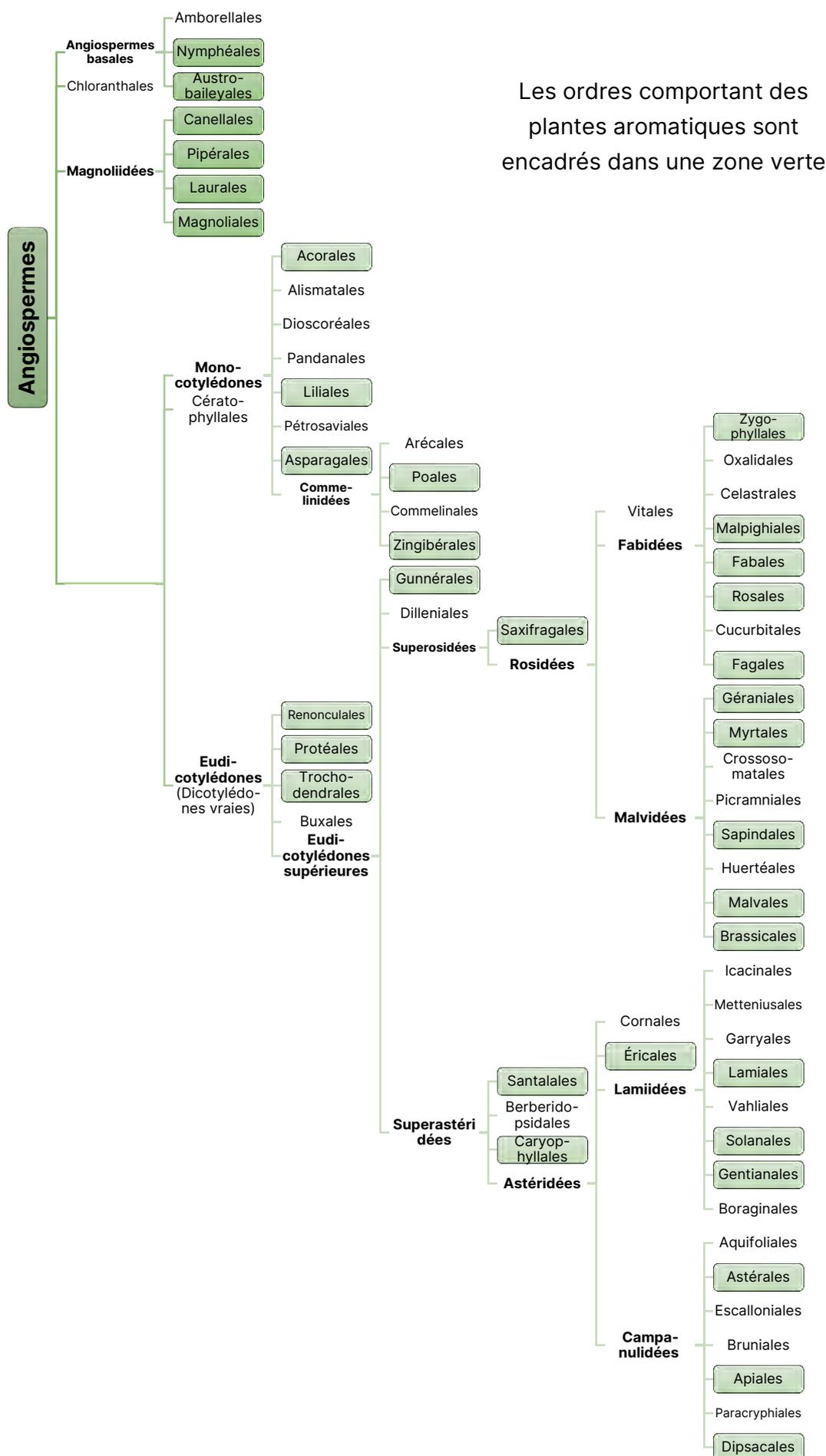
ANNEXES

Annexe A. Vue d'ensemble de la place des plantes aromatiques dans la classification phylogénétique des Gymnospermes.



Les ordres comportant des plantes aromatiques sont encadrés dans une zone verte.

Annexe B. Vue d'ensemble de la place des plantes aromatiques dans la classification phylogénétique des Angiospermes.



Annexe C. Tableau des rendements et durées moyennes de distillation de 138 plantes aromatiques. (2)

Plante	Rendements réels en pourcentage (%)	Durée moyenne en heures
<i>Achillea millefolium</i>	0,45	
<i>Agathosma betulina</i>	1 – 2	
<i>Aloysia citriodora</i>	0,072 – 0,195	1,5
<i>Ammi visnaga</i>	0,1	
<i>Anethum graveolens</i> (semences)	2,5 – 3,5	4
<i>Angelica archangelica</i> (semences)	1 – 2	
<i>Aniba rosaeodora</i>	5	24
<i>Apium graveolens</i> (semences)	1,5	24 ^a
<i>Artemisia dracunculus</i>	0,5	2
<i>Artemisia herba-alba</i> (ct. davanone)	0,2	3
<i>Artemisia herba-alba</i> (ct. α -thujone) (frais)	1 – 1,5	3
<i>Backhousia citriodora</i>	2 – 3,5	
<i>Boswellia sacra</i>	5 – 8	15
<i>Bulnesia sarmienti</i>	0,3 – 0,7	12
<i>Calamintha nepeta</i>	0,25 – 0,3	2
<i>Cananga odorata</i>	1 – 2	
<i>Canarium luzonicum</i>	11 – 12	6
<i>Carum carvi</i> (semences)	3 – 6	
<i>Cedrus deodara</i>	2,4 – 2,6	
<i>Chamaemelum nobile</i> (frais)	0,4 – 1	8
<i>Chamaemelum nobile</i> (sec)	0,8 – 1,5	
<i>Chrysopogon zizanioides</i>	0,4 –	12-30
<i>Cinnamomum camphora</i> (bois)	2 – 3	
<i>Cinnamomum camphora</i> (ct. cinéole)	1 – 2	
<i>Cinnamomum fragrans</i>	0,8	8
<i>Cinnamomum tamala</i> (folia)	2	
<i>Cinnamomum verum</i> (écorce)	1 – 1,7	5
<i>Cistus ladaniferus</i> (Espagne)	0,6 – 0,7	
<i>Cistus ladaniferus</i> (France)	0,02 – 0,1	3
<i>Citrus × aurantium</i> (feuilles)	0,2 – 0,4	
<i>Citrus × aurantium</i> (fleurs)	0,05 – 0,1	
<i>Citrus × aurantium</i> (zeste)	1 – 2	
<i>Citrus bergamia</i>	0,4 – 0,6	
<i>Citrus lemon</i> (zeste)	0,3 – 0,5	4
<i>Citrus × paradisi</i>	0,16 – 0,2	
<i>Citrus reticulata</i>	0,6 – 0,8	
<i>Citrus reticulata</i> (feuilles)	0,3 – 0,4	
<i>Citrus sinensis</i> (zeste)	0,2 – 0,8	
<i>Citrus sinensis</i> (feuilles)	0,2 – 0,4	
<i>Cladanthus mixtus</i>	0,2 – 0,3	
<i>Commiphora myrrha</i>	5 – 9	9
<i>Coriandrum sativum</i> (semences)	1,2 – 2	4
<i>Corymbia citriodora</i>	0,5 – 0,7	1

^a Avec arrêt intermédiaire de 12 heures.

Plante	Rendements réels en pourcentage (%)	Durée moyenne en heures
<i>Cuminum cyminum</i> (semences)	2 – 4	
<i>Cupressus sempervirens</i> (rameaux riches en bois)	0,2	4 ^a
<i>Cupressus sempervirens</i> (rameaux, peu de bois)	0,4 – 0,5	8
<i>Curcuma domestica</i>	1 – 2	
<i>Cymbopogon citratus</i> (sec)	1,8 – 2,2	
<i>Cymbopogon citratus</i> (frais)	0,4 – 0,5	
<i>Cymbopogon flexuosus</i>	0,5 – 0,6	
<i>Cymbopogon martini</i>	0,5 – 1,25	
<i>Cymbopogon nardus</i> (sec)	1 – 1,8	
<i>Cymbopogon nardus</i> (frais)	0,3 – 0,5	
<i>Cymbopogon winterianus</i> (sec)	1,6 – 2	
<i>Cymbopogon winterianus</i> (frais)	0,5 – 0,8	
<i>Daucus carota</i> (semence)	2 – 3	4
<i>Daucus carota</i> (feuille)	0,01 – 0,02	4
<i>Elettaria cardamomum</i>	2,3 – 6	6
<i>Eucalyptus globulus</i>	1 – 3	
<i>Eucalyptus radiata</i>	2	
<i>Foeniculum vulgare</i> (rameaux)	0,17	3
<i>Foeniculum vulgare</i> (semences)	2 – 6	
<i>Gaultheria punctata</i>	0,2 – 0,3	
<i>Helichrysum italicum</i>	0,2 – 0,25	
<i>Helichrysum stæchas</i>	0,13	2
<i>Hypericum perforatum</i>	0,025	
<i>Hyssopus officinalis</i> ssp. <i>officinalis</i>	0,15	
<i>Hyssopus officinalis</i> var. <i>decumbens</i>	0,25	1,5
<i>Illicium verum</i> (fruits secs)	8 – 9	60
<i>Illicium verum</i> (fruits frais)	2 – 4	48
<i>Inula graveolens</i>	0,125	
<i>Juniperus communis</i> ssp. <i>com.</i> (baies)	0,2 – 0,4	7
<i>Juniperus communis</i> ssp. <i>com.</i> (bois)	0,5	5 ^b
<i>Juniperus communis</i> ssp. <i>com.</i> (rameaux)	0,125	1 ^b
<i>Juniperus communis</i> var. <i>montana</i> (rameaux)	0,13 – 0,14	3
<i>Juniperus virginiana</i>	2,3 – 3,5	
<i>Laurus nobilis</i>	0,13 – 0,14	3
<i>Lavandula angustifolia</i> ssp. <i>angustifolia</i>	0,5 – 0,85	1-1,25
<i>Lavandula angustifolia</i> var. <i>mailette</i>	1,2	1
<i>Lavandula angustifolia</i> var. <i>materone</i>	1,2	1
<i>Lavandula latifolia</i> (ct. camphre)	0,5 – 0,8	
<i>Lavandula latifolia</i> (ct. cinéole)	0,4 – 0,5	1,25-1,3
<i>Lavandula stæchas</i>	0,3	2
<i>Lavandula</i> × <i>intermedia</i> Abrial	2 – 2,2	40 min ^b
<i>Lavandula</i> × <i>intermedia</i> Grosso	1,8 – 2,3	40 min ^b
<i>Lavandula</i> × <i>intermedia</i> Super	1,5 – 2	40 min ^b
<i>Levisticum officinalis</i> (racines)	0,1 – 1	
<i>Litsea cubeba</i>	0,3 – 0,8	

^a Avec arrêt intermédiaire de 4 à 8 heures.

^b Avec arrêt intermédiaire de 12 heures.

Plante	Rendements réels en pourcentage (%)	Durée moyenne en heures
<i>Matricaria recutita</i> (capitule)	0,3 – 0,8	
<i>Melaleuca alternifolia</i>	1 – 1,5	2
<i>Melaleuca quinquenervia</i> (ct. cinéole)	0,6 – 1	6
<i>Melissa officinalis</i>	0,005 – 0,01	2-3
<i>Mentha arvensis</i>	1,3 – 1,6	
<i>Mentha longifolia</i> (ct. pipéritonoxide)	0,07 – 0,09	3
<i>Mentha spicata</i>	0,7 – 1	1
<i>Mentha × piperita</i>	0,8 – 2,5	1,5
<i>Myrtus communis</i> (ct. cinéole)	0,18 – 0,28	1,5
<i>Myristica fragrans</i>	8 – 10	
<i>Nardostachys jatamensi</i>	0,5 – 1,8	
<i>Ocimum basilicum</i> var. <i>basilicum</i>	0,15 – 0,2	1-1,5
<i>Origanum compactum</i> (ct. carvacrol)	1 – 2	
<i>Origanum majorana</i>	0,2 – 0,3	1,5-3
<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>vulg.</i>	0,08	1,5
<i>Pelargonium × asperum</i>	0,15 – 0,2	
<i>Picea mariana</i>	1,5 – 6	
<i>Pimpinella anisum</i> (semence verte)	0,1 – 0,2	2-3
<i>Pinus sylvestris</i>	0,1 – 0,2	2-3
<i>Piper nigrum</i>	2,3 – 3,5	6
<i>Pistacia lentiscus</i> (lentisque)	0,015 – 0,05	2-3
<i>Pistacia lentiscus</i> (mastic)	1,8 – 2,2	6
<i>Pogostemon cablin</i>	2 – 3	24
<i>Rhododendron anthopogon</i>	0,26 – 0,6	
<i>Rosa × centifolia</i>	0,02 – 0,03	
<i>Rosa × damascena</i>	0,02 – 0,03	
<i>Rosmarinus officinalis</i> (ct. camphre)	0,35 – 0,4	1,25-1,5
<i>Rosmarinus officinalis</i> (ct. verbénone)	0,25 – 0,3	
<i>Salvia officinalis</i>	0,3 – 0,35	1,5-2
<i>Salvia officinalis</i> (dalmate)	0,1	1,5-2
<i>Salvia sclarea</i> (sec)	0,18 – 0,2	1-2
<i>Salvia sclarea</i> (frais)	0,09 – 0,1	1-2
<i>Santalum album</i>	4,5 – 6	48-72
<i>Santalum austrocaledonicum</i>	1 – 2	
<i>Santalum spicatum</i>	2 – 3	
<i>Santolina chamaecyparissus</i>	0,12	2
<i>Satureja montana</i> (ct. carvacrol)	0,05 – 0,25	1,5
<i>Schinus molle</i> (baies)	3 – 5	6-7
<i>Schinus terebinthifolius</i> (baies)	4 – 6	6-7
<i>Syzygium aromaticum</i>	13 – 15	
<i>Tanacetum annuum</i>	0,1	
<i>Tanacetum vulgare</i>	0,01 – 0,1	2
<i>Thymus satureioides</i>	0,6 – 0,8	1,5-2
<i>Thymus vulgaris</i> (ct linalol)	0,075 – 0,1	1-1,5
<i>Thymus vulgaris</i> (ct. thuyanol)	0,1 – 0,15	1-1,5
<i>Thymus vulgaris</i> (ct. thymol)	0,15 – 0,25	1,5
<i>Trachyspermum ammi</i>	3 – 4	
<i>Zingiber officinalis</i> (sec)	1,5 – 3	20
<i>Zingiber officinalis</i> (frais)	0,3 – 0,6	20

	N°Doc :	Date d'application: 25/06/2010 Maj/Update : 13/12/2019	Page 1/1
	FICHE TECHNIQUE / TECHNICAL DATA SHEET		
Nom du produit / <i>Product name</i> : HE LAVANDE CLONALE BIO / CLONAL LAVENDER OIL ORGANIC Référence du produit / <i>Product reference</i> :			
<u>INFORMATIONS GENERALES / GENERAL INFORMATION :</u>			
NOM LATIN / LATIN NAME :		<i>Lavandula angustifolia</i> Miller clones divers	
FAMILLE BOTANIQUE / BOTANICAL FAMILY :		Lamiacées / <i>Lamiaceae</i>	
PARTIE DISTILLEE / DISTILLED PART :		Sommités fleuries/flowering top	
MODE D'OBTENTION / PROCESSING METHOD:		Distillation à la vapeur d'eau de source / <i>steam distillation using spring water</i> 100 % pure et naturel / <i>100 % pure and natural</i> (Mention Biologique certifié par FR-BIO-01) / (<i>Organic certification certified by FR-BIO-01</i>)	
PROVENANCE / ORIGIN:		France	
<u>CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES / ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS:</u>			
Aspect / Appearance:		liquide limpide / <i>limpid liquid</i>	
Couleur / Colour:		Jaune clair / <i>light yellow</i>	
Odeur / Fragrance:		Caractéristique, agreste / <i>characteristic, pleasant</i>	
<u>DONNEES ANALYTIQUES MOYENNES / ANALYTICAL DATA:</u>			
Densité / specific gravity :		0,8700 à 0,9000	
Indice de réfraction / refractive index :		1,4540 à 1,4700	
Pouvoir rotatoire / optical rotation :		- 12° à - 5°	
Point éclair / flash point :		+ 71°C	
Principaux constituants / main components :		linalol, acétate de linalyle, β-ocimène	
<u>LEGISLATION / LEGISLATION :</u>			
Dénomination INCI / INCI denomination:		LAVANDULA ANGUSTIFOLIA OIL	
Dénomination CTFA / CTFA denomination:		LAVANDULA ANGUSTIFOLIA (LAVENDER) OIL	
N° d'enregistrement / Registration number:		N° CAS EU : 8000-28-0 N° EINECS : 90063-37-9	
Code douanier / Customs code:		33012941	
<u>STOCKAGE – TRANSPORT – MANIPULATION – DUREE DE CONSERVATION / STORAGE – FREIGHT – HANDLING - SHELF LIFE:</u>			
Conserver dans des récipients fermés, à l'abri de la lumière, à température stable et modérée. / <i>Store in closed packaging, away from light, at a steady and moderate temperature.</i>			
DDM = 3 ans / 3 years			
COORDONNÉES FOURNISSEUR Adresse postale – Code postal – Ville – Pays Numéro de téléphone – Adresse email			

Annexe E. Exemples de valeurs de NOEL pour 25 molécules présentes dans les HE. (84)

Famille chimique	Molécules retrouvées dans les HE	NOEL (mg/kg)
Alcool	Alcool cinnamique	54
Alcool	Alcool phényléthylique	120
Alcool	Bornéol	15
Alcool	Citronellol	51
Alcool	Farnésol	50
Alcool	Géraniol	50
Alcool	Santalols	120
Aldéhyde	Aldéhyde cinnamique	205
Aldéhyde	Aldéhyde cuminique	500
Aldéhyde	Citrals	100
Aldéhyde	Citronellal	51
Aldéhyde	Vanilline	1000
Cétone	Acétophénone	1000
Cétone	Camphre	75
Cétone	Pulégone	20
Coumarine	Dihydroxycoumarine	300
Ester	Salicylate de méthyle	50
Ether-oxyde	Eucalyptol	32
Ether-oxyde	Menthofurane	20
Phénol	Carvacrol	500
Phénol	Thymol	500
Phénol	Zingérone	280
Terpène	(+)-Limonène	300
Terpène	α -Pinène	300
Terpène	β -Caryophyllène	300

Plus la NOEL est petite, plus la dose pour laquelle une toxicité survient est faible. Les molécules les plus toxiques sont donc celles avec une NOEL petite. On observe que toutes les familles comportent des molécules plus toxiques et d'autres moins. Cela illustre que la famille chimique n'est pas le seul paramètre influençant la toxicité des molécules composant les huiles essentielles.

Catégorie	Type de produit	Surface d'application moyenne (cm ²)	Zone concernée	Fréquence d'application
Hygiène	Gel douche	17500	corps	1,43 /jour
	Savon mains	860	mains	10 /jour
	Huiles et sels de bain	16340	corps + mains	1 /jour
Soins pour cheveux	Shampooing	1440	mains + ½ tête	1 /jour
	Après-shampooing	1440	mains + ½ tête	0,28 /jour
	Produits coiffants	1010	½ mains + ½ tête	1,14 /jour
	Colorations semi-permanentes	580	½ tête	1 /semaine (20 minutes)
	Colorations permanentes	580	½ tête	1 /mois (30 minutes)
Soins pour la peau	Lotion corps	15670	corps + tête (femme)	2,28 /jour
	Crème visage	565	½ tête (femme)	2,14 /jour
	Crème visage + ½ cou avant	320		
	Crème visage + cou	80		
	Crème mains	860	mains	2 /jour
Maquillage	Fond-de-teint liquide	565	½ tête (femme)	1 /jour
	Démaquillant	565	½ tête (femme)	1 /jour
	Fard à paupières	24		2/jour
	Mascara	1,6		2/jour
	Eye-liner	3,2		2/jour
	Rouge à lèvres	4,8		2/jour
Déodorants	Déodorants spray et non-spray	200	aisselles	2 /jour
Parfums	Eau de toilette spray	200	corps	1 /jour
	Parfum spray	100	mains	1 /jour
Cosmétiques homme	Crème à raser	305	¼ mains (homme)	1 /jour
	Après-rasage	305	¼ mains (homme)	1 /jour
Produits solaires	Crème/Lotion solaire	17500	corps	2 /jour

Absolue : produit obtenu par extraction à l'éthanol à partir d'une concrète, d'une pommade florale, d'un résinoïde ou d'un extrait par fluide supercritique. La solution éthanolique obtenue est généralement refroidie et filtrée dans le but de supprimer les « cires » ; l'éthanol est ensuite éliminé par distillation.

Alcoolat : distillat résultant de la distillation d'une matière première naturelle en présence d'éthanol de titre variable.

Baume, oléorésine : caractérisée notamment par la présence de dérivés benzoïques et/ou cinnamiques.

Concrète : extrait obtenu à partir d'une matière première naturelle fraîche, par extraction au moyen d'un ou plusieurs solvant(s) qui est/sont ensuite totalement ou partiellement éliminé(s).

Distillat : produit de condensation obtenu après distillation d'une matière première naturelle.

Eau aromatique, hydrolat : distillat aqueux qui subsiste après l'entraînement à la vapeur d'eau et la séparation de l'huile essentielle lorsque c'est possible. L'eau aromatique peut subir des traitements physiques n'entraînant pas de changements significatifs de sa composition (par exemple filtration, décantation, centrifugation). Lorsque la partie distillée est une fleur, on peut parler d'eau florale.

Exsudat : matière première naturelle excrétée par la plante.

Extrait par fluide supercritique : extrait obtenu par traitement d'une matière première naturelle dans un fluide supercritique suivi d'une séparation par détente. L'extrait ainsi obtenu peut subir des traitements physiques n'entraînant pas de changement significatif de sa composition (filtration, décantation, centrifugation).

Extrait : produit obtenu par le traitement d'une matière première naturelle par un ou plusieurs solvant(s) qui est/sont ensuite totalement ou partiellement éliminé(s). La solution obtenue peut être refroidie et filtrée.

Gomme : exsudat principalement constitué de polysaccharides.

Gomme-oléorésine : exsudat principalement constitué de composés résineux, de gommes et de certaines quantités de composés volatils.

Gomme-résine : exsudat principalement constitué de composés résineux et de gomme.

Huile essentielle exprimée à froid : huile essentielle obtenue par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe du fruit d'un citrus (agrume), à température ambiante.

Huile essentielle obtenue par distillation sèche : huile essentielle obtenue par distillation de bois, écorces, racines ou gommages, sans addition d'eau ou de vapeur d'eau.

Huile essentielle obtenue par entraînement à la vapeur d'eau : huile essentielle obtenue par distillation à la vapeur d'eau avec ajout d'eau dans l'alambic (hydrodistillation) ou sans ajout d'eau dans l'alambic, (à la vapeur d'eau directe)

Huile essentielle : produit obtenu à partir d'une matière première naturelle d'origine végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe de fruits de citrus (agrumes), soit par distillation sèche, après séparation de l'éventuelle phase aqueuse par des procédés physiques. L'huile essentielle peut subir des traitements physiques n'entraînant pas de changement significatif de sa composition (filtration, décantation, centrifugation).

Matière première naturelle : matière première d'origine végétale, animale ou microbiologique, soit prise en l'état, soit transformée par des procédés physiques, enzymatiques ou microbiologiques, soit transformée par des procédés traditionnels de préparation (extraction, distillation, chauffage, torréfaction, fermentation).

Oléorésine : exsudat principalement constitué de composés résineux et de composés volatils. Cette oléorésine naturelle due à une exsudation se distingue d'une oléorésine d'extraction qui est un extrait d'épice ou d'herbe aromatique.

Pommade florale : corps gras parfumé obtenu à partir de fleur, soit par « enflourage à froid » (diffusion notamment des composés odorants de la fleur dans le corps gras), soit par « enflourage à chaud » (digestion ou immersion de la fleur dans le corps gras fondu)

Résine : produit obtenu à partir d'une oléorésine, par élimination aussi complète que possible des composés volatils.

Résinoïde : extrait obtenu à partir d'une matière première naturelle sèche d'origine végétale, par extraction au moyen d'un ou plusieurs solvant(s) qui est/ont ensuite totalement ou partiellement éliminé(s).

Teinture, infusion : solution obtenue par macération d'une matière première naturelle dans un éthanol de titre variable ou dans de l'eau.

Terpènes : produits principalement constitués d'hydrocarbures terpéniques obtenus comme sous-produits d'une huile essentielle soit par distillation, soit par concentration ou par d'autres techniques de séparation.

CLASSES DE DANGER PHYSIQUE

- Explosibles
- Gaz inflammables
- Aérosols
- Gaz comburants
- Gaz sous pression
- Liquides inflammables
- Matières solides inflammables
- Substances et mélanges auto-réactifs
- Liquides pyrophoriques
- Matières solides pyrophoriques
- Substances et mélanges auto-échauffants
- Substances et mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables
- Liquides comburants
- Matières solides comburantes
- Peroxydes organiques
- Substances ou mélanges corrosifs pour les métaux

CLASSES DE DANGER POUR LA SANTÉ

- Toxicité aiguë
- Corrosion cutanée/irritation cutanée
- Lésions oculaires graves/irritation oculaire
- Sensibilisation respiratoire ou cutanée
- Mutagénicité sur les cellules germinales
- Cancérogénicité
- Toxicité pour la reproduction
- Toxicité spécifique pour certains organes cibles-exposition unique
- Toxicité spécifique pour certains organes cibles-exposition répétée
- Danger par aspiration

CLASSES DE DANGER POUR L'ENVIRONNEMENT

- Dangers pour le milieu aquatique
- Dangereux pour la couche d'ozone

Annexe I. Liste des substances ayant fait l'objet d'un enregistrement REACH qui concernent des huiles essentielles, classées par tonnages annuels. (86)

0 à 10 tonnes par an		
Nom d'enregistrement en anglais	Numéro CE	Numéro CAS
Anthemis nobilis, ext.	616-968-8	8015-92-7
Arctium lappa, ext.	281-658-8	84012-13-5
Balsams, gurjun	232-444-8	8030-55-5
Boswellia papyrifera, ext.	289-621-8	89957-99-3
Bulnesia sarmienti, ext., sapond.	290-792-6	90244-88-5
Carrot, ext.	284-545-1	84929-61-3
Cedrus deodara, ext.	294-939-5	91771-47-0
Cinnamomum cassia, ext.	284-635-0	84961-46-6
Cyperus scariosus, ext.	294-955-2	91771-62-9
Elemol-rich fraction of essential oil of Canarium commune (Burseraceae) obtained from exudate by fractional distillation	947-958-4	-
Essential oil camphor-rich of Artemisia herba-alba (Asteraceae) obtained from herb by steam distillation	946-604-6	-
Essential oil of Blue tansy obtained from the flowers and leaves of Tanacetum annuum (Asteraceae) by steam distillation	948-910-5	-
Essential oil of Cedarwood obtained from the wood of Cupressus funebris (Cupressaceae) by steam distillation and washing - Terpenes	947-279-3	-
Essential oil of Cedarwood Texas obtained from the wood of Juniperus mexicana (Cupressaceae) by distillation - Cedrol	946-636-0	-
Essential oil of Cinnamon bark obtained from the bark of Cinnamomum zeylanicum, Lauraceae by distillation	943-043-9	-
Essential oil of Cistus ladaniferus L (Cistaceae) obtained from stems and leaves by distillation	946-570-2	-
Essential oil of Citrus aurantium var. amara or Bigaradia (Rutaceae) obtained from the flowers by steam distillation	639-655-8	8016-38-4
Essential oil of Ferula galbaniflua Boiss. et Buhse (Umbelliferae) obtained from the gum-resin by steam distillation	945-878-4	-
Essential oil of Matricaria recutita (Asteraceae) obtained from flower tops by steam distillation of European origin	947-664-6	-
Essential oil of Myroxylon balsamum var. pereirae (Fabaceae) obtained from the exudate by dry distillation	947-264-1	-
Essential Oil of Piper nigrum L. (Family: Piperaceae). Obtained by the steam distillation of dried unripe berries.	616-894-6	8006-82-4
Essential oil of Platycladus orientalis (L.) Franco obtained from branches and leaves by steam distillation followed by vacuum distillation	951-397-0	-
Essential oil of Schinus Terebinthifolius (Anacardiaceae) obtained from red berries by steam distillation	946-006-5	-
Evernia furfuracea, ext.	289-860-8	90028-67-4
Fir, Abies alba, ext.	289-870-2	90028-76-5

Nom d'enregistrement en anglais	Numéro CE	Numéro CAS
Fir, <i>Abies balsamea</i> , ext.	285-364-0	85085-34-3
<i>Fusanus spicatus</i> , ext.	296-618-5	92875-02-0
Ginger, ext.	283-634-2	84696-15-1
<i>Laurus nobilis</i> , ext.	283-272-5	84603-73-6
<i>Ledum palustre</i> , ext.	289-997-3	90063-39-1
<i>Matricaria recutita</i> , ext.	282-006-5	84082-60-0
<i>Myrtus communis</i> , ext.	282-012-8	84082-67-7
<i>Ocimum basilicum</i> , ext.	283-900-8	84775-71-3
Pine, <i>Pinus pinaster</i> , ext.	290-166-2	90082-75-0
Rectified Essential Oil of <i>Pogostemon cablin</i> (Lamiaceae) with high content in alpha and delta guaiene obtained from leaves by distillation.	947-393-3	-
Rhatany, <i>Krameria triandra</i> , ext.	283-919-1	84775-95-1
Rose, <i>Rosa damascena</i> , ext.	290-260-3	90106-38-0
Sage, <i>Salvia lavandulifolia</i> , ext.	290-272-9	90106-49-3
Sage, <i>Salvia officinalis</i> , ext.	282-025-9	84082-79-1
Sandalwood, ext.	284-111-1	84787-70-2
<i>Santalum austro-caledonicum</i> , ext.	295-223-5	91845-48-6
Savory, <i>Satureja hortensis</i> , ext.	283-922-8	84775-98-4
<i>Schinus molle</i> , ext.	305-104-2	94334-31-3
<i>Tagetes minuta</i> , ext.	294-862-7	91770-75-1
<i>Thuya occidentalis</i> , ext.	290-370-1	90131-58-1
<i>Thuya plicata</i> , ext.	305-105-8	94334-32-4
Thyme, <i>Thymus mastichina</i> , ext.	284-294-8	84837-14-9
Thyme, <i>Thymus vulgaris</i> , ext.	284-535-7	84929-51-1

10 à 100 tonnes par an

Nom d'enregistrement en anglais	Numéro CE	Numéro CAS
4-allylanisole	205-427-8	140-67-0
<i>Amyris balsamifera</i> , ext.	291-076-6	90320-49-3
<i>Artemisia herba-alba</i> , ext.	283-905-5	84775-75-7
<i>Bulnesia sarmienti</i> , ext.	289-632-8	89958-10-1
Cajuput, ext.	287-316-4	85480-37-1
Camphor tree, ext.	295-980-1	92201-50-8
Cardamom, ext.	288-922-1	85940-32-5
<i>Cedrus atlantica</i> , ext.	295-985-9	92201-55-3
<i>Commiphora myrrha</i> , ext.	284-510-0	84929-26-0
Coriander, ext.	283-880-0	84775-50-8
<i>Cymbopogon nardus</i> , ext.	289-753-6	89998-15-2

Nom d'enregistrement en anglais	Numéro CE	Numéro CAS
Cypress, <i>Cupressus funebris</i> , ext.	285-360-9	85085-29-6
Cypress, <i>Cupressus sempervirens</i> , ext.	283-626-9	84696-07-1
ECHA Substance	639-656-3	8016-26-0
Essential oil of <i>Boswellia carterii</i> (Burseraceae) obtained from gum by distillation	946-037-4	-
Essential oil of <i>Canarium commune</i> (Burseraceae) obtained from gum by steam distillation	945-898-3	-
Essential oil of Cedarwood Texas obtained from the wood of <i>Juniperus mexicana</i> (Cupressaceae) by distillation - Terpenes	946-670-6	-
Essential oil of <i>Cinnamomum camphora</i> (Lauraceae) obtained from leaves by steam distillation	947-255-2	-
Essential oil of Copaiba obtained from the exudate of <i>Copaifera</i> (Fabaceae) trees by distillation	946-913-6	-
Essential oil of Gurjun obtained from the resin tapped from <i>Dipterocarpus</i> trees (Dipterocarpaceae) by steam distillation (Gurjunene quality)	947-839-7	-
Essential oil of <i>Mentha Spicata</i> L., <i>Erospicata</i> (Labiatae) obtained from aerial parts by steam distillation	811-616-1	1563063-07-9
Essential oil of Petitgrain obtained from the leaves and twigs of <i>Citrus aurantium</i> (Rutaceae) by distillation	946-433-7	-
Essential oil of Ylang-Ylang III obtained from the flowers of <i>Cananga odorata</i> (Annonaceae) by steam distillation	947-049-2	-
Essential oil <i>Schinus Terebinthifolius</i> (Anacardiaceae) obtained from red berries by supercritical carbon dioxide extraction (indicative)	481-880-7	949495-68-5
Evernia prunastri, ext.	289-861-3	90028-68-5
Fir, <i>Abies sibirica</i> , ext.	294-351-9	91697-89-1
Juniper, <i>Juniperus communis</i> , ext.	283-268-3	84603-69-0
Lavender, <i>Lavandula latifolia</i> , ext.	284-290-6	84837-04-7
Marjoram, sweet, ext.	282-004-4	84082-58-6
<i>Myristica fragrans</i> , ext.	282-013-3	84082-68-8
Orange, sour, ext.	277-143-2	72968-50-4
Pepper (Piper), <i>P. nigrum</i> , ext.	284-524-7	84929-41-9
Pine, <i>Pinus mugo</i> , ext.	290-163-6	90082-72-7
Pine, <i>Pinus sylvestris</i> , ext.	281-679-2	84012-35-1
Sage, <i>Salvia sclarea</i> , ext.	283-911-8	84775-83-7
Star anise, <i>Illicium verum</i> , ext.	283-518-1	84650-59-9
Tangor, Murcote, ext.	297-672-2	93686-22-7
Thyme, <i>Thymus zygis</i> , ext.	285-397-0	85085-75-2
<i>Vetiveria zizanioides</i> , ext.	282-490-8	84238-29-9
Ylang-ylang, ext.	281-092-1	83863-30-3

100 à 1 000 tonnes par an

Nom d'enregistrement en anglais	Numéro CE	Numéro CAS
Allyl isothiocyanate	200-309-2	57-06-7
Bergamot, ext.	289-612-9	89957-91-5
Complex Substance of 4,11,11-trimethyl-8-methylenebicyclo[[7.2.0]undec-4-ene and 4-allyl-2-methoxyphenol and 4-allyl-2-methoxyphenyl acetate	904-912-8	84961-50-2
Cymbopogon winterianus, ext.	294-954-7	91771-61-8
Essential oil obtained from the leaves of Cymbopogon flexuosus, gramineae by distillation	943-552-6	-
Essential oil of Litsea, Litsea cubeba (Lauraceae) obtained from the fruits by distillation	943-438-6	-
Essential oil of Spearmint obtained from the aerial part of Mentha spicata and/or Mentha cardiaca (Lamiaceae) obtained by distillation	946-253-9	-
Grapefruit, ext.	289-904-6	90045-43-5
Juniper, Juniperus mexicana, ext.	294-461-7	91722-61-1
Juniper, Juniperus virginiana, ext.	285-370-3	85085-41-2
Lavender, Lavandula angustifolia, ext.	289-995-2	90063-37-9
Mandarin orange, ext.	284-521-0	84929-38-4
Melaleuca alternifolia, ext.	285-377-1	85085-48-9
Pelargonium graveolens, ext.	290-140-0	90082-51-2
Rosemary, ext.	283-291-9	84604-14-8

1 000 à 10 000 tonnes par an

Nom d'enregistrement en anglais	Numéro CE	Numéro CAS
Carvacrol-rich essential oil obtained from the leaves of Origanum spp., Labiatae, by distillation	947-697-6	-
Cinnamomum zeylanicum, ext.	283-479-0	84649-98-9
Eucalyptus maculata citriodora, ext.	286-249-8	85203-56-1
Geraniol	203-377-1	106-24-1
Lavender, Lavandula hybrida, ext.	294-470-6	91722-69-9
Lemon, ext.	284-515-8	84929-31-7
Lime (Citrus aurantifolia), ext.	290-010-3	90063-52-8
Melaleuca viridiflora extract	310-217-5	132940-73-9
Peppermint, ext.	282-015-4	84082-70-2

10 000 à 100 000 tonnes par an

Nom d'enregistrement en anglais	Numéro CE	Numéro CAS
Benzaldehyde	202-860-4	100-52-7
Mentha arvensis, ext.	290-058-5	90063-97-1
Orange, sweet, ext.	232-433-8	8028-48-6
Turpentine, oil	232-350-7	8006-64-2
1,4-dimethyl-7-(prop-1-en-2-yl)-1,2,3,4,5,6,7,8-octahydroazulene; 2,2,6,8-tetramethyltricyclo[5.3.1.0 ^{3,8}]undecan-3-ol; 3,8-dimethyl-5-(prop-1-en-2-yl)-1,2,3,3a,4,5,6,7-octahydroazulene	939-227-3	-

100 000 à 1 000 000 de tonnes par an

Nom d'enregistrement en anglais	Numéro CE	Numéro CAS
Eucalyptus globulus, ext.	283-406-2	84625-32-1

Usage comme intermédiaire seulement

Nom d'enregistrement en anglais	Numéro CE	Numéro CAS
Eucalyptus dives, ext.	289-839-3	90028-48-1
Fennel, ext.	283-414-6	84625-39-8
Mentha arvensis, Labiatae, extract	939-722-4	-
Myrocarpus frondosus, ext.	294-497-3	91722-94-0
Star anise, Illicium verum, ext.	283-518-1	84650-59-9

**GUIDE À L'USAGE DES HUILES ESSENTIELLES DANS L'INDUSTRIE COSMÉTIQUE :
COMPRENDRE LES HUILES ESSENTIELLES DE LA PLANTE AU FLACON,
L'ÉVALUATION DE LEUR SÉCURITÉ ET ANALYSE DES DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES.**

RESUMÉ : Face à la forte croissance du secteur des cosmétiques naturels et bio, et des consommateurs soucieux de la composition des produits cosmétiques, de plus en plus de marques recherchent des ingrédients actifs leur permettant de répondre à la fois aux enjeux économiques, environnementaux et sociétaux de demain. Les promesses de naturalité et d'efficacité tenues par les huiles essentielles en font un actif de choix. Leur usage n'est pas dénué de risques et requiert une diversité de connaissances scientifiques pour en maîtriser l'usage : des notions de botanique, de chimie, de procédés d'extraction et de contrôle qualité permettront à tout industriel de choisir une huile essentielle de qualité. La procédure générale d'évaluation de la sécurité d'un ingrédient montre que le risque n'existe que par l'exposition au danger. L'expertise industrielle combinant l'analyse des données toxicologiques et la maîtrise de l'exposition (faibles doses dans les produits cosmétiques, par voie cutanée) permet de réduire le risque au minimum. Enfin, l'analyse des dispositions réglementaires relatives aux huiles essentielles à usage cosmétique démontre l'impact des dispositions relevant d'industries connexes (médicaments, alimentaire, chimie, parfum) et souligne l'absence d'un statut réglementaire unique pour les huiles essentielles.

MOTS-CLÉS : huile essentielle - cosmétique - industrie - botanique - plantes aromatiques - naturel - bio - essence - substances naturelles complexes (SNC) - chimie - procédés d'extraction - distillation - qualité - contrôle qualité - évaluation de la sécurité - toxicité - réglementation - normes - ISO - recommandations - IFRA

**GUIDE FOR THE USE OF ESSENTIAL OILS IN THE COSMETICS INDUSTRY:
UNDERSTANDING ESSENTIAL OILS FROM THE PLANT TO THE BOTTLE,
THEIR SAFETY EVALUATION AND REGULATION.**

ABSTRACT: Given the strong growth of the natural and organic cosmetics market, and consumers becoming increasingly concerned about the composition of cosmetic products, more and more brands are looking for active ingredients to be able to meet the economic, environmental, and societal challenges of the future. Both natural and effective, essential oils are valuable active ingredients to choose, but their use is not without risk and requires a diversity of scientific knowledge to master it. With a solid knowledge in botany, chemistry, extraction processes, and quality control, any industrial collaborator will know how to choose essential oils of good quality. The safety evaluation procedure of an ingredient shows that risk only exists through exposure to the hazard. Industrial expertise allows to keep the risk to a minimum by analysing toxicological data and managing exposure (low doses in cosmetic products, dermal route). Finally, the analysis of the regulation concerning essential oils for cosmetic use shows the impact of regulations from other related industries (drugs, food, chemistry, fragrance) and highlights the lack of a unique regulatory status for essential oils.

KEY WORDS: essential oil - cosmetics - industry - botany - aromatic plants - natural - organic - essence - natural complex substances (NCS) - chemistry - extraction processes - distillation - quality - quality control - safety evaluation - toxicity - regulation - standards - ISO - guidelines - IFRA