Université de Bourgogne
UFR des Sciences de Santé
Circonscription Pharmacie

N° de thèse :

THÈSE

Présentée
à l'UFR Sciences de Santé
de Dijon

pour l'obtention du Diplôme d'État
de Docteur en Pharmacie

soutenue publiquement le

par

BAMBILI Anaïs

20 octobre 1991 à Vannes

AROMATHÉRAPIE ET DERMOCOSMÉTOLOGIE

JURY :	**Mme Anne TESSIER**	**(Président)**
	Mme Anne-Claire OFFER	**(Directeur)**
	Mme Mathilde SCHMITT	**(Membre invité)**
	Mme Clémence RIQUE	**(Membre invité)**

Université de Bourgogne
UFR des Sciences de Santé
Circonscription Pharmacie

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à la disposition de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur.

Ceci implique une obligation de citation et de référencement dans la rédaction de vos travaux.

D'autre part, toutes contrefaçons, plagiats, reproductions illicites encourt une poursuite pénale.

De juridiction constante, en s'appropriant tout ou partie d'une œuvre pour l'intégrer dans son propre document, l'étudiant se rend coupable d'un délit de contrefaçon (au sens de l'article L.335.1 et suivants du code de la propriété intellectuelle). Ce délit est dès lors constitutif d'une fraude pouvant donner lieu à des poursuites pénales conformément à la loi du 23 décembre 1901 dite de répression des fraudes dans les examens et concours publics.

Université de Bourgogne
UFR des Sciences de Santé
Circonscription Pharmacie

N° de thèse :

THÈSE

Présentée
à l'UFR Sciences de Santé
de Dijon

pour l'obtention du Diplôme d'État
de Docteur en Pharmacie

soutenue publiquement le

par

BAMBILI Anaïs

20 octobre 1991 à Vannes

AROMATHÉRAPIE ET DERMOCOSMÉTOLOGIE

JURY :

Mme Anne TESSIER	**(Président)**
Mme Anne-Claire OFFER	**(Directeur)**
Mme Mathilde SCHMITT	**(Membre invité)**
Mme Clémence RIQUE	**(Membre invité)**

Université de Bourgogne
UFR des Sciences de Santé
Circonscription Pharmacie

Vice – Doyen : Mme Christine MARIE

Professeurs

ARTUR Yves	Biochimie générale et clinique
CHAMBIN Odile	Pharmacotechnie
GROS Claude	Chimie organique
HEYDEL Jean-Marie	Biochimie, biologie moléculaire
LESNIEWSKA Eric	Biophysique
MARIE Christine	Physiologie
OFFER Anne-Claire	Pharmacognosie
TESSIER Anne	Physiologie
VERGELY-VANDRIESSE Catherine	Physiopathologie, génétique

PU-PH

BOULIN Mathieu	Pharmacie clinique
KOHLI Evelyne	Immunologie, Virologie
GIRODON François	Hématologie

Professeurs Emérites

ROCHETTE Luc	Physiologie
BELON Jean-Paul	Pharmacologie
LACAILLE-DUBOIS Marie-Aleth	Pharmacognosie

Maîtres de Conférences

ANDRES Cyrille	Pharmacotechnie
ASSIFAOUI Ali	Pharmacotechnie
BASSET Christelle	Immunologie, hématologie
BERARD Véronique	Pharmacotechnie
BOUYER Florence	Pharmacologie
BOUYER Frédéric	Chimie physique, Chimie générale
CACHIA Claire	Biomathématiques
COLLIN Bertrand	Pharmaco-imagerie, radiopharmacie
DESBOIS Nicolas	Chimie organique
FAURE Philippe	Biochimie générale et clinique
GUELDRY Serge	Biologie cellulaire
GUERRIAUD Matthieu	Droit pharmaceutique
LEMAITRE Jean-Paul	Bactériologie
NEIERS Fabrice	Biochimie, biologie moléculaire, enzymologie
ROCHELET Murielle	Chimie analytique
SEGUY Nathalie	Mycologie médicale, botanique
VIENNEY Fabienne	Biophysique
WENDREMAIRE Maëva	Toxicologie

MCU-PH

FAGNONI Philippe	Pharmacie clinique
LIRUSSI Frédéric	Toxicologie, toxicovigilance
SAUTOUR Marc	Biodiversité végétale et fongique
SCHMITT Antonin	Pharmacologie, Pharmacie clinique

PRCE

ROUXEL Virginie	Anglais

PAST

BERNARD Dominique-Alain
CADOT Rachel
CRANSAC Amélie

ATER

BARBIER Elodie	Chimie analytique
BRUGUIERE Antoine	Pharmacognosie

Université de Bourgogne
UFR des Sciences de Santé
Circonscription Pharmacie

NOTE

L'UFR des Sciences de Santé - Circonscription Pharmacie de Dijon déclare que les opinions émises dans les thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation, ni improbation.

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier **Madame Anne-Claire OFFER**, **Professeure de Pharmacognosie,**

Pour avoir accepté de diriger ma thèse et de m'avoir transmis une partie de son savoir. Cela m'aidera énormément, en particulier à cette époque où nous faisons face à de ne nouvelles problématiques liées à la surconsommation des médicaments traditionnels. Un grand merci pour votre relecture finale méticuleuse de chacun des chapitres qui m'a sans aucun doute permis de préciser mon propos.

À **Madame Anne TESSIER**, **Professeure de Physiologie,**

Je vous remercie d'avoir présidé ma thèse et de m'avoir permis, grâce à votre enseignement, de comprendre la complexité physiologique du corps humain. C'est grâce à vous que j'ai pu développer cette affinité pour la dermatologie et comprendre les mécanismes complexes liés au bon fonctionnement de la peau.

Papa, **Maman**,

Merci pour tout. Merci de cette confiance que vous avez en mes capacités et de croire que je peux accomplir tout ce à quoi j'aspire. Merci de votre soutien et amour que je ressens continuellement. Merci de m'avoir donné Adrien, Antoine, Adel, Flocon et Julee, que j'aime plus que tout.

Adrien,

Des fous rires me viennent en me souvenant de notre époque en duo à la maison. Merci de m'inspirer continuellement et de me prouver, à travers tes choix, que la liberté demande simplement un peu de courage. Et merci pour la mine de crayon, qui est devenue ma marque de fabrique.

Antoine,

Tu mangeais tes pieds. Merci d'être devenu ce frère qui m'étonne à chaque fois non seulement par ses connaissances mais également par son ouverture d'esprit. Cette thèse qui conclue mes études est aussi pour toi, beaucoup de belles choses sont réalisables quand on s'en donne les moyens.

Adel,

Tu me rends si fière de dire que j'ai une sœur. Tu m'apportes ce qui me manque et nos conversations m'aident souvent à trouver l'équilibre dont j'ai besoin. Merci pour ton soutien, la confiance que tu me portes, nos fous rires, les déjeuners de rêve sur les rooftops de New-York et les poissons japonais en gelée.

À ton tour de passer de belles années à Dijon !

Marie-thérèse,

Merci pour ces 22 années de souvenirs en tout genre, tu m'as beaucoup appris. Spéciale dédicace à tes crêpes.

Flocon, Julee,

Je ris beaucoup plus depuis que vous êtes là.

Au 2 autres membres de mon jury,

Les Docteures en Pharmacie, Clémence RIQUE et Mathilde SCHMITT,

Merci d'avoir accepté de faire partie de mon jury, une belle manière de clôturer nos belles (et parfois difficiles) années d'études.

Je ne trouve pas les mots pour décrire ce que je vous dois. Les fous rires, les pleurs, les crises d'hystérie, les pyjama party, le Touraine, les knacki pates œuf, Taylor dans la New Beetle ; je ne compte plus les souvenirs que j'ai avec vous. Peu de personnes doivent vivre ce genre d'amitié, alors merci de m'aimer !

Aux copains de Pharma ; Étienne, Mehdi, Gaël, Laurette, Fredj et les autres,

Aux heures passées à réviser, aux succès et aux partiels ratés (puis réussis !), aux soirées à chanter et danser sans fin, et aussi à nos appartements, Étienne et Gaël, qui nous ont permis de vivre des moments inoubliables et de manger beaucoup de raclette.

Merci à vous tous qui avez rendu ces années d'études exceptionnelles.

À Axelle, Adé, Marion,

Parce que malgré la distance qui nous sépare et les étapes de nos vies respectives, je ne peux pas m'imaginer sans vous. Vous me rendez meilleure (et parfois pire), me faites souvent rire (ou pleurer quand vous me manquez) et, au final, c'est vous mes sœurs de cœur.

Vivement mon retour à Paris !

À Jean, Polo, Thibault,

À cet été 2019, où vous avez su me faire rire à en pleurer. Merci d'être fidèles au poste depuis plus de 10 ans, malgré mes faiblesses et mes failles.

« *L'amitié double les joies et réduit de moitié les peines* », avec vous, cela prend tout son sens – Merci pour tout !

À Laura, Sami, Fess, Isma et tous les autres copains,

Merci pour tous ces moments de joie partagés, c'est à chaque fois un bonheur de vous voir. Laura, spéciale dédi – Merci pour ce retour des Eurockéennes de Belfort, j'en ris encore.

À Clément,

Parce que bien que tu sois loin, je n'oublie pas la très belle année que j'ai passé avec toi à Dijon. Pressée de te voir !

Aux copains de New-York, Lucie, Laure, Alex, Sophie, Julie, Thomas, Hugo, Enzo, Itzel et les autres,

Merci de m'avoir soutenu dans la rédaction de cette thèse et de faire partie de ma vie de l'autre côté de l'Atlantique. Je serais sans aucun doute partie depuis longtemps si vous n'étiez pas là.

À Cyriac,

Merci pour ces 7 années passées à mes côtés.

À tous,

Un grand merci, vous pouvez enfin m'appeler Docteur Bambi !

Université de Bourgogne
UFR des Sciences de Santé
Circonscription Pharmacie

SERMENT

En présence des Maîtres de la Faculté, des Conseillers de l'Ordre des Pharmaciens et de mes condisciples, je jure :

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

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

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine.

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

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

TABLE DES MATIÈRES

PARTIE A : FONDAMENTAUX DE LA BIOLOGIE CUTANÉE 17

I. La structure de la peau 18
1.1. L'épiderme 18
1.1.1. Kératinocytes et kératinisation 20
1.1.2. Mélanocytes et mélanogénèse 26
1.1.3. Cellules de Langerhans 35
1.1.4. Cellules de Merkel 37
1.1.5. Le film cutané de surface 38
1.2. Derme et jonction dermo-épidermique 39
1.2.1. La jonction dermo-épidermique 39
1.2.2. Le derme 41
1.3. Hypoderme 50
1.3.2. Anatomie de l'hypoderme 51
1.3.3. Développement du tissu adipeux et différenciation adipocytaire 55
1.3.4. La cellulite 56
1.4. Les annexes cutanées 58
1.4.1. L'appareil pilo-sébacé 58
1.4.2. L'appareil sudoripare eccrine 60

II. Les effets du soleil sur la peau 62
2.1. Le rayonnement solaire 62
2.1.1. Le spectre solaire 62
2.1.2. Action des UV-A sur la peau 63
2.1.3. Action des UV-B sur la peau 64
2.2. Effets du soleil sur la peau 64
2.2.1. Le phototype 64
2.2.2. Pigmentation immédiate 65
2.2.3. Pigmentation retardée ou bronzage 65
2.2.4. Photoprotection 65

III. Hydratation cutanée 69
3.1. Généralités 69
3.2. Contenu en eau de la couche cornée 69
3.3. Perte insensible en eau 72

IV. Les différents types de peau 74
4.1. Les peaux normales et mixtes 74
4.2. Les peaux grasses 74
4.3. Les peaux sèches 75
4.4. Les peaux sensibles 78
4.5. Les peaux noires 79
4.6. Les peaux à anomalies 80
4.6.1. Acné 80
4.6.2. Eczéma 82
4.6.3. Rosacée 82
4.6.4. Urticaire 85
4.6.5. Psoriasis 85

PARTIE B : AROMATHERAPIE ET TROUBLES CUTANES 87

I. Généralités sur l'aromathérapie 87
1.1. Histoire 87
1.2. Définition des huiles essentielles 91
1.3. Répartition et localisation des huiles essentielles 91
1.4. Les familles botaniques aromatiques 92
1.4.1. Les Apiaceae 92
1.4.2. Les Asteraceae 93
1.4.3. Les Cupressaceae 94
1.4.4. Les Lamiaceae 95
1.4.5. Les Lauraceae 95
1.4.6. Les Myrtaceae 97
1.4.7. Les Pinaceae 97
1.4.8. Les Poaceae 98
1.4.9. Les Rutaceae 99
1.4.10. Les Zingibéraceae 100

II. Composition et pharmacologie des huiles essentielles 101
2.1. Composition chimique des huiles essentielles 101
2.1.1. Le groupe des terpénoïdes 101
2.1.2. Le groupe des dérivés du phénylpropane 106
2.2. Modes d'obtention des huiles essentielles 107
2.2.1. Distillation par entraînement à la vapeur d'eau 107
2.2.2. L'expression à froid 109
2.3. Propriétés pharmacologiques des huiles essentielles 110
2.3.1. Propriétés anti-infectieuses 110
2.3.2. Propriétés anti-inflammatoires 114
2.3.3. Propriétés cicatrisantes 114
2.3.4. Propriétés neurotropes 115
2.3.5. Propriétés endocriniennes 115
2.3.6. Propriétés anticatarrhales 115
2.3.7. Propriétés lipolytiques 116
2.3. Principales voies d'administration 116
2.3.1. Voie cutanée 116
2.3.2. Voie orale 122
2.3.3. Voie vaginale 123
2.3.4. Voie rectale 123
2.3.5. Voie respiratoire 123
2.4. Conservation et stockage 124
2.5. Précautions d'emploi 124

III. Toxicité des huiles essentielles 126
3.1. Toxicité cutanée 126
3.1.1. Dermocausticité 126
3.1.2. Allergies cutanées 127
3.1.3. Photosensibilisation 128
3.2. Toxicité pulmonaire 128
3.3. Toxicité rénale 128
3.3. Toxicité hépatique 129
3.4. Toxicité neurologique et action abortive 129

IV. Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles 130
4.1. Contexte réglementaire 130

4.2. Critères de qualité 132
4.2.1. Matières premières végétales 133
4.2.2. Identification 137
4.2.3. Labels 142
4.2.4. Étiquetage 146

V. Traitement aromathérapeutique de troubles dermatologiques mineurs 147
5.1. Acné 147
5.1.1. Traitement médicamenteux 147
5.1.2. Traitement en aromathérapie 148
5.2. Brûlures et coups de soleil 151
5.2.1. Traitement médicamenteux 151
5.2.2. Traitement en aromathérapie 151
5.3. Vergetures 153
5.3.1. Traitement médicamenteux 153
5.3.2. Traitement en aromathérapie 154
5.4. Psoriasis 156
5.4.1. Traitement médicamenteux 156
5.4.2. Traitement en aromathérapie 158
5.5. Herpès labial 159
5.5.1. Définition et physiopathologie 159
5.5.2. Traitement médicamenteux 160
5.5.3. Traitement en aromathérapie 162
5.6. Transpiration excessive 164
5.6.1. Traitement médicamenteux 164
5.6.2. Traitement en aromathérapie 165
5.7. Formulations utilisables sur les différents types de peau 167

VI. Pharmacognosie d'huiles essentielles utilisées en dermocosmétique 168
6.1. Huile essentielle d'arbre à thé (*Melaleuca alternifolia*) 168
6.1.1. Botanique 168
6.1.2. Composition chimique 169
6.1.3. Emplois 169
6.1.4. Contre-indications 169
6.2. Huile essentielle de Géranium rosat (*Pelargonium graveolens L'Hér.*) 169
6.2.1. Botanique 169
6.2.2. Composition chimique 170
6.2.3. Emplois 170
6.2.4. Contre-indications 171
6.3. Huile essentielle de Lavande vraie (*Lavandula angustifolia*) 171
6.3.1. Botanique 171
6.3.2. Composition chimique 172
6.3.3. Emplois 172
6.3.4. Contre-indications 173
6.4. Huile essentielle d'Ylang-ylang (*Cananga odorata*) 173
6.4.1. Botanique 173
6.4.2. Composition chimique 173
6.4.3. Emplois 174
6.4.4. Contre-indications 174
6.5. Huile essentielle d'Immortelle d'Italie (*Helichrysum italicum*) 174
6.5.1. Botanique 174
6.5.2. Composition chimique 175
6.5.3. Emplois 176
6.5.4. Contre-indications 176

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Principales huiles essentielles appartenant à la famille des Pinaceae 98

Tableau 2: Principales huiles végétales utilisées en cosmétique..... **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 3: Choix d'une huile végétale en fonction du site d'action 122

Tableau 4: Huiles essentielles responsables de causticité cutanée 126

Tableau 5: Classement de quelques huiles essentielles irritantes 127

Tableau 6: Comparaison des compositions chimiques des huiles essentielles d'*Helichrysum italicum* issues de Corse, de Sardaigne, de Toscane et de l'archipel Toscan 136

Tableau 7: Exemples d'intervalles d'acceptation de l'indice de réfraction de certaines huiles essentielles 139

Tableau 8: Références du pouvoir rotatoire de certaines huiles essentielles 139

Tableau 9: Principales huiles essentielles indiquées en cas d'acné 148

Tableau 10 :Principales huiles essentielles indiquées en cas de brûlures 151

Tableau 11: Principales huiles essentielles indiquées en cas de vergetures 154

Tableau 12:Principales huiles essentielles indiquées en cas de psoriasis 158

Tableau 13: Principales huiles essentielles indiquées en cas d'herpès labial 162

Tableau 14: Principales huiles essentielles indiquées en cas d'hypersudation 165

TABLE DES FIGURES

Figure 1: Structure de la peau 17
Figure 2: Les 5 populations cellulaires de l'épiderme 19
Figure 3: Coupe transversale de l'épiderme humain 20
Figure 4 : Modèle de division cellulaire au niveau de la couche basale 21
Figure 5 : Organisation lamellaire du stratum corneum 24
Figure 6 : Épiderme et processus de kératinisation 25
Figure 7 : Le mélanocyte au cœur de la pigmentation cutanée 27
Figure 8 : Pigmentation d'une peau noire et d'une peau blanche 28
Figure 9 : Voie de synthèse des mélanines 30
Figure 10 : L'unité mélano-épidermique, les protéines mélanosomales et la synthèse de mélanine 30
Figure 11 : La voie d'endocytose et de biogénèse des mélanosomes 32
Figure 12 : Les mélanocytes et les mélanosomes 32
Figure 13 : Réseau de cellules de Langerhans au sein d'un feuillet de l'épiderme 36
Figure 14 : Les granules de Birbeck au sein d'une cellules de Langerhans épidermique 37
Figure 15 : Cellules de Merkel au sein d'un épiderme humain sain 38
Figure 16 : Structure de la jonction dermo-épidermique 40
Figure 17 : Structure et composition du derme 42
Figure 18 : Le derme au contact de l'épiderme, de l'hypoderme et de leurs constituants 42
Figure 19 : Structure du derme et forme du derme papillaire ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 20 : Derme réticulaire et papille dermique en microscopie électronique 44
Figure 21 : Structure du collagène, de la chaîne alpha à la fibre solide présente dans le derme 48
Figure 22 : Barrière cutanée d'une peau jeune comparée à la barrière cutanée d'une peau âgée 50
Figure 23 : Répartition du tissu adipeux dans le corps humain 51
Figure 24 : Représentation schématique du tissu adipeux blanc et de sa composition cellulaire 52
Figure 25 : Morphologie d'un adipocyte 53
Figure 26 : Rôles et substances produites par le tissu adipeux 54
Figure 27 : Le processus de différenciation adipocytaire 56
Figure 28 : Peau normale et lisse (gauche), cellulite et excès d'adipocytes (droite) 57
Figure 29 : Les annexes cutanées 58
Figure 30 : Structure de la glande sébacée 59
Figure 31 : Composition du sébum et proportion de ses constituants 60
Figure 32 : Spectre continu du rayonnement solaire 62
Figure 33: Absorption cutanée à différentes longueurs d'onde 63
Figure 34 : Recommandation de protection solaire 67
Figure 35 : Facteurs hydratants naturels 71
Figure 36 : Peau saine et hydratée 73

Figure 37 : Peau sèche par manque de lipides 75
Figure 38 : Peau sèche à très sèche 76
Figure 39 : Peau sèche par déshydratation 76
Figure 40 : Peau sèche et effets de l'hydratation cutanée 77
Figure 41 : Peau sèche avant et après application d'agent surgras 78
Figure 42 : Causes et symptômes des différents types de peau sensible 79
Figure 43 : Tâches pigmentées signe d'inflammation de la peau noire 80
Figure 44 : Formation de l'acné 81
Figure 45 : Aspect clinique de l'acné et de comédons enflammés 81
Figure 46 : Aspect clinique de l'eczéma 82
Figure 47 : Couperose à l'échelle microscopique 83
Figure 48 : Aspect clinique de la couperos 83
Figure 49 : Aspect clinique de la rosacée papulo-pustuleuse 84
Figure 50 : Aspect clinique de la rosacée hypertrophique 84
Figure 51 : Structure cutanée d'une peau saine et d'une peau atteinte de psoriasis 86
Figure 52 : Plaque de psoriasis au niveau du coude 86
Figure 53: Avicenne (980 - 1037), inventeur de l'alambic 88
Figure 54: Schéma de fonctionnement du 1er alambic 89
Figure 55: Homme tenant un pomander 89
Figure 56: L'ingénieur chimiste René-Maurice Gattefossé (1881 – 1950) 90
Figure 57: Camomille romaine (*Chamaemelum nobile*) 93
Figure 58: Baies et rameaux de genévrier, à l'origine de l'huile essentielle de Genévrier 94
Figure 59: Plantes de la famille des Lamiaceae. De gauche à droite : marjolaine, lavande, menthe 95
Figure 60: Illustration botanique de la Citronnelle 99
Figure 61: Formation des squelettes de terpènes 101
Figure 62: Structure du D-Limonene 102
Figure 63: Structure biochimique du menthol 103
Figure 66: Structure de l'acétate de linalyle 104
Figure 65: Structure du 1,8-cinéole 105
Figure 68: Structure du carotol 106
Figure 69: Schéma de la distillation à vapeur saturée 108
Figure 70: Expression à froid à l'aide d'une presse 110
Figure 71: Schéma de l'aromatogramme 111
Figure 72: Extraction à froid de l'huile d'olive 118
Figure 74: Description schématique d'un chromatographe en phase gazeuse 140
Figure 75: Chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse 141
Figure 76 : Profil chromatographique de l'huile essentielle de Lavandula augustifolia 142
Figure 77: Prise en charge médicamenteuse de l'acné 147
Figure 78: Prise en charge médicamenteuse du psoriasis 157
Figure 79: Physiopathologie de l'herpès simplex virus 1 160

Figure 80: Clinique de l'herpès labial.....160
Figure 81: Prise en charge médicamenteuse du virus HSV-1 161
Figure 82: Feuille et fleur de l'arbre à thé.....168
Figure 83: Fleurs et feuilles du Géranium rosat 170
Figure 84: Fleurs de Lavande vraie.....172
Figure 85: Fleurs d'Ylang-ylang 173
Figure 86: Description botanique de l'Immortelle d'Italie.....175

LISTE DES SIGLES

AB : Agriculture Biologique

ADN : Acide désoxyribonucléique

AFNOR : Association Française de Normalisation

AFSSAPS : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé

ANSM : Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé

ATP : Adénosine triphosphate

BFGH : Basic Fibroblast Growth Hormon

CAS : Chemical Abstract Service

CMB : Concentration Minimale Bactéricide

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

COSMOS : Cosmetic Organic Standard

DCT : DOPAchrome tautomérase

DHI : 5,6-dihydroxyindole

DHICA : 5,6-dihydroxyindole 2-acide carboxylique

DLQI : Dermatology Life Quality Index

DME : Dose minimale érythémateuse

DOPA : 3,4-dihydroxyphénylalanine

EINECS : European Inventory Of Existing Commercial Chimical Substances

GC-MS : Gas chromatography-mass spectrometry

GEA : Global Evaluation Acne

GTP : Guanosine triphosphate

HGS : Hepatocyte Growth Factor

HE : Huile essentielle

HEBBD : Huile Essentielle Botaniquement et Biochimiquement Définie

HECT : Huiles Essentielles Chémotypées

HV : Huile végétale

IFRA : International Fragrance Association

INCI : International Nomenclature of Cosmetic Ingredients

IR : Infrarouge

IUPAC : International Union of Pure and Applied Chemistry

JDE : Jonction dermo-épidermique

QSP : Quantité suffisante pour

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

MEC : Matrice extracellulaire

MSH : Melanocyte Stimulating Hormone

NMF : Natural Moisturizing Factor

ORL : Oto-rhino-laryngologie

PASI : Psoriasis Area and Severity Index

PIE : Perte insensible en eau

PEFS : Panniculopathie oedemato-fibro-sclérotique

POMC : Pro-opiomélanocortine

RI : Indice de refraction

SCF : Stem Cell Growth Factor

SPF : Signifiant Sun Protection Factor

UV-A : Ultraviolet A

UV-B : Ultraviolet B

UV-C : Ultraviolet C

TYRP-1 : Tyrosinase related 1

PARTIE A : FONDAMENTAUX DE LA BIOLOGIE CUTANÉE

La peau, aussi appelée tégument (du latin *tegumentum*, couverture), est l'organe le plus étendu (20 m^2) et le plus lourd (4kg) du corps humain. Sa principale fonction est de protéger l'organisme des agressions extérieures, qu'elles soient physiques, chimiques ou infectieuses.
Cet organe joue également un rôle actif dans divers processus biologiques et biochimiques.

Sur le plan structural, la peau est constituée de trois tissus superposés : l'épiderme qui est le tissu le plus externe (du grec « *epi* », dessus et « *derma* », la peau), le derme qui est le tissu intermédiaire et l'hypoderme qui est le tissu le plus profond (du grec « *hypo* », en dessous).
L'épaisseur de la peau est de 2 mm en moyenne, mais elle varie de 4 mm au niveau des paumes et des plantes (peau épaisse) à 1 mm au niveau des paupières (peau fine).

La peau est aussi responsable de la première image que nous offrons au monde. A ce titre, elle joue un rôle social fondamental et sa couleur, son homogénéité et sa fermeté sont autant de signes de bonne santé que des indicateurs de la position socio-économique.

Tout ceci fait que la peau est l'objet de toutes les attentions, de toutes les agressions et de toutes les questions.

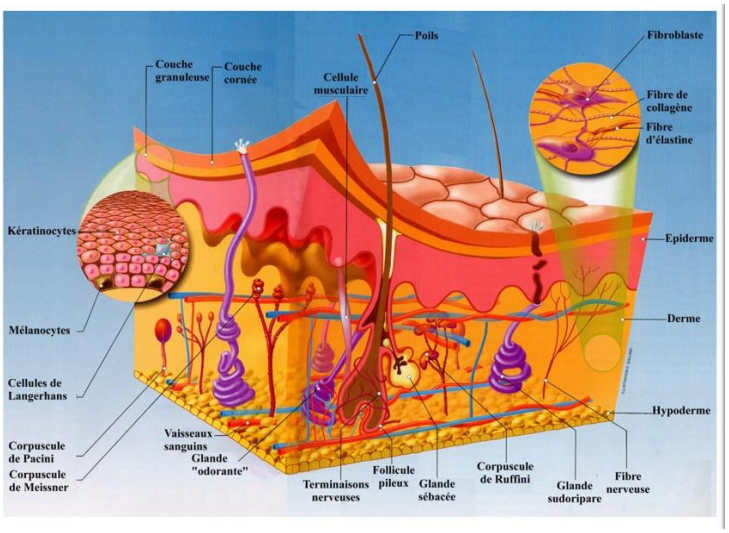


Figure 1: Structure de la peau (Sciences & Vie édition spéciale « Corps Humain », 1999)

I. LA STRUCTURE DE LA PEAU

1.1. L'épiderme

L'épiderme, couche superficielle de la peau, est un épithélium stratifié pavimenteux kératinisé qui se renouvelle continuellement.
Il est en effet constitué de plusieurs assises cellulaires, les cellules de sa couche superficielle sont plates et il synthétise de la kératine.

Sa fonction primaire est de produire la couche cornée, couche protectrice semi-perméable ayant pour principale fonction l'hydratation satisfaisante de la peau. Les cellules qui composent la couche cornée sont alimentées par le derme car l'épiderme n'est irrigué par aucun vaisseaux sanguins.

Son épaisseur varie d'un endroit à un autre du corps : l'épiderme le plus épais se trouve au niveau palmo-plantaire (1,5 mm d'épaisseur) et le plus fin au niveau des paupières (0,05 mm d'épaisseur). L'épiderme est constitué, selon sa localisation, de 4 (peau fine) ou 5 (peau épaisse) couches cellulaires dans lesquelles on trouve 4 types de cellules : les kératinocytes, les mélanocytes, les cellules de Langerhans et les cellules de Merkel. (1)

Les kératinocytes (du grec « *kéras* », corne) sont les cellules les plus nombreuses de l'épiderme puisqu'elles représentent 90 à 95% de la population cellulaire. Elles synthétisent la kératine, protéine insoluble dans l'eau et fibreuse, qui confère à l'épiderme sa fonction de protection.

Les kératinocytes naissent au niveau de la couche la plus profonde de l'épiderme et se différencient tout au long de l'épiderme afin de devenir des cornéocytes. Leur principale caractéristique est leur capacité à se différencier en fabriquant de la kératine selon un processus appelé la kératinisation.

Les mélanocytes (du grec « *melas* », noir) représentent 1% de la population cellulaire totale épidermique. Ces cellules synthétisent la mélanine, qui est un pigment qui absorbe les rayons ultraviolets du soleil et protège ainsi les cellules dont l'ADN est sensible à ce type de rayonnement.

Grâce à leurs dendrites, les mélanocytes ont une forme étoilée qui leur permet de s'immiscer entre les kératinocytes des différentes couches.

Les cellules de Langerhans (ou macrophagocytes intra-épidermiques) sont des cellules appartenant au système immunitaire. Lorsqu'un antigène passe la barrière cutanée, les cellules de Langerhans rejoignent les nœuds lymphatiques proximaux et présentent cet antigène aux lymphocytes T, qui produisent alors une réponse immunitaire spécifique. On compte environ 2 à 5 cellules de Langerhans pour 100 kératinocytes dans l'épiderme.

Les cellules de Merkel (ou cellules épithélioïdocytes du tact) sont des cellules d'origine nerveuse qui jouent un rôle de récepteur sensoriel (toucher).

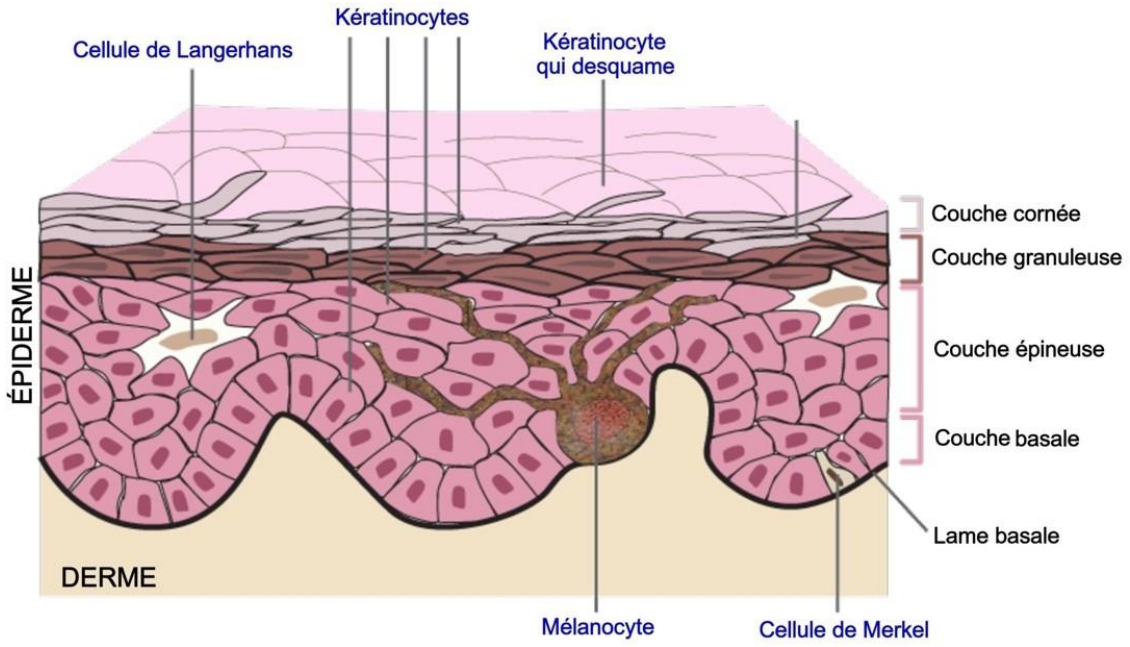


Figure 2: Les 5 populations cellulaires de l'épiderme (2)

1.1.1. Kératinocytes et kératinisation

La répartition des kératinocytes en 4 ou 5 couches superposées justifie le caractère stratifié de l'épiderme. La stratification épidermique est un processus étroitement contrôlé qui aboutit à la formation d'une barrière imperméable à l'eau.

On distingue de la profondeur à la surface de l'épiderme :

- La couche germinative ou basale ;
- La couche épineuse ou couche du corps de Malpighi ;
- La couche granuleuse ;
- La couche claire, qui n'existe qu'au niveau de la peau épaisse ;
- La couche cornée.

La différenciation des kératinocytes se fait de façon centrifuge. Au fur et à mesure qu'ils s'éloignent de la jonction dermo-épidermique, les kératinocytes basaux se remplissent de kératine pour finalement devenir des kératinocytes cornés (ou cornéocytes).

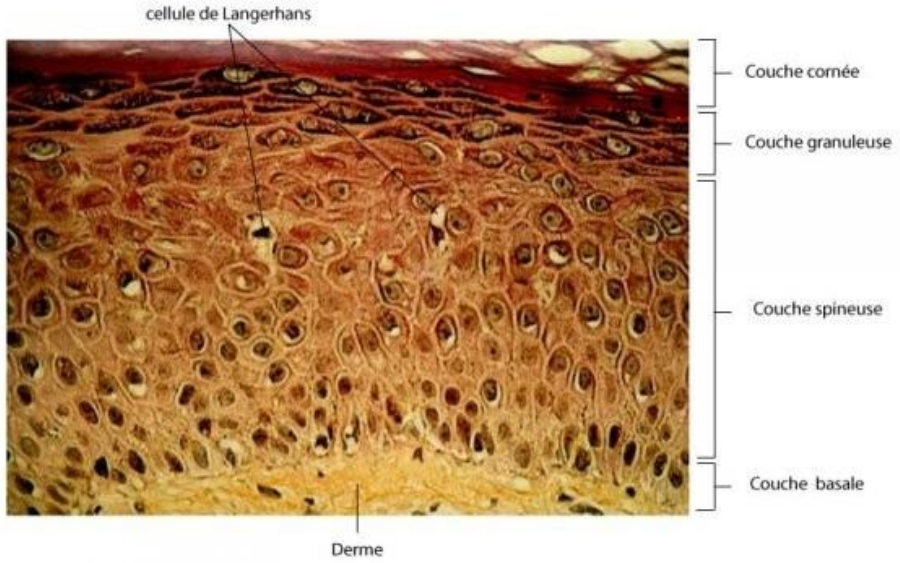


Figure 3: Coupe transversale de l'épiderme humain (3)

1.1.1.1. La couche basale ou couche germinative (*stratum germinativum* ou *stratum basalis*)

La couche basale est principalement constituée de cellules souches épidermiques au potentiel prolifératif élevé qui donnent à chaque fois naissance à deux cellules filles identiques.
L'une de ces cellules migre alors vers les couches supra-basales en commençant sa différenciation, alors que l'autre cellule souche reste au niveau de la couche basale afin de se diviser à nouveau. Deux semaines s'écoulent entre 2 divisions cellulaires et le temps de renouvellement de l'épiderme est d'environ six semaines, dépendant des agressions physiques, de l'inflammation, de la cicatrisation et du vieillissement.

Les kératinocytes de la couche basale forment alors une rangée de cellules cylindriques ou cubiques, disposées sur la membrane basale de manière perpendiculaire. Ils sont étroitement liés les uns aux autres grâce aux desmosomes (jonctions intercellulaires de type jonctions serrées) et adhèrent aux papilles du derme par les hémidesmosomes.

Au niveau de cette couche, le cytoplasme des kératinocytes est riche en organites cellulaires et particulièrement en mélanosomes, qui sont des grains de mélanine. Ces derniers, synthétisés par les mélanocytes présents dans l'épiderme, migrent dans les kératinocytes pour se concentrer autour du noyau et protéger l'ADN de l'action des ultraviolets.

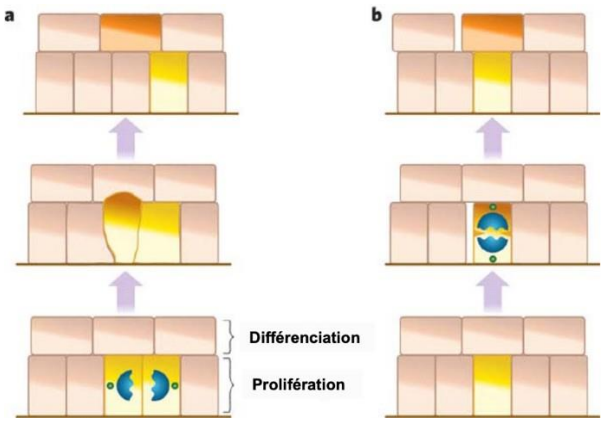


Figure 4 : Modèle de division cellulaire au niveau de la couche basale (d'après Fuchs, 2007a) (4)

(a) Division cellulaire qui permet de former deux cellules-filles adjacentes sur un plan horizontal dans la couche basale après division

(b) Division cellulaire asymétrique où l'une des cellules-filles se localise directement dans le compartiment épineux alors que la première est maintenue dans la couche basale.

1.1.1.2. La couche du corps muqueux de Malpighi ou couche épineuse (*stratum spinosum*)

Les cellules épineuses sont disposées en 5 ou 6 couches. Elles sont volumineuses, de forme polygonale et s'aplatissent dans les régions les plus superficielles de la couche du corps muqueux de Malpighi pour devenir parallèles à la surface. Ces cellules sont pourvues d'un gros noyau vésiculeux et clair possédant souvent deux nucléoles. On y trouve de nombreux ribosomes impliqués dans la synthèse de kératine. (5)
Leur cytoplasme contient des tonofilaments constitués de kératines en quantité plus importante que dans la couche basale.
Ces cellules sont également attachées par un plus grand nombre de desmosomes, ce qui leur donne une allure épineuse sur une coupe histologique. Ces attaches desmosomiales assurent une grande cohésion entre les cellules et sont responsables en partie de la très grande résistance mécanique de cette couche cellulaire.

Le passage des kératinocytes de la couche basale à épineuse est caractérisé par un changement d'expression des kératines de la couche basale (K5, K14, K15) vers celle de kératines épidermiques supra basales (K1 et K10) et par la production de l'involucrine, un marqueur précoce de la différenciation, et de granules lamellaires dans ses couches supérieures. (3)

Lors du processus normal de différenciation, les kératinocytes des couches épineuses et granuleuses ont perdu leur potentiel prolifératif mais sont encore vivants et fonctionnels.

1.1.1.3. La couche granuleuse (*stratum granulosum*)

La couche granuleuse contient 3 couches de kératinocytes en cours de cornéification (mort cellulaire programmée spécialisée). Ils ont une forme aplatie et ils possèdent un noyau ovale et dense dans lequel la chromatine et les organiques cellulaires se raréfient.

On retrouve dans ces cellules deux structures particulières : les granules de kératohyaline et les corps lamellaires d'Odland.
Les granulations de kératohyaline sont des cellules volumineuses et basophiles, dépourvues de membrane externe. Elles contiennent de la profillagrine qui se transforme par déphosphorylation en filaggrine dans la couche cornée où elle agglutine alors les filaments de cytokératine.
Les corps lamellaires d'Odland sont entourés d'une double membrane et prennent naissance dans l'appareil de Golgi. Ces structures migrent vers la périphérie de la cellule et fusionnent avec sa membrane plasmique afin de déverser leur contenu lipidique dans l'espace intercellulaire afin de consolider les adhésions cellulaires. (3)

1.1.1.4. La couche claire (*stratum lucidum*)

Elle n'est présente que dans la peau épaisse et est constituée d'assises de cellules plates et claires à l'aspect homogène.

1.1.1.5. La couche cornée (*stratum corneum*)

Au niveau de la couche cornée, le métabolisme des kératinocytes cesse et les cellules désormais complètement kératinisées et anucléés, appelées cornéocytes, se présentent sous forme de filaments enrobés dans une matrice dense de filaggrine. Selon la zone, il existe de 5 à 15 couches de cornéocytes.

La couche cornée est constituée de 2 sous-couches :

- La couche compacte *(Stratum compactum)* est située au-dessus de la couche granuleuse et est formée de cellules kératinisées étroitement soudées. Au niveau de cette couche, des cornéodesmosomes, structures simplifiées qui assurent la cohésion entre les cornéocytes,

remplacent les desmosomes. Le *Stratum compactum* assure la fonction barrière de l'épiderme. (1)

- La couche desquamante *(Stratum disjonctum)* est la couche la plus externe et au niveau de laquelle se fait la desquamation des cornéocytes. (6)

La différenciation des kératinocytes granuleux en cornéocytes au niveau de la couche compacte implique la production de lipides intracellulaires, la formation d'une matrice fibreuse intracornéocytaire et l'apparition d'une enveloppe cornée.
Au cours de cette différenciation, de la filaggrine est synthétisée par déphosphorylation puis par clivage de la profilaggrine. La filaggrine induit l'agrégation des filaments de kératines par des ponts disulfures qui s'organiseront en un réseau qui formera la matrice intracornéocytaire.

La différenciation des kératinocytes va de pair avec une activité importante du métabolisme lipidique qui permet d'élaborer une barrière imperméable à l'eau.
Cette matrice lipidique présente entre les cornéocytes représente 10 à 15% du poids sec de la couche cornée et est composée de 10% d'acides gras, 50% de céramides, 25% de cholestérol et 15% de dérivés du cholestérol et de glucosylcéramide. Ces lipides proviennent du dépôt du contenu lipidique des corps lamellaires d'Odland et sont disposés sous forme de lamelles parallèles à la surface des cornéocytes afin de former une barrière efficace contre toute pénétration de l'extérieur. (7)

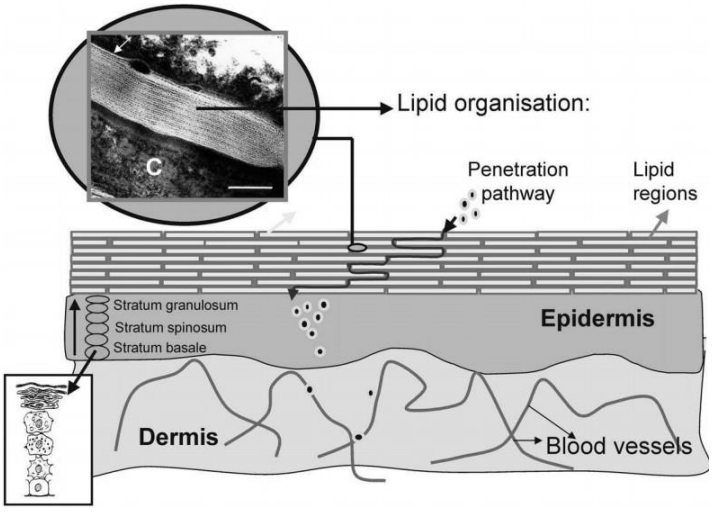


Figure 5 : Organisation lamellaire du *stratum corneum* (8)

La résistance mécanique de la couche cornée, quant à elle, est assurée grâce à un processus appelé cornéification lors duquel une coque protéique rigide et résistante se forme sous la membrane plasmique.

En plus de cette barrière rigide et imperméable, le frottement et la pression provoquent l'épaississement de la couche cornée qui forme alors des callosités protectrices.

Seuls les cornéocytes de surface desquament. Chaque cornéocyte desquamant est remplaçé par un kératinocyte nouvellement synthétisé au niveau de la couche basale. De cette manière, l'épiderme se renouvelle constamment en empêchant l'introduction de micro-organismes pathogènes ou le dépôt de substances nocives ou d'allergènes. (6)

Ainsi, la différenciation épidermique est un processus de maturation continue et orientée des kératinocytes avec des changements morphologiques et biochimiques, qui aboutit à la formation d'une couche protectrice superficielle constamment renouvelée.

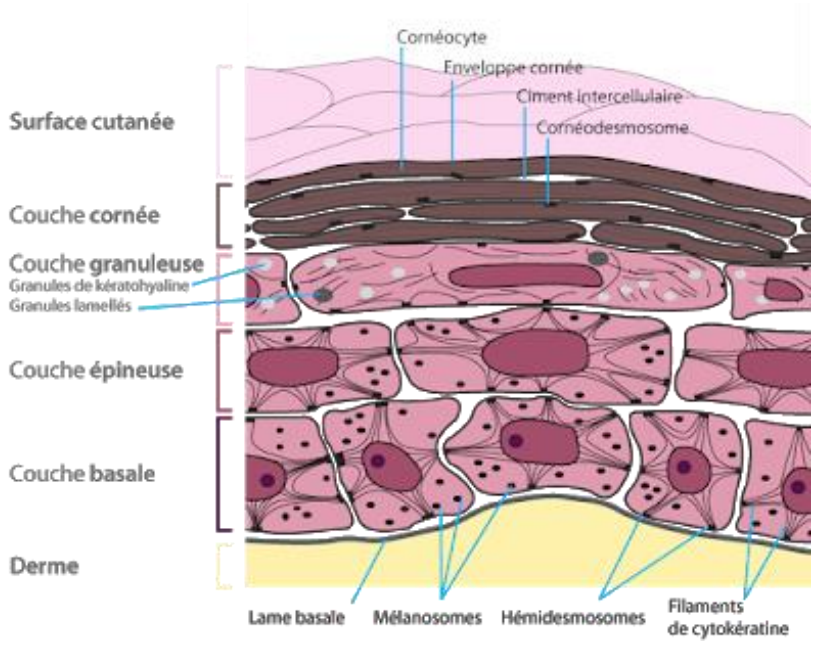


Figure 6 : Épiderme et processus de kératinisation (9)

1.1.2. Mélanocytes et mélanogénèse

L'épiderme est donc un épithélium composé majoritairement de kératinocytes. Il est cependant également composé de mélanocytes, population cellulaire minoritaire mais tout aussi importante. En effet, ces cellules sont dédiées à la synthèse d'un pigment, la mélanine, qui définit la couleur de la peau et des cheveux, en plus de représenter un système de protection contre les radiations ultraviolettes. Les caroténoïdes, pigments liposolubles appartenant à la famille chimique es terpénoïdes, ainsi que la vascularisation sont également des facteurs jouant sur la couleur de la peau.

1.1.2.1. Les mélanocytes : Structure et rôle

Les mélanocytes ont comme origine embryologique la crête neurale et se situent dans l'assise basale de l'épiderme, au niveau de l'infundibulum et au sommet des papilles dermiques dans les follicules pileux. (10)

Les mélanocytes représentent moins de 1% de la population cellulaire épidermique et ne sont pas réparti de manière homogène à la surface du corps. On en trouve par exemple 2 000 par mm^2 sur le visage, 2 400 par mm^2 sur les organes génitaux et 890 par mm^2 sur le tronc des populations négroïdes, caucasiennes et mongoloïdes. (6)

Le mélanocyte est une cellule dendritique pigmentogène de la peau qui possède une activité dopa-oxydasique et produit de la mélanine. Afin de distribuer la mélanine aux cellules environnantes, le mélanocyte excrète des vésicules contenant de la mélanine (les mélanosomes), qui seront captées par les kératinocytes afin de protéger l'ADN contenu dans le noyau des cellules.
Un mélanocyte distribue la mélanine qu'il produit à environ 36 kératinocytes avoisinants, constituant avec ceux-ci une unité fonctionnelle, appelée Unité de Mélanisation. (11)

Le taux de renouvellement de ces cellules est relativement faible et le nombre de mélanocytes tend à diminuer à diminuer avec l'âge (moins de 10% tous les 10 ans), ce qui se manifeste par le grisonnement des cheveux et des poils.

La gradation de pigmentation de la peau et des cheveux ne dépend cependant pas du nombre de mélanocytes mais de plusieurs paramètres :

- La disponibilité en substrats et la nature des tyrosinases qui modulent la nature des mélanines produites
- Le type, le nombre et le mode de répartition des mélanosomes dans les kératinocytes
- Le niveau d'activité des mélanosomes
- Le taux d'élimination des mélanosomes

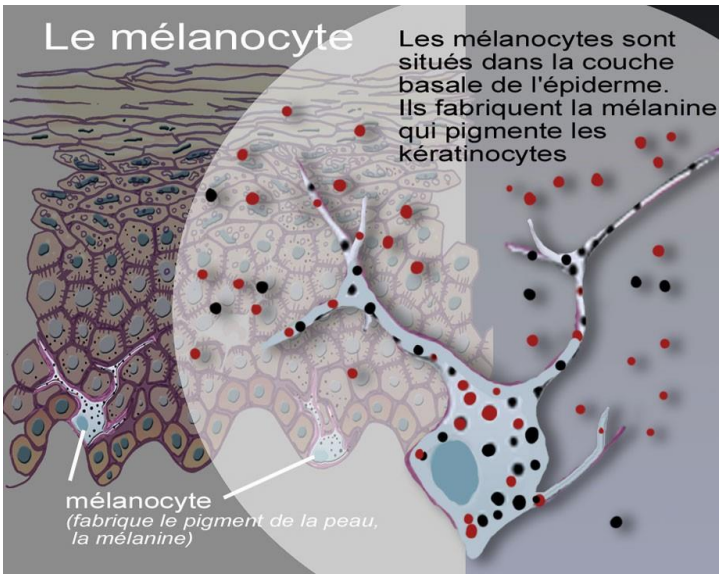


Figure 7 : Le mélanocyte au cœur de la pigmentation cutanée(12)

1.1.2.2. La mélanogénèse

a. Mélanines

Les mélanines sont des pigments à l'origine de la couleur de la peau et des poils. Ce sont des polymères de radicaux phénols et on en distingue 2 types : les eumélanines et les phéomélanines.
Les eumélanines, aussi appelées pigments granuleux, sont des molécules très polymérisées de couleur brune ou noire à l'origine des teintes foncées. Elles contiennent très peu de soufre.
Les phéomélanines, à l'origine des teintes claires, sont de couleur jaune-orange et contiennent beaucoup de soufre sous forme de cystéine (-S-S-cystéinyl-DOPA). Elles sont moins photoprotectrices que les eumélanines.

Les trichochromes, appartiennent à la famille des phéomélanines, contiennent du fer et sont présents dans les cheveux roux. (6)

Grâce à leur capacité d'absorption du rayonnement solaire non réfléchi à la surface de la peau, les mélanines ont pour rôle principal celui de photoprotecteur. Elles absorbent les rayonnements de 200 à 2 000 nm et protègent l'ADN des kératinocytes des effets mutagènes des rayons UV en neutralisant les radicaux libres formés sous l'influence de ces rayonnements. C'est également cette absorption qui génère de la chaleur. (13)

Grâce à cet effet photoprotecteur, les mélanines permettent également de bronzer lentement. Cependant, un nombre élevé de mélanine peut ralentir la synthèse de vitamine D, synthétisée sous l'effet des rayons ultraviolets, et donc provoquer des carences.

La couleur des pigments de mélanine est entièrement génétique.

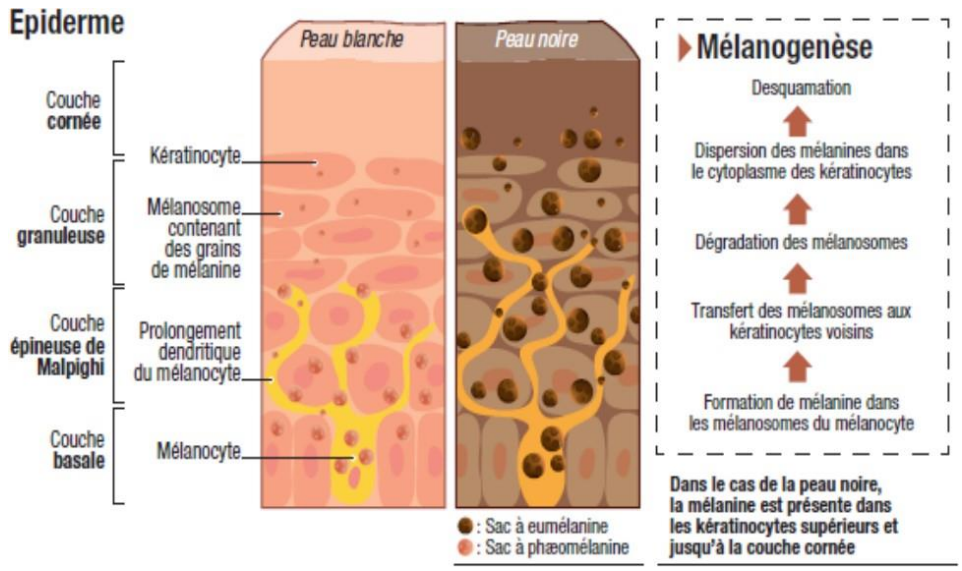


Figure 8 : Pigmentation d'une peau noire et d'une peau blanche (14)

b. Biochimie de la mélanogénèse

Les mélanines sont synthétisées à partir des mélanocytes selon un processus appelé mélanogénèse. Cette synthèse s'organise au sein d'un organite intracytoplasmique au mélanocyte, le mélanosome, et nécessite au moins 3 enzymes transmembranaires : la tyrosinase, Tyrp1 (tyrosinase related 1) et Tyrp2 ou DCT (DOPAchrome tautomérase).(6)

Cette synthèse débute au sein du mélanosome par la phosphorylation de la tyrosinase qui catalyse par la suite l'oxydation de la tyrosine en DOPA (dihydroxy-phénylalanine), puis en DOPA-quinone.
Selon la présence de cystéine (acide aminé présentant du soufre) ou pas au sein du mélanosome, cette DOPA-quinone poursuit ensuite 2 chemins différents.

- En cas de quantité importante de cystéine dans le mélanosome, ce composé s'incorpore à la DOPA-quinone pour aboutir à la formation de cystéinyl-DOPA puis en phéomélanines.

- En cas de faible quantité de cystéine dans le mélanosome, la DOPA quinone se transforme spontanément en DOPAchrome. Le DOPAchrome peut générer du DHI (5,6-dihydroxyindole), qui peut ensuite s'indoler grâce à la tyrosinase pour finalement former la DHI-mélanine, polymère de haut poids moléculaire.

En présence de DCT (DOPAchrome tautomérase ou Tyr2), le DOPAchrome forme du DHICA (5,6-dihydroxyindole 2-acide carboxylique) pour constituer une mélanine plus claire et moins polarisée, la DHICA-mélanine. La DHI-mélanine et la DHICA-mélanine sont 2 types d'eumélanine.

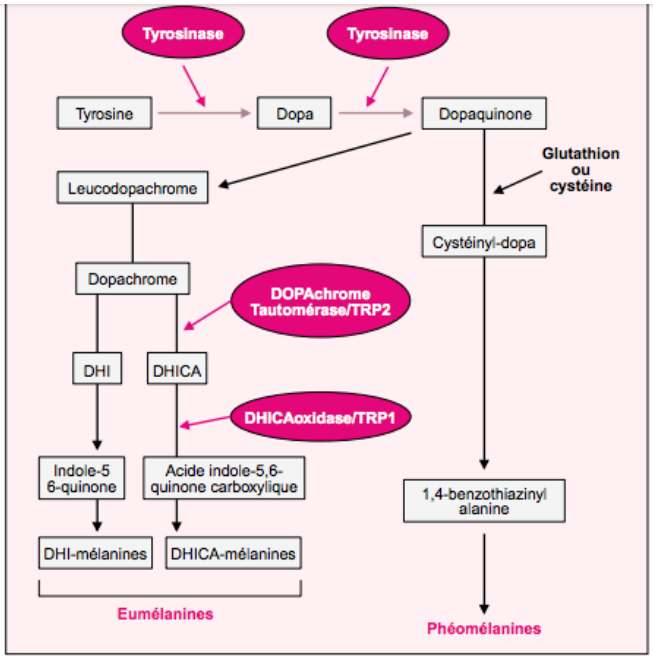


Figure 9 : Voie de synthèse des mélanines (15)

La synthèse des mélanines consiste en une série de réactions enzymatiques spontanées dont le précurseur est la L-tyrosine. Trois enzymes principales et spécifiques des mélanocytes participent à la mélanogénèse : la tyrosinase, Tyrp-1 et Tyrp-2 (aussi appelée DOPAchrome tautomérase). Tyrp-1 et Tyrp-2 jouent un rôle clé dans la voie de l'eumélanogénèse.

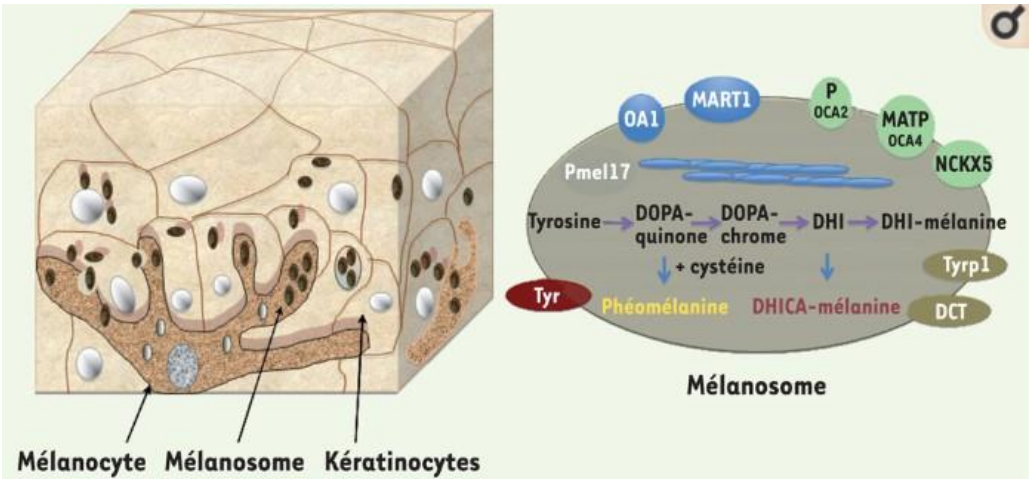


Figure 10 : L'unité mélano-épidermique, les protéines mélanosomales et la synthèse de mélanine (16)

c. Biogénèse des mélanosomes

Les mélanosomes proviennent des endosomes, organites ayant des ressemblances avec les lysosomes. Ils sont répartis de manière hétérogène au sein des mélanocytes de la peau et sont responsables de la synthèse de la mélanine. Il existe 2 types de mélanosomes, les eumélanosomes qui créent les eumélanines et les phéomélanosomes qui créent les phéomélanines. (17)

Les eumélanosomes et phéomélanosomes ont des structures différentes mais subissent les mêmes étapes de maturation, que l'on appelle étapes de mélanisation du mélanosome.

Lors de l'étape I, des organites non pigmentés et immatures se forment, ce sont les pré-mélanosomes. Ils sont communs à la phéo et eumélanogénèse et sont caractérisés par la présence de vésicules intraluminales membranaires et de tyrosinase non active formant un réseau organisé de structures fibrillaires.

Les mélanosomes de stade I se transforment en mélanosomes de stade II en fusionnant avec des vésicules bourgeonnant de l'appareil de Golgi du mélanocyte. Les vésicules deviennent ovoïdes et les filaments protéiques s'organisent et s'entrecroisent. Dans le cas des eumélanosomes, les enzymes mélanogènes sont présentes au niveau de la membrane alors que pour les phéomélanosomes, seule la tyrosinase est présente.
Ce mélanosome ovale migre dans les dendrites, la tyrosinase devient active, permettant la conversion de la tyrosine en mélanine.

Puis, ces organites poursuivent leur maturation en mélanosomes pigmentés (de stades III et IV).

Au stade III, la structure interne du mélanosome est semblable à celle du stade II mais l'organite s'opacifie en raison de l'activité importante de la tyrosinase, jusqu'au point où la mélanine soit déposée de façon uniforme. Dans les eumélanosomes, la mélanine est déposée sous forme de stries et dans les phéomélanosomes, sous forme de granules.
Les phéomélanosomes ne possèdent pas de structure organisée et ont les caractéristiques biochimiques et physiologiques des lysosomes, mis à part la présence de tyrosinase et de

phéomélanines sous forme de granules. Chez les individus négroïdes, les organelles sont donc plus grosses que celles des individus à peau claire.

Le mélanosome poursuit sa migration dans les dendrites jusqu'au stade IV, où il devient entièrement mélanisé et transféré vers les kératinocytes. (18) (6)

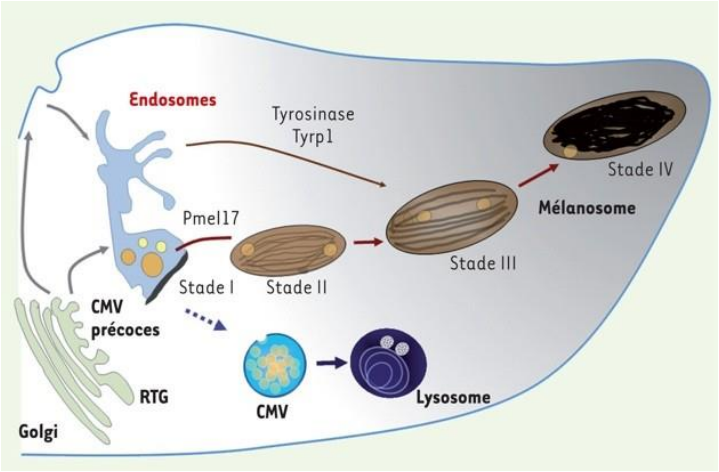


Figure 11 : La voie d'endocytose et de biogénèse des mélanosomes (16)

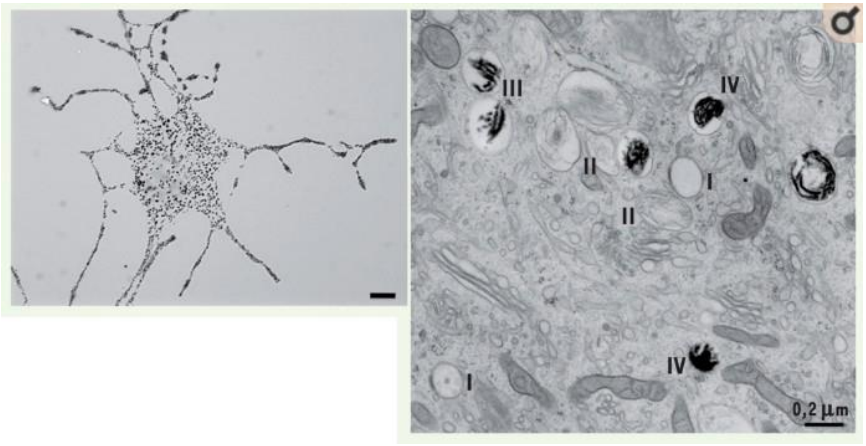


Figure 12 : Les mélanocytes et les mélanosomes (16)

Gauche : Mélanocytes observés en microscopie optique (Échelle 10 µm). Présence de nombreuses dendrites où s'accumulent les mélanosomes.

Droite : Cytoplasme des mélanocytes observés en microscopie électronique (Échelle 0.2 µm). Observation de mélanosomes noirs contenant la mélanine (mélanosomes matures) et d'organites non pigmentés (prémélanosomes, précurseurs des mélanosomes).

1.1.2.3. Transfert des mélanosomes aux kératinocytes

Lors de leur maturation, les mélanosomes migrent de la région périnucléaire où ils sont produits, vers l'extrémité des dendrites des mélanocytes. (17)
Les dendrites sont constituées d'un réseau périphérique d'actine subcorticale et d'un cœur de microtubules. Les microtubules permettent le transport longue distance de la mélanine et le réseau périphérique d'actine subcorticale permet son transport de proximité et transfert.
Les organelles sont distribuées le long des microtubules grâce à la dynéine, protéine ATPase dépendante qui permet la liaison mélanine-microtubules après formation d'un complexe intermédiaire dynactine. (17)
En progressant vers les dendrites, ce n'est plus la dynéine qui assure le transport des mélanosomes mais la kinésine. À ce stade, les mélanosomes interagissent avec des protéines de la famille des Rab GTPases (myosine Va, Rab27a…), qui permettront le transfert vers les kératinocytes.

Au niveau des extrémités des dendrites, la protéine Rab27a, associée à la membrane des mélanosomes, va permettre la liaison avec la myosine Va. Cette myosine Va intervient dans le transfert des organelles sur les filaments d'actine à l'extrémité des dendrites et agit ainsi sur le transfert vers les kératinocytes. La protéine Rab27a permettra la liaison à la mélanophiline, qui est un intermédiaire indispensable pour la liaison des filaments d'actine à la myosine Va.
En bout de dendrites, les mélanosomes sont transférés par phagocytose aux kératinocytes. (6)

Lorsque la peau est exposée aux rayons UV ou stimulée par l'α-MSH, le nombre de mélanosomes transférés vers les kératinocytes augmente.

1.1.2.4. <u>Régulation de la mélanogénèse</u>

La pigmentation cutanée est ainsi la protection la plus efficace contre les rayonnements ultraviolets responsables des dommages de l'ADN de certaines protéines indispensables pour les cellules de l'épiderme.

Il existe 2 types de pigmentation : la pigmentation induite et constitutive. La pigmentation induite (le bronzage) résulte de l'exposition aux rayons UV et la pigmentation constitutive, observée sur

les zones de peau rarement exposée au soleil, est modulée par un nombre considérable de voies et processus cellulaires, dont les hormones et l'âge.

a. Régulation de la pigmentation constitutive

L'activité des mélanocytes est principalement régulée par l'hormone mélanotrope ou α-MSH. Cette hormone est responsable de l'activation de la tyrosinase et a donc une action positive sur la pigmentation. Elle est synthétisée à partir de la pro-opiomélanocortine (POMC) des kératinocytes et agit donc de manière paracrine.

D'autres facteurs régulent la fabrication des mélanines et/ou la croissance et différenciation des mélanocytes. Certains facteurs de croissance tels que le bFGH (Basic Fibroblast Growth Hormon), le HGS (Hepatocyte Growth Factor), le SCF (Stem Cell Growth Factor) et le monoxyde d'azote produit par les kératinocytes agissent sur la croissance mélanocytaire et sur la mélanogénèse.
Les hormones sexuelles, surtout les œstrogènes, provoquent également la pigmentation de certaines régions : aréoles des seins, muqueuse vaginales et visage (masque de grossesse).
Certains oligo-éléments, tels que le cuivre qui active la tyrosinase, peuvent également moduler la pigmentation. (6)

b. Régulation de la pigmentation induite

La pigmentation induite sous l'effet des UV (ou bronzage) apparait 48 à 72h après l'exposition et est réversible après l'arrêt de l'exposition.
Elle est déclenchée par les UVB et, à moindre degré, les UVA. Les UV stimulent la production par les kératinocytes de facteurs qui vont stimuler tous les stades de la mélanogénèse :

- La tyrosinase : Les UV induisent l'activation de l'enzyme et de sa transcription. La quantité et l'activité de la tyrosinase augmentent ainsi en même temps.
- Les mélanocytes : leur taille et nombre augmentent.
- Les mélanosomes : les UV B accélèrent leur transfert aux kératinocytes.
- La POMC : La protéine p53 active sa transcription sous l'effet des UV.

La pigmentation mélanique est protectrice chez les sujets bruns fabriquant des eumélanines. En effet, lors d'une irradiation prolongée, les eumélanines se regroupent en bouclier autour du noyau des kératinocytes afin de protéger le matériel génétique des cellules. L'énergie absorbée est ainsi transformée en chaleur, sans effet néfaste. Au contraire, la production de phéomélanines n'a pas ou peu de rôle photoprotecteur et peut même générer des radicaux libres potentiellement mutagènes pour l'ADN.

1.1.2.5. Modulation de la pigmentation avec l'âge

À la naissance, la synthèse des mélanines est faible étant donné que les mélanocytes de l'épiderme sont au repos. C'est l'exposition avec la lumière qui déclenche leur synthèse.
À l'âge adulte, le nombre de mélanocytes diminue de 10% tous les 10 ans mais ces derniers sont réactivés lors de l'exposition aux UV. Cette diminution d'activité explique le blanchiment des cheveux et des poils. (6)

1.1.3. Cellules de Langerhans

Les cellules de Langerhans sont des cellules dendritiques situées dans les muqueuses et dans la couche basale et épineuse de l'épiderme. Elles représentent 2 à 4% des cellules de l'épiderme avec une densité de 400 à 800m^2, mais elles couvrent la totalité de la surface épidermique grâce à leurs dendrites qui s'étendent entre les kératinocytes. (19)(6)

D'un point de vue morphologique, ces cellules sont caractérisées par un cytoplasme clair sans tonofilaments, un noyau bilobé, l'absence de desmosomes et la présence de granules de Birbeck, organites cytoplasmiques en forme de raquette ou de bâtonnet.

Les cellules de Langerhans sont d'origine hématopoïétique et trouvent donc leur origine et se renouvellent à partir de la moelle osseuse. Elles sont dépourvues de toute attache avec les kératinocytes et sont dérivées des précurseurs médullaires CD34+ (précurseurs des cellules dendritiques et monocytes). Les précurseurs médullaires CD34+ migrent jusqu'à l'épiderme grâce

à la circulation sanguine et acquièrent au fur et à mesure les caractéristiques des cellules de Langerhans.

Lors de leur maturation, les cellules CD34+ se différencient dans un premier temps en cellule dendritique immature très efficace dans le captage et l'apprêtement antigénique. Elles se transforment ensuite en cellule dendritique capable de présentation antigénique.

Le maintien de leur population est assuré par une mitose, faible mais réelle, au sein de l'épiderme. (6)

Elles sont localisées à l'interface avec le milieu extérieur et sont fondamentales aux défenses immunitaires de la peau et des muqueuses. En effet, ce sont les seules cellules ayant la capacité de présentation antigénique au niveau de l'épithélium. Elles déclenchent les réactions immunitaires face aux agressions environnementales, chimiques, biologiques ou physiques et sont spécialisées dans la capture, le transport et la présentation des antigènes aux lymphocytes T des ganglions lymphatiques.

Le nombre de cellules de Langerhans n'est pas modifié par le vieillissement mais est cependant altéré en cas d'irradiation à forte dose par les ultraviolets B.

Figure 13 : Réseau de cellules de Langerhans au sein de l'épiderme (microscopie électronique) (20)

La trypsine permet de dissocier le derme de l'épiderme. L'épiderme peut alors être marqué par différents procédés enzymatiques (ici, l'ATPase) et révéler un réseau dense de cellules de Langerhans (Cliché : Dr Colette Dezutter-Dambuyant).

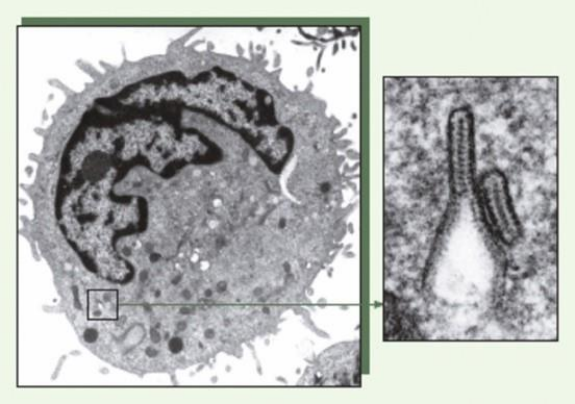


Figure 14 : Les granules de Birbeck au sein d'une cellule de Langerhans épidermique (20)

1.1.4. Cellules de Merkel

Les cellules de Merkel sont des cellules ovales au noyau polylobé qui constituent la partie cellulaire minoritaire de l'épiderme.
Elles sont positionnées parallèlement à la surface cutanée et projettent des expansions villositaires entre les kératinocytes adjacents, auxquels elles sont attachées par des desmosomes. Elles sont composées de granules neuro-sécrétoires, de ribosomes et de kératine K20.

Leur présence corporelle est assez hétérogène ; leur nombre est important au niveau des lèvres, des régions supérieures des bras et du visage, et particulièrement élevé au niveau des plantes de pieds et des paumes.

Ce sont des cellules neuroendocrines qui produisent des neuromédiateurs tels que le Vasoactive Intestinal Peptide, le Calcitonine Gene Related Peptide, la sérotonine, la substance P, la somatostatine et la neurotensine. Certaines de ces substances jouent un rôle de neurotransmetteur et d'autres agissent en tant que facteur de croissance et de différenciation. (6)
Elles possèdent également des récepteurs à ces neuromédiateurs, ce qui laisse penser à une fonction autocrine ou paracrine, non définie à ce jour pour ces cellules.
Enfin, les cellules de Merkel sont des mécanorécepteurs à adaptation lente de type I responsables de la sensation tactile (par exemple, lecture du braille par les aveugles). (21)

Figure 15 : Cellules de Merkel au sein d'un épiderme humain sain. Les cellules de Merkel (en rouge) sont en contact avec les nerfs (en jaune) (22)

1.1.5. Le film cutané de surface

En complément de la protection qu'offrent les différentes couches de l'épiderme face aux agressions extérieures, un film cutané recouvre la totalité de la surface épidermique. Ce film est constitué de substances issues de la kératinisation épidermique et de produits de sécrétion.

1.1.5.1. Composition

Le film cutané de surface est constitué de produits issus de la kératinisation épidermique (filaggrine et cellules cornées remplies de kératine, qui desquament) et d'un film hydrolipidique composé de produits de sécrétion.

La phase aqueuse du film hydrolipidique est essentiellement constituée de sueur. On peut y trouver des substances minérales (chlorure de sodium, potassium, calcium, oligo-éléments, ions phosphates etc.) et organiques (composés azotés et métabolites du glucose).

La phase lipidique a pour origine le sébum et les lipides élaborés par les cellules épidermiques (triglycérides, céramides, squalène, cholestérol et acides gras). (6)

1.1.5.2. Rôle

Le rôle principal du film cutané est la protection de l'épiderme contre la pénétration de substances étrangères.
Grâce à son pH acide, il prévient la croissance de germes pathogènes et préserve la flore bactérienne existante.
Les acides aminés et le film lipidique maintiennent l'hydratation de la peau en empêchant l'évaporation.
Enfin, le pouvoir tampon du film cutané assure à la peau une protection supplémentaire contre les agressions chimiques.
Ces propriétés lui permettent ainsi de renforcer le rôle de la couche cornée. (6) (23) (24)

1.2. Derme et jonction dermo-épidermique

1.2.1. La jonction dermo-épidermique

La jonction dermo-épidermique est la zone acellulaire qui représente l'interface entre la lame basale de l'épiderme et le derme et qui permet une résistance aux forces de traction cutanée externe. C'est une structure macromoléculaire de 100 nm d'épaisseur dont la principale fonction est d'assurer une bonne adhérence de l'épiderme au derme et le bon fonctionnement de ces deux composants tissulaires.
En étant une matrice d'ancrage pour les cellules de la couche basale de l'épiderme, elle joue un rôle prépondérant dans la polarité de l'épiderme et dans la régulation de la migration cellulaire.

La jonction dermo-épidermique est composée de trois couches dont les différences de densité d'électrons proviennent de variations dans l'arrangement des molécules. De l'épiderme vers le derme, on trouve :

- La *lamina lucida*, un feuillet clair aux électrons
- La *lamina densa*, un feuillet dense aux électrons
- La *sub-lamina densa* ou zone fibrillaire

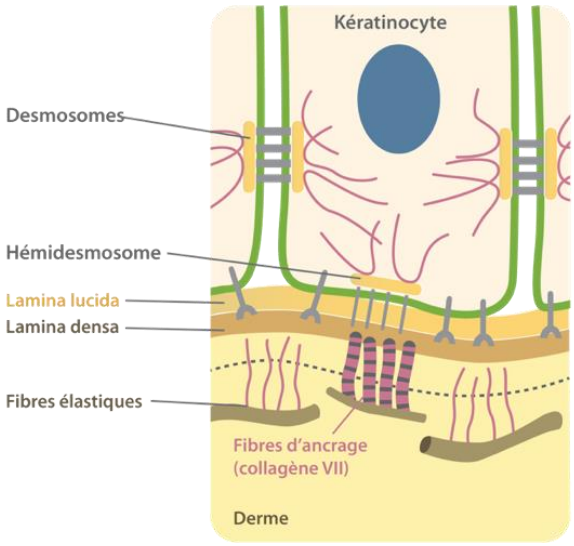


Figure 16 : Structure de la jonction dermo-épidermique (25)

En plus de cette ultrastructure basique, la jonction dermo-épidermique se distingue par la présence de complexes d'ancrages caractéristiques.
Du côté de l'épiderme, les hémidesmosomes assurent la jonction entre les kératinocytes basaux et la lame basale. Du côté du derme, des filaments d'ancrage composés de collagène interagissent avec la membrane basale et des fragments de celle-ci, les plaques d'ancrage, pour former un réseau qui piège les fibres de collagène de la couche supérieure du derme. (6) (24)

La *lamina lucida* est en contact direct avec la membrane cytoplasmique des cellules basales de l'épiderme. Elle est reliée à la *lamina densa* par des filaments d'ancrage très fins et riches en laminine provenant des hémidesmosomes.
La *lamina densa* contient principalement du collagène de type IV, qui lui confère une force naturelle, et des glycoprotéines.
Sous la *lamina densa*, la *sublamisa densa* est en continuité avec le derme papillaire et constitue une zone fibreuse contenant une grande variété de composants. Elle contient des fibrilles d'ancrage, composées de faisceaux de collagènes microfibrillaires de type VII et interstitiels de type III.

Ainsi, la jonction dermo-épidermique joue plusieurs rôles (26) (27):

- Elle assure la cohésion entre l'épiderme et le derme pour une résistance en cas de stress physique
- Elle assure la communication entre les cellules de l'épiderme et du derme
- Elle a un rôle de matrice pour la migration des kératinocytes en cas de blessures
- Elle oriente les kératinocytes pour leur différenciation et prolifération
- Elle régule la synthèse de mélanine par les mélanocytes

1.2.2. Le derme

1.2.2.1. Physiologie du derme

Le derme est une des trois couches constitutives de la peau et est situé entre l'épiderme et l'hypoderme. Il constitue le support solide de la peau.
C'est un tissu conjonctif dense fibro-élastique, richement vascularisé et innervé. Il est principalement composé de collagène et de fibres élastiques synthétisées et sécrétées par les fibroblastes, qui assurent ainsi sa production et son remodelage. Il englobe également les glandes sudoripares et contient des cellules intervenant de manière active dans les mécanismes de défense de l'organisme contre les micro-organismes pathogènes.
L'épiderme ne possédant pas de système vasculaire, les vaisseaux sanguins et lymphatiques qui traversent le derme assurent les échanges métaboliques (nutriments et oxygène) par diffusion dans le liquide interstitiel jusqu'à l'épiderme. (6) (28)

Le derme a une épaisseur moyenne de 1 à 2 mm et est plus épais au niveau de la paume des mains et de la plante des pieds (3 à 4 mm), et plus fin au niveau des paupières et du prépuce (0.6 mm). (28)

Ainsi, sa principale fonction est de soutenir l'épiderme tout en le protégeant, lui, le réseau vasculaire et les fibres nerveuses.

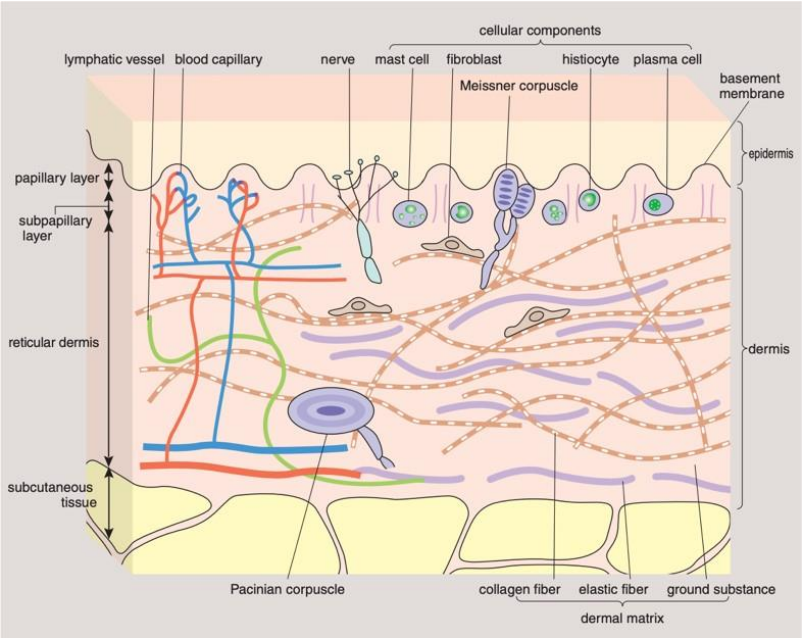


Figure 17 : Structure et composition du derme (29)

1.2.2.2. Structure du derme

Le derme est subdivisé en deux zones, le derme papillaire et le derme réticulaire, qui diffèrent par leur composition et par l'organisation de leur matrice extracellulaire respective.

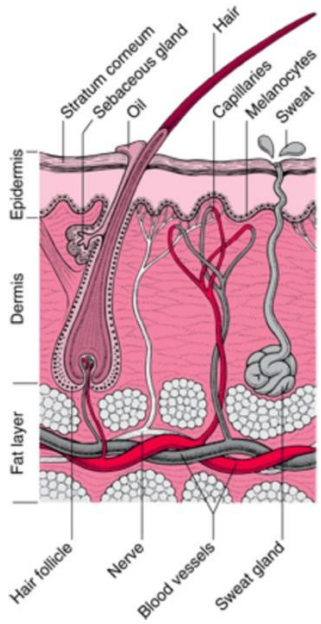


Figure 18 : Le derme au contact de l'épiderme, de l'hypoderme et de leurs constituants (30)

Le derme papillaire, région la plus superficielle et la plus mince du derme, se trouve sous l'épiderme. La ligne de contact entre ces deux structures forme des saillies, appelées papilles dermiques. Le derme papillaire est un tissu conjonctif lâche qui forme des papilles dermiques entre les crêtes épidermiques.

Le derme papillaire est constitué de fines fibrilles de collagène de type I et III, isolées et orientées généralement perpendiculairement ou obliquement par rapport à la jonction dermo-épidermique. Des fibres élastiques oxytalanes également orientées perpendiculairement à l'épiderme forment des structures en forme de chandelles. Le plexus vasculaire sous ces crêtes papillaires (rête subpapillaire) délimite la limite inférieure du derme papillaire. Les capillaires qui s'étendent depuis le plexus sous-papillaire apportent les nutriments nécessaires à l'épiderme en se projetant dans les papilles dermiques. C'est dans cette partie du derme que s'effectuent les échanges nutritifs avec les couches profondes de l'épiderme. (28)

Le derme réticulaire, derme le plus profond, occupe 4/5 de la hauteur du derme. (31) C'est un tissu conjonctif dense réticulé contenant de nombreux fibroblastes qui synthétisent le réseau de réticuline et d'un entrecroisement de faisceaux de grosses fibres de collagène et de fibres élastiques orientées parallèlement à la surface de la peau. Il est parcouru par de nombreux vaisseaux sanguins, des nerfs sensitifs, des follicules pilo-sébacés, les muscles arrecteurs des poils (sauf au niveau des paumes et des plantes) et enfin des canaux excréteurs des glandes sudoripares.
Il est directement en contact avec l'hypoderme et les vaisseaux sanguins qu'il renferme relient les plexus sous-papillaires aux plexus cutanés situés à la jonction derme-hypoderme. Ainsi, un plexus vasculaire profond, le *rete cutaneum*, et la transition entre un tissu fibreux et un tissu adipeux marquent la limite inférieure du derme réticulaire.
Depuis le derme papillaire jusqu'à l'hypoderme, le nombre de cellules diminue et la taille des structures fibreuses augmente. (6) (28) (32)

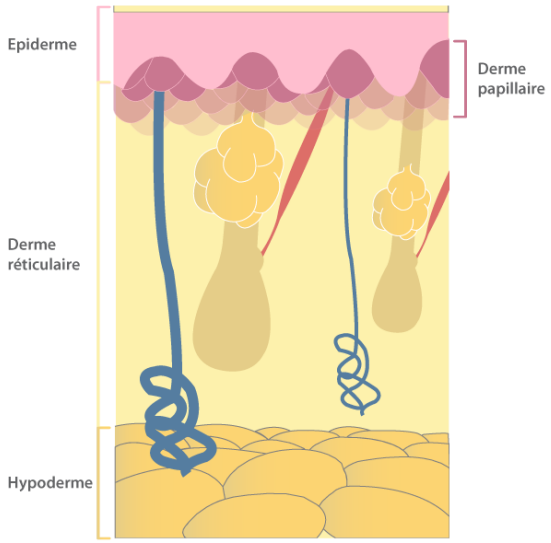


Figure 19 : Structure du derme et forme du derme papillaire (25)

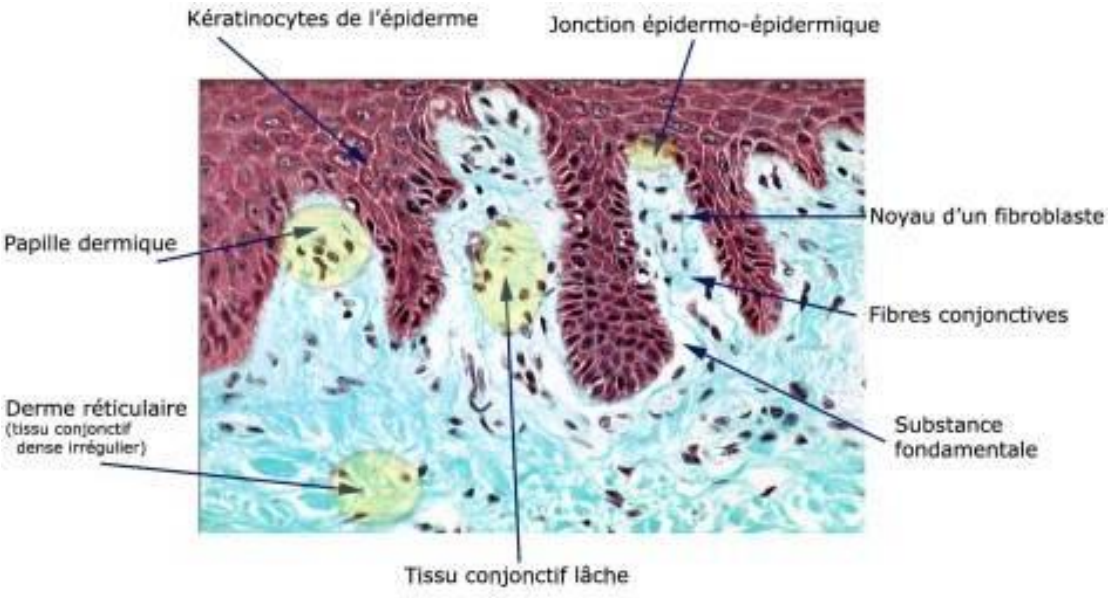


Figure 20 : Derme réticulaire et papille dermique en microscopie électronique (33)

1.2.2.3. Constituants du derme

Le derme est principalement constitué de fibroblastes et de matériel extracellulaire en quantité importante.

a. Fibroblastes

Les fibroblastes constituent la population cellulaire majoritaire au sein du derme. Ils sont d'origine mésenchymateuse et sont plus nombreux et métaboliquement plus actifs dans le derme papillaire que dans le derme réticulaire.
La principale fonction des fibroblastes est la synthèse et l'organisation des composants de la matrice extracellulaire du derme, avec lesquels ils interagissent par l'intermédiaire de récepteurs membranaires de type intégrine.
Ils possèdent une forte activité synthétique ; ils synthétisent du collagène, de l'élastine, de la substance fondamentale, des glycoprotéines de structure, des facteurs de croissance et des enzymes (collagénases et protéases) qui dégradent, renouvellent et réorganisent la matrice extracellulaire. Un même fibroblaste est capable de secréter plus d'un type d'élastine et de collagène simultanément. (6)
Les fibroblastes participent aussi à la défense anti-infectieuse et antivirale par la sécrétion de facteurs chimiotactiques (chimiokines et interféron α). Leur activité est donc plus intense lors du processus de cicatrisation. (28)(6)
Ces cellules s'autodétruisent au fur et à mesure du vieillissement. Elles diminuent de moitié entre 20 ans et 80 ans. (34)

b. La matrice extracellulaire (MEC)

Cette matrice est produite par les fibroblastes et se compose de fibres conjonctives (collagènes et fibres élastiques) baignant dans la substance fondamentale, et de glycoprotéines de structure et d'adhésion. Elle apporte une résistance mécanique et élastique à la peau.

La MEC du derme papillaire n'est pas organisée et est composée de fibres de collagène III et V à petit diamètre disposées de manière aléatoire et de nombreux capillaires sanguins qui nourrissent

les cellules épidermiques et sont nécessaires à la régulation de la température corporelle. Cette MEC ne contient aucune fibre d'élastine mature. (35) Des récepteurs sensoriels sont également présents et permettent la détection de stimuli tels que le toucher ou la pression. (36)

La MEC du derme réticulaire est plus organisée que celle du derme papillaire. Elle est composée de collagène de type I (plus large que le collagène de type III et V), qui lui confère des propriétés de résistance mécanique supérieures à celle du derme papillaire, et de fibres d'élastines matures disposées parallèlement à la surface de la peau. Cette MEC contient également les follicules pileux, les vaisseaux sanguins, les glandes sébacées et sudoripares et les nerfs et récepteurs sensoriels. (32)

- La substance fondamentale de la MEC

La substance fondamentale est principalement constituée de glycoprotéines, les protéoglycanes, liées par des liaisons covalentes à plusieurs chaines de glycosaminoglycanes. Ce réseau forme une substance très hydratée constituant un gel souple à travers lequel peuvent diffuser des métabolites. La pression de turgescence engendrée dans cette substance confère au derme une grande résistance aux forces de compression. (6)

L'acide hyaluronique ou hyaluronane est le glycosaminoglycane le plus abondant. Il forme une chaîne polysaccharidique non ramifiée, sans groupements sulfates ni partie protéique, contrairement aux autres glycosaminoglycanes.
Les autres glycosaminoglycanes (chondroïtine sulfate, dermatane-sulfate, héparane-sulfate, hépraine et kératane-sulfate) forment des protéoglycanes en établissant des liaisons covalentes avec des protéines. Ces protéoglycanes sont des molécules géantes riches en glucides, enchevêtrées et électrostatistiquement liées aux autres. Étant fortement chargées, elles sont extrêmement hydrophiles et attirent eau et ions positifs, en particulier du sodium, dans le liquide extracellulaire. (6)

- Les composants fibreux (élastine, collagène)

    - Le collagène

Le collagène est la protéine fibreuse la plus représentée dans l'organisme humain, représentant 70% de son poids sec, elle est synthétisée par les fibroblastes et est présente dans la plupart des tissus conjonctifs. (37)
Le collagène est une protéine inextensible qui a pour principale fonction de stocker les forces de tension. Il est particulièrement important dans le derme, comme l'atteste l'utilisation du cuir, qui n'est rien d'autre que du collagène rendu imputrescible par tannage. (6)

Il existe 27 types de collagènes, numérotés de I à XXVII, différenciés par leur morphologie, leur séquence d'acides aminés et leurs propriétés physiques. Ils sont regroupés en 2 sous-familles : les collagènes fibrillaires et les collagènes non-fibrillaires. (38)
On distingue 3 types de collagène dans le derme : le collagène de type I (60 – 80%), de type II (15 – 25%), de type III (2 – 5 %). (36)

Chaque molécule de collagène est un homotrimère ou un hétérodimère composé de 3 chaînes α et d'un ou plusieurs domaines en triple hélice. Les collagènes de type I sont formés de 2 chaînes $\alpha 1$ et d'une chaîne $\alpha 2$ alors que les collagènes de types III sont composés de 3 chaînes $\alpha 1$. (6)

Les collagènes sont riches en proline, hydroxyproline et en glycine. La glycine étant un acide aminé permettant aux trois chaînes alpha-hélicoïdales de s'enrouler étroitement, la répétition du triplet X-Y-Glycine (X étant la plupart du temps la proline et Y l'hydroxyproline) sur les 3 chaînes α permet la formation de cette structure en triple hélice. (39)
Les molécules tri-hélicoïdales s'associent ensuite en s'alignant côte à côte pour former des fibrilles de 50 à 200 nm de diamètre. Ces fibrilles s'agrègent alors en faisceau de plus grande dimension, formant des fibres de collagène de plusieurs micromètres de diamètre. (6)

Au niveau du derme, les collagènes fibrillaires de type I, III et V s'auto-assemblent pour former un réseau tridimensionnel dans toute son épaisseur. Ils donnent à la peau sa force de résilience et sont essentiels à son intégrité tissulaire.

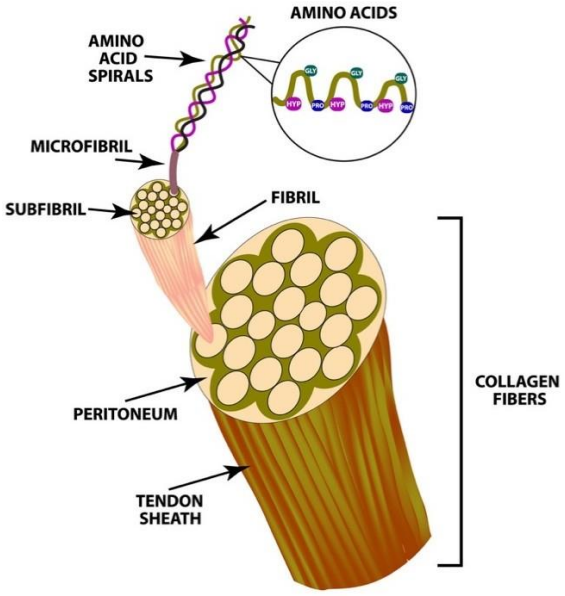


Figure 21 : Structure du collagène, de la chaîne alpha à la fibre solide présente dans le derme (40)

En surface de ces fibres se trouve les collagènes XII et XIV, collagènes non fibrillaires qui possèdent 2 domaines en triple hélice et interagissent avec le collagène I par l'intermédiaire de la chaîne glycosaminoglycane de la décorine. L'ensemble est consolidé par les protéoglycanes. Ce double revêtement joue un rôle primordial dans l'hydratation du derme et la circulation des métabolites.

Le réseau de collagène est organisé et maintenu sous une tension mécanique dynamique fournie par les fibroblastes responsables de sa production.

- Les fibres élastiques

Le derme contient 3 types de fibres élastiques : les fibres oxytalanes, les fibres d'élaunine et les fibres élastiques matures.
Les fibres oxytalanes sont présentes dans le derme papillaire et forment de fines arborisations perpendiculaires à la jonction dermo-épidermique.

Les fibres d'élaunine sont des fibres élastiques immatures, moins larges et plus courtes que les fibres élastiques matures. (41)
Les fibres élastiques matures, quant à elles, sont principalement composées d'élastine et sont disposées en lames discontinues entre les fibres de collagène du derme réticulaire. Elles sont situées autour des follicules pileux, des glandes sébacées et des glandes sudorales.(42)

L'élastine est une protéine non glycosylée, très hydrophobe, longue d'environ 830 résidus d'acides aminés et riche en proline et glycine.(6) Elle est synthétisée par les fibroblastes sous forme d'un précurseur solide, la tropoélastine, qui se polymérise ensuite au sein de la substance fondamentale afin de conférer à la peau son caractère élastique.(39) Elle apporte une résistance physique aux attaques chimiques et physiques.

- Les glycoprotéines de structure

Les glycoprotéines de structure du derme sont des protéines synthétisées par les fibroblastes sur lesquelles sont greffées de courtes chaînes glucidiques. Les deux principales glycoprotéines sont la fibronectine et la ténascine.(43)

La fibronectine est une glycoprotéine multifonctionnelle qui présente une structure composée de domaines globulaires disposés le long de chaînes polypeptidiques, reliées par 2 ponts disulfure. Cette glycoprotéine joue un rôle essentiel dans la fixation des cellules à la MEC et l'organisation du cytosquelette. En cas d'inflammation, elle favorise la migration des fibroblastes et des macrophages vers la zone atteinte, et joue donc un rôle important dans le processus de guérison.
La ténascine est l'autre principale glycoprotéine de structure de la MEC. C'est une molécule volumineuse de 6 chaînes polypeptidiques liées par des ponts disulfures.
Lors de la synthèse des fibres élastiques, ces glycoprotéines forment une charpente sur laquelle se déposent les molécules de tropoélastine. (39)

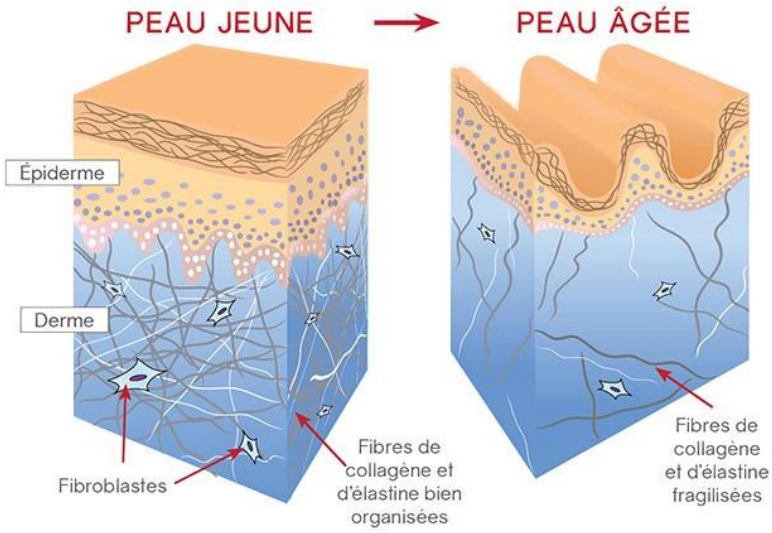


Figure 22 : Barrière cutanée d'une peau jeune comparée à la barrière cutanée d'une peau âgée (44)

1.3. Hypoderme

L'hypoderme est situé sous le derme et n'est pas considéré comme faisant partie de la peau. Il protège les organes profonds, muscles et os en séparant la peau de leurs membranes fibreuses. Il est traversé par des fibres nerveuses et fortement irrigué par la circulation sanguine.

C'est un tissu conjonctif lâche qui possède les mêmes constituants que le derme, auxquels s'ajoutent les adipocytes. Il est constitué d'une couche de graisse de réserve, le tissu adipeux blanc sous-cutané, qui peut compter pour 15 à 20% du poids total chez une personne maigre et jusqu'à 50% en cas d'obésité morbide.(45) Ce tissu graisseux est divisé en lobules adipeux séparés par des cloisons conjonctives qui permettent le passage des nerfs et des vaisseaux.(32)

Il existe deux types de tissu adipeux : le tissu adipeux blanc et le tissu adipeux brun, dont les rôles métaboliques sont distincts mais complémentaires.
Le tissu adipeux blanc est un organe qui accumule l'énergie en excès sous forme de graisses, ce qui fait de lui le plus grand réservoir énergétique. En cas de jeûne, il assure l'équilibre énergétique

et la thermogénèse. À l'inverse, en cas de période d'abondance alimentaire, il joue le rôle de tissu de stockage.

Le tissu adipeux brun est spécialisé dans la thermogénèse adaptative et a une couleur plus foncée que le tissu adipeux blanc dû à une irrigation plus dense et à un nombre important de mitochondries. Les fonctions du tissu adipeux brun restent encore indéterminées.

1.3.2. Anatomie de l'hypoderme

1.3.2.3. Localisation du tissu adipeux blanc

Le tissu adipeux blanc enveloppe complètement le corps humain mais son épaisseur est variable selon les endroits du corps : il est par exemple mince sur le front et épais sur les fesses. La localisation anatomique du tissu adipeux est un véritable caractère sexuel secondaire. Chez l'homme, il est prépondérant au-dessus de la ceinture et chez la femme, il se concentre au niveau de la partie basse de l'abdomen et au niveau des hanches, fesses, et cuisses, réalisant la « culotte de cheval ».(6)

Il existe 2 couches distinctes du tissu adipeux sous-cutané : le tissu adipeux blanc superficiel et le tissu adipeux blanc profond. Chez la femme, 51% du tissu adipeux sous-cutané se trouve dans les couches profondes alors que chez l'homme, ce sont 66% qui se trouvent dans cette couche. (32)

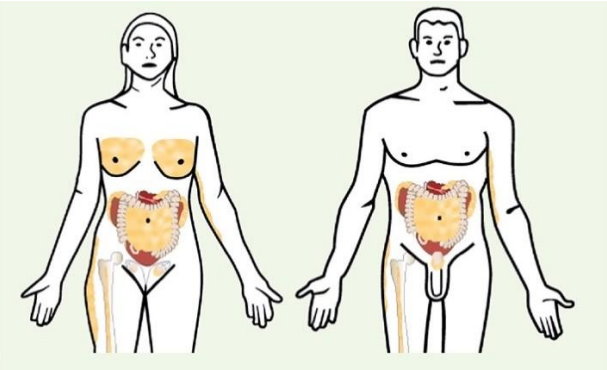


Figure 23 : Répartition du tissu adipeux dans le corps humain (46)

Le tissu adipeux blanc, majoritairement composé d'adipocytes, est localisé en sous-cutané (avec une accumulation glutéo-fémorale chez la femme) et dans l'abdomen où il entoure les viscères

(tissu adipeux viscéral). On retrouve aussi du tissu adipeux dans l'os, au niveau mammaire chez la femme et autour de la prostate chez l'homme.

1.3.2.4. Composants du tissu adipeux blanc

Le tissu adipeux blanc est constitué de 2 grandes familles cellulaires : les adipocytes matures et la fraction stroma-vasculaire qui renferme des cellules sanguines, des macrophages et des cellules endothéliales.

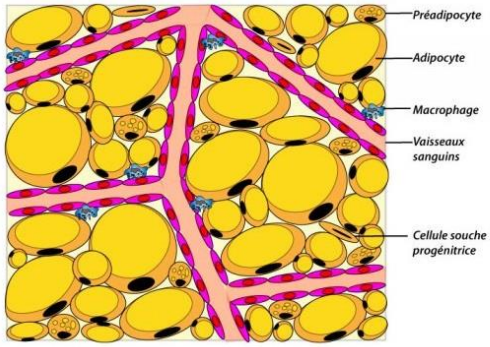


Figure 24 : Représentation schématique du tissu adipeux blanc et de sa composition cellulaire (32)

- Adipocytes matures

Les adipocytes matures sont des cellules sphériques qui contiennent une unique et large vacuole lipidique (composée à 95% de triglycérides).(46) Leur noyau est à la périphérie de la cellule et le cytoplasme est composé d'une mince couronne autour des lipides intracellulaires.
Lors d'une prise de poids ou d'un amaigrissement, les adipocytes peuvent facilement changer de volume et mesurer de 40 à 120 µm de diamètre, ce qui correspond à une variation de 27 fois en volume.(6)

Les cloisons conjonctives qui séparent les lobules adipeux contiennent des fibroblastes, macrophages, mastocytes et des fibrilles de collagène. On peut également trouver entre ces lobules des fibres de réticuline, des capillaires sanguins et des fibres nerveuses amyéliniques correspondant

à des fibres sympathiques noradrénergiques. La vascularisation du tissu adipeux est plus ou moins importante selon sa localisation anatomique. (32)

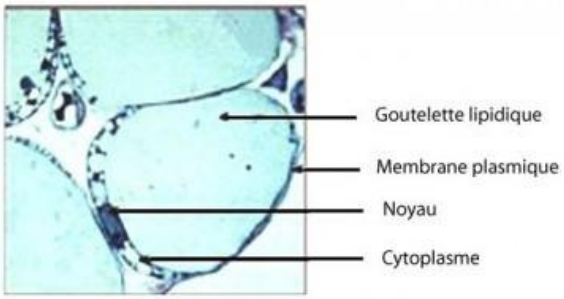


Figure 25 : Morphologie d'un adipocyte (32)

- Fraction stroma-vasculaire

La fraction stroma-vasculaire comprend un certain nombre de cellules (6):

- Les cellules progénitrices : ce sont les cellules souches mésenchymateuses du tissu adipeux. Elles sont à l'origine des différents lignages cellulaire (lignage ostéogénique, chondrogénique, endothélial, neuronal etc.) ;
- Les pré-adipocytes : ils se transforment en adipocytes après un processus appelé adipogénèse ;
- Les cellules endothéliales, qui participent à la néovascularisation du tissu et donc au développement du réseau de capillaires ;
- Les cellules d'origine hématopoïétique (lymphocytes et macrophages) impliquées dans l'inflammation ;
- Les fibroblastes, qui sécrètent notamment du procollagène et de la proélastine.

1.3.2.5. Fonctions du tissu adipeux blanc

Le tissu adipeux blanc est une réserve énergétique et un organe endocrinien puisqu'il synthétise et libère des hormones qui auront une action locale ou systémique sur différents organes.

- Fonction métabolique

Grâce au caractère isolant de la graisse, le tissu adipeux joue un rôle fondamental dans la thermorégulation. Il stocke l'énergie en excès sous forme de lipides qui sont ensuite mobilisés par d'autres tissus pour répondre à certains besoins métaboliques en période de restriction alimentaire.

En période postprandiale, le tissu adipeux est capable d'accumuler les lipides sous forme de triglycérides et de les stocker. Ce phénomène est appelé la captation.

En cas de jeûne, le tissu adipeux peut mobiliser ces triglycérides et les libérer sous forme d'acides gras et de glycérol de façon à fournir l'énergie nécessaire aux tissus qui en ont besoin. Ce phénomène s'appelle la lipolyse.

- Fonction endocrine

Le tissu adipeux est un organe endocrinien capable d'intégrer et de répondre à des signaux hormonaux venant de différentes parties de l'organisme.

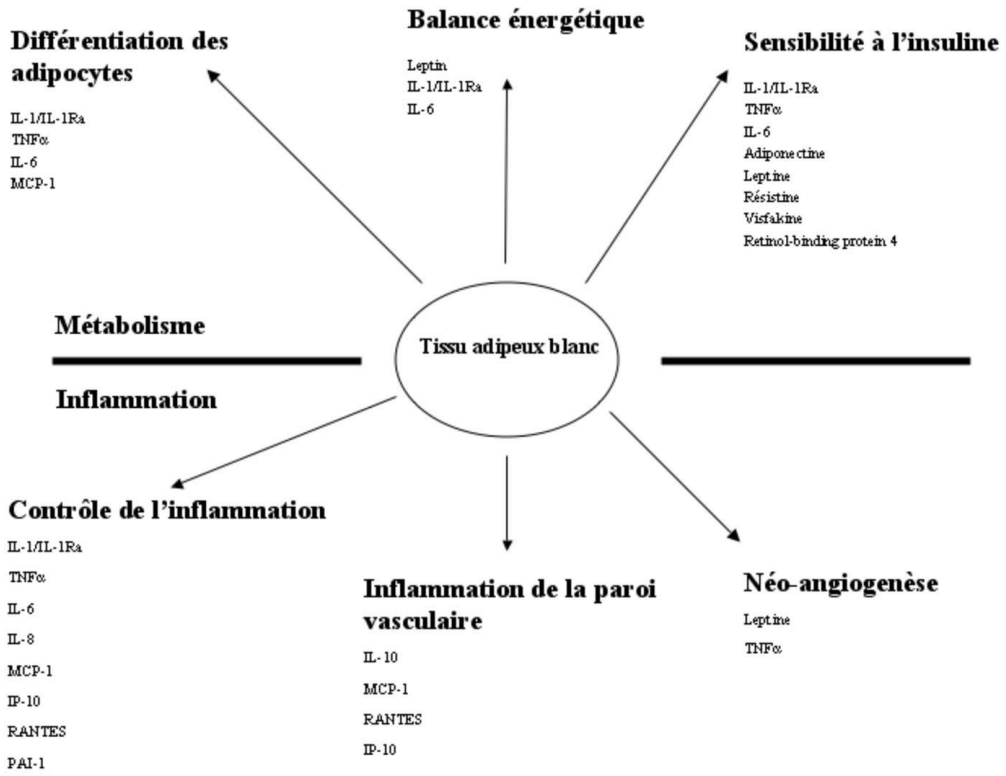


Figure 26 : Rôles et substances produites par le tissu adipeux (47)

Les adipokines sécrétées par le tissu adipeux blanc participent au contrôle général de la balance énergétique. Certaines impactent également la régulation systémique de la dépense énergétique et le catabolisme lipidique en activant des circuits neuronaux dans l'hypothalamus ou d'autres régions cérébrales.

En situation de stress, le tissu adipeux peut sécréter des cytokines pro ou anti-inflammatoires aux actions autocrines et/ou paracrines qui contribuent alors au contrôle de l'homéostasie énergétique. La production et la sécrétion d'adipokines sont régulées par la masse adipeuse et le statut physiologique de l'organisme.

- Fonction protectrice

Le tissu adipeux joue un rôle d'isolant thermique et mécanique. Il contribue notamment à la plasticité du tissu cutané en jouant un rôle d'amortisseur en cas de choc.(6)

1.3.3. Développement du tissu adipeux et différenciation adipocytaire

1.3.3.1. Adipogénèse

Les adipocytes dérivent de cellules souches mésenchymateuses, qui grâce à un processus de sélection de lignage adipoblastique synthétisent un adipoblaste, précurseur de l'adipocyte.

Les différentes étapes de la différenciation adipocytaire, telles que l'arrondissement des cellules et l'accumulation progressive de vacuoles lipidiques dans le cytoplasme sont la conséquence de variations d'expression génétique.

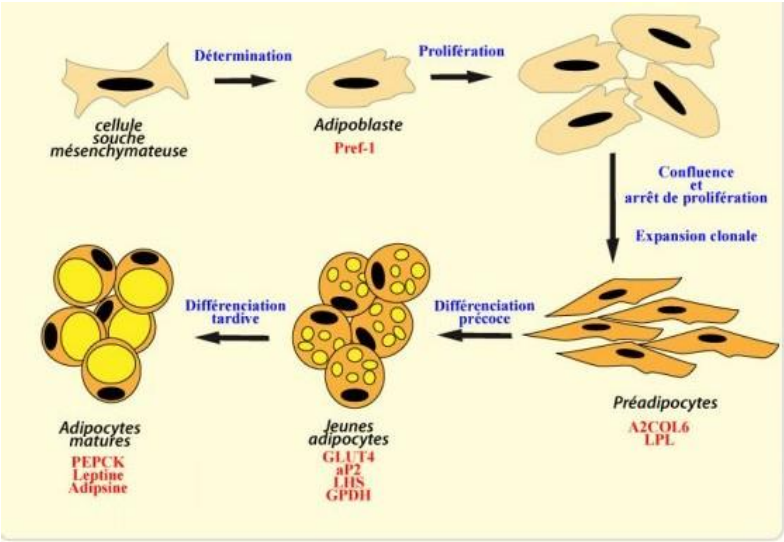


Figure 27 : Le processus de différenciation adipocytaire (32)

1.3.3.2. Influence des hormones sexuelles

En général, la cellulite apparaît chez la femme à la puberté et se développe pendant la grossesse, ce qui reflète un rôle important des hormones sexuelles (progestérone, œstrogène) dans la répartition anatomique du tissu adipeux.

Dû à la présence de récepteurs aux hormones stéroïdes sur les adipocytes, il existe un effet différentiel de ces hormones sur les différentes localisations du tissu adipeux. Le nombre et la nature de ces récepteurs varient selon leur origine anatomique : les récepteurs aux androgènes prédominent dans la région abdominale et les récepteurs aux œstrogènes dans la région sous-cutanée fémorale.

1.3.4. La cellulite

La cellulite, également connue sous la dénomination de capiton ou de lipodystrophie superficielle, est le résultat d'un amas de graisse dans la couche superficielle de la peau. Cette cellulite dont le terme médical est, panniculopathie oedemato-fibro-sclérotique (PEFS), correspond à une altération du tissu conjonctif et du pannicule adipeux, avec compression de la microcirculation sous-cutanée. C'est une fibrose des tissus qui entraîne l'arrêt des échanges cellulaires de la région touchée.(6)

La cellulite se caractérise par des placards indurés (plaques plus ou moins dures) qui donnent un effet peau d'orange. Dans les zones cellulitiques, au compartiment adipeux s'ajoute un compartiment hydrique interstitiel qui provoque une rétention d'eau tissulaire et des capsules fibreuses qui entraînent l'apparition de nodules.

Ce phénomène de capitonnage est principalement dû à la structure des cloisons conjonctives des lobules stockant les adipocytes qui, chez la femme, réalisent des losanges dont une pointe s'ancre dans le derme. Quand les lobules sont distendus par l'amas des adipocytes gorgés de triglycérides, la peau prend l'aspect d'un tissu capitonné appelé « peau d'orange ».

Dans des conditions normales, chaque adipocyte est entouré dans un réseau de fines fibrilles de collagène. A la suite de l'apparition d'œdème, les fibrilles se multiplient en nombre et en épaisseur, ce qui conduit alors au dérèglement de la structure lobulaire du tissu adipeux et provoque des altérations dans l'irrigation sanguine.(6)

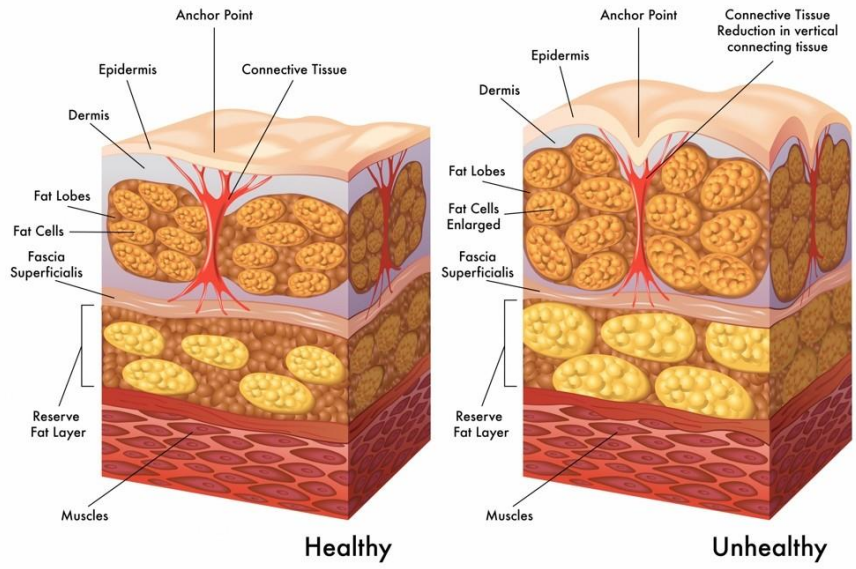


Figure 28 : Peau normale et lisse (gauche), cellulite et excès d'adipocytes (droite) (48)

Gauche : Les adipocytes sont en quantité limitée, le flux sanguin est facilité.

Droite : Les adipocytes sont en excès, ils compriment le réseau sanguin et entraînent un capitonnage de la peau.

1.4. Les annexes cutanées

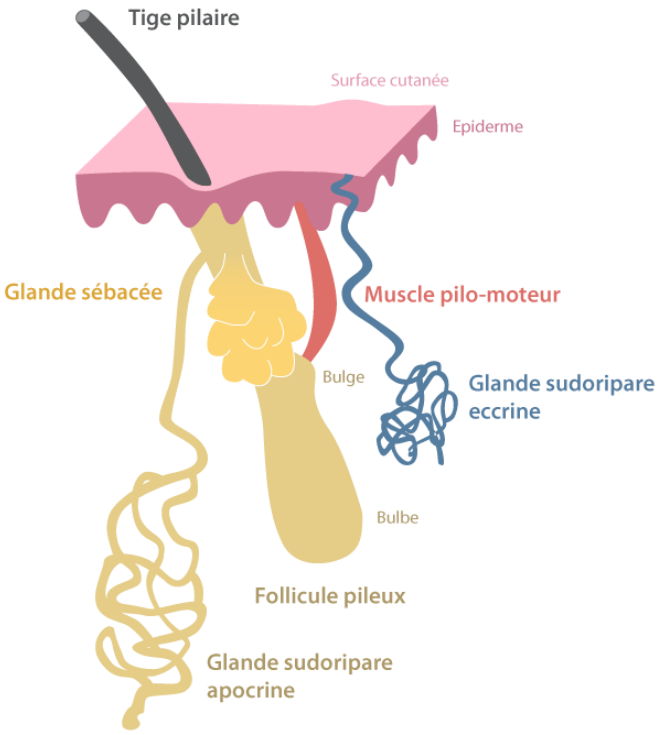


Figure 29 : Les annexes cutanées (25)

1.4.1. L'appareil pilo-sébacé

Le follicule pileux prend naissance dans le derme et traverse l'épiderme jusqu'à l'orifice pilo-sébacé. Il existe 3 annexes à ce follicule : le muscle pilomoteur, la glande sébacée et la glande sudoripare apocrine.

1.4.1.1. Le muscle pilomoteur

Le muscle pilomoteur, ou muscle arrecteur du poil, s'étend du derme papillaire au follicule pileux. Lors d'un stress psychologique ou physiologique, les terminaisons nerveuses qui innervent ce muscle provoquent sa contraction, qui se manifeste alors par un redressement des poils.

1.4.1.2. La glande sébacée

Dans le derme, les glandes sébacées sont reliées au follicule pileux par le canal pilaire pour former le follicule pilo-sébacé. Elles peuvent également déboucher directement à la surface cutanée, comme c'est le cas au niveau des lèvres et à la base des cils.

Cette glande sécrète à la surface de la peau du sébum, qui participe avec la sueur à la composition du film hydrolipidique. La quantité de sécrétion dépend de la température cutanée, du poids, de l'activité hormonale et de l'âge.

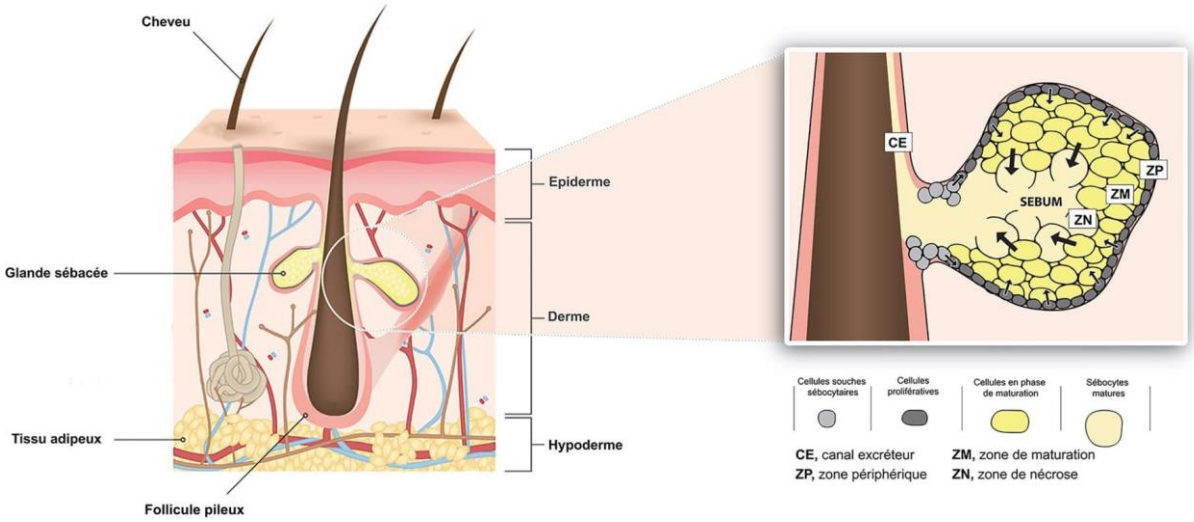


Figure 30 : Structure de la glande sébacée (49)

La production de sébum débute à la puberté sous l'action des androgènes et atteint son maximum à l'âge adulte.

Il a pour principales fonctions de prévenir l'évaporation de l'eau à la surface de l'épiderme et de protéger la peau grâce à l'action fongistatique et bactéricide des acides gras qui le composent.

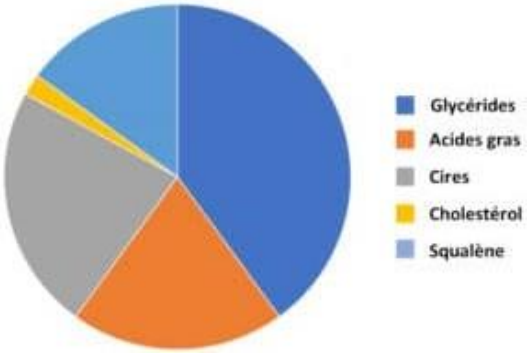


Figure 31 : Composition du sébum et proportion de ses constituants (49) : entre 30 et 50% de glycérides, 15 à 30% d'acides gras (acide sapiénique), 26 à 30% de cires (cérides), 1.5 à 2.5% de cholestérol et 12 à 20% de squalène.

1.4.1.3. La glande sudoripare apocrine

Les glandes sudorales, ou sudoripares, sont des glandes tubuleuses et exocrines qui ne deviennent actives qu'à partir de la puberté et sont stimulées par le stress et les émotions. Elles sont localisées dans des zones précises : les aisselles, les paupières, les parties génitales et le pubis.

Elles sont situées dans l'hypoderme et leur conduit excréteur débouche dans le follicule pileux. Le liquide qu'elles sécrètent dans ce follicule, et donc à la surface de la peau, est laiteux, lipidique et visqueux. Au contact de la flore résidente, les lipides sont hydrolysés et les acides gras synthétisés dégagent alors une odeur propre à chaque individu.

1.4.2. L'appareil sudoripare eccrine

Les glandes sudoripares eccrines sont les plus nombreuses (2 à 5 millions) et sont majoritairement présentent sous la plante des pieds, les aisselles et les paumes des mains. (50)
Elles siègent dans le derme réticulaire et leur principale fonction est de déverser la sueur dans l'épiderme via un conduit sudorifère.

La sueur est synthétisée à partir du plasma et est principalement composée d'eau et de sodium. Elle se charge en autres minéraux tout au long de son trajet canalaire pour finalement devenir hypotonique au plasma.

La production de sueur permet à l'organisme d'éliminer de la chaleur et d'ainsi réguler la température interne de l'organisme.

II. LES EFFETS DU SOLEIL SUR LA PEAU

2.1. Le rayonnement solaire

2.1.1. Le spectre solaire

Le soleil émet un rayonnement de type électromagnétique qui constitue un spectre continu allant de l'infrarouge aux ultraviolets et émet au maximum de son d'intensité au niveau du visible.
À la surface de la Terre, le rayonnement solaire comprend : 5% d'ultra-violet, 40% de lumière visible et 55% d'infra-rouge, qui sont les principaux porteurs de l'énergie thermique.

Le rayonnement ultra-violet est classé en 3 classes :

- Les UV-A dont la longueur d'onde est comprise entre 380 et 315 nanomètres ;
- Les UV-B ayant une longueur d'onde de 315 à 280 nanomètres ;
- Les UV-C qui ont une longueur d'onde allant de 280 à 200 nanomètres.

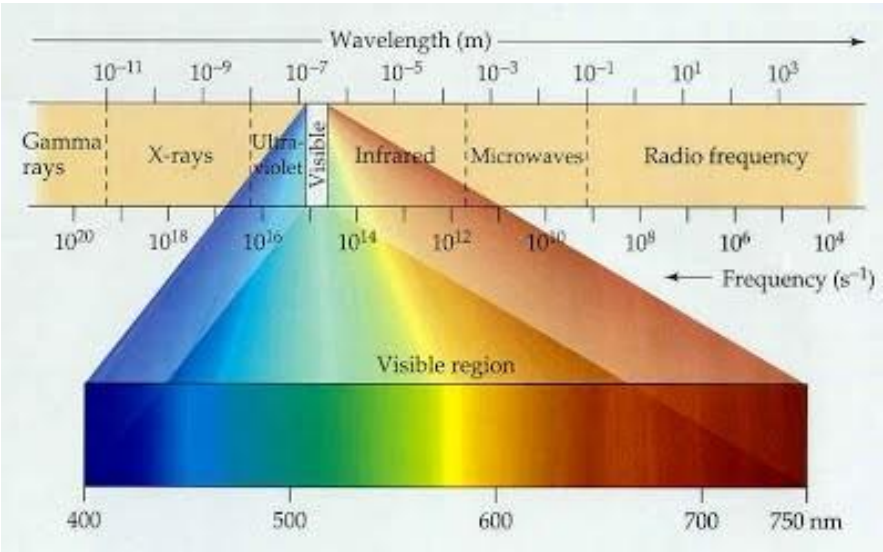


Figure 32 : Spectre continu du rayonnement solaire (51)

Cependant, seuls les UV-A et une petite partie des UV-B atteignent la surface de la Terre et ont des conséquences sur la barrière cutanée. En effet, la majorité des UV-B et la totalité des UV-C sont soit absorbés au niveau de la couche d'ozone, soit réfléchis.

Ainsi le rayonnement solaire que nous recevons comprend seulement 5% d'ultra-violet, ces 5% étant composés à 95% d'UV-A et à 5% d'UV-B.

Alors que les UV-A pénètrent dans le derme, les UV-B sont en majorité arrêtés dans l'épiderme et seuls 10% atteignent les couches profondes de la peau.
Ainsi, bien que les UV-A soient moins riches en énergie que les UV-B, leur quantité plus importante les rend tout autant nocif.
Les autres rayonnements de type infrarouge peuvent atteindre des couches encore plus profondes.

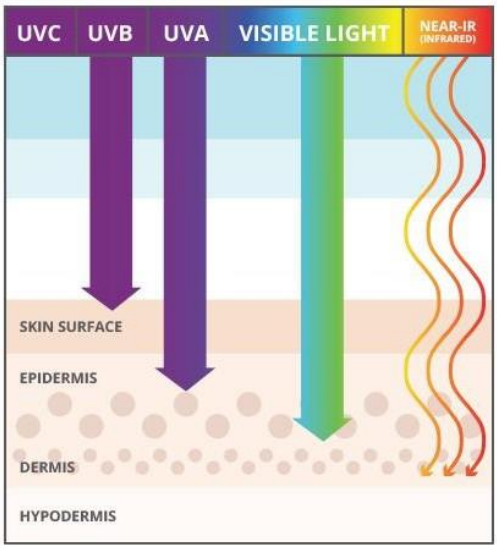


Figure 33: Absorption cutanée à différentes longueurs d'onde (52)

2.1.2. Action des UV-A sur la peau

Les UVA, à l'inverse des UVB qui agissent majoritairement sur l'épiderme, agissent sur l'épiderme et le derme.
Au niveau de l'épiderme, ils activent la mélanine qui provoque alors l'apparition d'un bronzage rapide, mais qui disparaît rapidement.
En pénétrant dans les couches profondes de la peau, les UVA peuvent non seulement endommager les vaisseaux sanguins mais également le collagène et l'élastine qui donnent à la peau sa fermeté.
Ainsi, une exposition importante et prolongée aux UVA provoque un vieillissement cutané prématuré de la peau. (53)

Les UVA peuvent également induire un stress oxydatif et l'apparition de « coups de soleil ».
En effet, lors d'une exposition prolongée au UVA, les systèmes de défense anti-radicalaire peuvent être dépassés et alors provoquer une inflammation de la peau, appelée « coup de soleil ».

2.1.3. Action des UV-B sur la peau

Les UVB stimulent la production de mélanine et des cellules de l'épiderme.
Cette stimulation conduit alors à une augmentation massive des quantités de pigments foncés en quelques jours, et donc d'un brunissement de la peau qui peut durer longtemps, et l'épaississement des couches supérieures de la peau. Ces réactions constituent un mécanisme de défense de l'organisme contre les UV (les mélanines absorbent les UVB afin de protéger l'ADN des cellules). Des doses élevées d'UVB provoquent également des coups de soleil.

2.2. <u>Effets du soleil sur la peau</u>

2.2.1. Le phototype

Le phototype permet de classer les individus selon la réaction de leur peau lors de l'exposition solaire. Ces phototypes sont déterminés en fonction de la carnation, de la couleur des cheveux, de la présence de taches de rousseur et de la capacité à bronzer.

Le phototype de type I a une peau très blanche ou laiteuse, les cheveux blonds ou roux, brûle toujours, ne bronze jamais et a de très nombreuses taches de rousseur.

Le phototype de type II a la peau claire, les cheveux blonds ou châtains, brûle toujours, acquiert parfois un léger hâle et a de nombreuses taches de rousseur.

Le phototype de type III a la peau claire à mate, brûle parfois, bronze progressivement (bronzage moyen) et a quelques taches de rousseur.

Le phototype de type IV a la peau mate, ne brûle jamais, bronze toujours (bronzage foncé) et n'a aucune tâche de rousseur.

Le phototype de type V a la peau brune, ne brûle jamais, bronze toujours (bronzage très foncé) et n'a aucune de taches de rousseur.

Le phototype de type VI a la peau noire, ne brûle jamais et n'a aucune de taches de rousseur.

2.2.2. Pigmentation immédiate

Dans les minutes qui suivent l'exposition au soleil, une pigmentation légère et principalement induite par les UVA et la lumière visible apparaît.
Cette pigmentation reflète la photo-oxydation des mélanosomes préexistants dans les kératinocytes. Il n'y a ni augmentation du nombre de mélanocytes, ni activation de la tyrosinase. (6)

2.2.3. Pigmentation retardée ou bronzage

La pigmentation retardée correspond au bronzage et est déclenchée par les UVB et, à moindre degré, par les UVA lors d'une exposition très prolongée.
Cette pigmentation retardée correspond à la synthèse de nouvelle mélanine provoquée par une stimulation de tous les stades de la mélanogénèse : stimulation des mélanocytes dormants, activation de la tyrosinase, augmentation du nombre de dendrites et transfert des mélanosomes.
Cette stimulation est due à l'activation de la transcription de la pro-opiomélanocortine et à la production d'α-MSH, provoquée par l'activation de la protéine p53 sous l'effet des UV.

Le bronzage apparaît deux jours après l'exposition, est maximal au 20ème jour et disparaît en l'absence d'exposition. (6)

2.2.4. Photoprotection

2.2.4.1. <u>Photoprotection environnementale</u>

La photoprotection environnementale est assurée, en premier lieu, par la couche d'ozone atmosphérique qui absorbe une grande quantité d'UV. Les nuages, le brouillard, la brume peuvent

aussi réduire la quantité d'UV qui atteint la surface de la Terre de 10 à 90%. (6) La mer réfléchit 15% des UV incidents alors que l'eau calme est moins efficace.
D'autres moyens tels que les parasols et les denses feuillages peuvent assurer une protection solaire et réduire le rayonnement UV de 50 à 90%.

2.2.4.2. Photoprotection naturelle

La barrière mélanique est la photoprotection la plus importante et est différente selon les phototypes.

2.2.4.3. Photoprotection artificielle

Ainsi, toutes les peaux ne sont pas égales au soleil et il est indispensable de choisir une protection adaptée à son phototype lors de l'exposition.

- Le facteur de protection solaire

Le critère de protection solaire repose sur son indice/facteur de protection solaire (IPS ou FPS), qui juge de l'efficacité protectrice d'un produit face aux rayonnements UV.
Cet indice est déterminé par des tests standardisés et a la même signification dans tous les pays. Il correspond au rapport entre la dose minimale érythémateuse (DME) en présence de produit et en absence de produit. Plus le FPS est élevé, meilleure est la protection.
Il assure principalement la protection contre les rayons UVB mais les crèmes solaires à FPS très élevés atténuent aussi le rayonnement UVA.

Sujet extrêmement sensible au soleil	**Haute Protection** (SPF 30-50) UVA	**Très Haute Protection** (SPF 50+) UVA	**Très Haute Protection** (SPF 50+) UVA
Sujet sensible au soleil	**Moyenne Protection** (SPF 15-20-25) UVA	**Haute Protection** (SPF 30-50) UVA	**Très Haute Protection** (SPF 50+) UVA
Sujet à peau intermédiaire	**Faible Protection** (SPF 6-10) UVA	**Moyenne Protection** (SPF 15-20-25) UVA	**Haute Protection** (SPF 30-50) UVA
Sujet à peau assez résistante	**Faible Protection** (SPF 6-10) UVA	**Faible Protection** (SPF 6-10) UVA	**Moyenne Protection** (SPF 15-20-25) UVA

(SPF : Sun Protection Factor ou facteur de protection solaire [FPS])

Figure 34 : Recommandation de protection solaire (Recommandation de la Commission du 22 septembre 2006 de l'ANSM)

- Les filtres solaires cosmétiques

Les produits solaires cosmétiques ont un statut différent selon les agences de contrôles nationales. En Europe, ils ont un statut de cosmétique alors qu'aux États-Unis, ils sont considérés comme des médicaments.

Leur fonction est de protéger contre les brûlures solaires, l'endommagement de l'ADN et l'immunosuppression.

Il existe 2 catégories de filtres solaires : les filtres physiques qui contiennent des agents minéraux et les filtres chimiques qui contiennent des agents organiques.

Les filtres solaires minéraux sont constitués de dioxyde de titane ou d'oxyde de zinc. Ces deux substances forment une pellicule opaque sur la peau qui réfléchit la lumière visible et les rayonnements UV par diffraction de la lumière. Ces filtres sont efficaces dès l'application.

Les filtres solaires chimiques sont composés de molécules organiques qui réagissent avec les UV en absorbant les rayonnements à la place de la peau. Ces filtres solaires ne sont efficaces qu'après quelques minutes.

- Les vêtements et lunettes de soleil

Les vêtements et lunettes de soleil peut également assurer une protection efficace face aux rayonnements solaires.

La transmission des UV à travers les textiles dépend de la nature, de la porosité, de la couleur et de l'épaisseur du tissu. Certains textiles ne garantissent qu'un FPS de 10 et ne suffisent donc pas à protéger du soleil. Le port des vêtements fabriqués avec des tissus épais, en fibres tressées de façon serrées, en toile ou en laine et de couleur foncée est fortement recommandé. (6)

Le port de lunette de soleil est également indispensable pour se protéger de l'action néfaste des rayonnements UV, qui peuvent induire le développement de cataractes, la dégénérescence de la couche cornée et l'apparition d'excroissances anormales sur la surface de l'œil. (54)

III. Hydratation cutanée

3.1. Généralités

Notre corps est composé d'environ 65% d'eau, qui est un élément vital à son bon fonctionnement. Cependant, avec l'âge la proportion d'eau diminue car plus les tissus vieillissent, plus ils se déshydratent, la peau y compris. (55)

La répartition de l'eau dans l'épiderme est hétérogène : le gradient hydrique cutané augmente progressivement de 15% à 20% d'eau dans la couche cornée à environ 40% à l'interface entre couche cornée et couche granuleuse. Puis, le taux abouti à une valeur constante d'environ 70% dans l'épiderme viable. (6) (56)

Cependant, bien que l'eau contenue dans la peau soit principalement située au niveau des couches profondes de l'épiderme, l'hydratation cutanée ne désigne que l'eau présente dans la couche cornée, c'est-à-dire celle qui conditionne l'aspect de la peau, sa souplesse et son élasticité.(57)

La teneur en eau de la couche cornée a deux origines. Elle provient d'une part des couches profondes de la peau (eau transépidermique arrivant par les vaisseaux sanguins) et d'autre part des apports exogènes qui peuvent être de deux types : l'eau absorbée par hygrométrie et l'eau apportée par les produits cosmétiques.
L'hydratation de la couche cornée est donc un état d'équilibre entre les apports et la perte en eau.

3.2. Contenu en eau de la couche cornée

L'hydratation de la couche cornée est nécessaire à la fonction normale des enzymes de la desquamation des cornéocytes. Une hydratation appropriée est donc indispensable à une maturation correcte du *stratum corneum*.

L'eau que cette couche peut capter peut représenter jusqu'à 9 fois son propre poids (le plissement des pulpes digitales au cours du bain chaud provient de l'allongement et du gonflement de la couche cornée). Son taux d'hydratation optimal est de 13%. (6)
La cinétique de l'absorption de l'eau par la couche cornée est réalisée en 2 phases. (6) Dans un premier temps, il y a une captation d'eau liée énergétiquement à la kératine puis, survient alors une adsorption de l'eau libre. Seule l'eau liée améliore les propriétés mécaniques de la peau.
Pour réaliser cette captation d'eau dans la couche cornée, différents facteurs et mécanismes entrent en jeu.

- Les NMF (*Natural Moisturizing Factor* ou facteurs naturels d'hydratation)

À l'intérieur des cornéocytes se trouvent des substances hydrosolubles et hygroscopiques à fort pouvoir osmotique, appelées NMF ou *Natural Moisturizing Factor*. Les NMF sont capables de capter et de retenir l'eau au sein de la matrice intra-cornéocytaire et d'ainsi assurer l'hydratation de la couche cornée.(58)

Ils sont issus de la dégradation de la filaggrine lors de la différenciation épidermique de la couche granuleuse. Les réactions enzymatiques aboutissant à leur formation peuvent être influencées par la quantité d'eau atmosphérique. Plus l'humidité de l'air est importante, plus les réactions seront importantes et plus le nombre de NMF synthétisé sera élevé. (59)

Ces facteurs d'hydratation sont principalement constitués d'acides aminés (environ 50%) et d'autres molécules telles que l'urée, le lactate, l'acide pyrolidone carboxylique et des ions (Na^+, Ca^+, K^+, Cl^-, phosphates). (6) Ces facteurs naturels d'hydratation représentent jusqu'à 30% du poids sec total de la couche cornée.

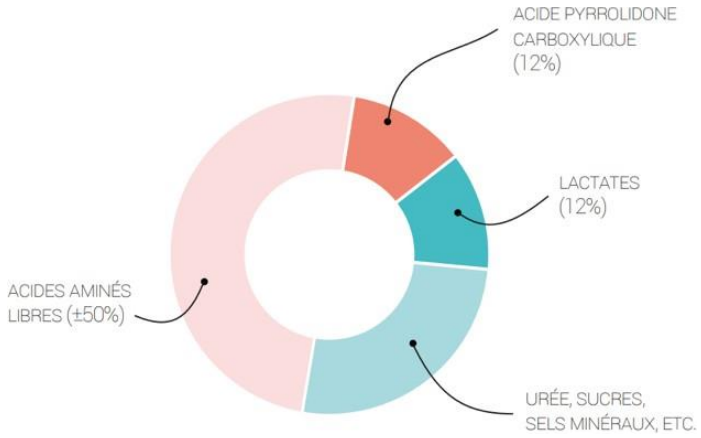


Figure 35 : Facteurs hydratants naturels (NMF**)**(40)

- L'acide hyaluronique

L'acide hyaluronique est un polymère sur lequel peuvent se fixer des protéoglycanes sulfatés qui, à forte concentration, peuvent s'associer et s'entremêler pour former des structures supramoléculaires stabilisées par des liaisons hydrophobes.
Au niveau cutané, cette propriété lui permet d'augmenter la viscoélasticité de la peau et de préserver son hydratation et turgescence en captant de l'eau et les ions indispensables au maintien de l'hydratation cellulaire.

En s'infiltrant dans les espaces extracellulaires et en occupant des espaces significatifs, l'acide hyaluronique représente un polymère de comblement très efficace qui, par la même occasion, peut exclure d'autres molécules, limiter la diffusion de substances et réguler la migration des cellules au sein des tissus (60). Étant capable de capter et retenir 1000 fois son propre poids en eau, il permet également de prévenir la déshydratation et apporter plus de confort, de souplesse et d'élasticité à la peau (47).

L'acide hyaluronique dermique représente 50% de l'acide hyaluronique total de l'organisme et est plus présent dans le derme papillaire que réticulaire (60). Il est majoritairement synthétisé par les fibroblastes du derme et à moindre mesure par les kératinocytes au niveau de l'épiderme. (62)

En cosmétique, l'acide hyaluronique est utilisé dans la formulation de crèmes, gels, lait, masques et sérum en raison de ses propriétés hydratantes. En revanche, dû à sa taille, il ne pénètre pas en profondeur et a donc uniquement une action de surface.

- L'aquaporine-3

Les aquaporines sont des protéines membranaires de transport de l'eau et du glycérol.
Dans la peau, l'aquaporine-3 est prédominante et est localisée dans les kératinocytes des couches basales et supra-basales. Elle joue un rôle dans l'homéostasie hydrique de l'épiderme et pourrait également intervenir dans les mécanismes de prolifération et de différenciation des kératinocytes (63).

- Les jonctions serrées

Les jonctions serrées présentes entre la couche granuleuse et la couche cornée de l'épiderme sont impliquées dans la distribution de l'eau et la fonction barrière de la peau.

3.3. Perte insensible en eau

L'hydratation cutanée est également régulée par un système dynamique qui correspond au flux d'eau transépidermique, ou perte insensible en eau (PIE). Cette perte insensible en eau et la perte d'eau active due à l'activité des glandes sudoripares constituent la perspiration insensible. (6)

L'eau mobilisable, qui provient du derme, diffuse régulièrement et continuellement du derme vers la surface de la peau. Ce flux transépidermique permet l'acheminement des nutriments en provenance du derme vers l'épiderme et s'oppose d'une certaine manière à l'entrée dans l'épiderme de substances exogènes. (57)

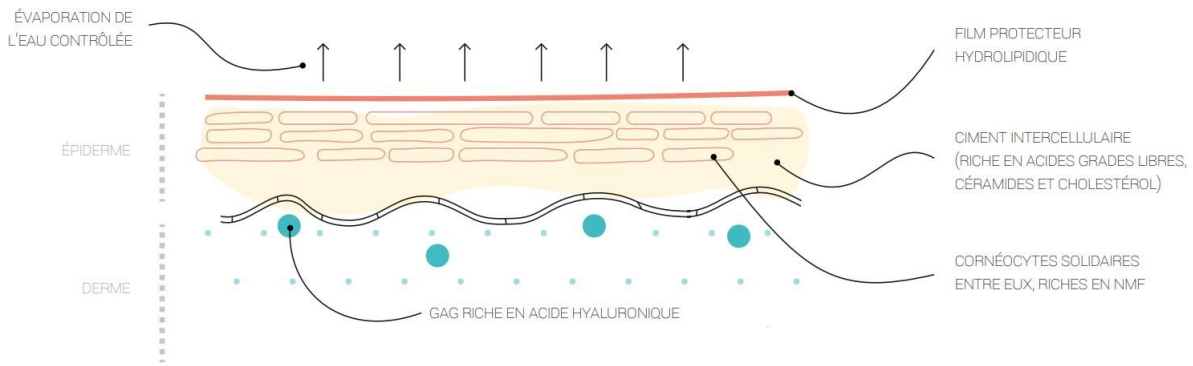


Figure 36 : Peau saine et hydratée (6)

De nombreux facteurs, endogènes et exogènes, contrôlent cette perte insensible d'eau.

- L'épaisseur de l'épiderme

Plus la couche cornée est épaisse, et donc la PIE faible, plus la fonction de barrière cutanée est efficace. Une perte de couche cornée conduit à une augmentation modérée de la PIE.

- Les lipides intercornéocytaires

La PIE dépend également de l'intégrité et de la nature des lipides intercornéocytaires et de leur organisation structurale lamellaire entre les cellules.

- L'hydratation cutanée

Plus la couche cornée est riche en eau, plus la fonction de barrière est efficace.

- L'application de topiques gras

Ces produits réduisent la PIE.

- L'exposition à des produits irritants comme les savons ou l'eau froide

Une exposition répétée à ces produits irritants augmente la PIE. En effet, les savons ordinaires et les substances à pH élevé (basique) détruisent le film lipidique cutané en endommageant notamment la barrière céramidique. L'augmentation du pH augmentant l'activité de dégradation des protéases, l'activité des enzymes impliquées dans la synthèse lipidique est diminuée.(6)

IV. Les différents types de peau

4.1. Les peaux normales et mixtes

Les peaux normales correspondent à une combination équilibrée du film hydrolipidique.
Une peau normale est caractérisée par un épiderme au grain fin, serré et régulier. Elle est bien hydratée, peu grasse, sans défaut apparent et son derme lui procure les qualités de fermeté, tonicité et souplesse. Cet état se rapproche de la peau de l'enfant avant la puberté. (6) (64)

La répartition des glandes sébacées et sudoripares étant variable, les teneurs en eau et en graisses au niveau cutané sont différentes selon les régions. On parle de peau mixte quand celle-ci présente une différence d'aspect entre la région médio-faciale, où est concentrée la séborrhée, et les joues qui gardent un aspect normal ou sec. (6) (58)

4.2. Les peaux grasses

La peau grasse est caractérisée par un teint terne, brillant et un grain de peau épais au relief irrégulier et aux pores dilatés.
Ce phénomène s'explique par une hypersécrétion de sébum au niveau des glandes sébacées (la séborrhée), donnant à la peau cet aspect brillant. La séborrhée se développe généralement pendant l'adolescence mais peut également survenir lors des pics hormonaux tels que la grossesse et la pré-ménopause.
Cette surproduction provoque l'augmentation de volume des glandes sébacées et se traduit donc par l'apparition de pores dilatés et éventuellement de papules et comédons. Cet aspect gras se concentre surtout sur les régions riches en glandes sébacées telles que la région médio-faciale du visage, le thorax et le haut du dos. (65)

La peau grasse a cependant l'avantage d'être plus résistante que les autres types de peau et a tendance à vieillir moins vite que les peaux sèches, avec des ridules et rides moins marquées. (6)

D’autres facteurs tels que le stress, un nettoyage trop agressif de la peau, une hypersensibilité, une alimentation déséquilibrée, la prise de médicaments, l’utilisation de produits cosmétiques non adaptés et la pollution peuvent également provoquer une surproduction de sébum. (66)
Enfin, ce type de peau est propice à la prolifération d’une flore bactérienne qui peut alors être à l’origine de lésions acnéiques.

4.3. Les peaux sèches

Dans certains cas, la peau est sèche par manque d’hydratation et dans d’autres, par manque de sécrétion lipidique et notamment de sébum. La sécheresse par manque de lipides est considérée comme un type de peau alors que la peau déshydratée est considérée comme un état transitoire. (67)

- La peau sèche par manque de sécrétion lipidique

La peau sèche est un état physiologique dans lequel la couche cutanée est déficiente en lipides et ne joue plus son rôle de barrière. C’est un état permanent marqué par des tiraillements sur l’ensemble du visage et du corps.

Les principaux symptômes d’une peau sèche sont un ressenti d’inconfort, une peau tendue et rugueuse, une perte d’élasticité et des signes cliniques tels qu’une desquamation, des craquelures ou une inflammation. Ces signes peuvent s’accompagner de démangeaisons et de sensations de brûlures.

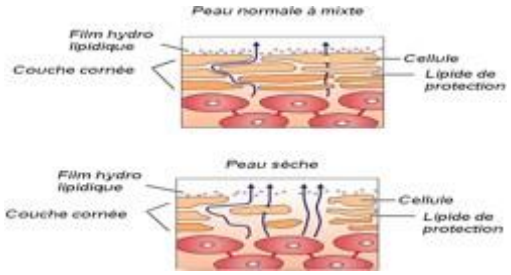


Figure 37 : Peau sèche par manque de lipides (68)

Pour avoir une peau moins sèche, il est recommandé de la nourrir grâce à un surplus de nutriments riches et gras tels que des soins riches en lipides.

Figure 38 : Peau sèche à très sèche (69)

- La peau sèche par manque d'hydratation

La peau sèche par déshydratation est le symptôme d'un film hydrolipidique, ayant pour principale fonction la régulation de la perte insensible en eau, altéré ou endommagé. Lorsque cette barrière est endommagée, la peau devient alors plus perméable, engendrant une évaporation accrue de l'eau de la peau qui se déshydrate.

Elle est caractérisée par des inconforts, des ridules de déshydratation, un teint terne et une sensation de tiraillements surtout au moment du réveil, après le nettoyage ou au court de la journée. La peau est inconfortable mais surtout sur certaines zones (surtout les joues) et la zone T du visage à tendance à être luisante.

Figure 39 : Peau sèche par déshydratation (69)

La déshydratation de la peau peut être causée par la pollution atmosphérique, les rayons UV, l'air conditionné, le manque d'eau, le tabac ou l'alcool, le stress ou la fatigue, des médicaments et de mauvaises habitudes de soins de peau (produits cosmétiques trop agressifs et au pH trop élevé). Le film hydrolipidique peut également être altéré par le vieillissement cutané, des pics hormonaux, certains gènes et de multiples pathologies.

Pour hydrater sa peau et donc apporter de l'eau au tissu cutané, il est recommandé de boire des quantités importantes d'eau et d'utiliser des ingrédients « capteurs d'eau » qui stimulent le processus naturel d'hydratation et améliorent la fonction « barrière » de l'épiderme. (70)
Les produits préconisés sont les produits humectant, hydrophiles ou hydrophobes et des ingrédients restructurant les lipides épidermiques.
Les produits humectant fixent l'eau au sein des cornéocytes. Les produits hydrophiles, quant à eux, forment des gels en présence d'eau alors que les produits hydrophobes créent un film occlusif à la surface de la peau pour limiter l'évaporation de l'eau. La plupart des ingrédients qui restructurent les lipides épidermiques renforcent également la couche cornée. (71)

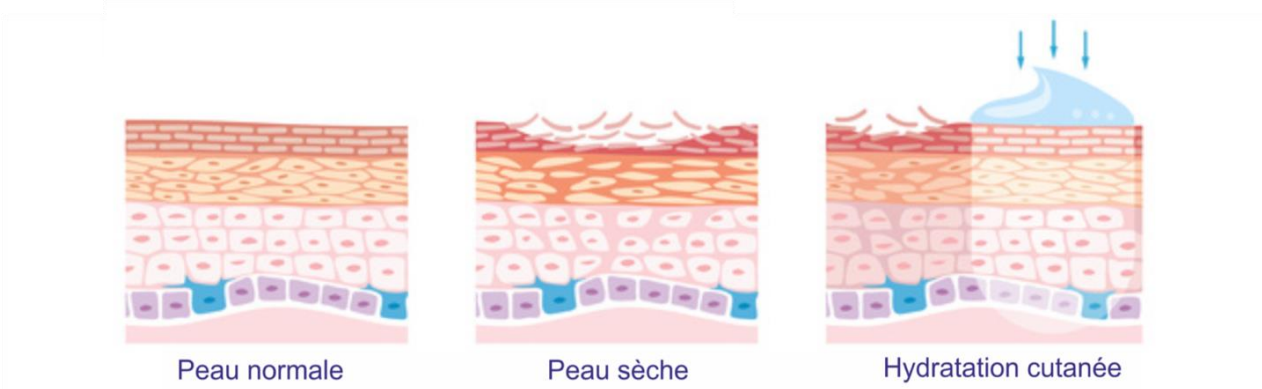


Figure 40 : Peau sèche et effets de l'hydratation cutanée (69)

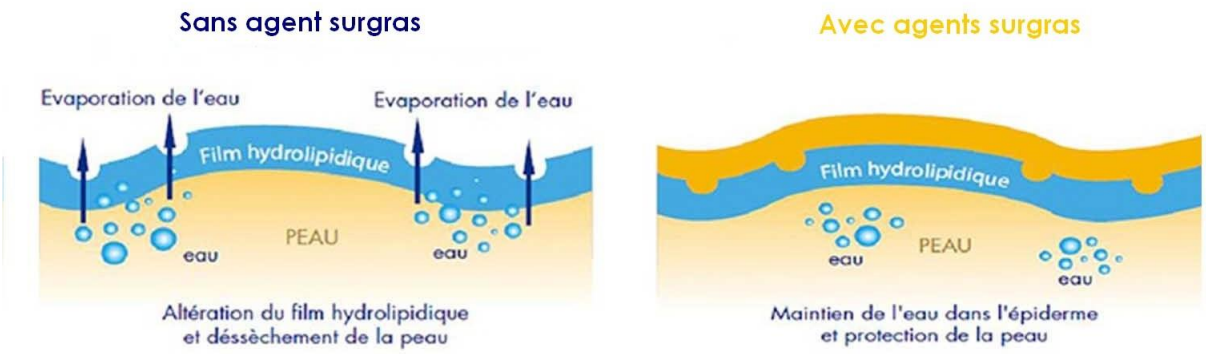


Figure 41 : Peau sèche avant et après application d'agent surgras (72)

4.4. Les peaux sensibles

Les peaux sensibles ou intolérantes sont des peaux hyper réactives caractérisées par des picotements, des fourmillements ou des démangeaisons, provoqués par des stimuli de nature différente et de manière intermittente. Ces symptômes peuvent être associés à des rougeurs sans irritation. Les réactions des peaux sensibles se manifestent de manière transitoire alors que dans le cas des peaux intolérantes, les réactions sont constantes ou presque.

Cette hypersensibilité résulte d'une baisse du seuil de tolérance principalement causée par une altération de la barrière cutanée ou par des sécrétions anormales de neuromédiateurs ou de cytokines pro-inflammatoires. L'altération de la barrière hydrolipidique peut, en effet, non seulement provoquer une déshydratation mais également favoriser la pénétration d'agents irritants. Les peaux sensibles et intolérantes se caractérisent également par une surproduction de radicaux libres. (73)

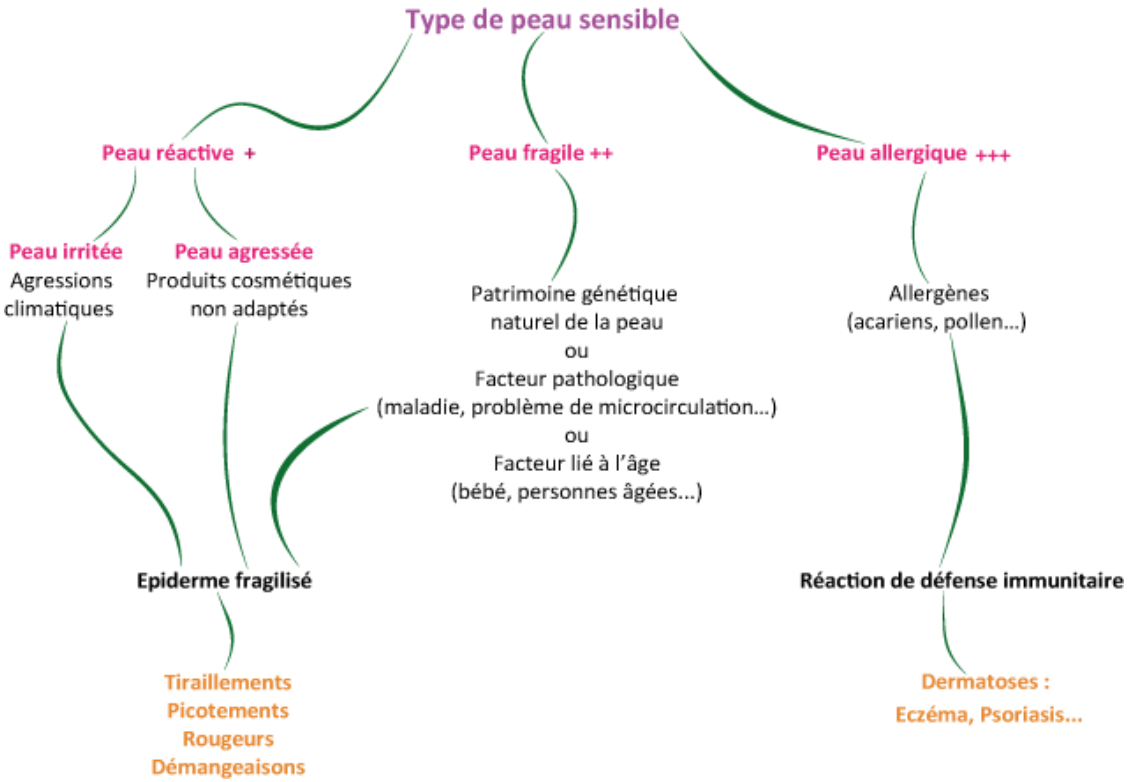


Figure 42 : Causes et symptômes des différents types de peau sensible (69)

4.5. Les peaux noires

Les peaux noires présentent plusieurs particularités notables.

Bien que la couche cornée ait la même épaisseur chez tous les types de peau, celle des peaux noires et bien plus dense en cornéocytes que celle des peaux blanches. En effet, elle présente environ 20 couches de cornéocytes contre 16 couches sur une peau blanche.
La couche cornée des peaux noires est également moins hydratée naturellement et la desquamation est plus importante.

Grâce à la présence de nombreuses fibres de collagène et de quantités importantes de fibroblastes hypertrophiés, le derme d'une peau noire est plus compact et épais que celui d'une peau blanche. La peau est ainsi plus résistante, provoquant un vieillissement cutané retardé.

L'épiderme des peaux noires présente également de l'eumélanine qui permet l'absorption de 98% des UVB. Elle assure la photo protection, limite la survenue de cancers cutanés photo-induits et retarde l'apparition de rides et la perte d'élasticité de la peau. (14) Cependant, cette absorption d'UVB peut être à l'origine d'une carence en vitamine D. (74)

Les peaux noires et métissées sont un facteur d'adaptation à des conditions climatiques spécifiques pour protéger l'organisme des agressions extérieures. Étant mieux adaptées aux zones ensoleillées et humides, un climat sec et froid éclaircit donc le teint et assèche la peau (14). Cette sécheresse cutanée et ce déséquilibre du film hydrolipidique peut alors provoquer des inflammations locales tel qu'un eczéma ou de l'acné. En effet, en l'absence de soleil et pour lutter contre cette sécheresse, la peau synthétise plus de sébum, provoquant alors l'apparition d'acné (75).

Chez les sujets à peaux noire, les inflammations cutanées telles que l'eczéma ou l'acné stimulent la mélanogénèse et peuvent ainsi résulter en l'apparition de taches foncées et en la rupture de l'harmonie du teint. Ces tâches se traitent grâce au traitement de fond qui soigne la maladie responsable de ces taches (75).

Figure 43 : Taches pigmentées signe d'inflammation de la peau noire (76)

4.6. Les peaux à anomalies

4.6.1. Acné

L'acné est une inflammation chronique des follicules pilo-sébacés. C'est une pathologie auto-inflammatoire car elle associe des modifications du fonctionnement normal de la peau et une infection par le *propionibacterium acnes*.

Lorsque le sébum est synthétisé en excès et qu'il ne peut plus s'éliminer normalement, un comédon formé de sébum, de kératine et de bactéries en grande quantité se forme. La rupture de ce comédon entraîne l'inflammation des follicules pilo-sébacés.

Cliniquement, l'acné est caractérisée par la présence de points noirs, de papules, de kystes remplis de sébum et/ou de pus, voire de lésions infectées. Les points noirs sont le signe clinique de comédons ouverts alors que les points blancs, ou microkystes, sont le signe de comédons fermés (77).

L'acné touche environ 80% des adolescents et environ 25% des adultes, en particulier les femmes (77).

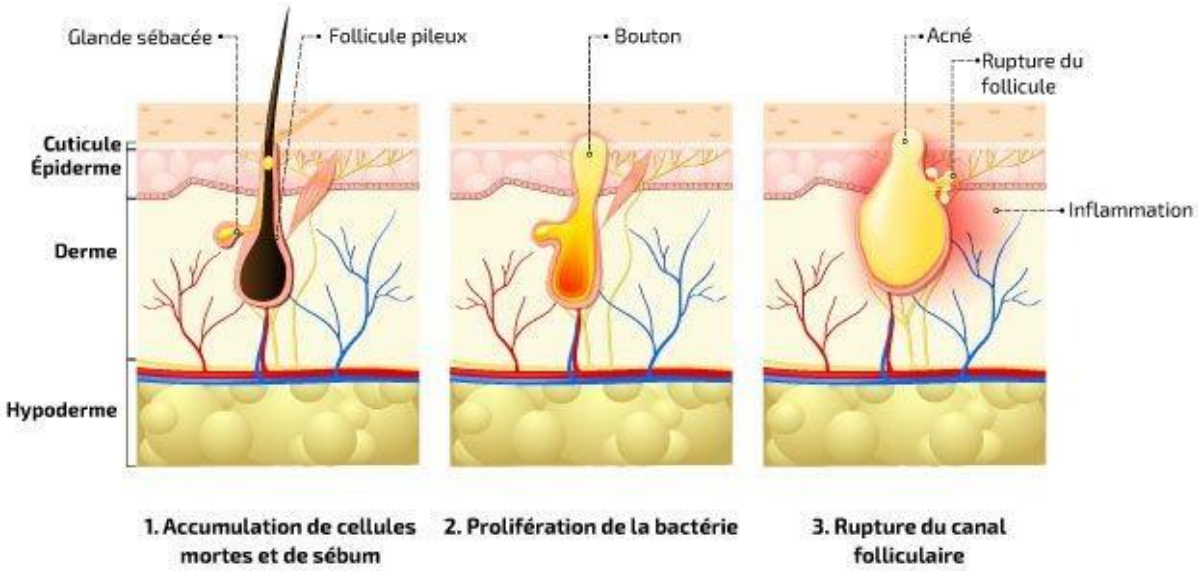


Figure 44 : Formation de l'acné (78)

Figure 45 : Aspect clinique de l'acné et de comédons enflammés (79)

4.6.2. Eczéma

L'eczéma est une dermatose prurigineuse caractérisée par une inflammation non contagieuse de la peau qui s'accompagne de fines vésicules, de rougeurs, de squames et de démangeaisons.
L'eczéma apparaît par « poussées », durant lesquelles les symptômes s'aggravent. Elles sont de durée variable et sont entrecoupées d'épisodes de rémission.

Les personnes atteintes d'eczéma sont génétiquement prédisposées et ont un terrain atopique. Leur système de défense immunitaire est très réactif et leur peau présente une anomalie de perméabilité qui peut provoquer la pénétration d'allergènes de l'environnement.

Figure 46 : Aspect clinique de l'eczéma (80)

4.6.3. Rosacée

La rosacée est une pathologie dermatologique qui touche les petits vaisseaux du visage et qui concerne fréquemment les personnes à peau claire.
Les causes de la rosacée sont inconnues, mais elle pourrait être attribuée à un dérèglement du système immunitaire cutané, une hyperréactivité des vaisseaux sanguins et des microorganismes du visage, ou encore à une réaction anormale de la peau au soleil.

Il existe 3 formes de rosacée : la couperose ou forme vasculaire, la forme papulo-pustuleuse et la forme hypertrophique.

- La forme vasculaire ou couperose

La couperose est la forme de rosacée la plus fréquente. L'atteinte vasculaire se concentre principalement au centre du visage en épargnant le pourtour des yeux et celui de la bouche.

Les cellules de l'épiderme sont disjointes et les vaisseaux du derme sont dilatés et irréguliers. La rougeur est souvent accompagnée d'une sensibilité exacerbée de la peau, due à un nombre élevé de terminaisons nerveuses dans le derme et à leur sécrétion de substance P, responsable d'une inflammation locale.

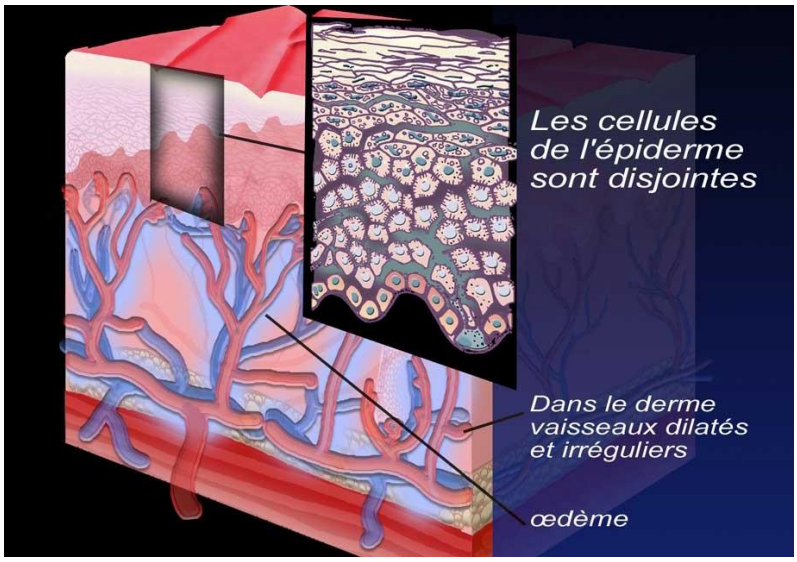


Figure 47 : Couperose à l'échelle microscopique (81)

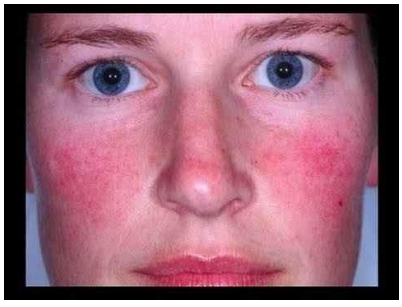


Figure 48 : Aspect clinique de la couperose (82)

- La forme papulo-pustuleuse

La couperose peut évoluer vers une forme qui voit apparaître des papules et des pustules ressemblant à des lésions d'acné.
Les papules sont des élévations de la peau, rouges et fermes, qui sont parfois douloureuses et qui mesurent d'un à quatre millimètres. À ce stade, l'atteinte du follicule pilo-sébacé est superficielle mais elle peut évoluer vers le stade de pustule.
Les pustules ont une taille inférieure à celles des papules et évoluent par poussées qui s'améliorent le plus souvent spontanément. La rougeur persiste mais les papules et pustules régressent.
La forme papulo-pustuleuse de la rosacée est celle qui répond le plus efficacement au traitement médicamenteux. (81)

Figure 49 : Aspect clinique de la rosacée papulo-pustuleuse (83)

- La forme hypertrophique

C'est la forme de rosacée la plus rare. Elle est caractérisée par un rhinophyma qui peut être associé à des papulo-pustules et peut s'étendre au reste du visage.

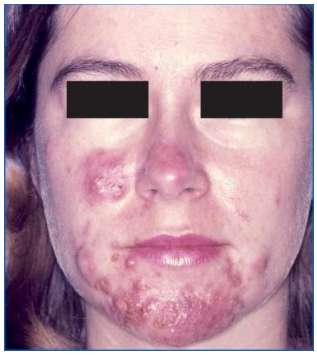


Figure 50 : Aspect clinique de la rosacée hypertrophique (84)

4.6.4. Urticaire

L'urticaire est une éruption cutanée localisée ou généralisée constituée d'une ou plusieurs plaques de taille variable (85). Il peut toucher les mains, les pieds, les organes génitaux, le visage et les muqueuses (langue, lèvres, luette, pharynx).
Les plaques sont de couleur rouge ou rosée, rondes, délimitées et en relief. Elles ont tendance à démanger et changent de place au fil des heures.
Il existe 2 types d'urticaire : l'urticaire aigue si l'éruption persiste de quelques heures à quelques jours et l'urticaire chronique quand elle est présente au moins 6 semaines d'affilée.

Cette éruption est liée à une conjonction de facteurs, différents selon la durée et l'intensité de la crise.

L'urticaire aigue est le plus souvent lié à une activation des mastocytes dans un contexte d'infection virale (bronchite, rhume, otite). Il peut toutefois aussi apparaître à la suite d'une prise médicamenteuse, d'un contact direct avec des végétaux ou animaux, de la surconsommation d'un aliment ou dans un contexte de stress ou de grande fatigue.

4.6.5. Psoriasis

Le psoriasis est une inflammation auto-immune chronique de la peau caractérisée par des plaques bien délimitées, rouges, en relief, et recouvertes de squames blanchâtres, ou d'une fine pellicule argentée qui se détache facilement (86).
Les plaques correspondent à un renouvellement accéléré et excessif des kératinocytes de l'épiderme. Ces cellules qui se renouvellent habituellement en 28 jours, se renouvellent en moins de 7 jours en cas de psoriasis.

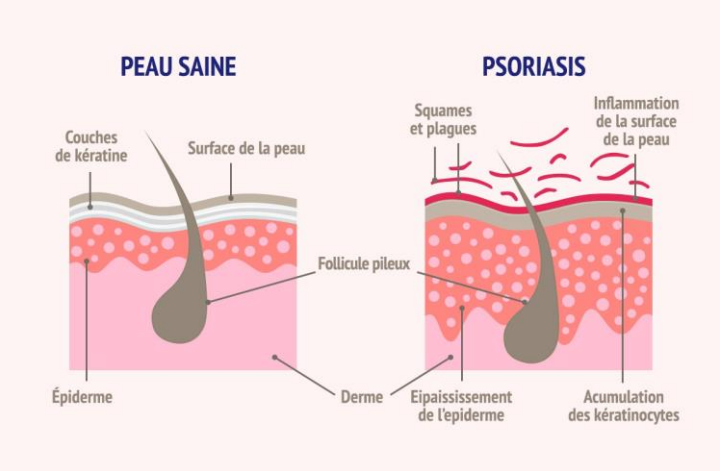


Figure 51 : Structure cutanée d'une peau saine et d'une peau atteinte de psoriasis (87)

Figure 52 : Plaque de psoriasis au niveau du coude (88)

PARTIE B : Aromathérapie et troubles cutanés

I. Généralités sur l'aromathérapie

1.1. Histoire

Les huiles essentielles ont été utilisées et reconnues comme efficace depuis des siècles et par de multiples civilisations.

Leur utilisation en médecine mais également dans les domaines de la parfumerie, des cosmétiques et des embaumements débute 4 500 ans avant J.-C. en Égypte Ancienne. (89)
Les propriétés antiseptiques de certaines plantes telles que le nard, la cannelle, l'encens ou la myrrhe les rendaient particulièrement efficace dans le processus d'embaumement en permettant la conservation des corps pendant des années. Des résines d'encens toujours odorantes ont d'ailleurs été découvertes dans le tombeau de Toutankhamon, environ 3 250 ans après son inhumation. (90)
En permettant de rapprocher l'humain des dieux après sa mort, les huiles essentielles étaient très utilisées dans les pratiques religieuses et spirituelles.
Les huiles essentielles étaient principalement appliquées en baume mais également utilisées par voie orale sous forme pure ou infusées dans de l'eau chaude.

Au Moyen-Orient, lorsque leur utilisation débute en 4 000 avant J.-C., elles sont principalement utilisées en parfumerie par macération des plantes et en fumigation dans les habitations.
Lorsque l'influence égyptienne atteint cette région, une utilisation à des fins médicales et toujours très liée aux croyances religieuses débute. Comme en Égypte, les huiles essentielles ont alors le rôle de « soigner l'esprit » et de préparer une renaissance avant la rencontre avec les dieux.
Les plantes et huiles essentielles deviennent ensuite peu à peu utilisées pour soigner les problèmes cutanés. (89)

L'avancée de la connaissance des huiles essentielles par le public est principalement enclenchée par les Chinois en 2 800 avant J.-C. grâce à la parution par le dieu-empereur Shen Nung du premier livre (le *Pen ts-ao*) sur les recettes à base d'huiles essentielles.

En 300 avant J.C., Alexandre Le Grand importa les huiles essentielles en Grèce après avoir conquis l'Égypte et découvert les bienfaits des plantes. Encore une fois, les huiles essentielles eurent un symbole religieux fort et étaient utilisées comme offrande aux dieux du Mont Olympe.
Hippocrate rédigea alors l'ouvrage *Des aphorismes,* œuvre qui liste et explique ses observations médicales quant à l'utilisation de 230 plantes. Aristote listera ensuite plus de 500 plantes utilisées en médecine.

Au début du Moyen-âge, les huiles essentielles furent très peu utilisées car considérées comme des produits maléfiques produits par les sorcières. L'utilisation des plantes médicinales est alors exclusivement réservée aux monastères et aux maisons nobles.
En 795, l'empereur Charlemagne rédige un guide des 88 végétaux nécessaires à la vie quotidienne (décoration, nourriture…) (89). L'intérêt pour les huiles essentielles renaît à l'époque des Croisades grâce à leurs fortes propriétés antiseptiques.

Les huiles essentielles sont donc déjà extrêmement utilisées mais ce sont les Arabes qui fondent réellement l'aromathérapie (90). En effet, ils ramenaient sur tout le pourtour du bassin méditerranéen des plantes venues d'Asie et c'est Avicenne (né en 980 et mort en 1037), médecin et philosophe perse qui mis au point l'alambic et fut le premier à extraire de l'huile essentielle pure de rose.

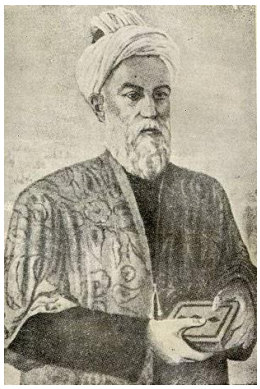
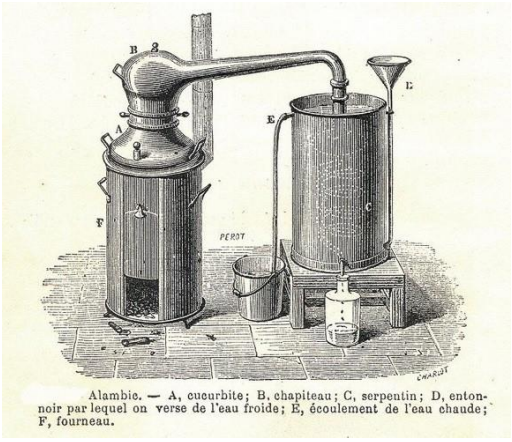


Figure 53: Avicenne (980 - 1037), inventeur de l'alambic (91)



Alambic. — A, cucurbite; B, chapiteau; C, serpentin; D, entonnoir par lequel on verse de l'eau froide; E, écoulement de l'eau chaude; F, fourneau.

Figure 54: Schéma de fonctionnement du 1er alambic (92)

La Renaissance Européenne est l'époque créatrice de la diffusion des huiles essentielles, réputées alors pour désinfecter les maisons et les personnes. Les premiers diffuseurs sont appelés pomanders.

Figure 55: Homme tenant un pomander (également appelé pomme de senteur) (93)

C'est à cette époque que naquit le « vinaigre des 4 voleurs ».

En 1630 à Toulouse, malgré les dangers que la peste présentait, 4 voleurs détroussaient des cadavres. Lors de leur arrestation, ils expliquèrent qu'en s'enduisant le corps et en buvant plusieurs fois par jour un vinaigre de leur composition, ils se protégeaient de la peste. Ce vinaigre, principalement composé de 8 huiles essentielles, fut alors inscrit au Codex en 1748 et vendu en pharmacie jusqu'au début du XXème siècle comme antiseptique, puis protection cutanée, lotion nettoyante et tonique cutané et capillaire. (89)

Au XXème siècle, on assiste au renouveau de la discipline grâce à l'ingénieur chimiste René-Maurice Gattefossé (1881 – 1950).

Le 25 Juillet 1910, le scientifique se brûle gravement lors d'une explosion dans son laboratoire. Bien que soigné par les moyens de la médecine contemporaine, sa brulure s'infecte et il est atteint d'une gangrène gazeuse. Il choisit alors d'appliquer sur ses plaies infectées de l'huile essentielle de lavande. Il constate une disparition de la douleur et une cicatrisation rapide de ses plaies, confirmant les propriétés antiseptiques et cicatrisantes de l'huile essentielle de lavande.
Suite à ces découvertes, il consacre une partie de ses recherches aux propriétés des huiles essentielles. C'est à lui que l'on doit le terme « aromathérapie ».

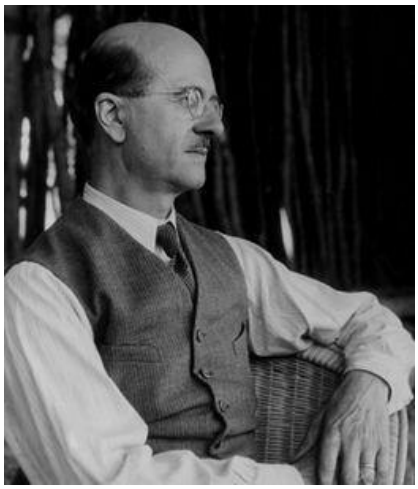


Figure 56: L'ingénieur chimiste René-Maurice Gattefossé (1881 – 1950)(94)

Ainsi, l'aromathérapie est devenue une science crédible et accessible à tous, notamment grâce à d'autres scientifiques tels que Jean Valnet et Dominique Baudoux. (90)

Cependant, bien que certaines huiles essentielles soient très efficaces contre des bactéries telles qu'E. Coli ou le staphylocoque doré (thym à thymol, thym à carvacrol, origan), le traitement de référence reste l'antibiothérapie (90). À une époque où les produits de synthèse sont de plus en plus nombreux et où la demande pour des traitements plus naturels mais tout autant efficaces augmente, il est intéressant de se questionner sur l'utilisation que le public et les professionnels de santé font des huiles essentielles et leur perception par rapport à celles-ci.

1.2. Définition des huiles essentielles

Selon la définition de la Pharmacopée Européenne VIème édition, les huiles essentielles sont des « *produits odorants, généralement de composition complexe, obtenus à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement par la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, ou par un procédé mécanique approprié sans chauffage* » (95).

Une huile essentielle est donc un composé aromatique généralement séparé de la phase aqueuse par un procédé physique qui n'entraîne pas de changement significatif de sa composition.
Lorsqu'elle a une action pharmacologique, immunologique ou métabolique, ou qu'elle est présentée comme ayant des propriétés pour soigner ou prévenir des maladies humaines, une huile essentielle est considérée comme médicament (96).
La Pharmacopée précise également que la matière première peut être fraîche, flétrie, sèche, entière ou pulvérisée.

1.3. Répartition et localisation des huiles essentielles

Tous les organites végétaux de certaines plantes peuvent être à l'origine d'huiles essentielles :

- Les fleurs : bergamote, camomille, lavande, orange, giroflier etc.
- Les feuilles : eucalyptus, citronnelle, laurier noble, tea tree, niaouli etc.
- L'écorce : cannelle, citron, orange, katrafay etc.
- Le bois : bois de santal, bois de rose, fokenia etc.
- Les racines : vétiver, angélique etc.
- Le rhizome : curcuma, gingembre, roseau odorant etc.
- Le fruit : anis, badiane, citron etc.
- Les graines : muscade etc.

Une même espèce végétale peut également renfermer différentes huiles essentielles. En effet, l'organite d'origine changera la composition de l'huile et donc ses propriétés.
Dans le cas de l'orange amère (*C. aurantium* L. ssp. *aurantium*, Rutaceae), le péricarpe frais du fruit fournit l'huile essentielle d'orange amère ou « essence de Curaçao », la fleur fournit

« l'essence de Néroli » et l'hydrodistillation de la feuille, des ramilles et des petits fruits conduit à « l'essence de petit grain bigaradier ». (97)

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles est généralement associée à la présence de structures histologiquement spécialisées souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante.

1.4. Les familles botaniques aromatiques

Une famille botanique est composée de plantes ayant des similitudes non seulement morphologiques mais également moléculaires et génétiques.

Il n'existe qu'un faible pourcentage de plantes de l'ensemble du règne végétal possédant la capacité à synthétiser une essence aromatique. Ces plantes sont réparties en grandes familles, dont certaines sont listées ci-dessous. (98)

1.4.1. Les Apiaceae

Cette famille comprend plus de 3 000 espèces habituées aux climats tempérés et majoritairement retrouvées dans l'hémisphère nord.
Les essences se trouvent généralement dans leurs racines, feuilles ou fruits et leurs propriétés communes sont un effet carminatif, antihistaminique et antispasmodique.

Les huiles essentielles de fenouil, carotte sauvage, cumin, khella et céleri cultivé font parties de cette famille et en France, on retrouve particulièrement anis vert, aneth, berce, cerfeuil, céleri, persil, panais, coriandre, cumin et angélique.

1.4.2. Les Asteraceae

Les *Asteraceae* représentent la plus grande famille du règne végétal et des plantes à fleurs.
Cette famille est principalement composée de plantes herbacées et d'arbrisseaux que l'on retrouve sur tous les continents et dans tous les climats.
La famille des *Asteraceae* est ainsi connue pour sa diversité biochimique, bien qu'on retrouve tout de même quelques propriétés communes entre les plantes, telles qu'un pouvoir anticoagulant, expectorant, spasmolytique et sédatif.
Dans cette famille, ce sont les fleurs et les feuilles qui sont majoritairement à l'origine des huiles essentielles.

Figure 57: La Camomille romaine (*Chamaemelum nobile*) est une plante herbacée vivace commune des sols secs et sablonneux. Cette espèce fait partie de la famille des *Asteraceae* et est caractérisée par des capitules floraux jaune et odorants. (99)

1.4.3. Les Cupressaceae

Cette famille est assez proche de celle des *Pinaceae* par sa composition d'arbres connus tels que le cyprès et le genévrier.
Leurs propriétés communes sont un fort pouvoir anti-inflammatoire, spasmolytique et relaxant.

Figure 58: Baies et rameaux de genévrier, à l'origine de l'huile essentielle de Genévrier. L'huile essentielle est principalement composée de monoterpènes et est très utilisée en cas de rétention d'eau, de problèmes de cellulite ou d'infection urinaire. (100)

L'huile essentielle de Cyprès de Provence

L'huile essentielle de Cyprès de Provence (*Cupressus sempervirens*) est obtenue par extraction des rameaux feuillés du cyprès.
Elle est principalement utilisée en tant qu'antitussif et décongestionnante veineuse et lymphatique (elle est indiquée pour lutter contre les troubles circulatoires tels que les varices, jambes lourdes et la cellulite). (101)

1.4.4. Les Lamiaceae

La famille des *Lamiaceae* est composée d'herbes et d'arbustes préférant les zones tempérées chaudes.
La plupart des plantes appartenant à la famille des *Lamiaceae* sont comestibles (menthes) et en cosmétique, elles sont souvent utilisées pour leurs propriétés antiseptiques et hydratantes. Les huiles essentielles extraites sont souvent constituées de terpénols et terpénones (79).

Figure 59: Plantes de la famille des *Lamiaceae.* De gauche à droite : marjolaine, lavande, menthe.

L'huile essentielle de Lavande vraie

L'huile essentielle de Lavande vraie (*Lavandula angustifolia*) est obtenue par extraction des sommités fleuries de lavande, sous-arbrisseau vivace des régions méditerranéennes.
Elle est principalement composée d'alcools terpéniques (linalol, α-terpinéol, terpinène-1-ol-4) et d'esters terpéniques (acétate de linalyle, acétate de lavandulyle) qui lui confèrent une action cicatrisante, antalgique, anti-inflammatoire, spasmolytique, antioxydante et sédative (101).

En cosmétique, elle est utilisée pour les peaux sensibles ou à problèmes qui nécessitent des traitements calmants, relaxants et apaisants. Elle calme particulièrement les petites irritations et coups de soleil, tout en purifiant les peaux sujettes aux boutons et acnéiques. (79)

1.4.5. Les Lauraceae

Cette famille est principalement composée d'arbustes et d'arbres. L'intérêt thérapeutique des plantes qui composent cette famille est généralement important et les essences peuvent provenir des différentes parties de la plante (feuilles, troncs, branches, racines ou fruit).

Cette famille comprend notamment le laurier, la cannelle et le ravintsara.

L'huile essentielle de Laurier noble (*Laurus nobilis)*

Le Laurier noble est un arbuste de 2 à 10 mètres de hauteur dont l'huile essentielle est obtenue par extraction des feuilles de la plante.
Elle est principalement composée d'oxydes terpéniques (1,8-cinéole) et d'alcools terpéniques (linalol, α-terpinéol, terpinène-1-ol-4). (101)
L'application de cette huile riche en antioxydants permet à la peau d'être protégée face aux radicaux libres. Elle est également souvent utilisée pour tonifier le cuir chevelu et stimuler la pousse des cheveux. (101)

L'huile essentielle de Bois de Rose (*Aniba rosaedora var. amazonica*)

Le bois de rose est un arbre de taille moyenne principalement retrouvé dans la forêt amazonienne.
L'huile essentielle de Bois de rose (*Aniba rosaedora var. amazonica*) est obtenue par distillation complète par entraînement à la vapeur d'eau de feuilles de bois de rose et est toujours utilisée diluée.

Cette huile est riche en linalol, ce qui lui confère un pouvoir astringent et des vertus antibactériennes et antiparasitaires puissantes.
L'huile essentielle de Bois de rose est ainsi reconnue pour ses propriétés régénérantes, purifiantes, adoucissantes et astringentes. En cosmétique, elle est principalement utilisée en tant qu'actif puissant anti-âge et pour les peaux à imperfections et à tendance acnéique. Son action favorisant le tonus cutané lui permet également d'atténuer les vergetures.

Pour la prévention et soin des rides, elle agit en synergie avec les huiles essentielles de Ciste ladanifère, Hélichryse italienne, Rose de Damas, Encens et les huiles végétales d'Hibiscus, Avocat, Bourrache, Rose musquée, Cranberry et Figue de Barbarie.
Enfin, elle est souvent utilisée en diffusion atmosphérique ou en huile de massage pour apaiser les esprits nerveux, améliorer l'humeur et la fatigue sexuelle.

Cette huile essentielle est également réputée pour calmer les esprits et tensions grâce à ses vertus purifiantes, amplifiées lorsqu'elle interagit avec les huiles essentielles de Géranium, Palmarosa et Tea tree (action synergique). (101)

1.4.6. Les Myrtaceae

Les plantes de la famille des *Myrtaceae* sont majoritairement des arbres, arbustes et arbrisseaux. Cette famille comprend environ 3 000 espèces, dont l'arbre à thé, le giroflier et l'eucalyptus. (80) Les essences de ces plantes se trouvent dans les feuilles, les fleurs, les bourgeons ou les fruits.

L'huile essentielle de Tea tree (*Melaleuca alternifolia)*

L'huile essentielle de Tea tree est obtenue par extraction des feuilles et des tiges terminales de l'arbre à thé. (97)
Elle est majoritairement composée d'alcools terpéniques (terpinène-1-ol-4 et α-terpinéol) et de terpènes (paracymène, terpinène, terpinolène).

Cette huile et ses constituants sont actifs sur *Candida albicans, Cryptococcus neoformans, Escherichia coli, Propionibacterium acnes* etc. (97)
En cosmétique, cette huile est donc la référence en matière de soins naturels anti-acné. Elle est non seulement efficace pour purifier la peau et lutter contre les boutons mais également pour lutter contre les pellicules et hydrater le cuir chevelu. L'huile de Tea tree peut également être indiquée pour les soins d'hygiène buccale et dentaire. (101)

1.4.7. Les Pinaceae

Cette famille regroupe les conifères tels que le sapin, le pin et le cèdre.
Les essences de ces arbres se retrouvent principalement dans leurs aiguilles et la résine de leur tronc.
Les huiles essentielles de cette famille sont majoritairement composées de monoterpènes, esters monoterpéniques et cétones sesquiterpéniques (98) qui leur confèrent des propriétés anti-infectieuses, antiseptiques et équilibrantes.

Les principales huiles essentielles appartenant à la famille des *Pinaceae* sont listées ci-dessous.

Tableau 1 : Principales huiles essentielles appartenant à la famille des *Pinaceae*

Huile essentielle	**Principaux composés aromatiques**	**Organe distillé**
Cèdre de l'atlas	Sesquiterpénol, Cétones	Bois
Épinette noire	Monoterpènes, Esters	Aiguilles
Mélèze	Monoterpènes, Esters	Aiguilles
Pin des landes ou Pin maritimes	Monoterpènes, Sesquiterpènes	Aiguilles
Pin laricio	Monoterpènes, Sesquiterpènes, Sesquiterpénol	Aiguilles
Pin sylvestre	Monoterpènes, Esters	Aiguilles
Pruche	Monoterpènes, Esters terpéniques	Aiguilles et rameaux
Sapin baumier	Monoterpènes, Esters	Aiguilles
Sapin douglas	Monoterpènes, Alcool, Esters	Aiguilles
Sapin de sibérie	Monoterpènes, Esters	Aiguilles

1.4.8. Les Poaceae

La famille des *Poaceae* est composée de céréales et de plantes herbacées dont l'essence est principalement extraite des feuilles. Ces plantes se trouvent dans les pays tropicaux et c'est la famille la plus importante du point de vue économique car elle fournit une part essentielle de l'alimentation (céréales, canne à sucre, bambous, paille, chaume, la biomasse (éthanol) etc.).

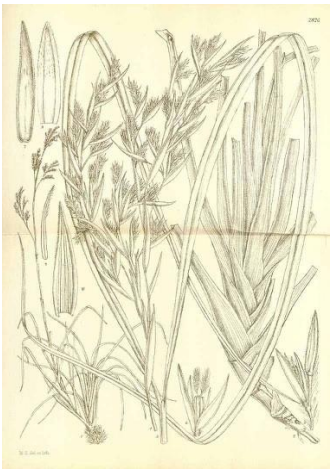


Figure 60: Illustration botanique de la Citronnelle ou Citronnelle des Indes ou Lemongrasse (*Cymbopogon citratus*), à ne pas confondre avec la Mélisse citronnelle (*Melissa officinalis*) (103)

1.4.9. Les Rutaceae

Les *Rutaceae* comprennent les agrumes tels que le citron, l'orange douce et amère, le petit grain bigarade etc. Les arbres de cette famille sont principalement localisés dans des régions tropicales et subtropicales et leurs essences sont tirées des fruits et des feuilles.

Les plantes issues de la famille des *Rutaceae* sont riches en furanocoumarines, molécules photosensibilisantes et donc responsables de manifestations phototoxiques. Ainsi, le contact d'huile essentielle issue de cette famille aux rayonnements solaires peut provoquer un érythème parfois suivi de vésicules qui, à terme, peuvent fusionner et donner naissance à des bulles.

L'huile essentielle de Citron (*Citrus limonum)*

L'huile essentielle de citron est obtenue par extraction des zestes du citron et est principalement composée de terpènes (limonène, terpinène) (101).
Elle possède principalement des propriétés énergisantes, anti-lithiasiques, stomachiques et carminatives (101).
Elle est donc majoritairement indiquée en cas de petite insuffisance digestive et hépatique, de période de maladies virales contagieuses et de drainage hépato-rénal.
En beauté, elle est utilisée en tant qu'antiseptique et pour ses propriétés anti-oxydantes.

1.4.10. Les Zingibéraceae

Cette famille est représentée par des plantes herbacées à essences particulières dont l'extraction est difficile. Ces huiles sont donc rares et on retrouve par exemple celles de gingembre, curcuma et cardamome.

L'huile essentielle de Gingembre (*Zingiber officinalis)*

Cette huile est obtenue par extraction des rhizomes de la plante.
Cette huile est principalement utilisée en tant que tonique pour stimuler la pousse de cheveux. Elle agit en synergie avec les huiles essentielles de Nard, Pamplemousse et Romarin à cinéole.

II. Composition et pharmacologie des huiles essentielles

2.1. Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes fait d'un très grand nombre de composants chimiques, qui leur confèrent leurs propriétés et toxicité.
Ces constituants appartiennent, de manière presque exclusive, à 2 groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes (97) : le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane et le groupe des terpénoïdes. Les composés terpéniques (hydrocarbures) sont les molécules les plus rencontrées dans les huiles essentielles.

2.1.1. Le groupe des terpénoïdes

Les terpènes sont une classe d'hydrocarbures produits par de nombreuses plantes et dérivés de l'isoprène C_5H_8. Leur formule de base est un multiple de l'isoprène et leur squelette peut s'arranger de manière linéaire ou former des cycles.

Dans les huiles essentielles, on retrouve uniquement des terpénoïdes avec la masse moléculaire la moins élevée : les monoterpènes (C 10) et sesquiterpènes (C 15). Ces masses moléculaires faibles procurent à ces composés un caractère volatil.

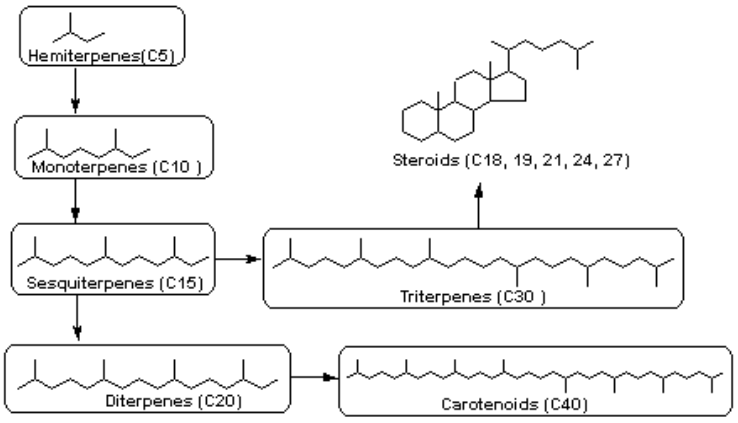


Figure 61: Formation des squelettes de terpènes (104)

2.1.1.1. Monoterpènes

Les monoterpènes constituent parfois jusqu'à 90% d'une huile essentielle (*Citrus limonum*, térébenthines). (97)

Ce sont des structures à 10 carbones qui peuvent être acycliques (myrcène, ocimène), monocycliques (α et γ-terpinène, ρ-cimène) ou bicyclique (pinène, sabinène, camphène) (97).

Elles sont légères et leur durée de rétention est la plus courte lors de la distillation. L'α-pinène, qui est un monoterpène présent dans l'huile essentielle de Cyprès et de Laurier noble, est par exemple toujours le premier à apparaître après 15 minutes de distillation.

Ainsi, en parfumerie, les huiles essentielles qui possèdent beaucoup de monoterpènes sont souvent employées comme note de tête, qui est la fraction parfumée la plus volatile.

À l'inverse des sesquiterpènes, les monoterpènes recensent des molécules allergisantes et irritantes pour la peau si elles sont employées pures. L'essence de *Citrus limonum* est par exemple composée à 80% de limonène, ce qui lui confère un caractère irritant et potentiellement allergisant (101).

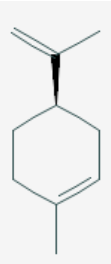


Figure 62: Structure du D-Limonene (105)

Il existe plusieurs sous-groupes de monoterpènes : les phénols, les alcools, les esters, les éthers, les cétones et les aldéhydes. (106)

- **Les phénols**

Les phénols aromatiques sont très utilisés pour lutter contre les infections bactériennes, fongiques, parasitaires et virales, quelle que soit leur localisation.

Les plus fréquents sont le thymol (retrouvé notamment dans l'huile essentielle de Thym à thymol *Thymus vulgaris* CT thymol) et le carvacrol (présent dans l'huile essentielle de Sarriette des montagnes *Satureja montana* et l'huile essentielle de Thym à carvacrol *Thymus vulgaris* CT carvacrol) et sont les composants bactéricides les plus efficaces.
Les phénols terpéniques sont cependant les plus dermocaustiques à l'état pur, hépatotoxiques et irritants pour la muqueuse respiratoire (106) (107). Pour un emploi cutané localisé, il est nécessaire de les diluer à 10-20% dans une huile végétale. (101)

- **Les alcools terpéniques ou monoterpénols**

Les monoterpénols sont des alcools résultant de la greffe d'un radical -OH sur l'hydrocarbure monoterpénique correspondant (groupement R-OH).

Ces molécules, principalement issues des *Lamiaceae* et *Myrtaceae,* sont en majorité anti-infectieuses, bactéricides, toniques et immunomodulatrices.
On dénombre notamment le linalol (sédatif, astringent et tonique cutané), menthol (antinociceptif), géraniol (utérotonique), citronellol (insectifuge), terpinène-1-ol-4, bornéol (immunomodulant) et thujanol (régénérateur hépatocytaire et activateur circulatoire) (101).

La plupart des monoterpénols sont bien tolérés, excepté du menthol qui est contre indiqué chez l'enfant et la femme enceinte dû à ses propriétés convulsivantes.

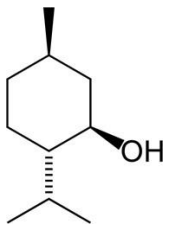


Figure 63: Structure biochimique du menthol (108)

- **Les esters terpéniques**

Les esters les plus fréquemment retrouvés sont l'acétate de linalyle, qui est un ester acyclique (présent dans l'huile essentielle de *Lavandula augustifolia*, de Thym à linalol et de Sauge sclarée)

et l'acétate de bornyle, qui quant à lui est bicyclique (présent dans l'huile essentielle de Romarin officinal *Romarinus officinalis* CT cinéole et de Pin sylvestre *Pinus sylvestris*). (106)

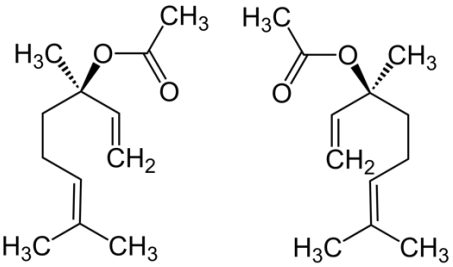


Figure 64: Structure de l'acétate de linalyle (Énantiomère R à gauche et S à droite) (109)

- **Les aldéhydes terpéniques**

Un aldéhyde est un composé organique de la famille des composés carbonylés dont l'un des atomes de carbone primaire (relié au plus à un atome de carbone) de la chaîne carbonée porte un groupement carbonyle. Les aldéhydes possèdent un suffixe en « -al » et sont le plus souvent acycliques (géranial, néral, citronellal). (97)

Le sous-groupe des aldéhydes terpéniques est majoritairement représenté par le citronellal. Les principales huiles essentielles contenant des aldéhydes terpéniques sont celles de Citronnelle, Eucalyptus citronné, Lemongrass, Mélisse, Myrte citronnée, Petit-grain bergamote et Verveine citronnée. (110)

Comme tous les aldéhydes, les huiles essentielles composées d'aldéhydes terpéniques sont dermocaustiques et il est nécessaire de les diluer dans une huile végétale avant utilisation. Les alcaloïdes terpéniques sans cycle aromatique (citronellal, géranial, néral etc.) sont cependant moins agressifs que les aldéhydes à noyau benzénique (cinnamaldéhyde) (111).

- **Les éthers terpéniques**

L'éther terpénique le plus retrouvé au sein des huiles essentielles est le 1,8-cinéole (aussi dénommé eucalyptol), qui est un puissant expectorant et mucolytique (112). On retrouve également le

pipéritonoxyde (anti-inflammatoire), le linaloloxyde (antiviral) et ascaridole (antiparasitaire). (101)

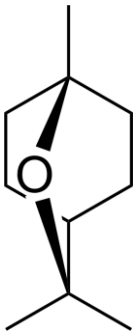


Figure 65: Structure du 1,8-cinéole {Citation}

- **Les cétones terpéniques**

Les cétones sont des composés organiques faisant partie de la famille des composés carbonylés. Ces molécules ont de fortes propriétés régénératrices, cicatrisantes, mucolytiques, lipolytiques, antifongiques et antivirales. (106) (113)

Les cétones les plus fréquentes sont :

- Cétone acyclique : Tagétone
- Cétone monocyclique : Menthone (huile essentielle de menthe poivrée *Mentha x piperita*)
- Cétone bicyclique : Camphre ou bornéone (huile essentielle de Romarin à camphre *Rosmarinus officinalis* et de Lavande aspic *Lavandula latifolia spica*) et thuyone (huile essentielle de Sauge officinale *Salvia officinalis*)

En raison de leur neurotoxicité, les cétones sont critiques à utiliser et il est recommandé de les utiliser en faible quantité et sur de courtes périodes. (106)

2.1.1.2. Sesquiterpènes

Les sesquiterpènes (suffixe en « -ène »), à l'inverse des monoterpènes, sont des molécules en C15. Elles n'apparaissent donc qu'en milieu ou fin de distillation et ne sont présentes qu'au sein des

huiles essentielles de haute qualité, lorsque le producteur respecte le temps total de distillation. (113)

L'allongement de la chaîne par rapport à celle des monoterpènes permet également l'accroissement du nombre des cyclisations possibles, et donc de la variété des structures connues (il existe plus d'une centaine de squelettes différents). Les variations structurales sont de même nature que dans le cas des monoterpènes, bien que carbures, alcools et cétones soient les plus fréquents. 25/11/2019 13:31:00

De manière générale, elles sont présentes en plus faibles proportions que les monoterpènes dans les huiles essentielles.

Les huiles essentielles à forte teneur en sesquiterpènes sont globalement dotées de propriétés anti-inflammatoires puissantes et bien tolérées. Elles sont également calmantes, hypotensives et décongestionnantes veineuses et lymphatiques. Ces huiles sont principalement indiquées pour les pathologies allergiques et inflammatoires.

Contrairement aux monoterpènes, ces composés ont une excellente tolérance cutanée et peuvent être appliqués directement sur la peau.

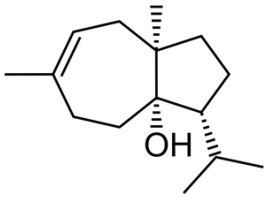


Figure 66: Structure du carotol (114)

2.1.2. Le groupe des dérivés du phénylpropane

Les dérivés du phénylpropane (C6-C3) sont très souvent des allyl- et propénylphénols et parfois des aldéhydes. Ils sont caractéristiques de certaines huiles d'*Apiaceae* mais aussi de celles du Girofle (eugénol), du Basilic, de la Muscade, de l'Estragon ou des Cannelles (cinnamaldéhyde).

Les aldéhydes aromatiques font partie des molécules aux propriétés infectieuses les plus actives. Ils sont composés d'aldéhydes benzoïques et de l'aldéhyde cinnamique qui est une des substances les plus irritantes pour la peau et les muqueuses. Cette molécule est particulièrement retrouvée dans les huiles essentielles de cannelle (Cannelle de Ceylan écorce, Cannelle de Chine écorce, mais également Cumin officinal et Niaouli CT cinéole). (113)

Ces aldéhydes sont utilisés en tant qu'anti-inflammatoires, calmants du système nerveux et antiseptiques aériens. Leur activité antibactérienne et antiparasitaire est majeure (surtout sur *Candida albicans),* ce qui rend leur utilisation réservée aux cas difficiles ou échecs thérapeutiques et contre-indiquée aux enfants de moins de 5 ans. (101) (113)

2.2. Modes d'obtention des huiles essentielles

2.2.1. Distillation par entraînement à la vapeur d'eau

2.2.1.1. Distillation à vapeur saturée

La distillation à la vapeur d'eau est un procédé utilisé depuis l'Antiquité qui consiste à entraîner des substances odorantes grâce à la vapeur d'eau et sous basse pression. C'est la technique la plus courante pour l'obtention des huiles essentielles et l'appareil utilisé est un alambic. Cette méthode est la seule distillation préconisée par la Pharmacopée française car elle minimise les altérations hydrolytiques (notamment des esters). (113)

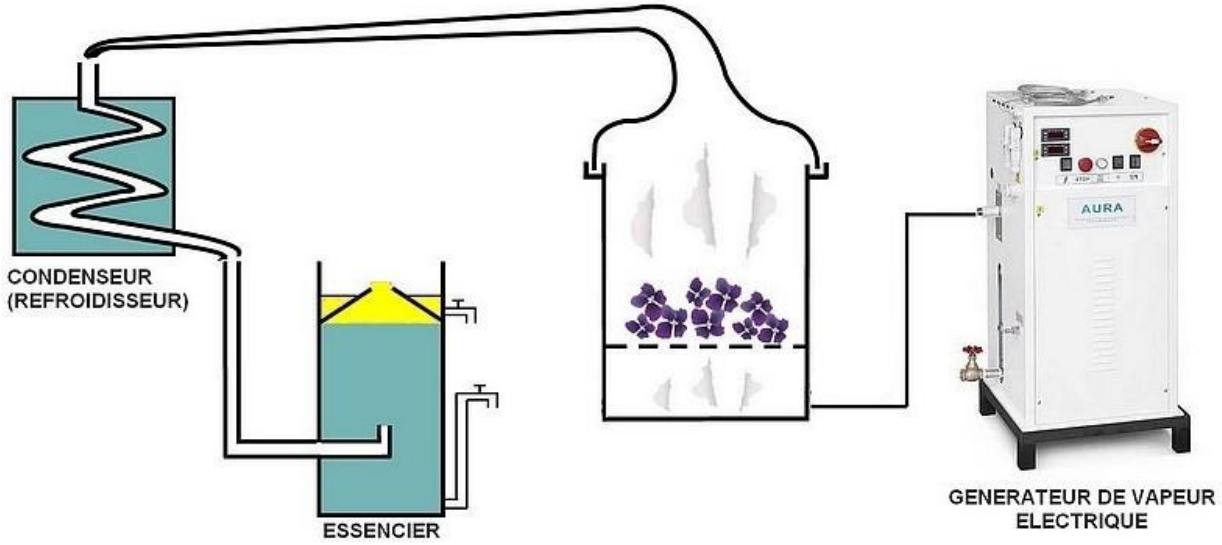


Figure 67: Schéma de la distillation à vapeur saturée (115)

La vapeur d'eau traverse dans un premier temps une cuve remplie de plantes aromatiques entières ou broyées disposées sur des plaques perforées.
La vapeur détruit alors la structure des cellules végétales et entraîne les molécules les plus volatiles en les séparant du substrat cellulosique.
À la sortie de cette cuve, la vapeur d'eau enrichie en composés aromatiques est refroidie dans un serpentin par un circuit d'eau froide, qui lui permet de se condenser.
À la sortie de ce serpentin se trouve un essencier où sont alors décantés hydrolat aromatique (eau de distillation) et huile essentielle. L'huile essentielle a une densité plus basse que celle de l'eau, ce qui permet alors de la récupérer assez facilement (elle forme une phase qui flotte à la surface) (116) (117).

Certains critères doivent être respectés afin d'obtenir une extraction de qualité : la qualité de l'alambic et de l'eau employée, la pression, la durée d'extraction, le stockage et la conservation. L'alambic doit être en acier inoxydable étant donné que le fer et le cuivre peuvent former des oxydes et l'eau doit être une eau de source ou distillée. Une eau calcaire peut entraîner le besoin de recourir à des détartrants chimiques.

Par ailleurs, l'hydro-distillation doit s'effectuer sous basse pression (entre 0,05 et 0,10 bars) car une pression trop élevée peut provoquer des suroxydations et alors altérer l'huile essentielle (118). Afin de recueillir l'ensemble des fractions dites de queue (le « totum »), de cœur et de tête, la durée de la distillation doit être prolongée. Par exemple, les ¾ de l'huile essentielle de Thym vulgaire sont extrait durant les 30 premières minutes de la distillation, mais il faut 60 à 80 minutes supplémentaires pour extraire la totalité des phénols.
Enfin, une fois que l'hydrolat et l'huile essentielle se trouvent dans l'essencier, les huiles essentielles doivent être filtrées, stockées dans des cuves hermétiques inaltérables entreposées dans une cave fraîche et mises en bouteilles dans des flacons en verre opaque bleu ou brun afin d'assurer une conservation à l'abri de la lumière et de l'oxygène. (113)

2.2.1.2. Hydrodistillation simple

Dans le cas d'une hydrodistillation simple, la matière première végétale (intacte ou broyée – turbodistillation dans ce cas) est directement immergée dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. À ébullition, les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et la différence densité permet la séparation de l'huile essentielle.

2.2.2. L'expression à froid

L'expression à froid est la méthode d'extraction la plus simple mais ne s'applique qu'aux agrumes dont l'écorce des fruits comporte des poches sécrétrices d'essences (Fruits du genre *Citrus* : orange, citron, mandarine, bergamote etc.). (113)

Cette méthode consiste à briser mécaniquement les péricarpes en y exerçant une forte pression grâce à une presse hydraulique. Ce procédé permet de faire sortir l'essence contenue dans les sacs oléifères, qui tapissent l'écorce du fruit. (101)

L'avantage d'une telle technique est qu'elle ne modifie pas le produit obtenu, il ne subit aucune transformation chimique.

La qualité des essences obtenues manuellement est généralement supérieure à la qualité des essences obtenues par les procédés actuels. Les méthodes à sec permettent de limiter l'oxydation et d'ainsi rendre les essences plus stables car elles conservent leurs antioxydants naturels, contenus dans leur fraction non volatile. (119)

Les produits obtenus par expression à froid ont une durée de conservation courte et ne dépasse généralement pas les 6 mois.

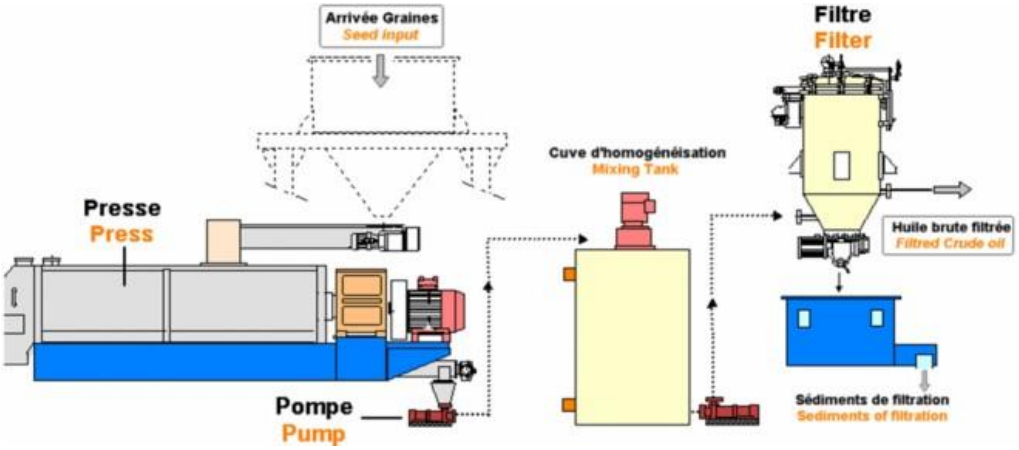


Figure 68: Expression à froid à l'aide d'une presse (120)

2.3. Propriétés pharmacologiques des huiles essentielles

2.3.1. Propriétés anti-infectieuses

2.3.2.1. Activité antibactérienne

Cette propriété est la plus emblématique des huiles essentielles.

Les huiles essentielles exercent leur activité antibactérienne en occasionnant des lésions irréversibles de la paroi des bactéries. Ces lésions induisent non seulement des pertes de cytoplasme et de substrats énergétiques tels que l'ATP et le glucose, mais également des pertes de sels de potassium, entraînant une entrée d'eau dans la cellule, suivie d'un gonflement et d'un éclatement de la bactérie.

Les huiles essentielles inhibent également la production et l'action des toxines bactériennes, souvent responsables du processus infectieux et inflammatoires.

Cette propriété fut prouvée par une méthode d'analyse de biologie clinique appelée aromatogramme.

L'aromatogramme est une technique de microbiologie permettant l'étude de la sensibilité des germes aux huiles essentielles et donc le pouvoir antibactérien et antifongique de ces huiles.

Son fonctionnement est similaire à celui de l'antibiogramme. Des disques d'huiles essentielles sont disposés sur des colonies bactériennes cultivées en boites de Pétri conservées à une température de 37.5 degrés. Après 24 à 48h (selon les souches), il est possible d'observer et de mesurer une auréole claire et transparente autour de chaque disque. Cette auréole est dénommée halo d'inhibition et son diamètre permet de définir l'activité antimicrobienne in vitro des huiles essentielles.

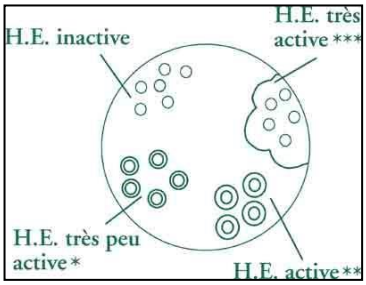


Figure 69: Schéma de l'aromatogramme (121)

Il est possible d'en déduire la CMI (Concentration Minimale Inhibitrice) qui correspond à l'activité bactériostatique, la CMB (Concentration Minimale Bactéricide), qui correspond à la concentration qui tue la bactérie et l'indice aromatique qui détermine le pouvoir antiseptique de l'huile essentielle.

L'indice aromatique est le rapport entre le diamètre du halo d'inhibition obtenu pour chaque huile essentielle et celui d'une huile essentielle idéale et fictive donc l'action germicide serait maximale dans 100% des cas. Cet indice est mesuré après 24h d'incubation à 37 degrés et le symbole +++ représente l'action germicide maximale (diamètre de minimum 3 mm).

Un symbole « + » représente un diamètre de 1 à 2 mm et un symbole « ++ » représente un diamètre de 2 à 3 mm.

Pour obtenir l'indice aromatique, il faut additionner le nombre total de croix obtenues pour chaque huile essentielle et d'autre part multiplier le nombre d'huiles analysées par trois pour avoir l'indice de croix de l'huile idéale.

Ainsi, afin d'obtenir l'indice aromatique ou pouvoir antimicrobien, il faut effectuer le rapport :

$$\frac{\text{Indice de croix de l'huile essentielle (Addition de l'indice de croix de chaque huile)}}{\text{Indice de croix de l'huile idéale}}$$

Le résultat est compris entre 0 et 1 et plus l'indice aromatique se rapproche de 1, plus l'huile essentielle est germicide.
Les huiles essentielles peuvent alors être classées en fonction de leur spectre d'activité antimicrobienne : les germicides majeurs, médiums et aléatoires (122)(101).

Les germicides majeurs ont un indice aromatique entre 0,45 et 1 et ont une action antiseptique forte et constante, plus bactéricide que bactériostatique. Ils comprennent les aldéhydes aromatiques (cinnamaldéhyde, cuminaldéhyde) et les phénols monoterpéniques et aromatiques (carvacrol, thymol, eugénol) qui ont un spectre large puisque 90% des pathogènes y sont sensibles.

Les germicides médiums ont un indice aromatique compris entre 0,1 et 0,45 et ont un pouvoir antiseptique inconstant et plus faible que les germicides majeurs. Ils sont cependant plus faciles à utiliser que ces derniers. Ce groupe comprend les alcools monoterpéniques et les aldéhydes monoterpéniques.

Enfin, les huiles essentielles aléatoires ne présentent pas de réponse antiseptique constante et agissent en fonction du terrain. Elles limitent principalement les germes pathogènes aéroportés.
Ce groupe concerne les carbures monoterpéniques et les époxydes monoterpéniques (119).

2.3.2.2. Activité antifongique

Les infections fongiques sont très fréquentes et souvent liées à une consommation abusive d'antibiotiques. Les huiles essentielles actives sur les bactéries le sont également sur les fongi (levures, moisissures et champignons).
Elles ont la capacité de se fixer entre les chaines grasses constitutives de la membrane externe des fongi et de bloquer la production d'ergostérol, ce qui modifie la fluidité membranaire plasmique et génère des déformations et altérations importantes de surface. Ces modifications diminuent alors fortement la capacité des fongi à se fixer aux muqueuses. La virulence et contagiosité de ces organismes s'en trouvent alors diminuées.
Les huiles essentielles peuvent opérer tant sur les membranes cellulaires et les structures endomembranaires que sur la production de toxines sécrétées par les fongi. (101)

Ces propriétés mettent en évidence l'important potentiel des huiles essentielles par rapport au traitement antibiotique, qui peut être la cause de l'apparition de champignons lors de la prise médicamenteuse.

2.3.2.3. Activité antivirale

Dans l'organisme, un virus peut s'entourer d'une membrane semblable à la membrane de sa cellule hôte, se rendant alors indétectable par le système immunitaire.
L'activité antivirale intéressante des huiles essentielles découle de leur capacité à se fixer à la membrane externe des virus et détruire l'enveloppe les protégeant. Cette mise à nu rend les virus détectables par le système immunitaire qui peut alors procéder à leur élimination. (101)(122)

2.3.2.4. Activité antiparasitaire

Les huiles essentielles ont une action double sur les parasites. Certaines molécules les détruisent en « brûlant » leur système respiratoire, alors que d'autres induisent une paralysie des parasites suivie de leur mort.

La plupart de ces molécules ont un mode d'action similaire aux médicaments de synthèse, mais ne provoquent ni résistance, ni effets secondaires aussi important que ces derniers, pourtant majoritairement utilisés.

2.3.2. Propriétés anti-inflammatoires

En cas d'inflammation, certaines huiles essentielles peuvent avoir une forte action immuno-régulatrice et éliminer l'agent infectieux.
D'autres, peuvent agir directement sur l'inflammation par simple transfert de charges électroniques. En effet, les foyers inflammatoires étant en surplus de charges positives, les molécules terpéniques « négativantes » peuvent céder leurs charges négatives afin de diminuer l'intensité inflammatoire.

Parmi toutes les molécules anti-inflammatoires, l'eucalyptol (1,8-cinéol), le géraniol, l'eugénol et le salicylate de méthyle ont des modes d'action très intéressants.
L'eucalyptol agit par inhibition du TNF-α et de l'IL-1.
Le géraniol inhibe la COX-2, certaines cytokines par le NF-κB et le NO par la suppression de l'iNOS et l'activation du NF-κB.
L'eugénol agit par régulation de la COX-2 et de l'IL-1, tout en inhibant le NF-κB et l'iNOS.
Le salicylate de méthyle, quant à lui, agit de la même manière que les AINS : il bloque les médiateurs chimiques de l'inflammation et inhibe la COX-1, diminuant alors l'action de la COX-2. (101)

2.3.3. Propriétés cicatrisantes

Certaines molécules au sein des huiles essentielles, accélèrent la vitesse de réparation tissulaire et ont un pouvoir cicatrisant important. La lavande vraie *Lavandula angustifolia* Mill fait partie de ces huiles au pouvoir cicatrisant (122).

2.3.4. Propriétés neurotropes

2.3.4.1. Antispasmodiques

Il existe 2 familles biochimiques présentant des propriétés antispasmodiques : les éthers terpéniques et les esters terpéniques.
Les éthers terpéniques ont des propriétés intéressantes en cas de spasme neuromusculaire et peuvent être utilisés par voir interne et externe.
Les esters terpéniques, quant à eux, ont un tropisme pour le tissu nerveux, ce qui les rend prioritaires dans la gestion de spasmes nerveux (92).

2.3.4.2. Calmantes, anxiolytiques et hypnotiques

Par diffusion atmosphérique ou application cutanée, certaines huiles essentielles peuvent calmer, détendre et faciliter le sommeil (122).

2.3.4.3. Analgésiques, antalgiques, anesthésiques

Afin de diminuer la douleur, certaines molécules terpéniques ont la capacité d'occuper les nocicepteurs, les stimuler et les exciter jusqu'à la désensibilisation et il en est de même au niveau du système nerveux central. Certains huiles essentielles chémotypées ont d'ailleurs rejoint la morphine en soin de support dans certaines institutions hospitalières (101).

2.3.5. Propriétés endocriniennes

De multiples huiles essentielles exercent une action régulatrice sur les glandes endocrines.
Les huiles composées de structures apparentées à la folliculine ont par exemple une action « oestrogène-like ». (122)

2.3.6. Propriétés anticatarrhales

Au sein des huiles essentielles, les oxydes terpéniques présentent une action expectorante et les cétones et lactones terpéniques délivrent une action mucolytique.

Le 1,8-cinéole ou eucalyptol, contenu dans de nombreuses huiles essentielles, stimule l'activité des cils vibratiles qui tapissent la muqueuse respiratoire et est donc reconnu pour son action expectorante. Cette action permet aux mucosités de remonter le tractus respiratoire pour être éliminées par le crachat et par l'ingestion. (101)

2.3.7. Propriétés lipolytiques

Les cétones sont très actives sur les graisses par voie cutanée locale et orale.
Le camphre, la menthone et la pipérone déstructurent les graisses qui s'en trouvent alors plus facilement drainées et éliminées de l'organisme.
Ces actifs terpéniques sont très utilisés dans le cas d'hypercholestérolémie, de kystes graisseux, de fibromes, troubles sébacés et adiposités. (101)

2.3. Principales voies d'administration

2.3.1. Voie cutanée

2.3.1.1. Usage

L'administration cutanée est la principale voie d'utilisation des huiles essentielles. Elle ne peut cependant ni être utilisée pour les huiles essentielles irritantes telles que celles à phénols, aldéhydes ou monoterpènes, ni pour les huiles photosensibilisantes contenant des furo- et pyranocoumarines (huiles essentielles d'Angélique, Citron, Bergamote, Orange, Pamplemousse etc.).

Les huiles essentielles lipophiles peuvent facilement rejoindre la circulation sanguine et donc présenter une action thérapeutique rapide (environ 10 minutes) et une durée d'action prolongée. (122)
Les dérivés terpéniques, se comportant comme des promoteurs de pénétration, influencent également de manière conséquente la perméabilité cutanée des huiles essentielles.
Ces composants de multiples huiles essentielles augmentent donc le risque de toxicité lié à leur utilisation. On peut noter certains alcools (α-terpinol, le terpinène-1-ol-4, carvéol), cétones (menthone, pipéritone) et oxydes (oxyde de limonène, ascaridole, 1,8-cinéole) et de ce fait des huiles telles que celle d'Anis, d'Eucalyptus et de Ylang-ylang. (119)

Quelques huiles essentielles peuvent être appliquées de façon pure sur la peau mais la plupart du temps, il est nécessaire de les diluer dans une huile végétale afin de diminuer les irritations. Les huiles essentielles les plus irritantes sont celles à phénols (telles que l'huile de Sarriette et de Thym) et celles à aldéhydes (119). La concentration de ces huiles diluées varie en fonction de l'action recherchée : généralement 1 à 3% pour une utilisation cosmétique, 5 à 10% pour une action musculaire et 40 à 50% pour une action antiseptique et antifongique locale. (122)

Comme toutes les voies d'administration, il est indispensable de respecter les doses recommandées, le mode d'utilisation et les zones d'applications.

2.3.1.2. Huiles végétales

Les huiles végétales sont des corps gras à la texture huileuse, extraits de fruits secs, graines ou fleurs et composés principalement d'acides gras libres, de glycérides et d'une fraction insaponifiable. Elles comprennent différentes vitamines telles que les vitamines A, D, E et K (106). Ces huiles ont des propriétés protectrices, adoucissantes, nutritives et régénératrices qui les rendent particulièrement bénéfiques pour la peau. Grâce à ces nombreuses propriétés, elles permettent de diluer les huiles essentielles et, dans certains cas, de potentialiser leur action. Le choix de l'huile végétale à intégrer à l'huile essentielle est majoritairement conditionné par ses propriétés et son coefficient de pénétration (plus une huile végétale est fluide, plus elle pénètre profondément dans le tissu cutané).

- Obtention des huiles végétales par extraction à froid

L'extraction à froid est le mode d'obtention d'huile végétale le plus utilisé. Il consiste à presser fruits, noix ou graines à l'aide d'une presse artisanale, industrielle à vis ou une presse hydraulique. Le cylindre tourne sur lui-même pour broyer et presser les plantes afin d'en extraire l'huile et le produit gras obtenu est ensuite filtré et centrifugé. Ce procédé ne dénature pas le végétal et permet d'obtenir des huiles de qualité médicinale.
Par exemple, la dénomination « huile vierge obtenue par expression à froid » est une preuve de qualité règlementée. (122) (119)

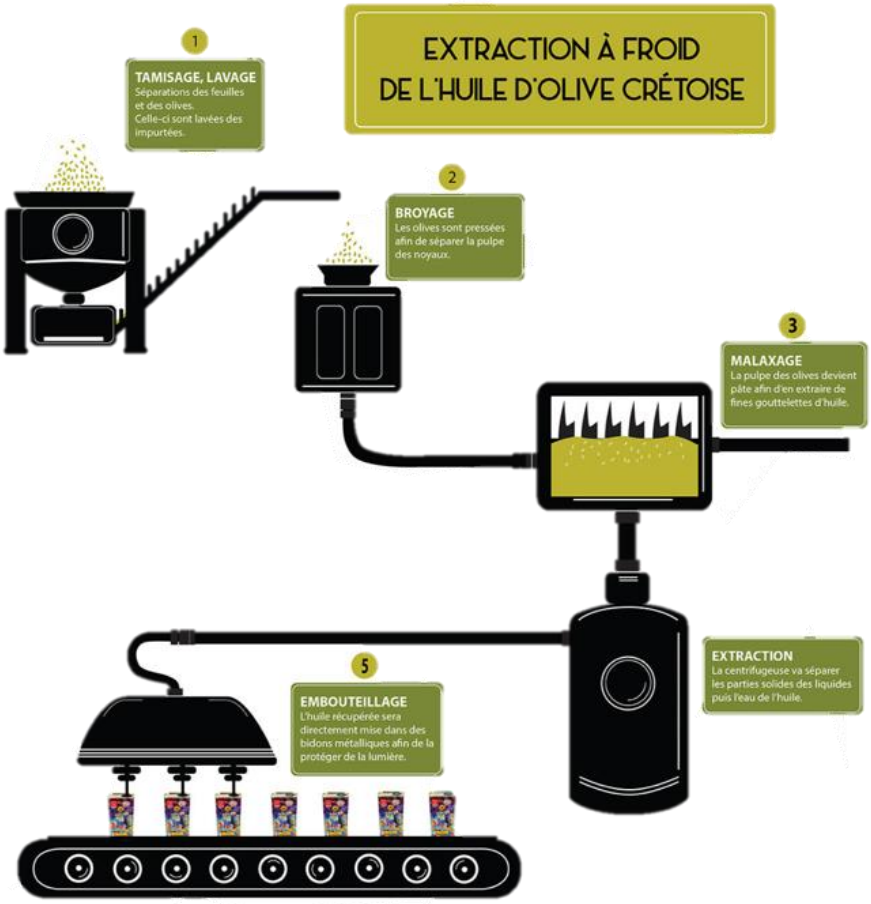


Figure 70: Extraction à froid de l'huile d'olive (123)

- Obtention des macérâts huileux

Les macérâts huileux sont le résultat de la macération de plantes (feuilles, fleurs, racines etc.) dans une huile végétale qui tient alors le rôle de solvant d'extraction d'actifs.
À la fin de la macération, qui peut durer plusieurs semaines, le mélange est filtré pour éliminer les morceaux de plante. Le liquide restant est alors chargé d'actifs du végétal et appelé macérât huileux.

La macération est généralement utilisée pour des plantes dont on peut difficilement extraire l'huile. Les huiles de Carotte, Calendula, Millepertuis et Arnica sont des macérâts huileux.

- Principales huiles végétales utilisées en cosmétiques (122)

Les huiles essentielles ne s'appliquant pas pures, les huiles végétales permettent de les diluer tout en optimisant leur action. Les propriétés de pénétration des huiles végétales dépendent de leur fluidité et composition.
Les huiles végétales doivent être conservées dans des flacons en verre, en céramique, en plastique ou en aluminium qui ne laissent pas entrer la lumière.

Tableau 2: Principales huiles végétales utilisées en cosmétique

HUILE VÉGÉTALE	COMPOSITION	PROPRIÉTÉS	INDICATIONS	CONTRE-INDICATIONS
Amande douce *Prunus dulcis (Mill.) Tchb.*	Riche en acides gras mono-insaturés	Émolliente, nutritive, revitalisante Démaquillant naturel Pénétrante	Peaux délicates Démangeaisons cutanées ou rougeurs Gerçures et crevasses Toilette des bébés (érythème fessier, rougeurs)	Déconseillée en cas d'allergie aux fruits à coque
Argan *Argania spinosa (L.) Skeels*	Acides gras essentiels (ω6, ω9) Vitamine E	Antioxydante Hydratante Cicatrisante Restaure le film hydrolipidique cutané	Peaux dévitalisées Ongles et cheveux secs et cassants Protection contre les agressions extérieures Prévention du vieillissement cutané Gerçures, brûlures, vergetures	
Bourrache *Borago officinalis*	Riche en acides gras poly insaturés (ω6) Vitamine E Phytostérols Antioxydants	Régénérante Revitalisante Émolliente Redonne souplesse et élasticité à la peau	Peaux sèches, fatiguées, matures et dévitalisées	
Noyau d'Abricot *Prunus armeniaca L.*	Acides gras poly insaturés (ω6) Vitamine A, E Phytostérols Antioxydants	Régénérant Revitalisante Tonifiant Renforce le film hydrolipidique	Peaux sèches, fatiguées, matures et dévitalisées	
Millepertuis *Hypericum perforatum L.*	Acides gras mono insaturés (ω9) Phytostérols anti-inflammatoires et cicatrisants (hyperforine, hypericine)	Cicatrisante et apaisante	Peaux irritées, abîmées ou échauffées Brûlures légères et coups de soleil Gerçures Craquelures	Photosensibilisante, pas d'exposition solaire ou aux UV dans les 4h qui suivent l'application
Jojoba *Simmondsia chinensis C.K. Schneider*	Riche en acides gras mono insaturés (ω9) Céramides (cire liquide)	Action anti-âge Nourrissante Adoucissante Normalise la production de sébum	Peaux sèches, matures, normales et sensibles Soin des cheveux gras Peaux acnéiques	

Onagre *Oenothera biennis L.*	Acides gras poly insaturés (ω6) Stérols Antioxydants	Adoucissante Assouplissante Régénérante Régule la production de sébum Anti-inflammatoire cutanée Raffermissante	Peaux fatiguées Ralentissement du vieillissement cutané Inflammations chroniques Eczéma atopique Cellulite	
Avocat *Persea americana Mill*	Riche en acides gras mono insaturés (ω9) Nombreuses vitamines A, B, C, D, E, H, K et PP	Cicatrisante Calmante, Assouplissante Hydratante Protectrice Régénérante Re-structurante	Peaux sèche, cheveux secs et cassants Vieillissement cutané Vergetures	
Calendula *Calendula officinalis L.*	Acides gras mono insaturés (ω9) et poly insaturés (ω6) Caroténoïdes et flavonoïdes antioxydants	Renforce les protections naturelles de l'épiderme Prévient le desséchement cutané	Peaux gercées, rougies par le soleil Peaux irritées et sensibles	
Rose musquée du Chili *Rosa rubiginosa L*	Acides gras poly insaturés (ω6) Vitamine A (rétinol), E	Régénération cellulaire Antirides Cicatrisante Antioxydante	Prévention des tâches de vieillissement Prévention des vergetures Soin des peaux mâtures Cicatrices chirurgicales et brûlures Couperose, eczéma, psoriasis Coup de soleil	
Noisette *Corylus avellana L.*	Acides gras mono insaturés (ω9) Vitamine E Phytostérols Antioxydants	Apaisante Adoucissante Très pénétrante Cicatrisante Non comédogène Équilibre la production de sébum	Soin des peaux grasses et acnéiques Prévention et réparation des vergetures et cicatrices	

Tableau 3: Choix d'une huile végétale en fonction du site d'action (Clergeaux, et al., 2003)

SITE D'ACTION (huile essentielle + excipient)	**MECANISME DE TRANSPORT**	**TYPE D'EXCIPIENT HUILEUX (huile végétale = HV)**	**EXEMPLES D'AFFECTIONS**
Couche cornée	Distribution Diffusion	HV d'avocat HV de bourrache HV d'onagre HV de germe de blé HV de calendula HV d'olive	Mycose Parasitose
Épiderme	Diffusion	HV de jojoba HV d'amande douce HV de rose musquée HV de bourrache HV d'onagre	Psoriasis Eczéma
Derme	Irrigation sanguine Diffusion	HV de sésame HV de noisette HV de noyaux d'abricot HV de macadamia	Urticaire Prurit
Hypoderme	Irrigation sanguine Diffusion	HV de sésame HV de noisette HV de noyaux d'abricot	Tendinite Arthrose Congestions diverses
Circulation systémique		HV de tournesol HV de pépins de raisin HE pures	Infections Troubles organiques Déficience immunitaire

2.3.2. Voie orale

L'administration d'huile essentielle par la voie orale est en générale très bien tolérée mais est contre-indiquée chez les personnes présentant des troubles gastriques, les femmes enceintes et les enfants.

Administrées oralement, les huiles essentielles peuvent se présenter sous forme solide (gélule, capsule etc.), liquide (solution, sirop etc.) ou pure sur un support tel qu'un comprimé neutre, de la mie de pain, une cuillère de miel ou un morceau de sucre (119).

Il n'existe pas de règle stricte sur les quantités d'huile essentielle à absorber. En moyenne, 1 goutte représente 30 mg et sauf recommandation spécifique, 1 à 2 gouttes sont efficaces et il n'est pas nécessaire d'utiliser plus de 6 gouttes par jour (2 gouttes/3x/j). (119)

2.3.3. Voie vaginale

Il est important de limiter la quantité d'huile essentielle appliquée au niveau de la muqueuse vaginale car cette dernière est particulièrement perméable.
L'administration se fait sous forme d'ovules, qui offrent un contact prolongé entre les muqueuses et les huiles essentielles. Pour leur formulation, ces huiles sont généralement incorporées dans un excipient adapté de type glycéride semi-synthétique, macrogol ou un mélange de gélatine glycérinée et eau distillée. La concentration maximale de l'huile essentielle est de 2 à 5%. (119)
Cette voie est déconseillée pour de nombreuses huiles essentielles dû à leur irritabilité.

2.3.4. Voie rectale

La voie rectale est utilisée pour assurer tant une action systémique que locale. L'avantage de cette voie est d'éviter le filtre hépatique et de bien diffuser les principes actifs jusqu'aux poumons. C'est également une alternative pour les patients craignant le goût des huiles essentielles, ayant des difficultés à avaler les gélules ou ayant une mauvaise tolérance gastrique.

La voie rectale doit être évitée en cas de maladie hémorroïdaire, de maladie de Crohn et de rectocolite hémorragique. (124)

2.3.5. Voie respiratoire

La voie d'administration respiratoire offre uniquement une action locale pulmonaire, les huiles essentielles étant très faiblement absorbées au niveau sanguin (122).
L'intérêt de cette voie réside dans sa grande rapidité d'action. Il existe 4 modes d'administration par voie pulmonaire : les inhalations humides et sèches, les aérosols et la diffusion atmosphérique. Les aérosols ne peuvent être utilisés qu'après prescription et permettent de respirer l'huile en suspension dans l'air sous forme de microgouttelettes qui atteignent alors les voies respiratoires profondes.
La diffusion atmosphérique, quant à elle, met à profit les propriétés antiseptiques des huiles essentielles et permet d'améliorer la qualité de l'air.
Pour utiliser une huile essentielle par inhalation humide, il convient de la placer dans un inhalateur avec de l'eau à haute température et d'inspirer pendant environ 10 minutes.

Enfin, quelques gouttes d'huiles essentielles placées sur un support (tel qu'un mouchoir) permettent ce que l'on appelle « l'inhalation sèche » (124).

2.4. Conservation et stockage

Sous l'influence de l'oxygène, de l'humidité, de la chaleur et de la lumière, les huiles essentielles peuvent s'oxyder et s'altérer.

Ainsi, pour les conserver de manière adéquate, les huiles essentielles doivent être stockées dans des cuves hermétiques inaltérables et entreposées dans une cave fraîche. La mise en bouteille doit se faire uniquement dans des flacons en verre opaque (les verres teintés brun, vert ou bleu sont recommandés mais l'aluminium et l'acier inoxydable peuvent être utilisés) afin de les protéger de la lumière et de l'oxygène. Pour protéger les huiles de l'oxydation, il est également recommandé de les placer dans des flacons de faibles volumes (5 à 20 mL).
Les huiles essentielles étant très volatiles, les flacons doivent être fermés avec des bouchons étanches et inertes afin de limiter toute évaporation. Les flacons doivent être conservés dans un endroit frais (température inférieure à 20 degrés Celsius).
Dans des conditions idéales, la durée de conservation des huiles essentielles se situe autour de 12 à 36 mois. (101) (125)

2.5. Précautions d'emploi

Lorsque les huiles essentielles sont appliquées sur les muqueuses nasales, auriculaires, vaginales ou anogénitales, il est indispensable de les diluer. Pures ou diluées, il ne faut jamais les instiller dans l'œil ou les injecter.
En cas de projection dans l'œil, il est conseillé de passer la zone oculaire sous un flux d'eau froide pendant quelques minutes et d'y passer par la suite un tampon imprégné d'huile végétale pour adoucir l'irritation.
Il ne faut également jamais appliquer une huile essentielle pure sur une peau de bébé, de femme enceinte, ou d'une personne avec une peau hypersensible ou avec un terrain allergique.

Pour un consommateur au terrain allergique, il convient de mélanger 4 gouttes de noyaux d'abricot à 1 goute de l'huile essentielle et de l'appliquer sur l'intérieur du pli de coude. Si une réaction allergique s'observe au bout de 24 heures, l'huile essentielle est contre-indiquée pour le patient. (94)

En cas d'ingestion accidentelle d'un volume anormalement élevé d'huiles essentielles, il est recommandé de boire un volume de 30 à 50 mL d'huile végétale alimentaire et de contacter un centre antipoison. (101)

III. Toxicité des huiles essentielles

3.1. Toxicité cutanée

3.1.1. Dermocausticité

La dermocausticité est définie comme une forte irritation, voire une brûlure de la peau et des muqueuses. Elle peut apparaître dès la première application d'huile essentielle mais l'intensité des symptômes dépend de la concentration de l'huile utilisée.

À l'état pur, les molécules caustiques pour la peau appartiennent aux familles des phénols aromatiques (thymol, carvacrol, eugénol, gaïacol etc.) et des aldéhydes aromatiques (citral, aldéhyde cinnamique etc.). D'autres huiles telles que celle de moutarde noire qui contient un composé soufré et azoté, l'isothiocyanate d'allyle, peuvent enclencher des processus de nécrose. Ce composé est également présent dans l'ail et l'oignon. (126)

Il convient de diluer les huiles essentielles riches en phénols pour une concentration maximale de 20% pour quelque utilisation que ce soit. L'eugénol est cependant le moins caustique des phénols et la dilution des huiles essentielles qui en contiennent peut être de 50% pour un grand nombre d'usage. (101)

Le cinnamaldéhyde, qui est un aldéhyde aromatique, est très caustique et ne peut s'utiliser que si les synergies qui le contiennent ne sont jamais à des concentrations supérieures à 10% (sauf quelques rares exceptions). (101)(122)

Tableau 4: Huiles essentielles responsables de causticité cutanée (79)

Phénols aromatiques	**Aldéhydes aromatiques**
Thym CT thymol	Cannelle de Ceylan (écorce)
Ajowan	Cannelle de Chine
Origan compact	Cannelle du Vietnam
Origan vert ou de Grèce	Cannelle de Madagascar
Sarriette des montagnes	
Gaïac	
Giroflier (eugénol)	

Bay St Thomas (eugénol) Cannelle de Ceylan (feuilles) (eugénol) Clocimum (eugénol)	

Tableau 5: Classement de quelques huiles essentielles irritantes (Tisserand et Young, 2013)

Substance	Seuil maximum
Risque élevé : 0-0,1 %	
Moutarde	0 %
Risque modéré : 0,2-1,0 %	
Absolue d'immortelle italienne	0,5 %
Risque faible : 1,1-20 %	
Origan	1,1 %
Marjolaine	1,2 %
Thym (Carvacrol/Thymol)	1,3 %
Thym à bornéol	3,3 %

3.1.2. Allergies cutanées

Toutes les huiles essentielles sont susceptibles de provoquer des inflammations cutanées ou réactions allergiques.

Ces réactions débutent après une première phase, non dose-dépendante, de sensibilisation. Lors de cette étape, la molécule allergisante pénètre dans l'épiderme où elle va se lier à des protéines présentes à la surface des cellules de Langerhans. Le complexe migre alors de l'épiderme aux ganglions lymphatiques où il sera présenté aux lymphocytes T CD8+ pour être sensibilisé.

Lors d'un nouveau contact, les lymphocytes sensibilisés enclenchent la réaction inflammatoire qui engendrera la réaction allergique.

Au sein de huiles essentielles, les molécules majoritairement responsables de ces réactions sont les lactones sesquiterpéniques, notamment contenues dans l'huile essentielle de Laurier noble (*Laurus nobilis*), ainsi que l'isoeugénol, contenu quant à lui dans l'huile essentielle de Clous de girofle (*Syzygium aromaticum*)

3.1.3. Photosensibilisation

Les furocoumarines et pyranocoumarines sont les principales molécules responsables de la phototoxicité de certaines huiles essentielles.
Ces molécules sont polycycliques et, sous l'action des ultraviolets, forment des liaisons avec les bases pyramidiques de l'ADN. Cette interaction provoque alors des réactions érythémateuses qui peuvent favoriser la carcinogénèse. Cette toxicité se limite aux zones en contact avec l'agent photosensibilisant et exposées au soleil, sauf en cas de prise orale où la sensibilisation peut alors être systémique.

Cette photosensibilisation est principalement rencontrée lors de l'utilisation des huiles essentielles de Citrus (bergamote, citron, pamplemousse), de Cumin *Cumimum cyminum* et de Persil frisé *Petroselinum crispum*. (122) (126) .

3.2. Toxicité pulmonaire

Les aldéhydes de faible poids moléculaire tels que le formaldéhyde, l'acétaldéhyde, le propionaldéhyde etc. sont des composés particulièrement actifs et irritants pour la muqueuse respiratoire. De par leur volatilité, ils sont très vite évaporés lors de la distillation mais restent présents sous forme de traces dans l'huile essentielle finale. (126)

3.3. Toxicité rénale

L'absorption orale de certaines huiles essentielles riches en monoterpènes sur de longues périodes peut, à termes, enflammer et détériorer les néphrons. Les cas de néphrotoxicité se retrouvent la plupart du temps dans des cas de surdosage.
Parmi les huiles néphrotoxiques, on compte celle de *Santalum album*, *Pinus sp* et toutes les espèces de sapin *Abies sp* et *Juniperus sp (122).*
À l'inverse, certaines huiles essentielles sont néphroprotectrices. On peut noter celle de *Juniperus communis* qui permet à faible dose de diminuer la toxicité induite par le tacrolimus dans la prévention des rejets de greffe. (126)

3.3. Toxicité hépatique

Certaines molécules aromatiques, majoritairement les phénols ainsi que leurs métabolites, peuvent être hépatotoxiques.
Afin de limiter cette toxicité, il est souvent recommandé d'utiliser des huiles hépatoprotectrices en parallèle. Parmi ces huiles, on compte la carotte cultivée *Daucus carota*, le citron jaune *Citrus limonum* et la menthe poivrée *Mentha* x *piperita* (hybride entre la menthe aquatique *Mentha aquatica* et la menthe verte *Mentha spicata*). (126)

3.4. Toxicité neurologique et action abortive

Parmi toutes les molécules présentent dans les huiles essentielles, ce sont les cétones qui sont les plus délicates à manipuler en raison de leur action convulsivante et abortive.
Leur usage est contre-indiqué chez la femme enceinte ou allaitante, les enfants du fait de leur système nerveux central et barrière hémato-encéphalique moins efficaces que celles d'un adulte et chez les patients neurologiquement fragiles. (126)

La toxicité de ces molécules varie en fonction de la voie d'administration, de la dose utilisée, du lieu d'application et du seuil de tolérance de chaque patient. (122)

Le processus d'intoxication par les huiles essentielles contenant des cétones se fait de cette manière (122) :

1. Passage de la barrière hémato-encéphalique ;
2. Action lipolytique des cétones, avec comme conséquence des gaines de myélines déstructurées ;
3. Dysfonctionnement neuronal avec excitation, stupéfaction puis dépression, qui peut aller jusqu'au coma.

IV. Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles

4.1. Contexte réglementaire

Bien que l'utilisation des huiles essentielles en France soit en plein essor, la réglementation de leur commercialisation et utilisation est relativement succincte.
Cependant, la Commission de cosmétologie a élaboré, sur demande de l'AFSSAPS (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé), des recommandations sur les critères de qualité des huiles essentielles.
Ces recommandations portent sur la qualité des matières premières végétales d'où sont issues les huiles essentielles, la qualité des huiles elles-mêmes, leur processus de fabrication, leurs propriétés chimiques et physiques, les méthodes utilisées pour les analyser et les conditions de stockage et de conservation. (127)
Le respect ou non de ces critères a un impact direct sur la qualité du produit et en particulier sur son innocuité.

Les dispositions ci-dessous régissent ainsi l'emploi de certaines plantes et de leurs extraits présents dans les produits cosmétiques.

- Arrêté du 6 février 2001 modifié (128)

Selon cet arrêté, ne peuvent être utilisées :

- Les plantes dont l'usage est prohibé, quelle que soit leur fonction
- Les plantes et leurs composés d'origine naturelle dont l'usage est prohibé pour une fonction donnée comme pour les ingrédients de parfum notamment aux numéros d'ordre 423 à 451, et 1133 à 1136

Par exemple, le méthyleugénol est interdit dans les produits cosmétiques, sauf s'il s'agit de méthyleugénol naturellement présent dans les huiles essentielles et les extraits et que les concentrations de dépassent pas (95) :

- 0,01 % dans les parfums fins
- 0,004 % dans les eaux de toilette
- 0,002 % dans les crèmes parfumées
- 0,001 % dans les produits rincés
- 0,0002 % dans les autres produits non rincés et les produits d'hygiène buccale

- Arrêté du 17 novembre 2004 (95)

Cet arrêté a régi qu'à partir du 11 mars 2015, la présence de certaines substances, lorsqu'elles dépassent un certain seuil, doit être indiquée dans la liste des ingrédients dans l'ordre décroissant de leur importance pondérale au moment de leur incorporation et précédée du mot « ingrédient ». Ces substances font parties d'une liste de 26 substances susceptibles d'entraîner des réactions allergiques de contact chez des personnes sensibilisées (95) (128).
Les ingrédients doivent être déclarés sous leur dénomination commune établie par les instances de la Commission européenne ou, à défaut, leur dénomination INCI (International Nomenclature of Cosmetic Ingredients, ex CFTA), leur dénomination figurant dans la Pharmacopée européenne, leur dénomination commune internationale de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), leurs numéros Einecs (European Inventory Of Existing Commercial Chimical Substances), IUPAC (International Union of Pure and Applied Chesmistry), CAS (Chemical Abstract Service) et colour index.

- Recommandations du Conseil de l'Europe (95)

Suite à l'utilisation de plus en plus importante de produits cosmétiques à base de préparations de plantes, le Conseil de l'Europe a publié 3 volumes de recommandations relatifs à l'utilisation de plantes et préparations à base de plantes utilisées en tant qu'ingrédients dans les produits cosmétiques.
En effet, bien que les plantes soient utilisées depuis des millénaires en tant qu'ingrédients cosmétiques et soient rarement associées à des effets indésirables pour le consommateur, certaines

ont une activité puissante et peuvent, par conséquent, présenter une certaine nocivité. Il est donc indispensable de prendre en considération ces risques et d'attirer l'attention du consommateur sur ce que certaines plantes peuvent faire courir sur leur santé.

- Recommandations de l'IFRA (International Fragrance Association) (95)

Il existe de nombreuses autres recommandations concernant les substances naturelles, dont celles de l'IFRA. Des huiles essentielles et certains de leurs composés font en effet l'objet de restrictions quantitatives exprimées en % dans le produit cosmétique.
Les adhérents de l'IFRA respectent le code de bon usage de l'IFRA, qui contient toutes ces interdictions, restrictions et spécifications.

4.2. Critères de qualité

Le lien entre la composition chimique d'une huile essentielle et ses propriétés est le fondement de l'aromathérapie scientifique. Ces propriétés et indications thérapeutiques sont en effet dépendantes des propriétés des molécules aromatiques qui composent l'huile et de leur action synergique. (101)

Ainsi, afin de déterminer la qualité des huiles essentielles, il est indispensable de prendre non seulement en compte les molécules qui les constituent, mais également de nombreux autres paramètres.
Les plantes doivent être identifiées botaniquement et leur sélection ainsi que le moment de récolte sont primordiaux. Elles doivent être issues de culture biologique, sauvage ou traditionnelle sans utilisation de pesticide ou autre produit chimique et être cultivées dans leurs biotopes d'origine.
L'extraction de l'huile essentielle doit également être effectuée dans des conditions de rigueur de laboratoire et respecter des paramètres de température et de pression spécifiques.
Elles doivent être stockées dans des récipients adaptés, à l'abri de la lumière et à des températures ne dépassant pas 25 degrés Celsius. (129)

Seul le respect de tous ces paramètres garanti l'authenticité des huiles essentielles, leur relative innocuité et leur efficacité thérapeutique.

4.2.1. Matières premières végétales

4.2.1.1. La dénomination botanique

L'origine végétale de la plante doit être définie avec précision par sa dénomination scientifique botanique selon les règles linnéennes afin d'éviter toute confusion entre huiles essentielles.
Toutes les huiles utilisées à des fins médicinales doivent ainsi provenir de plantes aromatiques botaniquement certifiées. Cela signifie qu'elles doivent être identifiées au moins par 2 noms latins, le premier désignant le genre et le second l'espèce.
Ceci est indispensable pour éviter toute confusion. Par exemple, l'huile essentielle de Sauge, vendue sans appellation, a déjà provoqué des crises d'épilepsie et parfois un coma. Ces réactions sont la conséquence du fait qu'il existe 2 types de sauge, la *Salvia officinalis* (Sauge officinale) et la *Salvia sclarea* (Sauge sclarée), et que l'une d'elle peut être très toxique. En effet, l'huile essentielle de Sauge officinale renferme une quantité importante de thuyone, qui est une cétone très neurotoxique. Ainsi, sans une dénomination correcte, il est facile de confondre ces deux huiles essentielles et d'utiliser celle de Sauge officinale en pensant utiliser celle de Sauge sclarée. (101)

4.2.1.2. Chemotypage

Une huile essentielle chémotypée (ou chimiotypée) est une huile qui possède une classification chimique qui permet de définir la ou les molécules majoritaires qui la composent.
La mise en évidence du chémotype s'explique par le fait qu'une même plante aromatique peut synthétiser des huiles essentielles différentes au niveau biochimique, en fonction du biotope dans lequel elles se développent.

Cette classification dépend ainsi de facteurs qui peuvent influencer la composition de l'huile essentielle :

- Le mode de récolte,
- La période de récolte,
- Les conditions de vie spécifiques de la plante : nature du sol, altitude, ensoleillement, conditions climatiques, végétaux environnants et le pays.

Bien qu'il existe des normes et règles de dénomination, on retrouve parfois des huiles essentielles commercialisées qui présentent des imprécisions de dénominations et/ou sont falsifiées (95).
Les normes de dénomination sont :

- NF T 75-001 (Septembre 1996) : L'étiquetage doit comporter « la désignation de l'HE, le nom (latin) de la plante et de la partie de plante dont elle est extraite, la technique de production ou le traitement spécifique qu'elle a subi : distillation ou pression ».

- NF T 75-004 (octobre 1976) et équivalent à l'ISO 3218/2014 : cette norme fixe les règles de nomenclature à respecter dans les différents cas qui peuvent se présenter : chémotypes, clones, origines géographiques variées, hybrides, lieu de production etc.

- NF ISO 4720 (octobre 2009) : normalisation de la nomenclature botanique.

4.2.1.3. Conditions de production de la plante

Les conditions de culture, récolte, séchage, fragmentation et de stockage de la plante sont d'autant de paramètres déterminants sur la qualité des végétaux.
Tous ces facteurs jouent en effet de manière non négligeable à la fois sur les aspects qualitatifs mais aussi quantitatifs des composants élaborés par la plante.

Lors de la culture, l'origine géographique, les conditions environnementales telles que l'altitude, la nature, le degré de fertilisation du sol, le caractère sauvage ou cultivé de la plante et son stade de végétation sont à prendre en compte.
La chronobiologie, discipline étudiant l'organisation temporelle des êtres vivants, des mécanismes qui en assurent la régulation et de ses altérations, prend ainsi un rôle prépondérant dans la fabrication des huiles essentielles. Cette notion peut en partie expliquer les modalités traditionnelles en matière de cueillette liées à certaines époques et périodes du calendrier. (95)

4.2.1.4. Récolte

Seules les plantes cultivées biologiquement peuvent être utilisées à des fins thérapeutiques et la qualité des huiles essentielles est fortement influencée par le mode de culture des matières premières.
Par ailleurs, le terroir où s'est développé une plante aromatique influence significativement la qualité de l'essence qu'elle produira. La composition biochimique de l'huile essentielle sera ainsi également définie par la nature du sol, l'altitude, la durée d'ensoleillement, les populations végétales avoisinantes etc. Le biotype est un paramètre capital pour une production qualitative des huiles essentielles à visée thérapeutique. Des expériences scientifiques ont d'ailleurs prouvé que le simple ajout de sels minéraux solubles dans le sol peut modifier la composition physico-chimique d'une huile essentielle. (101)

De plus, la récolte doit avoir lieu pendant le cycle végétatif de la plante où elle est la plus riche en essence. Ce cycle varie d'une plante à une autre. Par exemple, la menthe doit être récoltée avant la floraison ; alors que la sauge doit l'être au moment où elle est presque en graines.

Ainsi, la composition biochimique d'une même espèce (*Helicrysum italicum* par exemple) pourra différer selon le lieu mais également selon le moment du cycle végétatif lors de la récolte.
Dans le cas de l'*Helicrysum italicum* en Corse, les teneurs en acétate de néryle varient de 16 à 43 % et celles en β-dicétones de 4 à 18 %. Ces fluctuations peuvent s'expliquer par le moment du cycle végétatif de la plante.
En effet, les pourcentages en acétate de néryle sont plus importants en floraison (entre 20 et 43 %) alors que ceux en β-dicétones sont plus élevés durant la dormance de la plante (entre 14 et 18 %) (130). Ainsi, il est impératif de bien indiquer ce chémotype sur l'étiquette afin d'éviter toute confusion et d'éviter au patient d'obtenir des effets inverses à ceux désirés.

Tableau 6: Comparaison des compositions chimiques des huiles essentielles d'*Helichrysum* italicum issues de Corse, de Sardaigne, de Toscane et de l'archipel Toscan (130)

Composés chimiques (%)	*Helichrysum italicum*			
	subsp. *microphyllum* (Sardaigne)	subsp. *italicum* (Toscane)	subsp. *italicum* (Archipel Toscan)	subsp. *italicum* (Corse)
hydrocarbonés	11-16 %	40-77 %	14-31 %	10-32 %
γ-curcumène	1-3 %	5-14 %	5-14 %	1-13 %
oxygénés	70-75 %	8-44 %	57-79 %	60-77 %
acétate de néryle	45-52 %	0,3-21 %	15-45 %	16-43 %
β-dicétones	-	0,4-7 %	4-42 %	4-18 %

Par ailleurs, lors du choix de la plante, le cueilleur doit pouvoir l'identifier botaniquement et avec certitude, constater la maturité de l'organe à prélever et le prélever sélectivement manuellement et avec précaution afin de garantir la pérennité de la plante.

Ce mode de cueillette manuel est le plus écologique et permet d'obtenir des huiles essentielles de très haute qualité. Il a cependant évolué vers une mécanisation de la cueillette dû à l'essor mondial de l'aromathérapie.

L'identité de la plante peut être assurée soit par des certificats ou des engagements du fournisseur, soit par l'une des techniques décrites ci-dessous (95):

- La description de caractères botaniques macroscopiques permettant une identification rapide de la plante
- L'examen microscopique de la matière première végétale, afin de rechercher et d'identifier des caractères spécifiques ou dominants. Grâce à cet examen, il est possible de repérer la présence d'éléments étrangers.

Afin de favoriser l'inhibition de toute activité enzymatique après la récolte, il faut éviter la dégradation de certains constituants ainsi que la prolifération microbienne. Les 2 procédés utilisés sont la distillation immédiate et le séchage soigneux de la plante.

4.2.1.5. Partie de la plante utilisée

Seuls les végétaux dits supérieurs peuvent être à l'origine d'huiles essentielles et ceux-ci sont répartis dans un nombre limité de familles (*Apiaceae, Asteraceae, Lamiaceae* etc.).
Il est également possible de fabriquer de l'huile essentielle à partir de toutes les parties d'une plante, par exemple des fleurs (oranger, rose, lavande), des feuilles (citronnelle, eucalyptus, laurier noble), des écorces (cannelier), des bois (bois de rose, camphrier, sanyal), des racines (vétiver), des rhizomes (curcuma, gingembre), des fruits secs (anis, badiane, persil) et des graines (muscade) (95).

Lors de la mise en bouteille, il est important de préciser sur l'étiquette l'organe végétal producteur ou la partie de la plante utilisée. En effet, bien que 2 huiles essentielles proviennent de la même plante, si l'organe producteur est différent, leurs propriétés thérapeutiques seront différentes (106). De même, les racines de *Cinnamomum zeylanicum* (Cannelier de Ceylan) contiennent du camphre et auront une action antalgique et myorelaxante, les feuilles (contenant de l'eugénol) auront une action antifongique et l'écorce, quant à elle, permettra la formation d'une huile essentielle aphrodisiaque et antibactérienne grâce à la présence d'aldéhyde cinnamique (101).

4.2.2. Identification

Les huiles essentielles devant avoir une qualité irréprochable, les laboratoires qui les fabriquent doivent fournir des preuves de leur authenticité. Ceci se fait grâce à une aromatothèque qui permet de réaliser des analyses comparatives avec les échantillons à identifier.

Avant commercialisation, chaque lot d'huile essentielle doit subir un examen organoleptique, des analyses physiques et chimiques et une chromatographie en phase gazeuse (131).

4.2.2.1. L'examen organoleptique

L'examen organoleptique est souvent utilisé de manière préliminaire, avant de conduire les autres tests. Cet examen consiste à évaluer l'aspect, la viscosité, l'odeur et la couleur de l'huile essentielle analysée. En effet, chaque huile a un aspect unique, identifiable parmi les autres huiles essentielles, même celles provenant de la même famille de plantes. (132)

La plupart des huiles essentielles sont plus ou moins liquides ou visqueuses, souvent incolores, jaune pâle, légèrement orangées ou alors colorées par des molécules de liaisons insaturées leur donnant une coloration particulière. À titre d'exemple, l'huile essentielle de *Citrus aurantium* var. *bergamia* est de couleur vert pâle, celle de *Chamomilla recutita* est bleue et celle du *Citrus limonum* est d'un jaune franc.

Dans le cas où une huile n'a pas été conservée correctement et s'oxyde, la plupart de ses caractères organoleptiques changent. (131)

4.2.2.2. Les analyses physiques

Ces analyses ont pour objectifs de déterminer la densité, l'indice de réfraction, le pouvoir rotatoire et la miscibilité des huiles essentielles à l'éthanol.

- La densité

La majorité des huiles sont plus légères que l'eau (densité < 1). Cependant, celles contenant des phénols sont plus denses que l'eau (densité > 1).

Selon la norme ISO 279 :1998 datant de 2015, la correction moyenne des huiles essentielles, aux environs de 20 °C, est de 0,000 7 à 0,000 8 par degré Celsius. (133)

- L'indice de réfraction

Chaque huile essentielle possède un indice de réfraction spécifique. Ainsi, mesurer cet indice permet de vérifier la qualité de la distillation. Plus l'indice de réfraction d'un produit est près de la valeur attendue, plus sa pureté est grande.

Majoritairement, l'indice de réfraction des huiles essentielles est élevé et supérieur à celui de l'eau à 20 degrés Celsius (= 1.33).
Cet indice se mesure grâce à un réfractomètre.

Tableau 7: Exemples d'intervalles d'acceptation de l'indice de réfraction de certaines huiles essentielles (131)

Dénomination de l'huile essentielle	RI (mesuré à 20°C)
HE *Mentha piperita*	1.460-1.467
HE *Citrus aurantium* var. *bergamia*	1.464-1.469
HE *Cinnamomum zeylanicum* op écorce	1.520-1.570

- Le pouvoir rotatoire

Le pouvoir rotatoire d'une huile essentielle se mesure grâce à un polarimètre et met en évidence sa naturalité et pureté. S'il est différent des normes décrites pour la rotation dextrogyre ou lévogyre, cela révèle alors la présence de molécules aromatiques non naturelles au sein de l'huile.

Tableau 8: Références du pouvoir rotatoire de certaines huiles essentielles (131)

Exemples d'HE lévogyres	Pouvoir rotatoire
HE *Mentha piperita*	- 17.75°
HE *Laurus nobilis*	- 10 à -19°

4.2.2.3. Les analyses chimiques

Ainsi, les huiles essentielles sont des mélanges complexes constitués de centaines de constituants biochimiques.
L'analyse chimique des huiles essentielles s'effectue par chromatographie en phase gazeuse et a pour objectif de les identifier en séparant leurs constituants grâce à certains facteurs internes aux molécules : leur solubilité, polarité, taille et la présence de certains groupes d'atomes.

La chromatographie en phase gazeuse permet non seulement de séparer les différents composés d'une huile essentielle, mais également de les identifier par rapport à des témoins connus et

d’évaluer leur pourcentage. Grâce à cette technique, il est possible de vérifier l’identité biochimique et le chémotype d’une huile essentielle. (131)

Un chromatographe est constitué d’un injecteur, d’une colonne de séparation et d’un système de détection.
L’injecteur permet d’introduire l’échantillon à analyser grâce à une micro-seringue.
La colonne de séparation comprend une phase stationnaire logée à l’intérieur d’une enceinte dont la température est contrôlée.
Le système de détection, quant à lui, mesure le signal émis par les molécules afin de les détecter et les identifier. Dans le cas des huiles essentielles, le système de détection est un spectromètre de masse.

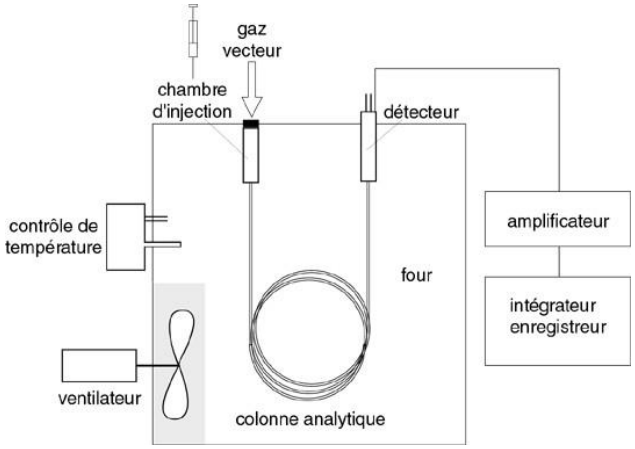


Figure 71: Description schématique d'un chromatographe en phase gazeuse (134)

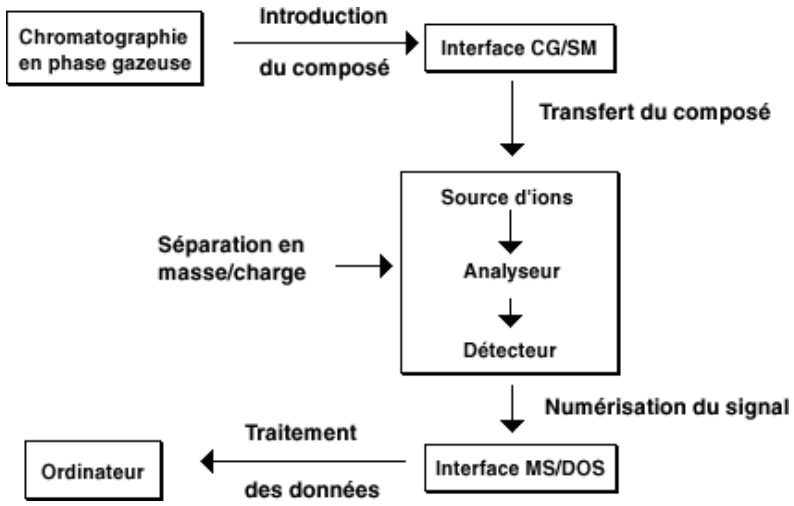


Figure 72: Chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (135)

Lors d'une analyse par chromatographie en phase gazeuse, les huiles essentielles (phase mobile) sont injectées dans le chromatographe à l'aide d'une micro-seringue. Dans la chambre d'injection, une température assez élevée facilite l'évaporation de l'huile essentielle afin de dissocier les composés qui sont alors transportés par un gaz vecteur.

Les différents composés sont ensuite séparés grâce à la phase stationnaire dans la colonne qui va créer un phénomène de rétention plus ou moins fort selon les molécules. Les molécules sont détectées au fur et à mesure de leur élution et enregistrées ainsi qu'identifiées à des temps de rétention différents selon leur affinité avec la phase stationnaire.

Plus une molécule met du temps à sortir de la colonne, plus elle aura été retenue, et donc plus elle aura eu d'affinité avec la phase stationnaire.

Le détecteur envoie alors des signaux électriques plus ou moins forts selon la quantité de la molécule détectée, et l'ensemble des signaux est envoyé à un enregistreur qui trace le chromatogramme.

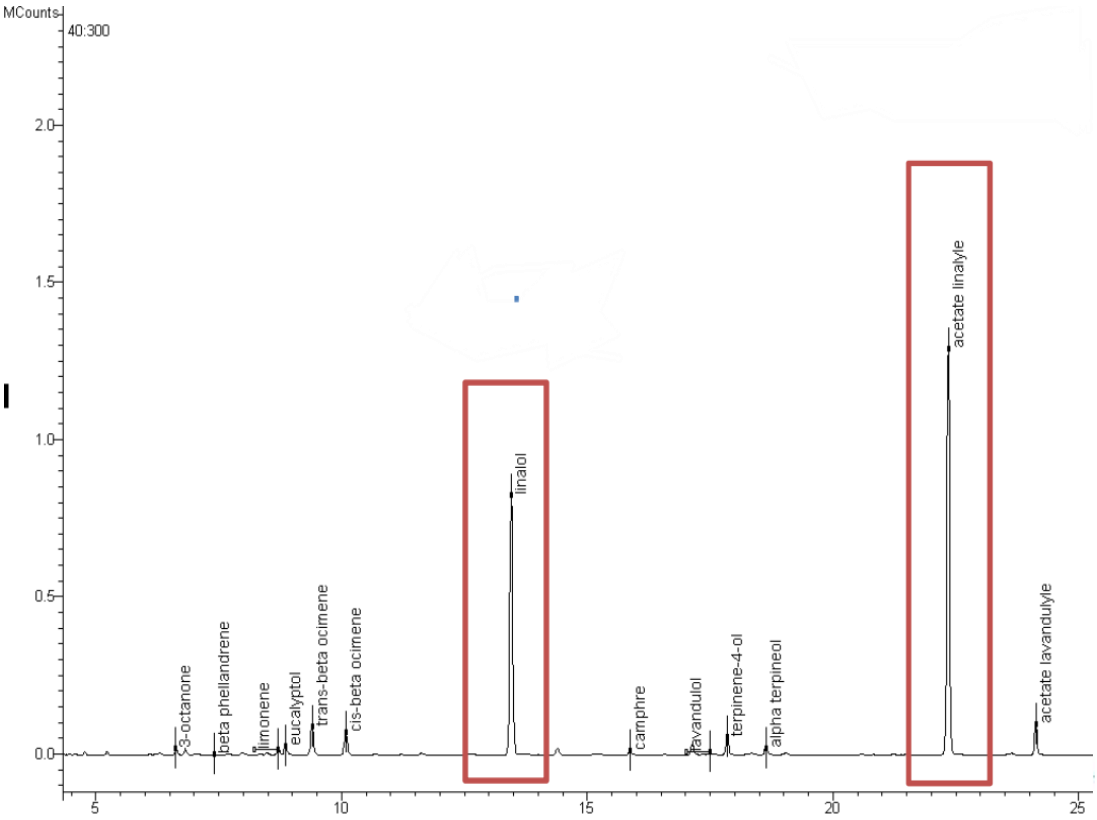


Figure 73 : Profil chromatographique de l'huile essentielle de *Lavandula augustifolia* et mise en évidence de ses constituants caractéristiques (linalol et acétate de linalyle), à comparer aux normes existantes (136)

4.2.3. Labels

Un label est une marque collective qui se matérialise par des signes distinctifs, tels qu'un logo ou un nom, et peut être utilisé par les marques se conformant à son cahier des charges.
Les labels visent à assurer et faciliter la reconnaissance de certaines caractéristiques du produit.

4.2.3.1. Norme AFNOR

La norme AFNOR (Association Française de Normalisation) précise et caractérise les caractères physicochimiques, organoleptiques et chromatographiques des huiles essentielles. Cette norme constitue la référence utilisée par les organismes publics de contrôle. (119)

4.2.3.2. ECOCERT

Écocert est un organisme français, reconnu par les pouvoirs publics, de contrôle et de certification de certains labels. Il certifie que la composition d'un produit est en accord avec le label en question. Depuis la fin de l'année 2002, Écocert est accrédité pour délivrer la certification Cosmétique écologique et biologique et le label Agriculture Biologique.

4.2.3.3. Label AB

Le label AB (Agriculture Biologique) certifié Écocert est un label de qualité français créé en 1985 qui répond à des normes très strictes.

Ce label garantit :

- Un aliment composé d'au moins 95% d'ingrédients issus du mode de production biologique, mettant en œuvre des pratiques agronomiques et d'élevage respectueuses de l'environnement, des équilibres naturels et du bien-être animal,
- L'interdiction totale de pesticides et engrais chimiques de synthèse,
- L'absence d'organismes génétiquement modifiés,
- Le respect de la réglementation en vigueur en France,
- Une certification placée sous le contrôle d'un organisme agréé par les pouvoirs publics français, répondant à des critères d'impartialité, d'indépendance, de compétence et d'efficacité tels que définis par la norme européenne EN 45011.

Afin d'obtenir ce label, les huiles essentielles doivent être produites au sein de l'Union Européenne et doivent démontrer un exemple d'utilisation alimentaire (Citron, Lavande, Menthe etc.). (119)

4.2.3.4. Label Cosmébio

Cosmébio est une association regroupant des professionnels de la cosmétique écologique, naturelle et biologique.

Cette association œuvre depuis 2002 en faveur du développement d'une cosmétique basée sur des produits issus non seulement de la chimie verte mais également de l'agriculture biologique. Ce label ne s'applique qu'aux cosmétiques et se rapproche sur certains points du label AB.

Depuis 2017, l'association Cosmébio et 4 autres membres ont rendu obligatoire le référentiel européen COSMOS (Cosmetic Organic Standard) qui vise l'international. Grâce à ce référentiel, les consommateurs peuvent repérer les cosmétiques biologiques répondant aux mêmes exigences, d'un pays à l'autre.

4.2.3.5. Label COSMOS

La certification du label COSMOS permet la commercialisation de cosmétiques biologiques ou naturels.
Ce label garanti :

- Des procédés de production et de transformation respectueux de l'environnement et de la santé humaine,
- Le développement du concept de chimie verte,
- Le respect de la biodiversité,
- L'utilisation responsable des ressources naturelles,
- L'absence d'Organismes Génétiquement Modifiés,
- Un emballage recyclable,
- L'absence d'ingrédients pétrochimiques (hors conservateurs autorisés) : parabens, phénoxyéthanol, parfums et colorants de synthèse.

Les produits prétendants à la mention COSMOS en dessous du label Cosmébio doivent être certifiés bio par le référentiel COSMOS et non plus par les référentiels Ecocert. (137)
Ainsi, pour porter ce label Cosmébio COSMOS ORGANIC, les produits doivent respecter certains critères :

- Au minimum 95% d'ingrédients naturels ou d'origine naturelle,
- Au moins 95% des ingrédients pouvant être bio doit être issus de l'agriculture biologique,
- Au moins 20% de l'ensemble des ingrédients doit être issus de l'agriculture biologique,

- L’ensemble des ingrédients doit être biodégradable.

4.2.3.6. Label BIO

Si les huiles essentielles ne peuvent pas être utilisées par voie orale mais sont tout de même « biologiques », elles peuvent alors être certifiées Écocert (pour les marques françaises).
Ce cahier des charges établi au niveau européen précise que la culture de la matière première aromatique doit être réalisée sans pesticides, sans herbicides et sans engrais chimiques. La production doit ainsi être contrôlée de façon stricte. (119)

Le respect de cette norme est indispensable à la qualité d’une huile essentielle car les résidus de pesticides contenus dans les plantes peuvent être entraînés par la vapeur d’eau lors de l’extraction et se retrouver dans l’huile essentielle. Ils pourraient alors interagir avec les molécules chimiques des plantes et modifier leurs propriétés.
De plus, l’usage de pesticides sur les plantes diminue leur intérêt à se défendre et donc à produire des molécules leur permettant de combattre les agressions extérieures. Les plantes avec le label Bio et n’ayant pas été cultivées sous pesticides sont donc plus riches en principes actifs que celles qui l’ont été. (119)

4.2.3.7. Label HEBBD et HECT

Les labels HEBBD (Huile Essentielle Botaniquement et Biochimiquement Définie) et HECT (Huiles Essentielles Chémotypées) sont des mentions créées par des organismes indépendants ne bénéficiant pas de contrôle externe. (138)

La mention HEBBD a été créée par une société productrice et vendeuse d’huiles essentielles qui garantit :

- L’espèce botanique exacte de la plante à l’origine de l’huile essentielle,
- L’organe producteur,
- Le chémotype de la plante – contrôlé par chromatographie gazeuse couplée à un spectromètre de masse,

- Le mode de production : la distillation à la vapeur d'eau ou l'extraction à froid,
- Une huile essentielle non diluée et non rectifiée (100% pure et naturelle).

Le label HECT est également un label créé par un organisme indépendant.
Il garantit (119):

- Une plante distillée botaniquement certifiée,
- Une partie distillée de la plante spécifiée,
- Un chémotype défini,
- Une distillation à la vapeur d'eau de qualité,
- Une huile essentielle 100% naturelle (non dénaturée par des composants synthétiques, par des huiles ou essences minérales),
- Une huile essentielle 100% pure (non coupée avec d'autres huiles essentielles, grasses ou alcools),
- Une huile essentielle 100% totale (non décolorée, peroxydée, déterpénée et non rectifiée).

4.2.4. Étiquetage

Il est indispensable de retrouver sur l'étiquette des flacons opaques contenant l'huile essentielle (119):

- Le nom scientifique de la matière première végétale en français et en latin,
- La partie de la plante utilisée,
- Les molécules principales,
- Le chémotype,
- L'origine géographique,
- La méthode de production,
- Le mode de culture (biologie, conventionnelle ou récolte sauvage),
- Le nom et la concentration de tout antioxydant ajouté,
- Les étapes de traitement additionnelles,
- La quantité,
- Le numéro de lot.

V. Traitement aromathérapeutique de troubles dermatologiques mineurs

5.1. Acné

5.1.1. Traitement médicamenteux

L'objectif de la prise en charge de l'acné est la disparition ou la diminution des lésions (traitement d'attaque), la prévention de récidives (traitement d'entretien) et l'aide psychologique en cas de discordance entre le retentissement de l'acné et les symptômes. (139)

Afin de décider de la prise en charge médicamenteuse adaptée au patient, il est nécessaire d'évaluer la gravité de l'acné, qui est appréciée selon le grade GEA (Global Evaluation Acne).

Figure 74: Prise en charge médicamenteuse de l'acné (Vidal Recos, 2014, 5ème édition)

5.1.2. Traitement en aromathérapie

5.1.2.1. Options thérapeutiques

Le traitement de l'acné par les huiles essentielles repose sur l'emploi d'huiles dotées de propriétés antibactériennes et anti-inflammatoires.
Les huiles majoritairement utilisées sont celles de l'Arbre à thé, de Géranium rosat et de Lavande aspic. (122)

HUILES ESSENTIELLES	**COMPOSÉS MAJORITAIRES**	**PROPRIÉTÉS**	**TOXICITÉ et CONTRE-INDICATIONS**
Arbre à thé *Melaleuca alternifolia*	Terpinène 4-ol α-terpinène	Anti infectieuse Anti-inflammatoire Cicatrisante	Contre-indiquée lors des 3 premiers mois de grossesse
Géranium rosat *Pelargonium* x *asperum cv Egypte*	Géraniol Citronellol	Anti infectieuse Astringente	Contre-indiquée lors des 3 premiers mois de grossesse
Lavande aspic *Lavandula spica*	Alcools (linalol, géraniol) 1,8 cinéol Cétones (camphre)	Cicatrisante Anti infectieuse Antalgique Analgésique	Toxicité neurologique et abortive (cétones) Contre-indiquée chez la femme enceinte et allaitante et chez l'enfant de moins de 6 ans, ainsi que les personnes épileptiques

Tableau 9: Principales huiles essentielles indiquées en cas d'acné

Bien que l'huile essentielle de Tea tree (arbre à thé) soit le traitement de référence, d'autres huiles peuvent être utilisées. On dénombre notamment celle du Giroflier pour son action antibactérienne et cautérisante, et celle du Romarin à verbénone pour ses propriétés cicatrisantes. (121)

5.1.2.2. Traitement de référence : L'huile essentielle d'Arbre à thé (*Melaleuca alternifolia*)

- Carte d'identité et botanique
  - Famille : Myrtaceae
  - Genre : *Melaleuca alternifolia*
  - Partie distillée : feuilles
  - Parfum de l'huile essentielle : frais, arôme de résine

- Botanique

Le Tea tree est un petit arbre originaire du nord-est de la Nouvelle-galles du Sud où sont récoltées ses feuilles pour la production d'huile essentielle. (97)

L'huile essentielle de *Melaleuca* est obtenue par entraînement à la vapeur d'eau à partir des feuilles et des tiges terminales de *M. alternifolia*, de *M. linariifolia* Smith, de *M. dissitiflora* F. mueller et/ou d'autres espèces de *Melaleuca*.

La désignation de « Tea tree » ou arbre à thé est une source de confusion avec non seulement le théier (*Camellia sinensis*), mais également d'autres espèces du genre *Melaleuca* L.

- Pharmacologie

Cette huile est principalement composée de terpin-1-én-4-ol et de carbures de genre terpinène. Certains chimiotypes de distribution géographique restreinte peuvent fournir une huile essentielle dont la concentration en cinéole peut atteindre 60%. (97) (119)

Le terpin-1-én-4-ol et les autres constituants de l'huile essentielle de Tea tree jouissent de propriétés antibactériennes et sont notamment actifs sur *Staphylococcus aureus* (y compris les souches résistantes à la méthicilline, CMI90 = 0,32%), *Escherichia coli* et sur les germes responsables de la plaque dentaire.

Cette huile est également active sur *Candida albicans* (CMI = 0,06 à 0,5%), *Aspergillus niger*, *Cryptococcus neoformans*, *Propionibacterium acnes* etc.

La DL_{50} de l'huile essentielle de Tea tree se situe entre 1,9 et 2,6 ml/kg. (97)

Ainsi, cette huile essentielle a non seulement une activité antibactérienne mais également antivirale, antiparasitaire et antifongique.
Elle est indiquée en cas de mycoses cutanées, unguéales et sous unguéales, d'abcès cutanés, d'acné juvénile, d'eczéma et de rosacée. Le Tea tree peut également agir sur les cas de jambes lourdes, d'hémorroïdes et de parasitoses cutanées.

Appliquée sur la peau, l'huile essentielle de Tea tree peut parfois provoquer des irritations et des réactions d'hypersensibilité immédiates et intenses.
Les cas d'intoxication suite à l'ingestion de cette huile sont nombreux et caractérisés par de l'ataxie, de la somnolence, et peuvent parfois aller jusqu'à un état comateux. (97)

5.1.2.3. Exemples de formulation utilisables sur l'acné

En cas d'acné, de nombreuses formulations peuvent être utilisées :

- Sur un bouton localisé

1 goutte de Tea tree à appliquer sur les boutons grâce à un coton tige, matin et soir et sur une peau préalablement nettoyée. Le respect de cette posologie permet d'éliminer tout risque de surdosage et de brûlure.

- En cas d'acné sur peau mixte à imperfection (90)

Huile essentielle d'arbre à thé (*Melaleuca alternifolia*) : 30 gouttes (antibactérien)
Huile essentielle de Lavande aspic (*Lavandula spica*) : 30 gouttes (en cas de cicatrices, comme gomme de la peau)
Huile essentielle de Girofle (*Syzygium aromaticum*) : 3 gouttes (antibiotique et anesthésiant)
Huile essentielle de Géranium rosat (*Pelargonium asperum cv Égypte) :* 20 gouttes en cas de peau grasse (astringent et régénérant cutané)

- Nettoyage de peau

Pour un nettoyage de peau matin et soir et à l'aide d'une compresse imprégnée, il est possible d'utiliser la formulation ci-dessous.
Hydrolat Lavande vraie (*Lavandula angustifolia*) : 100 mL
Hydrolat Romarin à verbénone (*Rosmarinus officinalis CT verbénone*) : 200 mL

5.2. Brûlures et coups de soleil

5.2.1. Traitement médicamenteux

S'il n'y a pas de cloques et si la brûlure n'est pas trop étendue, il est recommandé de rafraîchir la zone brûlée avec de l'eau et d'appliquer une pommade ou une crème contenant de l'hydrocortisone. Les dermocorticoïdes souvent prescrits sont le cortapaisyl, le cortisédermyl et le dermofenac démangeaisons. Parmi les protecteurs cutanés, on dénombre botamment le biafineact et le dexeryl. (141)

5.2.2. Traitement en aromathérapie

5.2.2.1. Options thérapeutiques

Les principales huiles essentielles indiquées dans le traitement des brûlures et coups de soleil sont antalgiques, anti-inflammatoires et cicatrisantes.
Les plus utilisées sont celles de Lavande aspic, Hélichryse italienne, Laurier noble et Bois de Hô.

Tableau 10 :Principales huiles essentielles indiquées en cas de brûlures (122)

HUILES ESSENTIELLES	**COMPOSÉS MAJORITAIRES**	**PROPRIÉTÉS**	**TOXICITÉ et CONTRE-INDICATIONS**
Lavande aspic *Lavandula spica*	Alcools (linalol, géraniol) 1,8 cinéole Cétones (camphre)	Antalgique Analgésique	Déconseillée lors de la grossesse Contre-indiquée chez les enfants de moins de 6 ans Toxicité neurologique et abortive (cétones)
Hélichryse italienne *Helichrysum italicum*	Acétate de néryle Cétone (italidione)	Cicatrisante Anti-inflammatoire Veinotonique	Déconseillée lors de la grossesse Contre-indiquée chez les enfants de moins de 6 ans Toxicité neurologique et abortive (cétones)
Laurier noble *Laurus nobilis*	1,8 cinéol Linalol Eugénol	Antalgique Analgésique Anti-infectieux	Déconseillée lors des 3 premiers mois de grossesse

Bois de Hô *Cinnamomum camphora*	Linalol	Analgésique Antibactérien Antivirale Régénératrice tissulaire	Déconseillée lors des 3 premiers mois de grossesse

5.2.2.2. Traitement de référence : L'huile essentielle de Lavande aspic (*Lavandula latifolia)*

- Carte d'identité
    - Famille : *Lamiaceae*
    - Genre : *Lavandula latifolia* (synonyme *L. spica*)
    - Couleur : jaune vert ou parfois incolore
    - Odeur : herbacée, note fraîche et camphrée
    - Organe distillé : sommité fleurie

- Pharmacologie

La lavande aspic est sensible au froid et se trouve majoritairement au niveau des garrigues et des coteaux arides et calcaires avoisinant la mer. Elle pousse donc sur des sols de basse altitude, caillouteux et calcaires et est retrouvée en Espagne, en France et au sud de l'Angleterre.
Bien qu'elle soit peu utilisée en parfumerie, elle fait partie de la composition du baume du tigre.

L'huile essentielle de *Lavandula latifolia* est principalement composée d'oxydes terpéniques tels que le 1,8 cinéole, le camphre et le linaloxyde. Elle peut contenir de 5% à 50% de camphre, qui appartient à la famille des cétones et présente donc un puissant effet neurotoxique. (101)

De toutes les huiles essentielles de Lavande, c'est *Lavandula latifolia* qui est la plus antibactérienne.
Cette huile essentielle est contre-indiquée chez la femme enceinte et les enfants (90). Pour les enfants, il est conseillé de remplacer la lavande aspic par de la lavande officinale (90).

5.2.2.3. Exemples de formulations utilisables en cas de brûlures et coups de soleil

- Brûlures de 1er et 2nd degré (122)

Dans ces cas, il est recommandé d'imbiber une compresse avec :
Huile essentielle de Lavande aspic (*Lavandula spica*) : 10mL
Huile essentielle de Rose musquée (*Rosa spica*) : qsp 90mL

- Sur les coups de soleil étendus, à pulvériser 3 fois par jour jusqu'à guérison (122)

Hydrolat de lavande officinale (*Lavandula angustifolia*) : 10mL
Hydrolat de camomille romaine (*Chamaemelum nobile*) : 10mL
Hydrolat de menthe poivrée (*Mentha* x *piperita*) : 10mL

5.3. Vergetures

5.3.1. Traitement médicamenteux

Lorsque qu'il s'agit de vergetures banales, il n'existe aucun traitement médical puisqu'elles sont sans danger pour la santé. Certaines techniques de micro-dermabrasion et de peeling sont toutefois utilisées pour stimuler l'élasticité de la peau. De même, l'utilisation du laser permet la stimulation des fibroblastes et d'ainsi rendre les vergetures moins visibles.
La chirurgie esthétique peut également retendre les zones atteintes mais ne fera pas disparaître complètement les vergetures.

En cas de vergetures pathologiques dues à un médicament ou à une maladie de Cushing, il est cependant indispensable d'avoir recours à un traitement pour éviter que celles-ci se dégradent. (142)

5.3.2. Traitement en aromathérapie

5.3.2.1. Options thérapeutiques

Tableau 11: Principales huiles essentielles indiquées en cas de vergetures (122)

HUILES ESSENTIELLES	**COMPOSÉS MAJORITAIRES**	**PROPRIÉTÉS**	**TOXICITÉ et CONTRE-INDICATIONS**
Hélichryse italienne ou Immortelle *Helichrysum italicum*	Acétate de néryle Cétone	Tonifiante de la circulation sanguine Réparatrice et astringente cutanée	Déconseillée chez la femme enceinte et l'enfant de moins de 6 ans Ne pas utiliser sans un avis médical
Ciste ladanifère *Cistus ladaniferus L.*	α-pinène	Cicatrisante Hémostatique	Déconseillée lors des 3 premiers mois de grossesse

5.3.2.2. Traitement de référence : Géranium rosat (*Pelargonium asperum cv Égypte*)(143)

- Carte d'identité
    - Famille : *Geraniaceae*
    - Genre : *Pelargonium asperum cv Égypte*
    - Couleur : vert clair à vert foncé
    - Origine : Égypte
    - Odeur : fruitée, rosée, chaude et douce
    - Organe distillé : feuilles

- Histoire

Le géranium rosat est originaire d'Afrique australe. L'origine grecque de son nom « *geranos* » provient du fruit de cette plante évoquant le bec de cet oiseau.

Le géranium rosat fut importé à la fin du XVIème siècle, où il devient alors très prisé des cours royales.

- Pharmacologie

Le géranium rosat est majoritairement composé d'alcools terpéniques (citronellol, géraniol et linalol) et d'esters terpéniques (formiate de citronnellyle, formiate de géranyle).

Il est principalement indiqué en cas de rides, ridules, vergetures, plaies, acné et coupures.
Le géranium rosat a également une action non négligeable sur toute hémorragies bénignes. Il est alors utilisé par compression locale sur l'hémorragie avec une compresse imprégnée de 5 à 6 gouttes d'huile essentielle pure pendant plusieurs minutes.
D'autre part, le géraniol interagit avec le cytochrome 2B6 en l'inhibant. Ce dernier étant impliqué dans le métabolisme de certains médicaments, notamment antidouleurs, antipaludéens et antitumoraux, cette huile essentielle pourrait alors interagir avec leurs principes actifs (kétamine, méthadone, selegiline, sorafenil etc.). (90)
L'huile essentielle de Géranium rosat présente une très faible toxicité. Elle est toutefois déconseillée par voie orale chez les personnes diabétiques traitées allopathiquement.

5.3.2.3. Exemples de formulation utilisable sur les vergetures

Pour éviter l'apparition des vergétures, il convient dans un premier temps d'appliquer quotidiennement des soins nutritifs et assouplissants tels que les huiles végétales d'amande douce, avocat, macadamia, germes de blé, rose musquée ou des beurres végétaux tels que ceux de karité. Dans le cas de vergetures déjà présentes, il est recommandé en aromathérapie de les traiter avec des huiles essentielles et végétales réparatrices et régénérantes. Parmi ces huiles, on dénombre surtout Hélichryse italienne, Myrrhe, Myrte rouge, Rose de Damas et Encens oliban. Ces huiles essentielles sont alors à associer, en synergie ou pas avec une autre huile essentielle, à une huile végétale nutritive, réparatrice et régénérante. Les huiles actives sont celles d'amande douce, d'avocat, de bourrache, de germes de blé, de rose musquée, de millepertuis et le beurre végétal de karité.

En curatif, on peut réaliser la préparation ci-dessous, appliquer 3 gouttes du mélange sur la vergeture et masser en pinçant comme pour réduire la cicatrice. Il est recommandé de le faire 3 fois par jour jusqu'à amélioration sensible. (144)

- 30 gouttes d'huile essentielle de Romarin à verbénone (*Rosmarinus officinalis*)
- 60 gouttes d'huile essentielle de Géranium rosat (*Pelargonium Graveolens*)
- 30 gouttes d'huile essentielle d'Hélichryse italienne (*Helychrisum italicum*)
- Qsp 50 d'huile essentielle de Rose musquée du Chili (*Rosa rubiginosa*)

5.4. Psoriasis

5.4.1. Traitement médicamenteux

Le protocole thérapeutique du psoriasis doit être simple afin d'éviter l'utilisation de trop nombreux produits et formes galéniques.
Avant de déterminer le protocole thérapeutique à suivre, il est indispensable d'évaluer la sévérité du psoriasis.
Cette évaluation doit tenir compte non seulement du retentissement de la maladie sur la qualité de vie du sujet mais également de l'étendue des lésions, de la sévérité clinique de la maladie et de la potentielle résistance à des traitements antérieurs. Le score DLQI (Dermatology Life Quality Index) évalue la qualité de vie et le score PASI (Psoriasis Area and Severity Index) évalue à lui la gravité clinique. (145)

Le traitement de référence de cette pathologie est l'association dermocorticoïdes et analogues de la vitamine D (calcitriol, calcipotriol). Parfois, des émollients en cas de sécheresse cutanée et des kératolytiques en cas de lésions kératosiques sont utilisés en traitement complémentaire.

Lorsqu'un traitement général est recommandé (psoriasis sévère ou modéré avec fort retentissement sur la qualité de vie), les références médicamenteuses sont les rétinoïdes (dérivés de la vitamine A), le méthotrexate (immunomodulateur à utiliser de manière hebdomadaire) et la ciclosporine (immunomodulateur à utiliser sur des durées limitées).

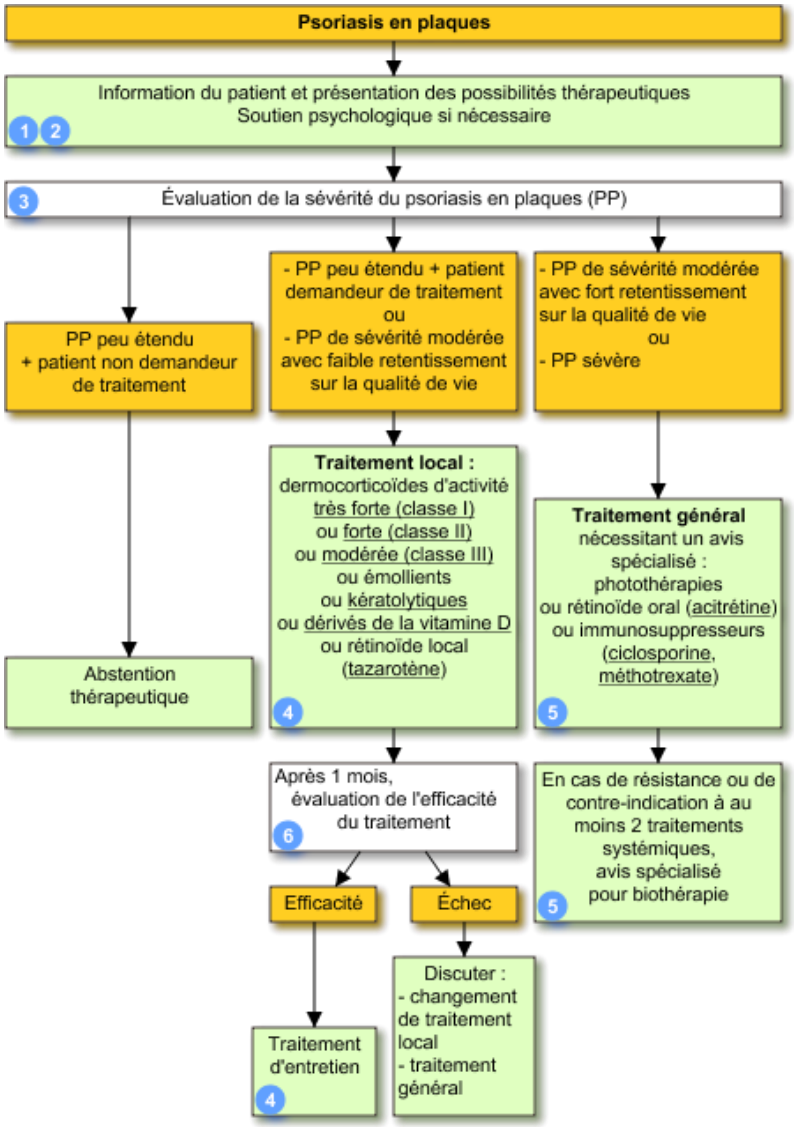


Figure 75: Prise en charge médicamenteuse du psoriasis (Vidal Recos, 2014, 5ème édition)

5.4.2. Traitement en aromathérapie

5.4.2.1. Options thérapeutiques

Les huiles essentielles utilisées pour traiter le psoriasis sont, comme les traitements médicamenteux, anti-inflammatoires, cicatrisantes, antiprurigineuses et anxiolytiques.

Tableau 12:Principales huiles essentielles indiquées en cas de psoriasis(146)(131)

HUILES ESSENTIELLES	**COMPOSÉS MAJORITAIRES**	**PROPRIÉTÉS**	**TOXICITÉ et CONTRE-INDICATIONS**
Arbre à thé *Melaleuca alternifolia*	Terpinène 4-ol α-terpinène	Anti-infectieuse Anti-inflammatoire Cicatrisante	Contre-indiquée lors des 3 premiers mois de grossesse
Géranium rosat *Pelargonium x asperum cv Egypte*	Géraniol Citronellol	Anti-infectieuse Astringente	Contre-indiquée lors des 3 premiers mois de grossesse
Hélichryse italienne *Helichrysum italicum*	Acétate de néryle Cétone (italidione)	Cicatrisante Anti-inflammatoire Veinotonique	Contre-indiquée lors de la grossesse Contre-indiquée chez les enfants de moins de 6 ans Toxicité neurologique et abortive (cétones)

5.4.2.2. Traitement de référence

Cette pathologie étant chronique et multifactorielle, il n'existe pas d'huile essentielle de référence. En revanche, il existe de nombreux mélanges d'huiles essentielles diluées et agissant en synergies actives sur les symptômes du psoriasis.

5.4.2.3. Exemples de formulation utilisable sur le psoriasis

La prise en charge du stress et de l'alimentation d'une personne atteinte de psoriasis est indispensable. En plus de drainer et nettoyer l'organisme, il est possible d'avaler le matin une préparation à base d'huile essentielle telle que ci-dessous avec un aliment tel que du pain. (90)

- 1 goutte d'huile essentielle de Menthe poivrée (désinfectant métabolique)
- 2 gouttes d'huile essentielle de Citron (détoxifiant)

5.5. Herpès labial

5.5.1. Définition et physiopathologie

L'herpès labial provient d'une inflammation causée par l'herpès simplex virus de type 1 (HSV-1). Ce virus est un dermo-neurotrope qui provoque une infection latente dans un ganglion sensitif (ganglion de Gasser) après avoir provoqué une primo-infection. À partir de ces sites d'infection latente, des réactivations récurrentes ou des sécrétions asymptomatiques de ce virus peuvent par la suite survenir. (147)

Le HSV-1 se transmet par contact cutanéo-muqueux ou direct muqueux avec un patient excrétant le virus lors d'une récurrence clinique, d'une primo-infection ou d'une excrétion virale symptomatique (salive, liquide amniotique, sécrétions vaginales). Il peut également se transmettre par projection d'aérosol (148).

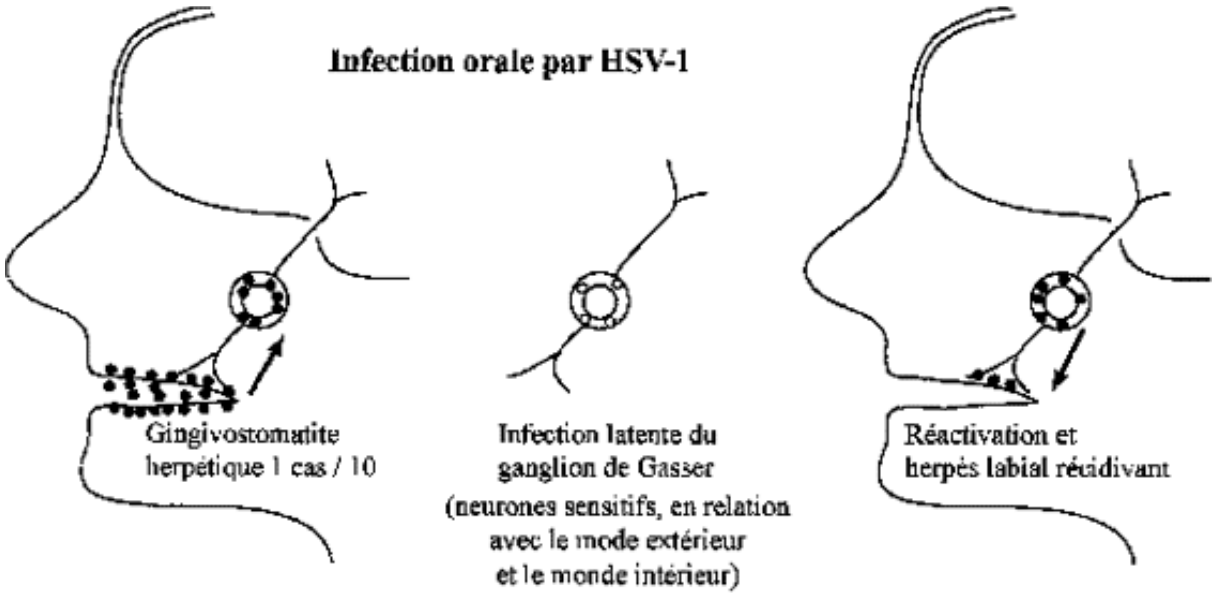


Figure 76: Physiopathologie de l'herpès simplex virus 1 (149)

Les porteurs du virus ignorent la plupart du temps leur état car l'herpès labial est le plus souvent asymptomatique. Les symptômes comportent des plaies ouvertes ou des lésions vésiculaires douloureuses qui sont situées autour ou à l'intérieur de la bouche. Ces lésions sont souvent appelées « boutons de fièvre ». (150)

Figure 77: Clinique de l'herpès labial (151)

5.5.2. Traitement médicamenteux

Lors d'une primo-infection par HSV-1, la recommandation est de prescrire de l'aciclovir per os chez l'adulte et l'enfant de plus de 2 ans.

L’aciclovir par voie intra-veineuse est également possible pour les enfants de moins de 2 ans et pour les sujets pour qui la voie orale n’est pas une option.

Dans le cas de récurrences fréquences (> 6 fois par an) non induites par le soleil, il est recommandé d’utiliser de l’aciclovir ou de valaciclovir per os pendant 6 à 12 mois. (152)

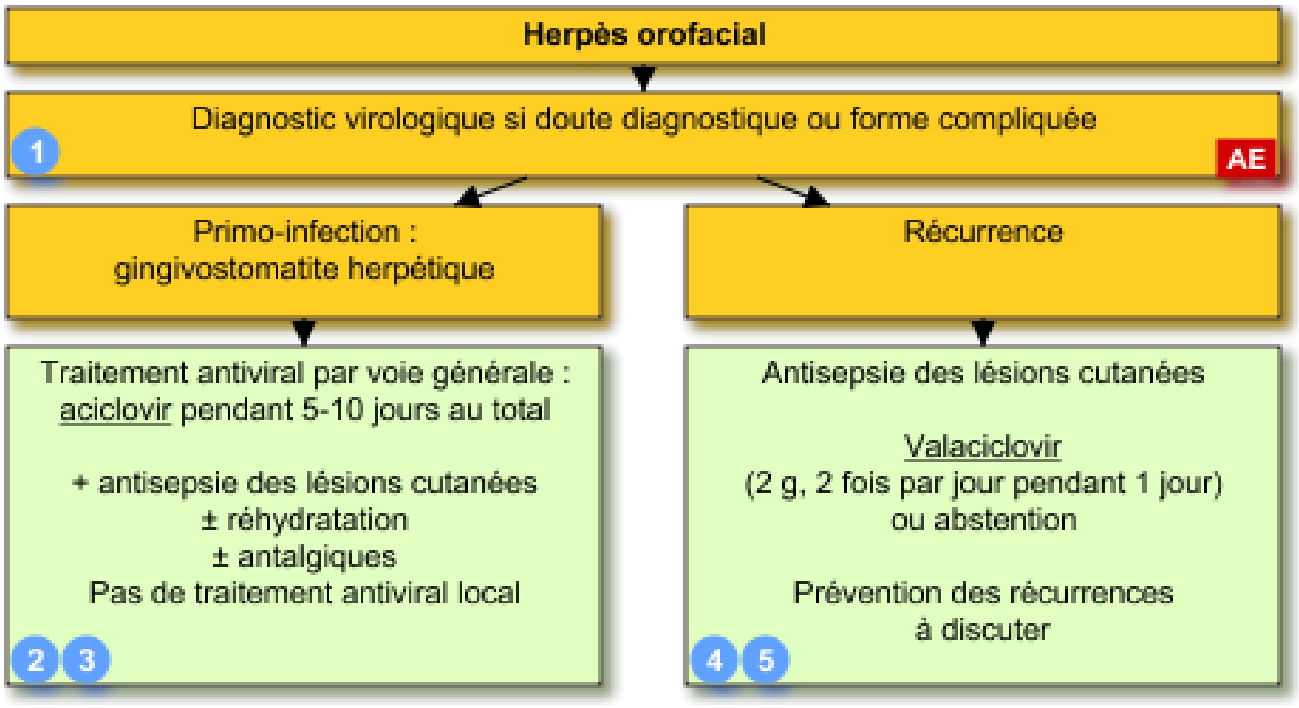


Figure 78: Prise en charge médicamenteuse du virus HSV-1 (Vidal Recos, 2014, 5ème édition)

5.5.3. Traitement en aromathérapie

5.5.3.1. Options thérapeutiques

Les huiles essentielles utilisées pour traiter l'herpès sont dotées de propriétés antivirales, cicatrisantes et antalgiques.

Tableau 13: Principales huiles essentielles indiquées en cas d'herpès labial(153)

HUILES ESSENTIELLES	**COMPOSÉS MAJORITAIRES**	**PROPRIÉTÉS**	**TOXICITÉ et CONTRE-INDICATIONS**
Niaouli *Melaleuca quinquenervia*	1,8-cinéole α-terpinéol Sesquiterpénols	La combinaison de ces composés empêche le développement et la propagation du virus dans l'organisme	Contre-indiquée lors des 3 premiers mois de grossesse
Tea tree *Melaleuca alternifolia*	Terpinèn-4-ol α-terpinène	Stimule l'activité des globules blancs et augmente la production des immunoglobulines A	Contre-indiquée lors des 3 premiers mois de grossesse
Lavande vraie *Lavandula angustifolia*	Linalol Géraniol β-caryophylène	Régénère les tissus cutanés Stimule la synthèse des kératinocytes Calmantes et sédatives (apportées par le linalol)	Risque : oxydation et émergence de composés secondaires sensibilisants dû au fort pourcentage de linalol (respect des méthodes de conservation indispensable)

5.5.3.2. Traitement de référence : Huile essentielle de Niaouli (*Melaleuca quinquenervia)*

- Carte d'identité
    - Famille : *Myrtaceae*
    - Genre : *Melaleuca quinquenervia*

- Organe distillé : feuille

- Botanique

Le niaouli est un arbuste à feuilles persistantes de hauteur moyenne (10 à 15 mètres).
Bien qu'originaire de Nouvelle-Calédonie, il est surtout produit à Madagascar (canal des Pangalanes), où il s'adapte très bien aux conditions environnementales.

- Pharmacologie

La teneur en huile essentielle des feuilles avoisine 15 ml/kg et ces dernières contiennent majoritairement et le plus souvent du cinéole. (76)

L'huile essentielle de Niaouli est majoritairement indiquée en cas d'infections ORL, d'herpès labial et génital et de dermites virales, bactériennes ou fongiques.
Si les vésicules d'herpès sont déjà sorties, l'huile essentielle de Lavande aspic peut également être utilisée afin de permettre une bonne cicatrisation. (101)

L'huile essentielle de Niaouli présente une toxicité faible. Cependant, la présence d'eucalyptol peut la rendre dangereuse dans certains cas. Les enfants en bas-âge présentent notamment une sensibilité particulière à ce composé dû à ses propriétés convulsivantes, même à dose faible. L'eucalyptol pourrait également induire l'activation de cytochromes hépatiques et ainsi modifier l'efficacité de certains traitements, particulièrement ceux à marge thérapeutique faible. (154)

5.5.3.3. Exemples de formulation utilisable sur l'herpès

Dans le cas de l'HSV-1, il est possible d'utiliser 6 à 8 fois par jour et pendant 2 jours à l'aide d'un coton tige (155) :

- 25 gouttes d'huile essentielle de Tea tree *(Melaleuca alternifolia)*
- 25 gouttes d'huile essentielle de Niaouli (*Melaleuca quinquenervia)*
- 50 gouttes d'huile essentielle de Lavande vraie (*Lavandula angustifolia)*

5.6. Transpiration excessive

5.6.1. Traitement médicamenteux

L'hypersudation ou hyperhidrose correspond à une transpiration excessive souvent localisée aux aisselles, pieds et mains. Elle peut avoir des conséquences sur la qualité de vie et entraîner des maladies de peau. (156)

Elle reste cependant sous-traitée. Les principaux traitements sont les anti transpirants locaux, l'ionophorèse, les injections de toxine botulique et les médicaments (anticholinergiques et antisudorifiques). Pour certains patients, il est possible d'intervenir chirurgicalement et d'effectuer une sympathectomie thoracique. (157)

5.6.2. Traitement en aromathérapie

5.6.2.1. Options thérapeutiques

Tableau 14: Principales huiles essentielles indiquées en cas d'hypersudation

HUILES ESSENTIELLES	**COMPOSÉS MAJORITAIRES**	**PROPRIÉTÉS**	**TOXICITÉ et CONTRE-INDICATIONS**
Palmarosa *Cymbopogon Martinii var. Motia*	Géraniol (antibactérien à large spectre) Géranial (antifongique) Acétate de géranyle (odeur florale)	N'empêche pas la sueur de s'évacuer et n'obstrue pas les canaux par lesquels la sueur se dégage de la peau Neutralise les bactéries responsables des mauvaises odeurs	Contre-indiquée chez les femmes enceintes et chez les personnes sous Tamoxifène
Sauge sclarée *Salvia sclarea*	Acétate de linalyle (calmant et relaxant) Sclaréol (antisudorifique)	Limite la transpiration liée au stress	Contre-indiquée chez les femmes allaitantes ou enceintes Ne pas utiliser en cas de mastose, d'antécédents de cancer hormono-dépendant. Forte influence hormonale pour les femmes (effet oestrogen-like)
Ciste *Cistus ladaniferus*	Viridiflorol Camphène α-pinène	Resserre les pores sudoripares	Contre-indiqué chez les femmes enceintes et chez les enfants de moins de 3 ans

5.6.2.2. Traitement de référence : Huile essentielle de Palmarosa *(Cymbopogon Martinii var. Motia)*

- Carte d'identité (101)
  - Famille : *Poaceae*
  - Genre : *Cymbopogon martinii*
  - Organe distillé : L'herbe (feuilles, fleurs)

- Aspect : liquide mobile, limpide
- Couleur : jaune pâle
- Odeur : rosée se situant entre le géranium rosat et la rose, avec une touche boisée et balsamique

- Botanique

Le Palmarosa pousse à l'état sauvage et en plantation. Placées dans des conditions optimales (régions tropicales), ses feuilles peuvent atteindre 3 mètres de hauteur. Ces dernières développent une odeur très aromatique lorsqu'on les froisse.

- Pharmacologie

L'huile essentielle de Palmarosa peut être utilisée par voie cutanée, orale, par inhalation et par diffusion. Bien que très utilisée en cosmétique sous forme de crèmes et déodorants, elle l'est également sous forme de diffuseur afin d'éloigner les insectes.
Les principaux composants de cette huile sont les monoterpénols (géraniols à 80-85% et linalol) et l'acétate de géranyle (qui est un ester terpénique). (158)
Elle est déconseillée chez la femme enceinte du fait de ses propriétés utérotoniques (sauf les dernières semaines avant l'accouchement). (158)

5.6.2.3. Exemples de formulation utilisable sur la transpiration excessive

Il est possible d'appliquer sur la surface cutanée 2 gouttes du mélange ci-dessous, 2 fois par jour. (159)

- 2 gouttes d'huile essentielle de Palmarosa
- 2 gouttes d'huile essentielle de Ciste
- 2 gouttes d'huile essentielle de Géranium rosat
- 1 goutte d'huile essentielle de Sauge sclarée

5.7. Formulations utilisables sur les différents types de peau

5.7.1.1. Peaux normales

Pour les peaux normales, il est possible d'appliquer des mélanges anti-âge et tonique vasculaire matin et soir.

Formulation (90):

- 2 gouttes d'huile essentielle de Bois de rose
- 2 gouttes d'huile essentielle de Cèdre de l'Atlas
- 3 gouttes d'huile essentielle de Carotte cultivée
- 3 gouttes d'huile essentielle d'Hélichryse italienne
- 15mL d'huile végétale d'Argan
- 15mL d'huile végétale de Rose musquée

5.7.1.2. Peaux sèches

Pour les peaux sèches, il est possible d'appliquer le mélange ci-dessous tous les soirs, en complétant la routine beauté par une crème hydratante le matin.

Formulation (90):

- 7 gouttes d'huile essentielle de Bois de Hô
- 7 gouttes d'huile essentielle de Géranium
- 15mL d'huile végétale de Macadamia
- 15mL d'huile végétale de Bourrache

5.7.1.3. Peaux grasses

Le nettoyage des peaux mixtes à grasses doit être délicat car un excès de savon ou un nettoyage trop agressif peut altérer la peau et renforcer la sécrétion de sébum. Il faut appliquer les mélanges sur du coton doux et nettoyer quotidiennement le visage afin de rééquilibrer les pores du visage.

Formulation (90):

- 10mL d'hydrolat de Lavande fine
- 10mL d'hydrolat de Romarin à verbénone
- 10mL d'hydrolat d'Hamamélis

VI. Pharmacognosie d'huiles essentielles utilisées en dermocosmétique

6.1. Huile essentielle d'arbre à thé (*Melaleuca alternifolia*)

6.1.1. Botanique

L'arbre à thé ou tea tree (*Melaleuca alternifolia*) fait partie de la famille des *Myrtaceae* et est un arbuste d'environ 5 mètres de hauteur originaire de Nouvelle Calédonie et de Madagascar.
Les feuilles du tea tree sont épineuses, étroites ou lancéolées et ponctuées de glandes à essences visibles.
Les fleurs sont petites, disposées en épis de 3 à 5 cm de long et de couleur jaunes, blanches ou pourpres. Elles présentent de longues étamines soudées à leur base. L'écorce de l'arbre à thé se détache en lambeaux.
L'huile essentielle de Tea tree provient de la distillation de ses feuilles et a un aspect liquide fluide de couleur jaune extrêmement pâle ou incolore. Au niveau du rendement, 100 kg de feuilles fournissent 1 à 2 litres d'huile essentielle.

Figure 79: Feuille et fleur de l'arbre à thé (160)

6.1.2. Composition chimique

L'huile essentielle de Tea tree est majoritairement composée de monoterpènes (terpin-1-èn-4-ol) et de monoterpénols. Certains chimiotypes de distribution géographique restreinte fournissent une huile essentielle dont la concentration en cinéole peut atteindre 60%. (97)

6.1.3. Emplois

Le terpinèn-4-ol confère à l'huile de Tea tree un spectre qui englobe toutes sortes de micro-organismes, ce qui lui permet alors de désinfecter de nombreuses plaies et de prévenir et traiter les mycoses. L'huile essentielle peut ainsi soulager des infections telles que les mycoses, l'acné et les plaies buccales, respiratoires et génitales.

De plus, l'huile de Tea tree stimule la circulation lymphatique et veineuse, le système nerveux et possède une action douce d'élimination des mucosités. (161)
Elle est largement employée par voie locale, soit pure soit, généralement, sous forme de lotions, onguents, crèmes, gels, shampooings, savons, dentifrices etc.(97)

6.1.4. Contre-indications

L'huile essentielle de Tea tree présente une toxicité très faible et n'est pas contre-indiquée aux doses physiologiques et subphysiologiques. (162)

6.2. Huile essentielle de Géranium rosat (*Pelargonium graveolens L'Hér.*)

6.2.1. Botanique

Le Géranium rosat fait partie de la famille botanique des *Géraniaceae* et appartient à la catégorie des plantes vivaces à feuillage odorant. Ses feuilles persistantes sont lobées et opposées, couvertes de poils glanduleux microscopiques qui libèrent leurs parfums au toucher ou à la chaleur. (163)

Il est originaire de l'Afrique australe et est cultivé dans de nombreuses régions méditerranéennes et subtropicales.
Cette plante annuelle et spontanée est notamment largement répandue en Algérie. (163)
Son huile essentielle provient de la distillation de ses feuilles et a un aspect liquide mobile de couleur vert clair à vert foncé. Elle a une odeur de rose citronnée.

Figure 80: Fleurs et feuilles du Géranium rosat (164)

6.2.2. Composition chimique

Le citronellol est le constituant majoritaire de l'huile essentielle de Géranium rosat, suivi du rhodinol, qui correspond à la fraction constituée par le citronellol, géraniol et linalol.
Biochimiquement, cette huile est principalement composée d'alcools terpéniques, d'esters et de sesquiterterpènes. Elle contient également un taux assez important de cétones, uniquement constituées de menthone et isomenthone. (163)
Étant composée de citronellol, géraniol et linalol, cette huile a un fort potentiel allergène.

6.2.3. Emplois

Les propriétés toniques, régénérantes nettoyantes et désinfectantes de l'huile essentielle de Géranium rosat en font d'elle une huile largement utilisée en cosmétique.
Elle est également indiquée en tant qu'antibactérien, antifongique, hémostatique et rééquilibrant nerveux (par diffusion ou en olfaction seulement). En effet, le géraniol est non seulement un antibactérien puissant, mais est également très efficace pour combattre *Candida albicans*. Le citronellol, quant à lui, est actif contre les champignons du genre *Trichophyton*.

Lorsque l'huile essentielle est déposée sur une coupure, l'écoulement sanguin s'accélère dans un premier temps dans le but de favoriser l'évacuation des bactéries et des salissures. Puis, l'huile régénère les cellules cutanées afin de réparer les épithéliums et ses propriétés astringentes lui permettent de rendre à la peau son équilibre en termes de tonicité, d'hydratation, d'aspect et de texture. (90)

6.2.4. Contre-indications

L'huile essentielle de Géranium rosat présente une toxicité faible à très faible.
Elle est cependant déconseillée par voie orale chez les personnes traitées allopathiquement pour un diabète.
De plus, le géraniol inhibe le cytochrome 2B6, qui est impliqué dans le métabolisme de certains médicaments tels que les antipaludéens, antidouleurs et antitumoraux. L'huile essentielle pourrait donc interagir avec certains principes actifs tels que le bupropion, le cyclophosphamide, la kétamine, la mépéridine, la méthadone, la séligiline, le sorafenib etc. (90)

6.3. Huile essentielle de Lavande vraie (*Lavandula angustifolia*)

6.3.1. Botanique

La Lavande vraie est un sous-arbrisseau de petite taille (20 à 80cm) qui fait partie de la famille des *Lamiaceae* et pousse entre 700 et 1 800m d'altitude. Cet arbrisseau possède des feuilles vert cendré très étroites et roulées sur les bords et des fleurs groupées en cymes bipares courtement pédonculées. C'est une plante odorante car riche en huiles essentielles.

L'huile essentielle de Lavande vraie provient des fleurs de la plante, qui contiennent au minimum 13 ml/kg d'huile essentielle (97).
La récolte est déterminée en fonction du stade de la floraison et des conditions climatiques. En effet, les lavandes doivent avoir un maximum de fleurs à maturité et le producteur doit récolter à sec, en l'absence de rosée et de vent. La récolte se fait ainsi généralement en Juin et peut se prolonger jusqu'en Août. La matinée est également privilégiée à cause des pertes en esters volatils

naturellement produits par la plante au soleil et à la chaleur en pleine journée (ce qui explique pourquoi les champs de lavande sentent beaucoup plus fort en pleine journée et au soleil, qu'en fin de journée).
Il n'est pas possible de récolter les lavandes lorsqu'il gèle car ce dernier empêche le développement des esters, qui sont les principaux constituants des huiles essentielles de lavande. (166)

Figure 81: Fleurs de Lavande vraie (165)

6.3.2. Composition chimique

L'huile essentielle de Lavande vraie est majoritairement composée de linalol et de son ester, l'acétate de linalyle. Elle comprend également d'autres alcools terpéniques tels que le géraniol et le lavandulol.

6.3.3. Emplois

En cosmétique, cette huile est principalement employée en tant que cicatrisante et régénératrice cutanée sur les plaies, brûlures et irritations.
En plus d'être un antispasmodique puissant, elle permet de réparer les troubles du sommeil et les tensions diverses grâce à ses propriétés calmantes et sédatives.
Comme toutes les huiles essentielles, elle peut également être utilisée en tant qu'antiseptique, antibactérien et anti-inflammatoire.

Toutes ces propriétés thérapeutiques font d'elle un traitement de choix en cas de crampes musculaires, contractures, toux, stress et angoisse, acné, psoriasis, brûlures et rhumatismes.

6.3.4. Contre-indications

La pauvreté en cétones de cette huile essentielle lui prodigue une très bonne tolérance par voie cutanée et orale. Elle peut également être utilisée, toujours diluée, par les femmes enceintes de plus de 3 mois et pour les enfants de plus de 6 ans.

6.4. Huile essentielle d'Ylang-ylang (*Cananga odorata*)

6.4.1. Botanique

L'Ylang-ylang fait partie de la famille des *Annonaceae* et est un arbre tropical originaire d'Asie, à feuilles brillantes et persistantes et à l'écorce grise. À l'état sauvage, il peut atteindre 20 mètres de haut mais lorsqu'il est cultivé, il est limité à deux ou trois mètres afin de faciliter la récolte. Celle-ci débute lorsque les pétales se fanent et que leur fond teinté de rouge apparaît (167).
L'huile essentielle d'Ylang-ylang est obtenue par distillation des fleurs jaunes de la plante et fournit des notes chaudes, florales, exotiques, rondes et féminines. (168)
Le rendement de l'huile essentielle d'Ylang-ylang est 1,8% à 2,4%, soit un kilo huit cents grammes à deux kilos quatre cents grammes d'huile essentielle pour cent kilos de fleurs. (167)

Figure 82: Fleurs d'Ylang-ylang (169)

6.4.2. Composition chimique

Les principaux composants actifs de l'huile essentielle d'Ylang-ylang sont des alcools monoterpéniques (linalol), des esters (acétates de benzyle et de géranyle) et des phénols.

6.4.3. Emplois

En cosmétique, l'huile essentielle d'Ylang-ylang est complète et reconnue pour ses propriétés de tonique capillaire, régénérante cutanée grâce à son action antioxydante, et purifiante grâce à sa fonction régulatrice de la sécrétion du sébum. (167)
Ainsi, elle ralentit et stoppe la chute de cheveux et apporte une protection optimale contre les agressions extérieures.

6.4.4. Contre-indications

L'huile essentielle d'Ylang-ylang est peu toxique mais doit toutefois toujours être diluée dans une huile végétale. Il est également préférable de tester l'huile essentielle avant de l'utiliser en raison des propriétés allergisantes de certains de ses composés (linalol, benzoate de benzyle et géraniol). Elle ne doit être utilisée ni par les femmes enceintes de moins de 3 mois, ni par les nourrissons de moins de 3 mois.

6.5. Huile essentielle d'Immortelle d'Italie (*Helichrysum italicum*)

6.5.1. Botanique

L'Immortelle d'Italie est un sous-arbrisseau aromatique dressé qui peut atteindre 20 à 50 cm de hauteur et qui appartient à la famille des *Astéraceae*. Il évolue dans des environnements assez arides et rocheux.
Les feuilles sont grêles, alternes, allongées (2 à 5 cm de long) et de couleur vert pâle. Elles sont faiblement tomenteuses ou présentent un léger tomentum blanchâtre et ont un léger arôme de curry. Les fleurs, quant à elles, sont de couleur jaune, groupées en capitules serrés en corymbe de 1,5 à 8 cm de large et d'un diamètre maximum de 3 mm. (130)

L'huile essentielle d'*Helichrysum italicum* est obtenue par distillation des parties aériennes fleuries et fournit des notes intenses, mielleuse et rappelant le curry.

La récolte se fait lors de la floraison (de juin à juillet), période où la teneur en acétate de néryle est la plus élevée et l'espace situé entre les pétales ne doit pas excéder un millimètre de diamètre.
Une tonne de végétal permet d'obtenir environ deux kilogrammes d'huile essentielle (130).

Figure 83: Description botanique de l'Immortelle d'Italie. Fleurs et feuilles. (169) (170)

6.5.2. Composition chimique

L'huile essentielle d'Immortelle d'Italie est majoritairement composée d'acétate de néryle, de propionate de néryle et d'acétate de géranyle, qui sont des esters terpéniques, et de nérol et linalol, qui sont quant à eux des monoterpénols. (90)
L'acétate de néryle apporte à l'huile ses propriétés parfumantes et une activité vasoconstrictrice et veinotonique. Le propionate de néryle lui permet d'avoir une activité antispasmodique et neurotonique. Le nérol est à l'origine de ses propriétés anti-infectieuses, bactéricides, virucides, fongicides, immunostimulantes mais également neurotoniques. (130)

La composition chimique de l'*Helichrysum italicum* présente une grande variabilité selon la nature du sol, du cycle de la végétation, de l'environnement et des origines géographiques. Ainsi, pour être vendue dans le domaine de l'aromathérapie, l'huile essentielle d'*Helichrysum italicum* doit contenir environ 5% de β-dicétones et 35% d'acétate de néryle. (130)

D’autres composés retrouvés en minorités dans l’huile essentielle ont des propriétés thérapeutiques intéressantes. Il y a notamment du géraniol (alcool terpénique), du limonène (monoterpène) et du γ-curcumène (sesquiterpène). (130)

6.5.3. Emplois

L’huile essentielle d’Immortelle est très utilisée en cosmétique car sa composition lui permet d’activer non seulement la microcirculation sanguine mais également la régénération cellulaire du collagène tout en étant un anti-radiculaire de qualité.
Elle est également utilisée en parfumerie (Cuir Beluga de Guerlain, Magie Noire de Lancôme) et tant que traitement pharmaceutique pour l’herpès, la couperose, les hématomes et cicatrices, problèmes gastriques et troubles hépatiques. (137)

6.5.4. Contre-indications

L’huile essentielle d’Immortelle est contre-indiquée chez la femme enceinte et allaitante, chez l’enfant de moins de 7 ans et en cas d’épilepsie, d’asthme, d’hémophilie et de traitement par anticoagulant.
Elle ne doit être ni inhalée ni utilisée par voie intraveineuse et intramusculaire.

UFR SCIENCES DE SANTÉ DIJON

Université de Bourgogne
UFR des Sciences de Santé
Circonscription Pharmacie

UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE

Modèle 6

THÈSE SOUTENUE par Mme ANAIS BAMBILI

CONCLUSIONS

En bénéficiant des défis auxquels fait face l'industrie pharmaceutique, d'une image de soins naturels et des nombreuses propriétés des huiles essentielles, l'aromathérapie suscite désormais un réel engouement de la part des scientifiques et du grand public.

L'insuffisance des médicaments à certains égards, leurs effets secondaires et les défis face à l'antibiorésistance (qualifiée d'axe de recherche prioritaire par l'OMS en 2015) mènent en effet de nombreux professionnels de santé et patients à se tourner vers des médecines plus naturelles.
L'utilisation d'huiles essentielles est en effet une alternative efficace contre certaines affections, la recherche ayant prouvé que les bactéries ont beaucoup plus de mal à développer une résistance aux huiles essentielles qu'aux médicaments traditionnels.

Ainsi, les huiles essentielles sont une option que l'on ne peut pas écarter en cosmétique du fait de leur capacité à agir de manière ciblée et parfois tout aussi efficace que les molécules chimiques des produits de beauté traditionnels. De plus, les huiles essentielles présentent également un intérêt double : il est non seulement possible de les utiliser mélangées avec des huiles végétales mais également avec un soin de beauté classique, ce qui peut décupler leur action. Toutefois, du fait de leur potentielle toxicité, il est indispensable pour les consommateurs d'avoir conscience de leurs risques et de les utiliser avec précaution.

En conséquence, les huiles essentielles pourraient être une alternative de choix face aux inconvénients que présentent les médicaments et produits cosmétiques classiques. Cependant, bien que les thèses et publications sur l'aromathérapie se multiplient, les études cliniques visant à prouver scientifiquement leur efficacité sont rares. Leur mise en œuvre permettra alors de prouver la valeur clinique réelle des huiles essentielles, et d'ainsi assurer leur considération par la sphère médicale comme une thérapie sérieuse et le renforcement par les grandes instances de leurs réglementations et critères de qualité déjà mis en place.

Le Directeur de thèse,

Le Président,

Vu pour l'autorisation de Soutenance

Dijon, le 18/11/2019
Le Vice-Doyen,

UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE
UFR des Sciences de Santé Scolarité Pharmacie

C. MARIE

BIBLIOGRAPHIE

1. Dréno B. Anatomie et physiologie de la peau et de ses annexes [Internet]. 19 nov 2009 [cité 1 sept 2019]; Disponible sur: https://www.em-consulte.com/en/article/232246
2. L'épiderme : structure, physiologie et fonctions [Internet]. [cité 16 nov 2019]. Disponible sur: http://www.cosmeticofficine.com/la-peau/lepiderme/
3. Démarchez M. L'épiderme et la différenciation des kératinocytes [Internet]. 2015 [cité 1 sept 2019]. Disponible sur: https://biologiedelapeau.fr/spip.php?article10
4. Fuchs E. Scratching the surface of skin development. Nature. 2007;445:834‑42.
5. CCMO Mutuelle. L'essentiel sur la peau et la dermocosmétologie [Internet]. [cité 1 sept 2019]. Disponible sur: http://217.160.2.145/ccmo/wp-content/uploads/2016/07/ccmo_guide-dermatologie.pdf
6. Mélissopoulos A, Levacher C. La peau, structure et physiologie. 2ème édition. Paris : Lavoisier, 2012. 250p.
7. Université de Liège. Liposomes et pénétration cutanée [Internet]. [cité 3 oct 2019]. Disponible sur: http://bictel.ulg.ac.be/ETD-db/collection/available/ULgetd-01262011-150026/unrestricted/2these.pdf
8. Bouwstra JA, Ponec M. The skin barrier in healthy and diseased state. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes. 1 déc 2006;1758(12):2080‑95.
9. Produits cosmétiques : Composants & Effets [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: http://secret-sante-beaute.blogspot.com/p/produits-cosmetiques-comprendre-leurs.html
10. Boissy RE. The Melanocyte: Its Structure, Function, and Subpopulations in Skin, Eyes, and Hair. Dermatologic Clinics. 1 avr 1988;6(2):161‑73.
11. Cario-Andre M. Rôle des mélanocytes dans l'unité épidermique de mélanisation reconstruite ex-vivo après une irradiation UV aiguë. [Thèse de doctorat]. Bordeaux, France : Université de Victor Ségalen Bordeaux 2 ; 2000.
12. Société Française de Dermatologie. La peau de couleur [Internet]. 2019 [cité 17 nov 2019]. Disponible sur: https://dermato-info.fr/article/La_peau_de_couleur
13. Brenner M, Hearing VJ. The Protective Role of Melanin Against UV Damage in Human Skin. Photochem Photobiol. 2008;84(3):539‑49.
14. Thomyris A.F. Dermatologie et cosmétologie des peaux noires et métissées : Conseils en officine et analyses d'enquêtes [Thèse d'exercice]. Poitiers, France : Université de Poitiers ; 2018.
15. Bertolotto C, Busca R, Ballotti R, Ortonne J. L'AMP cyclique est un régulateur de la pigmentation de la peau. Med Sci (Paris). 2001;17(2):177.
16. Delevoye C, Giordano F, Van Niel G, Raposo G. La biogenèse des mélanosomes. Medicine Sciences. 2011:162
17. Démarchez M. Le mélanocyte et la pigmentation [Internet]. 2019 [cité 1 sept 2019]. Disponible sur: https://biologiedelapeau.fr/spip.php?article12
18. Delevoye C, Giordano F, van Niel G, Raposo G. La biogenèse des mélanosomes. Med Sci (Paris). févr 2011;27(2):153‑62.
19. Démarchez M. La cellule de Langerhans [Internet]. 2019 [cité 1 sept 2019]. Disponible sur: https://biologiedelapeau.fr/spip.php?article11
20. Valladeau J. Les cellules de Langerhans. Med Sci (Paris). 1 févr 2006;22(2):144‑8.
21. Démarchez M. La cellule de Merkel [Internet]. B2011 [cité 1 sept 2019]. Disponible sur:

https://biologiedelapeau.fr/spip.php?article13
22. What is a Merkel Cell? | Merkel Cell Carcinoma [Internet]. [cité 1 sept 2019]. Disponible sur: https://merkelcell.org/about-mcc/what-is-a-merkel-cell/
23. CosmeticOBS. Film hydrolipidique [Internet]. [cité 1 sept 2019]. Disponible sur: https://cosmeticobs.com/fr/articles/lexique-cosmetique-5/film-hydrolipidique-745/
24. Machard K. Dermocosmétologie : conseils à l'officine [Thèse d'exercice]. Nantes, France: Université de Nantes; 2004.
25. Cosmeticofficine. Le derme et la jonction dermo-épidermique : structure et fonctions [Internet]. [cité 17 nov 2019]. Disponible sur: http://www.cosmeticofficine.com/la-peau/le-derme/
26. Cebelia. Lutter contre le vieillissement de la peau avec la JDE [Internet]. [cité 1 sept 2019]. Disponible sur: https://www.cebelia.paris/fr/content/31-la-jonction-dermo-epidermique
27. Cosmeticofficine. Le derme et la jonction dermo-épidermique : structure et fonctions [Internet]. [cité 1 sept 2019]. Disponible sur: http://www.cosmeticofficine.com/la-peau/le-derme/
28. Démarchez M. Biologie de la peau [Internet]. 2019 [cité 1 sept 2019]. Disponible sur: https://biologiedelapeau.fr/spip.php?article27
29. Studylib. Structure and Function of the Skin [Internet]. [cité 17 nov 2019]. Disponible sur: https://studylib.net/doc/8341698/c.-dermis
30. MSD Manual Consumer Version. Structure and Function of the Skin - Skin Disorders [Internet]. 2019 [cité 2 sept 2019]. Disponible sur : https://www.msdmanuals.com/home/skin-disorders/biology-of-the-skin/structure-and-function-of-the-skin
31. Machard K. Dermocosmétologie : conseils à l'officine [Thèse d'exercice]. Nantes, France: Université de Nantes; 2004.
32. Universalis E. La peau [Internet]. [cité 2 sept 2019]. Disponible sur: http://www.universalis.fr/encyclopedie/peau/
33. Afoutni. Les tissus conjonctifs [Internet]. 2014 [cité 17 nov 2019]. Disponible sur: https://www.slideserve.com/angus/les-tissus-conjonctifs
34. Cellcosmet et Cellmen. Le derme et les fibres protéiniques [Internet]. [cité 2 sept 2019]. Disponible sur: https://www.cellcosmet-cellmen.com/fr/N3174/le-derme-et-les-fibres-proteiniques.html
35. Prost-Squarcioni C, Fraitag S, Heller M, Boehm N. Functional histology of dermis. Annales de dermatologie et de vénérologie. 2008:135
36. Laveret B. Innervation périphérique et réparation cutanée : rôle de l'innervation dans la cicatrisation après brûlure et sur l'activité cellulaire des fibroblastes dermiques [Thèse de doctorat]. Limoges, France : Université de Limoges ; 2016
37. Benedetti J. Structure and function of the skin [Internet]. 2019 [cité 17 nov 2019]. Disponible sur: https://www.msdmanuals.com/home/skin-disorders/biology-of-the-skin/structure-and-function-of-the-skin
38. Jacob M-P. Matrice extracellulaire et vieillissement vasculaire. Medicine Sciences. 2006;22(3):273‑8.
39. Jacob M-P. Matrice extracellulaire et vieillissement vasculaire. Medicine Sciences. 2006;22(3):273‑8.
40. Collagen structure infographics vector image [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/collagen-structure-infographics-vector-23021005
41. Université de Nantes. Le derme et l'hypoderme [Internet]. [cité 2 sept 2019]. Disponible sur: http://www.decas.univ-

nantes.fr/certif2008/Biopsie2008/BIOPSIECUTANEE/Derme_et_hypoderme.html
42. Deparois M. Les effets des rayonnements ultraviolets sur la peau : les conseils du pharmacien d'officine [Thèse d'exercice]. Rouen, France : Université de Rouen ; 2014.
43. Clothia C, Jones EY. The molecular structure of cell adhesion molecules. Annual Review of Biochemistry. 1997;66:823-62.
44. GMC Medical. Sérum of advanced derm [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: http://www.gmcmedicalskincare.com/fr/gf_serum.php
45. llero-Simatos SE. L'hypoderme [Internet]. 2013 [cité 2 sept 2019]. Disponible sur: https://biologiedelapeau.fr/spip.php?rubrique35
46. Laurent V, Nieto L, Valet P, Muller C. Tissu adipeux et cancer : Une association à haut risque. Medicine Sciences. avr 2014;30(4):398‑404.
47. Académie nationale de médecine. Tissu adipeux, inflammation et athérome [Internet]. 2007 [cité 2 sept 2019]. Disponible sur: http://www.academie-medecine.fr/tissu-adipeux-inflammation-et-atherome/
48. Médecine-esthetique. La cellulite [Internet]. 2015 [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: http://www.medecine-esthetique.net/la-cellulite/
49. Bioalternatives. Glande sébacée : Physiologie et fonctions [Internet]. 2017 [cité 7 sept 2019]. Disponible sur: https://www.bioalternatives.com/glande-sebacee-physiologie-fonctions/
50. Centre de Recherche Pierre Fabre. La peau et ses annexes [Internet]. [cité 7 sept 2019]. Disponible sur: https://www.recherche-pierre-fabre.com/_news_2_lapeauetsesannexes
51. Composition du rayonnement solaire [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://sites.google.com/site/tpesoleil2012/fayolle/composition-des-rayons
52. Liberal Dictionary. UVB [Internet]. 2019 [cité 17 nov 2019]. Disponible sur: http://www.liberaldictionary.com/uvb/
53. Organisation Mondiale de la Santé. Les effets connus des UV sur la santé [Internet]. [cité 8 sept 2019]. Disponible sur: http://www.who.int/uv/faq/uvhealtfac/fr/
54. Association des Optométristes du Québec. Le soleil [Internet]. [cité 8 sept 2019]. Disponible sur: https://www.aoqnet.qc.ca/votre-vision-et-vos-yeux/protection-des-yeux/le-soleil/
55. Naolys. HydraSourcing retrouver l'hydratation originelle [Internet]. 2019 [cité 8 nov 2019]. Disponible sur: http://www.naolys.com/media/HydraSourcing%20(AM+PS)_EN.pdf
56. Collège des Enseignants en Dermatologie de France. La barrière épidermique [Internet]. 2015 [cité 7 sept 2019]. Disponible sur: https://undf.cedef.org/fr/document/Barrière-épidermique
57. Madier AL. La botanique : source d'inspiration sur le segment des cosmétiques de luxe [Thèse de doctorat]. Nantes, France : Université de Nantes ; 2013
58. Simon M. Facteur Naturel d'Hydratation [Internet]. 2016 [cité 2 sept 2019]. Disponible sur: https://biologiedelapeau.fr/spip.php?mot244
59. Bouwstra JA, de Graaff A, Gooris GS, Nijsse J, Wiechers JW, van Aelst AC. Water distribution and related morphology in human stratum corneum at different hydration levels. J Invest Dermatol. mai 2003;120(5):750‑8.
60. Démarchez M. L'acide hyaluronique/hyaluronane [Internet]. 2012 [cité 3 sept 2019]. Disponible sur: https://biologiedelapeau.fr/spip.php?article62
61. Vichy. Acide hyaluronique : quels effets visibles sur la peau ? [Internet]. [cité 3 sept 2019]. Disponible sur: https://www.vichy.fr/site/pages/VMagPage.aspx?ArticleId=63829
62. Démarchez M. Acide hyaluronique/hyaluronane [Internet]. 2012. [cité 2 sept 2019]. Disponible sur: https://biologiedelapeau.fr/spip.php?mot53
63. Bellemère G, Von Stetten O, Oddos T. Un nouveau rôle pour l'aquaporine 3. Medicine Sciences (Paris). janv 2005;21(1):24‑6.

64. Université Rabat V. Surface cutanée et photoproection [cité 3 sept 2019]. Disponible sur: http://ao.um5s.ac.ma/jspui/bitstream/123456789/14257/1/P0382008.pdf
65. Cosmeticofficine. Peau grasse : physiologie, clinique et diagnostic à l'officine [Internet]. [cité 3 sept 2019]. Disponible sur: http://www.cosmeticofficine.com/les-differents-types-de-peau/la-peau-grasse/
66. Passeportsante. La peau grasse [Internet]. [cité 4 sept 2019]. Disponible sur: https://www.passeportsante.net/fr/Maux/Symptomes/Fiche.aspx?doc=peau-grasse-symptome#
67. Bioderma. Peau sèche à très sèche [Internet]. [cité 4 sept 2019]. Disponible sur: https://www.bioderma.fr/fr/votre-peau/peau-seche-tres-seche
68. Inoya Laboratoires. Hydratation des Peaux Noires [Internet]. [cité 17 nov 2019]. Disponible sur: https://inoya-laboratoire.com/fr/info/peau-noire-hydratation.html
69. Bioderma. Peau déshydratée [Internet]. [cité 7 sept 2019]. Disponible sur: https://www.bioderma.fr/fr/votre-peau/peau-deshydratee
70. Laboratoires Laboté. Différence peau sèche et déshydratée : on vous explique tout [Internet]. [cité 7 sept 2019]. Disponible sur: https://www.labote.com/pages/peau-seche-ou-deshydratee
71. La Roche-Posay. Comment hydrater la peau ? [Internet]. [cité 7 sept 2019]. Disponible sur: https://www.laroche-posay.fr/site/pages/ArticlePage.aspx?ArticleId=728
72. Aginax. Démangeaisons et irritations vulvaires [Internet]. [cité 17 nov 2019]. Disponible sur: https://aginax.com/ProfessionnelsDeSante/Gynecologies
73. Bioderma. Peau sensible à intolérante [Internet]. [cité 7 sept 2019]. Disponible sur: https://www.bioderma.fr/fr/votre-peau/peau-sensible-intolerante
74. Morand J, Lightburn E. Particularités des peaux génétiquement pigmentées. Société de pathologies exotiques. 2013
75. Société Française de Dermatologie. La peau de couleur. [Internet]. 2019 [cité 7 sept 2019]. Disponible sur: https://dermato-info.fr/article/la_peau_de_couleur
76. Dermatologie Pratique. L'acné sur peau noire [Internet]. 2016 [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://www.dermatologie-pratique.com/journal/article/0014850-lacne-sur-peau-noire
77. CCMO Mutuelle. L'essentiel sur la peau et la dermocosmétologie [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: http://217.160.2.145/ccmo/wp-content/uploads/2016/07/ccmo_guide-dermatologie.pdf
78. Trois étapes de la formation de l'acné sur la peau humaine [Internet]. 123RF. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://fr.123rf.com/photo_69366932_trois-étapes-de-la-formation-de-l-acné-sur-la-peau-humaine-le-sébum-dans-les-pores-bouchés-favorise-la-cr.html
79. Clinique Médico-Esthétique Montérégie. Acné et pores dilatés [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: http://cmemonteregie.com/web2018/index.php/soin-acne
80. Université Numérique Francophone des Sciences de la Santé et du Sport. Eczéma [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: http://umvf.omsk-osma.ru/campus-dermatologie/Cycle2/Poly/1600faq.html
81. Société Française de Dermatologie. Couperose et rosacée [Internet]. 2019 [cité 7 sept 2019]. Disponible sur: https://dermato-info.fr/article/Couperose_et_rosacee
82. Médecine intégrée. Rosacée [Internet]. 2008 [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://www.medecine-integree.com/acne-rosacee/
83. Abimelec P. Rosacée, couperose, acné rosacée et traitement [Internet]. 2013 [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://www.abimelec.com/rosacee.html
84. Jansen T. Formes cliniques et classification de la rosacée. Annales de dermatologie et de

vénérologie. 2011:S138-S147
85. Société Française de Dermatologie. L'urticaire. [Internet]. 2019 [cité 7 sept 2019]. Disponible sur: https://dermato-info.fr/article/l_urticaire
86. Association France Psoriasis. Le psoriasis [Internet]. [cité 7 sept 2019]. Disponible sur: https://francepsoriasis.org/la-maladie/comprendre/psoriasis/
87. Steemit. Le Psoriasis [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://steemit.com/steemitfrancefb/@amanisfar/le-psoriasis-mal-connu-mal-percu-mal-vecu-parlons-en
88. Thibert C. Non, le psoriasis n'est pas du stress [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: http://sante.lefigaro.fr/article/-non-le-psoriasis-n-est-pas-du-au-stress-/
89. De la charie T. Histoire des huiles essentielles [Internet]. [cité 21 sept 2019]. Disponible sur: https://www.compagnie-des-sens.fr/histoire-des-huiles-essentielles/
90. Couic-marinier F, Touboul A. Le guide terre vivante des huiles essentielles. Terre Vivante; 2017. 384 p.
91. Hommes et faits. Avicenne-Ibn Sina [Internet]. 2000 [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://www.hommes-et-faits.com/Histoire/Ik_Islam_01.html
92. Wikipédia. Hydrolat. [Internet]. 2019 [cité 11 nov 2019]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Hydrolat&oldid=161115260
93. Wikipédia. Pomme de senteur. [Internet]. 2019 [cité 11 nov 2019]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Pomme_de_senteur&oldid=162271448
94. Wikipédia. René-maurice Gattefossé. 2019 [cité 20 nov 2019]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/wiki/Ren%C3%A9-Maurice_Gattefoss%C3%A9
95. AFSSAPS : Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. [Internet]. Mai 2008 [cité 21 sept 2019]. Disponible sur: https://portaildoc.univ-lyon1.fr/medias/fichier/guide-bibliographique-norme-vancouver-_1473163402177-pdf
96. ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé. Les huiles essentielles. [Internet]. [cité 21 sept 2019]. Disponible sur: https://www.ansm.sante.fr/Activites/Medicaments-a-base-de-plantes/Les-huiles-essentielles/(offset)/3
97. Bruneton J. Pharmacognosie. Phytochimie et plantes médicinales. 4ème édition. Lavoisier;
98. Compagnie des sens. Familles de plantes à huiles essentielles [Internet]. [cité 21 sept 2019]. Disponible sur: https://www.compagnie-des-sens.fr/familles-plantes-huiles-essentielles/
99. In: Wikipédia. Camomille Romaine. 2019 [cité 19 nov 2019]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/wiki/Camomille_romaine
100. Arboretum gabrielis. Genévrier commun [Internet]. 2012 [cité 19 nov 2019]. Disponible sur: https://arboretum8gabrielis.wordpress.com/biographie/78-genevrier-commun/
101. Baudoux D. Aromathérapie. Malakoff, France : Dunod, 2017. 534p.
102. Aroma-Zone. Huile essentielle de Lavande vraie : propriétés et utilisations [Internet]. [cité 27 sept 2019]. Disponible sur: https://www.aroma-zone.com/info/fiche-technique/huile-essentielle-lavande-vraie-de-bulgarie-bio-aroma-zone?page=library
103. Hooker WJ. Hooker’s Icones Plantarum, or, Figures, with Descriptive Characters and Remarks, of New and Rare Plants, Selected from the Kew Herbarium. Vol. 29. 2012. 416 p.
104. TCI EUROPE N.V. Terpenes [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://www.tcichemicals.com/eshop/en/pl/category_index/10872/
105. U.S. National Library of Medicine. D-Limonene [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/440917

106. Vangelder V. L'aromathérapie dans la prise en charge des troubles de santé mineurs chez l'adulte en officine [Thèse d'exercice]. Lille, France : Université de Lille ; 2017.
107. Millet F. Le grand livre des huiles essentielles. Marabout référence. Hachette; 2013. 254p.
108. Wikipédia. Menthol. [Internet]. 2019 [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Menthol&oldid=158997887
109. Wikipédia. Acétate de linalyle. [Internet]. 2019 [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Ac%C3%A9tate_de_linalyle&oldid=158122294
110. Soinsdetoi. Aldéhydes aromatiques et terpéniques [Internet]. [cité 26 sept 2019]. Disponible sur: https://www.soinsdetoi.com/les-guides/les-familles-bio-chimiques/aldehydes-aromatiques-et-terpeniques
111. Le Moniteur des Pharmacies. Huiles essentielles à aldéhydes terpéniques [Internet]. 2017 [cité 26 sept 2019]. Disponible sur: https://www.lemoniteurdespharmacies.fr/revues/le-moniteur-des-pharmacies/article/n-3164/huiles-essentielles-a-aldehydes-terpeniques.html
112. Le Moniteur des Pharmacies. Huiles essentielles à oxydes terpéniques [Internet]. 2016 [cité 2 oct 2019]. Disponible sur: https://www.lemoniteurdespharmacies.fr/revues/le-moniteur-des-pharmacies/article/n-3152/huiles-essentielles-a-oxydes-terpeniques.html
113. Laurent J. Conseils et utilisations des huiles essentielles les plus courantes en officine. [Thèse d'exercice]. Toulouse, France : Université Toulouse III Paul Sabatier ; 2017
114. Wikipedia. Carotol. [Internet]. 2019 [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Carotol&oldid=899779602
115. AURA industrie. Entrainement à la vapeur distillation des fleurs [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: http://www.alambic-inox.com/methode-distillation/entrainement-a-la-vapeur.html
116. Pranarôm. Huiles essentielles [Internet]. [cité 3 oct 2019]. Disponible sur: https://www.pranarom.com/informations/huiles-essentielles-footer-a
117. Issaadi-hamitouche T. Étude de l'autovaporisation instantanée dans l'intensification de l'extraction de l'huile essentielle du bois de santal [Thèse de doctorat]. La Rochelle, France : Université de la Rochelle ; 2016
118. Pranarôm. Distillation et expression [Internet]. [cité 3 oct 2019]. Disponible sur: https://www.pranarom.com/fr/aromatherapie-scientifique/distillation-et-expression
119. Laurent J. Conseils et utilisations des huiles essentielles les plus courantes en officine [Thèse d'exercice]. Toulouse, France : Université Paul Sabatier Toulouse III ; 2017.
120. Les huiles essentielles. L'Expression à froid [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: http://tpe-huiles-essentielles-2014-2015.e-monsite.com/pages/procede-d-extraction/l-expression-a-froid.html
121. AromaBio. Aromatogramme [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://www.aromabio.fr/aromatherapie_bio_aromatogramme.htm
122. Desramaux M. Huiles essentielles en dermocosmétologie [Thèse d'exercice]. Bordeaux, France : Université de Bordeaux ; 2018.
123. Koukoutsi. Huile d'olive de qualité supérieur - Extraction à froid [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur : https://www.koukoutsi.fr/histoire-de-koukoutsi/extraction-a-froid/
124. Deschepper R. Variabilité de la composition des huiles essentielle et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie [Thèse d'exercice]. Marseille, France : Université d'Aix-Marseille ; 2017.
125. Socasau C. Les huiles essentielles référencées à l'Agence Européenne du Médicament [Thèse d'exercice]. Bordeaux, France : Université de Bordeaux ; 2017.
126. Poirot T. Bon usage des huiles essentielles, effets indésirables et toxicologie [Thèse

d’exercice]. Nancy, France : Université de Lorraine ; 2016.
127. Mascret C. La réglementation régissant les huiles essentielles. Actualités Pharmaceutiques. 1 janv 2010;49(492):54‑6.
128. Arrêté du 6 février 2001 fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques - Article 1
129. Groupe national d'aromathérapie scientifique. Aromathérapie scientifique : préconisation pour la pratique clinique, l'enseignement et la recherche. Avril 2018
130. Combalot M. L’Immortelle d’Italie (Helichrysum italicum) et son huile essentielle [Thèse d’exercice]. Grenoble, France : Université Joseph Fourier ; 2013.
131. Socasau C. Les huiles essentielles référencées à l’Agence Européenne du Médicament. :102.
132. Compagnie des sens. La qualité d’une huile essentielle : comment vérifier ? [Internet]. [cité 14 oct 2019]. Disponible sur: https://www.compagnie-des-sens.fr/qualite-verification-huile-essentielle/
133. Association française de normalisation. Norme internationale ISO 279:1998 [Internet]. 2015 [cité 14 nov 2019]. Disponible sur: https://www.iso.org/fr/standard/25308.html
134. 123bio. Chromatographie : introduction [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: http://www.123bio.net/cours/chromato/gaz.html
135. Université de Biochimie d'Angers. Spectrometrie masse [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: http://biochimej.univ-angers.fr/Page2/COURS/8ModuleL1CSG/4ConfBioPhysique/3PresHTMLbioPHYS/2Figures/5SpectroMasse/1SpectroMasse.htm
136. Bongard E. Authenticité des huiles essentielles et des extraits de plantes. Eurofins Analytics. 2016;21.
137. Ecocert. Certification COSMOS (Cosmétiques biologiques ou naturels) [Internet]. [cité 13 oct 2019]. Disponible sur: https://www.ecocert.com/fr/certification/cosmetiques-biologiques-ou-naturels-cosmos
138. Compagnie des sens. Labels et Huiles Essentielles : comment s’y retrouver ? [Internet]. [cité 13 oct 2019]. Disponible sur: https://www.compagnie-des-sens.fr/labels-huiles-essentielles/#cosmebio-le-cousin-du-label-ab-mais-pour-les-cosmetiques
139. Caulin C. Vidal Recos. Recommandations en pratique. 5ème édition. 2014.
140. Desramaux M. Huiles essentielles en dermocosmétologie.
141. VIDAL. Le traitement des coups de soleil [Internet]. [cité 24 oct 2019]. Disponible sur: https://eurekasante.vidal.fr/maladies/peau-cheveux-ongles/coup-soleil-erytheme-solaire.html
142. Passeportsante. Les traitements médicaux des vergetures [Internet]. 2013 [cité 24 oct 2019]. Disponible sur: https://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=vergetures-pm-traitements-medicaux
143. Compagnie des sens. Comment lutter contre les vergetures avec les huiles essentielles ? [Internet]. [cité 24 oct 2019]. Disponible sur: https://www.compagnie-des-sens.fr/vergetures-huiles-essentielles/
144. Aroma-Zone. L’aromathérapie au quotidien, les vergetures [Internet]. [cité 20 nov 2019]. Disponible sur: https://www.aroma-zone.com/info/guide-huiles-essentielles/vergetures
145. VIDAL. Psoriasis en plaques de l’adulte - Prise en charge [Internet]. [cité 24 oct 2019]. Disponible sur: https://www.vidal.fr/recommandations/1625/psoriasis_en_plaques_de_l_adulte/prise_en_charge/
146. Passeportsante. Des huiles essentielles pour soulager les problèmes de peau [Internet].

2015 [cité 24 oct 2019]. Disponible sur: https://www.passeportsante.net/fr/Actualites/Dossiers/DossierComplexe.aspx?doc=huiles-essentielles-problemes-de-peau-l-aromatherapie-contre-le-psoriasis
147. Université Numérique Francophone des Sciences de la Santé et du Sport. Les virus du groupe herpesviridæ [Internet]. [cité 24 oct 2019]. Disponible sur: http://umvf.omsk-osma.ru/microbiologie/www.microbe-edu.org/etudiant/herpes.html#2
148. Dr. Ripault, Dr. Buisson, Dr Touche, Dr Gehanno, Dr Rysanek. Herpes simplex virus [Internet]. [cité 2 nov 2019]. Disponible sur: http://www.chu-rouen.fr/mtph/fiches/HERPES.pdf
149. Campus de microbiologie médicale. Les virus du groupe Herpes Viridae [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: http://www.microbes-edu.org/etudiant/herpes.html
150. Organisation Mondiale de la Santé. Herpès [Internet]. 2017 [cité 24 oct 2019]. Disponible sur: https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/herpes-simplex-virus
151. Le Quotidien du Pharmacien. L'herpès labial [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://www.lequotidiendupharmacien.fr/pharmacie-et-medecine/article/2018/10/18/lherpes-labial_274614
152. VIDAL. Herpès cutanéomuqueux - Prise en charge [Internet]. [cité 24 oct 2019]. Disponible sur: https://www.vidal.fr/recommandations/1479/herpes_cutaneomuqueux/prise_en_charge/
153. Compagnie des sens. Comment soigner un herpès labial avec les huiles essentielles ? [Internet]. [cité 24 oct 2019]. Disponible sur: https://www.compagnie-des-sens.fr/herpes-labial-huiles-essentielles/
154. Passeportsante. Huile essentielle de niaouli [Internet]. 2014 [cité 21 oct 2019]. Disponible sur: https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/HuilesEssentielles/Fiche.aspx?doc=huile-essentielle-niaouli
155. Compagnie des sens. Comment soigner un herpès labial avec les huiles essentielles ? [Internet]. [cité 24 oct 2019]. Disponible sur: https://www.compagnie-des-sens.fr/herpes-labial-huiles-essentielles/
156. Ameli. Hypersudation (transpiration excessive) : conséquences et causes [Internet]. [cité 24 oct 2019]. Disponible sur: https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/hypersudation/definition-symptomes-causes-evolution
157. Thérapeutique Dermatologique. Troubles de la sudation : hyperhidrose et hypohidrose [Internet]. [cité 24 oct 2019]. Disponible sur: https://www.therapeutique-dermatologique.org/spip.php?article1155
158. Myrtea-formations. Propriétés huile essentielle Palmarosa / Cymbopogon martinii var motia [Internet]. [cité 24 oct 2019]. Disponible sur: https://www.myrtea-formations.com/index.php?mod=aromatheque&rubrique=HE&act=fiche&ind=64
159. Aroma-Zone. L'aromathérapie au quotidien, la transpiration excessive [Internet]. [cité 24 oct 2019]. Disponible sur: https://www.aroma-zone.com/info/guide-huiles-essentielles/hyperhidrose-transpiration-excessive
160. FuturaSciences. Tea Tree [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/arbre-tea-tree-17056/
161. Brand C, Ferrante A, Prager RH, Riley TV, Carson CF, Finlay-Jones JJ, et al. The water-soluble components of the essential oil of Melaleuca alternifolia (tea tree oil) suppress the production of superoxide by human monocytes, but not neutrophils, activated in vitro. Inflammation Research. 1 avr 2001;50(4):213‑9.
162. Chabert G. Myrtacées et aromathérapie. Sciences pharmaceutiques. 2013;120.
163. Atailia I, Djahoudi A. Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile

essentielle de géranium rosat (Pelargonium graveolens L'Hér.) cultivé en Algérie. Phytothérapie. 1 juin 2015;13(3):156‑62.
164. Oleassence. L'huile essentielle de Géranium Rosat [Internet]. 2017 [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://www.oleassence.fr/huile-essentielle-geranium-rosat
165. P. Franchomme. Huiles essentielles - Lavande vraie de Barrême [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://www.pierrefranchomme-lab.com/huiles-essentielles/113-lavande-vraie-de-barreme.html
166. Harnist F. L'huile essentielle de lavande officinale : état des connaissances sur ses potentialités thérapeutiques [Thèse d'exercice]. Strasbourg, France : Université de Strasbourg ; 2013.
167. Puressentiel. Ylang-ylang [Internet]. [cité 25 oct 2019]. Disponible sur: https://fr.puressentiel.com/ylang-ylang-2
168. Pranarôm. Huile essentielle Ylang-ylang [Internet]. [cité 25 oct 2019]. Disponible sur: https://www.pranarom.com/fr/nos-produits/huiles-essentielles/huile-essentielle-ylang-ylang-totum-bio-5-ml/ref-2429
169. Hermitageoils. Ylang Ylang Absolute for natural perfumery [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: https://hermitageoils.com/product/ylang-ylang-absolute/
170. Instants de saison. L'hélichrysum d'Italie. [Internet]. [cité 18 nov 2019]. Disponible sur: http://isaisons.free.fr/helichrysum%20itallicum.htm

Université de Bourgogne
UFR des Sciences de Santé
Circonscription Pharmacie

TITRE DE LA THÈSE : Aromathérapie et dermocosmétologie

AUTEUR : BAMBILI Anaïs

RESUMÉ :

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes utilisés depuis des millénaires à des fins non seulement médicales mais également psychologiques et religieuses.
Ces mélanges proviennent uniquement de plantes capables de synthétiser une essence aromatique et les entités chimiques les composants appartiennent, de manière presque exclusive, à deux groupes : le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane et le groupe des composés terpéniques.

Cette diversité d'huiles essentielles, de leurs composés et de leurs modes d'action leur permet de pouvoir agir, seules ou en synergie, contre de multiples dysfonctionnements cellulaires et diverses pathologies.
Toutefois, bien qu'étant issus du règne végétal, les composants chimiques des huiles essentielles peuvent présenter une toxicité, pouvant aller de la dermocausticité à l'apparition d'effets neurologiques. Ces mélanges sont donc soumis à un certain cadre réglementaire et à des critères de qualité.

En présentant parfois une efficacité similaire au traitement médicamenteux de référence, une absence de résistance lors de leur utilisation à long terme, une composition 100% naturelle et l'absence ou la présence minime d'effets indésirables, les huiles essentielles peuvent alors devenir un substitut de premier choix aux options chimiques habituellement recommandées pour certaines pathologies.

MOTS-CLÉS :
Huiles essentielles, couche cutanée, dermocosmétologie, tea tree, huiles végétales, structure de la peau, aromathérapie, dermocosmétique, qualité, réglementation, composition, familles botaniques, effets du soleil, hydratation, acné, psoriasis, peau grasse, peau sèche, herpès.