

THESE
pour le
DIPLÔME D'ETAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE
par
Anne-Laure DILLET

Présentée et soutenue publiquement le 13 Décembre 2010

Des boissons d'usage quotidien au service de la cosmétologie

Président :

Mme Laurence COIFFARD, Professeur de Cosmétologie

Membres du jury :

Mme Céline COUTEAU, Maître de Conférences de Cosmétologie, HDR

Mme Isabelle COCHARD, Pharmacien

Sommaire

1	Introduction.....	11
2	La caféine.....	12
2.1	Introduction.....	12
2.2	Historique	12
2.2.1	Premières références au café.....	12
2.2.2	Généralisation de sa consommation en Europe	12
2.2.2.1	Les grandes étapes : une boisson de luxe	12
2.2.2.2	Café et colonisation.....	13
2.2.2.3	Démocratisation du café	13
2.2.3	Les cafés : des lieux de haute importance.....	13
2.2.4	Isolement de la caféine et synthèse chimique	13
2.3	Monographie.....	14
2.3.1	Sa formule chimique.....	14
2.3.2	Ses caractéristiques organoleptiques.....	14
2.3.3	Notion de solubilité	14
2.4	Où trouver la caféine ?	15
2.4.1	Les végétaux	15
2.4.2	Les sources de caféine au quotidien	18
2.4.2.1	Les aliments et les boissons	18
2.4.2.1.1	Le café	18
2.4.2.1.2	Le thé.....	20
2.4.2.1.3	Le chocolat	21
2.4.2.1.4	Le Coca-Cola	21
2.4.2.1.5	Les boissons énergisantes	22
2.4.2.2	Les médicaments.....	23
2.4.2.3	Les cosmétiques	25
2.5	Pharmacocinétique de la caféine	25
2.6	Les propriétés de la caféine.....	26
2.6.1	Introduction.....	26
2.6.2	Effet sur le système cardio-vasculaire.....	27
2.6.3	Effet stimulant des centres respiratoires	28
2.6.4	Effet stimulant du système nerveux central et périphérique	28

2.6.5	Effet diurétique	28
2.6.6	Action directe au niveau du système de récompense : propriétés addictives	28
2.6.6.1	Définition de la récompense	28
2.6.6.2	Action de la caféine et conséquences	29
2.6.7	Action au niveau osseux	29
2.6.8	Effet thermogénique de la caféine.....	29
2.6.9	Augmentation des performances sportives	29
2.6.10	Effet bénéfique de la caféine sur la mortalité et les maladies chroniques.....	30
2.6.11	Effet de la caféine sur la surcharge adipeuse.....	31
2.6.11.1	Rappels sur le tissu adipeux et son fonctionnement	31
2.6.11.2	La lipodystrophie	32
2.6.11.2.1	Définition.....	32
2.6.11.2.2	Aspect clinique et histologique	32
2.6.11.2.3	Les causes de la lipodystrophie.....	32
2.6.11.3	Action de la caféine	33
2.7	Les dangers de la caféine	33
2.7.1	Les populations particulièrement sensibles.....	34
2.7.1.1	La femme qui a le désir de procréer.....	34
2.7.1.2	La femme enceinte	34
2.7.1.3	L'enfant et l'adolescent.....	34
2.7.2	Un facteur de risque qui peut toucher l'ensemble de la population.....	34
2.7.2.1	Le caféinisme	34
2.7.2.2	La dépendance	34
2.7.2.3	Les symptômes de manque.....	35
2.7.2.4	La tolérance	35
2.8	Les indications de la caféine.....	35
2.9	Cas particulier des produits amincissants	36
2.9.1	Petit historique.....	36
2.9.2	Les formes galéniques utilisées.....	37
2.9.3	Les cosmétiques	38
2.9.3.1	Tonic minceur gel-crème concentré- NUXE	38
2.9.3.1.1	Les promesses du laboratoire NUXE	38
2.9.3.1.2	Analyse de la composition.....	39
2.9.3.1.3	Commentaires.....	41

2.9.3.2	Elancyl Cellu/Reverse sérum minceur [®] -Galenic.....	43
2.9.3.2.1	Revendications et promesses.....	43
2.9.3.2.2	Analyse de la composition.....	44
2.9.3.2.3	Commentaires.....	46
2.9.4	Les médicaments.....	47
2.9.4.1	Percutaféine [®] - Pierre Fabre	47
2.9.4.1.1	Promesses	47
2.9.4.1.2	Composition	50
2.9.4.1.3	Commentaires.....	51
2.9.4.2	Lipoféine [®] - Arkopharma.....	51
2.9.4.2.1	Promesses	51
2.9.4.2.2	Composition	52
2.9.4.2.3	Commentaires.....	52
2.10	Conclusion	53
3	La vigne et le vin.....	54
3.1	Introduction.....	54
3.2	Histoire	54
3.3	La vigne.....	55
3.4	La fabrication du vin	58
3.5	La composition du vin	61
3.5.1	L'eau	61
3.5.2	Les substances volatiles.....	62
3.5.2.1	Les molécules apportées par le raisin	62
3.5.2.2	Les molécules aromatiques formées lors de la fermentation.....	62
3.5.3	L'extrait sec.....	63
3.5.3.1	Les matières minérales.....	64
3.5.3.2	Les matières organiques.....	65
3.5.3.2.1	Les substances naturellement présentes dans le raisin, retrouvées dans le vin	65
3.5.3.2.1.1	Les sucres : pentoses et hexoses.....	65
3.5.3.2.1.2	Les polyosides	65
3.5.3.2.1.3	Les acides organiques.....	66
3.5.3.2.1.3.1	L'acide tartrique	66
3.5.3.2.1.3.2	L'acide malique	67
3.5.3.2.1.3.3	L'acide citrique	67

3.5.3.2.1.4	Les substances azotées et les polyphénols	67
3.5.3.2.1.4.1	Les substances azotées	68
3.5.3.2.1.4.2	Les polyphénols	68
3.5.3.2.1.5	Les vitamines	71
3.5.3.2.2	Les substances organiques apparaissant lors de la fermentation	72
3.6	Les propriétés du vin et plus particulièrement des polyphénols	72
3.6.1	Le mystère du « french-paradoxe »	72
3.6.2	Les propriétés du vin	75
3.6.2.1	Les propriétés de l'alcool.....	75
3.6.2.2	Les propriétés des polyphénols.....	76
3.6.2.2.1	Propriétés cardio-vasculaires	76
3.6.2.2.1.1	Augmentation de la résistance de la paroi vasculaire	76
3.6.2.2.1.2	Inhibition de l'agrégation plaquettaire	76
3.6.2.2.1.3	Prévention de l'athérosclérose	76
3.6.2.2.1.3.1	Rappels physiologiques	76
3.6.2.2.1.3.2	Rôle des polyphénols	77
3.6.2.2.2	Les autres propriétés du vin et des polyphénols	78
3.6.2.2.2.1	Action anti-infectieuse	78
3.6.2.2.2.1.1	Action antibactérienne.....	78
3.6.2.2.2.1.2	Action antivirale	79
3.6.2.2.2.2	Action antiallergique	79
3.6.2.2.2.3	Action sur la digestion.....	79
3.6.2.2.2.4	Action sur la vision	79
3.6.2.2.2.5	Propriétés anticancéreuses.....	79
3.6.2.2.2.6	Action anti-radicalaire.....	80
3.6.2.2.2.6.1	Les radicaux libres	80
3.6.2.2.2.6.2	Réponse de l'organisme face à ces radicaux libres	81
3.6.3	Bilan sur les propriétés du vin	82
3.7	Utilisation des polyphénols	83
3.7.1	Introduction.....	83
3.7.2	Application dans le domaine médical	83
3.7.2.1	Activité veinotonique	83
3.7.2.2	Autres utilisations possibles	84
3.7.3	Application en diététique.....	84

3.7.4	Application dans l'industrie agro-alimentaire.....	85
3.7.5	Application en cosmétologie.....	86
3.7.5.1	Introduction.....	86
3.7.5.2	Rappels sur la peau et ses fonctions.....	86
3.7.5.3	Le vieillissement cutané.....	86
3.7.5.3.1	Définition.....	86
3.7.5.3.2	Les causes du vieillissement cutané.....	86
3.7.5.3.2.1	Les facteurs intrinsèques.....	87
3.7.5.3.2.2	Les facteurs extrinsèques.....	87
3.7.5.3.2.2.1	Les différents facteurs environnementaux.....	87
3.7.5.3.2.2.2	L'exposition solaire.....	87
3.7.5.3.2.3	Bilan.....	89
3.7.5.4	Les cosmétiques à base de raisin.....	89
3.7.6	Caudalie.....	91
3.7.6.1	Histoire du laboratoire Caudalie.....	91
3.7.6.2	Les produits.....	93
3.7.6.2.1	Vinexpert, fluide bonne mine®- Caudalie.....	93
3.7.6.2.1.1	Présentation du produit.....	93
3.7.6.2.1.2	Les promesses du laboratoire Caudalie.....	95
3.7.6.2.1.3	Analyse de la composition.....	96
3.7.6.2.1.4	Commentaires.....	98
3.7.6.2.1.4.1	Les filtres solaires.....	98
3.7.6.2.1.4.2	Les actifs.....	101
3.7.6.2.1.5	Bilan.....	102
3.7.6.2.2	VINOSOURCE- crème anti-rides nourrissante®- Caudalie.....	103
3.7.6.2.2.1	Présentation du produit.....	103
3.7.6.2.2.2	Les promesses du laboratoire.....	104
3.7.6.2.2.3	Analyse de la composition.....	104
3.7.6.2.2.4	Commentaires.....	106
3.7.6.2.2.4.1	Les actifs antioxydants.....	106
3.7.6.2.2.4.2	Les actifs hydratants.....	107
3.7.6.2.2.4.3	L'actif anti-rides.....	107
3.7.6.2.2.5	Bilan.....	108
3.7.6.3	Les Spas : La Vinothérapie.....	108

3.8	Conclusion	109
4	Le chocolat	110
4.1	Introduction.....	110
4.2	Historique	110
4.2.1	Légendes Mayas et Aztèques	110
4.2.2	Découverte du cacao par les navigateurs européens	111
4.2.3	Arrivée du cacao et du chocolat en Europe	111
4.2.4	L'arrivée du chocolat en France	111
4.2.5	Naissance et développement de l'industrie du chocolat	113
4.2.6	Origine et histoire de l'œuf de Pâques.....	114
4.3	Aspects botaniques	115
4.3.1	Origine botanique.....	115
4.3.2	La composition des graines fraîches de cacao	117
4.3.3	Les différentes variétés de cacaoyer cultivées.....	118
4.3.3.1	Les forasteros	118
4.3.3.2	Les criollos	118
4.3.3.3	Les trinitarios.....	118
4.4	La fabrication du chocolat.....	119
4.4.1	L'obtention de la pâte de cacao	121
4.4.1.1	La récolte	121
4.4.1.2	L'écabossage.....	121
4.4.1.3	La fermentation.....	122
4.4.1.4	Le séchage	122
4.4.1.5	La torréfaction.....	123
4.4.1.6	Le concassage	124
4.4.1.7	L'alcalinisation	124
4.4.1.8	Le broyage, aussi appelé mouture	124
4.4.2	La fabrication du cacao en poudre.....	124
4.4.3	La fabrication du chocolat	125
4.4.3.1	Le malaxage et le broyage.....	125
4.4.3.2	Le conchage	125
4.4.3.3	Le tempérage.....	126
4.4.3.4	Le moulage	126
4.5	Règlementation	126

4.5.1	La dénomination et la description des différents produits dérivés du cacao	126
4.5.2	Les ingrédients facultatifs autorisés.....	127
4.5.3	Les opérations interdites.....	127
4.5.4	L'étiquetage.....	128
4.6	La composition	128
4.6.1	Les protides	129
4.6.2	Les glucides.....	130
4.6.3	Les fibres.....	131
4.6.4	Les lipides	131
4.6.5	Les minéraux	132
4.6.6	Les vitamines	132
4.6.7	Les méthylxanthines.....	133
4.6.8	Les amines	134
4.6.8.1	La phényléthylamine	134
4.6.8.2	La sérotonine	135
4.6.8.3	L'anandamide	135
4.6.8.4	Tyramine et histamine.....	135
4.6.9	Les polyphénols	135
4.6.9.1	Les flavonoïdes	135
4.6.9.2	Les stilbènes	135
4.6.10	Bilan de la composition du chocolat	136
4.7	Les propriétés du chocolat	136
4.7.1	Introduction.....	136
4.7.2	Des idées reçues qui perdurent.....	136
4.7.2.1	Chocolat et migraine	136
4.7.2.2	Chocolat et caries dentaires	137
4.7.2.3	Chocolat et acné.....	137
4.7.2.4	Chocolat et allergies	137
4.7.2.5	Chocolat et troubles dyspeptiques.....	137
4.7.2.6	Le pouvoir aphrodisiaque du chocolat	138
4.7.3	Des propriétés avérées.....	138
4.7.3.1	Les effets psychostimulants	138
4.7.3.2	Les effets relaxants.....	139
4.7.3.3	Ralentissement du processus de vieillissement cellulaire	139

4.7.3.4	Protection cardiovasculaire.....	139
4.7.3.5	Les effets sur l'œsophage.....	140
4.7.3.6	Chocolat et cancers	141
4.7.3.7	Chocolat et troubles dépressifs.....	141
4.7.3.8	La « chocodépendance ».....	142
4.8	Les utilisations du cacao à l'officine	144
4.8.1	Utilisations galéniques	144
4.8.1.1	Le beurre de cacao	144
4.8.1.1.1	Excipient pour suppositoire	144
4.8.1.1.2	Excipient pour d'autres formes galéniques.....	145
4.8.1.2	La poudre de cacao	145
4.8.2	Utilisations cosmétiques	146
4.8.2.1	Phytochoc®- NUXE.....	147
4.8.2.1.1	Présentation du produit.....	147
4.8.2.1.2	Les promesses du laboratoire	148
4.8.2.1.3	Analyse de la composition.....	149
4.8.2.1.4	Commentaires.....	151
4.8.2.1.4.1	Les actifs anti-âge.....	152
4.8.2.1.4.1.1	Les protéines de soja.....	152
4.8.2.1.4.1.2	L'extrait de faex.....	152
4.8.2.1.4.1.3	L'extrait de cacao	152
4.8.2.1.4.1.4	L'extrait de Chlorella vulgaris.....	152
4.8.2.1.4.2	L'actif fermeté : le méthylsilanol.....	153
4.8.2.1.4.3	Les actifs hydratants.....	153
4.8.2.1.4.3.1	Le lactate de sodium	153
4.8.2.1.4.3.2	L'extrait de cacao	153
4.8.2.1.4.4	- L'actif anti-radicalaire : le melon.....	153
4.8.2.1.5	Bilan.....	154
4.8.2.2	Gamme Sensation Chocolat Paris	154
4.8.2.2.1	Fondant O Chocolat- crème éclat visage nutri-protectrice au beurre de Cacao	154
4.8.2.2.2	Granité O Chocolat- crème exfoliante et drainante pour le corps au beurre de Cacao	155
4.8.2.2.3	Carré de Chocolat- Savons hydratants au beurre de Cacao.....	155
4.8.2.2.4	Les dangers de ces cosmétiques	156

4.9	Conclusion	157
5	Conclusion	158
6	LISTE DES FIGURES.....	159
7	LISTE DES TABLEUX	163
8	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	165

1 Introduction

Depuis quelques années, les hommes et les femmes se soucient de plus en plus de leur bien-être et de leur santé. Que ce soit pour leur alimentation ou pour leurs cosmétiques d'hygiène et de soin, les consommateurs recherchent des produits qui ne présentent aucun danger pour leur santé. En effet, les récentes polémiques concernant le danger potentiel lié à l'utilisation de certains ingrédients dans les formules, comme par exemple les parabens, ont fait évoluer la demande des futurs acheteurs. Ces derniers recherchent dorénavant des produits formulés avec un maximum d'ingrédients et d'actifs d'origine naturelle, ne contenant pas de parabens ou tout autre conservateur présentés par certains comme dangereux pour la santé. Les laboratoires cosmétiques ont alors dû s'adapter et mettre au point des formules répondant à ces critères de naturalité et de sécurité afin de conserver une clientèle qui n'achète plus seulement sur le simple critère d'efficacité, mais également en détaillant la composition des produits.

Pour illustrer ce nouveau phénomène, nous prendrons pour exemple trois boissons d'usage quotidien, que sont le café, le vin et le chocolat, dont l'usage alimentaire a été détourné et qui ont été incorporées dans des produits de soin. Ainsi retrouve-t-on aujourd'hui des cosmétiques formulés avec de la caféine, des extraits de raisin ou des extraits de fèves de cacao, pour lesquels les laboratoires, en se basant sur des études scientifiques de plus en plus nombreuses dans ce domaine, revendiquent de multiples vertus.

Pour chacun de ces trois exemples, nous détaillerons leurs origines et leurs caractéristiques, puis nous ferons un point sur l'état actuel des connaissances concernant leurs propriétés. Enfin, en se basant sur des exemples concrets, nous évaluerons l'intérêt de leur incorporation dans les produits cosmétiques.

Première partie : La caféine

2 La caféine

2.1 Introduction

La caféine est une molécule présente dans un grand nombre d'aliments et de boissons, mais aussi de médicaments et de cosmétiques. On peut donc dire que c'est une molécule ubiquitaire puisque tout adulte y sera confronté à un moment de sa vie. Cela peut être le jeune étudiant qui va chercher à augmenter sa capacité de veille avant un examen, et il aura alors recours à un médicament comme le Guronsan[®]. Cela peut aussi être ce même étudiant qui va sortir d'une longue journée de cours avec un fort mal de tête et qui, pour le traiter, utilisera une association paracétamol-caféine (Claradol caféine[®]). La caféine intéresse également la jeune femme soucieuse de sa silhouette et qui cherche à perdre quelques centimètres de tour de hanche avant l'été. Elle pourra alors appliquer sur les zones cellulitiques un médicament tel que la Percutaféine[®], ou bien feuilleter son magazine préféré pour y trouver le produit amincissant miracle. De plus, quel que soit notre âge, nous avons tous consommé, un jour ou l'autre, une boisson à base de caféine, consciemment ou non ; et l'engouement des français pour le café ne date pas d'hier.

2.2 Historique

2.2.1 Premières références au café

Dans la littérature, les premières références au café apparaissent dans les écrits d'un médecin perse Al-Razi (870-932), datés du IX^{ème} siècle. Mais déjà bien avant cette date, de nombreuses légendes orientales évoquent la consommation et les effets de la caféine, molécule non caractérisée chimiquement à cette époque. Selon ces légendes, les hommes avaient remarqué qu'en mâchant les graines, l'écorce ou les racines de certaines plantes, leur fatigue s'estompait, tandis que leur vigilance et leur humeur étaient améliorées. Puis, au fil des années, les populations ont montré un intérêt croissant pour ces plantes, aux vertus inattendues, et ont commencé à les utiliser régulièrement et à les préparer de façon à obtenir des formes plus agréables à la vue et au goût. Ils se sont ainsi mis à sécher les graines puis à les mettre dans de l'eau chaude avant de les consommer, car ils avaient remarqué que ces étapes conféraient à la boisson des propriétés organoleptiques plus agréables et surtout que le trempage dans l'eau chaude majorait leurs propriétés stimulantes. Ce sont alors les prémisses de la fabrication du café, comme nous le fabriquons aujourd'hui (1).

2.2.2 Généralisation de sa consommation en Europe

2.2.2.1 Les grandes étapes : une boisson de luxe

Malgré ce que l'on pourrait penser, l'usage du café ne s'est pas répandu très rapidement par la suite, principalement en raison de sa rareté. Ce n'est que vers la fin du XVI^{ème} siècle que son usage se généralisa au Moyen-Orient et on considère que c'est à partir du XVII^{ème} siècle que le café fait la conquête de la planète (2). D'abord connu en tant que « vin arabe », la boisson connut rapidement un franc succès en Europe.

En France, Louis XIV est l'un des premiers à boire le précieux breuvage, même s'il n'est pas alors totalement à son goût. Un siècle plus tard, le café est bien implanté. En témoigne le nécessaire de Marie-Antoinette (3), coffret qui renfermait tout ce qui peut être utile lors d'un voyage (accessoires de toilette, flacons et tasses pour la dégustation de boissons exotiques comme le café ou le chocolat) (4).

Le petit-déjeuner composé de café et de tartines de pain fait son apparition à cette époque, même si le terme petit-déjeuner ne sera utilisé que plus tard (5,6). L'impératrice Joséphine fait exécuter, par la manufacture parisienne de Dihl et Guérhard, un splendide service à café, témoin de la consommation quotidienne de ce breuvage (7).

2.2.2.2 Café et colonisation

Il existe bien sûr un lien très fort café-colonisation. Si l'on prend l'exemple de la Nouvelle-Calédonie, terre conquise au XIX^{ème} siècle par Napoléon III, on voit bien que le souhait de l'administration coloniale est de développer la culture des caféiers dans cette nouvelle colonie (8). Il en sera de même en Afrique avec l'objectif d'introduire la culture du café sous des climats favorables (9,10).

2.2.2.3 Démocratisation du café

De nos jours, le café est une boisson courante qui est bue à toute heure de la journée. Elle n'est plus réservée aux classes aisées de la société mais est consommée par l'ensemble de la population, riche et moins riche.

2.2.3 Les cafés : des lieux de haute importance

Les premiers cafés voient le jour au XVII^{ème} siècle à Constantinople, Venise et Londres. En France, la première « maison de café » est ouverte en 1671 à Marseille, puis le phénomène s'étend rapidement à Paris où on compte en 1723, pas moins de 380 cafés « ouverts à la causerie » (1). L'ouverture de ces cafés joue un rôle important dans l'évolution de la société. Alors que les salons sont réservés à la bourgeoisie et à l'aristocratie, ces cafés républicains permettent au peuple et à la petite bourgeoisie d'échanger des idées et de participer aux débats politiques (11).

Ils constituent également des lieux où l'on parle de littérature. De nombreux écrivains ont laissé leur empreinte au Procope, plus vieux café parisien (12). Chaque café est emblématique d'un mouvement, le Cyrano apparaît comme le quartier général du surréalisme, le Certa du mouvement dada (13). De même, on ne peut pas évoquer le café de Flore sans penser à Jean-Paul Sartre et Simone de Beauvoir. Bref, le café est un lieu où l'on se cultive, où le cerveau stimulé par le café entre en ébullition (14) et c'est encore vrai de nos jours avec les cybercafés qui permettent, via le net, de communiquer et de s'informer tout en consommant une bonne tasse de café.

2.2.4 Isolement de la caféine et synthèse chimique

Les chercheurs ne tardèrent pas à s'intéresser à cette nouvelle boisson et à son origine. Les premiers pieds de caféier arrivèrent en Europe en 1710 et furent cultivés dans des serres à Amsterdam. Ce n'est qu'en 1737, qu'un botaniste suédois, Carl Von Linné, à l'origine d'une classification botanique basée sur le diagramme floral, mit au point la notion de genre et d'espèce, créant ainsi le genre *Coffea*. La caféine fut isolée du grain de café en 1819 par le pharmacien allemand Friedrich Ferdinand Runge, puis synthétisée en 1895 par le chimiste allemand Herman Emil Fisher, grâce aux travaux effectués par deux chercheurs français Joseph Pelletier et Pierre-Jean Robiquet. Grâce à cette découverte, le chimiste allemand recevra le Prix Nobel de chimie en 1902 (1).

2.3 Monographie

2.3.1 Sa formule chimique

La caféine est une base xanthique de formule brute $C_8H_{10}N_4O_2$ (Figure 1).

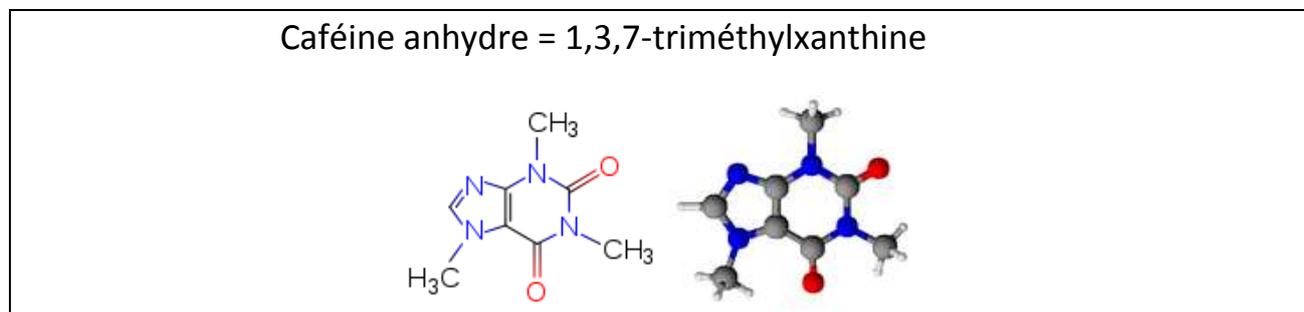


Figure 1 : Formule chimique de la caféine (16)

2.3.2 Ses caractéristiques organoleptiques

La caféine se présente sous forme d'une poudre cristalline blanche ou de cristaux soyeux blancs, de saveur amère. Elle est facilement sublimable (15).

2.3.3 Notion de solubilité

En fonction du solvant utilisé, la solubilité, en termes de volume de solvant nécessaire pour dissoudre un gramme de caféine, sera différente ; ceci aura une grande importance lors de son introduction dans des formules aussi bien médicamenteuses que cosmétiques (Tableau 1).

Solvant	Terme descriptif	Volume approximatif de solvant par gramme de caféine
Eau à 15°C	Assez soluble	80 mL
Eau à 20°C	Assez soluble	50 mL
Eau bouillante	Facilement soluble	2 mL
Chloroforme	Facilement soluble	1 à 10 mL
Ethanol	Peu soluble	100 à 1000 mL
Ether ordinaire et de pétrole	Peu soluble	100 à 1000 mL

Tableau 1 : Solubilité de la caféine dans différents solvants (15,16)

C'est une base faible dont les sels sont, pour la plupart, solubles dans l'eau.

2.4 Où trouver la caféine ?

2.4.1 Les végétaux

Dans la nature, on retrouve la caféine dans de nombreuses plantes.

Le caféier : Le genre *Coffea L.*, dont fait partie le caféier, comprend plus de 80 espèces d'arbres ou d'arbustes originaires des régions tropicales d'Afrique ou du Moyen-Orient, qui se répartissent en deux groupes : les caféiers « botaniques » se rencontrent surtout dans les forêts sèches d'Afrique orientale et de Madagascar, ses grains ne contiennent pas de caféine, les caféiers à café quant à eux sont localisés dans des forêts humides du continent africain et produisent des graines pourvues en caféine. Parmi ces derniers, on retrouve l'espèce *Coffea arabica*, originaire d'Afrique de l'Est (Ethiopie, Soudan, Kenya). Unique espèce de caféier cultivée jusqu'en 1965, elle reste encore la plus cultivée et la plus appréciée. On retrouve aussi *Coffea canophora* qui fournit la variété *robusta*, moins coûteuse et plus facile à cultiver que l'arabica. Cette espèce est surtout utilisée pour la production de café soluble. La variété *robusta* est, elle, originaire d'Afrique tropicale centrale et occidentale. Les premiers pays producteurs sont la République démocratique du Congo, l'Angola, la Côte d'Ivoire, le Bénin, le Nigeria et le Cameroun ; puis cette espèce a été largement introduite en Amérique et en Asie tropicale. D'autres espèces, telles que *Coffea congensis*, *Coffea liberica*, *Coffea dewevrei* et *Coffea stenophylla* sont également cultivées dans certaines parties du monde, mais sont moins connues (Figure 2) (17).



Figure 2 : Planche d'herbier représentant *Coffea arabica* (18)

Le théier : L'arbre à thé ou *Camellia sinensis*, est un arbuste originaire d'Extrême-Orient, de la famille des Théacées. On distingue trois variétés de cette espèce cultivées dans le monde entier : *Camellia sinensis assamica*, *Camellia sinensis sinensis* et *Camellia sinensis cambodiensis*. Il est largement cultivé pour ses feuilles qui, une fois séchées et plus ou moins oxydées, servent à la préparation du thé, par infusion. Il existe différentes sortes de thé (thé vert, blanc et noir), mais toutes sont issues d'une même et seule espèce. C'est le traitement subi après la récolte, qui conditionne l'appellation (Figure 3) (17,19).



Figure 3 : Planche d'herbier représentant *Camellia sinensis* (20)

Le guarana : *Paullinia cupana* est un arbuste originaire d'Amérique du Sud, cultivé principalement au Brésil et au Venezuela. Il tient son nom du botaniste allemand qui en a fait la découverte au XVIII^{ème} siècle, Christian Franz Paullini. Sa graine contient une substance très proche de la caféine, la guaranine. Cette molécule possède les mêmes propriétés stimulantes que la caféine, à cela près qu'elle est rapidement dégradée lors de la torréfaction. Alors que la graine est utilisée sous forme de poudre sèche ou additionnée à de l'eau dans les pays où la culture a lieu, dans nos pays industrialisés, le guarana se décline sous différents produits, des boissons aux compléments alimentaires, en passant par des friandises (Figure 4) (17,19).



Figure 4 : Planche d'herbier et graines de *Paullinia cupana* (20)

Le cacaoyer aussi appelé **cacao** ou **cacaotier** : *Theobroma cacao* est un petit arbre à feuilles persistantes de la famille des Sterculiacées selon la classification de Linné, ou des Malvacées selon la classification phylogénétique. Son fruit, la cabosse, renferme des fèves aux saveurs gustatives différentes suivant les variétés de cacaoyer et permet de produire du cacao, ingrédient de base du chocolat. Les principales variétés de cacaoyer sont le *forastero*, le *criollo* et le *trinitario* (Figure 5) (16).



Figure 5 : Planche d'herbier et fruit de *Theobroma cacao* (20)

La noix de kola est le fruit de différents arbres du genre *Cola*. Elle est très commune dans certains pays et fait l'objet de nombreuses cultures traditionnelles en Afrique de l'Ouest, en Indonésie et au Brésil. Porteuse d'une valeur symbolique, elle est souvent consommée lors de cérémonies ou pour souhaiter la bienvenue aux invités, comme symbole d'amitié. On utilise notamment les espèces *Cola acuminata* et *Cola nitida* pour leurs propriétés stimulantes, antidépressives et aphrodisiaques. Elle possède un goût amer du fait de sa forte teneur en dérivés xanthiques (caféine, kolatine et kolatéine) (Figure 6) (17).

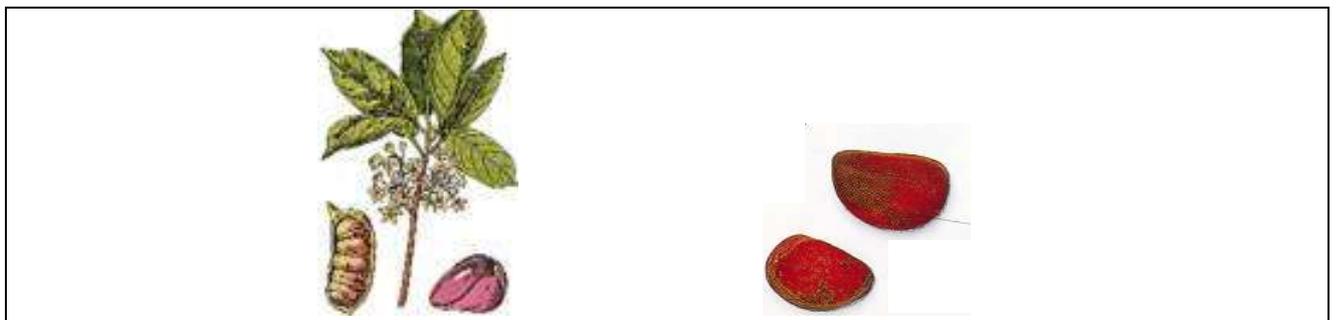


Figure 6 : Planche d'herbier et graines de *Cola acuminata* (20)

Le houx émétique : *Ilex vomitoria* est une espèce de houx originaire du sud-est des Etats-Unis et du Mexique. Son nom découlait de son utilisation. Les Amérindiens infusaient les feuilles pour préparer une boisson stimulante et émétique dénommée « le breuvage noir », destinée à purifier les guerriers avant les conseils. La cérémonie comportait une grande ingestion de cette infusion suivie de vomissements. La substance active est en fait la caféine et les vomissements étaient dus à la grande quantité de boisson qu'ils buvaient, couplée avec la rapidité de cette consommation (Figure 7) (17,21).



Figure 7 : Planche d'herbier et branches d'*Ilex vomitoria* (4)

La yerba maté aussi appelé thé des Jésuites : *Ilex paraguariensis* est une plante cultivée en Amérique du Sud. Après avoir été séchées et pulvérisées, ses feuilles, riches en caféine, sont infusées dans de l'eau chaude afin d'obtenir une boisson stimulante aux effets semblables à ceux du café ou du thé (Figure 8) (21).



Figure 8 : Planche d'herbier et feuilles broyées d'*Ilex paraguariensis* (17)

2.4.2 Les sources de caféine au quotidien

2.4.2.1 Les aliments et les boissons

2.4.2.1.1 Le café

Le café représente la principale source de caféine en France. Que l'on utilise la variété *robusta* ou la variété *arabica*, le mode de préparation reste le même. Il est obtenu à partir de la graine du caféier qui, après être débarrassée de ses différentes enveloppes (la pulpe et les mucilages) est torréfiée. Cette opération consiste à traiter le café vert, qui correspond à la graine séchée privée de ses téguments, par la chaleur sèche afin d'en modifier les propriétés physiques et chimiques, et ainsi obtenir la saveur connue du café. La température va jouer un rôle fondamental lors de cette étape et doit être étroitement contrôlée afin d'éviter que le processus ne soit incomplet ou bien au contraire trop poussé. Trop basse, elle ne permettrait pas d'extraire les substances aromatiques du grain de café. Trop élevée, elle détruirait ces mêmes substances (Tableau 2) (1).

Température	Modifications
100°C	Jaunissement des grains de café avec perte d'eau.
150°C	La teinte jaune évolue vers le roux. L'eau de constitution commence à s'échapper et à se charger en fumées aromatiques.
200°C	La fumée prend une teinte bleutée. Le café devient marron-brun et son volume augmente jusqu'à doubler.
230°C	POINT CRITIQUE. Arrêt sous peine d'avoir un café trop noir, friable sous les doigts et dont les qualités s'échapperaient avec les dernières fumées.

Tableau 2 : Rôle de la température lors du processus de torréfaction

L'étape suivante consiste en un refroidissement brutal à l'air libre, de façon à provoquer la brusque condensation des composés aromatiques sur le grain. Après un ultime nettoyage pour le débarrasser des débris calcinés, le café est prêt à la consommation.

D'un point de vue chimique, trois types de substances vont participer au goût du café et à sa qualité. Tout d'abord des substances volatiles aromatiques dont une partie va s'échapper lors de la préparation, des substances extractibles qui passeront dans le breuvage au contact de l'eau chaude, et enfin des substances insolubles qui resteront dans le marc.

Le grain renferme 60 % de polysaccharides (pectines), 8 à 17 % d'huile riche en insaponifiables, 5 à 10 % de polyphénols et d'acides phénoliques dont principalement l'acide chlorogénique, 1 % de trigonelline qui est transformée lors de la torréfaction en niacine (vitamine B3) et 1 à 3 % de caféine selon les variétés, sans oublier des diterpènes (cafestol et kahweol) (22).

Attardons-nous quelques instants sur la caféine, constituant qui nous intéresse tout particulièrement dans ce travail. La caféine se trouve dans le café vert sous forme de chlorogénate de caféine à des concentrations de l'ordre de 2,8 % pour la variété *robusta*, et de 0,9 à 1,20 % pour la variété *arabica*. La torréfaction provoque l'hydrolyse de ce chlorogénate ; la caféine ainsi libérée devient extractible par l'eau chaude. Malgré les légères pertes lors du refroidissement, les teneurs en caféine augmentent dans les cafés torréfiés et ce d'autant plus que le grillage est plus poussé (Tableau 3).

Degré de torréfaction	% en caféine
Café vert (non torréfié)	1,32%
Café torréfié	1,66%
Café surtorréfié	1,74%

Tableau 3 : Pourcentage en caféine dans les grains de café en fonction du degré de torréfaction (1)

Un autre constituant important du café est l'acide chlorogénique. C'est l'acide organique le mieux représenté dans le café vert, auquel il communique sa couleur. Ses teneurs initiales, toujours plus élevées dans la variété *robusta* que dans la variété *arabica*, atteignent les valeurs de 6 à 10 %. La torréfaction en détruit à peu près la moitié, mais tant par ses teneurs résiduelles que par les substances pyrogénées produites, il est un constituant essentiel du goût et de l'arôme spécifique du café (1).

Que ce soit pour son goût ou ses propriétés stimulantes, le café se retrouve aujourd'hui dans de nombreux aliments et boissons que nous consommons tous les jours avec en première place le café moulu, le plus anciennement connu et encore le plus utilisé. Mais l'industrie du café a dû s'adapter à des consommateurs de plus en plus nombreux mais aussi de plus en plus exigeants. Il a fallu trouver une solution pour que le café se fasse plus vite ; est alors apparu le café instantané qui ne nécessite que quelques minutes pour obtenir une bonne tasse de café bien chaude. Une certaine clientèle a également voulu consommer du café mais sans les inconvénients ou effets secondaires que peut procurer la caféine, l'industrie agro-alimentaire a alors mis sur le marché des cafés décaféinés. Et pour tous les gourmands qui l'apprécient pour son goût, le café se retrouve aujourd'hui dans de nombreuses confiseries répondant ainsi aux envies de chacun.

Tout consommateur est conscient qu'en buvant une tasse de café, il absorbe de la caféine. Mais ceux qui prennent un bol de chocolat chaud le matin ou qui choisissent un éclair au café ou une crème aromatisée au café en dessert, ne se rendent pas forcément compte qu'ils consomment aussi de la caféine, bien qu'en proportion bien moindre que dans une tasse de café (Tableau 4).

Type de produit	Quantité de caféine
1 tasse de café moulu	60 à 120 mg
1 tasse de café instantané	40 à 60 mg
1 tasse de café décaféiné	5 à 10 mg
1 bonbon au café	1 à 2 mg
1 éclair au café	10 mg
1 crème dessert au café	25 mg

Tableau 4 : Taux de caféine dans différents aliments et boissons

2.4.2.1.2 Le thé

Le thé est aujourd'hui la boisson la plus consommée au monde après l'eau. Connue depuis des milliers d'années en Chine, elle ne fut introduite en Europe que durant la seconde partie du XVII^{ème} siècle. La boisson peut prendre des formes très diverses selon les coutumes de chaque population : additionnée de lait et de sucre au Royaume-Uni, longuement bouillie avec des épices en Mongolie, ou préparée avec des plantes aromatiques, du gingembre ou des oignons, dans de minuscules théières selon la technique chinoise du gōngfū chá, la cérémonie du thé (17).

Les différentes sortes de thés (noirs, verts, oolong) ne proviennent pas de différentes espèces de théier, mais sont obtenues en traitant différemment les feuilles récoltées (temps de séchage, oxydation, fermentation voire aromatisation).

Une simple tasse de thé est un mélange complexe de plus de 500 substances actives. Outre les différences liées à la nature du thé, la durée d'infusion, la nature et la température de l'eau entraînent une variation extrême de la composition de la boisson.

Les principaux composants du thé sont l'eau (environ 75 % du thé « sec »), des tanins (environ 4 %), des protéines (environ 4 %, seule l'albumine étant soluble dans l'eau), des acides aminés (théanine, sérine), des lipides (moins de 1 %), des acides organiques (acide quinique, acide oxalique, acide gallique), des sucres (fructose, saccharose, raffinose et stachyose), des vitamines (A, B, C, E, P), des minéraux (potassium, fluor, phosphore, magnésium) et des centaines de substances aromatiques (géraniol) ou douées de propriétés pharmacologiques particulières comme la caféine, la théobromine ou la théophylline par exemple (Figure 9) (22).

1 tasse de thé		= 30 à 60 mg de caféine
----------------	---	-------------------------

Figure 9 : Thé et caféine

Les feuilles de thé contiennent proportionnellement plus de caféine que le café mais les tanins qu'elles renferment vont limiter son action. Ainsi, l'effet stimulant de la caféine observé suite à la prise d'une tasse de thé sera moins intense mais plus prolongé que celui observé suite à la prise d'une tasse de café.

2.4.2.1.3 Le chocolat

Le chocolat est produit à partir de la fève de cacaoyer (Figure 10).



Figure 10 : Photographies de fruits (cabosses) et de graines (fèves) de cacaoyer (23)

Il existe différentes espèces réparties dans les régions chaudes du monde. Les principales variétés de cacaoyer sont : le *forastero*, le plus répandu et le plus rustique, ses fèves donnent un goût amer et des notes acides ; le *criollo*, le plus fragile, il donne les cacaos les plus fins et les plus aromatiques, doux et légèrement amers ; et enfin le *trinitario*, il combine la rusticité des premiers et les arômes fins mais moins intenses des seconds. Sa culture est assez exigeante et le fruit produit, appelé *cabosse*, est récolté deux fois par an lorsqu'il est à maturité. Afin d'obtenir du chocolat, la fève de cacao est fermentée, torréfiée, broyée jusqu'à former une pâte de cacao dont on extrait la matière grasse appelée beurre de cacao. Le chocolat est constitué du mélange, dans des proportions variables, de pâte de cacao, de beurre de cacao et de sucre ; on y ajoute éventuellement des épices, comme la vanille. Les constituants les plus importants de la fève de cacao sont la matière grasse ou beurre de cacao, riche en acides gras saturés et insaturés (73 %), les méthylxanthines (théobromine 0,5 à 2,7 % et caféine 0,25 à 0,5 %), les tanins et les minéraux avec en chef de file le magnésium, bien connu de toute la population pour améliorer les états de stress (Figure 11) (17, 22, 24).



Figure 11 : Chocolat et caféine

Autrefois consommé de façon anecdotique en Amérique centrale, le chocolat se démocratise avec la révolution industrielle. Aujourd'hui, il est consommé sous forme solide ou liquide et se retrouve dans de nombreux desserts et sucreries.

2.4.2.1.4 Le Coca-Cola

Alors que la Guerre de Sécession à laquelle il participait, vient de se terminer, le pharmacien John Styth Pemberton décide de s'installer à Atlanta, où il ouvre une petite officine. C'est dans son exigü laboratoire, qu'en 1885, il mettra au point la première formule ancêtre du Coca-Cola, le *French Wine Coca*. C'est une boisson alcoolisée à base de feuilles de coca et de noix de kola, recommandée par son inventeur comme

remède « des désordres nerveux, des perturbations de la tuyauterie interne et de l'impuissance ». Cette nouvelle boisson connaîtra un franc succès, mais quelques mois plus tard, le maire d'Atlanta décide d'interdire l'alcool dans la ville pour une période d'essai de deux ans.

L'enjeu pour le pharmacien sera alors d'offrir une version non alcoolisée de sa boisson, mais toujours à base de feuilles de coca, son principal ingrédient actif, qui subsistera dans la recette jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle. C'est le comptable de la pharmacie, Franck M. Robinson, qui trouva un nom et le baptisa Coca-Cola. L'actuelle formule du Coca-Cola n'est pas communiquée par la firme mais celle de Pemberton, ayant fait l'objet d'un brevet, est en revanche maintenant dans le domaine public... mais interdite de fabrication compte tenu de ses ingrédients ! (Figures 12 et 13) (25).

INGRÉDIENTS DU SIROP
Pour 50 litres d'eau gazeuse
1/3 litre de jus de citron
5 kg de sucre
caramel
40 g d'extrait fluide de coca
30 g d'acide citrique
25 g du parfum (essences de citron, d'orange, de muscade, de cannelle, d'orange-amère et de coriandre)
10 g de citrate de caféine
10 g d'extrait de vanille

Figure 12 : Liste des ingrédients entrant dans la composition du Coca-cola selon Pemberton

1 coca-cola de 33cl		=15 à 30 mg de caféine
---------------------	---	------------------------

Figure 13 : Coca-cola et caféine

2.4.2.1.5 Les boissons énergisantes

Ce sont des boissons destinées à donner un regain d'énergie à leurs consommateurs. Les boissons énergisantes comportent le plus souvent une grande variété de composés organiques excitants comme la caféine, les vitamines du groupe B, la taurine (1000 mg), la maltodextrine, l'inositol, la carnitine, la créatine ou la glucuronolactone (600 mg), et beaucoup de sucre. L'ingrédient actif principal est la caféine, issue d'extrait de guarana. Un format moyen, c'est-à-dire 250 ml contient environ 80 mg de caféine, la même quantité qu'un café. Mais les teneurs peuvent s'élever jusqu'à 150 mg de caféine, et même 500 mg, selon le format et la marque. (Figure 14) (17).



Figure 14 : Les boissons énergisantes et la caféine, exemple du RED BULL[®]

Les plus grands consommateurs de ces boissons sont les adolescents et les jeunes adultes. Près de 65 % d'entre eux ont moins de 35 ans. Les fabricants sont bien conscients de ce potentiel et ne cessent de faire des publicités montrant les effets positifs de la consommation de ces produits sur la concentration et les fonctions cognitives. En revanche, aujourd'hui, nombreux sont les scientifiques qui commencent à s'interroger et à s'inquiéter des éventuels effets secondaires que peut engendrer une consommation régulière de ces boissons énergisantes : obésité, diabète, troubles dentaires, troubles cardiaques, addiction. Plusieurs études ont été débutées mais peu d'entre elles ont déjà obtenu des résultats exploitables (26).

2.4.2.2 Les médicaments

La caféine se retrouve aussi dans de nombreux médicaments. Elle peut être utilisée comme principe actif pour ses propriétés stimulantes (Guronsan®) et anti-lipodystrophiques (Percutaféine®), ou comme « adjuvant » pour diminuer l'action hypnotique de certains principes actifs ou majorer l'effet antalgique de certains principes actifs (Tableaux 5 et 6) (27)

Nom du médicament	Composition en principes actifs par unité de prise	Indications
Alepsal 100 mg®	phénobarbital 100 mg caféine 25 mg	Antiépileptique
Antigrippine®	acide acétylsalicylique 500 mg acide ascorbique 100 mg caféine 10 mg	Affections douloureuses et fébriles
Diergospray®	dihydroergotamine mésilate 4mg/ml excipient : caféine	Crise de migraine avec ou sans aura
Gynergène caféine®	tartrate d'ergotamine 1 mg caféine anhydre 100 mg	Crise de migraine
Guronsan®	glucuronamide 400 mg acide ascorbique 500 mg caféine 50 mg	Traitement d'appoint de l'asthénie fonctionnelle
Mercalm®	dimenhydrinate 50 mg caféine 10 mg	Mal des transports
Percutaféine®	caféine 5 g/100 g	Surcharges adipeuses sous-cutanées localisées
Vasobral®	dihydroergocryptine mésilate 4 mg caféine 40 mg	Déficit pathologique cognitif et neurosensoriel chronique du sujet âgé

Tableau 5 : Liste des médicaments contenant de la caféine, ayant une autre indication que l'antalgie et l'antipyrexie.

Nom du médicament	Composition en principes actifs par unité de prise	Indications
Actron effervescent [®]	acide acétylsalicylique 267 mg paracétamol 133 mg caféine 40 mg	Douleurs d'intensité légère à modérée et/ou états fébriles
Aspro accel [®]	acide acétylsalicylique 500 mg caféine 50 mg	Douleurs d'intensité légère à modérée et/ou états fébriles
Cephyl [®]	acide acétylsalicylique 330 mg caféine 36.6 mg teintures homéopathiques de belladone, d'Iris versicolor, de Noix vomique, de Spigélie anthelminthique, de racine de Gelsemium sempervirens (chacune) 0,000004 mg	Douleurs d'intensité légère à modérée et/ou états fébriles
Claradol caféine [®]	paracétamol 500 mg caféine 50 mg	Douleurs d'intensité légère à modérée et/ou états fébriles
Lamaline [®]	Paracétamol 300 mg opium poudre titrée à 10% en morphine 10 mg caféine 30 mg	Douleurs modérées à intenses ne répondant pas aux antalgiques périphériques utilisés seuls
Metaspirine [®]	acide acétylsalicylique 475 mg caféine 25 mg	Douleurs d'intensité légère à modérée et/ou états fébriles
Migralgine [®]	paracétamol 400 mg caféine 62.5 mg codéine phosphate 20 mg	Douleurs d'intensité légère à modérée et/ou états fébriles
Prontalgine [®]	paracétamol 400 mg caféine 50 mg phosphate de codéine 20 mg	Douleurs modérées à intenses ne répondant pas aux antalgiques périphériques utilisés seuls
Propofan [®]	dextropropoxyphène 27 mg paracétamol 400 mg caféine 30 mg	Douleurs d'intensité légère à modérée et/ou états fébriles
Sédaspir [®]	acide acétylsalicylique 500 mg phosphate de codéine 20 mg caféine 50 mg	Douleurs modérées à intenses ne répondant pas aux antalgiques périphériques utilisés seuls

Tableau 6 : Liste des médicaments antalgiques et antipyrétiques contenant de la caféine

2.4.2.3 Les cosmétiques

Avec la vague du « tout naturel » qui inonde les médias depuis quelques années, les laboratoires ont cherché à introduire dans leurs formules des ingrédients qui ont une « consonance naturelle » afin d'attirer la clientèle. Ainsi, la caféine se retrouve-t-elle aujourd'hui dans de nombreux cosmétiques, aussi bien dans des produits amincissants aux promesses très alléchantes, que dans certains shampoings ou produits anti-cernes. On peut même en retrouver dans certains produits de maquillage (Figure 15).

- Produit anti-âge : Nuxuriance crème redensifiante nuit (Nuxe)



« Cette crème généreuse repulpe et défroisse. Au réveil la peau est redensifiée, le teint éclatant. » (28)

- Produit amincissant : Cellu.Metric intervention anti-cellulite incrustée (Vichy)



« Jour : caféine + manganèse pour décontracter les fibres et lisser la peau d'orange.
Nuit : caféine + rutine pour brûler les lipides et éviter le restockage. » (29)

- Shampoing : Shampoing anti-chute de cheveux (Skeen)



« Il retarde la chute des cheveux mais contribue aussi à sa repousse. Il parvient, en effet, à stimuler le bulbe pileux qui favorise l'irrigation grâce à sa composition riche en caféine naturelle. »

- Caféine Roll-on Garnier Nutrisionist yeux (Garnier)



« La caféine Roll-on Yeux est le premier roll-on massant pour le contour des yeux qui allie la caféine, reconnue pour ses propriétés stimulantes sur la microcirculation, à l'effet drainant d'un massage pour réduire efficacement cernes et poches. » (31)

Figure 15 : Exemples de cosmétiques à base de caféine

2.5 Pharmacocinétique de la caféine

La caféine est résorbée rapidement après administration par voie orale et rectale. On observe un pic plasmatique au bout d'une heure.

Elle diffuse dans tout l'organisme, et peut être retrouvée dans le placenta et dans le lait. Elle parvient au cerveau dès la cinquième minute après son ingestion.

Elle est complètement métabolisée par le foie en trois isomères de la diméthylxanthine et en acide méthylurique (Figure 16) (15, 32).

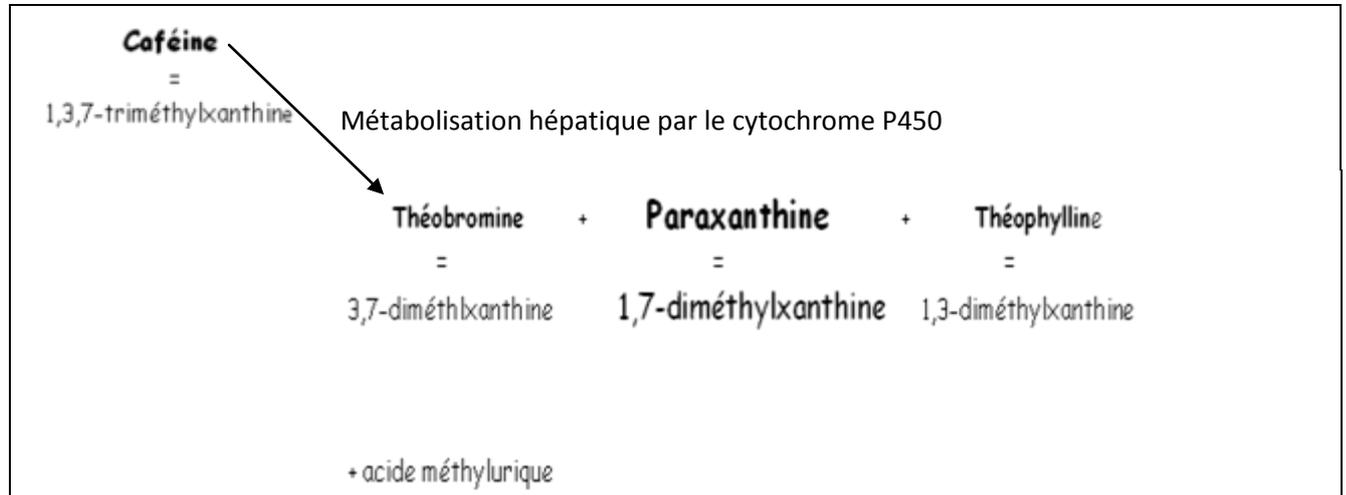


Figure 16 : Métabolisation hépatique de la caféine

La demi-vie d'élimination est de 4 à 6 heures chez l'adulte et de quatre jours chez le nourrisson. Elle est diminuée chez le fumeur (3,5 heures) et augmentée en cas d'affections hépatiques et d'utilisation de contraceptifs oraux.

Ces informations sont importantes à prendre en compte lors de la mise en place d'un traitement à base de caféine, afin de ne pas exposer le patient à un risque de sous ou de surdosage.

2.6 Les propriétés de la caféine

2.6.1 Introduction

De par sa structure chimique proche de l'adénosine, la caféine va pouvoir se fixer sur les récepteurs purinergiques A_1 et A_2 , et elle interviendra également dans toutes les cascades biochimiques où l'adénosine, sous forme de nucléotides (ATP, ADP, AMPc), joue un rôle important. Ainsi, elle va interagir avec de nombreux processus biochimiques, tel le transfert d'énergie, où l'ATP et l'ADP ont un rôle prépondérant, mais aussi dans la transduction de certains signaux cellulaires, où l'AMPC est bien souvent un élément clé (33).

La caféine va également agir en inhibant la phosphodiesterase (PDE), ce qui bloquera la dégradation de l'AMPC (Figure 17) (34).

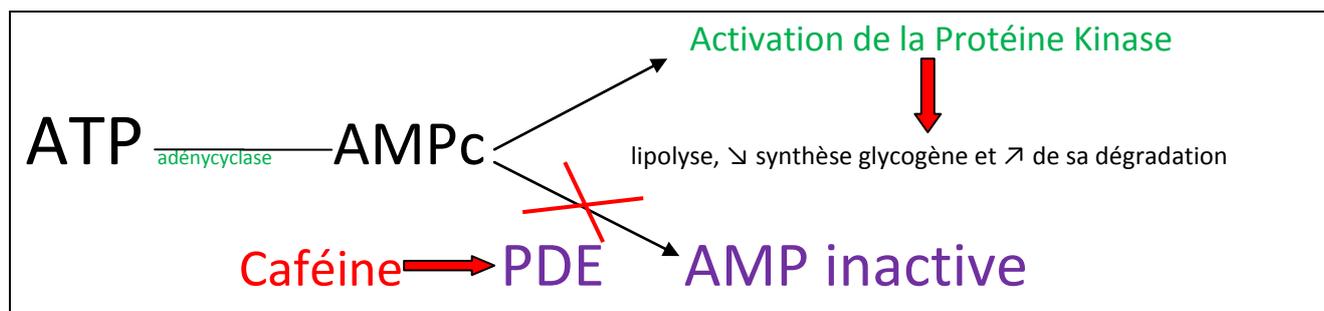


Figure 17 : Action de la caféine sur la phosphodiesterase (PDE).

En ce qui concerne sa fixation sur les récepteurs A_1 et A_2 , l'effet observé sera de type antagoniste (Tableau 7). Cependant, il est important de préciser que les effets notés dans ce tableau ne correspondent pas totalement à ce qui peut être observé dans la réalité. Ceci s'explique par le fait qu'un effet observé est le résultat de nombreux mécanismes qui vont entrer en compétition ou se compléter (35, 36).

	Stimulation récepteur A_1 , couplé à la protéine G inhibitrice	Stimulation récepteur A_2 , couplé à la protéine G stimulante
Cœur	- Ralentissement du rythme - Effet inotrope +	
Vaisseaux	- Vasoconstriction	- Vasodilatation
Bronches	- Bronchoconstriction	- Bronchodilatation
Système nerveux central	- Sédation - Effet anticonvulsivant - Diminution de la libération des neuromédiateurs	- Effets complexes de type stimulant - Augmentation de la libération des neuromédiateurs
Thrombocytes		- Effet anti-aggrégeant plaquettaire
Mastocytes		Dégranulation
Sécrétions intestinales		Inhibition

Tableau 7 : Effets observés lors de la fixation de la caféine sur les récepteurs A_1 et A_2 à l'adénosine

2.6.2 Effet sur le système cardio-vasculaire

De par sa fixation sur les récepteurs A_1 à l'adénosine et son inhibition de la PhosphoDiEstérase (PDE), la caféine provoque une augmentation de la contractilité cardiaque, appelée effet inotrope positif. La caféine mobilise également le calcium intracellulaire en inhibant sa recapture par le réticulum endoplasmique ; ce qui aboutira à une accélération cardiaque, appelée effet chronotrope positif.

Au niveau vasculaire, la caféine provoque une diminution des résistances périphériques, entraînant ainsi une vasodilatation. Cependant, cet effet vasodilatateur ne suffira pas à compenser l'effet inotrope positif de la caféine.

De ces deux mécanismes, il en résulte une action hypertensive de la caféine, limitée par la vasodilatation périphérique (37).

2.6.3 Effet stimulant des centres respiratoires

La caféine possède une action stimulante des centres respiratoires pour des doses allant de 5 à 10 mg/Kg par voie orale et intraveineuse. Cependant, ces effets sur le cœur (tachycardie) et sur le SNC (excitation et insomnie) limitent son emploi comme stimulant respiratoire (37).

2.6.4 Effet stimulant du système nerveux central et périphérique

Parmi les effets engendrés par la consommation de caféine, on notera tout d'abord la stimulation de l'éveil et de la vigilance, effet anti-hypnotique bien souvent à l'origine de sa prise. De même, l'augmentation de l'activité mentale et locomotrice par potentialisation de l'effet de la dopamine fait partie des effets recherchés et attendus de la caféine. Lorsqu'elle est consommée lors de révisions, la caféine permettra d'améliorer les performances d'apprentissage et de mémorisation. Enfin, l'effet sur l'humeur et l'attention sont bien réels mais dose-dépendants. Ces effets sont connus de la majorité des consommateurs de caféine et en expliquent parfois la consommation. On citera comme exemple l'étudiant qui révise tard le soir et veut se maintenir éveillé. Cependant, ce qui est moins connu est que la dose de caféine absorbée sera la clé des effets engendrés. L'étudiant qui consomme du café pour se maintenir éveillé en période de révisions peut se retrouver dans un état d'anxiété et de stress incontrôlable si cette consommation devient trop importante (Tableau 8) (34).

	Dose modérée : 200-300 mg	Dose élevée : au-delà de 400 mg
Les effets de la caféine	<ul style="list-style-type: none"> - Amélioration du sentiment de bien-être - Amélioration de la concentration - Augmentation de l'éveil et de l'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> - Sentiment d'anxiété - Nausées - Nervosité

Tableau 8 : Effets de la caféine en fonction de la dose absorbée

2.6.5 Effet diurétique

La caféine, de par son action vasodilatatrice, va faciliter la vascularisation du rein et par là même son irrigation. Ajoutée à cela une diminution de la résorption tubulaire, il en résulte une augmentation de la diurèse (37).

2.6.6 Action directe au niveau du système de récompense : propriétés addictives

2.6.6.1 Définition de la récompense

Toutes les substances, médicaments, aliments et drogues, qui induisent une sensation de plaisir et de bien-être, le font en produisant une « récompense chimique » dans le cerveau. Ces sensations agréables sont appelées récompenses. D'un point de vue pharmacologique, ce phénomène de récompense résulte de la potentialisation de la transmission dopaminergique, par la ou les substance(s), dans le système limbique du cerveau, et plus particulièrement dans le noyau accubens (Figure 18) (33).

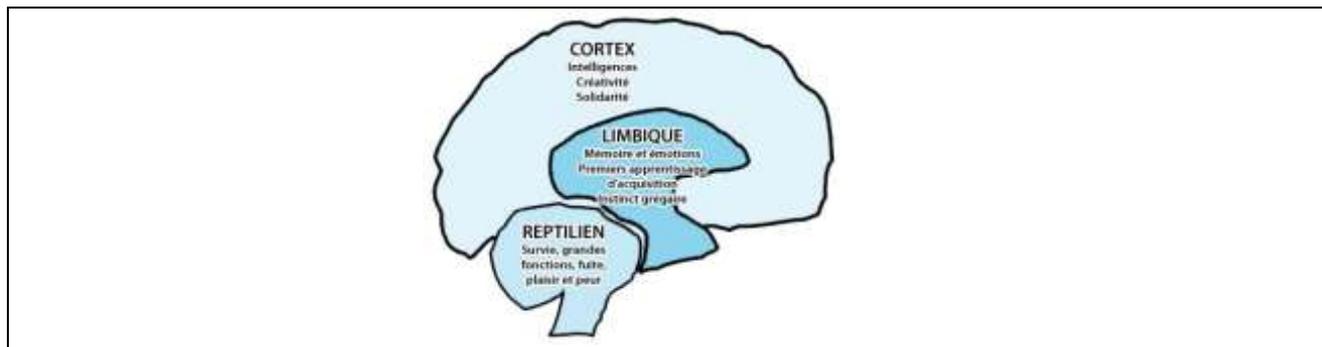


Figure 18 : Représentation du système limbique (17)

Plus les prises seront rapprochées, plus le cerveau associera cette sensation de bien-être avec un comportement particulier et l'environnement qui aura occasionné ces prises. C'est ainsi qu'à chaque fois que la personne se retrouvera dans ce même environnement, le cerveau « en redemandera » sans réel besoin car cela sera associé à un plaisir. A partir de ce moment, on peut parler de dépendance psychique, bien souvent la première à apparaître. Puis quand la prise se prolonge, le corps s'habitue et s'adapte à cette nouvelle substance, les premiers symptômes de manque apparaîtront et la dépendance physique se mettra en place petit à petit (33).

2.6.6.2 Action de la caféine et conséquences

La caféine est capable de potentialiser la neurotransmission dopaminergique et ainsi, de cette façon, de moduler la récompense et l'addiction. L'augmentation de l'éveil et l'amélioration de la concentration sont aujourd'hui reconnues comme étant des sensations de récompense, au même titre que l'euphorie suite à la prise de cocaïne, ou la relaxation suite à la prise de benzodiazépines.

Des comportements de tolérance et de dépendance ont été observés chez certains usagers qui reconnaissent consommer du café pour éviter l'apparition des symptômes de manque, symptômes qui se manifestent dans les 12 à 24 heures suivant la dernière prise. Ce sujet sera plus amplement détaillé par la suite.

2.6.7 Action au niveau osseux

Il semblerait qu'une forte consommation de caféine pourrait être associée à une excrétion majorée de calcium et à une perte osseuse, ce qui pourrait participer à l'apparition de l'ostéoporose. Le mécanisme en cause reste encore un peu vague mais il semblerait que l'activation du récepteur A_1 par la caféine, engendrant l'inhibition de l'adénylcyclase soit à la base du processus. Ce blocage aurait pour conséquence la diminution de la concentration d'AMPC, ce qui favoriserait l'ouverture des canaux potassiques et donc réduirait indirectement la pénétration intracellulaire du calcium (26, 36).

2.6.8 Effet thermogénique de la caféine

En bloquant la phosphodiesterase, la caféine permet d'augmenter la quantité d'AMPC et induit ainsi une action thermogénique via l'augmentation du métabolisme basal (36).

2.6.9 Augmentation des performances sportives

La caféine, en améliorant l'efficacité de la contraction musculaire et en diminuant la sensation d'effort et de fatigue, permet ainsi d'être plus endurant lors d'une épreuve sportive. Comme toute substance qui augmente les performances sportives, la caféine a été détournée de son usage normal par certains sportifs,

qui se sont vus reprochés par la suite sa consommation. Afin d'éviter tout abus ou dérive, les autorités sportives ont défini la limite entre consommation habituelle de café et dopage. Actuellement, la concentration maximale autorisée dans les urines est de 12 à 15 µg de caféine/ml, ce qui correspond à la consommation quotidienne d'environ 5 à 6 tasses de café (26).

2.6.10 Effet bénéfique de la caféine sur la mortalité et les maladies chroniques

Plusieurs études ont associé l'usage du café à un allongement de la durée de vie et à une diminution du risque de développer des maladies chroniques telles que les maladies dégénératives (Alzheimer, Parkinson), le diabète de type 2, les pathologies coronariennes et certains cancers. Cependant, il faut rester prudent vis-à-vis de ces résultats car ces effets ont été observés pour une consommation de café et non de caféine seule, or comme on l'a vu précédemment, le café contient beaucoup de composés. Certains de ces composés, pris séparément, possèdent des propriétés qui peuvent expliquer cette moindre mortalité mais lorsqu'ils se retrouvent mêlés aux nombreux autres éléments, soit leur action peut se trouver diminuée, soit cette action peut être complètement bloquée ou inversée (Tableau 9) (37).

Molécules	Propriétés
Diterpènes : cafestol et kahweol	Anti-carcinogéniques
Polyphénols : lignanes, flavonoïdes	Anti-carcinogéniques
Acide chlorogénique	Anti-oxydant et augmente la sensibilité à l'insuline
Caféine	Inhibition de la méthylation de l'ADN sur des cultures cellulaires cancéreuses (MCF-7 et MAD-MB-231)

Tableau 9 : Propriétés de quelques composants du café

En ce qui concerne le domaine de la carcinogenèse, il est très difficile d'établir un lien entre la consommation de caféine et la majoration ou la diminution du risque. De nombreuses études ont été réalisées, mais les résultats divergent et ne sont pas comparables du fait du grand nombre de facteurs à prendre en compte (type de cancer, phase d'administration, caractéristiques liées aux patients, environnement du patient). Cependant, tous les scientifiques semblent s'accorder pour dire que la caféine ne peut expliquer à elle seule les effets observés, qu'ils soient positifs ou négatifs, mais qu'ils sont la conséquence d'un ensemble de mécanismes et d'interactions entre les différents composants du café.

Quelques études font état d'effets bénéfiques de la caféine sur certains types de cancers (sein, foie, rein, colon et rectum). Cela s'explique par son action inhibitrice de la phosphodiesterase qui aboutit donc à une moindre dégradation de l'AMPC. Or, il a été montré que l'AMPC inhibait les facteurs de croissance tissulaire, dont le facteur de croissance du tissu conjonctif (CTGF : Connective Tissue Growth Factor) qui joue un rôle majeur dans la production de la matrice et sur la migration, l'adhésion et la différenciation des cellules conjonctives. Ceci explique l'intérêt de la caféine dans les cancers, l'athérosclérose, les maladies de peau et toutes les autres situations caractérisées par un excès de production de tissu conjonctif (38).

En revanche, la caféine semble incriminée dans d'autres types de cancer tels que le cancer pulmonaire. Cela s'expliquerait par les propriétés génotoxiques et mutagènes qui affecteraient les réparations de l'ADN, ce qui va modifier la réponse apoptotique et par conséquent engendrer une perturbation de l'intégrité du cycle cellulaire. La caféine va aussi favoriser indirectement l'apparition de cancer en induisant

la production du cytochrome A_1 , facteur activateur de nombreuses substances carcinogènes. Par ailleurs, l'association caféine-polyphénols ne semble pas bénéfique puisque la caféine provoquerait une réduction des propriétés antioxydantes des polyphénols (39).

2.6.11 Effet de la caféine sur la surcharge adipeuse

2.6.11.1 Rappels sur le tissu adipeux et son fonctionnement

Le tissu adipeux représente environ 25 % du poids corporel chez l'Homme. Il constitue le principal tissu de l'hypoderme et représente une variété de tissu conjonctif, composé de cellules fixes, les adipocytes, regroupés en lobules. Ces lobules sont séparés par des travées de tissu conjonctif composées de collagène, de fibroblastes et de nerfs (Figure 19).

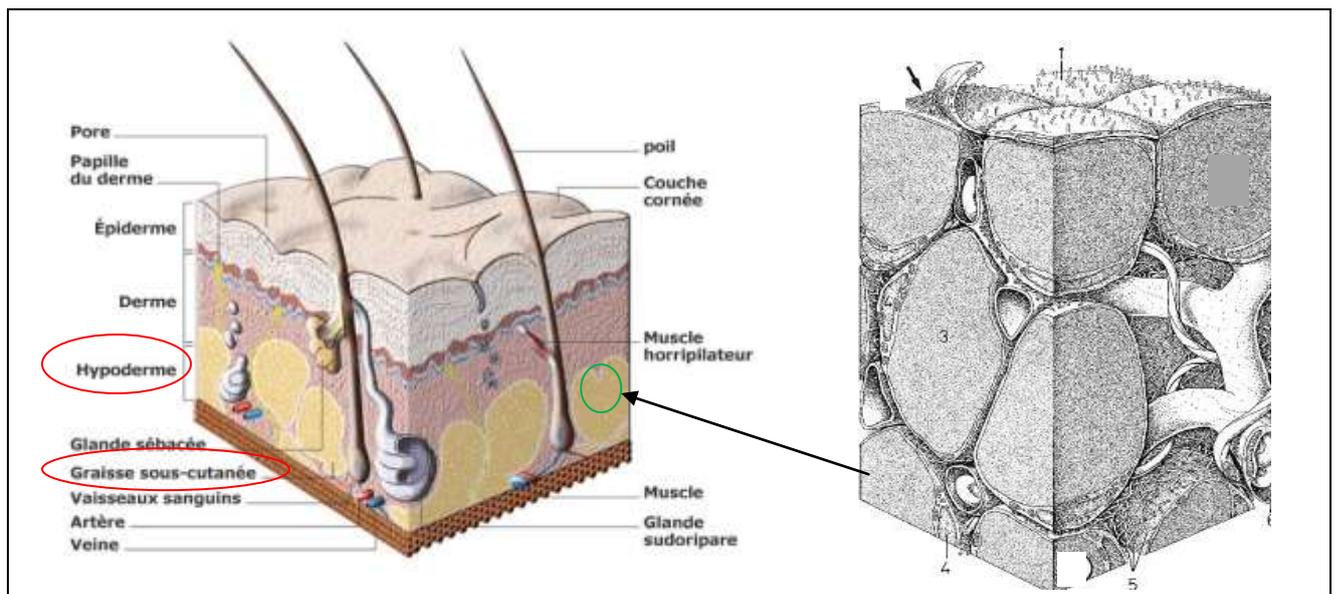


Figure 19 : Peau et lobules adipeux (17)

Il remplit trois fonctions essentielles. Tout d'abord, il constitue une protection physique et mécanique vis-à-vis des agressions extérieures et joue le rôle d'isolant thermique en réduisant les échanges de température avec l'extérieur. Il va également stocker des lipides qui pourront être mobilisés en cas d'effort intense ou de jeûne. Enfin, il convient de citer le rôle sécréteur de ce tissu. Les mécanismes de cette sécrétion sont encore mal connus mais il semblerait que de nombreuses substances de nature lipidique et protéique soient sécrétées par ce tissu, ces sécrétions étant de type paracrine.

Le renouvellement permanent des réserves lipidiques se fait en fonction des apports et des besoins de l'organisme. La lipogenèse, la lipolyse et le stockage des lipides sont les trois mécanismes qui entrent en jeu pour maintenir l'équilibre entre ce que l'organisme consomme et ce qu'il stocke.

La **lipogenèse** correspond à la synthèse de triglycérides à partir d'acides gras. Les acides gras circulants vont être pris en charge par la Lipo Protéine Lipase, enzyme qui va les transformer en triglycérides, forme de stockage des lipides dans l'organisme.

La **lipolyse** correspond à l'hydrolyse des triglycérides contenus dans les vacuoles adipocytaires, en acides gras non estérifiés qui retourneront dans la circulation sanguine pour se diriger vers les organes ayant besoin d'énergie pour leur fonctionnement, lors d'un effort physique par exemple. Rappelons qu'un

gramme de lipides apporte neuf kilocalories, tandis qu'un gramme de glucides ou de protides n'en fournit que quatre.

2.6.11.2 La lipodystrophie

2.6.11.2.1 Définition

Couramment appelée « CELLULITE », la lipodystrophie est le résultat d'un dysfonctionnement du tissu adipeux. Chez la femme, elle est considérée par certains comme un caractère sexuel secondaire et se retrouve sur le ventre, les cuisses et la région lombaire, alors que chez l'homme on la retrouve uniquement dans des cas pathologiques comme un dérèglement des androgènes ou lors d'un traitement du cancer de la prostate par des œstrogènes (40).

2.6.11.2.2 Aspect clinique et histologique

D'un point de vue clinique, la lipodystrophie se développe en plusieurs stades et sur une période allant de plusieurs mois à plusieurs années.

Stade I : Il ne s'exprime pas cliniquement. Une stase veineuse et lymphatique va s'installer, ce qui va favoriser l'accumulation des graisses par les adipocytes, qui peuvent voir leur taille multiplier par soixante.

Stade II : Les éléments constitutifs de l'hypoderme vont continuer à se détériorer. Les adipocytes, remplis de graisses vont comprimer les vaisseaux sanguins, ce qui va considérablement limiter le flux sanguin dans certaines régions, et en revanche provoquer une rétention d'eau dans d'autres régions. Cela se traduira par l'apparition de la « peau d'orange », surface bosselée et irrégulière. A ce stade, le préjudice n'est que d'ordre esthétique.

Stade III : Des dépôts de collagène vont commencer à se former autour des amas graisseux, entraînant la sclérose de certaines parties de l'hypoderme. Les troubles circulatoires vont alors s'accroître. Le préjudice n'est plus seulement esthétique ; on peut parler de pathologie.

Stade IV : Les dépôts de collagène vont se transformer en nodules durs qui vont comprimer à la fois les capillaires sanguins et les filets nerveux. Il en résulte l'apparition de douleurs plus ou moins vives qui se manifestent à toute heure de la journée ou de la nuit.

Le phénomène lipodystrophique ne se résume donc pas à l'accumulation d'amas graisseux sous la surface de la peau. Le tissu adipeux va subir de nombreuses modifications qui deviendront irréversibles avec le temps. Les dépôts de collagène et la compression des vaisseaux sanguins et lymphatiques ne sont pas visibles à l'œil nu mais provoquent des dégâts importants au niveau du tissu adipeux. Les conséquences sont nombreuses : stase circulatoire, mauvaise oxygénation, moindre élimination des déchets, œdème, altération du tissu lymphatique. Tous ces phénomènes peuvent aboutir à la nécrose du tissu si le phénomène se prolonge (41).

2.6.11.2.3 Les causes de la lipodystrophie

Elles ne sont pas très bien définies et plusieurs hypothèses ont été formulées.

Hypothèse hormonale : Les œstrogènes sont responsables d'une augmentation du volume des adipocytes et d'une rétention hydrique, alors que les androgènes provoquent une augmentation du volume des muscles. Un excès de sécrétion oestrogénique non compensé par une sécrétion suffisante de progestérone peut favoriser cette rétention hydrique. Un tel dérèglement se remarque plus particulièrement au début de

chaque cycle ovarien, pendant la puberté et la grossesse ou lors de troubles endocriniens. Cependant, les dosages hormonaux réalisés chez les femmes souffrant de lipodystrophie, sont généralement normaux.

Hypothèse neurovégétative : Les catécholamines, et plus particulièrement l'adrénaline, agissent sur le métabolisme lipidique en modifiant la lipolyse. La plupart des femmes « cellulitiques » présentent un terrain d'hyperémotivité et d'anxiété flagrant.

Hypothèse circulatoire : La lipodystrophie est souvent liée à des troubles circulatoires qui peuvent avoir une origine génétique. Ces troubles sont, de plus, accentués par des habitudes posturales propres aux femmes telles que le croisement de jambes. Enfin, l'affaissement de la voûte plantaire, en rendant plus difficile la circulation de retour, est susceptible de favoriser l'apparition de cette pathologie.

La théorie des récepteurs adipocytaires : C'est la théorie la plus récente. Ces récepteurs sont des récepteurs adrénergiques : les récepteurs α diminuent la lipolyse et les récepteurs β favorisent la lipolyse. Si la masse adipeuse se développe, la réponse des récepteurs α se développe aussi. Donc, plus on grossit, moins on a de chance de voir disparaître sa cellulite. Le nombre des récepteurs β augmente jusqu'à l'âge adulte puis diminue. De plus, la réponse de ces récepteurs diminue avec l'âge, ce qui explique la tendance à l'embonpoint après la ménopause (40).

2.6.11.3 Action de la caféine

La caféine, en inhibant la Phosphodiésterase, bloque la dégradation de l'AMPc, permettant ainsi la dégradation des triglycérides en acides gras estérifiés, via l'activation de la triglycéride lipase (lipase hormono sensible) (Figure 20) (41, 42).

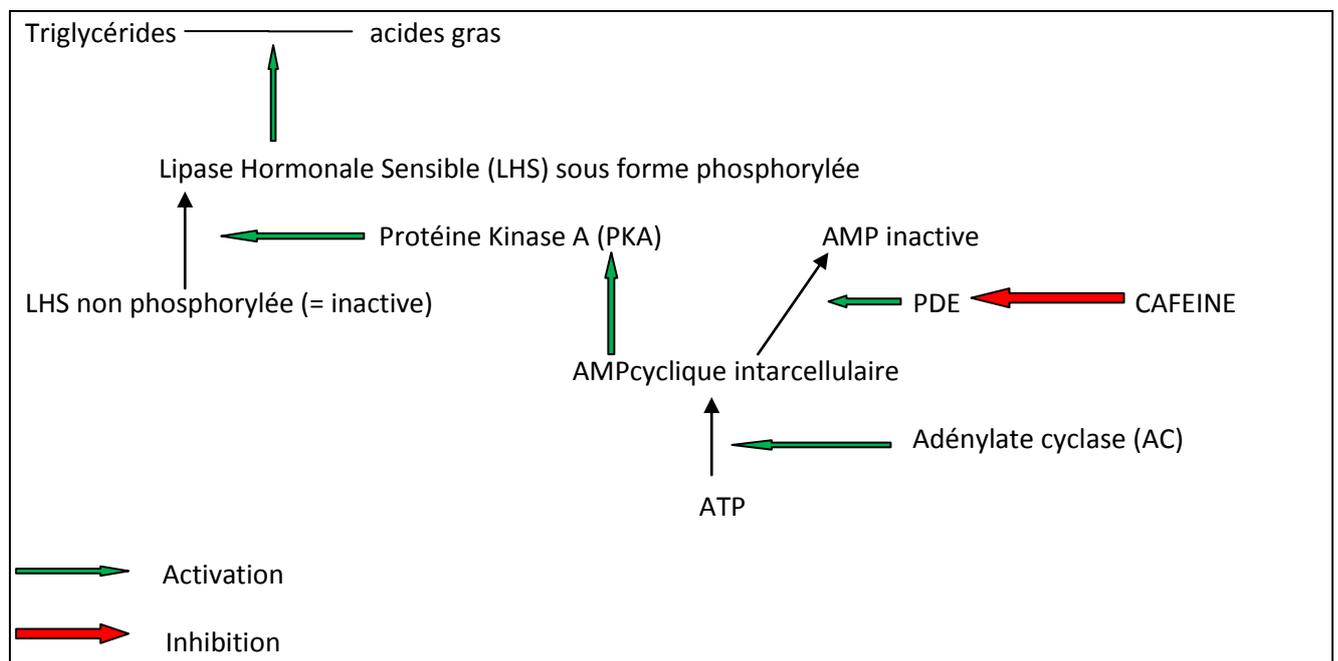


Figure 20 : Action de la caféine dans le processus lipolytique

2.7 Les dangers de la caféine

La caféine est consommée depuis plusieurs siècles déjà, mais ce n'est que depuis quelques années que l'on a commencé à se soucier des éventuelles conséquences de sa consommation pour la santé.

2.7.1 Les populations particulièrement sensibles

2.7.1.1 La femme qui a le désir de procréer

Chez la femme qui a un désir de grossesse, de fortes quantités de caféine peuvent diminuer les chances de concevoir. On constate par ailleurs, que le nombre d'avortements spontanés est plus important chez les consommatrices de café. Il est donc recommandé à ces femmes de ne pas consommer plus de 300 mg de caféine par jour, soit l'équivalent de 3 à 4 tasses de café moulu.

2.7.1.2 La femme enceinte

La consommation de caféine par une femme enceinte, quel que soit le stade de la grossesse, est associée à des incidents de prématurité, à un poids réduit à la naissance et à la réduction de la circonférence de la tête du nouveau-né. La Food and Drug Administration (FDA), conseille aux femmes enceintes d'éviter toute caféine pendant la grossesse.

2.7.1.3 L'enfant et l'adolescent

Dans cette fraction de population, on constate que la consommation de caféine est en grande augmentation depuis quelques années, et notamment par le biais de sodas ou de boissons énergisantes. La richesse en sucre de ces boissons explique le fait que les enfants et adolescents les aient adoptées très vite. Outre des problèmes d'hyperactivité liés à la teneur en caféine, un certain nombre d'effets annexes peuvent être observés comme l'obésité et/ou une recrudescence des caries dentaires du fait de la forte teneur en sucre de ces boissons à la mode. De plus, pour la majorité de ces jeunes consommateurs, l'utilisation de boissons énergisantes est la première rencontre avec la caféine, ce qui majore le risque d'intoxication voir d'overdose. Enfin, cette consommation est souvent associée à celle de l'alcool ! Or, on sait parfaitement que la caféine majore les effets de l'alcool sur l'organisme, en masquant les signes d'intoxication, avec diminution des perceptions, déficience de la coordination motrice et augmentation des comportements à risque (Ex : la prise de risque accrue lors de la conduite) (43).

2.7.2 Un facteur de risque qui peut toucher l'ensemble de la population

Le café étant une boisson fortement consommée en France, on peut considérer que tout le monde peut un jour être concerné par un excès de caféine.

2.7.2.1 Le caféinisme

La consommation excessive de caféine sur une courte durée peut entraîner, chez les personnes sensibles à l'action de la caféine, des manifestations aiguës, la plupart du temps bénignes, regroupées sous le terme de caféinisme. Ce syndrome se caractérise par des tremblements, une irritabilité, une insomnie, un flush-syndrome, une mydriase et des désordres intestinaux. Dans certains cas, apparaissent des palpitations cardiaques douloureuses, des vertiges ainsi qu'une anorexie. Un sentiment d'anxiété et une augmentation de l'émotivité, pouvant aller jusqu'à des attaques de panique et des crises d'angoisse ont pu être observées chez des personnes ayant un terrain dépressif. Dans de rares cas, une intoxication à la caféine peut conduire à la mort. Cela se retrouve lors d'une consommation massive et/ou chez des personnes qualifiées de sensibles. Certains sujets, sensibles à la caféine, déclarent ressentir ces symptômes après en avoir ingéré une dose de 300 mg seulement.

2.7.2.2 La dépendance

Comme vu précédemment, la consommation répétée de fortes doses de caféine peut provoquer une dépendance. Il s'agit d'une dépendance psychique dans un premier temps, car reconnue comme

l'obtention d'une sensation de bien-être, comme par exemple l'étudiant qui prend systématiquement une tasse de café le soir avant de réviser dans le but d'améliorer ses capacités de concentration et de se maintenir éveillé. La dépendance peut évoluer et devenir physique quand ce même étudiant prend sa tasse de café, non plus par plaisir pour faciliter ses révisions, mais pour être capable de rester concentré ne serait-ce qu'une heure et éviter le mal-être engendré par la sensation de manque. Cependant, une telle dépendance reste rare et n'est pas comparable à la dépendance au tabac ou à certaines drogues. Pourtant, de plus en plus de scientifiques craignent que l'utilisation habituelle de caféine dès le plus jeune âge, souvent associée au tabac et à l'alcool, n'aboutisse à la dépendance à la caféine (désordres psychiatriques : dépression, anxiété, panique, isolement), et évolue dans le temps vers la dépendance à d'autres substances telles que le cannabis ou la cocaïne par exemple (44).

2.7.2.3 Les symptômes de manque

Lorsque la consommation de caféine est arrêtée brutalement, un syndrome de sevrage peut apparaître et sera d'autant plus intense que la consommation de café était régulière et importante. Le symptôme le plus fréquent est le mal de tête qui commence 12 à 24 heures après la dernière dose de caféine. Son intensité est maximale au bout de 48 heures et il disparaît au plus tard en une semaine. Cela s'explique par le fait que la caféine, consommée à de fortes doses de façon régulière, provoque une vasoconstriction des vaisseaux sanguins cérébraux ; lorsque la consommation s'arrête, ces vaisseaux vont alors se dilater de façon importante et provoquer des céphalées. On retrouve ce symptôme chez des personnes consommant du café toute la semaine sur leur lieu de travail et qui ont mal à la tête le week-end quand leur consommation est moins importante. S'ajoutent à ces céphalées, fatigue, somnolence, difficultés de concentration, diminution des performances cognitives, dépression, irritabilité, troubles digestifs, raideur, douleurs musculaires et anxiété. Ces symptômes sont généralement à leur maximum dans les 36 heures qui suivent la dernière prise et disparaissent au bout d'une semaine. Ce syndrome de sevrage peut être sévère et avoir un réel impact négatif sur la vie quotidienne, professionnelle et personnelle des consommateurs (45).

2.7.2.4 La tolérance

Lorsque l'organisme s'habitue à la caféine, ces effets vont progressivement diminuer, ce qui va nécessiter d'augmenter les doses pour obtenir les mêmes effets. Mais le risque de cette augmentation de dose est le surdosage et l'intoxication (45).

La caféine est certes répandue dans notre alimentation de tous les jours depuis des siècles déjà, mais attention elle n'est pas sans danger... On ne donnerait pas une tasse de café à un enfant de 5 ans le matin, alors pourquoi accepter de lui donner une canette de boisson énergisante au goûter !

2.8 Les indications de la caféine

Actuellement, la caféine est utilisée comme molécule active dans le traitement préventif et curatif de l'apnée du nouveau-né prématuré, qui se caractérise par une hypoxémie, une cyanose et/ou une bradycardie. Ce sont ses propriétés d'analeptique respiratoire qui en font le traitement de premier choix. Dans cette indication, elle est préférée à la théophylline car pour les mêmes effets pharmacologiques, la marge thérapeutique est plus grande et la demi-vie plus importante. Dans cette indication, elle est administrée sous deux formes : soit sous forme de caféine base, soit sous forme de citrate de caféine, qui est un sel de caféine composé de 50 % de caféine. Dans cette indication, le seul médicament à être utilisé est le Citrate de caféine Cooper[®] 25mg/ml sol buv/inj. (27).

Elle est aussi utilisée comme adjuvant dans de nombreux traitements tels que la douleur (Prontalgine[®]), les crises de migraine (Gynergène caféine[®]) et entre dans la composition de nombreuses spécialités pharmaceutiques, pour ses propriétés excitantes du SNC, afin de diminuer l'action hypnotique et sédatrice de certains principes actifs.

La caféine est également utilisée à la concentration de 5 % sous forme de gel alcoolique, dans le traitement symptomatique des surcharges adipeuses sous-cutanées localisées (Percutaféine[®], Lipoféine[®]).

Enfin, de par ses propriétés, la caféine pourrait être utilisée dans le traitement de l'asthme pour son effet stimulant des centres respiratoires, au même titre que la théophylline, de l'hypotension orthostatique en augmentant la pression artérielle, ou de certaines dermatoses atopiques en diminuant les érythèmes ou bien encore de certaines maladies auto-immunes comme le lichen plan. Cependant, ces indications ne restent que théoriques pour le moment et sont le sujet de quelques études.

2.9 Cas particulier des produits amincissants

La lutte contre la lipodystrophie est un phénomène social récent dans les sociétés industrialisées. La cosmétologie a représenté pendant longtemps l'arme de choix, puis la diététique et certaines techniques médico-chirurgicales se sont associées pour lutter contre « ce fléau » du XX^{ème} siècle.

Lors de la formulation d'un produit amincissant, trois phénomènes sont à prendre en compte :

- l'expansion du tissu adipeux, élément clé de cette lipodystrophie localisée
- l'infiltration d'eau dans les tissus
- le relâchement des tissus

Les cosmétologues utilisent donc des actifs capables de limiter la lipogenèse ou de favoriser la lipolyse, d'améliorer le drainage vasculaire et lymphatique, ainsi que des actifs restructurant du tissu adipeux pour contrecarrer la dégradation de la matrice extracellulaire.

Mais les produits amincissants n'ont pas toujours été formulés en tenant compte de ces trois processus. Ces découvertes ont été progressives...

2.9.1 Petit historique

Dans les années 80 : découverte du rôle de l'AMPc : première intervention à ce niveau en protégeant sa dégradation par inhibition de la phosphodiesterase : les bases xanthiques ont ce rôle, la caféine fut la première utilisée.

Dans les années 90 : des végétaux ont été identifiés pour leurs propriétés désinfiltrantes et veinotoniques. Ce sont des flavonoïdes et des saponosides qui sont drainants et anti-œdémateux. L'objectif est de remédier à l'insuffisance veino-lymphatique provoquée par l'extension du tissu adipeux et responsable d'une stase et d'une exsudation plasmatique.

Pendant longtemps, les plantes et molécules douées de propriétés veinotoniques ont fait partie intégrante de la prise en charge de certaines pathologies telles que l'insuffisance veineuse ou la crise hémorroïdaire ; et à ce titre étaient prises en charge par la sécurité sociale. Depuis le 1^{er} janvier 2008, ces produits ne sont

plus remboursés, car leur service médical rendu (SMR) a été jugé insuffisant. Il semble donc peu probable que ces mêmes molécules puissent engendrer des résultats spectaculaires par voie locale.

A partir de l'an 2000 et jusqu'à ce jour, l'objectif est de trouver une solution pour restructurer les tissus ayant subi une forte altération. Pour cela, différentes actions sont menées afin d'atteindre les cibles connues : utilisation de constituants de la matrice extracellulaire ou de molécules qui vont freiner la dégradation cellulaire et tissulaire (41).

Il est important de noter que les cosmétiques « amincissants » ne font pas maigrir mais qu'ils améliorent la trophicité de la peau, tout en provoquant un amincissement du panicule adipeux.

De plus, ils ne prétendent pas régler définitivement les problèmes de lipodystrophie. Les actifs utilisés permettent de normaliser l'équilibre lipogénèse/lipolyse, de faciliter l'élimination d'eau tout en améliorant l'aspect de la peau et sa tonicité.

2.9.2 Les formes galéniques utilisées

Les amincissants se présentent principalement sous forme de gel, généralement hydro-alcoolique. Cette forme aqueuse permet un étalement facile sur de grandes surfaces sans tacher les vêtements et sans laisser de film gras à la surface de la peau, comme peuvent le faire certaines émulsions. Les crèmes et gels-crèmes sont moins courants. Les lotions et les savons ne peuvent pas être probants dans la mesure où l'efficacité est conditionnée par la pénétration du produit (40).

En ce qui concerne les savons amincissants, il s'agit de savons exfoliants susceptibles de participer à l'affinement de la silhouette. On citera l'exemple du savon exfoliant corps Argiletz®, à base d'argile verte naturelle et d'algues brunes. Son efficacité est conditionnée par l'utilisation concomitante d'un gant de crin afin d'assurer une exfoliation optimale, et par conséquent un affinement de la silhouette (46).

Le meilleur véhicule pour favoriser la pénétration cutanée est donc le gel hydro-alcoolique.

Pour faciliter la pénétration cutanée des actifs et leur diffusion jusqu'à l'hypoderme, il est nécessaire d'utiliser des promoteurs d'absorption comme l'éthanol, le propylène glycol, le nicotinate de méthyle ou les alpha-hydroxyacides.

Le rôle du massage est prépondérant dans l'efficacité du produit. Il permet de dissocier les amas d'adipocytes et d'exercer une action au niveau du système lymphatique provoquant la « détoxification » des zones cellulitiques.

Aujourd'hui, le marché des cosmétiques amincissants ne cesse de croître. Chaque laboratoire cosmétique propose un produit voire même une gamme amincissante. Les clientes n'ont que l'embarras du choix et tout est fait pour les attirer : la publicité, le packaging, les phrases et promesses alléchantes. Cependant, à moins d'être une personne avertie et d'avoir quelques notions en dermocosmétique, il est bien souvent difficile de comprendre la composition d'un produit et d'avoir un avis objectif sur ce cosmétique. Nous allons donc maintenant nous attarder sur trois produits amincissants et/ou anti-lipodystrophiques vendus en pharmacie afin de décortiquer leur composition et les revendications associées.

2.9.3 Les cosmétiques

2.9.3.1 Tonific minceur gel-crème concentré- NUXE

2.9.3.1.1 Les promesses du laboratoire NUXE

Quelques phrases chocs sont apposées sur l'emballage secondaire du cosmétique, mais la première promesse est visuelle avec le choix d'une jeune femme filiforme (Figure 21).



Figure 21: Conditionnement secondaire de Tonific minceur gel-crème®

Aujourd'hui les laboratoires sont conscients que les femmes n'achètent plus leurs cosmétiques au hasard, sur un simple coup de cœur visuel, mais qu'elles s'informent sur de nombreux sites internet ou dans les revues, comparant, non seulement les prix, mais aussi les compositions. Alors, face à cette clientèle de plus en plus informée et exigeante, le laboratoire NUXE cherche à promouvoir l'efficacité de ses produits aminçissants en apposant sur l'emballage les résultats des tests centimétriques effectués et le ressenti des femmes ayant participé aux tests (Tableau 10).

	Promesses et phrases chocs
Emballage secondaire du cosmétique	« En seulement 2 semaines, l'aspect peau d'orange est lissé (75%). « Dès un mois, les capitons sont moins visibles (89%). »
Site Nuxe (28)	« Des résultats spectaculaires : en 1 mois, ce gel frais réduit le tour de cuisse jusqu'à 2,5 cm. 79% des femmes ont constaté une diminution de la cellulite, 86 % des capitons et 84 % de la peau d'orange. » « 100 % des femmes retrouvent une peau lisse, l'aspect peau d'orange est estompé chez 84 % d'entre elles. »

Tableau 10: Promesses et phrases chocs retrouvées sur le site NUXE et sur l'emballage du cosmétique

Le laboratoire s'adapte à la demande de la clientèle. Celle-ci demande des résultats pour être convaincue de l'efficacité du produit et pour l'acheter, alors le laboratoire lui fournit des chiffres de perte centimétrique et des témoignages de clientes satisfaites. Pourtant à aucun endroit sur l'emballage secondaire, il n'est précisé de quelle manière ont été obtenus les résultats présentés, ni comment a été évaluée la diminution de l'aspect peau d'orange, des capitons ou de la cellulite.

2.9.3.1.2 Analyse de la composition

Sur l'emballage secondaire, on peut retrouver la liste des ingrédients présentés par ordre décroissant de pourcentage d'incorporation (Figure 22).

INGREDIENTS: AQUAWATER, ALCOHOL DENAT, PROPYLENE GLYCOL, DICAPRYLATE/DICAPRYL SEBACATE, STEARYL DODECYL ANOL, BUTYLENE GLYCOL, GLYCERIN, CAFFEINE, DIMETHICONE, CALOPHYLLUM INOPHYLLUM SEED OIL, ACRYLATES/C10-30 ALKYL ACRYLATE CROSSPOLYMER, PARFUM/FRAGRANCE, TOCOPHERYL TROMETHAMINE, PHENOXYETHANOL, ALGAE EXTRACT, DIMETHICONOL, ACRYLAMIDE/AMMONIUM ACRYLATE COPOLYMER, METHYL PARABEN, ALCOHOL, LECITHIN, TETRASODIUM EDTA, THEOBROMA CACAO (COCOA) EXTRACT, POLYSORBITENE, SUCROSE, PROPYLENE GLYCOL, BUTYL PARABEN, NELUMBO NUCIFERA LEAF EXTRACT, SERINE, ARGININE, SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS LEAF EXTRACT, TRIETHANOLAMINE, ISORBITYL PARABEN, PROPYL PARABEN, ETHYLHEXYL GLYCERIN, UNCARIA TOMENTOSA EXTRACT, PCA, BAMBUSIA VULGARIS SAP EXTRACT, POLYSORBATE 20, MALTODEXTRIN, CHLORPHENESIN, ALANINE, PROPYLENE GLYCOL, THREONINE, XANTHAN GUM, STRYPHNODENDRON ADSTRINGENS BARK EXTRACT, SODIUM DEHYDROACETATE, POTASSIUM SORBATE, MOURERA FLUVIATILIS EXTRACT, BUTYLPHENYL METHYLPROPIONAL, CITRAL, CITRONELLOL, HYDROXYISOHEXYL 3-CYCLOHEXENE CARBOXYALDEHYDE, LIMONENE, UNALLOOL [N1303/C].

N° de lot : A 108K027




Cacaoyer

Theobroma cacao



Yacon

Smallanthus sonchifolius



Liane du Pérou

Uncaria tomentosa



Lotus Sacré

Nelumbo nucifera

Figure 22 : Ingrédients contenus dans le gel-crème Tonific minceur (NUXE) (17)

Lorsque l'on analyse cette composition, on retrouve l'eau en tant qu'élément majoritaire (environ 80 %) et tous les ingrédients dont le laboratoire revendique une action directe ou indirecte dans la prise en charge de la lipodystrophie. On retrouve ainsi la caféine et des extraits d'algues, de *Theobroma cacao*, de Yacon, de Liane du Pérou et de Lotus Sacré. Sans oublier de nommer le saccharose qui est un agent de gommage mécanique, et des actifs aux propriétés hydratantes tels que la sérine, l'arginine, l'acide pyrrolidine carboxylique (PCA), l'alanine et la thréonine.

A ces actifs, s'ajoute un nombre important d'excipients et d'additifs qui ont pour objectif de favoriser la solubilisation des actifs, de permettre la mise en forme galénique, ou d'améliorer les propriétés organoleptiques et la conservation du produit (Tableau 11).

Ingrédients	Propriétés
Alcool	Solubilisant de la caféine
Phénoxyéthanol, parabens, chlorphénésine, déhydroacétate de sodium, sorbate de potassium	Conservateurs antimicrobiens
Tocophérol	Antioxydant
Diméthicone et diméthiconol	Obtention d'un toucher agréable
Polyisobutène	Filmogène/ Solvant
Octyldodecanol	Solvant
Polymères acryliques, maltodextrine, gomme xanthane	Gélifiants
Butylène glycol, glycérine, propylène glycol, pentylène glycol	Humectants
Trométhamine et triéthanolamine	Adaptateurs de pH
Lécithine et polysorbate 20	Tensioactifs
Tetrasodium EDTA	Séquestrant
Butyl phényl méthylpropional, citral, citronello, hydroxyisohexyl 3-cyclohexène carboxaldéhyde, limonène et linalool	Allergènes apportés par le parfum
Parfum	

Tableau 11 : Excipients et additifs présents dans la formule Tonific minceur®

2.9.3.1.3 Commentaires

Tout d'abord, si l'on observe cette liste d'ingrédients dans sa globalité, on peut noter que la caféine se trouve en haut de liste (8^{ème} position), ce qui laisse supposer qu'elle est utilisée à plus de 1 % ; or on sait qu'une concentration proche de 5 % est nécessaire pour que l'effet lipolytique soit effectif. En ce qui concerne les autres actifs revendiqués par le laboratoire NUXE, ils sont certes retrouvés dans la composition mais ils apparaissent plus loin dans la liste et en particulier après le parfum, ce qui signifie qu'ils sont utilisés à moins de 1 %.

Parmi les actifs minceurs revendiqués par le laboratoire, nous retrouvons des extraits d'algues. Les algues sont des sources importantes d'iode, élément ayant un rôle amincissant mentionné dans la littérature scientifique mais dont l'utilisation est interdite dans le domaine cosmétique depuis de nombreuses années

déjà. Pour détourner cette interdiction, les laboratoires utilisent des extraits d'algues, sources d'iode, dans leur formulation, qui eux ne sont pas interdits (47) ! Reste maintenant à savoir si la concentration en iode présente dans ces extraits peut être suffisante pour justifier d'une action amincissante. L'action « amincissante » de l'iode est basée sur son effet sur la thyroïde. En restaurant un fonctionnement optimal de cette dernière, elle participe ainsi à relancer les cascades métaboliques et énergétiques de l'organisme et ainsi à limiter le stockage des graisses et la lipodystrophie.

Trois types d'algues sont classiquement utilisés en cosmétologie : le Fucus, l'Ascophyllum et quelques espèces de Laminaires. Se présentant sous forme de poudres ou de mélanges pâteux, les extraits d'algues peuvent être incorporés à différents vecteurs cosmétiques. L'action de ces algues sur la peau est en fait mal connue, car elles sont rarement utilisées seules dans les cosmétiques. Il est donc difficile de faire la part des choses (48).

Dans cette formule, nous retrouvons également des extraits de *Theobroma cacao*. Ceux-ci constituent une source de caféine (environ 0,2 % par fève) et de théobromine comme vu précédemment. En raison du faible pourcentage de caféine contenu dans chaque fève, et le pourcentage d'extrait de cacao vraisemblablement peu élevé (il est en effet placé après le parfum dans la liste des ingrédients), on peut penser que son ajout dans la formule est purement un argument marketing. Or rappelons que l'action lipolytique est à mettre directement en lien avec le taux de caféine présent dans la formule.

Enfin, il reste à évoquer l'utilisation de plantes ayurvédiques dans ce cosmétique. L'Ayurveda ou médecine ayurvédique, peut se traduire littéralement par « science de la vie », où la bonne santé est reconnue comme étant le résultat d'un bon équilibre entre le corps, le mental et l'âme. En effet, cette science s'attache à comprendre le fonctionnement de l'organisme et à rétablir la santé complète du malade et non seulement à soulager les symptômes physiques. Pour cela, elle utilise tout ce que la nature nous offre, des plantes, des minéraux et des aliments. C'est ainsi que les extraits de Yacon (*Smallanthus sochifolius*) et de Liane du Pérou (*Uncaria tomentosa*) sont utilisés dans le but d'améliorer l'aspect de la peau en luttant contre les capitons, alors que l'extrait de Lotus Sacré (*Nelumbo nucifera*) limiterait l'apparition de nouveaux amas graisseux. L'efficacité de ces extraits a été démontrée *in vitro* et a fait l'objet de brevets ; ce qui constitue pour le public un gage de qualité (49).

Pour conclure sur ce cosmétique, on peut dire que malgré le nombre important d'actifs ayant une influence supposée sur la lipodystrophie et ses composantes circulatoire et tissulaire, l'étude de la liste des ingrédients met en évidence leur faible pourcentage. Il semble difficile de croire que les promesses faites puissent être tenues. Toujours d'après la composition, il paraît peu probable que la caféine, actif reconnu, soit à une concentration supérieure ou égale à 5 %, comme recommandé dans la pharmacopée pour être efficace !!!

Enfin si l'on se rappelle les différents mécanismes à prendre en compte lors de la réalisation d'un cosmétique amincissant idéal, on peut noter qu'en utilisant ce produit, il y aura une action contre le développement du tissu adipeux, grâce à la caféine principalement ; mais aucun ingrédient n'est là pour prendre en charge l'infiltration d'eau et le relâchement des tissus.

2.9.3.2 Elancyl Cellu/Reverse sérum minceur ®-Galenic

2.9.3.2.1 Revendications et promesses

Comme pour le produit précédent, les emballages primaires et secondaires de ce cosmétique sont élaborés de façon à attirer la cliente et à la convaincre dès le premier coup d'œil de ses propriétés et de son efficacité. Deux éléments sont à noter : le conditionnement secondaire porte très clairement les résultats, pourcentages à l'appui et le flacon de forme élancé rappelle et le nom du produit et le résultat escompté (Figure 23).



Figure 23 : Emballages primaire et secondaire du produit- Elancyl®

Se définissant comme expert de la minceur, le laboratoire n'hésite pas à mettre en avant un certain nombre d'actifs et à en expliquer le rôle « anti-minceur » sur l'emballage secondaire du produit afin de convaincre la future acheteuse de son efficacité (Figure 24).

Pionniers et experts de la minceur, les laboratoires Elancyl ont découvert un nouvel actif minceur, la **Xanthoxyline**, extrait du poivre de Sichuan. Cet actif naturel unique réactive et intensifie l'action décisive des protéines UCP situées au cœur des cellules adipeuses et naturellement programmées pour brûler les graisses.

Pour une efficacité exceptionnelle sur les signes visibles de la cellulite incrustée : la Xanthoxyline vise à relancer la combustion naturelle des graisses déjà stockées et à bloquer le stockage de nouvelles graisses. Elle est associée à la **Caféine** et à la **Phloridzine** pour augmenter le déstockage matinal des graisses et limiter leur stockage nocturne.

Pour tonifier et lisser : l'**HMC** apporte fermeté et souplesse aux tissus tandis que la **Piloselle** les décongestionne et favorise l'élimination de l'eau et des toxines.

Avec CELLU/REVERSE, votre silhouette est rapidement redessinée et affinée ; le galbe et les contours sont visiblement remodelés. Un effet d'amélioration de la peau d'orange est constaté. Votre peau est tonifiée, lissée, plus souple et mieux hydratée.

Figure 24 : Argumentaire marketing

Le laboratoire ne s'arrête pas là. En plus d'expliquer le mode d'action des actifs contenus dans le produit, il donne des résultats chiffrés qui vont représenter un gage d'efficacité pour l'acheteur (Tableau 12).

Evaluation de l'efficacité Sous contrôle médical	Résultats dès 14 jours	Renforcés à 28 jours
Efficacité minceur cuisses et hanches * effet amincissant obtenu sur les hanches et les cuisses sur 61 sujets dès 14 jours et sur 60 sujets à 28 jours.	82 %*	90 %*
Perte centimétrique sur les hanches ** Valeur maximale obtenue sur un sujet. Valeur moyenne de -0.7 cm de tour de hanches, mesure centimétrique obtenue sur 100% des 61 sujets à 14 jours et de -1 cm sur 100% des 60 sujets à 28 jours.	Jusqu'à -3,3 cm **	Jusqu'à -3,8cm **

Tableau 12: Résultats indiqués sur l'emballage secondaire du produit

2.9.3.2.2 Analyse de la composition

Comme l'impose la législation (51), on retrouve sur l'emballage secondaire du cosmétique la liste des ingrédients présentés par ordre décroissant de pourcentage d'incorporation dans la formulation (Figure 25).

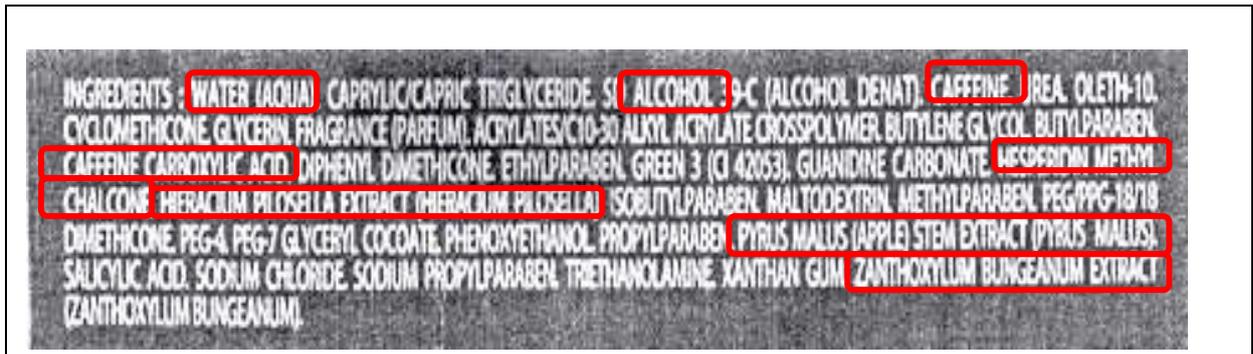


Figure 25: Ingrédients contenus dans le produit Elancyl®-Galenic

Si l'on observe d'un peu plus près cette composition, on retrouve l'eau comme élément majoritaire et les actifs amincissants revendiqués par le laboratoire tels que la caféine, les extraits de Poivre de Sichuan et de pomme, l'Hesperidine Methyl Chalcone (HMC) et la Piloselle (*Hieracium pilosella*). Et comme dans toute formulation cosmétique, on retrouve une liste importante d'excipients et d'additifs, avec en chef de file l'alcool pour solubiliser la caféine, mais aussi des conservateurs antimicrobiens, des composés utilisés pour la mise en forme galénique tels que les humectants, les gélifiants, les tensioactifs, les agents de contrôle du pH ou de la viscosité, et des composés ajoutés à la formule pour améliorer les propriétés organoleptiques du produit tels que les émoullissants, les colorants et les parfums (Tableau 13).

Ingrédients	Propriétés
Caprylic/capric triglycéride	Emollient
Paraben, phenoxyéthanol, acide salicylique	Conservateurs antimicrobiens
Oleth 10	Tensioactif
Guanidine carbonate	Agent tampon
Cyclométhicone , diphényl diméticone	Obtention d'un toucher agréable
Sel (chlorure de sodium)	Agent de contrôle de la viscosité
Triéthanolamine	Adaptateur du pH
Acrylates, gomme xanthane, maltodextrine	Gélifiants
Butylène glycol, polyéthylène glycol	Humectants
Green 3	Colorant
Parfum	

Tableau 13 : Ingrédients contenus dans le produit Elancyl®

2.9.3.2.3 Commentaires

A l'observation de cette liste d'ingrédients dans sa globalité, on peut noter que la caféine est placée en début de liste (4^{ème} position) ; ce qui laisse présager d'une certaine efficacité du produit. En ce qui concerne les autres actifs revendiqués par le laboratoire Elancyl, on ne les retrouve qu'en milieu voire en fin de liste, bien après le premier excipient ; ce qui signifie que leur concentration n'excède guère 1 %.

C'est en particulier le cas de l'extrait de Poivre de Sichuan, source de Xanthoxyline. C'est le nouvel actif minceur revendiqué par le laboratoire et pourtant il est en dernière position dans la liste des ingrédients, ce qui est peu gratifiant pour le composant sur lequel le laboratoire base une partie de l'efficacité de son produit. Les propriétés antispasmodiques et antifongiques de la xanthoxyline sont connues depuis plus de 10 ans, en revanche aucune publication ne fait état d'un quelconque effet amincissant (51, 52, 53, 54). Ce manque de données scientifiques et le faible pourcentage d'incorporation peuvent laisser perplexe quant à l'efficacité de ce composé.

L'HMC (hesperidine méthyl chalcone), quant à lui, est un flavonoïde à activité vitaminique P. Il agit en augmentant la résistance des parois capillaires et en diminuant leur perméabilité (55). Ainsi, il va permettre de relancer le flux sanguin dans les tissus conjonctifs où les amas graisseux comprimaient les vaisseaux sanguins, ce qui permettra de limiter l'exsudation plasmatique et la formation d'œdèmes responsables de l'aspect peau d'orange. De telles propriétés semblent pouvoir donner des résultats satisfaisants, mais ici encore, la concentration de cet actif va être le facteur limitant. L'HMC se trouve en milieu de liste, bien après les premiers excipients, donc à une concentration ne dépassant vraisemblablement pas les 1 %.

En ce qui concerne la phloridzine, elle est extraite de l'écorce des Rosacées (pommier, poirier, cerisier, prunier) (56). Dans notre formulation, elle est apportée par un extrait de pomme (*Pyrus malus*). Le laboratoire Galénic lui reconnaît des propriétés anti-graisses en limitant le stockage des acides gras et en augmentant leur déstockage ; cependant, d'un point de vue scientifique, cette molécule n'a fait l'objet que de quelques études et on ne lui reconnaît pour l'instant que des propriétés anti-oxydantes.

Attardons-nous maintenant sur les propriétés de la piloselle et plus largement sur la phytothérapie à visée amincissante (57).

Certaines plantes apportent des actifs « anti-stockage » et « brûle-graisses », leur rôle étant de réduire l'assimilation des lipides et/ou de mobiliser les réserves lipidiques, notamment en activant la lipolyse. Parmi ces plantes, l'Ascophyllum, le Thé vert, le Guarana et le Maté présentent ces propriétés. D'autres actifs aident à améliorer la circulation sanguine et lymphatique dans les tissus infiltrés et asphyxiés par la présence des captons. C'est tout l'intérêt des plantes aux propriétés désinfiltrantes, drainantes et veinotoniques. L'Orthosiphon, le Thé vert, l'Ananas, la Papaye, la Piloselle et le Frêne présenteront alors un intérêt pour leurs propriétés drainantes et diurétiques.

Bien qu'existant depuis des siècles, ce n'est que depuis quelques dizaines d'années que les chercheurs ont commencé à s'intéresser aux propriétés de la Piloselle. La plante entière est composée d'un grand nombre de molécules actives, en particulier de flavonoïdes et de coumarines, dont l'ombelliférone aux propriétés cholérétiques et spasmolytiques, qui vont favoriser un drainage urinaire et exercer un effet stimulant au niveau du foie, en favorisant la sécrétion biliaire. La plante est traditionnellement utilisée pour prendre en charge toutes les situations pathologiques caractérisées par une surcharge liquidienne de l'organisme telle

que la diminution de l'excrétion urinaire, l'œdème des membres inférieurs ou l'hypercholestérolémie (37, 58).

Pour conclure, on peut dire que ce cosmétique contient théoriquement tous les actifs permettant de lutter efficacement contre les trois grands phénomènes responsables de la lipodystrophie. La caféine et les extraits de poivre de Sichuan et de pomme vont limiter le stockage et la production des graisses et donc l'expansion du tissu adipeux. L'HMC et la Piloselle vont agir conjointement en favorisant l'élimination de l'eau et ainsi favoriser la décongestion des tissus et leur redonner de la fermeté. Mais comme dans le produit précédent, il est à noter que même si la caféine est en tête de liste, en revanche les extraits végétaux sont eux placés en fin de liste, ce qui tend à faire penser que leur ajout dans la formule est d'ordre marketing.

2.9.4 Les médicaments

Percutaféine® et Lipoféine® ne sont pas des « anti-cellulitiques » comme les autres. Ayant le statut de médicament, ces produits ne sont pas en vente libre en grande surface, les pharmacies sont les seules à pouvoir en faire le commerce. Les laboratoires fabricants, qui sont respectivement Pierre Fabre et Arkopharma, ont dû réaliser des tests de qualité et d'efficacité, et fournir des données cliniques précises afin d'obtenir leur Autorisation de Mise sur le Marché (AMM).

2.9.4.1 Percutaféine ®- Pierre Fabre

2.9.4.1.1 Promesses

Ce statut de médicament est un gage d'efficacité et de sécurité pour le client, mais contraint le fabricant à respecter quelques règles (59). Tout d'abord, si l'on regarde l'emballage secondaire du produit, on note aussitôt que les couleurs utilisées ne sont pas les couleurs chaudes, caractéristiques des produits cosmétiques. Ici rien n'est fait sur l'emballage pour attirer le regard de la cliente. Le seul détail qui rappelle l'indication du produit est la délimitation entre la couleur bleue et la couleur verte qui laisse imaginer les courbes d'un corps (Figure 26)



Figure 26 : Emballage secondaire de Percutaféine®

De même, on peut noter qu'il n'y a pas de promesses du type « perte de x taille » ou « perte de x cm » apposées sur l'emballage, comme dans le cas des cosmétiques. Comme il s'agit d'un médicament, le laboratoire ne doit faire apparaître sur l'emballage de son produit que les mentions légales telles qu'indiquées au code de la santé publique. L'ajout de phrases prometteuses, dont le seul but serait de déclencher un achat est prohibé. Ainsi, on peut retrouver sur le boitage, la dénomination du produit, sa forme pharmaceutique, sa composition qualitative et quantitative, la liste des excipients à effet notoire qu'il contient, son indication thérapeutique, son mode et sa voie d'administration, sa posologie, ses contre-indications, ses mises en garde, ses effets indésirables, ses précautions particulières de conservation, son fabricant, son numéro d'autorisation de mise sur le marché et sa date limite d'utilisation (Figure 27) (47).



Figure 27 : Emballage secondaire de Percutaféine®

Un autre point important qui différencie le médicament du cosmétique est la publicité. Alors que pour un cosmétique, une grande liberté est laissée aux publicitaires, il en est bien autrement pour les médicaments.

Comme indiqué dans l'article L 5122 du code de la santé publique, certains médicaments peuvent faire l'objet de publicités mais pour cela ils doivent respecter deux conditions : la première est qu'ils soient disponibles sans ordonnance et la seconde est qu'ils ne soient pas remboursables par l'assurance maladie. Si ces deux conditions sont respectées, le laboratoire fabricant peut faire une demande de visa PP auprès de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des produits de Santé (Afssaps). Ce visa est donné après contrôle du contenu du message publicitaire ; il devra être objectif, non trompeur et donner des recommandations sur le bon usage du médicament. Il peut être retiré à tout moment si l'Afssaps juge que le message ne répond pas aux critères préalablement définis (60).

Percutaféine® étant un médicament non soumis à prescription et non remboursable, le laboratoire Pierre Fabre a obtenu un visa PP et a réalisé des feuillets publicitaires afin de promouvoir son produit auprès des clients (Figure 28).



Figure 28 : Feuille publicitaire Percutaféine®

Sur ce document, on peut noter qu'il n'y a pas de promesses de résultats, bien au contraire, il est bien précisé que l'utilisation seule du produit ne donnera pas de résultats miracles, mais que ces mesures locales doivent s'accompagner d'une amélioration de l'hygiène de vie telle que le retour à une alimentation saine et équilibrée, l'exercice physique et l'hygiène posturale.

2.9.4.1.2 Composition

Si l'on étudie d'un peu plus près la formule, on note qu'elle est très succincte et qu'elle se limite au strict nécessaire : pas de parfum, pas d'agents de texture c'est-à-dire rien de tout ce qui fait le charme d'un cosmétique et qui va séduire une cliente (Tableau 14).

Ingrédients		Propriétés
Caféine	5 g	Principe actif lipolytique
Alcool à 96 % V/V		Solvant de la caféine
Carbomère (synthalène K)		Agent gélifiant
Cocoate de macrogol 7 glycérol (Cétiol HE)		Agent émulsionnant
Trolamine		Agent neutralisant
Eau purifiée	qsp 100 g	

Tableau 14: Ingrédients présents dans la formule Percutaféine®

Ici, la caféine se trouve à une concentration de 5 % dans un gel hydro alcoolique, ce qui correspond aux recommandations de la pharmacopée comme vu précédemment.

2.9.4.1.3 Commentaires

Ce produit est indiqué dans le traitement symptomatique des surcharges adipeuses sous-cutanées localisées. La caféine, en bloquant la dégradation de l'AMPc, va augmenter la libération des acides gras et leur remise en circulation, ce qui par conséquent limitera leur stockage et donc l'augmentation du volume des adipocytes. A la différence des cosmétiques, le médicament ne revendique aucune action sur l'infiltration et le relâchement tissulaire, mais insiste sur la nécessité de retrouver une bonne hygiène de vie afin d'obtenir des résultats.

2.9.4.2 Lipoféine®- Arkopharma

Tout comme Percutaféine®, Lipoféine® est un médicament dont l'indication est aussi le traitement des surcharges graisseuses localisées.

2.9.4.2.1 Promesses

Ici encore, l'emballage secondaire ne présente pas de promesses de gain de taille ou de perte centimétrique, mais uniquement les mentions indispensables à savoir le nom, la forme pharmaceutique, la composition, les précautions d'emploi... sans oublier le numéro d'autorisation de mise sur le marché (Figure 29).

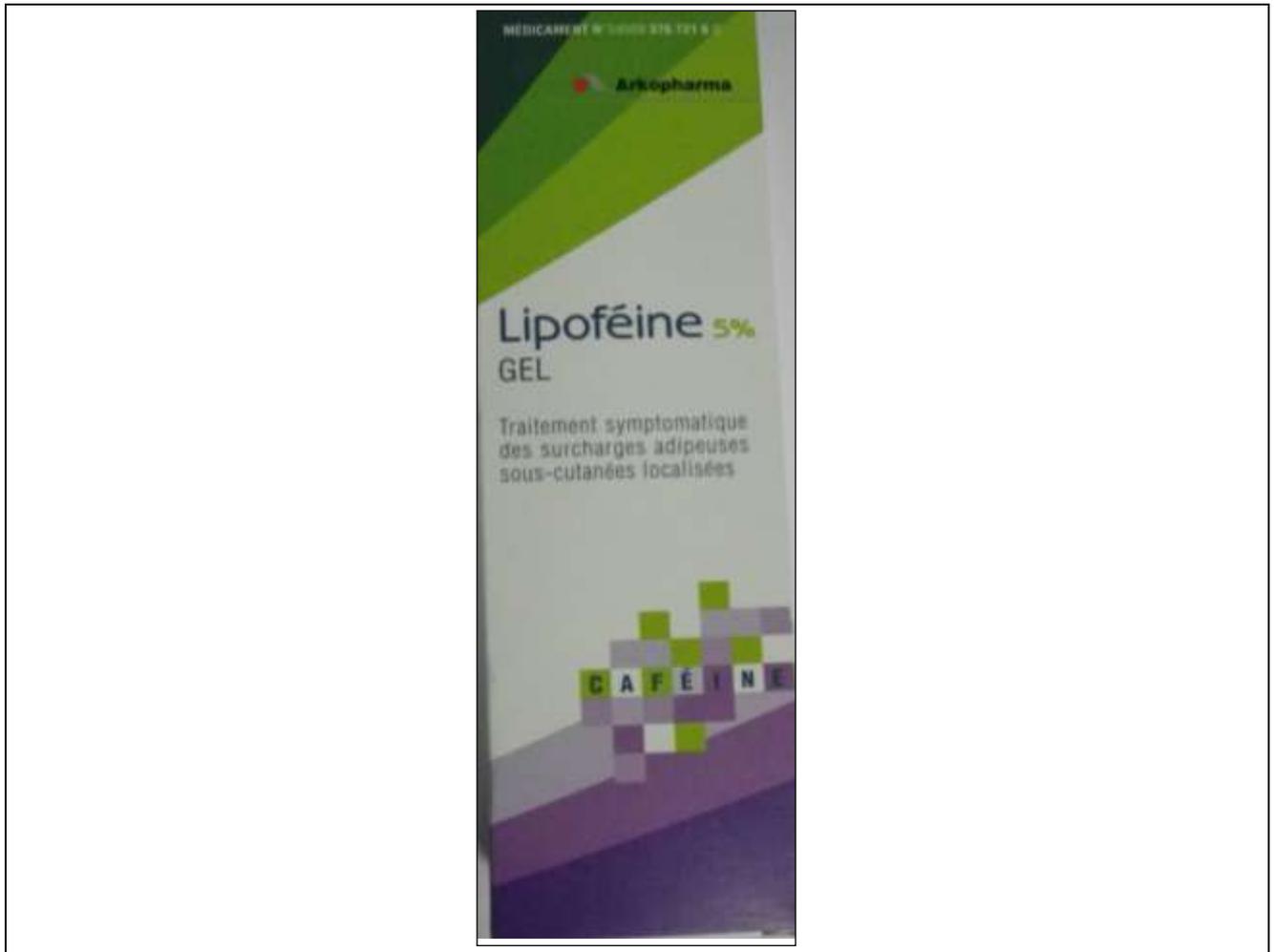


Figure 29 : Emballage secondaire de Lipoféine®

2.9.4.2.2 Composition

La composition de ce médicament est strictement identique à celle de Percutaféine® (Figure 30) (Tableau 15).

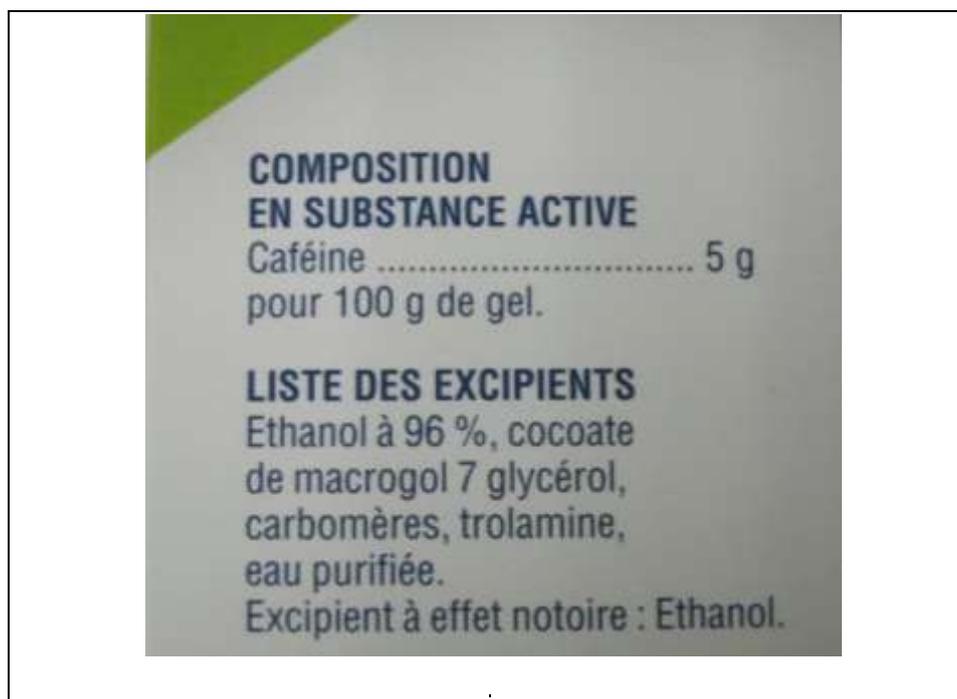


Figure 30 : Composition de Lipoféine® retrouvée sur l’emballage secondaire

Ingrédients	Propriétés
Caféine 5 g	Principe actif lipolytique
Ethanol à 96 % V/V	Solvant de la caféine
Macrogol 7 glycérol cocoate	Agent émulsionnant
Carbomère	Agent gélifiant
Trolamine	Agent neutralisant
Eau purifiée qsp 100 g	

Tableau 15 : Ingrédients contenus dans la formule Lipoféine®

2.9.4.2.3 Commentaires

Lipoféine® est utilisé, tout comme Percutaféine®, dans le traitement symptomatique des surcharges adipeuses sous-cutanées localisées. Ces deux produits, considérés comme équivalents, ont exactement la même composition et la même indication.

2.10 Conclusion

Aujourd'hui les laboratoires cosmétiques rivalisent d'idées pour que leur produit soit « le produit phare » que toutes les clientes cherchant à perdre quelques centimètres de tour de hanche ou de cuisse voudront acheter (packaging attirant, couleurs chaudes, résultats et chiffres qui font rêver, utilisation d'actifs naturels qui semblent être la clé de l'efficacité) et ne cessent d'innover. Dernièrement la clientèle a vu l'arrivée de nouveaux produits sur le marché de la cosmétologie amincissante, tels que Somatoline Solaire amincissant SPF 50+® qui combine l'action en profondeur de la caféine à une association de filtres solaires ayant une action de surface (61), ou encore Ultra Body Lift 10- anti-capitons® de chez Lierac qui revendique un soin minceur sans alcool dosé à 10 % en caféine (62)...

Pourtant, l'analyse de leur composition nous prouve qu'il faut se montrer vigilant et faire preuve de scepticisme vis-à-vis d'un produit semblant à priori posséder toutes les qualités. Qu'il s'agisse de cosmétiques ou de médicaments, la relation dose-effet est toujours valable. Un actif ou un principe actif, pour faire preuve d'efficacité, doit être utilisé en concentration suffisante. Sa présence ne peut pas justifier à elle seule son activité. Dans les cas étudiés, on peut remarquer que les actifs se retrouvent bien souvent à des concentrations très faibles. Pour preuve, l'exemple de la caféine qui a une activité lipolytique reconnue, mais uniquement pour une concentration supérieure ou égale à 5 % dans un gel hydro-alcoolique ; or dans les exemples présentés (sauf pour Percutaféine® et Lipoféine®), on retrouve de la caféine à chaque fois mais à des concentrations qui ne sont pas précisées. Si l'on reprend l'exemple du cosmétique du laboratoire Lierac, la caféine est certes à 10 % dans la formulation, un pourcentage bien supérieur à celui des produits que l'on vient de voir, mais elle n'est pas associée à l'alcool, or on a vu que c'est la forme « gel hydro-alcoolique » qui assure une pénétration optimale de la caféine et donc son efficacité. Pour atteindre un tel pourcentage, l'encapsulation est nécessaire. Un produit qui se veut amincissant doit donc contenir les actifs adéquats et en quantité suffisante.

De plus, il convient de rappeler que l'utilisation d'un produit amincissant ne permettra pas, à lui seul, de régler le problème de cellulite. Inutile d'être pressé, il faut respecter des règles d'hygiène de vie permettant de renforcer l'action du cosmétique ou du médicament utilisé. Il conviendra d'avoir un régime alimentaire équilibré et de pratiquer, si possible, une activité physique régulière.

Deuxième partie : La vigne et le vin

3 La vigne et le vin

3.1 Introduction

Le raisin est aujourd'hui l'un des fruits les plus riches d'un point de vue nutritionnel car il constitue une source non négligeable de composés indispensables à l'organisme. Selon le mode de préparation, les produits de la vigne sont le jus de raisin ou le vin.

La vigne et le vin constituent, aux yeux du monde, des symboles de la France. Il est toutefois à noter que la culture de la vigne, qui date de plusieurs millénaires, est née sur le continent asiatique et s'est répandue à l'Afrique et à l'Europe avant qu'on ne la retrouve en France.

Hier comme aujourd'hui, le vin est consommé au cours du repas. Il est depuis une quarantaine d'années au centre de toutes les discussions scientifiques quant à ses vertus bénéfiques pour la santé.

Depuis bien des années déjà, nos ancêtres le consommaient, non seulement pour le plaisir gustatif, mais également pour des propriétés qui en faisaient un excellent remède vis-à-vis de certaines pathologies. De nombreux poètes lui ont dédié des vers, ainsi Charles Baudelaire qui écrit « Si le vin disparaissait de la production humaine, je crois qu'il se ferait dans la santé et dans l'intelligence de notre planète, un vide, une absence encore plus affreuse que tous les excès dont on le rend coupable » (63).

Les chercheurs se sont donc intéressés de plus près aux raisins et à cette boisson alcoolisée obtenue après fermentation de ces derniers, le vin. Après avoir observé de nombreux effets bénéfiques sur la santé, dont un effet antioxydant important, ils ont essayé de percer le mystère de sa composition. C'est après de nombreuses études qu'il a été démontré que les substances polyphénoliques sont à la base de cette action antioxydante, du fait de leur aptitude à piéger les radicaux libres responsables des dégâts cellulaires et du vieillissement cutané.

A la suite de ces découvertes, l'industrie cosmétique s'est empressée de développer des gammes à base de dérivés polyphénoliques, afin de proposer à ses clients et clientes des solutions innovantes pour lutter contre les signes de l'âge.

3.2 Histoire

La vigne pousse à l'état sauvage depuis déjà des millénaires. Tout d'abord implantée au Caucase, elle s'est rapidement étendue en Palestine, en Syrie, en Egypte et en Mésopotamie, puis est arrivée en Europe ; en sont pour preuve les empreintes fossiles de feuilles de vignes retrouvées en France dans le Languedoc et datant de la fin de l'ère tertiaire. Des archéologues ont également trouvé des pépins de raisins datant de 12 000 ans avant Jésus Christ dans la grotte du Mas d'Azil dans les Pyrénées. Ces indices montrent que dès le néolithique, les hommes préhistoriques avaient découvert cette espèce végétale et la consommait (64).

Les archéologues, grâce aux découvertes réalisées au fil des années, ont émis l'hypothèse que la culture de la vigne s'était développée en Mésopotamie durant le néolithique, c'est-à-dire il y a environ 10 000 ans. En effet, à cette période, les hommes, qui jusque-là étaient des nomades et se nourrissaient des produits de la

chasse et de la cueillette en fonction des saisons, vont s'installer de façon durable dans une région pour y vivre et y cultiver les végétaux qui composeront leur alimentation. C'est ainsi que l'on situe le début de la culture de la vigne qui ne tardera pas à se répandre à travers le monde (65).

Dès le XVII^{ème} siècle, le raisin faisait partie des mets recherchés. A cette époque, il était encore exclusivement consommé par la famille royale lors de banquets. Il faudra attendre deux siècles pour que le raisin fasse son apparition dans tous les foyers.

Ce sont les hommes d'église, le plus souvent, qui se chargeront de sa culture et qui, les premiers se lanceront dans la fabrication du vin à grande échelle.

Avec l'extension des monastères, les vignobles se sont répandus et ont été de plus en plus nombreux en Europe (66).

3.3 La vigne

Cette espèce végétale appartient à la famille des Ampélidacées, qui regroupe une dizaine de genres. Toutes les vignes cultivées, qu'elles produisent du raisin de table ou du raisin destiné à la fabrication de vin, appartiennent au genre *Vitis* pour lequel on compte près de 40 espèces. Les plus importantes sont *Vitis vinifera*, qui correspond à l'espèce européenne, et *Vitis rupestris*, *Vitis riparia*, *Vitis berlandieri*, *Vitis labrusca* d'origine américaine. Ces espèces américaines semblent présenter des qualités gustatives inférieures à celles utilisées pour la réalisation des vins français mais résistent bien mieux au phylloxera. C'est pour cette raison que de nombreux croisements ont été réalisés entre les espèces européennes et américaines afin de rassembler dans un même cépage la qualité gustative française, à la résistance américaine (67).

Au sein de chaque espèce, il existe des variétés différentes, appelées cépages. Il en existe plus de 6 000 à travers le monde, qui diffèrent quant au goût (acidité, teneur en sucre, saveur), à la couleur et à la grosseur des raisins. Les raisins de table possèdent en général, des grains plus gros et plus charnus que les raisins de cuve (67).

En France, on compte une cinquantaine de cépages principaux. Les cépages rouges les plus connus sont le Cabernet-Sauvignon, le Merlot, le Cardinal, le Grenache, le Gamay, le Pinot-Noir et l'Alphonse-Lavallée qui tient son nom du Nantais qui le développa. Parmi les cépages blancs, on retrouve le Chardonnay, le Sauvignon, le Riesling, le Chasselas et l'Italia (Figure 31) (67).

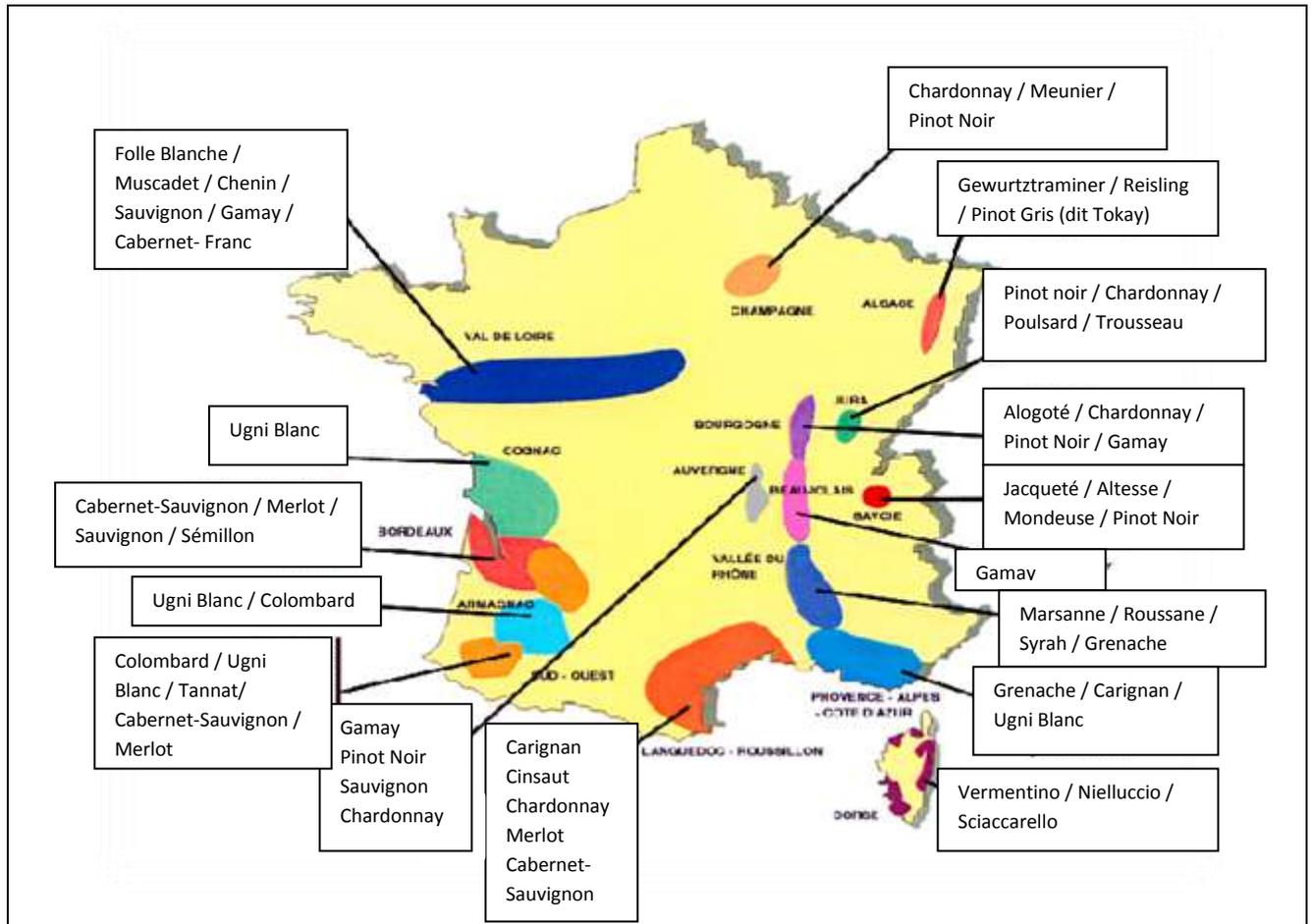


Figure 31: Les différents cépages français (68)

Il s'agit d'une plante grimpante qui se compose du cep, du sarment, de la rafle qui correspond à la charpente de la grappe, de la feuille de vigne et du grain de raisin aussi appelé baie (Figure 32).

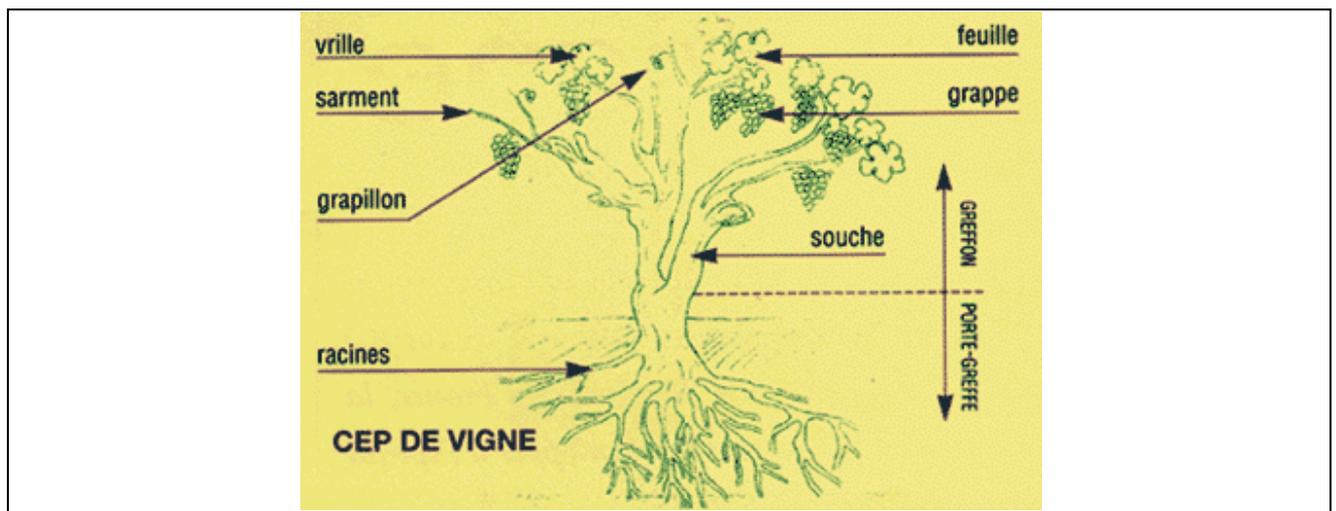


Figure 32 : Schéma d'un cep de vigne (69)

Ce fruit est caractérisé par une peau, appelée pellicule renfermant une pulpe juteuse et charnue associée à des pépins. La peau du fruit est recouverte d'une poudre fine plus ou moins blanchâtre, appelée pruine,

fabriquée par le grain pour se protéger de la pluie. Cette pellicule est un gage de qualité et de fraîcheur car si elle est absente, cela signifie que le fruit a été manipulé (Figure 33).



Figure 33 : Grains de raisin recouverts de pruine (70)

Le raisin est l'un des fruits les plus caloriques, avec 72 Kcal pour 100 grammes, et l'un des plus sucrés avec 15 à 18 grammes de sucre pour 100 grammes. Il contient également des vitamines du groupe B, qui sont nécessaires au métabolisme glucidique, de la vitamine K indispensable à la contraction musculaire, et de la vitamine C (Tableau 16) (64).

	Vit C	Vit A	Vit B1	Vit B2	Vit B3	Vit B5	Vit B6	Vit B9	Vit E	Vit K
mg/ 100 g de raisin	7,000	0,030	0,040	0,020	0,230	0,060	0,070	0,006	0,700	250,000

Tableau 16 : Teneurs, en mg, de quelques vitamines pour 100 g de raisin (64)

En plus de ces vitamines, on retrouve des minéraux, tels que le potassium, le phosphore, le calcium et le magnésium, des oligoéléments tels que le cuivre, le manganèse, l'iode, le zinc et le fluor, des acides organiques et des polyphénols, qui confèrent au raisin de nombreuses propriétés thérapeutiques, comme par exemple la capacité de protection vis-à-vis des maladies cardio-vasculaires ou des cancers (Tableaux 17 et 18)(64).

	K	Ca	Mg	S	Cl	Na
mg/100 g de raisin	22	19	7	8	2	2

Tableau 17 : Teneurs, en mg, de quelques minéraux pour 100 g de raisin (64)

	Fe	Zn	Cu	Mn	Fl	Ni	Cr	Co	Se/I
Mg/100g de raisin	0,300	0,100	0,100	0,075	0,014	0,008	0,002	0,001	traces

Tableau 18 : Teneurs, en mg, de quelques oligoéléments pour 100 g de raisin (64)

Le raisin constitue donc une excellente source énergétique rapidement disponible et est donc idéal pour le petit-déjeuner des enfants et des adultes.

La peau du fruit contient, en plus des vitamines, l'ensemble des substances odorantes caractéristiques des différents cépages. Plus de 400 constituants volatils ont pu être isolés à partir du raisin, mais seulement 250 sont identifiés avec certitude.

3.4 La fabrication du vin

L'opération qui consiste à transformer le raisin en vin s'appelle la vinification. A l'air libre, le jus de raisin va se transformer en vinaigre. En l'absence d'oxygène, ce même jus de raisin va subir une fermentation alcoolique, qui correspond à la phase principale de la vinification. C'est un phénomène naturel au cours duquel les sucres du raisin, principalement le glucose et le fructose, vont se transformer en alcool sous l'action de levures, de la famille des *Kluyveromyces* ou des *Saccharomyces*, tout en dégageant du gaz carbonique.

Saccharomyces cerevisiae est la principale levure utilisée dans la fabrication du vin, du fait de sa capacité fermentaire élevée. Il en existe plus de 200 variétés différentes qui, chacune, présenteront des propriétés particulières. Dépendront alors de la variété : le caractère fruité du vin, la quantité d'acides organiques formés, la variation de la teneur en glycérol ou le caractère olfactif, principalement dû aux sulfures et aux composés phénoliques volatils (71).

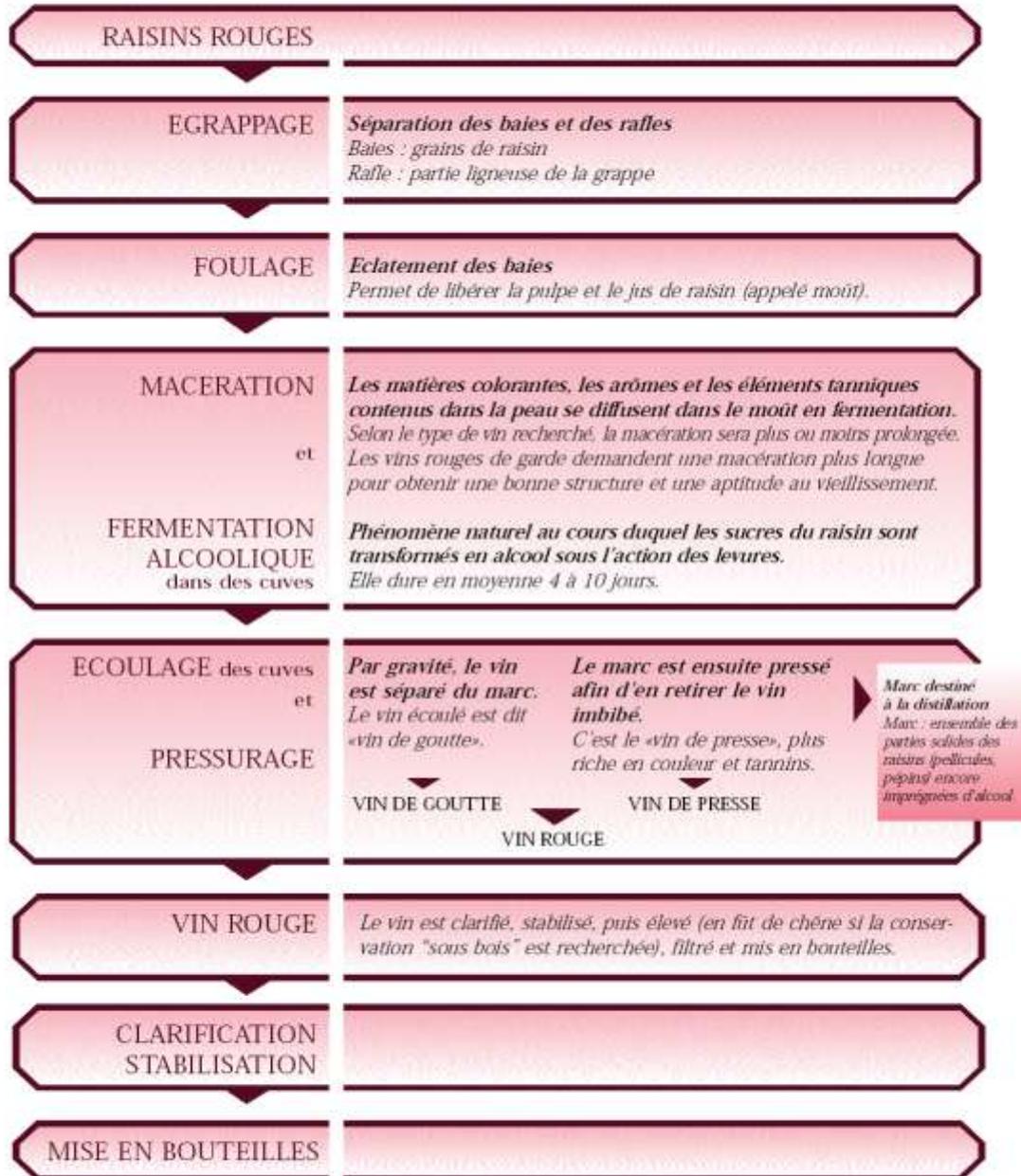
D'un point de vue pratique, il ne suffit pas de déposer les grappes de raisin dans une cuve et d'attendre que la fermentation se fasse. Les grains récoltés vont être nettoyés, égrappés et pressés dans un premier temps. La macération et la fermentation viennent dans un deuxième temps et nécessitent une surveillance attentive de la part du vinificateur.

Un temps de fermentation écourté est susceptible de diminuer la qualité du vin ; la durée de fermentation est particulièrement à prendre en compte lors de la vinification des vins blancs car ces derniers y sont très sensibles. Au contraire, une fermentation trop longue peut perturber le processus fermentaire et entraîner des dommages irréversibles (71).

Les vins rouges sont élaborés à partir de raisins rouges, alors que les vins blancs peuvent être obtenus aussi bien à partir de raisins blancs que de raisins rouges mais dont la chair est blanche. Le vin rosé, quant à lui, est obtenu à partir de raisins rouges (72).

On retrouve ci-dessous les procédés généraux de vinification pour les vins rouges et pour les vins blancs. A partir de ces principes, chaque viticulteur va adapter le processus au vin qu'il souhaite obtenir (Figures 34 et 35).

VINIFICATION EN ROUGE



En fonction des particularités régionales, il existe des modes opératoires différents à l'intérieur de ce schéma général du processus de vinification en rouge.

Figure 34 : Principe de vinification pour un vin rouge (73)

VINIFICATION EN BLANC



En fonction des particularités régionales, il existe des modes opératoires différents à l'intérieur de ce schéma général du processus de vinification en blanc.

Figure 35 : Principe de vinification pour un vin blanc (74)

Remarquons que la couleur est l'une des caractéristiques sensorielles qui influence le plus l'acceptabilité du consommateur. Elle est donc un facteur important auquel le viticulteur prête un grand intérêt. Elle est influencée par la composition du raisin, mais également par le type de sol, le moment de la récolte, la méthode de vinification et les conditions de stockage. Prenons l'exemple du vin blanc : un cépage cultivé sur un sol sablonneux et récolté précocement aura une couleur jaune pâle peu intense, à la différence d'un cépage qui pousse sur un sol argileux et récolté un peu plus tardivement, dont la couleur sera plus prononcée.

L'arôme est également un caractère organoleptique important. Il est le résultat d'interactions entre les différents constituants du vin entre eux, mais également avec ceux produits durant les processus de vinification et de vieillissement. Il dépend, tout comme pour la couleur, du cépage, de la variété des sols et des techniques utilisées (75).

L'œnologue peut apporter quelques corrections au vin, à différents moments de la vinification, afin d'améliorer les caractéristiques gustatives du produit final. Si le vin manque de sucre, il peut ajouter du saccharose ; cette opération s'appelle la chaptalisation. Si le moût est trop acide, il peut le neutraliser par du carbonate de calcium ou du bicarbonate de potassium. Si, au contraire, le vin manque d'acidité, il peut ajouter de l'acide tartrique (64). Il peut également le clarifier par un traitement physique ou enzymatique et diminuer son degré alcoolique (71).

Ces corrections restent cependant très limitées et contrôlées. Elles sont proposées par l'OIV (Organization International of Vine) et sont adaptées à chaque pays. Ainsi en France, la liste des conservateurs autorisés est restreinte comparée aux recommandations internationales. Les vins français qui portent la mention AOC (Appellation d'Origine Contrôlée) sont très contrôlés et les viticulteurs ont une marge de manœuvre très limitée pour les réaliser et un cahier des charges assez lourd.

3.5 La composition du vin

Le vin est une boisson fermentée contenant plusieurs centaines de constituants. Leur diversité et leur richesse lui confèrent des propriétés nutritionnelles, aujourd'hui reconnues.

Le vin contient des macro-nutriments (glucides, protéines) qui en font une excellente source énergétique, mais aussi des micro-nutriments (sels minéraux et oligoéléments), indispensables au bon fonctionnement de l'organisme.

Malgré ce que l'on pourrait penser, d'une manière générale, le vin n'est pas plus calorique qu'un autre aliment. On estime qu'un verre de vin fournit à l'organisme environ 60 calories, ce qui est à peine plus que ce que fournit une pomme (64).

Prenons maintenant quelques instants pour détailler sa composition.

On distingue trois grandes catégories de substances dans le vin : l'eau, les substances volatiles et l'extrait sec.

3.5.1 L'eau

Il s'agit de l'élément le plus abondant ; elle représente 83 à 90 % du vin, soit 830 à 900 g/L. Sa quantité dépend de la nature du terroir, du volume des précipitations locales, ainsi que du cépage cultivé.

3.5.2 Les substances volatiles

Le second élément qui joue un rôle fondamental dans le vin est représenté par les substances volatiles qui participent, de façon quasi exclusive, à l'arôme des vins. Concernant cet arôme, il faudra distinguer d'une part les molécules apportées par le raisin lui-même, donc spécifiques du cépage, et d'autre part le parfum issu de la formation des alcools supérieurs et des esters lors de la fermentation par les levures.

3.5.2.1 Les molécules apportées par le raisin

On trouve l'alcool éthylique, plus couramment appelé éthanol, qui représente 7 à 16 % du volume total du vin. Il va influencer sur la qualité du vin, sur sa conservation (celle-ci étant en lien avec son degré alcoolique) et donc par conséquent sur sa valeur commerciale (76).

3.5.2.2 Les molécules aromatiques formées lors de la fermentation

A côté de l'éthanol, on retrouve des alcools et des esters qui donneront aux vins leurs propriétés aromatiques.

Parmi les alcools volatils, on note la présence de méthanol retrouvé à des concentrations allant de 36 à 350 mg/L selon les vins (environ 152 mg/L dans les vins rouges, 91 mg/L dans les vins rosés et 63 mg/L dans les vins blancs). Il provient de l'hydrolyse des pectines du raisin au cours de la fermentation. C'est le principal responsable des effets secondaires observés suite à une consommation abusive de vin, tels que les maux de tête, les sueurs, les nausées et/ou la fatigue.

Des alcools supérieurs, ainsi appelés car ils possèdent plus de deux atomes de carbone, tels que le propanol, l'isobutanol et l'alcool amylique peuvent également être retrouvés dans le vin à hauteur de 150 à 500 mg/L. Ils résultent de la désamination de certains acides aminés du raisin (24) (76).

Les esters du vin, quant à eux, sont formés soit par réaction chimique au cours du vieillissement, soit par réaction enzymatique au cours de la fermentation.

La proportion d'alcool dans un vin se mesure en degré Gay-Lussac (°GL) en France. Cependant la teneur en alcool est bien souvent exprimée en gramme d'alcool par litre de vin ou en pourcentage afin d'être mieux comprise par les consommateurs (Figure 36) (24) (76).

Teneur en g/L = teneur en % x 10 x densité de l'éthanol à 20°C (environ 0,79)

Exemple : un vin à 10 % en volume : $10 \times 10 \times 0,79 = 79\text{g}$ d'alcool par litre

Figure 36 : Méthode de calcul de la teneur en alcool, en g/L, d'un vin à partir de son pourcentage (76)

Il est important de souligner que la quantité d'alcool dans le vin varie d'un vin à l'autre. Par ailleurs, elle évolue en fonction de l'état de maturité du raisin, car plus le fruit est mûr, plus il contient de sucre, donc plus la fermentation alcoolique sera importante. D'autres facteurs sont à prendre en compte pour évaluer la richesse en alcool d'un vin : interviennent le mode d'exposition du cépage, les méthodes de culture et de vinification. Toutefois, malgré des conditions climatiques optimales, la teneur en alcool des vins atteint rarement 16 % car les levures, indispensables au processus fermentaire, supportent mal les teneurs élevées en alcool. C'est pourquoi il n'est pas rare que de l'alcool soit additionnée au vin final afin d'augmenter son degré alcoolique, et par la même ses propriétés organoleptiques. De plus, au fil des années, le degré

alcoolique d'un vin diminue (environ 0,2° par an), lors de la garde en futs de bois et à chaque manipulation, comme la mise en bouteille par exemple.

Pour information, chaque verre consommé équivaut à 10 g d'alcool pur, soit 0,25 g d'alcool par litre de sang. Cela correspond à 25 cl de bière à 5°, 12,5 cl de vin à 10-12° en moyenne ou 3 cl de whisky à 40° ; sans oublier que ces contenances sont celles servies dans un bar et non celles que l'on se sert à la maison (Figure 37). Il faut savoir également que pour un même verre consommé, le taux d'alcoolémie peut sensiblement augmenter chez les femmes, les personnes très minces ou les personnes âgées du fait de fonctions métaboliques de capacité différente. Par ailleurs, la consommation de certains médicaments (antibiotiques, anticonvulsivants, antidépresseurs) peut augmenter les effets de l'alcool, notamment les effets déprimeurs (77).

Aujourd'hui, la loi autorise la conduite d'un véhicule motorisé avec un taux d'alcoolémie de 0,5 g/L maximum, sachant que le taux d'alcool dans le sang est maximum une heure après la dernière prise et que notre corps élimine au mieux 0,10 g d'alcool par heure (78).

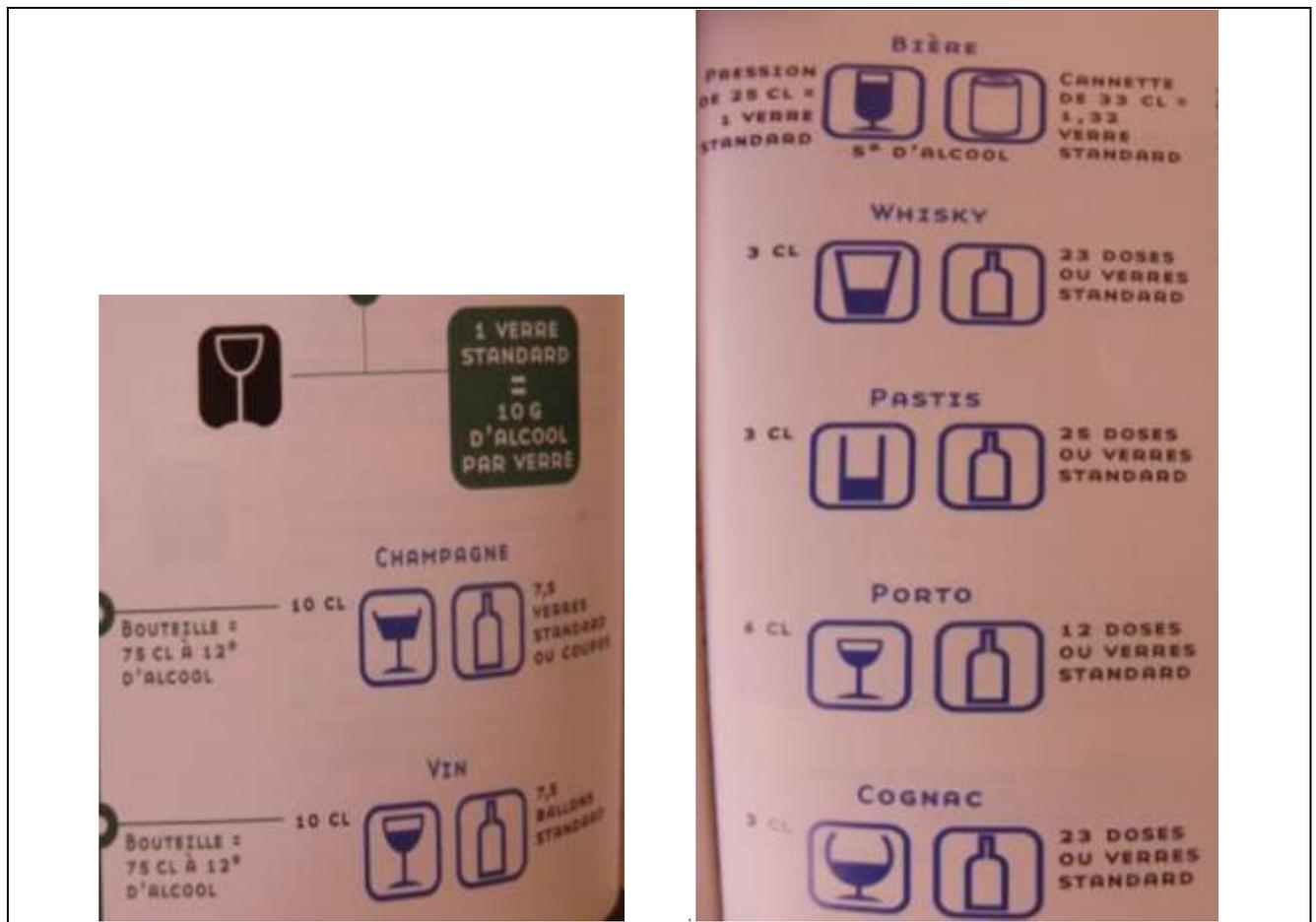


Figure 37 : Equivalence des taux d'alcool en fonction de différentes boissons alcoolisées (78)

3.5.3 L'extrait sec

Enfin, le dernier élément du vin correspond à l'extrait sec qui représente 14 à 15 g/L pour les vins blancs et peut atteindre 20 à 22 g/L pour les vins rouges en France. Cet extrait sec est composé de matières minérales et de matières organiques.

3.5.3.1 Les matières minérales

Les matières minérales sont représentées principalement par les anions et les cations (Tableau 19) et par quelques métaux lourds et oligoéléments (Tableau 20) présents à l'état de trace dans le vin. Ils existent dans le vin sous forme ionisée, ce qui facilite leur absorption par l'intestin grêle.

Anions					Cations						
Principaux anions					Principal cation						
Cl ⁻	SO ₄ ⁻	PO ₄ ⁻	Br ⁻	I ⁻	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ²⁺	Cu ²⁺	Mn ²⁺
<50 mg/L	0,1- 0,4 g/L	0,03 à 0,09 g/L	<1mg/L	<0,5 mg/L	0,4 à 1,5 g/L	10 à 40 mg/L	Teneur limitée en fonction du pH et du titre alcoolique	60 à 150 mg/L	10 à 20 mg/L	0,2 à 0,3 mg/L	Faible
>1g/L en bord de mer											

Tableau 19 : Teneur des principaux anions et cations présents dans le vin (24,76)

Le taux de sulfate augmente lors de la conservation, de même que la teneur en cuivre.

Métaux lourds et oligoéléments							
Zinc	Plomb	Cadmium	Arsenic	Mercure	Aluminium	Chrome et Nickel	Argent
0,15-0,4 mg/L	0,1-0,4 mg/L	<10 µg/L	0,01-0,02 mg/L	<5µg/L	<10 mg/L	Environ 20 µg/L	0,1 mg/L

Tableau 20 : Teneur des principaux métaux lourds et oligoéléments présents dans le vin (24,76)

Tout comme les sulfates et les ions cuivre, le chrome et le nickel sont des éléments dont le taux est susceptible d'augmenter durant la conservation, mais sans risque pour la qualité du vin et la santé du consommateur. Au contraire, le cadmium et l'arsenic sont des métaux pour lesquels le taux doit être minutieusement contrôlé car ils peuvent devenir toxiques pour l'Homme à des doses respectivement supérieures à 10 µg/g et 1 mg/L.

Ces sels minéraux vont agir comme des catalyseurs dans l'organisme. Ils sont, en effet, indispensables pour de nombreuses réactions biologiques.

Prenons pour exemples le calcium, le potassium, le magnésium et le sodium.

Le calcium, est un cation clé qui participe à de nombreux processus de la vie cellulaire et du fonctionnement de l'organisme. On citera pour exemples la formation du tissu osseux, la contraction musculaire, la sécrétion des neuromédiateurs, la propagation de l'influx nerveux et l'activation de systèmes enzymatiques variés. Ces nombreuses fonctions permettent de comprendre qu'il s'agit de l'ion le plus présent dans l'organisme où il représente jusqu'à 2 % du poids du corps (1,3 Kg chez un adulte de 70 Kg) (79).

Le potassium, quant à lui, intervient dans le maintien de la pression osmotique intracellulaire et dans la contraction musculaire. Il participe également à de nombreuses réactions du métabolisme intracellulaire, en particulier dans le métabolisme des glucides (80).

Le magnésium va, lui, participer à la lutte contre les infections, en stimulant les défenses immunitaires, mais aussi, va participer, avec le calcium, à l'ossification. Il intervient également dans la diminution de l'excitabilité neuromusculaire et est impliqué dans de nombreuses réactions enzymatiques (80). Le Saint-Emilion fait partie des crus les plus riches en magnésium avec une concentration avoisinant les 0,142 g/L.

Enfin, le sodium joue un rôle prépondérant dans les systèmes nerveux et musculaires où il contrôle les potentiels membranaires. Ce cation fonctionne de pair avec le potassium, leur équilibre étant à la base de nombreux processus physiologiques, tels que l'hydratation cellulaire ou la contraction musculaire (80).

Il est à noter qu'une partie des cations, le potassium surtout, se trouve à l'état de sels d'acides organiques dans le raisin et le vin, combinés à des acides tels que l'acide tartrique, l'acide malique ou l'acide citrique.

3.5.3.2 Les matières organiques

Le vin est composé de nombreuses substances organiques qui sont soit naturellement présentes dans le raisin, soit apparues lors de la fermentation.

3.5.3.2.1 Les substances naturellement présentes dans le raisin, retrouvées dans le vin

Ces substances sont représentées par les sucres simples, les polysides, les acides organiques, les substances azotées, les polyphénols et les vitamines.

3.5.3.2.1.1 Les sucres : pentoses et hexoses

Le moût de raisin et le vin contiennent naturellement des pentoses et des hexoses. Ces sucres, principalement glucose et fructose, sont stockés par le grain de raisin au cours de la maturation pour atteindre une teneur proche de 15 à 25 % de la composition du vin en fin de maturation (81). Lors de la fermentation, une partie de ces deux sucres, va se transformer en alcool sous l'action des levures, tandis que l'autre partie sera retrouvée intacte dans le produit final de la vinification.

Le rôle gustatif joué par ces sucres est important car leur nature et le rapport glucose/fructose sont des facteurs qui vont influencer la sensation de goût sucré et son intensité. Ainsi les sucres ne se retrouvent qu'à hauteur de 2 à 3 g/L dans les vins rouges, alors que dans les vins blancs ils peuvent atteindre une concentration proche de 20 g/L pour certains vins très fruités tels qu'un Beaujolais ou un Riesling, voire 100 g/L pour des vins très liquoreux tels qu'un Gewurztraminer ou un Sauterne (64,76).

D'un point de vue commercial, les vins blancs sont divisés en vins secs, ne contenant en principe pas plus de 2 g de sucres par litre, en vins demi-secs ayant une teneur en sucre pouvant atteindre 18 g/L, et en vins moelleux et liquoreux dont la teneur en sucre peut atteindre des valeurs bien supérieures.

3.5.3.2.1.2 Les polysides

Moût de raisin et vin contiennent également des polysides (ou polysaccharides selon la terminologie anglosaxonne), tels que les pectines qui sont des constituants de la paroi végétale. De par leur structure multicaténaire, permettant la formation d'un réseau appelé gel, ces molécules jouent un double rôle. D'une part, elles jouent un rôle de cohésion des différents tissus de la paroi. D'autre part, elles constituent une réserve d'eau pour le végétal, du fait de leur caractère hygroscopique (Figure 38).

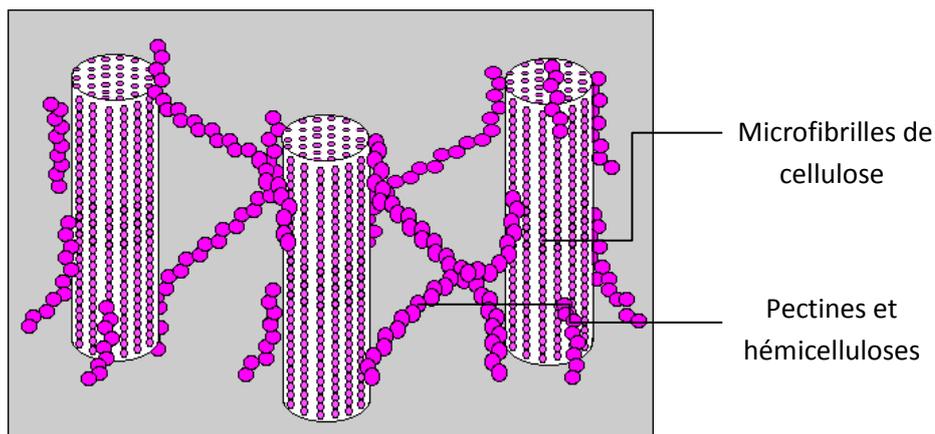


Figure 38 : Schéma de la paroi végétale (82)

Ces pectines subissent une hydrolyse enzymatique naturelle lors de la maturation des fruits. Ce processus biologique est reproduit artificiellement lors de la vinification, par ajout d'enzymes, pour permettre la clarification spontanée du moût avant la fermentation alcoolique. Cette hydrolyse artificielle explique que la proportion de pectines dans le vin est plus faible (0,2 à 1 g/L), que celle retrouvée dans le moût.

3.5.3.2.1.3 Les acides organiques

Parmi ces acides organiques, les plus représentés dans le raisin et le vin sont l'acide tartrique, l'acide malique et l'acide citrique. Ces acides vont, de par leur concentration, réguler les équilibres acido-basiques de chaque vin. Cette propriété en fait des éléments essentiels de la constitution des vins. Responsables de leurs qualités organoleptiques et de leurs éventuels défauts, ces acides jouent un rôle fondamental. Ces trois acides, et plus particulièrement l'acide tartrique, peuvent être ajoutés par le viticulteur dans le produit final, afin de rehausser son acidité, lorsque celle-ci est faible, et par conséquent améliorer son goût et sa qualité.

3.5.3.2.1.3.1 L'acide tartrique

L'acide tartrique est un acide spécifique du raisin et du vin (Figure 39).

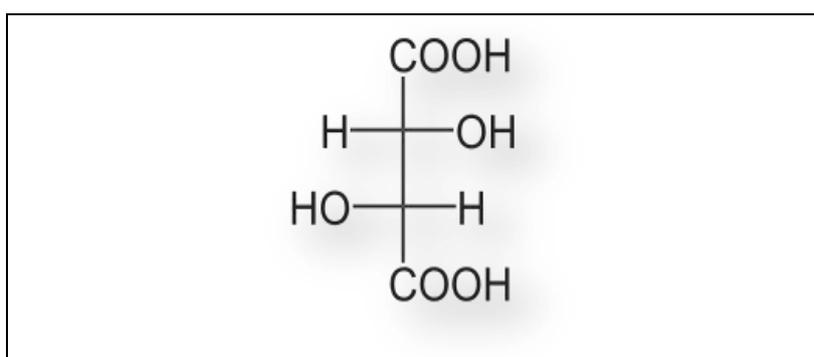


Figure 39 : Formule chimique de l'acide tartrique (17)

On le retrouve très peu dans la nature en dehors de la vigne, où il représente l'acide le plus abondant et donc le plus susceptible de provoquer une acidification du milieu. Les vins contiennent de 1,5 à 5 g/L d'acide tartrique. Si sa concentration est un peu trop élevée, l'acide tartrique peut donner au vin de la dureté et une certaine astringence, c'est-à-dire que le vin, une fois en bouche, va resserrer le tissu lingual

et va diminuer les sécrétions buccales. Notons que les vins de qualité et les grands crus en sont généralement dépourvus (83).

3.5.3.2.1.3.2 L'acide malique

L'acide malique, quant à lui, est un acide organique très répandu dans le règne végétal car il constitue l'acide principal de nombreux fruits tels que les pommes, les poires et le raisin (Figure 40).

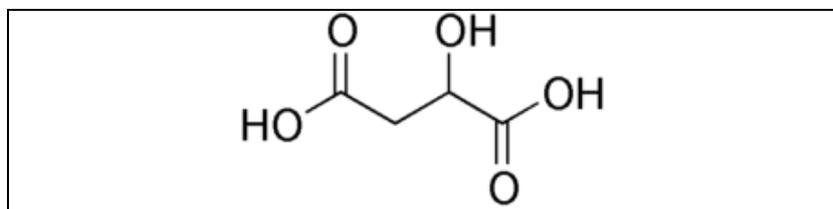


Figure 40 : Formule chimique de l'acide malique (84)

Suite à la fermentation alcoolique, l'acide malique restant va être transformé en acide lactique par des bactéries, soit naturellement présentes, soit ajoutées par le viticulteur ; on parle alors de fermentation lactique ou malolactique. Cette étape va permettre d'abaisser l'acidité des vins et de les assouplir afin qu'ils soient moins âpres en bouche. Cette opération n'est pas effectuée de façon systématique en viticulture car si elle est effectuée sur un vin dont l'acidité de base est normale, tels les vins blancs ou rosés, elle peut avoir des conséquences négatives sur leurs qualités et leurs propriétés organoleptiques (84).

3.5.3.2.1.3.3 L'acide citrique

L'acide citrique est présent dans de nombreux fruits, en particulier le citron où il est responsable à 95 % de l'acidité, et dans les raisins à des teneurs variables en fonction du cépage (Figure 41).

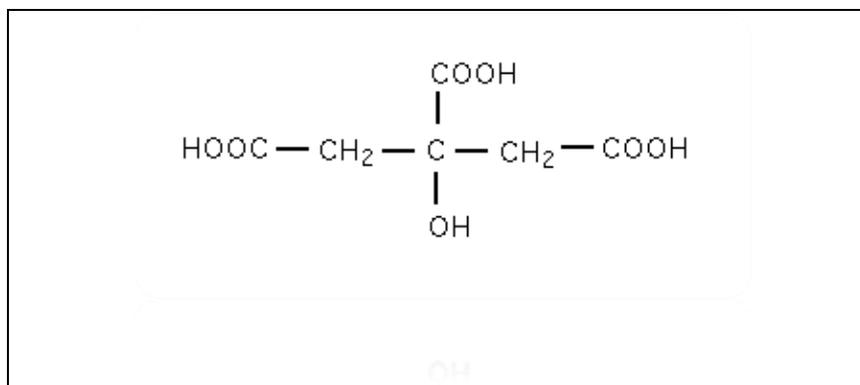


Figure 41 : Formule chimique de l'acide citrique (83)

Les viticulteurs l'utilisent pour augmenter l'acidité gustative des vins, en particulier des vins blancs secs, et pour fixer le fer présent en grande quantité dans certains vins. Sa teneur finale est proche de 0,5 g/L, et ne doit pas dépasser 1 g/L (83).

Remarque : son utilisation dans les vins rouges appelle quelques réticences car il n'y est pas très stable. Il risque en effet de subir la fermentation par les bactéries lactiques, augmentant ainsi l'acidité du vin (83).

3.5.3.2.1.4 Les substances azotées et les polyphénols

Les polyphénols et les substances azotées vont conférer au vin des propriétés olfactives, gustatives et nutrithérapeutiques qui en font sa spécificité et sa qualité.

3.5.3.2.1.4.1 Les substances azotées

Le raisin mûr contient 0,5 à 1 % de substances azotées et son moût en contient 200 à 500 mg/L. En œnologie, leur rôle est extrêmement important lors du processus fermentaire, du développement microbien et elles représentent un facteur important de la stabilité de la limpidité.

L'azote se retrouve dans les moûts et les vins, à l'état minéral ou ammoniacal (NH_4^+) et à l'état organique (protéines, polypeptides, acides aminés) (76).

3.5.3.2.1.4.2 Les polyphénols

Les polyphénols, au nombre proche de 200, sont des produits du métabolisme secondaire de nombreux végétaux tels que les fruits, les légumes, les céréales, les fruits secs (Tableau 21).

Aliments riches en polyphénols (flavonoïdes en mg/100g de poids frais)			
Laitue	32	Pamplemousse	400
Oignon	30	Orange	220
Endive	29	Myrtille	16
Poireau	10	Raisin	10
Céleri	10	Cassis	8
Haricot vert	7	Abricot	5
Chou de Bruxelles	6	Mure	5
Brocoli	3	Pomme	3
Tomate	1	Prune	3

Tableau 21 : Quantité de flavonoïdes, en mg pour 100 g, dans différents aliments (85,86)

Ils sont synthétisés par le biais de deux voies biochimiques distinctes. Tout d'abord, à partir de la voie de l'acide shikimique qui conduit, après transamination et désamination, aux acides cinnamiques et à leurs nombreux dérivés. La seconde voie est représentée par celle issue de l'acétate, qui conduit à des polyacétates de longueur variable menant par cyclisation à des composés polycycliques. Une troisième voie est envisageable par la possibilité d'une participation simultanée des deux voies (85).

Ces substances phénoliques sont extraites des parties solides de la grappe (pépins à 60 %, rafles et pellicules à 10 %). Elles vont avoir un grand intérêt œnologique mais également pharmacologique, alimentaire et médical (87).

En effet, ces composés jouent un rôle important dans les caractères organoleptiques du vin tels que la couleur, la saveur, l'astringence et la dureté. Mais cela ne s'arrête pas là, les œnologues leur portent une

grande attention car ces polyphénols vont intervenir dans les processus de conservation et de vieillissement du vin (76).

Leur structure chimique, représentée par deux cycles benzéniques réunis par une chaîne de trois atomes de carbone, va également leur conférer des propriétés anti-oxydantes, en piégeant les radicaux libres, qui sont à la base de multiples applications tant en pharmacologie qu'en cosmétologie et diététique (Figure 42).

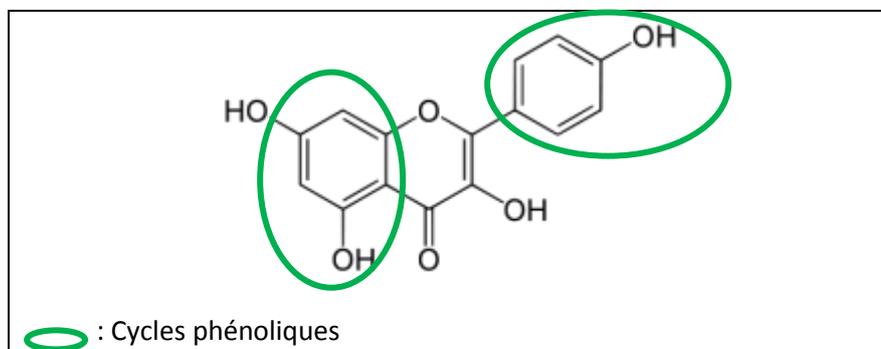


Figure 42 : Exemple de la molécule de Kaempferol, structure polyphénologique (88)

Cette grande classe de molécules se subdivise en trois familles principales : les acides phénols, les stilbènes et les flavonoïdes.

3.5.3.2.1.4.2.1 Les acides phénols

Les acides phénols sont représentés principalement par les acides benzoïques, cinnamiques et leurs dérivés (Tableau 22). On les retrouve à des concentrations allant de 0,1 à 30 mg/L dans les raisins et le vin, avec en chef de file l'acide gallique. Les concentrations varient en fonction de la variété, de la localisation du cépage et des processus de fabrication (89).

Dérivés benzoïques	Dérivés cinnamiques
Acide gallique	Acide caféique
Acide syringique	Acide caftarique
Acide vanillique	Acide coumarinique
Acide ferrulique	

Tableau 22 : Deux catégories d'acides phénols (89)

3.5.3.2.1.4.2.2 Les stilbènes

La famille des stilbènes est représentée principalement par le resvératrol.

Le resvératrol est un composant naturel de nombreux fruits dont le raisin. Il est synthétisé presque exclusivement dans la peau.

La dernière enzyme qui intervient dans sa biosynthèse est la stilbène-synthétase, laquelle est activée en réponse à des facteurs de stress exogènes tels que les rayons UV ou des agents pathogènes responsables de maladies de la vigne. Une concentration finale élevée en resvératrol dans le vin, va donc dépendre des

facteurs mentionnés précédemment, mais est également à relier à une augmentation de la température, à un niveau élevé en SO₂ et/ou à une diminution du pH. Cette concentration variera en fonction de l'espèce, mais également en fonction de la région et de l'année (Figure 43) (87,90).

Exemples :

- Temps sec, pas d'attaque fongique, √ du stress, √ de la synthèse du resvératrol
- Temps humide, risque d'attaque fongique, ↗ du stress, ↗ de la synthèse de resvératrol
- Double macération, ↗ de la synthèse de resvératrol

Figure 43 : Les facteurs qui influencent la synthèse du resvératrol (87)

Le resvératrol existe sous trois formes dans le vin, le cis-resvératrol, le trans-resvératrol et le glucoside de resvératrol ; chacune possédant des propriétés bénéfiques pour la santé. Le trans-resvératrol est la molécule qui a été la plus étudiée à l'heure actuelle.

3.5.3.2.1.4.2.3 Les flavonoïdes

La famille des flavonoïdes est, quant à elle, subdivisée en anthocyanes, flavonols et tanins.

3.5.3.2.1.4.2.3.1 Les anthocyanes

Les anthocyanes sont des polyphénols formés par fixation de une à deux molécules de sucre sur une molécule d'anthocyanidol. La plus connue est la cyanidine, mais le 3-glucoside est le composé dont le pouvoir antioxydant est le plus fort. On retrouve également dans cette sous-famille la malvidine et son diglucoside, le glucoside de petunidine, le glucoside de peonidine et le diglucoside de cyanidine (89).

Ces composés rouges, bleus ou violets sont présents dans la pellicule des raisins, partiellement sous forme de complexes, qui semblent jouer un rôle majeur dans l'intensité et la stabilité de la couleur des vins (76). Bien que caractéristiques des raisins noirs, ces composés sont également présents dans les raisins blancs, mais en quantité bien moindre.

Le taux d'anthocyanes dans un vin, varie en fonction de facteurs spatiotemporels (tels que la zone de culture ou la saison, de laquelle dépendra la maturité du fruit), mais aussi des conditions de fabrication du vin (la durée de macération et la température de vinification) (91).

Les cépages les plus riches en anthocyanes sont le Merlot, le Cabernet-Sauvignon, le Tannat et le Syrah. Les vins rouges obtenus à partir de ces cépages en sont donc les plus riches (64).

3.5.3.2.1.4.2.3.2 Les flavonols

Les flavonols sont des pigments jaunes existant dans la pellicule des raisins ; les plus connus étant la quercétine et son glucoside, la myricétine, l'isorhamnétine et le kaempférol. Malgré ce que l'on pourrait penser, ces pigments ne participent pas à la coloration des vins blancs. Aujourd'hui encore, les œnologues ne possèdent aucune indication précise sur la nature des substances responsables de la coloration des vins blancs. Il semblerait qu'elle soit de nature phénolique, mais aucune étude n'a encore permis de le prouver (92).

3.5.3.2.1.4.2.3.3 Les tanins

Les proanthocyanidols, ou tanins condensés, sont des métabolites polyphénoliques (Figure 44).

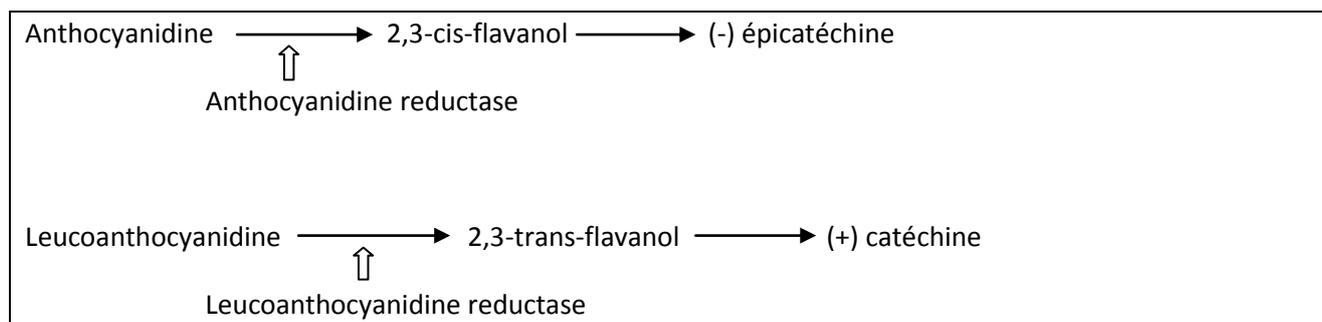


Figure 44 : Voie d'obtention de la catéchine et de l'épicatechine (93)

Dans le raisin, ils sont principalement localisés dans les graines et la tige, mais aussi dans la peau, où ils sont réactifs et facilement extractibles. On en retrouve principalement dans les vins rouges et en très faible proportion dans les vins rosés du fait même du procédé de vinification.

Dans la nature, les tanins constituent pour les végétaux un système de protection contre les prédateurs, les rayons ultra-violet et les maladies.

En ce qui concerne le vin, les tanins vont entrer en jeu dans sa structure, en interagissant avec les protéines et les polysaccharides constitutifs et vont également lui conférer des propriétés organoleptiques particulières telles que l'intensité et la stabilité de sa couleur, son amertume et son astringence (93,94).

Ces polyphénols, toutes classes confondues, sont présents en quantité importante dans le vin avec une concentration allant de quelques milligrammes dans les vins blancs à 1 voire 4 g/L dans les vins rouges. Cela s'explique par le fait que durant la vinification des vins blancs, la peau qui contient une grande proportion de composés phénoliques est rejetée, alors que pour les vins rouges elle est conservée lors de la macération. Leur concentration dépend du cépage et du mode de préparation du vin, notamment du temps de macération.

Aujourd'hui, de nombreuses techniques sont mises en place pour essayer d'augmenter cette quantité de composés phénoliques dans le vin blanc telles que la macération préfermentative entre la peau et le moût par exemple (95).

L'intérêt de leur présence dans le vin tient donc d'une part à leur quantité importante dans les raisins (principalement pépins et pellicules), et d'autre part à leur capacité de transfert dans le vin, grâce à l'alcool, lors de la vinification.

3.5.3.2.1.5 Les vitamines

Comme on l'a vu précédemment, le raisin renferme des vitamines en quantité assez importante. Ces vitamines se retrouvent dans le vin mais en quantité très faible, à l'exception des vitamines du groupe B dont la teneur n'est pas négligeable (Tableau 23).

Teneurs moyennes en vitamines des vins rouges dans 1 litre	
B1 (thiamine)	0,10 mg
B2 (riboflavine)	0,18 mg
B5 (acide pantothénique)	0,98 mg
B6 (pyridoxine)	0,47 mg
Mésoinositol	334.00 mg
H (biotone)	2,10 µg
PP (nicotinamide)	1,89 mg
Cobalamine	0,06 µg

Tableau 23 : Teneurs moyennes de différentes vitamines pour 1L de vin rouge (64)

3.5.3.2.2 Les substances organiques apparaissant lors de la fermentation

Lors de la fermentation alcoolique, de nombreuses substances organiques vont être formées, et en particulier le glycérol.

Le glycérol est, après l'eau et l'alcool, le constituant le plus abondant du vin. Il est formé au début de la fermentation alcoolique du moût. De par sa saveur sucrée, comparable à celle du glucose, il contribue de façon modeste au moelleux du vin, perçu lors de la dégustation. Sa proportion est assez constante d'un vin à l'autre, 6 à 10 grammes pour 100 grammes d'alcool, et varie en fonction de la quantité initiale de sucre, de la nature des levures et des conditions de fermentation.

Il faut noter cependant, que dans les vins blancs liquoreux, les teneurs en glycérol dépassent largement ces valeurs.

D'après l'étude que nous venons de faire des différents éléments qui composent le vin, nous pouvons dire que celui-ci est d'une très grande richesse biochimique et nutritive, richesse qu'il puise d'une part des grains de raisins eux-mêmes, avant toute intervention de l'homme, et d'autre part de l'apparition de nouveaux composants lors des différents procédés fermentaires. Tous ces éléments vont permettre de distinguer un vin d'un autre et de le rendre unique à la vue, à l'odeur et bien sûr au goût.

3.6 Les propriétés du vin et plus particulièrement des polyphénols

3.6.1 Le mystère du « french-paradoxe »

Alors que bien des peuples meurent de faim dans le monde, les habitants des pays dits développés semblent mourir des conséquences d'abus alimentaires et d'une mauvaise hygiène de vie (stress, tabac, alcool). Depuis quelques dizaines d'années, le nombre de patients atteints d'obésité, de diabète, d'hypertension artérielle et/ou de maladies cardio-vasculaires ne cesse de croître dans ces pays. Par exemple, aux Etats-Unis les affections cardio-vasculaires sont à l'origine de deux tiers des décès.

Dès les années 1970, les chercheurs ont commencé à s'intéresser à ce phénomène, à ses causes et ses conséquences à plus ou moins long terme et tous sont arrivés à la même conclusion : l'augmentation du nombre de pathologies cardiovasculaires est en lien direct avec un déséquilibre alimentaire et une mauvaise hygiène de vie. L'exception concernera la France, où les observations seront différentes. Malgré des facteurs de risque identiques (alimentation riche en acides gras saturés, tabagisme, manque d'exercice physique, hypertension artérielle et cholestérolémie élevée), les français semblent mourir relativement peu de pathologies cardiaques et coronariennes, par comparaison aux autres pays, même si la consommation de vin est importante (Figure 45) (64,66,96).

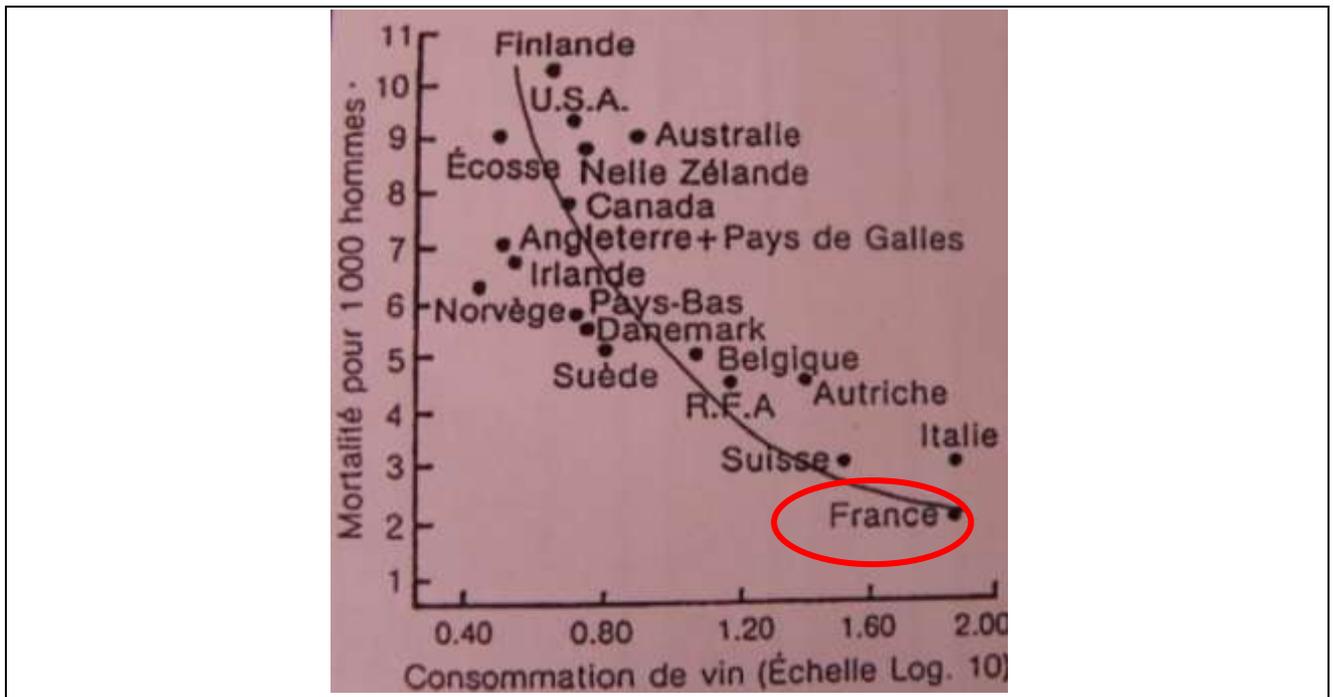


Figure 45 : Taux de mortalité en fonction de la consommation de vin (64)

Selon les études, le nombre de crises cardiaques est plus faible en France qu'aux Etats-Unis de 36 à 55 % (Tableau 24). Cette première observation du « paradoxe français » fut faite pour la première fois par le Professeur Ducimetière en 1980. Au cours des années suivantes, d'autres études sont venues confirmer cette observation, tels les projets WHO-Monica entre 1980 et 1990, mis en place par l'OMS et les projets européens Euroaspire I et II entre 1995 et 2000 (85).

Taux de mortalité (pour 100 000 hommes)				
Pays	Mortalité coronarienne	Lipides alimentaires % calories	Cholestérol mg/dL	% fumeurs
Japon	49	28	-	70
France	91	45	233	37
Espagne	106	42	219	47
Italie	135	42	224	47
Suisse	161	46	248	32
Belgique	133	46	238	47
Etats-Unis	240	46	209	40
Ecosse	356	44	244	52

Tableau 24 : Taux de mortalité dans plusieurs pays, en fonction de différents facteurs de risque (64)

Les chercheurs se sont donc attelés à découvrir la raison de cette moindre mortalité. En 1980, le physiologiste américain Ancel Keys a montré que l'alimentation méditerranéenne, riche en fruits, légumes et graisses végétales (huile d'olive), était un facteur protecteur vis-à-vis des maladies coronariennes, prenant l'exemple de la Crète qui détient à cette époque le plus faible taux de mortalité coronarienne avec 1 décès pour 100 000 habitants (64,66).

Pourtant, force est de constater que cette alimentation méditerranéenne n'est pas la seule explication à cette moindre mortalité car dans toutes les études de l'OMS, la France devance ses voisins méditerranéens, Espagnols et Italiens, qui pourtant ont une alimentation semblable et un mode de vie assez proche. Après de multiples recherches et observations, les scientifiques notèrent qu'une seule chose distinguait la France de ses voisins méditerranéens : sa consommation de vin avec, dans les années 90, environ cent bouteilles de vin par personne et par an, chiffre bien supérieur à celui de l'Italie où la consommation atteignait 87 bouteilles de vin par personne et par an. Aujourd'hui, ces chiffres ont nettement diminué, ces trois pays, avec 43 litres de vin par personne et par an, ont une consommation quasi identique, mais qui reste cependant très élevée comparée à d'autres pays (26,9 L/an/pers.au Royaume-Uni, 28,6 L/an/pers. en Hollande, 34,6 L/an/pers en Allemagne et 38,3 L/an/pers au Danemark) (97).

L'hypothèse que la consommation de vin soit à l'origine de la protection des Français vis-à-vis des maladies cardio-vasculaires fut émise dès le début des années 80 par l'épidémiologiste Serge Renaud. Il mit en évidence le fait que les Français, notamment ceux vivant dans le sud de la France, décédaient moins de maladies cardio-vasculaires par rapport à d'autres populations vivant plus au nord (Tableau 25).

Ville	Mortalité pour 100 000 habitants
Toulouse	78
Strasbourg	102
Lille	105

Tableau 25 : Taux de mortalité pour 100 000 habitants dans trois grandes villes françaises (64)

Deux études, française et danoise, réalisées dans les années 2 000, ont montré respectivement que la consommation de 1 à 3 et 3 à 5 verres de vin par jour, était associée à une réduction de 30 à 50 % de la mortalité cardiovasculaire mais également à une diminution de 22 % du risque de mortalité par cancer (85) (98). Il convient cependant de remarquer que malgré la protection cardio-vasculaire qu'elle engendre, une consommation quotidienne de 3 voire 5 verres de vin, ce qui correspond respectivement à 0,75 et 1,05 g d'alcool par litre de sang (99), peut causer des troubles de la vigilance importants et engendrer des lésions hépatiques irréversibles !

Suite à ces observations, les études vont se multiplier à travers le monde afin de comprendre les raisons de cet effet protecteur et apporter des preuves biologiques et scientifiques.

3.6.2 Les propriétés du vin

Dans un premier temps, les chercheurs se sont attachés à comprendre le rôle cardioprotecteur apporté par une consommation modérée de vin. Ils ont d'abord longtemps cru que cette propriété cardioprotectrice pouvait être attribuée à l'alcool, avant que des études ne viennent prouver que la moindre mortalité cardiovasculaire observée chez les consommateurs réguliers de vin s'expliquait par plusieurs mécanismes, pour lesquels les polyphénols ont un rôle important (85).

3.6.2.1 Les propriétés de l'alcool

L'alcool possède de nombreuses propriétés pouvant expliquer la diminution du risque cardiovasculaire. L'alcool est responsable de :

- l'augmentation de 50 % du taux de lipoprotéine de haute densité (HDL) et la diminution d'environ 18 % du taux de lipoprotéine de basse densité (LDL), ce qui va permettre d'optimiser la prise en charge des molécules de cholestérol circulant dans le sang et ainsi limiter les dommages vasculaires (85,96,100).
- l'inhibition de l'agrégation plaquettaire, la réduction de la teneur en fibrinogène et l'augmentation du plasminogène, ce qui va limiter la formation des caillots et favoriser la dissolution de ceux déjà existants (85,96,100).
- la production d'oxyde nitrique au niveau de l'endothélium vasculaire, engendrant une vasodilatation qui limite par conséquent le risque d'accident vasculaire ischémique (85,96,100).

Il est difficile d'expliquer clairement les mécanismes biochimiques des effets bénéfiques de l'alcool sur les facteurs de risque cardiovasculaire car de nombreux facteurs génotypiques et phénotypiques sont également à prendre en compte. De plus la quantité d'alcool ingérée est un facteur important à prendre en compte car les effets mentionnés ci-dessus ont été observés pour une consommation modérée de vin, soit 1 à 2 verres par jour ; or dans bien des cas la consommation est supérieure et ces effets seront limités voire

annulés par les effets secondaires engendrés par une prise importante d'alcool, tels que l'augmentation de la pression artérielle par exemple et les troubles hépatiques et métaboliques (100).

Certes, les effets de l'alcool peuvent expliquer la diminution du risque cardiovasculaire. Mais l'alcool ne constitue pas la seule explication, car à quantité égale, des études ont montré que la protection cardiovasculaire était supérieure suite à la consommation de vins rouges contrairement aux autres boissons alcoolisées. La différence majeure entre ces différentes boissons est leur composition en polyphénols.

3.6.2.2 Les propriétés des polyphénols

Les polyphénols sont les molécules constitutives du vin pour lesquelles les scientifiques montrent un grand intérêt. Les études réalisées *in vivo* chez le rat et *in vitro*, ont permis de mettre en évidence de nombreuses propriétés, les effets cardiovasculaires ayant été les plus étudiés.

3.6.2.2.1 Propriétés cardio-vasculaires

Les polyphénols vont expliquer une diminution de la mortalité liée à des troubles cardiovasculaires en agissant au niveau de la paroi vasculaire, en limitant l'agrégation plaquettaire et en prévenant l'athérosclérose (89,92).

3.6.2.2.1.1 Augmentation de la résistance de la paroi vasculaire

Les polyphénols vont favoriser la cohésion du tissu conjonctif, ayant pour conséquence l'augmentation de la résistance des capillaires grâce à deux mécanismes. Ils vont inhiber de nombreuses enzymes constitutives du tissu conjonctif, notamment la hyaluronidase, ce qui limitera la dégradation de l'acide hyaluronique et permettra de conserver une architecture optimale. En parallèle, les polyphénols vont se fixer sur les fibres de collagène et d'élastine, constituants importants de la paroi vasculaire, ce qui va ainsi la renforcer et la stabiliser.

Ces deux mécanismes vont permettre d'augmenter la résistance de la paroi vasculaire et ainsi garantir le maintien de son intégrité (63,89,92).

3.6.2.2.1.2 Inhibition de l'agrégation plaquettaire

Les polyphénols du vin, et plus particulièrement le resvératrol et la quercétine, possèdent une action anti-agrégante plaquettaire *in vitro*. En interagissant avec le métabolisme des prostaglandines, les polyphénols vont inhiber la cyclooxygénase et la lipooxygénase plaquettaire, limitant ainsi le risque de thrombose par formation d'un caillot, susceptible d'obstruer une artère (64,66,87,89,92,96).

3.6.2.2.1.3 Prévention de l'athérosclérose

3.6.2.2.1.3.1 Rappels physiologiques

L'athérosclérose est l'obstruction d'un vaisseau par une plaque d'athérome, constituée principalement de cholestérol.

Dans le sang, le cholestérol est transporté par deux types de protéines : les HDL (High Density Lipoprotein) qui vont transporter le cholestérol vers le foie où il sera éliminé, et les LDL (Low Density Lipoprotein) qui transportent le cholestérol, lié à des acides gras insaturés qui sont très sensibles à l'oxydation, vers les cellules. Si ces molécules sont oxydées, elles deviennent toxiques pour les cellules de la paroi artérielle et peuvent provoquer une lésion, par laquelle les molécules de cholestérol peuvent pénétrer. Les dépôts successifs de cholestérol dans la paroi forment la plaque d'athérome.

En parallèle, les LDL oxydées vont stimuler la production, par l'endothélium vasculaire, de protéines de l'inflammation qui vont provoquer une vasoconstriction, ce qui peut entraîner par la suite une rupture de la plaque d'athérome, par un phénomène de surpression, et l'agrégation des plaquettes qui viendront obstruer le vaisseau .

Tous ces phénomènes aboutissent à l'obstruction complète des artères, évolutive en asphyxie vasculaire pouvant entraîner un accident cardio-vasculaire comme par exemple l'AVC (Accident Vasculaire Cérébral) ou l'infarctus du myocarde (63).

3.6.2.2.1.3.2 Rôle des polyphénols

Les polyphénols ont prouvé, à travers de nombreuses études, leur capacité à protéger les lipoprotéines de faible densité (LDL) contre l'oxydation, de façon plus efficace que l'alpha-tocophérol, autre nom de la vitamine E, ce qui en fait d'excellents agents cardioprotecteurs (66,87,89).

Parmi les quelques deux cent polyphénols contenus dans le vin, le resveratrol est sans doute la molécule la plus intéressante pour la santé. Elle a une activité anti-oxydante plus importante que la vitamine E, ce qui lui confère un fort pouvoir anti-agrégant plaquettaire et limite fortement l'oxydation des LDL-cholestérol ; ce qui en fait un excellent agent de lutte de l'athérosclérose.

De plus, les polyphénols ont montré leur aptitude à moduler l'activité, l'expression et la sécrétion de nombreux facteurs inflammatoires ; ces derniers ayant, nous venons de le voir, un rôle déterminant dans la rupture de la plaque d'athérome et la survenue d'accidents circulatoires ; mais aussi de facteurs impliqués dans le maintien d'une surface endothéliale non coagulante et fibrinolytique (85).

Les études montrent donc que les polyphénols, de par leurs multiples actions (Figure 46), présentent un intérêt certain dans la prévention des pathologies cardiovasculaires.

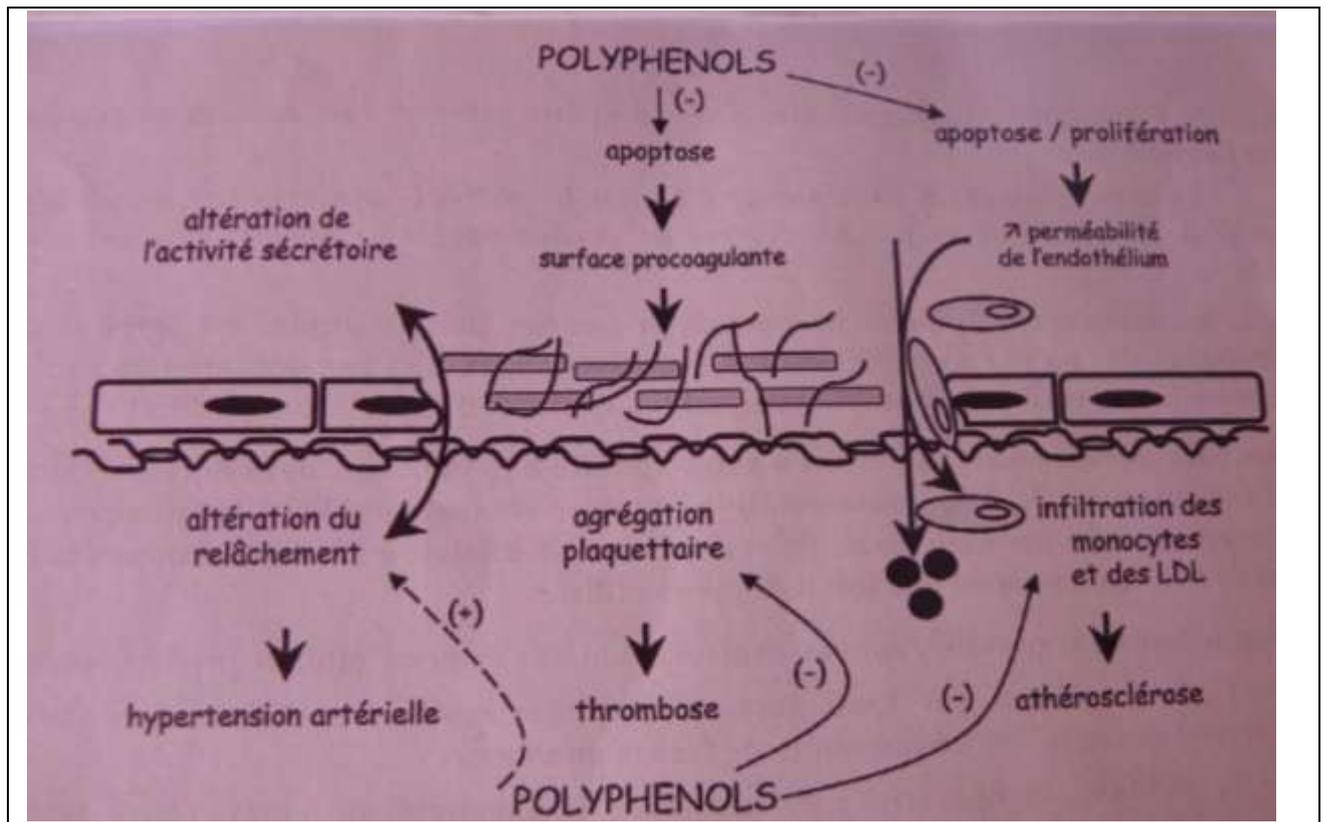


Figure 46 : Rôles des polyphénols au niveau cardiovasculaire (85)

3.6.2.2.2 Les autres propriétés du vin et des polyphénols

Les propriétés des polyphénols, aujourd'hui reconnues scientifiquement, ne se limitent pas uniquement à la prévention du risque cardiovasculaire mais sont mises à profit dans de multiples domaines et régulièrement de nouvelles études viennent accroître la liste de ces propriétés.

3.6.2.2.2.1 Action anti-infectieuse

3.6.2.2.2.1.1 Action antibactérienne

L'activité bactéricide du vin est connue depuis des dizaines d'années et est largement utilisée par les œnologues et viticulteurs pour assurer la conservation de leurs produits.

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, ce n'est pas le pH acide, ni la présence d'alcool qui sont responsables de la mort des germes, mais ce sont les anthocyanes du vin, qui rappelons-le correspondent aux pigments rouges des raisins, qui ont un pouvoir bactéricide.

Le spectre d'action bactéricide de ces flavonoïdes semble assez large : Salmonelles, Shigelles, Colibacilles, Proteus, Staphylocoques, Streptocoques et Pneumocoques.

A titre d'exemple, des études ont montré l'utilisation possible des polyphénols du raisin dans le domaine de l'hygiène buccodentaire pour leurs propriétés bactériostatiques sur les bactéries anaérobies qui composent la plaque dentaire (*Porphyromonas gingivalis*, *Fusobacterium nucleatum*, *Streptococcus mutans*, *streptococcus sobrinus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Actinomyces viscosus*). Rappelons que ces bactéries sont responsables de nombreuses pathologies buccales dont les pathologies parodontiques (101).

De par leurs actions antimicrobienne, anti-plaque et anti-oxydante, les polyphénols sont aujourd'hui considérés comme des agents potentiellement utilisables dans la prévention des parodontolyses.

Remarquons qu'à concentration phénolique égale, le vin blanc semble détruire plus rapidement les bactéries que les vins rouges.

3.6.2.2.1.2 Action antivirale

Dès la fin des années 70, les scientifiques ont remarqué que le vin possédait des propriétés antivirales vis-à-vis de nombreux virus tels que *Herpes Simplex Virus* de type 1, *Poliovirus 1*, *Echovirus* et *Coxsachie B5* (81). Ce sont des molécules d'anthocyanes qui, en se fixant sur le virus, vont l'empêcher de pénétrer dans la cellule et ainsi éviter l'infection (64,89).

Pour l'anecdote, l'expérimentation scientifique a montré que boire du vin quand on mange des coquillages, restait le meilleur moyen de prévenir une éventuelle infection intestinale.

3.6.2.2.2 Action antiallergique

Des chercheurs néerlandais ont démontré, il y a quelques années, que le vin, et plus particulièrement certains polyphénols qu'il contient, pouvait limiter les troubles liés au rhume des foins. Il semblerait que ces polyphénols aient la propriété d'inhiber l'histidine décarboxylase, enzyme qui permet l'élaboration de l'histamine ; cette dernière étant la molécule clé de la réaction allergique (63,64,89).

3.6.2.2.3 Action sur la digestion

Le vin agit sur l'ensemble des organes de la digestion, de sorte que celle-ci paraisse moins longue et moins pesante. Ainsi, suite à la consommation de vin, on observe un ralentissement des mouvements intestinaux, ce qui augmente la durée de la digestion et permet aux enzymes digestives d'agir plus longtemps afin que la digestion et l'absorption des nutriments soient optimales. La vésicule biliaire, quant à elle, va être stimulée par l'acide cinnamique, ce qui va permettre d'accélérer la digestion des graisses au niveau de l'intestin grêle. Enfin, les catéchines du vin vont agir au niveau du colon par une action antispasmodique et anti-diarrhéique (63,89).

3.6.2.2.4 Action sur la vision

En janvier 1998, l'équipe du Docteur Thomas Obisesan de l'Université de Howard à Washington, a montré, suite à des études effectuées sur des souris de laboratoire, que la consommation de vin semblait réduire de 20 % le risque de baisse de l'acuité visuelle liée à l'âge. Selon ces chercheurs, cette diminution pourrait être attribuée aux effets antioxydants du vin, via les polyphénols qu'il contient, et à son effet antiagrégant plaquettaire (89).

3.6.2.2.5 Propriétés anticancéreuses

Dès la fin des années 80, des chercheurs américains ont observé que la consommation de vin chez l'Homme, à dose raisonnable, pouvait avoir des effets protecteurs contre le cancer et plus particulièrement contre le cancer du sein. Ceci s'explique par l'action anti-oxydante des polyphénols, qui vont inhiber les radicaux libres impliqués dans les processus de cancérogenèse (81,92).

Il faudra attendre la fin des années 90 pour que cette observation soit confirmée *in vivo* sur des souris de laboratoire, et validée. Les scientifiques ne se sont pas arrêtés là ; ils ont cherché à comprendre le mécanisme en cause et à découvrir la ou les molécules responsables de cette action anticancéreuse.

Le resvératrol est alors apparu comme étant le constituant du vin qui bloque les principales étapes de la cancérogenèse, tant au niveau de l'initiation de la tumeur et son développement, qu'au niveau de la progression tumorale (81).

En effet, les chercheurs ont montré grâce à des essais réalisés sur des cellules *in vitro*, que le resvératrol possède des propriétés anti-tumorales et anti-hyperplasiques grâce à trois mécanismes principaux. Tout d'abord, il inhibe la prolifération cellulaire à la base de la cancérogenèse en bloquant certaines enzymes clés du processus migratoire, telles que la cyclooxygénase et les hydroxyperoxydases ; il induit également l'apoptose des cellules tumorales nouvellement formées. Enfin le resvératrol, et plus largement l'ensemble des polyphénols, ont la capacité de limiter le remodelage vasculaire et l'angiogenèse, qui sont deux phénomènes impliqués directement dans le développement et l'entretien de certains cancers (85).

Ainsi, à la différence de certains autres anticancéreux, le resvératrol possède la propriété de limiter le développement et la progression tumorale, alors que d'autres molécules agissent principalement en inhibant la promotion tumorale.

Cependant, il reste maintenant à réaliser des études cliniques chez l'homme afin de savoir si le resvératrol peut effectivement jouer un rôle dans la prévention des cancers. Des études sont déjà parues sur ce sujet mais les résultats restent encore incomplets.

3.6.2.2.6 Action anti-radicalaire

3.6.2.2.6.1 Les radicaux libres

3.6.2.2.6.1.1 Aspect chimique

D'un point de vue chimique, les radicaux libres sont des molécules très instables et très réactives, possédant un électron célibataire sur leur orbitale externe.

Ces radicaux libres vont chercher à redevenir stables. Pour cela, ils vont chercher à récupérer un électron sur une autre molécule, qui deviendra à son tour espèce radicalaire. Le phénomène se poursuit et s'amplifie si rien ne le stoppe.

Les radicaux libres les plus connus sont l'anion superoxyde, les radicaux peroxy et peroxydes (Figure 47).

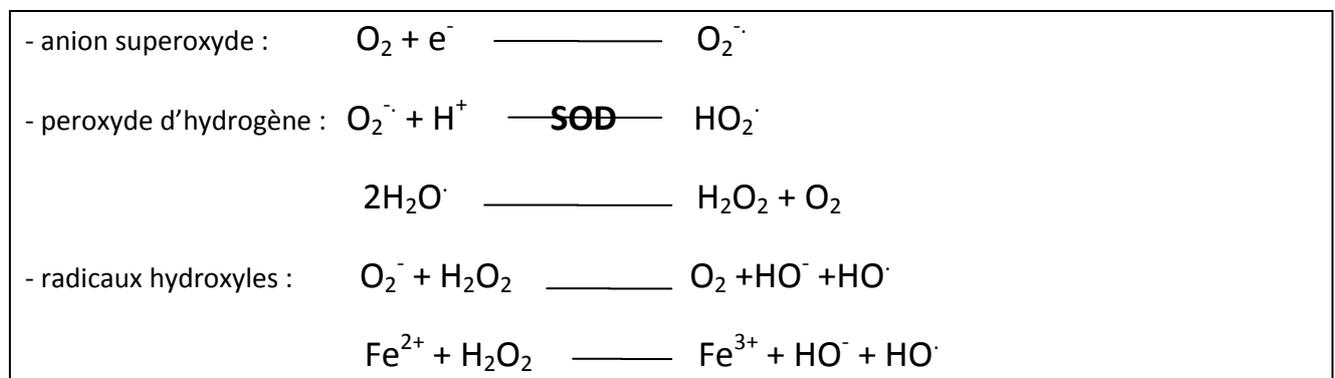


Figure 47: Espèces réactives de l'oxygène (102)

3.6.2.2.2.6.1.2 Les sources de radicaux libres

Il existe une multitude de sources de radicaux libres telles que les radiations, les ultra-violets, la fumée de cigarette, la pollution, l'alcool en excès, certains médicaments, les pesticides, le stress ou la fatigue.

Les radicaux libres peuvent également se former physiologiquement dans notre organisme lors de certains phénomènes biologiques, comme la respiration cellulaire ou lors d'une infection occasionnée par un agent pathogène (63,89,102).

3.6.2.2.2.6.1.3 Les conséquences pour l'organisme de la présence de ces radicaux libres

Ces entités radicalaires sont contrôlées par notre organisme grâce à des antioxydants naturellement présents dans notre corps ; un équilibre se fait alors entre les radicaux libres et les substances antioxydantes.

Quand cet équilibre est rompu, en faveur des radicaux libres, soit par augmentation de leur nombre, soit par une baisse de l'activité anti-oxydante, il y a alors un excès de radicaux libres que l'on nommera stress oxydatif (63).

Les radicaux libres formés dans les milieux biologiques vont alors agir par des réactions en chaîne avec les composants cellulaires et extracellulaires, qu'ils vont dégrader s'ils ne sont pas eux-mêmes détruits ou piégés par les défenses de l'organisme.

La plupart des constituants cellulaires représentent des cibles pour ces espèces réactives. Ainsi, les radicaux libres peuvent s'attaquer aux lipides membranaires, notamment les acides gras polyinsaturés qui sont facilement peroxydables, ce qui va perturber la rigidité de la membrane et la communication intercellulaire. Ils peuvent également se fixer aux bases azotées de l'ADN nucléaire, ce qui peut mener à des aberrations du message génétique de la cellule et donc à la formation de protéines non fonctionnelles ; mais aussi aux acides aminés, aux enzymes ou aux protéines (102).

Ces perturbations aboutiront à une moindre efficacité des processus organiques et à de nombreux dysfonctionnements physiologiques, et pourront engendrer l'apparition de pathologies dégénératives et neurodégénératives comme l'athérosclérose, les cancers, les troubles cutanés (coup de soleil, photosensibilisation, inflammation), Alzheimer, Parkinson et un vieillissement cellulaire et cutané prématuré (63,87,102).

3.6.2.2.2.6.2 Réponse de l'organisme face à ces radicaux libres

Face à ces attaques, l'organisme va se défendre grâce à des antioxydants naturellement présents dans notre corps, tels que les enzymes : la superoxyde dismutase (SOD), la catalase et la glutathion peroxydase, qui vont respectivement neutraliser les anions superoxydes, le peroxyde d'hydrogène et les peroxydes lipidiques ; mais également des antioxydants apportés, en plus ou moins grande quantité, par notre alimentation (bêta-carotène, vitamines E et C, sélénium, zinc, polyphénols) (Tableau 26) (63,102).

Antioxydants	Sources
Vitamine E = tocophérols Principal antioxydant de notre organisme	Huiles végétales de tournesol, d'olive, de germe de blé, de soja, de colza et de maïs, huiles de poisson
Vitamine C = acide L-ascorbique Elle régule le renouvellement de la vitamine E et des polyphénols en plus de son pouvoir antioxydant propre	Agrumes, tomates, légumes verts (persil, brocolis), cassis
Pro-vitamine A = bêta-carotène	Fruits et légumes colorés (carotte, abricot, légumes verts, citrouille, épinard, persil), abats, lait entier, fromage
Sélénium	Champignon, chou, brocolis, oignon, céréales complètes, abats, viandes, poissons, fruits de mer, œufs, produits laitiers, eaux minérales
Zinc	Huitres, abats, viandes rouges, pain complet, œufs, crustacés
Polyphénols	Laitue, oignon, endive, pamplemousse, orange, myrtille, raisin, chocolat

Tableau 26 : Les sources naturelles d'antioxydants (63,103,104)

D'un point de vue chimique, les vitamines anti-oxydantes vont entrer en compétition avec les radicaux libres au niveau de la cible, tandis que les antioxydants phénoliques vont jouer un double rôle, celui de cofacteur de la glutathion peroxydase, et celui d'antioxydant à proprement parlé. En effet, ils vont pouvoir neutraliser les espèces radicalaires à raison d'une molécule radicalaire neutralisée par molécule polyphénolique (87).

Dans ce dernier cas, ils agissent uniquement à des concentrations élevées, ce qui en fait une ligne de défense secondaire après les enzymes précédemment mentionnées. Il est aujourd'hui reconnu que le pouvoir antioxydant de ces polyphénols est nettement supérieur à celui de la vitamine E (63).

3.6.3 Bilan sur les propriétés du vin

L'activité anti-oxydante du raisin, et plus particulièrement des polyphénols, est aujourd'hui reconnue par l'ensemble des scientifiques. Cette activité résulte non seulement de la composition totale en phénols, mais également des interactions entre ces différents composés phénoliques. Leur activité peut être augmentée, on parlera alors de synergie avec pour exemple l'association rutine et resvératrol ; ou au contraire, elle peut décroître voire s'annuler pour certaines associations, c'est ce que l'on nommera antagonisme avec pour exemple l'association quercétine et resvératrol (87).

Les polyphénols sont donc des molécules aux propriétés multiples : anti-oxydante, antiagrégant plaquettaire, anti-inflammatoire, antiallergique, anti-thrombotique et anti-tumorale. Ils ont également la capacité de moduler les processus hémostatiques, vasomoteurs, apoptotiques, prolifératifs, migratoires et également le remodelage vasculaire et l'angiogenèse (Figure 48) (85).

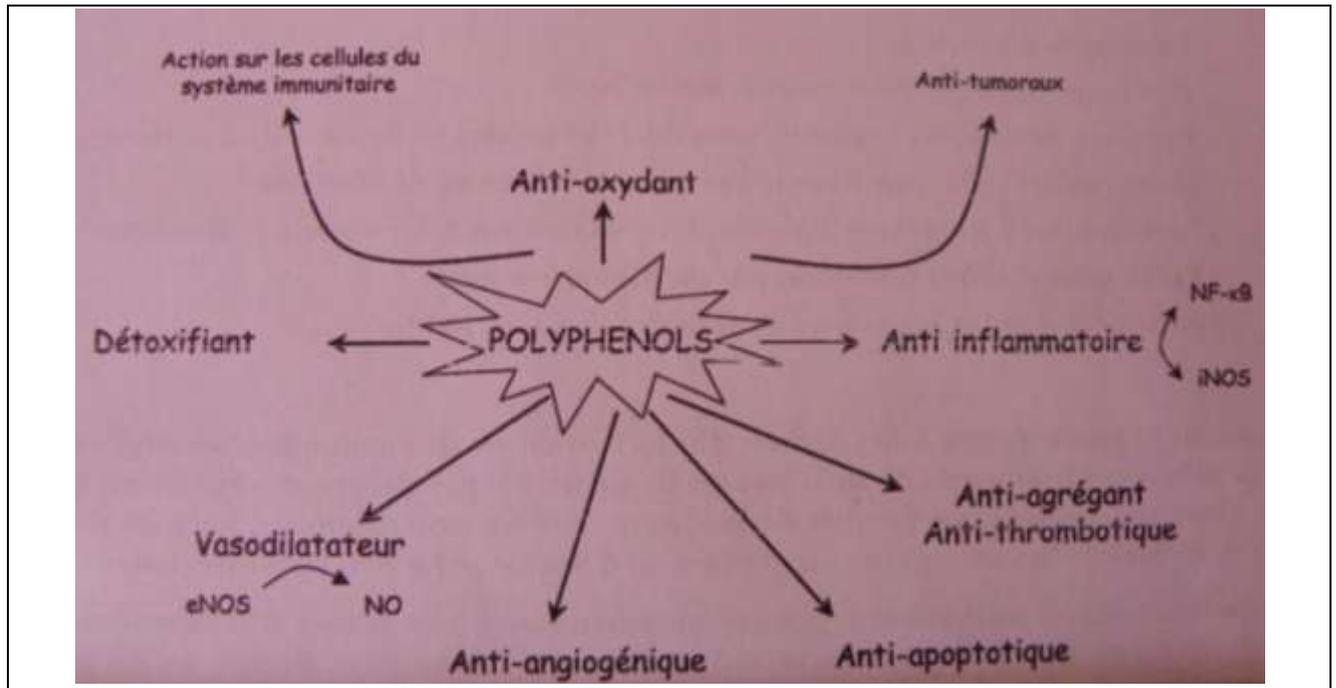


Figure 48 : Les principales propriétés des polyphénols (85)

C'est pour ces propriétés multiples que les polyphénols sont aujourd'hui utilisés dans de nombreux domaines, aussi bien médical que cosmétique, afin de soulager les symptômes d'une pathologie, ou plus simplement de retarder ou de masquer les signes de l'âge.

3.7 Utilisation des polyphénols

3.7.1 Introduction

Depuis Hippocrate (460-356 avant Jésus-Christ), qui croyait fermement aux bienfaits du raisin, les chercheurs n'ont jamais totalement abandonné l'idée de traiter certains troubles par les produits de la vigne, mais cette « thérapie naturelle » a été quelque peu mise de côté avec l'arrivée des nombreuses innovations scientifiques, pharmaceutiques et médicales au cours des deux derniers siècles.

Depuis quelques années, la nature revient au centre de nos préoccupations et intéresse tout le monde. De nombreux scientifiques s'intéressent de nouveau au raisin et à ses multiples propriétés, et essaient de promouvoir ses vertus. C'est surtout par leur richesse en composés phénoliques, que les produits de la vigne présentent un intérêt à la fois du point de vue médical, diététique ou cosmétologique. Malgré des propriétés théoriques nombreuses, les polyphénols ne trouvent que peu d'applications pratiques, du fait du manque d'études réalisées chez l'homme (64).

3.7.2 Application dans le domaine médical

3.7.2.1 Activité veinotonique

Les parois de tout notre système circulatoire (veineux, artériel et lymphatique), doivent maintenir une intégrité constante afin d'assurer pleinement leur rôle ; or elles sont bien souvent la cible de nombreuses attaques qui vont les altérer.

Les polyphénols, en se fixant sur les fibres de collagène et d'élastine, vont jouer le rôle d'éboueurs en neutralisant les molécules susceptibles de les dégrader, garantissant ainsi un fonctionnement optimal et adapté à chaque situation (63,64).

Plusieurs médicaments, à base de polyphénols, sont actuellement proposés sur le marché français. On retrouve ainsi Endotélon® à base d'oligomères procyanidoliques, Relvène® et Cirkan® à base de rutoside, Daflon® et Diovenor® à base de diosmine. Ils sont indiqués dans les troubles de la résistance et de la perméabilité capillaire, l'insuffisance veinolympatique et les troubles de la circulation rétinienne (27).

3.7.2.2 Autres utilisations possibles

Les polyphénols pourraient aussi être utilisés dans de multiples indications telles que la prise en charge de l'inflammation, l'allergie, la protection antiulcéreuse, le traitement préventif et curatif des caries dentaires, les troubles cutanés secondaires à une insuffisance veineuse ou à une exposition solaire (couperose, érythème), la radioprotection, mais également dans le domaine de la carcinogénèse.

Quelques unes de ces indications sont déjà utilisées dans certains pays du monde. En France, l'utilisation des polyphénols en médecine se limite aujourd'hui uniquement au traitement des troubles circulatoires. Les études actuellement en cours dans ce domaine, permettront peut-être d'ici quelques années, de proposer les polyphénols de raisin dans le traitement des pathologies citées.

3.7.3 Application en diététique

Au regard des teneurs en polyphénols des fruits et légumes, on peut penser que leur consommation quotidienne peut nous permettre de subvenir sans peine aux besoins de notre organisme. Il n'en est rien car leur localisation dans les enveloppes des graines, dans les écorces et dans les cuticules, entraîne leur quasi élimination soit lors de l'épluchage, soit lors de la cuisson.

Pour ce qui est du raisin, les polyphénols se trouvent principalement au niveau des pépins que l'on ne consomme pas.

Par conséquent, nos habitudes alimentaires nous privent d'une grande quantité de polyphénols qui, nous l'avons vu précédemment, ont pourtant de nombreuses vertus pour notre santé. L'étude NutriNet-Santé montre que les apports totaux moyens en polyphénols au sein de la population, sont de l'ordre de 835 mg par jour et augmentent progressivement avec l'âge, jusqu'à l'âge de 55 ans où les apports commencent à diminuer (86).

Cette carence d'apport est regrettable dans certaines situations physiologiques particulières, telles que chez la personne âgée ou chez un sujet qui fait un régime hypocalorique. Dans ce dernier exemple, les polyphénols constituent un apport nutritionnel à ne pas négliger. En effet, ces régimes étant appauvris en lipides, les acides gras polyinsaturés (AGPI) d'origine végétale représentent l'unique source en matières grasses qui participent à la formation des parois cellulaires, mais aussi à l'entretien du cerveau et de la rétine. Il est par ailleurs important de rappeler qu'entre la quantité ingérée, via notre alimentation, et la quantité d'AGPI effectivement disponible au niveau de nos organes et de nos cellules, l'écart peut être important, car rappelons-le, ces AGPI sont très sensibles à l'oxydation ; par conséquent, une grande partie d'entre eux va être dégradée avant d'avoir pu être utilisée par notre organisme. C'est pourquoi, lorsqu'une personne se lance dans un régime hypocalorique, il est important de renforcer ses apports en polyphénols qui, en neutralisant les radicaux libres, protégeront les AGPI, indispensables au bon fonctionnement de l'organisme (86).

D'autre part, chez la personne âgée, les mécanismes de défense et de neutralisation des radicaux libres subissent des modifications qualitatives et quantitatives au fil des années. Un apport complémentaire en polyphénols permettrait donc de renforcer et de compléter les défenses naturelles de l'organisme (86).

Depuis quelques années, de nombreux fabricants se sont lancés dans la commercialisation de capsules d'extraits végétaux titrés en polyphénols qui revendiquent des propriétés anti-oxydantes mais aussi des effets accélérateurs de bronzage ou minceur (Tableau 27) (63).

Nom du produit – Laboratoire	Emballage secondaire	Revendication
Mincigrap® - Arkopharma		« Le marc de Raisin aide à réduire les problèmes de "peau d'orange" et stabilise le poids après un programme minceur. » ()
Polyphea® - Vital plus		« polyphénols de raisin Bio concentré , dont le resvératrol, est une source naturelle concentrée d'antioxydants d'origine végétale bio (des procyanidines, des anthocyanes, des flavonoïdes et des acides phénoliques) vous est conseillé pour neutraliser l'action des radicaux libres pour un effet anti âge. » ()
Vinocaps® - Caudalie		« Ces capsules agissent au cœur du derme pour des résultats exceptionnels visibles en quelques semaines : rides diminuées, peau plus ferme, mieux hydratée et efficacement protégée des radicaux libres. » ()
Pépin de raisin® - Santaflor		« Les pépins de raisin sont de l'or en grappe pour la beauté et la santé. Ils contiennent plus que toute autre plante une grande quantité et une exceptionnelle variété de polyphénols, parmi lesquels les fameux OPC bien connus pour leur action anti-oxydante, (protectrice des effets liés au vieillissement). » ()

Tableau 27 : Compléments alimentaires à base de polyphénols (105,106,107)

3.7.4 Application dans l'industrie agro-alimentaire

Pour leurs propriétés antimicrobiennes et anti-oxydantes, les polyphénols sont de plus en plus utilisés dans l'industrie agro-alimentaire, pour limiter la contamination microbienne et pour protéger les matières grasses alimentaires de l'oxydation par l'oxygène de l'air (64).

Depuis quelques années, les polyphénols du romarin et de la sauge sont extraits et commercialisés en tant qu'additifs alimentaires ayant un pouvoir antioxydant élevé.

3.7.5 Application en cosmétologie

3.7.5.1 Introduction

Alors que le nombre de produits anti-âge ne cesse d'augmenter dans les rayons des grandes surfaces, des parapharmacies et des pharmacies, les laboratoires cosmétiques doivent aujourd'hui évoluer et s'adapter aux demandes des consommateurs qui réclament des produits plus naturels, sans conservateurs et en particulier sans parabènes, sans colorants, sans parfum, mais en restant tout aussi efficaces pour lutter contre le vieillissement prématuré de la peau.

Pour les satisfaire, les laboratoires tentent de mettre au point de nouvelles formules qui peuvent répondre à cet engouement pour le naturel et qui font preuve d'une réelle efficacité sur le vieillissement cutané (40).

C'est alors que le raisin, aux vertus anti-oxydantes déjà connues depuis des années, a refait son apparition dans les cosmétiques anti-âge.

3.7.5.2 Rappels sur la peau et ses fonctions

La peau ne constitue pas une simple enveloppe qui recouvre notre corps, mais est une structure complexe qui se divise en plusieurs couches. On trouve d'abord l'épiderme, couche la plus superficielle, puis le derme qui est un tissu de soutien qui donne à la peau son tonus. Il est traversé par de nombreux vaisseaux et nerfs, et constitue la zone d'implantation des annexes cutanées que sont les poils, les glandes sébacées et les glandes sudoripares. Enfin, la couche la plus profonde est l'hypoderme, qui constitue un « coussin graisseux » qui vient recouvrir et protéger les muscles et les os sous-jacents (79).

La peau assure cinq grandes fonctions, ce qui en fait un véritable organe au même titre que le foie par exemple. Ainsi elle assure la protection contre les agressions extérieures telles que les chocs, les produits chimiques, les microbes, les radiations solaires et les radiations thermiques ; mais elle garantit également les échanges entre les milieux extérieur et intérieur, par exemple en s'opposant à la fuite de l'eau, tout en permettant la pénétration cutanée des médicaments.

La peau est également le garant de la stabilité et du maintien de la température corporelle grâce à différents mécanismes thermorégulateurs.

Elle assure aussi un rôle métabolique important en synthétisant la vitamine D, indispensable à l'assimilation intestinale du calcium, au niveau de l'épiderme à partir d'un précurseur d'origine alimentaire, le 7-dehydrocholestérol, sous l'action des UVB. De même, la peau constitue une réserve énergétique importante disponible à tout moment, grâce aux adipocytes contenus dans l'hypoderme.

Enfin, la peau possède une fonction sensorielle indispensable à la survie, le toucher.

3.7.5.3 Le vieillissement cutané

3.7.5.3.1 Définition

Le vieillissement cutané est défini par l'ensemble des altérations progressives qui touchent les différentes couches de la peau.

3.7.5.3.2 Les causes du vieillissement cutané

Le vieillissement cutané est un processus physiologique naturel qui touche chacun d'entre nous au fur et à mesure que les années passent. Ce phénomène peut s'expliquer par des facteurs intrinsèques qui sont

génétiqnement déterminés et donc inéluctables, et par des facteurs extrinsèques, aussi appelés facteurs environnementaux (40).

3.7.5.3.2.1 Les facteurs intrinsèques

Le vieillissement cutané intrinsèque est déterminé génétiquement. Il fait ainsi partie de notre hérédité, et rien de ce que l'on pourra faire ne pourra l'arrêter. C'est ainsi que deux personnes du même âge, qui auraient vécu de la même façon, dans les mêmes conditions environnementales, pourront paraître avoir un âge différent.

Ce vieillissement se traduit par une atrophie des différentes couches de la peau, associée à un moindre fonctionnement des cellules qui les composent. Ainsi, la peau plus fine sera plus fragile et protégera moins bien des agressions extérieures. De même, ses capacités thermorégulatrices et métaboliques seront ralenties (40,79).

Toutes ces caractéristiques trouvent leur exemple en la personne âgée, chez qui la cicatrisation est moins rapide, les carences en vitamine D sont de plus en plus fréquentes et les risques de malaise et de déshydratation sont plus importants du fait qu'elles ressentent moins le besoin de se découvrir et de se réhydrater quand il fait chaud (exemple de la canicule de l'été 2007).

3.7.5.3.2.2 Les facteurs extrinsèques

3.7.5.3.2.2.1 Les différents facteurs environnementaux

Les facteurs environnementaux vont engendrer la production de fortes quantités de radicaux libres, qui vont s'attaquer aux différents constituants des couches cutanées. Cette attaque aura pour conséquence une altération des capacités structurelles de la peau, qui ne pourra plus assumer correctement ses fonctions. On retrouve, comme facteurs environnementaux, le tabac qui engendre un vieillissement cutané prématuré par diminution de l'oxygénation des tissus, une alimentation trop calorique associée à un surpoids, un diabète et/ou un trouble du métabolisme lipidique, mais aussi le stress, la pollution atmosphérique et les expositions solaires (40).

3.7.5.3.2.2.2 L'exposition solaire

3.7.5.3.2.2.2.1 Le rayonnement solaire

Le rayonnement solaire se divise en trois parties (Figure 49).



Figure 49 : Spectre du rayonnement solaire (108)

- Les infrarouges (> 800 nm) qui, pénètrent dans la peau jusqu'au niveau de l'hypoderme.
- Le rayonnement visible de 400 nm à 800 nm.

- Les ultraviolets, eux-mêmes divisés en UVA de 320 à 400 nm qui pénètrent jusqu'au milieu du derme, les UVB de 280 à 320 nm qui pénètrent dans la peau jusqu'au niveau de la jonction dermo-épidermique, et les UVC (<280 nm) qui sont quant à eux stoppés par la couche d'ozone (Figure 50).

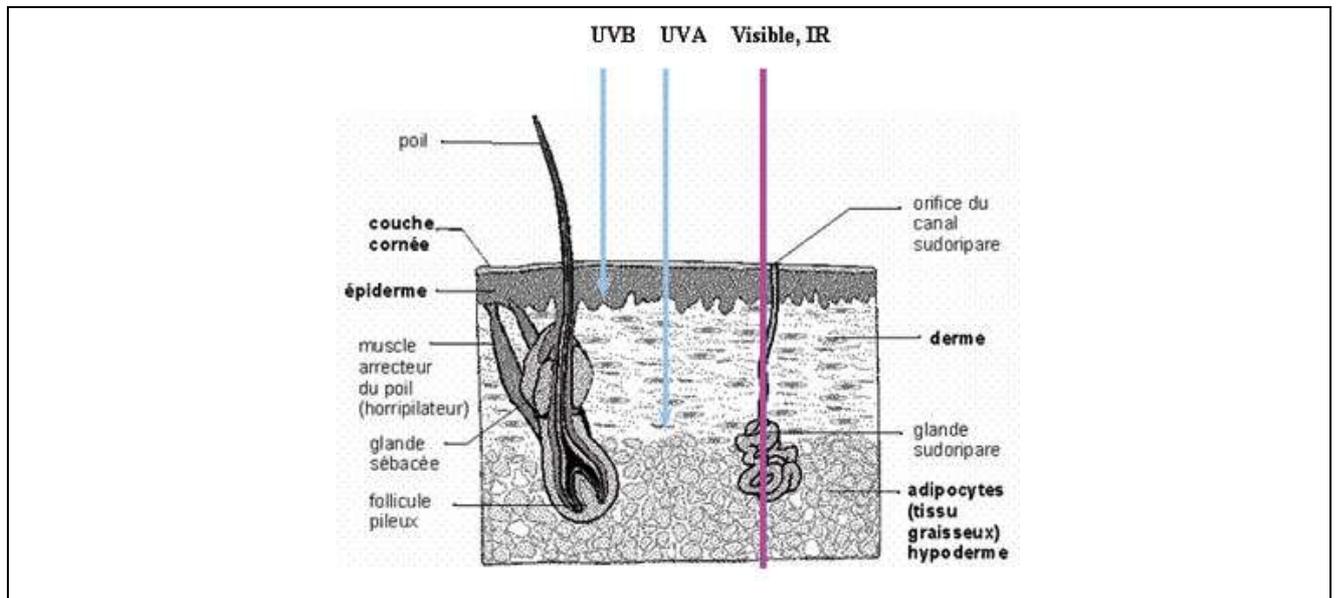


Figure 50 : Niveau de pénétration des rayons solaires dans la peau (108)

Il est donc important de se méfier tout particulièrement des UVA et des UVB qui sont les deux principaux rayonnements solaires responsables de dégâts cutanés (40).

Il faut prendre en compte différents facteurs tels que la saison, la latitude, l'altitude, le type de sol sur lequel on se trouve et les conditions locales atmosphériques, qui vont avoir une grande influence sur la qualité et l'intensité du rayonnement solaire atteignant la surface cutanée (79,109).

3.7.5.3.2.2.2 Les effets du soleil sur la peau

Le vieillissement cutané lié aux expositions solaires durant toute une vie est appelé vieillissement cutané actinique ou « héliodermie ».

Les travaux effectués par le Docteur Kligman en 1989 sur des souris dépourvues de poils, ont montré que, lors d'une exposition solaire, les UVA et UVB vont atteindre la peau et être neutralisés par la couche cornée, ou par différents mécanismes photo-protecteurs intrinsèques, tels que la mélanine, les antioxydants ou les mécanismes de réparation de l'ADN. Mais quand l'exposition est prolongée, répétée et/ou que l'on ne s'est pas protégé, les mécanismes de défense intrinsèques vont rapidement être débordés. Les radiations vont alors générer des radicaux libres en grande quantité, on parlera de stress oxydatif, qui vont s'attaquer aux nombreux constituants de la peau, et en altérer la structure et le fonctionnement (87).

Des effets à court et long terme peuvent alors apparaître.

A court terme, les radicaux libres vont s'attaquer aux lipides constitutifs des membranes cellulaires, engendrant leur dénaturation et la libération de médiateurs de l'inflammation, tels que l'histamine, la sérotonine ou les prostaglandines. Ces derniers vont provoquer une vasodilatation des capillaires, ce qui se traduira par l'apparition d'un œdème et d'un érythème.

A long terme, les radicaux libres s'attaqueront aux protéines et aux acides nucléiques, ce qui aura pour conséquence des modifications irréversibles de la constitution du tissu conjonctif avec apparition de ponts entre les molécules de collagène et un changement de configuration des molécules d'élastine (40).

L'accumulation de ces altérations biochimiques, constitue le processus de vieillissement cutané prématuré (63).

Ce vieillissement cutané actinique se traduit par l'épaississement progressif de la peau, associé à des zones cutanées atrophiques, à une xérose importante et à une atrophie des glandes sudorales. Ces modifications vont limiter les échanges qui se font normalement via le système cutané (oxygénation des tissus, régulation thermique, hydratation des tissus, diffusion transcutanée des cosmétiques et des médicaments). On note également l'apparition d'une coloration jaunâtre de la peau, ainsi que de taches appelées lentigos séniles. Enfin, des rides de plus en plus profondes apparaîtront (63,79).

Cependant, il faut relativiser cette relation soleil-vieillessement cutané car il a été démontré que toutes les peaux ne sont pas égales vis-à-vis de l'exposition solaire et des dégâts qu'elle provoque. En effet, le type de peau (couleur, présence de taches de rousseur, aptitude à bronzer...), aussi appelé phototype, est un facteur à prendre en compte. Une personne à peau mate, subira moins précocement le vieillissement actinique, qu'une personne dont la peau est très blanche (63).

3.7.5.3.2.3 Bilan

Comme on vient de le voir, le vieillissement cutané fait partie intégrante de notre patrimoine génétique. Il est programmé et on ne peut pas le stopper. La seule chose que l'on puisse faire pour limiter la marque des années sur notre peau, est de la protéger des facteurs environnementaux qui l'agressent au quotidien, car il faut savoir que le phénomène de vieillissement cutané est dû à 80 % à l'attaque par les radicaux libres.

Pour cela, la règle d'or est d'avoir une bonne hygiène de vie et d'éviter toutes les situations qui mettent en danger l'intégrité de notre barrière cutanée et son fonctionnement. Ainsi il faut éviter de s'exposer au soleil régulièrement et bien se protéger quand l'exposition est inévitable. De même, il est fortement recommandé de limiter les situations de stress, de ne pas fumer et de bien nettoyer sa peau chaque jour afin d'éliminer tout résidu chimique environnemental.

Les laboratoires cosmétiques rivalisent d'idées pour trouver et proposer à leurs clients l'actif qui viendra piéger les radicaux libres et ainsi protéger leur peau.

Les composés phénoliques sont, aujourd'hui, reconnus comme facteurs de protection contre les altérations cutanées induites par les radiations solaires, en compléments des crèmes solaires (110).

3.7.5.4 Les cosmétiques à base de raisin

Les cosmétiques anti-âge ne datent pas d'hier. De nombreux laboratoires ont commercialisé des produits à base de vitamine E, dont les propriétés anti-oxydantes sont connues depuis des années, mais les résultats n'ont pas atteint les espérances attendues. Il a donc fallu trouver une autre famille de molécules ayant des propriétés anti-oxydantes reconnues et avérées et donnant des résultats plus efficaces que ceux obtenus avec la vitamine E. C'est à partir de ce moment, et grâce aux multiples études réalisées que les galénistes vont avoir l'idée d'introduire des polyphénols dans les formules.

Les sources de polyphénols étant nombreuses dans le règne végétal, l'industrie cosmétique dispose donc d'un large choix pour extraire ces molécules. Deux critères, économique et biologique, vont les guider dans ce choix.

Un critère économique tout d'abord ; ces polyphénols étant présents en faible quantité dans les végétaux, il est donc nécessaire d'avoir des quantités importantes de matière première végétale. Pour exemple, il faut environ une tonne de pépins de raisin pour obtenir 1Kg de polyphénols après extraction (63,64).

Mais aussi un critère biologique car du fait de la faible présence des polyphénols dans les matières premières végétales, certains industriels pourraient être tentés de les extraire de certains végétaux, présentant une toxicité avérée pour l'Homme, mais à rendement plus élevé, limitant par conséquent le coût de production (64).

L'industriel doit donc faire le bon choix en tenant compte de l'innocuité de la matière première, car rappelons que la qualité première d'un produit cosmétique est de ne pas nuire à la santé, avant toute notion d'efficacité. Il devra aussi tenir compte du rendement et du coût de ces matières premières.

Après de multiples études, il en ressort que les polyphénols les plus faciles à extraire, étant donné leur biodisponibilité, sont ceux issus des pépins de raisin et de l'écorce du pin des Landes (63,64).

L'extraction de ces polyphénols, a été mise au point par le professeur Masquelier en 1964 (Figure 51).

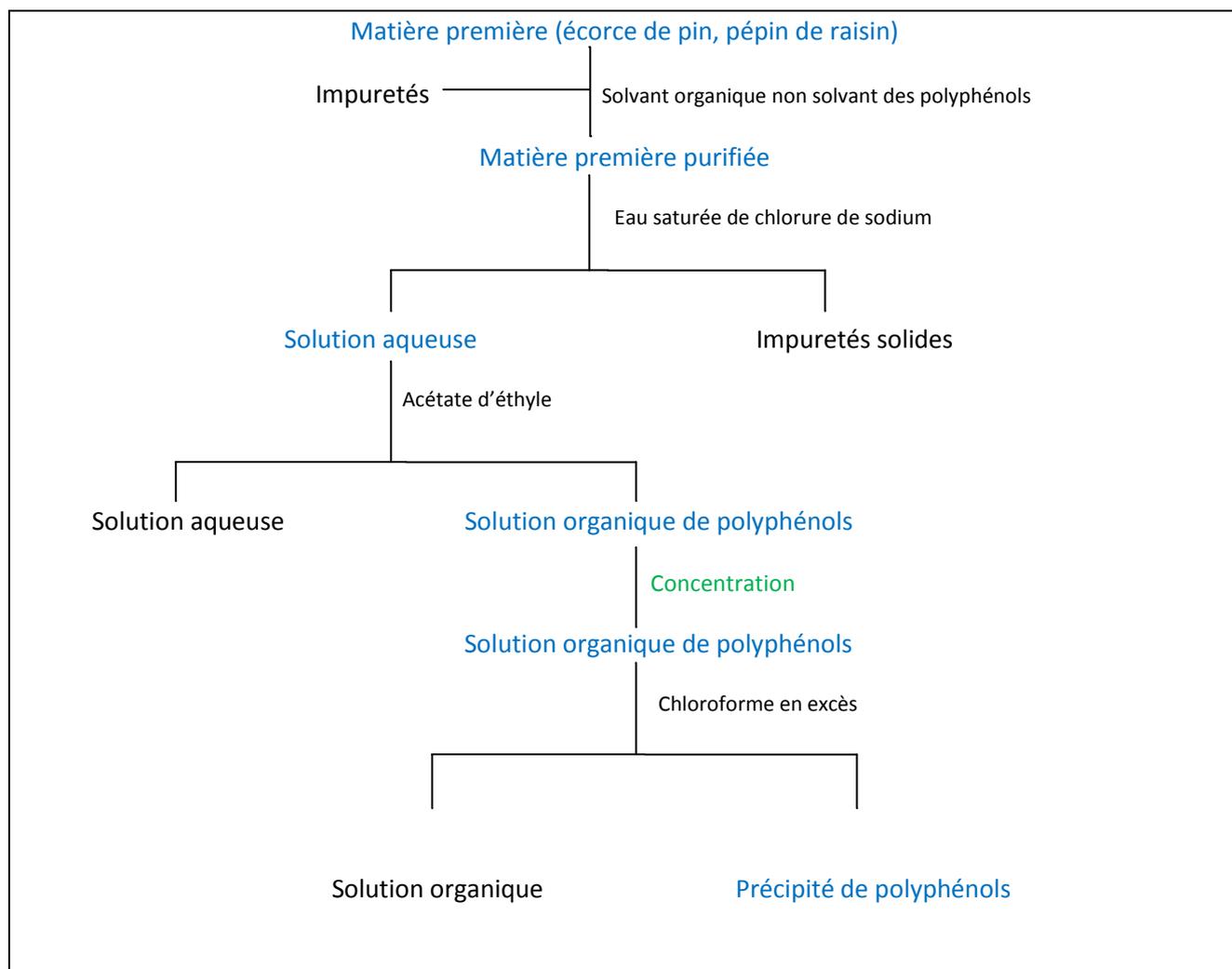


Figure 51 : Procédé d'extraction des polyphénols selon J. Masquelier (63)

Une fois extraits, ces polyphénols se présentent sous forme d'une poudre de couleur chamois à rose (64).

Cependant, un problème de taille va freiner les galénistes. Du fait de leur grande oxydabilité, les composés phénoliques vont être très instables au contact de l'oxygène et de la lumière, ce qui par conséquent, rend impossible leur incorporation telle quelle dans les formulations, le risque étant qu'une coloration brune n'apparaisse.

Du fait de leur instabilité, les applications cosmétiques ne furent pas immédiates. Le Professeur Vercauteren, qui travaillait sur les polyphénols depuis quelques années, trouva la solution pour les stabiliser et ainsi éviter leur oxydation. Cette innovation permit au laboratoire Caudalie de voir le jour, puis à d'autres laboratoires de s'inspirer du même principe afin de mettre au point leur gamme à base de polyphénols.

3.7.6 Caudalie

3.7.6.1 Histoire du laboratoire Caudalie

Caudalie qui signifie « la langueur en bouche » en termes œnologiques, correspond à l'unité de mesure de la durée de persistance en bouche des arômes du vin après la dégustation. Une seconde de persistance de

l'arôme en bouche correspond à une caudalie. C'est aujourd'hui une marque dont la renommée n'est plus à faire dans le domaine cosmétique, et qui chaque jour voit se multiplier ses points de vente (Figure 52).



Figure 52 : Symbole du laboratoire Caudalie (111)

La marque Caudalie est née de la rencontre en 1993 entre Mathilde et Bertrand Thomas, propriétaires du domaine du Château Smith Haut Lafitte (Figure 53), et le Professeur Joseph Vercauteren, responsable du laboratoire de pharmacognosie à l'Université de Bordeaux.



Figure 53 : Château Smith Haut Lafitte (112)

Alors que ce dernier se rendait sur le domaine au moment des vendanges, il expliqua au couple que les pépins de raisin donnés par les viticulteurs chaque année à la distillerie pour faire de l'huile, contiennent des polyphénols dont les propriétés anti-oxydantes dépassent de loin celles de la vitamine E.

En leur expliquant de manière un peu plus approfondie, les effets bénéfiques que les polyphénols peuvent avoir sur les rides, le teint et l'aspect de la peau, ils décidèrent donc de s'associer et de mettre en commun

leurs connaissances respectives, afin de créer une gamme de cosmétiques à base d'extraits de pépins de raisins.

Un dernier problème restait à régler avant de se lancer dans cette grande aventure, celui de l'instabilité des polyphénols au contact de l'air et de la lumière. Le Professeur Vercauteren mit alors au point un procédé d'encapsulation des polyphénols afin de les stabiliser. Ce procédé consiste à substituer l'hydrogène des groupements polyphénoliques par un acide gras à longue chaîne, comme par exemple l'acide palmitique. Les esters ainsi formés sont plus stables face à l'oxydation. Après application du produit sur la peau, des enzymes spécifiques présentes dans la couche cornée, appelées estérases, vont dissocier lentement ces esters, permettant la libération des polyphénols qui vont pouvoir diffuser et agir en profondeur.

La gamme Caudalie vit le jour en 1994, et se déclina en une gamme complète de soins pour le visage et le corps développés grâce au brevet déposé par le Professeur.

Les différentes parties de la vigne utilisées par le laboratoire pour formuler ses produits sont les pépins de raisin pour en extraire les polyphénols qui se trouvent dans leur cuticule, les sarments de vigne desquels sont extraits le resvératrol et l'écorce des levures de vin qui permettent l'obtention de la vinolevure (113). Ces trois ingrédients ont fait l'objet d'un dépôt de brevet par le laboratoire Caudalie.

3.7.6.2 Les produits

3.7.6.2.1 Vinexpert, fluide bonne mine®- Caudalie

3.7.6.2.1.1 Présentation du produit

Sur l'emballage secondaire du produit, on ne trouve pas de phrases chocs, comme pour les gammes minceur vues précédemment. Pourtant, malgré une certaine sobriété de l'emballage qui semble rappeler l'état d'esprit des créateurs, rien n'a été oublié pour attirer l'œil du futur acheteur et lui donner une première impression positive vis-à-vis du produit (Figure 54).



Figure 54 : Emballages primaire et secondaire de VINEXPERT- fluide bonne mine®

Tout d'abord, on peut noter que les emballages primaire et secondaire sont esthétiques, sans couleur trop voyante afin de ne pas donner l'impression d'un produit purement commercial, mais bien d'un cosmétique de soin.

De plus, le nom « VINEXPERT » n'a pas été choisi au hasard. La syllabe « -expert » apparait comme un gage d'efficacité, comme s'il s'agissait d'un produit professionnel, tandis que la syllabe « vin-», complétée par l'illustration des raisins, est là pour rappeler l'origine de l'actif principal du cosmétique, et plus généralement de la gamme Caudalie.

Remarque : Si l'on inscrit sur le moteur de recherche google le mot « VINEXPERT », on découvre que Vinexpert est l'un des plus grands manufacturiers au monde de produits de vinification destinés au consommateur (Figure 55) (114).



Figure 55 : Bouteille de la marque Vinexpert (114)

Curieuse coïncidence ou réelle volonté du laboratoire Caudalie de pousser jusqu'au bout le rapprochement entre ces produits et le milieu viticole ?!

La mention « fluide bonne mine » nous donne, quant à elle, deux renseignements. Elle informe sur la texture du produit, il s'agit d'un fluide, donc adapté aux peaux normales à mixtes ; et donne une information sur l'indication du produit : l'objectif est de redonner à la peau de l'éclat et de la fermeté afin de donner un effet bonne mine.

Enfin, la mention « RESVERATROL 500 ppm » encadrée sur la face avant de l'emballage, est là pour apporter une notion scientifique. Peu importe que la majorité des utilisateurs ne sache pas précisément à quoi cela corresponde, bien qu'ils soient de plus en plus informés par la presse et internet, mais une mention comme celle-ci constitue un gage d'efficacité pour le client.

Il ne faut pas non plus passer à côté de la mention « SPF 10 ». Ce produit, en plus de l'action anti-âge revendiquée, apporte une protection solaire faible, indice 10, mais non négligeable, dont nous reparlerons un peu plus loin.

Remarque :

Sur l'une des faces latérales de l'emballage secondaire du cosmétique, on notera la mention « Produit fini non testé sur les animaux ».

Un fabricant de cosmétique doit s'assurer, avant de mettre un produit sur le marché, qu'il ne présente aucun risque pour la santé humaine et qu'il est bien toléré par la peau. Pour cela, il doit tester son produit afin de contrôler son potentiel irritant. Jusqu'en septembre 2004, ces tests étaient effectués sur des animaux, mais la directive européenne qui régit les cosmétiques a décidé de les interdire progressivement. Depuis le 11 septembre 2004, les expérimentations animales sur les produits finis sont proscrites; et depuis le 11 mars 2009 les expérimentations pour les ingrédients qui les composent sont proscrites, même, précisent les textes, « s'il n'existe pas de méthodes alternatives validées pour les remplacer ». Pourtant dans certaines situations, comme par exemple en cas de toxicité éventuelle de doses répétées ou de risque pour la reproduction, malgré l'interdiction de tester les ingrédients sur les animaux, il est indispensable de mesurer le risque pour la santé humaine. Dans ces cas, la directive européenne prévoit un délai jusqu'au 11 mars 2013, date à laquelle les animaux ne serviront plus de cobayes pour tester nos futurs produits cosmétiques (115). A l'heure actuelle, aucun produit cosmétique du commerce n'est testé sur l'animal. Des sociétés telles qu'Idéa ou Spincontrol réalisent les tests sur des volontaires sains contre rémunération.

3.7.6.2.1.2 Les promesses du laboratoire Caudalie

Malgré la sobriété de l'emballage, le laboratoire Caudalie a apposé des phrases explicatives qui mettent habilement en avant les propriétés que l'on doit attendre de leur produit (Tableau 28).

Site	Promesses
Emballage secondaire	<p>« Ce fluide soyeux vous offre une action anti-âge remarquable. Raffermissant et Anti-rides. Il vous garantit aussi hydratation optimale et protection anti-oxydante. »</p> <p>« Défense naturelle de la vigne, le Resveratrol [...] est reconnu comme étant parmi les meilleures solutions du vieillissement cutané »</p>
Site de Caudalie (116)	<p>« Nous invitons vos cellules à une cure de jeunesse. »</p> <p>« L'innovation anti-âge fermeté haute tolérance Caudalie, le resveratrol de vigne, breveté et stabilisé par Caudalie, a été primé « meilleure molécule anti-âge » par la Faculté de Médecine de Harvard. Il stimule la production de collagène et prolonge la durée de vie des cellules (test ex-vivo). »</p> <p>« Resveratrol : jusqu'à -24 % de rides dès 28 jours de traitement.»</p>

Tableau 28 : Les promesses du laboratoire Caudalie

3.7.6.2.1.3 Analyse de la composition

Sur l'emballage secondaire, on peut retrouver la liste des ingrédients présentés par ordre décroissant de pourcentage d'incorporation dans la formule (Figure 56). Notons que cette liste comporte 52 ingrédients.

Ingrédients	Propriétés
Propylène glycol, butylène glycol, pentylène glycol, glycérine	Humectants
Dicaprylate/Dicaprate, caprylyl glycol	Emollients
Ethylhexylpalmitate	Ingrédient assurant la rémanence des filtres solaires
Diméthicone, polysilicone-14	Obtention d'un toucher agréable
Squalane	Filmogène
Glycéryl stearate SE, cetearéth 20, hydrogenated stearyl olive esters, polysorbate 60	Tensio-actifs
CI 77891, CI 77019, CI 77491	Colorants
Bisabolol	Adoucissant
Hydroxyéthylacrylate sodium, silica, xantan gum, maltodextrin	Gélifiants
Parfum	
Sorbate de potassium	Conservateur anti-microbien
Acide citrique	Adaptateur de pH
Disodium EDTA, sodium phytate	Agents chélateurs
Benzyl benzoate, citral, géraniol, butyl phenyl méthylpropional, limonene, linalol	Allergènes apportés par le parfum

Tableau 29 : Excipients et additifs présents dans la formule VINEXPERT-fluide bonne mine®

3.7.6.2.1.4 Commentaires

D'un point de vue général, on note que le nombre d'ingrédients dans cette formule est élevé, 52, avec une proportion importante d'excipients, proche de 80 %, ce qui majore le risque d'intolérance voire de réactions allergiques au cosmétique.

Attardons nous maintenant plus particulièrement sur quelques uns de ces ingrédients.

3.7.6.2.1.4.1 Les filtres solaires

Ils sont au nombre de quatre dans la formule.

L'éthylhexylméthoxycinnamate est un filtre UVB à spectre étroit appartenant à la famille des cinnamates. Ces filtres sont les plus largement utilisés, leur efficacité et leur tolérance sont aujourd'hui avérées.

L'éthylhexylsalicylate est également un filtre UVB à spectre étroit. C'est un ester de l'acide salicylique reconnu comme étant un médiocre photoprotecteur mais présentant une bonne tolérance cutanée.

Le butylméthoxydibenzoylméthane, aussi appelé avobenzone, est un filtre UVA. Il possède de très bonnes propriétés photoprotectrices mais présente un problème de photolabilité important, ce qui nécessite de l'associer avec d'autres filtres dans les formules.

L'octocrylène est un filtre UVB à spectre étroit dérivant de l'acide acrylique. Il possède un pouvoir photoprotecteur médiocre mais présente une très bonne tolérance cutanée bien que le nombre d'allergies diagnostiquées, suite à son application cutanée, soit en nette augmentation (133).

Aujourd'hui, tout produit mis sur le marché européen, et revendiquant un effet photoprotecteur, qu'il soit faible ou élevé, doit faire preuve d'une efficacité protectrice aussi bien vis-à-vis des UVA que des UVB.

En ce qui concerne le domaine UVB, la détermination du niveau de protection s'effectue par la mesure, *in vivo* ou bien *in vitro* du facteur de protection solaire, (PFS) également appelé SPF (Sun Protection Factor).

Pour l'UVA, cette détermination s'effectue par la mesure, *in vivo* ou *in vitro*, de l'indice de protection UVA (FP-UVA).

Une fois ces deux déterminations réalisées, le laboratoire doit déterminer le ratio SPF/ FP-UVA. Pour que le produit solaire soit autorisé à la vente, ce ratio doit être inférieur ou égal à 3 (117).

Dans notre cas il est difficile à dire si ce ratio est respecté. Ce qui est sûr est que ce produit apporte une meilleure protection dans l'UVB que dans l'UVA, du fait des trois filtres UVB présents contre un pour l'UVA.

Un petit mot sur les produits de soin porteurs de SPF :

Les produits de soin à usage quotidien, n'ont pas vocation à protéger du soleil. Les laboratoires l'OREAL et NEUTROGENA ont été les premiers à se lancer dans ce créneau et à commercialiser des crèmes de soin porteuses de SPF. Leur réflexion était simple: si les rayons UVA reçus par la peau lors d'une exposition solaire, sont responsables de son vieillissement prématuré, alors pourquoi ne pas ajouter aux produits de soin une photoprotection anti-UVA et anti-UVB (118,119).

Des polyphénols, tels que l'acide chlorogénique et l'apigénine ont montré leur efficacité en tant que filtre UV et sont particulièrement efficaces vis-à-vis des UVA. Leur utilisation paraît donc intéressante (120).

Alors que le nombre de produits de soin ou de maquillage porteurs de SPF ne cesse d'augmenter dans les rayons des magasins (Tableau 30), le monde médical et scientifique commence à se poser des questions sur les risques potentiels engendrés par l'utilisation quotidienne de ces produits.

Nom du produit	Indice de protection revendiqué
Hydrance®- Avène	SPF 20
Aquaprecis®- Uriage	SPF 20
Melascreen Eclat®- Ducray	SPF 15
Teinte hydratante protectrice®- Elf	SPF 15
Lisseur rides soin jour®- Séphora	SPF 10
Supermoist spf 30+®- Skin doctors	SPF 30

Tableau 30 : Exemples de quelques produits de soin porteurs de SPF

Un certain nombre d'arguments peuvent laisser penser que l'utilisation quotidienne de ces produits n'est pas sans risque. Tout d'abord, ces produits ne sont pas considérés et reconnus comme des produits solaires, et par conséquent les laboratoires qui les commercialisent n'ont aucune obligation de suivre la législation en vigueur. Tout produit revendiquant une protection solaire doit respecter certaines règles, telles que le respect des règles d'étiquetage, une protection large dans les domaines UVA et UVB avec un ratio UVB/UVA ≤ 3 , une rémanence satisfaisante et une longueur d'onde critique ≥ 370 nm. La longueur d'onde critique est la longueur d'onde en dessous de laquelle s'exercera 90 % de l'efficacité du produit (118). Des études réalisées sur ces produits ont permis de constater que bien souvent, ces produits sont de bons protecteurs dans le domaine UVB mais ne le sont pas suffisamment dans le domaine UVA. Or rappelons que tous les rayons UV sont responsables de dommages cutanés importants, les UVA étant en particulier responsables du vieillissement cutané prématuré.

De plus, en appliquant de tels produits le matin, avec un SPF relativement peu élevé (10 à 20), les utilisateurs pensent être protégés et omettent de réappliquer le produit au cours de la journée. Pourtant la rémanence de ces produits est courte, au bout de quelques heures l'utilisateur n'est plus protégé. La notion de rémanence est importante et c'est ce qui explique que tous les produits solaires, quel que soit leur indice de protection, doivent être réappliqués toutes les deux heures et après chaque baignade afin d'assurer une protection optimale (121).

Enfin, l'utilisation quotidienne de ces produits peut s'avérer dangereuse pour les utilisateurs car les filtres qu'ils contiennent peuvent les exposer à un risque allergique voir même toxique important. Ce risque est encore peu connu mais suscite de plus en plus d'inquiétude. En 2004, Margaret Schlumpf, une chercheuse suisse de l'Université de Zurich, a été la première à tirer la sonnette d'alarme et à publier les résultats de ses recherches qui avaient pour objectif de tester la toxicité de neuf filtres solaires couramment utilisés par l'industrie (122). En effet, certains de ces filtres, et plus particulièrement les cinnamates et l'avobenzone, traversent la barrière cutanée et se retrouvent rapidement dans la circulation sanguine. Cette pénétration aura pour conséquence une diffusion dans tout l'organisme avec une fixation préférentielle au niveau de certains organes qui peuvent voir leur fonctionnement perturbé.

Prenons pour exemple l'octyl-méthoxycinnamate (OMC) qui est l'un des filtres UVB les plus utilisés, et l'avobenzone qui est le filtre UVA retrouvé systématiquement dans les produits.

Des études réalisées *in vitro* et *in vivo* sur des rats, ont montré que l'OMC possédait des propriétés oestrogéniques pouvant engendrer une prolifération des cellules utérines et le développement de certains cancers du sein, au même titre que l'estradiol (123).

En ce qui concerne l'avobenzène, il s'agit du filtre UVA le plus utilisé, mais qui présente une très mauvaise stabilité à de la lumière. Cette instabilité peut engendrer la production de radicaux libres et par conséquent l'isomérisation de certains composants biochimiques organiques, tels que les protéines ou les molécules d'ADN, ce qui entraînera leur inactivation, voire leur destruction (109).

A l'heure actuelle, étant donné le manque d'informations sur le sujet, il convient de rester prudent quant à l'utilisation quotidienne de ces produits porteurs de SPF, qu'il est préférable de réserver à un usage ponctuel tel qu'une sortie sur le marché ou une balade en montagne un jour de grand soleil.

3.7.6.2.1.4.2 Les actifs

Deux sortes d'actifs sont retrouvées dans cette liste d'ingrédients, des actifs hydratants et des actifs antioxydants. Bien qu'étant des actifs, donc étant normalement à la base des propriétés anti-oxydantes et hydratantes revendiquées par le laboratoire, leur place centrale dans la liste des ingrédients laisse penser qu'ils se trouvent en faible proportion. On peut se demander si les pourcentages utilisés sont suffisants.

3.7.6.2.1.4.2.1 Les actifs hydratants

Les actifs hydratants retrouvés dans cette formule sont le beurre de karité (*Butyrospermum parkii*) et le hyaluronate de sodium.

Le beurre de karité, aussi appelé beurre végétal, est une substance comestible extraite des fruits du karité séchés puis broyés (Figure 57). Il est riche en acides gras tels que l'acide oléique, l'acide stéarique, l'acide linoléique, l'acide palmitique et l'acide linoléique, ce qui en fait un excellent agent hydratant et assouplissant pour la peau et les phanères (124).

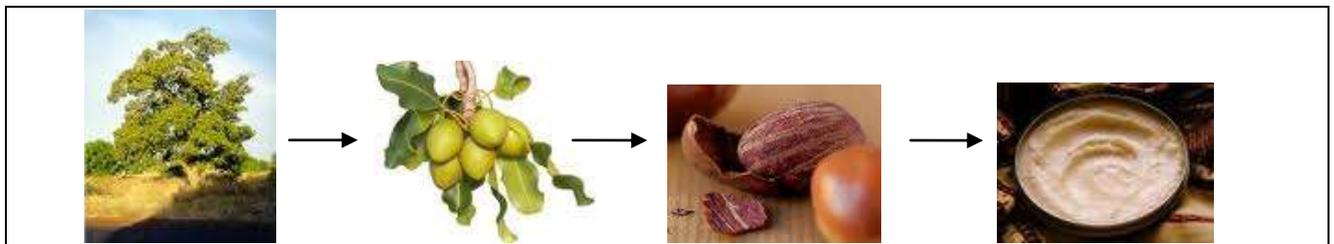


Figure 57 : Origine du beurre de karité (125)

Le hyaluronate de sodium, quant à lui, est un sel de l'acide hyaluronique (Figure 58). Il s'agit d'une protéine que l'on trouve naturellement dans la peau. Cette molécule filmogène est reconnue comme ayant un pouvoir hydratant important. Elle est souvent associée à la vitamine C, dans les formules cosmétiques, afin d'améliorer sa pénétration cutanée (126).

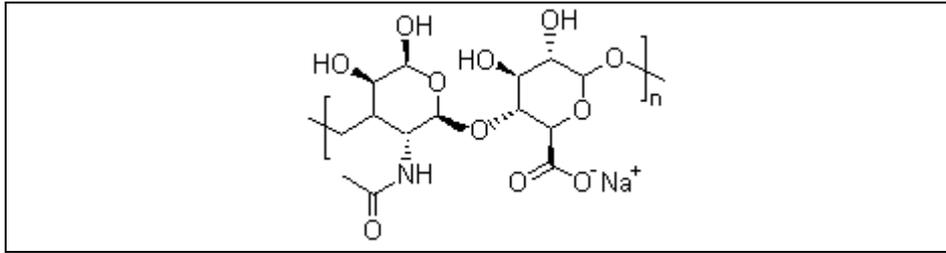


Figure 58 : Formule chimique du hyaluronate de sodium (127)

3.7.6.2.1.4.2.2 Les actifs antioxydants

Les actifs antioxydants retrouvés dans cette formule sont la vitamine E et les extraits de raisin. Le laboratoire Caudalie a choisi d'incorporer dans sa formule de la vitamine E sous forme acétate. Bien qu'il ait été démontré que son action anti-oxydante était moindre que celle des polyphénols, son incorporation aisée dans les formulations, du fait de son pouvoir lipophile élevé, en fait un ingrédient antioxydant de choix, dont l'action viendra compléter celle apportée par les autres molécules anti-oxydantes.

En ce qui concerne le raisin dont on vient de voir les propriétés anti-oxydantes, deux sortes d'extraits sont utilisés, des extraits de pépins de raisin (*Palmitoyl grape seed extract*), dont on a vu qu'ils concentraient une forte proportion de polyphénols et des extraits ciblés de raisins (*Palmitoyl grapevine shoot extract*) correspondant à des esters d'acide palmitique. Les polyphénols issus de ces extraits sont incorporés dans la formule après encapsulation dans la cyclodextrine afin de garantir leur stabilité jusqu'à l'application sur la peau (Figure 59).

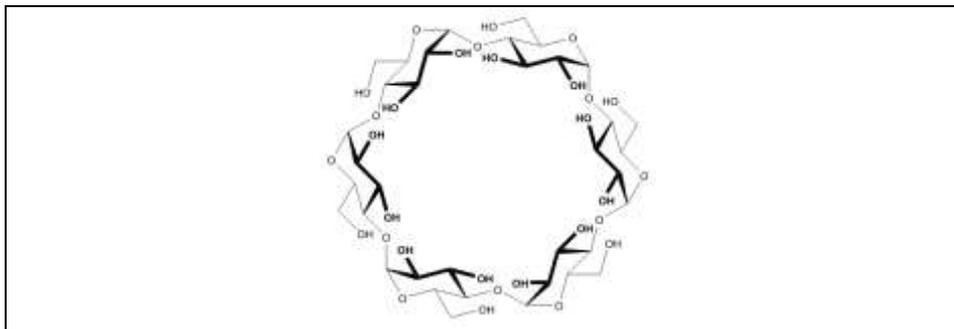


Figure 59 : Représentation d'une molécule de cyclodextrine (128)

3.7.6.2.1.5 Bilan

Si l'on considère maintenant la formule dans sa globalité, il me semble que malgré la richesse en ingrédients, l'action de protection solaire est la seule, parmi celles revendiquées par le laboratoire, qui puisse être réellement observée ; car en ce qui concerne les actions anti-oxydante et hydratante, le faible pourcentage d'incorporation des ingrédients qui en sont responsables, ne me paraît pas suffisant pour permettre d'obtenir des résultats tangibles. De plus, si on lit l'ensemble des annotations faites par le laboratoire sur l'emballage secondaire du produit, on peut voir que sont listés les actifs qui composent VINEXPERT ; or dans cette liste n'apparaissent que les filtres solaires, mais pas les antioxydants ni les hydratants (Figure 60)!

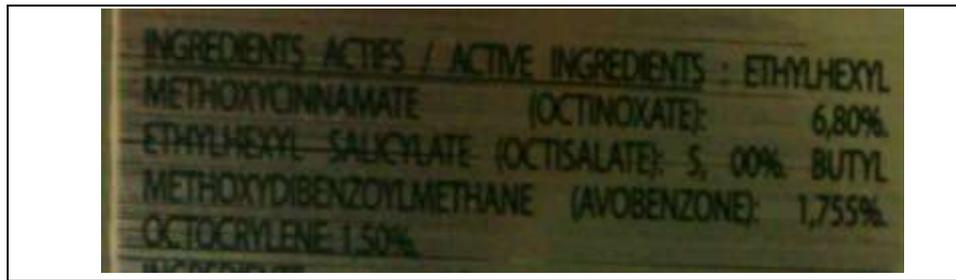


Figure 60 : Liste des ingrédients actifs de VINEXPERT -fluide bonne mine®

3.7.6.2.2 VINOSOURCE- crème anti-rides nourrissante®- Caudalie

3.7.6.2.2.1 Présentation du produit

Comme pour le produit Vinexpert-fluide bonne mine®, sur l’emballage secondaire de VINOSOURCE crème®, on ne trouve ni phrases chocs, ni couleur attirante. Pourtant cet emballage, qui peut paraître assez simple au premier coup d’œil, affiche toutes les informations essentielles pour permettre son identification (Figure 61).



Figure 61 : Emballages primaire et secondaire de VINOSOURCE- crème anti-rides nourrissante®- Caudalie

On retrouve le nom du laboratoire qui le commercialise, sa dénomination, son indication, le type de peau pour lequel il est indiqué, et son ingrédient de base : la grappe de raisins dessinée sur la boîte. Le laboratoire a bien compris qu’il ne suffisait plus d’inscrire sur l’emballage une indication pour déclencher un achat, mais qu’il faut apporter les preuves de l’efficacité revendiquée. Pour cela, Caudalie n’hésite pas à mettre en avant et à inscrire sur ses emballages les ingrédients qui composent sa formule. De plus, il fait mention des brevets qui ont été déposés pour protéger ses innovations. Ses inscriptions, qui peuvent paraître assez banales pour des personnes averties car sans réelles précisions, vont avoir toute leur importance pour des consommateurs qui cherchent un produit efficace.

Si l'on analyse le nom du produit, on notera qu'il se décompose en deux syllabes dont chacune a son importance : la syllabe « VINO-» rappelle que le produit tient son efficacité de molécules extraites du raisin, tandis que la syllabe « SOURCE » résonne comme un gage de pureté et de naturalité.

3.7.6.2.2 Les promesses du laboratoire

Ici encore, le laboratoire Caudalie, a apposé sur l'emballage du produit des phrases explicatives afin de mettre en avant les propriétés de son produit et les qualités des ingrédients utilisés dans sa formulation. Ces phrases prometteuses se retrouvent également sur tous les sites internet qui commercialisent le produit (Tableau 31).

Source	Promesses
Emballage secondaire	<p>« Cette crème onctueuse réduit les rides et vous offre une protection anti-oxydante exceptionnelle. Débarrassée des cellules mortes, mieux hydratée, durablement, la peau resplendit d'un nouvel éclat.»</p> <p>« A l'origine de l'exceptionnelle efficacité de ce soin, les polyphénols de raisin stabilisés et brevetés en collaboration avec la Faculté de Bordeaux. Antioxydants naturels supérieurement puissants, ils neutralisent les radicaux libres, principaux responsables du vieillissement cutané. »</p>
Site (129)	<p>« Cette crème, onctueuse et riche, à l'action anti-oxydante remarquable, nourrit en profondeur les peaux les plus sèches et relance le mécanisme interne d'hydratation. La peau redevient souple et confortable, les rides de déshydratation sont lissées »</p>

Tableau 31 : Promesses faites pour le produit VINOSOURCE-crème anti-rides®

3.7.6.2.2.3 Analyse de la composition

Sur l'emballage secondaire, on peut trouver la liste des ingrédients présentés par ordre décroissant de pourcentage d'incorporation dans la formule (Figure 62). Notons que cette liste comporte 35 ingrédients.

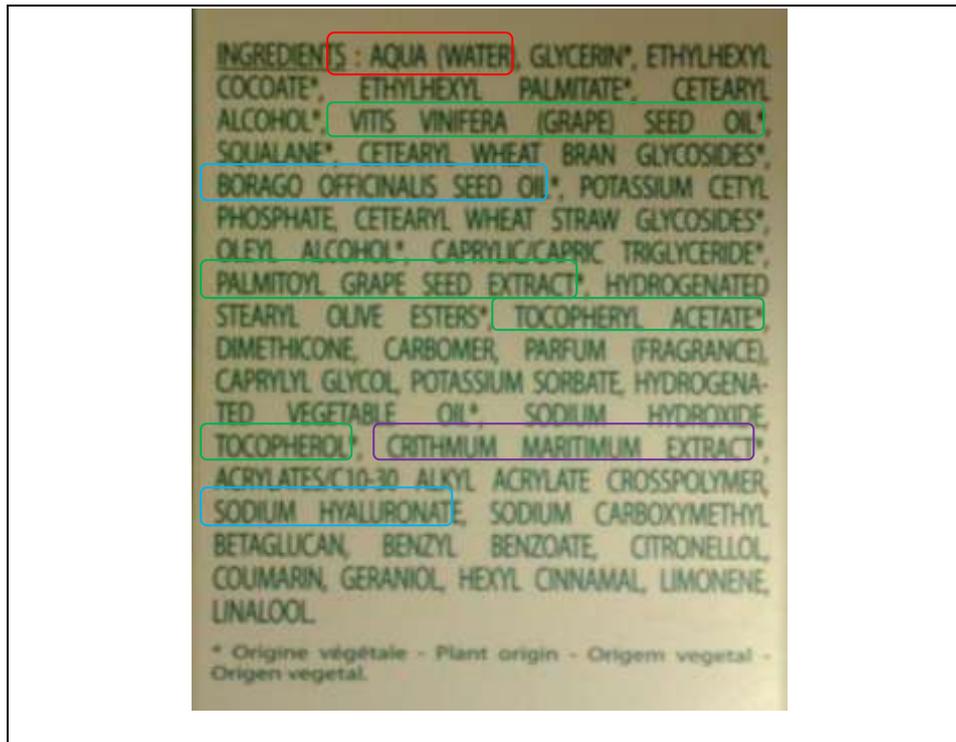


Figure 62 : Ingrédients entrant dans la composition de VINOSOURCE-crème anti-rides®

Dans cette liste, on retrouve l'eau en première position, comme élément majoritaire, puis suivent, répartis tout au long de cette liste, les différents actifs revendiqués par le laboratoire Caudalie, parmi lesquels les actifs antioxydants (les extraits de pépins de raisin et la vitamine E), les actifs hydratants (l'huile de bourrache, le hyaluronate de sodium et la Vinolevure®) et un actif anti-rides (la Criste marine).

De même que pour le fluide étudié précédemment, la liste des excipients constitutifs de cette crème est assez longue (Tableau 32).

Ingrédients	Propriétés
Ethylhexylcocoate, éthylhexylpalmitate, oleyl alcohol, caprylyl glycol	Emollients
Glycérine	Humectant
Cétéaryl alcohol, diméthicone	Obtention d'un toucher agréable
Squalane	Filmogène
Cétéaryl wheat bran glycosides, potassium cétyl phosphate, cétyaryl wheat straw glycosides	Tensio-actifs
Caprylic, capric triglyceride	Facteurs de consistance
Carbomère, acrylates	Gélifiants
Parfum	
Potassium sorbate	Conservateur anti-microbien
Sodium hydroxide	Adaptateur de pH
Benzylbenzoate, citronellol, coumarine, géraniole, hexylcinnamal, limonène, linalool	Allergènes apportés par le parfum

Tableau 32: Excipients et additifs présents dans la formule VINOSOURCE-crème anti-rides®

3.7.6.2.2.4 Commentaires

Si l'on regarde cette formule dans son ensemble, on note que le nombre d'ingrédients est important, 35, avec une proportion élevée d'excipients et d'allergènes. Etudions maintenant d'un peu plus près les actifs revendiqués par le laboratoire Caudalie, présents dans cette formule.

3.7.6.2.2.4.1 Les actifs antioxydants

Dans cette liste, on trouve deux sortes d'antioxydants : les extraits de pépin de raisin et la vitamine E.

3.7.6.2.2.4.1.1 Les extraits de pépins de raisin

Les extraits de pépins de raisin (*Vitis vinifera (grap) seed oil* et *palmitoyl grape seed extract*) constituent respectivement les sixième et quatorzième ingrédients de la liste INCI, ce qui peut laisser présager, du moins pour le premier extrait, d'une concentration non négligeable et donc d'une efficacité réelle. L'huile exercera une double action au sein de la crème : d'une part sa texture huileuse, riche en acides gras, assurera une bonne hydratation du tissu cutané ; et d'autre part, sa richesse naturelle en polyphénols permettra de lutter contre les radicaux libres et donc de ralentir le vieillissement prématuré de la peau.

Dans ce produit, on notera qu'il n'y a pas, comme dans le produit précédent, de cyclodextrine, pour encapsuler les polyphénols. Ces derniers sont estérifiés par l'acide palmitique afin de les préserver de toute oxydation au contact de l'air et de la lumière.

3.7.6.2.2.4.1.2 La vitamine E

L'acétate de tocophérol et le tocophérol sont deux dérivés regroupés sous le terme de vitamine E. Bien que situées respectivement en milieu et fin de liste, ces molécules, dont le pouvoir antioxydant a été démontré à maintes reprises, viendront, grâce à leur introduction aisée dans la formule, renforcer l'action antioxydante des polyphénols du raisin.

3.7.6.2.2.4.2 Les actifs hydratants

Dans cette liste d'ingrédients, on retrouve plusieurs composés ayant des propriétés hydratantes et nourrissantes, parmi lesquels l'huile de pépins de raisin vue précédemment, l'huile de bourrache, le hyaluronate de sodium et la vinolevure®.

3.7.6.2.2.4.2.1 L'huile de bourrache

L'huile de bourrache (*Borago officinalis seed oil*) se situe en première partie de liste, ce qui signifie qu'elle se trouve dans des proportions faibles mais suffisantes pour présumer d'une action. Sa richesse en acides gras insaturés essentiels (acide linoléique, acide gamma linoléique, acide oléique, acide palmitique, acide stéarique...), et en stérols en fait un ingrédient de choix dans le domaine des cosmétiques pour ses propriétés émollientes et adoucissantes (130).

3.7.6.2.2.4.2.2 Le hyaluronate de sodium

Comme on vient de le voir précédemment pour le produit VINEXPERT-fluide bonne mine®, le hyaluronate de sodium est un sel de l'acide hyaluronique ayant un pouvoir hydratant important.

3.7.6.2.2.4.2.3 La vinolevure®

La vinolevure est une molécule découverte et brevetée par Caudalie. Cette molécule, dont la dénomination INCI est Sodium Carboxyméthyl Béta-glucan, est extraite de la paroi de la levure de vin. Le laboratoire lui confère des propriétés hydratantes et fortifiantes. D'après leurs recherches, cette molécule, qualifiée de magique par ses créateurs, serait capable de retenir jusqu'à cent fois son volume en eau, ce qui éviterait ainsi la déshydratation, et renforcerait les défenses immunitaires de la peau en stimulant l'activité des cellules de Langherans. A l'heure actuelle, aucun laboratoire indépendant n'a réalisé de test sur cette molécule pouvant confirmer ou infirmer ces propriétés.

3.7.6.2.2.4.3 L'actif anti-rides

L'actif anti-rides revendiqué par le laboratoire Caudalie est l'extrait de Criste marine (*Crithmum maritimum extract*). Il s'agit d'une plante vivace de la famille des Apiacées vivant sur les falaises et rochers du bord de mer (Figure 63).



Figure 63 : *Crithmum maritimum* (17)

Depuis quelques années, les scientifiques lui portent un intérêt croissant. En effet, des tests ont montré qu'il s'agit d'une source importante de métabolites secondaires tels que des sucres ou des acides organiques, mais surtout qu'elle concentre de fortes proportions de dérivés phénoliques et plus particulièrement d'acide chlorogénique (131).

Ces molécules dont l'activité anti-oxydante a été démontrée à maintes reprises, font de la Criste marine un ingrédient naturel de choix dans la lutte contre l'attaque des radicaux libres au niveau cutané et donc contre l'apparition des premières rides.

Cependant, il convient d'apporter un petit bémol, car cet ingrédient, bien que très concentré en substances anti-oxydantes, se trouve en fin de liste donc à une concentration inférieure à 1 %. Bien qu'aucune étude n'ait encore pu déterminer une concentration minimale efficace, il est raisonnable de penser que son action ne sera qu'anecdotique.

3.7.6.2.2.5 Bilan

Après avoir détaillé la composition du produit, on peut dire que globalement cette crème anti-rides est riche en ingrédients hydratants et anti-oxydants. Malgré cette richesse, je pense que ce produit est à utiliser prioritairement pour ses propriétés hydratantes plutôt que pour ses propriétés anti-rides. D'ailleurs, le laboratoire Caudalie le présente avant tout comme un produit émollient, qui en plus de nourrir la peau, la protège contre les attaques extérieures et le vieillissement cutané : « cette crème riche, anti-rides et anti-oxydante, vous apporte hydratation et nutrition intense pour le plus grand confort des peaux sèches » (111).

3.7.6.3 Les Spas : La Vinothérapie

Le laboratoire Caudalie ne s'est pas limité à la mise au point de produits de soins mais a voulu proposer à ses clients et clientes une cure de bien-être alliant des soins pour le visage et le corps, et une détente dans un cadre somptueux et reposant.

Le premier spa vinothérapie® a ouvert ses portes au sein même du domaine du Château Smith Haut Lafitte en 1999. Les soins proposés allient les vertus de la vigne et du raisin, sources de polyphénols antioxydants, à l'eau de source chaude, puisée à 540 mètres de profondeur, naturellement riche en fer et en fluor.

Voici quelques exemples de soins, dont le nom à lui seul évoque déjà la relaxation : le bain barrique (Figure 64), le bain au marc de raisin, l'enveloppement merlot, miel et vin ou Fleur de vigne, le soin enivrant à l'huile de pépins de raisins, le gommage Crushed Cabernet, le massage vigneron, le drainage aux vrilles de vignes...(111).



Figure 64 : Un bain barrique (132)

3.8 Conclusion

Parmi les fruits, les raisins sont ceux qui contiennent le plus de substances phénoliques. Que ce soit les acides phénoliques, les stilbènes ou les flavonoïdes, ils ont tous montré leur capacité à neutraliser les radicaux libres et à interagir avec les mécanismes d'oxydo-réduction qui peuvent aboutir à des pathologies dégénératives telles que l'athérosclérose, le diabète, les cancers et le vieillissement cutané. Les laboratoires cosmétiques se sont rapidement lancés dans la mise au point de produits de soins anti-âge formulés à partir de substances polyphénoliques. Après avoir résolu le problème de stabilité de ces substances anti-oxydantes, le laboratoire Caudalie a commercialisé toute une gamme de produits pour l'hygiène et le soin du visage et du corps. Aujourd'hui plusieurs laboratoires se disputent le marché des produits anti-âges formulés à partir de polyphénols. Pourtant, l'étude des deux produits que l'on vient de faire montre qu'il ne faut pas se laisser « séduire » par un cosmétique revendiquant des propriétés anti-âges miraculeuses grâce à des actifs innovants sans analyser d'un peu plus près la formule. Il ne suffit pas de multiplier les actifs pour préjuger de l'efficacité du produit mais il faut que ce ou ces actifs se trouvent en concentration suffisante pour pouvoir obtenir des résultats et que cette concentration reste stable lors de la fabrication industrielle et lors de l'utilisation par le client ou la cliente.

Troisième partie : Le chocolat

4 Le chocolat

4.1 Introduction

Récolté depuis des millénaires, le cacao est l'ingrédient principal de l'un des aliments les plus appréciés au monde : le chocolat. Autrefois considéré comme aliment sacré entouré de nombreuses légendes dans les cultures Mayas et Aztèques, puis réservé à la noblesse du monde, le chocolat est aujourd'hui une gourmandise dont on parle avec le même vocabulaire que celui employé pour décrire les plus grands vins (crus de cacao, saveurs, arômes, textures...). Il se décline sous de multiples formes afin de séduire les moins gourmands d'entre nous : le matin au petit-déjeuner où il représente souvent la seule composante du repas de plus de 16 % des enfants, au goûter que les enfants désignent comme leur repas préféré, ou en accompagnement d'un café, ce produit aux vertus sensorielles et gustatives si particulières ravit le palais de chacun à n'importe quel moment de la journée (6,134,135,136). Pourtant il n'a pas toujours fait l'unanimité, en particulier au sein de l'Eglise durant les XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècles. En effet, la question soulevée, était de savoir si le chocolat constituait une boisson ou un aliment, car dans ce dernier cas il ne pouvait être consommé pendant la Carême sous peine de rompre le jeûne devant être respecté durant cette période. L'Eglise trancha en 1662, au grand désespoir de certains conservateurs, en autorisant la consommation de chocolat durant les jours de jeûne, à la condition qu'il soit préparé à base d'eau (137). Depuis les légendes indigènes concernant les propriétés miraculeuses de ce produit jusqu'à aujourd'hui, le chocolat a dû affronter de nombreux préjugés et controverses quant à ses propriétés et à son rôle sur la santé. Bénéfique pour la santé ou source d'effets indésirables? De nombreuses études ont été réalisées depuis des dizaines d'années afin d'identifier les composants actifs du chocolat et de démontrer leurs effets sur la santé. Des croyances bien ancrées, telles que « le chocolat fait grossir » ou « le chocolat est antidépresseur », aux propriétés non soupçonnées, le chocolat ne cesse de faire parler de lui. Depuis quelques années, on le retrouve même au sein de formules cosmétiques qui mettent en avant les propriétés anti-oxydantes de ce produit d'origine naturel (138,139,140).

4.2 Historique

4.2.1 Légendes Mayas et Aztèques

De l'aliment divin d'il y a quelques siècles, à la gourmandise plaisir que nous consommons aujourd'hui, le chocolat a dû affronter de nombreuses croyances et les méfiances de certains détracteurs, dont les membres de l'Eglise, pour trouver sa place (141). Pourtant, il est depuis quelques années, au centre de nombreuses discussions quant à son origine, sa composition et ses éventuelles propriétés. C'est grâce à des récits Mayas puis Aztèques, qui datent respectivement du VI^{ème} et du XVI^{ème} siècle, que les chercheurs ont pu retracer l'origine du chocolat, sa découverte et ses premières utilisations (142). A cette époque, les fèves de cacao, appelées « cacahuaqcht », étaient consommées sous forme de diverses boissons plus ou moins épicées, regroupées sous le nom de « tchocoalt », duquel dérive le mot chocolat, pour leurs pouvoirs fortifiant et aphrodisiaque (137). Pour cela les peuples indigènes faisaient sécher puis griller les fèves, ensuite elles étaient décortiquées et broyées afin d'obtenir une pâte à laquelle des aromates étaient

ajoutés pour en réduire l'amertume. La boisson était ensuite obtenue en mélangeant cette pâte à de l'eau chaude.

Les récits Mayas puis Aztèques racontent que les dieux ont transmis la fabrication de cette boisson, symbole de fertilité et d'immortalité, aux nobles avant de disparaître. Le cacao deviendra alors, une source alimentaire aux vertus nutritives et médicinales irremplaçables mais également une monnaie d'échange pour faire du troc, payer des impôts et acheter des esclaves (139,142,143).

Bien que ces récits relèvent de la légende, cette origine divine a perduré jusqu'au XVIII^{ème} siècle car le naturaliste suédois Carl Von Linné, persuadé des bienfaits de la plante, donna comme nom scientifique au cacao « *Theobroma cacao* », ce qui signifie étymologiquement « nourriture des dieux » (142,144).

4.2.2 Découverte du cacao par les navigateurs européens

C'est Christophe Colomb, parti en 1492 d'Andalousie à la découverte du Nouveau Monde, qui fut le premier européen à toucher et à goûter les fèves de cacao. Pourtant il n'apprécia pas ce produit très amer et n'y prêta pas attention (138,142,145). Il faudra attendre 1519 pour que Hernan Cortès, un navigateur espagnol, fasse de nouveau la découverte de ces fèves de cacao et de leur utilisation par les populations locales (140). Au début, le « tchocoatl » ne suscita guère l'intérêt des navigateurs, qui préféraient consommer du vin. Mais une fois leurs réserves épuisées, ils se résignèrent à utiliser le cacao comme boisson. Cependant, afin d'en limiter l'amertume, ils y ajoutèrent du suc d'Agave. Par la suite cette recette fut améliorée en ajoutant du sucre, de la vanille et de l'eau de fleur d'oranger, et ne tarda pas à se répandre au sein des populations indigène et espagnole vivant au Mexique (146).

4.2.3 Arrivée du cacao et du chocolat en Europe

Dès 1524, Cortès expédia à Charles Quint, roi d'Espagne à cette époque, une cargaison de fèves de cacao, en expliquant tout l'intérêt de cette boisson miraculeuse qui permettait, selon lui, aux soldats de marcher des heures entières sans s'arrêter ni fléchir. Au début, le chocolat suscita de vives discussions au sein du pays du fait de son origine indigène (145,146) ; mais très rapidement le « tchocoatl » devint la boisson préférée de la Cour et du clergé espagnols (142).

La première chocolaterie fut créée en Espagne en 1580 alors que les cargaisons de cacao, en provenance du Mexique, commencèrent à arriver régulièrement.

L'extension du cacao au reste de l'Europe se fit progressivement : tout d'abord aux colonies espagnoles, comme les Pays-Bas, puis aux pays limitrophes : l'Italie d'abord puis la France, l'Allemagne, l'Angleterre et la Suisse, au gré des voyages et des transactions marchandes (137,139,142).

4.2.4 L'arrivée du chocolat en France

Le chocolat arrive en France en 1615, lors du mariage de Louis XIII avec Anne d'Autriche, descendante du roi d'Espagne, qui en est une grande consommatrice. Le chocolat deviendra progressivement une denrée incontournable lors des grands banquets de la Cour française, malgré son prix onéreux et les difficultés d'approvisionnement (139).

Sa consommation se répandit aux nobles et à la bourgeoisie au début du XVIII^{ème} siècle puis à l'ensemble du monde médical, qui lui reconnaissait alors un grand nombre de vertus thérapeutiques (145), telles que des vertus nourrissantes, fortifiantes, stimulantes, digestives, antidouleurs et même aphrodisiaques (145,147). Ainsi des manuscrits datant du XVI^{ème} jusqu'au XVIII^{ème} siècle révèlent-ils plus de cent utilisations

médicinales du chocolat, tout en prévenant des effets secondaires pouvant arriver suite à l'ingestion d'une quantité importante (144,146).

Alors que jusque là le chocolat était quasi exclusivement importé d'Espagne, les apothicaires se lancèrent dans sa fabrication. On y retrouve d'ailleurs mention dans de nombreux ouvrages pharmaceutiques des XVII^{ème} et XIX^{ème} siècle, dont le Codex. Ils créèrent divers « chocolats médicinaux », tels que des chocolats pectoraux, analeptiques, stomachiques, purgatifs ou fébrifuges (Tableau 33), et vantèrent leurs produits par voie d'affichage ou de publicité dans les journaux (Figures 65 et 66) (140,145).

Dénomination	Composition	
Chocolat au lait d'ânesse	Lait d'ânesse, gomme arabique, sucre, cacao caraque en poudre	
Chocolat à la magnésie	Magnésie calcinée	100 g
	Chocolat	1000 g
Chocolat purgatif, de Montpellier ou de Charles	Chocolat simple ramolli	500 g
	Jalap	45 g
	Calomel	30 g
Chocolat vermifuge	Chocolat vanillé	97 g
	Calomel	2 g
	Santonine	1 g

Tableau 33 : Exemples de composition de chocolats médicinaux (15)

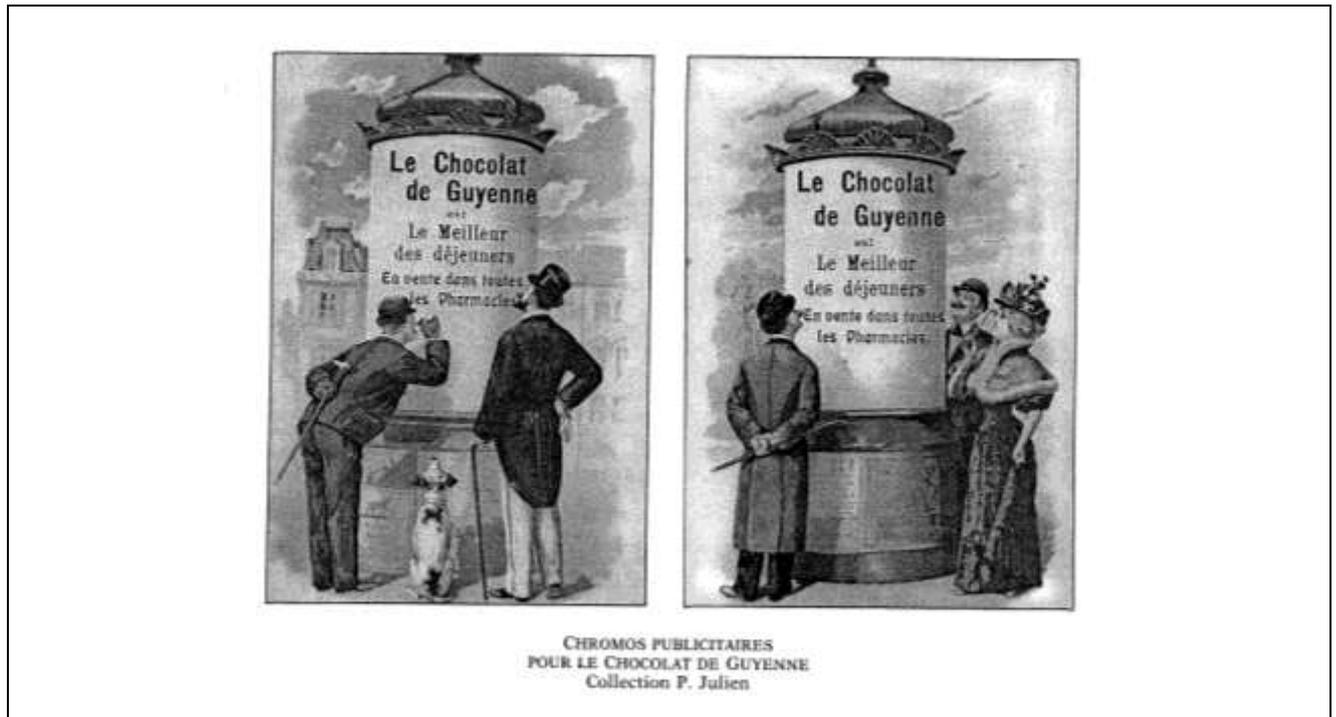


Figure 65 : Affiche publicitaire datant du XIX^{ème} siècle promouvant le chocolat de Guyenne (146)



Figure 66 : Affiche publicitaire du XIX^{ème} siècle (147)

4.2.5 Naissance et développement de l'industrie du chocolat

Le perfectionnement des techniques et la révolution industrielle du XIX^{ème} siècle vont venir bousculer les habitudes d'utilisation et de consommation du chocolat. C'est la naissance de l'industrie du chocolat. Ce dernier, qui jusque là était réservé à une élite, va se démocratiser et devenir accessible à tous (138,142). Dorénavant, il sera de moins en moins consommé pour ses vertus médicinales supposées mais de plus en plus pour le plaisir (139).

Ainsi en 1825, Antoine-Brutus Menier, pharmacien spécialisé dans les poudres et farines, fonda la première chocolaterie industrielle mondiale à Noisiel-Sur-Marnes en Seine-et-Marne (Figure 67) (138,142,148,149).

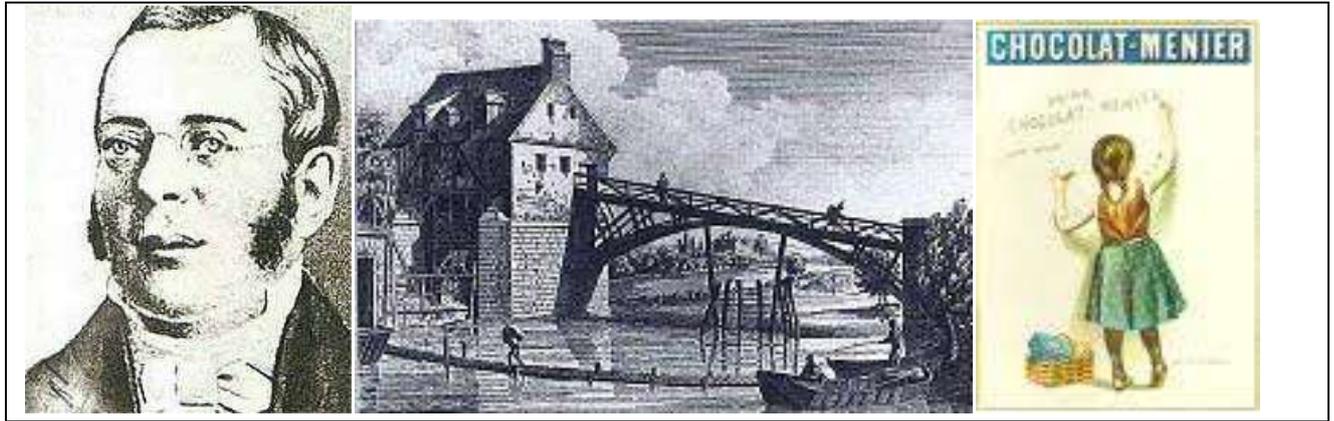


Figure 67 : Antoine Brutus Menier, fondateur de la première chocolaterie industrielle mondiale (150)

En 1928, Conrad Van Houten, fabricant de chocolat à Amsterdam dépose un brevet pour le premier chocolat en poudre. Il vient de mettre au point les procédés de solubilisation et de pressage de la pâte afin de séparer le beurre de cacao et la poudre (138,142).

A partir de là, les innovations « chocolatières » ne vont cesser de se succéder. Ainsi en 1875, Nestlé lance-t-il le premier chocolat au lait à croquer. En 1879, Rodolph Lindt élabore un chocolat fondant obtenu grâce à une agitation mécanique en fin de fabrication. En 1923, la première barre chocolatée, appelée Milky Way®, est commercialisée aux Etats-Unis par Franck Mars, ce qui révolutionnera la façon de consommer du chocolat (Figure 68) (138,139).



Figure 68 : Barre de Milky Way ®(151)

Le chocolat blanc constitue la dernière grande innovation de l'industrie chocolatière, mise au point pour la première fois dans les années 1930 par Nestlé (139).

Aujourd'hui le chocolat se trouve partout et peut être consommé sous de nombreuses formes, au gré des envies de chacun. Du petit-déjeuner sous forme de lait chocolaté chaud ou froid accompagné ou non de tartines beurrées ou de céréales, au carré de chocolat qui accompagne le digestif ou le café, chacun y trouve son plaisir.

4.2.6 Origine et histoire de l'œuf de Pâques

La coutume d'offrir des œufs au début du printemps remonte à l'Antiquité. Dans de nombreuses cultures, ces œufs sont des symboles de bonheur et de fécondité. Ainsi les Perses s'offraient-ils des œufs de poule le jour du printemps comme cadeau porte-bonheur ; tandis que dans la civilisation romaine, les œufs étaient jetés au sol, à cette même période, afin de purifier l'atmosphère.

C'est à partir du XIII^{ème} siècle que les premiers œufs peints firent leur apparition en Europe. A cette époque, on se les offrait à la fin du carême comme symbole représentatif de la fin des privations.

Il faudra attendre le milieu du XIX^{ème} siècle pour que ces œufs de poule deviennent des confiseries en chocolat, période à laquelle le moulage du chocolat a commencé à se développer (138).

4.3 Aspects botaniques

Avant de voir plus en détails les étapes de la fabrication du chocolat, attardons-nous quelques instants sur son origine végétale.

4.3.1 Origine botanique

Ce met délicieux qui ravit nos papilles à chaque dégustation, est obtenu à partir des graines de cacaoyer.

Le cacaoyer est un arbre fragile de la famille des *Sterculiaceae* et du genre *Théobroma* (140,152). Aujourd'hui seule l'espèce *Théobroma cacao*, parmi les 22 espèces reconnues, est cultivée pour la production des graines destinées à la fabrication du chocolat (140,142). Cet arbre, pouvant mesurer jusqu'à 2 mètres de hauteur à l'état sauvage, pousse naturellement, depuis des siècles, dans les forêts vierges d'Amérique centrale tropicale et les forêts équatoriales d'Amérique du Sud. Il est aujourd'hui cultivé principalement dans les pays tropicaux, car sa croissance nécessite des conditions optimales de chaleur et d'humidité (Tableau 34) (138,142,152).

	Conditions de culture optimales
Zone	10 à 15 degré de latitude de part et d'autre de l'équateur
Température	Température moyenne annuelle optimale ≈25°C, la moyenne des minima quotidiens ne doit pas être inférieure à 15°C, la température ne doit jamais descendre en dessous de 0°C
Pluviométrie	Pluies abondantes et bien réparties au cours de l'année
Lumière	Ombre important quand l'arbre est jeune puis diminution progressive
Sol	Bonne rétention d'eau
Humidité	Taux d'humidité optimal ≈85%

Tableau 34 : Conditions optimales de culture des cacaoyers (140,142)

Le cacaoyer produit, après quatre années de croissance, des fruits appelés cabosses, qui se développent en cinq à sept mois sur le tronc et sur les branches de l'arbre à un rythme allant de 50 à 150 cabosses par an, ce qui correspond respectivement à 2 et 6 kilogrammes de cacao (Figure 69) (138,142,152).



Figure 69 : Cabosses de cacaoyer (153)

Ces fruits, de couleur initiale verte ou rouge selon les espèces de cacaoyer, vont évoluer vers le jaune-oranger en mûrissant (142,152).

Chaque cabosse contient en moyenne une quarantaine de graines qui sont enveloppées d'une pulpe mucilagineuse blanchâtre sucré (Figure 70) (142,152).



Figure 70 : Demi-cabosse contenant les graines entourées de mucilage (153)

Cette graine, qui deviendra la fève de cacao une fois torréfiée, est composée d'une coque mince très résistante, d'un tégument translucide, de deux cotylédons qui occupent presque tout le volume intérieur de la graine et d'une gemmule (Figure 71) (138,141).

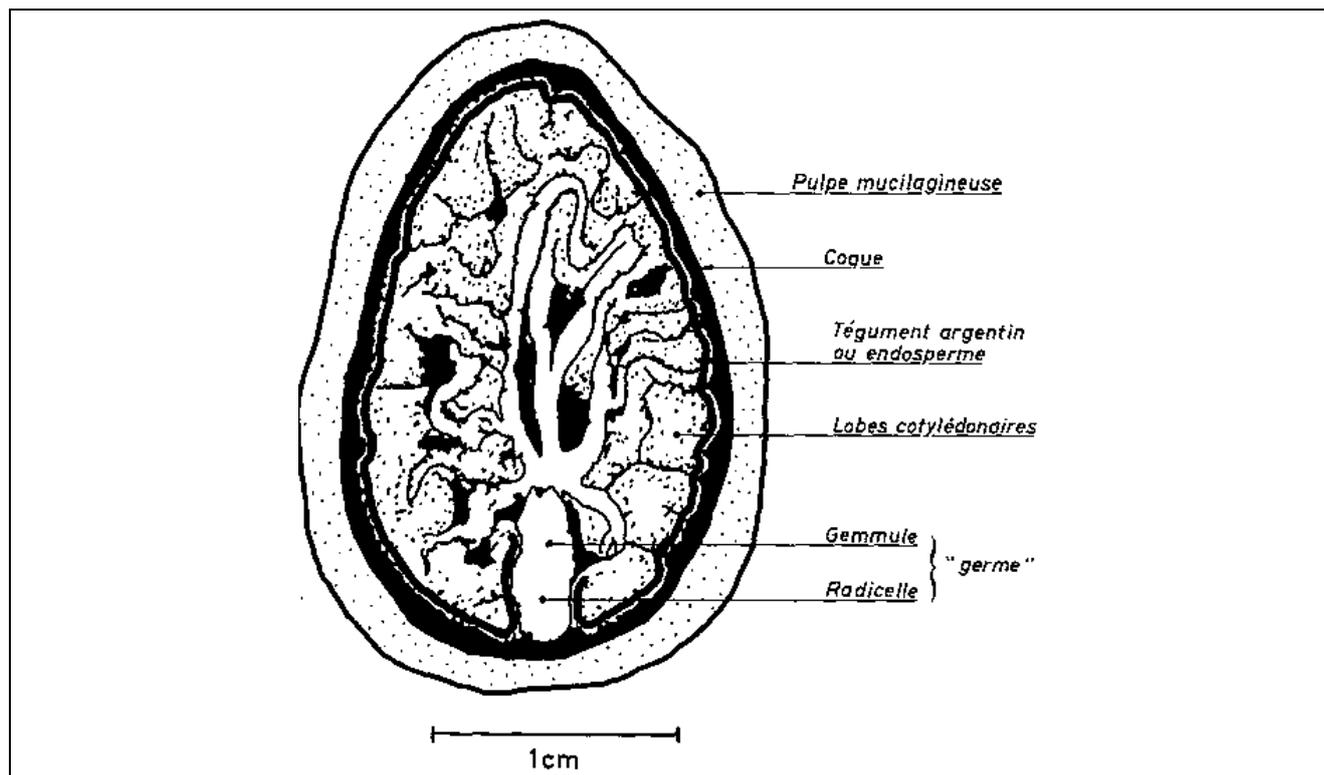


Figure 71 : Schéma d'une graine de cacao (154)

Les cotylédons, qui vont tout particulièrement nous intéresser pour la fabrication du chocolat, sont constitués de trois types cellulaires bien distincts, chacun jouant un rôle particulier. La couche la plus externe est constituée de cellules épidermiques, représentant moins de 1 % des cotylédons, qui ont un rôle structurel important. Puis, on trouve des cellules parenchymateuses ($\approx 90\%$) qui contiennent le beurre de cacao, ainsi que des protéines et de l'amidon. Enfin, le troisième type cellulaire est représenté par des cellules à pigments, responsables de la coloration des cotylédons, qui contiennent de nombreuses molécules telles que des polyphénols, de la caféine et de la théobromine (137,140).

La dimension, la forme des graines et la couleur des cotylédons qu'elles contiennent sont des caractères distinctifs de chaque espèce.

4.3.2 La composition des graines fraîches de cacao

Les graines fraîches de cacao contiennent un grand nombre de composés (Tableau 35).

Composés	Pourcentage
Eau	35
Amidon	4,5
Cellulose	3,2
Pentosanes	4,9
Sucres (principalement glucose et fructose)	1,1
Beurre de cacao	31,3
Protéines	8,4
Théobromine	2,4
Caféine	0,8
Polyphénols	5,2
Acides	0,6
Sels minéraux	2,6

Tableau 35 : Composition des graines fraîches de cacao (142)

4.3.3 Les différentes variétés de cacaoyer cultivées

Il existe trois principales variétés de cacaoyer : les forasteros, les criollos et les trinitarios.

4.3.3.1 Les forasteros

Les forasteros représentent environ 70 % de la production mondiale. Ils sont principalement cultivés au Brésil, en Afrique de l'Ouest, en Asie et en Océanie. Les graines de forastero permettent d'obtenir un cacao amer dont l'arôme est légèrement acide (138,142).

4.3.3.2 Les criollos

La variété criollo, quant à elle, est cultivée en Amérique centrale et du sud. Elle fournit des cacaos fins et très aromatiques possédant une légère amertume. Ces caractéristiques gustatives en font la variété de prédilection des chocolatiers pour la confection des produits de luxe. Ces cacaoyers sont cependant très fragiles et résistent très mal aux maladies, si bien que leur culture se raréfie aujourd'hui. Ils ne couvrent que 5 % de la production mondiale (140,142).

4.3.3.3 Les trinitarios

Les trinitarios constituent des hybrides issus du croisement entre les deux variétés précédentes. Ils sont responsables de 20 % de la production mondiale. Les variétés de trinitario sont utilisées pour la fabrication d'un cacao de qualité intermédiaire, à teneur élevée en matières grasses, ce qui leur vaut aujourd'hui de remplacer progressivement les variétés de criollo dans l'industrie chocolatière (138,142).

4.4 La fabrication du chocolat

Compte-tenu des conditions climatiques nécessaires à la culture du cacaoyer, les principaux pays producteurs de cacao se situent à 20° de part et d'autre de l'Equateur en Afrique de l'Ouest (Côte d'Ivoire, Ghana, Nigéria, Cameroun), en Amérique Latine (Brésil, Equateur), en Asie du Sud-Est (Indonésie) et en Océanie. A côté de ces grands pays producteurs, le Venezuela, Trinidad, Tobago et la Tanzanie sont des pays dont la production annuelle est peu importante, mais qui sont reconnus pour la qualité et la finesse des arômes obtenus (Figure 72) (140,142).

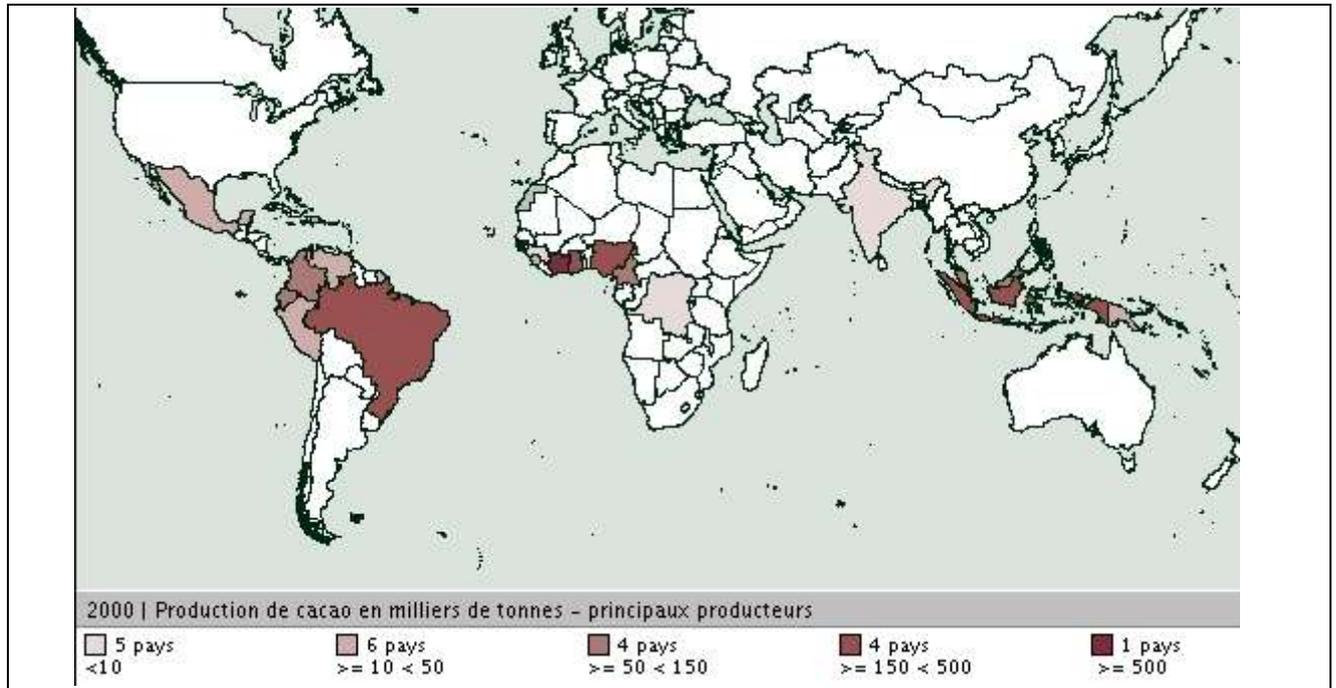


Figure 72 : Carte des principaux pays producteurs de fèves de cacao (155)

Détaillons maintenant le déroulement général de la fabrication du chocolat. Ce processus, qui ne nécessite pas moins de quinze étapes depuis la récolte des cabosses jusqu'à l'obtention de l'aliment sucré que nous connaissons tous, requiert un grand savoir-faire et une connaissance approfondie des différentes variétés de cacaoyer et de leurs propriétés physico-chimiques et gustatives (Figure 73).

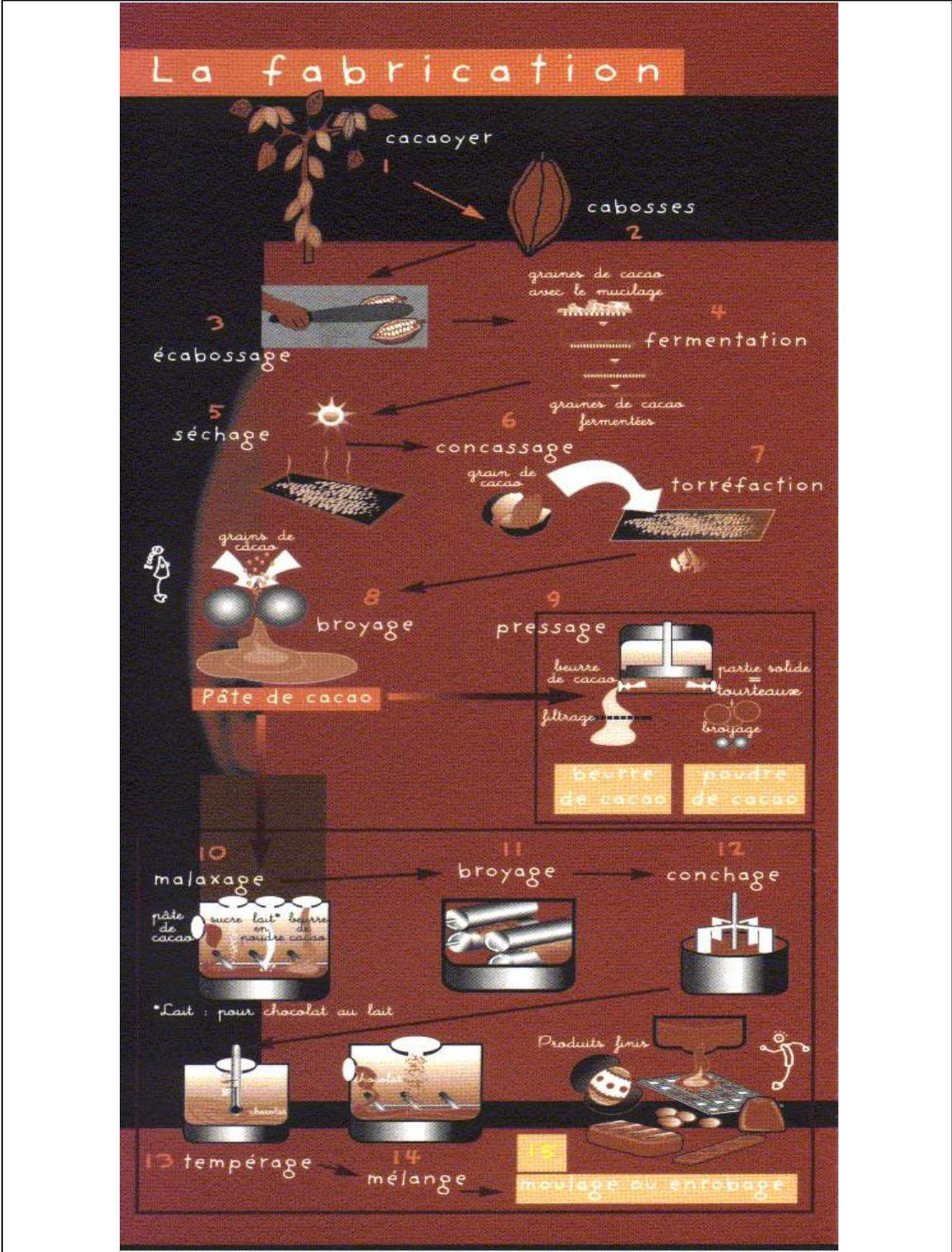


Figure 73 : Principe général de fabrication du chocolat (156)

4.4.1 L'obtention de la pâte de cacao

4.4.1.1 La récolte

La première étape, et non la moindre, consiste en la cueillette manuelle des cabosses arrivées à maturité. Cette étape délicate s'effectue à l'aide d'outils aux bords très tranchants (machettes), afin de couper le pédoncule du fruit sans risquer d'abîmer l'arbre, ce qui aurait des conséquences néfastes sur les cueillettes ultérieures (Figure 74) (142).



Figure 74 : Récolte des cabosses à l'aide d'une machette (157)

Cette récolte a lieu deux fois dans l'année. Une récolte principale est effectuée en début de saison des pluies, soit de septembre à novembre, puis une seconde récolte a lieu durant la saison sèche, d'avril à juin (140).

Les cabosses doivent être récoltées à pleine maturité. Si elles sont cueillies trop tôt, le cacao obtenu sera de piètre qualité et très pauvre en composés aromatiques. Si la récolte est trop tardive, il est possible que les graines aient commencé à germer, ce qui contraint alors à les détruire (138,140).

Cette maturité s'apprécie par le changement de couleur des cabosses qui passent du vert au jaune, ou du rouge-violet à l'orange suivant les espèces, mais aussi par le son mat qu'elles renvoient lorsqu'on les frappe légèrement (138).

4.4.1.2 L'écabossage

L'écabossage, qui doit être réalisé au plus tard six jours après la récolte, est l'étape qui consiste à ouvrir les cabosses à l'aide d'un gourdin ou d'une machette, pour en extraire les graines de cacao (Figure 75).



Figure 75 : Ecabossage d'une cabosse (157)

Les graines extraites sont entourées d'une substance blanchâtre, appelées mucilage, riche en eau (80 %), en sucre (15 %), en acide citrique et en pectine (Figure 76) (138,140).



Figure 76 : Graines de cacao, entourées de mucilage (158)

4.4.1.3 La fermentation

Il faut savoir que cette étape de fermentation est déterminante pour l'obtention d'un cacao de qualité. Elle requiert donc toute l'attention du producteur.

Elle a lieu directement sur les sites de production, dans les 24 heures qui suivent l'écabossage, car plus elle est réalisée rapidement après la récolte, meilleur sera le cacao.

Pour cela, les graines sont disposées soit sur un lit de branchage, soit dans des bacs de fermentation percés, afin d'assurer l'écoulement du jus de fermentation. L'ensemble est généralement recouvert de feuilles de bananier (142).

Cette étape, qui dure de cinq à sept jours en moyenne, va permettre, grâce à une suite de réactions fermentatives, enzymatiques et métaboliques de débarrasser les graines de la pulpe qui les entoure, de bloquer définitivement tout processus germinatif et de développer les précurseurs de l'arôme du chocolat et de sa couleur. Ces réactions vont également diminuer l'amertume et l'astringence des graines de cacaoyer (137,140,142).

4.4.1.4 Le séchage

Le séchage est une étape dont la durée varie de une à deux semaines. Elle a pour objectif d'abaisser le taux d'humidité des graines de cacao de 60 à 8 %, afin d'obtenir le cacao marchand. Pour cela, les graines sont séchées au soleil sur des claies ou dans des séchoirs artificiels, et sont brassées régulièrement afin d'homogénéiser le séchage (Figure 77) (142,149). Le personnel de la plantation doit être très attentif lors de cette étape car un séchage trop lent risque de se traduire par le développement de moisissures, tandis que s'il est trop rapide, les graines risquent de devenir acides et seront donc invendables (138).



Figure 77 : Séchage des graines de cacao sur des claies (157)

Durant ce séchage, on procède également à un triage manuel afin d'éliminer les débris et les restes de pulpe qui auraient pu se séparer des graines.

Une fois séchées, les graines prennent une couleur brune caractéristique et seront appelées fèves de cacao. Elles seront par la suite mises en sac, stockées en milieu sec, puis exportées majoritairement vers les pays industrialisés du Nord, qui en sont de grands consommateurs (Figure 78) (Tableau 36) (140).



Figure 78 : Sacs de cacao en attente d'exportation (158)

Pays importateurs de cacao	Volume de cacao importé (%)
Pays-Bas	20,6
Etats-Unis	18,5
Malaisie	10,8
Allemagne	8,3
Belgique	6,0
France	4,7
Royaume-Uni	4,2
Espagne	2,4

Tableau 36 : Quelques importateurs de fèves de cacao (140)

4.4.1.5 La torréfaction

Comme on l'a vu précédemment pour les graines de café, les fèves de cacao vont être torréfiées, c'est-à-dire grillées entre 120 et 140°C, afin de développer leur arôme et de réduire le taux d'humidité résiduelle. Cette opération s'effectue dans des torréfacteurs chauffés au gaz ou dans des colonnes verticales alimentées en air chaud. Le degré et le temps de torréfaction vont varier en fonction de différents facteurs tels que l'origine géographique des fèves, le taux d'humidité, le type de cacao et le chocolat que l'on cherche à fabriquer. En effet, la durée de torréfaction sera longue lorsque les fèves seront destinées à la fabrication de poudre de cacao, tandis qu'elle sera écourtée quand les fèves seront destinées à l'élaboration de chocolats supérieurs et/ou fondants (15,137,139,142).

Après avoir été torréfiées, les fèves doivent être refroidies très rapidement afin de conserver tout leur arôme.

4.4.1.6 Le concassage

Cette étape, réalisée au moyen d'un concasseur, va permettre de décortiquer les fèves de cacao afin de séparer la coque, le tégument, l'amande et le germe (138,142).

4.4.1.7 L'alcalinisation

L'alcalinisation, ou solubilisation, est généralement réalisée à ce stade lorsque l'on désire fabriquer de la poudre de cacao. Elle consiste à imprégner les fèves de cacao avec des sels alcalins, principalement du carbonate de calcium, afin de permettre une meilleure solubilisation de la poudre au contact d'un liquide et d'en améliorer le goût, qui sera alors moins acide (137).

4.4.1.8 Le broyage, aussi appelé mouture

Une fois torréfiées, les fèves de cacao vont être broyées afin de détruire la structure des cotylédons et permettre l'obtention d'une pâte fluide, appelée pâte de cacao ou encore liqueur de cacao. Cette pâte contient environ 55 % de beurre de cacao (140,142), qui constitue l'ingrédient de base pour la fabrication du cacao en poudre et du chocolat. Un décret de 1951 donne une définition précise de la pâte de cacao (159) :

Article 16 du décret du 16 novembre 1951 concernant la répression des fraudes dans la vente des marchandises et des falsifications des denrées alimentaires et des produits agricoles.

« La dénomination pâte de cacao est réservée à la pâte obtenue après écrasement des amandes de cacao, décortiquées et dégermées, de qualité saine, loyale et marchande. La pâte ainsi dénommée ne doit, ni contenir plus de 5 % de débris, ni, sauf adjonction du qualificatif « dégraissée » avoir été privée d'une quelconque partie de sa matière grasse naturelle ».

Cette opération est réalisée à chaud dans un moulin à cacao, où les fèves passent entre deux disques d'acier rainurés, disposés verticalement, l'un étant fixe, l'autre mobile (15).

4.4.2 La fabrication du cacao en poudre

Afin d'obtenir du cacao en poudre, la pâte de cacao va être pressée dans des presses hydrauliques. Ce pressage va permettre d'obtenir deux produits distincts : d'un côté un liquide, appelé beurre de cacao, et de l'autre, un produit solide en forme de galette, constituant le tourteau. La poudre de cacao sera obtenue après concassage et broyage de ce dernier (138,142). Un décret de 2003 propose une définition pour le cacao en poudre (160) :

Décret n°2003-702 du 29 juillet 2003 modifiant le décret n°76-692 du 13 juillet 1976 pris pour l'application de la loi du 1^{er} août 1905 sur la répression des fraudes dans la vente des marchandises et falsifications des denrées alimentaires en ce qui concerne les produits de cacao et de chocolat destinés à l'alimentation humaine.

« Les dénominations cacao en poudre et poudre de cacao sont réservées aux produits obtenus par la transformation en poudre, des fèves de cacao nettoyées, décortiquées et torréfiées et contenant pas moins de 20 % de beurre de cacao, taux calculé d'après le poids de la matière sèche, et pas plus de 9 % d'eau ».

Pour obtenir du chocolat en poudre, aussi appelé cacao sucré, les industriels ajoutent à la poudre de cacao du sucre et divers additifs tels que des arômes, du lait en poudre, de la farine, etc ...(142)

Le beurre de cacao est une matière fluide possédant un arôme fort qui, une fois filtré, est totalement limpide. Il peut subir différentes opérations afin d'améliorer son aspect, son goût et/ou son odeur (neutralisation, raffinage, décoloration, désodorisation). Une fois refroidi et moulé, il sera stocké dans des locaux climatisés avant d'être utilisé dans l'industrie alimentaire (chocolats, bonbons) ou cosmétique (142).

4.4.3 La fabrication du chocolat

4.4.3.1 Le malaxage et le broyage

Afin d'obtenir du chocolat, les industriels ajoutent à la pâte de cacao du sucre, du beurre de cacao et éventuellement du lait. L'opération s'effectue dans des pétrins mécaniques chauffés par circulation de vapeur d'eau (15).

Le mélange sera ainsi malaxé et broyé jusqu'à obtention d'une pâte homogène dont la taille des particules ne dépassera pas 30 microns de diamètre (161,162,163). C'est à cette étape du procédé de fabrication que les industriels pourront ajouter différents aromates, tels que de la vanille ou de la cannelle. La dénomination « chocolat » telle qu'elle apparaît dans le décret du 16 novembre 1951, fait état d'une composition précise en pâte de cacao et beurre de cacao (159) :

Article 20 du décret du 16 novembre 1951 concernant la répression des fraudes dans la vente des marchandises et des falsifications des denrées alimentaires et des produits agricoles.

« La dénomination chocolat est réservée au produit de qualité loyale, saine et marchande obtenu par le mélange de sucre et de pâte de cacao, ayant, ou non, fait l'objet d'un dégraissage partiel, additionné, ou non, de beurre de cacao et en proportion telle que 100 grammes de produit contiennent, sous réserve des dispositions particulières relatives au chocolat au lait et au chocolat aux noisettes, au minimum 35 grammes de pâte de cacao et 18 grammes de beurre de cacao. »

4.4.3.2 Le conchage

Afin de rendre le chocolat fondant et onctueux, la pâte de chocolat va être longuement triturée dans des conches, qui sont des récipients chauffés, munis de différents dispositifs de malaxage (Figure 79). La durée de ce conchage est variable : de quelques heures pour un chocolat ordinaire, à plusieurs jours pour un grand cru de chocolat (15,137,138).

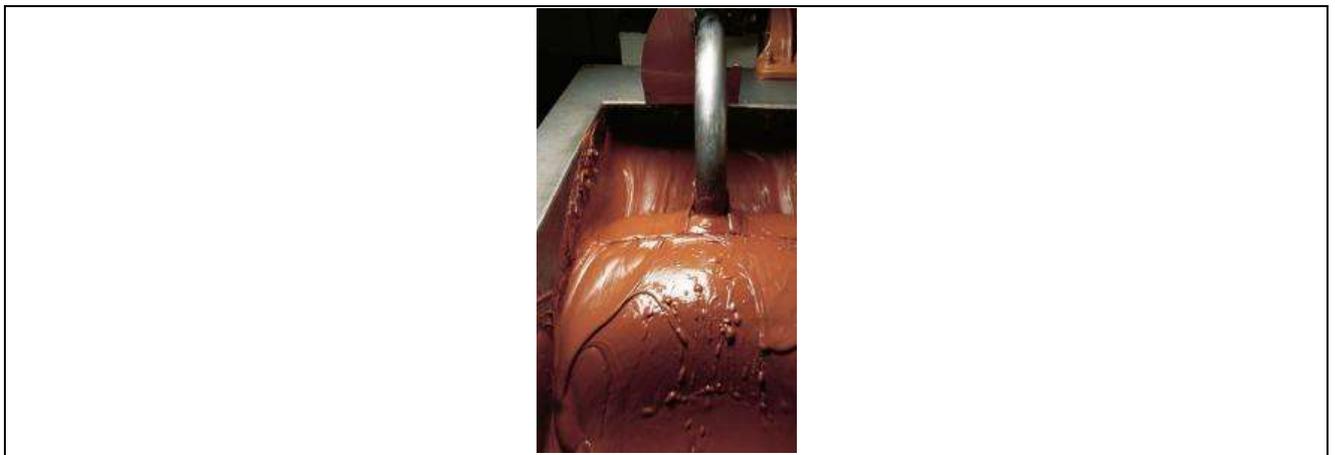


Figure 79 : Trituration et affinage du chocolat dans une conche (164)

Quelques instants avant la fin du conchage, il est possible d'ajouter à la pâte un peu de lécithine de soja afin d'obtenir une masse plus fluide (15).

4.4.3.3 Le tempérage

L'étape suivante consiste au tempérage du chocolat. Celui-ci va subir un cycle de température bien défini dans le but de favoriser une cristallisation progressive et très fine du beurre de cacao et permettre ainsi l'obtention d'un produit de qualité facile à mouler et à démouler.

Notons que les caractéristiques d'un chocolat de qualité sont une surface brillante, l'absence de bulles d'air, un grain fin et une cassure nette (142).

4.4.3.4 Le moulage

L'ultime étape consiste au coulage du chocolat dans des moules afin de lui faire prendre la forme souhaitée, puis son enveloppement dans une feuille d'aluminium ou semi-plastifiée.

Nous venons de voir le processus général de fabrication du chocolat. L'obtention des différents produits chocolatés que l'on peut retrouver dans les rayons de nos magasins et qui diffèrent par leurs propriétés organoleptiques, leur qualité et leur prix, se fait par le choix des fèves de cacao, dont la qualité et le goût diffèrent selon l'origine, par le pourcentage plus ou moins élevé de beurre de cacao ajouté, par un raffinage plus ou moins poussé et par un conchage plus ou moins prolongé.

4.5 Règlementation

Depuis plus d'un siècle la fabrication et la commercialisation du cacao et du chocolat sont réglementés dans les pays européens. Pourtant, chaque nation ayant sa propre législation, le commerce du cacao et du chocolat est longtemps resté compliqué. Ce n'est qu'en 1973, qu'a été écrite la première directive permettant d'harmoniser les législations des états membres et ainsi faciliter la circulation des produits au sein de l'Europe. Puis au fur et à mesure des progrès techniques et des découvertes de la science, de nouvelles directives sont venues complétées les précédentes ; la dernière mise à jour date du 23 juin 2000 (137,159,165,166).

Ces textes, qui ont pour objectif de présenter clairement les protocoles de fabrication des différents produits dérivés du cacao et de garantir la qualité du chocolat précisent :

- la dénomination et la description des différents produits dérivés du cacao
- la liste des opérations autorisées durant la fabrication, ainsi que les ingrédients qu'il est possible d'utiliser
- les opérations interdites
- l'étiquetage

4.5.1 La dénomination et la description des différents produits dérivés du cacao

Il existe de nombreux types de chocolat qui se différencient par leur origine, leur qualité et leur composition.

En ce qui concerne l'origine et la qualité, on peut distinguer des chocolats d'origine, qui sont produits à partir de cacaos provenant d'un seul pays, des chocolats de cru, qui sont issus de cacaos provenant d'une

région géographique bien identifiée voire d'une plantation unique, et des chocolats grands crus dont le cacao a un caractère particulier permettant de l'identifier aisément (166). A côté de ces produits « de luxe », on retrouve de nombreux chocolats produits à partir d'un mélange de cacao provenant de diverses régions et dont la qualité est inférieure aux précédents.

On peut également différencier les chocolats en fonction de leur composition. Ainsi on retrouve des chocolats noirs, au lait ou blancs, des chocolats à cuire ou fondant. La composition de chacun d'entre eux est définie dans les textes de loi quant à la quantité minimale de beurre de cacao, de lait et de sucre (Tableau 37) (152,165,166).

	Pâte de cacao	Lait ou poudre de lait	Sucre
Chocolat noir	min 35%	0	Inversement proportionnel au % de cacao
Chocolat au lait	min 25%	min 14%	50-55%
Chocolat blanc	min 20%	min 14%	<35%

Tableau 37 : Composition minimale en pâte de cacao, lait et sucre des chocolats noir, au lait et blanc (138,152,166)

4.5.2 Les ingrédients facultatifs autorisés

L'ajout de matières grasses végétales, moins chères que le beurre de cacao est envisageable mais dans la limite de 5 % maximum du poids total du produit fini. Seuls le beurre d'illipé, le beurre de karité, l'huile de palme, le corps gras issu du sal (arbre originaire de l'Asie du Sud-est), le beurre de kokum (aussi appelé graisse de noix de Gurgi) et le beurre provenant des noyaux de mangue peuvent être employés.

Les différents types de chocolat peuvent contenir, à la place du saccharose, du glucose cristallisé, du fructose, du lactose ou du maltose à hauteur de 5 % du poids total du produit et jusqu'à 20 % pour le glucose cristallisé.

L'ajout d'une faible quantité de lécithine de soja (E322) est autorisé, à hauteur de 2 grammes pour mille grammes de produit fini.

L'utilisation d'arômes, tels que la vanille ou la cannelle est autorisée, mais dans de faibles proportions et sans que cet ajout ait pour objectif d'imiter la saveur naturelle du chocolat.

Enfin il existe des chocolats agrémentés de fruits secs ou de céréales. Cet ajout est cependant limité à 40 % du poids du produit fini (159,166).

4.5.3 Les opérations interdites

Les opérations interdites sont étroitement liées à celles qui sont autorisées. Ainsi, par exemple, il est interdit d'ajouter des matières grasses végétales pour remplacer le beurre de cacao autres que celles précédemment citées. De même il est interdit d'ajouter des arômes chocolatés pour augmenter celui du produit.

4.5.4 L'étiquetage

Les mentions obligatoires à porter sur l'emballage ou l'étiquette d'un produit chocolaté sont : sa dénomination, le pourcentage minimum de cacao pour le chocolat noir, le chocolat de ménage et le chocolat au lait (« cacao : ...% min »), le poids net (sauf pour les produits pesant moins de 50 g), le nom et/ou la raison sociale et l'adresse ou le siège social soit du fabricant, soit du conditionneur, soit du vendeur (Figure 80).



Figure 80 : Emballage d'une tablette de chocolat (167)

A ces mentions s'ajoutent la teneur en lécithine dans la formule, et la mention « contient des matières grasses végétales en plus du beurre de cacao » si tel est le cas (144,159,166).

4.6 La composition

Le chocolat contient environ 500 molécules différentes, qui vont varier qualitativement et quantitativement en fonction de différents facteurs tels que l'origine botanique et géographique des fèves de cacao, le mode fabrication et la présentation du produit final.

Le chocolat constitue un aliment énergétique qui apporte approximativement et respectivement 520 et 570 Kcal pour 100 grammes de chocolat noir et de chocolat au lait ; dont 60 % sous forme de glucides, 30 % sous forme de lipides et 5 % sous forme de protéines (Tableau 38) (138,142).

Nous nous limiterons à étudier la composition du chocolat noir et du chocolat au lait, le chocolat blanc présentant moins d'intérêt.

	Chocolat noir	Chocolat au lait
Calories	500-540 Kcal	550-600 Kcal
Eau	0,5 g	1,5 g
Protides	4,5- 5,0 g	7,5 g
Lipides	30,0 g	32,0 g
Glucides	62,0 g	59,0 g
dont fibre	5,0-6,0 g	1,5-2,0 g
Polyphénols	80,0-90,0 mg	50,0 mg
Calcium	50,0 mg	200,0 mg
Magnésium	112,0 mg	60,0 mg
Potassium	365,0 mg	400,0 mg
Phosphore	173,0 mg	230,0 mg
Théobromine	500,0 mg	200,0 mg
Caféine	50,0 mg	20,0 mg

Tableau 38 : Principaux éléments présents dans 100 grammes de chocolat noir et de chocolat au lait (140,142,162,165)

4.6.1 Les protides

Le chocolat est constitué d'environ 5 grammes de protides pour 100 grammes de produit, ce chiffre pouvant atteindre 7 à 8 grammes pour 100 grammes de chocolat au lait du fait des protéines animales apportées par le lait (142).

Malgré cette faible composition quantitative en protides, le chocolat, et plus particulièrement le chocolat noir, constitue une source protéique intéressante du fait de sa teneur non négligeable en acides aminés essentiels, qui rappelons-le sont indispensables au bon fonctionnement de l'organisme (Tableau 39).

Acides aminés	Teneur en g pour 100 g
Acides aminés essentiels	
Acide glutamique	2,56
Tryptophane	1,50
Acide aspartique	1,22
Leucine	1,00
Valine	0,80
Arginine	0,77
Alanine	0,77
Phénylalanine	0,76
Sérine	0,75
Glycocolle	0,70
Proline	0,70
Lysine	0,68
Isoleucine	0,55
Tyrosine	0,51
Cystine	0,32
Histidine	0,32
Méthionine	0,20
Thréonine	0,20

Tableau 39 : Teneur en acides aminés dans 100 grammes de chocolat noir (137,142,168)

Cependant, malgré la diversité des acides aminés essentiels, la qualité nutritionnelle du chocolat reste peu élevée, en raison de la formation de complexes insolubles avec les tanins également présents. Cette complexation ralentira donc l'absorption intestinale des acides aminés, ce qui limitera leur action dans l'organisme.

4.6.2 Les glucides

Les glucides, qui comme nous venons de le voir dans l'introduction, constituent environ 60 % de la composition totale du chocolat, sont représentés essentiellement par le saccharose et le glucose (53,5 %),

ainsi que par la cellulose (3,0 %) et l'amidon (4,5 à 6,0 %), exception faite de la poudre de cacao non sucrée, où l'amidon est prépondérant (137,138,142).

Il est à noter que la quantité de sucre ajoutée lors de la fabrication du chocolat est inversement proportionnelle à la richesse en cacao. Ainsi un chocolat à 53 % de cacao contient approximativement 47 % de sucre, tandis qu'un chocolat dont la teneur en cacao est proche de 70 %, ne contiendra que 30 % de sucre (138).

Dans le chocolat dit « allégé », le sucre est remplacé par des édulcorants comme le sorbitol, dont le pouvoir énergétique est minoré, d'environ 15 %, par rapport à celui du saccharose (138).

Alors que les glucides doivent représenter 45 à 50 % de notre apport énergétique journalier, le chocolat constitue à lui seul une excellente source glucidique. Cependant, il ne faut pas en abuser, car le saccharose est un sucre rapide qui ne permet pas d'obtenir un effet satiétogène prolongé.

4.6.3 Les fibres

Le chocolat noir contient 6 grammes de fibres pour 100 grammes. On notera que le chocolat au lait en contient quatre fois moins. Ces fibres, principalement lignines, celluloses, et gommes, ont un grand intérêt nutritionnel car elles participent activement à l'élimination du cholestérol et des sels biliaries. Cet effet sur le transit reste cependant limité, du fait de leur faible teneur (142).

4.6.4 Les lipides

Le chocolat, qu'il soit noir ou au lait, ne renferme pas moins de 30 % de lipides qui proviennent principalement du beurre de cacao et des graisses lactiques, en ce qui concerne le chocolat au lait (Tableau 40).

Produits à base de cacao	Chocolat blanc	Chocolat au lait	Chocolat noir	Poudre de cacao
Lipides en g/ 100g	31,3	31,5	30,0	24,5

Tableau 40 : Composition moyenne en lipides pour différents produits à base de cacao (137)

Les lipides constitutifs du beurre de cacao sont quasi exclusivement des triglycérides, qui ne représentent pas moins de 95 % de la part lipidique totale. On trouve également quelques diglycérides à hauteur de 4%, quelques acides gras libres (environ 1 %) et de rares monoglycérides.

Ces molécules sont constituées à 62,5 % d'acides gras saturés, parmi lesquels 35 % d'acide stéarique et 27 % d'acide palmitique ; 34,4 % d'acides gras monoinsaturés, avec comme principal représentant l'acide oléique et environ 3 % d'acides gras polyinsaturés, avec en chef de file l'acide linoléique (137,138,142,162).

D'un point de vue nutritionnel, les lipides alimentaires ne doivent pas représenter plus de 35 % de l'apport énergétique journalier. Or, le chocolat fournit à lui seul une valeur proche de cette recommandation, ce qui en fait un aliment très riche en lipides, à consommer avec modération. Cependant, cette approche quantitative est à relativiser car d'un point de vue qualitatif, les acides gras monoinsaturés et polyinsaturés, ainsi que l'acide stéarique, sont des molécules indispensables à la régulation du métabolisme lipidique.

4.6.5 Les minéraux

Bien qu'en faibles proportions, de nombreux minéraux, indispensables au bon fonctionnement de l'organisme, sont présents dans le chocolat (Tableau 41).

Minéraux	Chocolat noir	Chocolat au lait	Apports Journaliers Recommandés (AJR)
Sodium	15 mg	90 mg	2-3 g
Potassium	350-400 à 700 mg	400 mg	2-3 g
Magnésium	150 mg	60 mg	420 mg
Phosphore	170-200 mg	230 mg	750 mg
Calcium	50 mg	200-220 mg	900 mg
Fer	3 mg	1,5 mg	10-12 mg
Cuivre	1 mg	-	2-5 mg

Tableau 41: Composition minérale pour 100 grammes de chocolat (137,138,142,165,169,170)

On peut dire que le chocolat noir est une source intéressante de potassium, de magnésium et de phosphore. En ce qui concerne le calcium, seul le chocolat au lait constitue un apport non négligeable. Cependant, celui-ci ne sera que peu utile pour l'organisme du fait de la formation, en présence de molécules d'oxalates, de complexes calciques insolubles, non absorbables par la muqueuse digestive. Le chocolat peut également contribuer à l'apport journalier en cuivre et en fer, mais la faible absorption digestive de ces éléments ne place pas le chocolat comme aliment source de fer. Enfin, vis-à-vis du sodium, on peut noter que sa faible représentation dans le chocolat autorise les personnes atteintes d'hypertension ou suivant un régime désodé, à en consommer occasionnellement (137,142).

Une étude réalisée en 2005, a mis en évidence des quantités significatives de plomb dans le chocolat. Depuis, d'autres études ont montré des résultats contradictoires mais les autorités sanitaires internationales ont, dans le doute, préféré fixer une limite de 1 µg par gramme de chocolat, car rappelons que de faibles quantités de plomb ingérées peuvent provoquer des troubles neurologiques irréversibles (139).

4.6.6 Les vitamines

Le chocolat est source de nombreuses vitamines telles que les vitamines B₁, B₂, B₃ et E, mais d'un point de vue nutritionnel, le chocolat ne peut pas être considéré comme une source vitaminique de choix car les vitamines du groupe B et E sont présentes en faible proportion et on note certaines lacunes. Les vitamines A, B₁₂, C et D sont absentes ou seulement présentes à l'état de traces (Tableau 42).

Vitamines	Chocolat noir	Chocolat au lait	AJR
A (rétinol)	38 µg	40 µg	800 µg
D (cholécalférol)	-	Traces	5 µg
E (tocophérol)	1-5 mg	0,7 mg	12 mg
C (acide ascorbique)	-	-	110 mg
B ₁ (thiamine)	0,06 mg	0,01 mg	1,3 mg
B ₂ (riboflavine)	0,1 mg	0,35 mg	1,6 mg
B ₃ (PP, niacine)	0,52 mg	0,35 mg	14 mg
B ₅ (acide pantothénique)	0,5 mg	0,6 mg	5 mg
B ₆ (pyridoxine)	0,05 mg	0,06 mg	1,8 mg
B ₉ (acide folique)	6,0 µg	9,0 µg	330 µg
B ₁₂ (cobalamine)	-	Traces	2,4 µg

Tableau 42 : Vitamines présentes dans 100 grammes de chocolat et apports journaliers recommandés (170)

4.6.7 Les méthylxanthines

Les méthylxanthines sont des bases puriques d'origine végétale qui exercent des actions psychostimulantes et cardiostimulantes, d'une part en inhibant la phosphodiesterase, enzyme transformant l'AMPc en AMP inactive, et en antagonisant les récepteurs prurinergeriques (Tableau 43).

Localisation des récepteurs prurigéniques	Action des méthylxanthines
Système nerveux central (SNC)	Excitants centraux, anxiogènes, convulsivants
Sphère cardio-vasculaire	Effets chronotrope et inotrope positifs (augmentation du débit coronaire, diminution des résistances vasculaires périphérique)
Sphère pulmonaire	Augmentation du rythme respiratoire, bronchodilatation
Sphère urinaire	Action diurétique
Sphère digestive	Augmentation des sécrétions gastriques et pancréatiques
Effets métaboliques	Activation de la lipolyse

Tableau 43 : Effets des méthylxanthines sur l'organisme (140,142)

Les bases puriques retrouvées dans le chocolat sont la théobromine et la caféine, ainsi que des traces de théophylline (Tableau 44).

	Chocolat noir	Chocolat au lait
Théobromine	250-500 mg	155 mg
Caféine	70 mg	22 mg
Théophylline	1 mg	-

Tableau 44 : Composition des chocolats noir et au lait en méthylxanthines (137,142,143,169)

Dans le chocolat, seules la caféine et la théobromine auront des effets physiologiques, car la théophylline se trouve en quantité trop infime pour exercer une quelconque action. La caféine, bien qu'en faible quantité, exercera une action forte principalement au niveau du SNC et du système cardiovasculaire, tandis que la théobromine, présente en quantité beaucoup plus importante, agira de manière plus modérée sur l'ensemble de l'organisme. Les effets excitants observés, vont donc dépendre de la concentration des méthylxanthines dans le chocolat, mais également de leur biodisponibilité dans l'organisme car elles sont facilement complexées par des tanins, les privant ainsi de toute activité (142).

4.6.8 Les amines

Le chocolat, qu'il soit noir ou au lait, contient également des amines telles que la phényléthylamine, la sérotonine, l'anandamide, la tyramine et l'histamine.

4.6.8.1 La phényléthylamine

La phényléthylamine (PEA) est un neurotransmetteur, dont la structure est proche de celle des amphétamines. Présente à hauteur de quelques milligrammes pour 10 grammes de chocolat, elle intervient dans le circuit de la récompense, qui joue un rôle clé dans le développement des conduites addictives, en

procurant une sensation de bonheur et de bien-être. Il est cependant à noter que sa métabolisation rapide en un dérivé inactif ne permet pas d'obtenir des concentrations significatives dans l'organisme, ce qui limite fortement son action (139,140,142).

4.6.8.2 La sérotonine

La sérotonine, dont on retrouve 2,7 mg pour 100 grammes de chocolat, est un des principaux neuromédiateurs du SNC. Elle est impliquée dans la régulation de certains phénomènes tels que la thermorégulation, les comportements alimentaires et sexuels, le cycle veille-sommeil, le contrôle de la douleur, de l'anxiété et du moral (140,142,169).

4.6.8.3 L'anandamide

L'anandamide ou arachidomyéthanolamide, présent en faible quantité dans le chocolat, est un neurotransmetteur lipidique également impliqué dans le système de récompense. Il provoque une augmentation des sensations de bien-être et un effet relaxant. Ceci s'explique par le fait que ses récepteurs neuronaux sont aussi ceux auxquels se fixe le tétrahydrocannabinol (THC), le principe actif du cannabis, dont les effets relaxant et apaisant sont aujourd'hui bien connus (140).

4.6.8.4 Tyramine et histamine

Ces deux dérivés aminés, présents à des quantités proches de 1 mg chacun pour 100 grammes de chocolat, n'auront pas, à la différence des constituants précédents, d'action psychologique. Par contre, ils interviennent dans certains des effets secondaires observés suite à la consommation de chocolat, comme par exemple les troubles allergiques (142,143,169).

4.6.9 Les polyphénols

De nombreuses molécules anti-oxydantes sont retrouvées dans le chocolat, telles que la vitamine C, la vitamine E et les molécules polyphénoliques, à hauteur de 8,4 mg par gramme de chocolat noir et 5,0 mg par gramme de chocolat au lait (171).

Au sein des polyphénols, qui rappelons-le sont divisés en trois grandes classes, que sont les acides phénols, les stilbènes et les flavonoïdes, les mieux représentés dans le chocolat sont les flavonoïdes.

4.6.9.1 Les flavonoïdes

Dans cette famille, les tanins condensés, sont majoritaires, avec principalement la (-)-épicatéchine, la (+)-catéchine et leurs dérivés procyanidiques, ainsi que quelques traces de (-)-épigallocatechine et de(+)-gallocatechine (137,139,140,169,172,173,174,175,176).

On retrouve également des anthocyanes, à hauteur de 4 %, principalement représentés par la cyanidin-3- α -L-arabinoside et la cyanidin-3- β -galactoside.

4.6.9.2 Les stilbènes

Des stilbènes, et plus particulièrement le trans-resvératrol, sont également présents dans le chocolat mais en très faible quantité, du fait de leur grande fragilité (177).

Des études ont montré que les différentes étapes du processus de fabrication du chocolat pouvaient affecter de façon non négligeable la qualité et la quantité des polyphénols dans le produit final. On a pu observer une diminution de 10 à 20 % de la proportion de ces molécules durant la fermentation, mais également durant le séchage, le grillage et l'alcalinisation (144,178).

Beaucoup de propriétés sont actuellement reconnues aux polyphénols, c'est pourquoi on a cherché à étudier l'assimilation de ces molécules dans l'organisme et leur métabolisation. Les résultats obtenus ont mis en avant le fait que les formes (+), minoritaires dans le chocolat, sont dix fois plus absorbées que les formes (-), ce qui démontre l'importance de l'étude fine d'un produit et non seulement d'une étude quantitative (144,171).

4.6.10 Bilan de la composition du chocolat

Du fait de sa composition, le chocolat peut apparaître comme un aliment de choix à introduire dans notre alimentation quotidienne. Cependant, en raison de sa teneur élevée en lipides et en glucides simples et sa teneur limitée en vitamines et minéraux, le chocolat constitue un aliment dont la consommation doit rester modérée et occasionnelle plus particulièrement chez les personnes souffrant de surpoids et de diabète.

4.7 Les propriétés du chocolat

4.7.1 Introduction

Peu de temps après son introduction en France, les botanistes, médecins et apothicaires reconnurent au chocolat des vertus thérapeutiques qui le firent utiliser pour traiter de nombreuses pathologies digestives, pulmonaires, cardiovasculaires, nerveuses ou infectieuses, et pour son pouvoir nourrissant (137,179).

Cependant, malgré ces propriétés intéressantes, on l'accusait aussi d'être la cause de nombreux maux tels que l'insomnie, l'irritabilité, la constipation, les crises de migraine ou l'acné.

Après avoir eu le statut d'« aliment médicinal », le chocolat a aujourd'hui retrouvé son statut d'aliment à part entière, tout en intéressant de nouveau les chercheurs. De nombreux travaux ont été et sont encore effectués afin d'élucider les véritables propriétés du chocolat et de mettre un point final à certaines idées reçues qui se transmettent de génération en génération.

Faisons un petit tour des connaissances actuelles concernant le chocolat.

4.7.2 Des idées reçues qui perdurent

Le chocolat est encore aujourd'hui un des aliments qui est au centre de nombreuses discussions quant à ses éventuels effets fastes et néfastes sur la santé.

4.7.2.1 Chocolat et migraine

La littérature mentionne de nombreux articles dans lesquels le chocolat est suspecté d'être un facteur déclenchant de la migraine. Depuis la fin du XIX^{ème} siècle, les études ne cessent de se contredire à ce sujet et plusieurs hypothèses ont été avancées : Phénomène allergique ? Phénomène pharmacologique ? Fausse allergie ?

Ce que l'on peut dire avec certitude, c'est que le chocolat contient une quantité faible mais non négligeable de tyramine et de phénylalanine. Or il est aujourd'hui reconnu que la tyramine est d'une part histaminolibératrice, ce qui est susceptible de déclencher une réaction allergique ; et d'autre part que la tyramine et la phénylalanine provoquent, lors de leur passage dans les poumons, la libération de prostaglandines vasodilatatrices, ce qui privilégierait l'hypothèse de la fausse-allergie alimentaire. Le chocolat apparaît donc, non pas comme un facteur déclenchant de la migraine, mais comme l'un des nombreux facteurs déclencheurs (140,142,180).

4.7.2.2 Chocolat et caries dentaires

Rappelons que l'agent étiologique principal de la carie dentaire est une bactérie nommée *Streptococcus mutans*. La bactérie va se fixer sur l'émail et va hydrolyser les glucides alimentaires en polysaccharides puis en acides qui vont dissoudre l'émail. Le chocolat étant une source importante de glucides, on pourrait penser qu'il est très cariogène. Au contraire, les études ont montré que le cacao et le chocolat étaient cariostatiques tant *in vitro* qu'*in vivo*, en empêchant la formation des polysaccharides par la bactérie. Les molécules responsables de cette action n'ont cependant pas été encore identifiées (137,142,181).

4.7.2.3 Chocolat et acné

L'établissement d'un lien entre consommation de chocolat et apparition et/ou aggravation de l'acné a suscité de nombreuses études, qui concourent pratiquement toutes à innocenter le chocolat (138,142).

4.7.2.4 Chocolat et allergies

Depuis des années déjà, le chocolat est accusé de provoquer des réactions allergiques, qu'il soit consommé sous forme liquide ou solide. Pourtant les études scientifiques réalisées n'ont jamais permis de mettre en évidence un quelconque lien entre la consommation de chocolat et l'apparition de signes cliniques allergiques. Par contre, ce qui semble le plus probable, est la mise en place d'une fausse allergie alimentaire (F.A.A.). Cette F.A.A. est une réaction non immunologique liée à la libération de molécules vasoactives et histamino-libératrices telles que l'histamine, les prostaglandines et la phényléthylamine présentes dans le chocolat. Cette réaction se retrouve plus particulièrement chez des personnes présentant des troubles du catabolisme de l'histamine et une hypersensibilité à cette dernière (137,138,142).

4.7.2.5 Chocolat et troubles dyspeptiques

Du fait de sa richesse lipidique et énergétique, le chocolat est encore considéré comme un aliment « lourd » responsable de nombreux troubles digestifs tels que la « crise de foie » ou la constipation.

En ce qui concerne, la « crise de foie », chacun d'entre nous a sûrement déjà ressenti une sensation de ballonnement et de pesanteur gastrique suite à la consommation d'une quantité importante de chocolat, en particulier au moment des fêtes de Noël, lorsque celle-ci s'ajoute à un repas copieux. Cette sensation s'explique facilement par le fait que comme tout aliment gras, le chocolat entraîne une digestion plus lente et un travail accru de la vésicule biliaire, dont les sécrétions seront insuffisantes (140).

De nombreuses personnes accusent également le chocolat de les constiper. D'un point de vue fonctionnel, il est vrai que plusieurs arguments peuvent venir appuyer cet effet, tels que la pauvreté en résidus du chocolat, sa faible hydratation, ainsi que sa richesse en tanins, qui du fait de leurs propriétés astringentes ralentissent la progression des matières fécales. Cependant, des études cliniques ont mis en avant un phénomène d'accélération du transit intestinal. Ce phénomène peut s'expliquer par trois facteurs principaux : la sécrétion de cholécystokinine, hormone favorisant les processus de digestion, par les cellules du duodénum et de l'intestin grêle, la stimulation des fibres musculaires lisses intestinales par les tanins, et la richesse en fibres du chocolat, ce qui favorise les contractons intestinales au niveau colique. La constipation qui apparaît suite à la prise de chocolat est le plus souvent causée, non pas par le chocolat en lui-même, mais par une consommation insuffisante de boissons et une alimentation trop pauvre en fibres ; et elle touche en général les personnes dont le transit est fragile (137,140).

Il existe dans le commerce des chocolats « bien tolérés par les foies et les intestins fragiles » et « qui ne constipent pas ». Le plus connu étant le chocolat Dardenne (Figure 81). La particularité de ces chocolats

provient de leur procédé de fabrication qui privilégie une cuisson en autoclave à 160°C, à une cuisson classique en four. Ce procédé modifie chimiquement et physiquement les caractéristiques du chocolat. Ainsi le chocolat obtenu est sans gluten, ce qui favorise son assimilation et sa digestion (142,182).



Figure 81 : Produits proposés par le chocolatier Dardenne ®(183)

4.7.2.6 Le pouvoir aphrodisiaque du chocolat

Il y a deux mille ans, Montezuma, empereur Aztèque, buvait une boisson préparée à partir de cacao avant de rendre visite à ses femmes. Depuis ce temps, on associe la prise de chocolat à une augmentation de l'activité sexuelle. Plusieurs chercheurs se sont penchés sur le sujet afin d'élucider cette vertu aphrodisiaque ; mais tous s'accordent pour dire que le chocolat n'est pas un stimulant sexuel à proprement parlé. Bien que, d'un point de vue théorique, la présence dans le chocolat de méthylxanthines, de sérotonine et de phényléthylamine, grâce à leurs propriétés dynamisante et euphorisante, puisse expliquer cette augmentation de l'activité sexuelle, leur faible teneur dans le chocolat apporte un bémol à cette hypothèse. Il semblerait que le plaisir sensuel apporté lors de la consommation soit une explication plus plausible pour expliquer cette activité stimulante sexuelle (138,139,142).

4.7.3 Des propriétés avérées

D'après une étude SOFRES réalisée en janvier et février 2003, 26 % des français consomment du chocolat afin d'être stimulés, tandis que 31 % d'entre eux attendent avant tout du chocolat, qu'il leur apporte du réconfort.

De même, l'enquête OMNIBUS réalisée en 2006, a montré que pour 82 % des français, le chocolat représente l'aliment du bonheur par excellence.

Bien que ces chiffres se basent sur des valeurs subjectives en lien avec le ressenti des personnes interrogées, des études scientifiques ont permis de montrer que consommer régulièrement du cacao ou du chocolat noir, pouvait avoir des effets bénéfiques ou néfastes sur la santé.

4.7.3.1 Les effets psychostimulants

Le chocolat contient plusieurs substances susceptibles d'induire des effets stimulants psychiques. Les molécules responsables de cette « excitation » psychique sont les méthylxanthines, caféine et théobromine. En bloquant les récepteurs à l'adénosine au niveau du système nerveux central, elles vont

engendrer une augmentation de la vigilance et des performances cognitives, une amélioration de la résistance à la fatigue associée à une augmentation du temps d'endormissement, mais s'ajoute également à cela une augmentation de l'anxiété et de la nervosité chez certaines personnes plus sensibles.

Cependant, ces résultats ont été obtenus avec des doses importantes, bien supérieures à celles que l'on peut trouver dans un carré de chocolat ou un bol de boisson chocolatée. De plus, à la différence de la théobromine qui est présente en grande quantité mais dont l'action est limitée, la caféine est un antagoniste puissant des récepteurs à l'adénosine mais sa concentration reste faible dans le chocolat, ce qui limite fortement l'effet tonique résultant.

On peut donc dire que le chocolat présente certes une action psychostimulante, mais que celle-ci reste très modérée. L'obtention d'un effet psychostimulant probant nécessiterait l'ingestion de quantités importantes de chocolat (137,138,139,142).

4.7.3.2 Les effets relaxants

Tandis que pour certaines personnes, le chocolat représente un stimulant intellectuel, pour d'autres, il est source de relaxation. En effet, le chocolat présente une quantité non négligeable d'anandamide dans sa composition qui, comme on l'a vu précédemment, présente les mêmes récepteurs neuronaux que le THC. L'anandamide pourrait donc contribuer aux sentiments de bien-être et de détente rapportés par les personnes qui consomment des quantités importantes et régulières de chocolat au même titre que le cannabis. Cependant, des études ont montré qu'il ne faudrait ingérer pas moins de 30 kilos de chocolat pour avoir des effets comparables à une dose de cannabis (184).

4.7.3.3 Ralentissement du processus de vieillissement cellulaire

Ce sont les molécules anti-oxydantes du chocolat, et plus particulièrement les polyphénols, qui sont responsables de cet effet « anti-âge ». En effet, en capturant les radicaux libres produits dans notre organisme lors d'un stress majeur ou d'une attaque par un agent extérieur (UV, pollution...), certaines molécules polyphénoliques, principalement les flavonoïdes, vont limiter les lésions tissulaires qui sont responsables du vieillissement prématuré de notre tissu cutané.

La méthode ORAC, qui évalue le pouvoir antioxydant d'un aliment, a montré que l'action anti-oxydante du chocolat noir s'avère être plus puissante que celle des fruits et légumes. La capacité anti-oxydante du cacao serait ainsi 2 à 5 fois plus élevée que celle des thés noir et vert, et 2 fois plus élevée que celle du vin rouge (185).

Un petit bémol doit cependant être apporté à ces observations, car la quantité de polyphénols apportée par 10 grammes de chocolat noir, 50 à 80 mg, est loin d'atteindre l'apport journalier recommandé, qui est de 1 gramme (138,139,186).

4.7.3.4 Protection cardiovasculaire

Des études récentes ont montré que la consommation quotidienne de quelques grammes de cacao ou de chocolat noir, réduisait de façon non négligeable la survenue de pathologies cardiovasculaires, de 15 à 40 % selon les études et le chocolat consommé (139,186). Chez ces consommateurs, les chercheurs ont observé une diminution non négligeable de l'ensemble des facteurs de risque cardiovasculaire. On note ainsi une amélioration de la circulation coronaire, une réduction de la tension artérielle, une diminution de l'agrégation plaquettaire limitant ainsi le risque de formation d'un thrombus, une moindre résistance à l'insuline, une proportion limitée de LDL oxydés associée à un taux de cholestérol inchangé voir abaissé,

ainsi qu'une diminution des marqueurs de l'inflammation (143,171,172,173,176,186,187,188,189,190, 191,192,193,194).

Actuellement, on sait que les flavonoïdes, et plus particulièrement les flavanols sont responsables de cette protection cardiovasculaire, cependant des études manquent toujours dans ce domaine afin d'expliquer le ou les mécanismes en jeu, ainsi que les molécules responsables. Plusieurs hypothèses ont été émises, telles que les actions anti-oxydantes et/ou anti-inflammatoires des molécules polyphénoliques, l'action fibrinolytique de l'acide stéarique ou la dilatation des vaisseaux via l'activation de l'oxyde nitrique. D'autres études sont encore nécessaires pour bien comprendre ce mécanisme protecteur (Figure 82) (171,186,188,189,192,193,195).

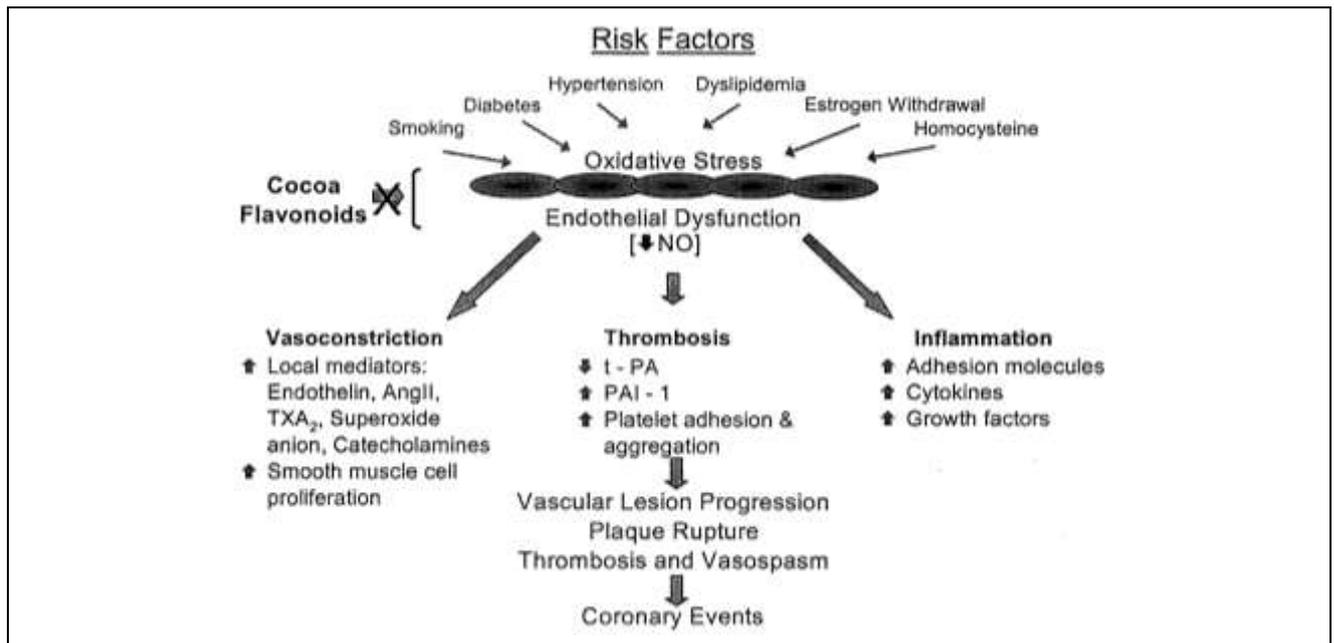


Figure 82 : Le rôle des flavonoïdes vis-à-vis des facteurs de risque cardiovasculaire (194)

Attardons-nous quelques instants sur le taux de cholestérol. Alors que l'on pourrait penser que, du fait de sa richesse lipidique, le chocolat est susceptible d'augmenter le taux de cholestérol dans le sang, les études ont montré que sa consommation avait un effet neutre voire même bénéfique sur la cholestérolémie. Deux facteurs vont expliquer ce phénomène. La composition en acides gras du chocolat constitue la première explication. Bien que riche en acides gras, dont on connaît le pouvoir hypercholestérolémiant, le chocolat contient majoritairement de l'acide palmitique et de l'acide stéarique qui sont des acides gras saturés n'entraînant aucune élévation du taux de LDL-cholestérol dans le sang du fait de leur faible absorption digestive. Les autres acides gras mono et polyinsaturés présents dans le chocolat, ont pour leur part une action hypocholestérolémiant en diminuant le taux de LDL-cholestérol et en augmentant celui de HDL-cholestérol (137,142,176). Les polyphénols représentent la deuxième explication. Ils augmentent la concentration de HDL-cholestérol d'environ 4 % et protègent les acides gras de l'oxydation *in vitro* et *in vivo* (143,144,173,176,196).

4.7.3.5 Les effets sur l'œsophage

Des patients souffrant d'un reflux gastro-œsophagien (RGO) se plaignent souvent d'une aggravation de leurs symptômes après ingestion de chocolat. Les études ont permis d'incriminer les méthylxanthines,

caféine et théobromine, comme molécules responsables de cette action. En effet, en inhibant la phosphodiesterase, ces molécules vont entraîner une augmentation du taux tissulaire d'AMPc, ce qui contribue à abaisser le tonus des fibres musculaires lisses du sphincter inférieur de l'œsophage, et donc favorise les éventuelles remontées acides dans l'œsophage. Il est donc recommandé aux personnes atteintes d'œsophagite de consommer du chocolat de façon modérée et occasionnelle (137,138,142).

4.7.3.6 Chocolat et cancers

Comme on l'a vu précédemment, le chocolat constitue une source non négligeable de polyphénols, dont les propriétés anticancéreuses ont été démontrées *in vitro* à maintes reprises. Cette action peut s'expliquer par plusieurs mécanismes : l'inhibition de la synthèse d'ADN, la régulation du cycle cellulaire, l'optimisation du processus apoptotique et la régulation de la synthèse des protéines et des cytokines (comme par exemple l'IL₂) impliquées dans le processus de cancérisation (141,196,197).

Des études réalisées *in vivo* sur des cellules cancéreuses de colon, ont mis en évidence un effet antiprolifératif et anti-tumoral (196).

4.7.3.7 Chocolat et troubles dépressifs

Beaucoup d'entre nous considère le chocolat comme un excellent remède contre certains troubles de l'humeur tels que la déprime (198).

De nombreux chercheurs ont tenté d'expliquer ce lien qui existe entre l'amélioration des symptômes dépressifs et la consommation de chocolat. Plusieurs hypothèses ont été avancées. Certains attribuent les propriétés « anti-morosité » présumées du chocolat à la présence de phényléthylamine (PEA) qui, d'un point de vue pharmacologique, est un modulateur de l'humeur dont l'activité est aujourd'hui reconnue. En effet, des études effectuées chez l'homme et l'animal montrent qu'un abaissement de son taux est observé chez des sujets déprimés, tandis qu'un traitement par antidépresseur, comme par exemple les tricycliques, a tendance à l'augmenter (137,199). Cependant, sa faible teneur dans le chocolat, sa dégradation rapide dans l'organisme et le manque d'informations concernant l'efficacité antidépressive de la PEA d'origine exogène rendent encore assez improbable son effet sur les troubles de l'humeur (137,200).

D'autres auteurs mettent en avant le rôle antidépresseur de la sérotonine sans être encore capables aujourd'hui de trancher sur le mécanisme en jeu : facteur déclenchant ou facteur aggravant ? (137). L'un des mécanismes pharmacologiques proposé par les chercheurs est l'implication du chocolat en tant que source de glucides. Ces derniers vont, de façon indirecte, favoriser le passage de la barrière hémato-encéphalique (BHE) par le tryptophane, précurseur de la sérotonine, et ainsi en augmenter sa formation (Figure 83).

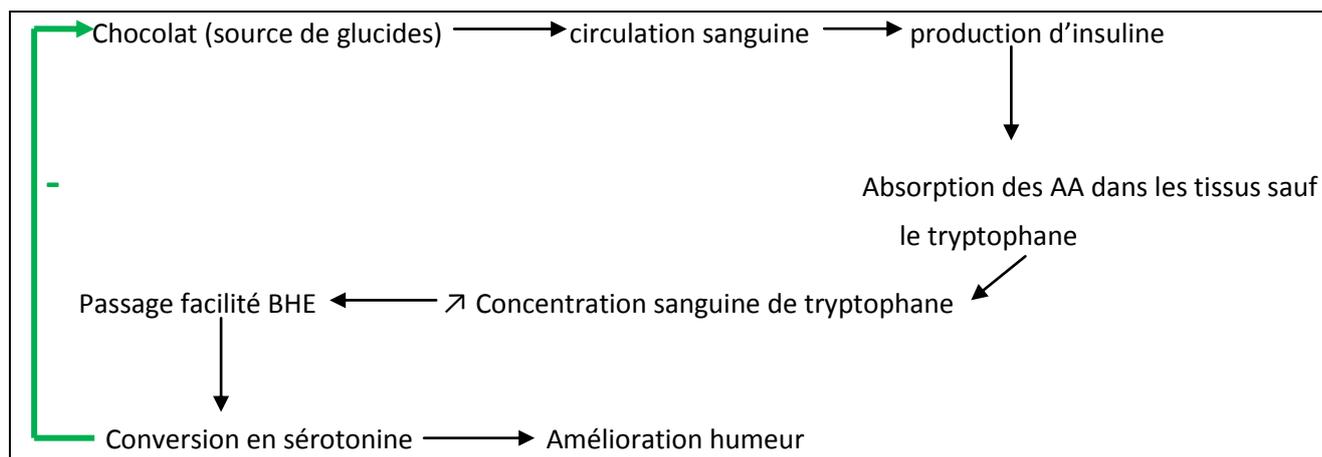


Figure 83 : Rôle pharmacologique des glucides du chocolat sur l'amélioration de l'humeur chez une personne non dépressive (200)

Chez une personne dépressive, le rétrocontrôle négatif va être moins efficace et ne limitera pas la prise de glucides, ce qui engendrera un taux élevé en sérotonine permanent, nécessaire pour que la personne se sente bien. Cependant, comme pour la PEA, son faible taux dans le chocolat et le manque d'informations concernant l'action de la sérotonine exogène dans l'organisme, ne permettent pas de conclure sur le rôle effectif du chocolat vis-à-vis de l'amélioration des troubles de l'humeur.

Du fait d'un manque important d'informations, le rôle antidépresseur du chocolat reste très discuté au sein du monde scientifique et médical. Cependant, tous les chercheurs semblent s'accorder sur le fait que l'implication du chocolat sur l'amélioration des symptômes dépressifs tient en sa capacité à apporter une sensation de plaisir et de bien-être, via la stimulation du système opioïde endogène et la libération d'endorphines (137,200).

4.7.3.8 La « chocodépendance »

Depuis quelques années, on entend de plus en plus parler d'addiction alimentaire, parmi lesquelles la dépendance au chocolat. Pourtant, si l'on s'en tient à la définition stricte du mot dépendance et à ses caractéristiques, on notera que ce terme est utilisé de façon abusive pour définir cette consommation de chocolat. En effet, chez ces personnes, peu d'effets secondaires ont pu être observés suite à une prise importante, un état de manque très discret, voire inexistant, et de courte durée est apparu chez certains, aucune tolérance n'a été décrite et enfin, aucun de ces consommateurs ne présentent de problèmes relationnels, professionnels et de santé en lien avec cette consommation (138,142,143).

Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer ce phénomène (Figure 84), mais aucune ne semble encore aujourd'hui faire l'unanimité.

Certains chercheurs mettent en avant le rôle des bases xanthiques, caféine et théobromine, qui, de par leur interaction avec les récepteurs à l'adénosine, exerceront un effet psychostimulant souvent recherché par les consommateurs.

D'autres penchent plutôt pour le rôle de la PEA qui va stimuler les neurones dopaminergiques et adrénergiques, dont on reconnaît depuis quelques temps l'implication dans les conduites addictives. Cependant, ils n'expliquent pas pourquoi les autres aliments riches en PEA ne provoquent pas les mêmes effets.

Enfin une autre explication avancée est l'implication de l'anandamide. En effet, cette molécule, aux effets proches de celui du cannabis, va stimuler l'activité de la dopamine au niveau du système de récompense, ce qui va provoquer un sentiment de bien-être qui augmentera à chaque nouvelle consommation. Le cerveau analyse le chocolat comme une source de plaisir et en redemandera. Ce processus est comparable à ce que peut ressentir un toxicomane quand il vient de prendre sa dose (199,201,202).

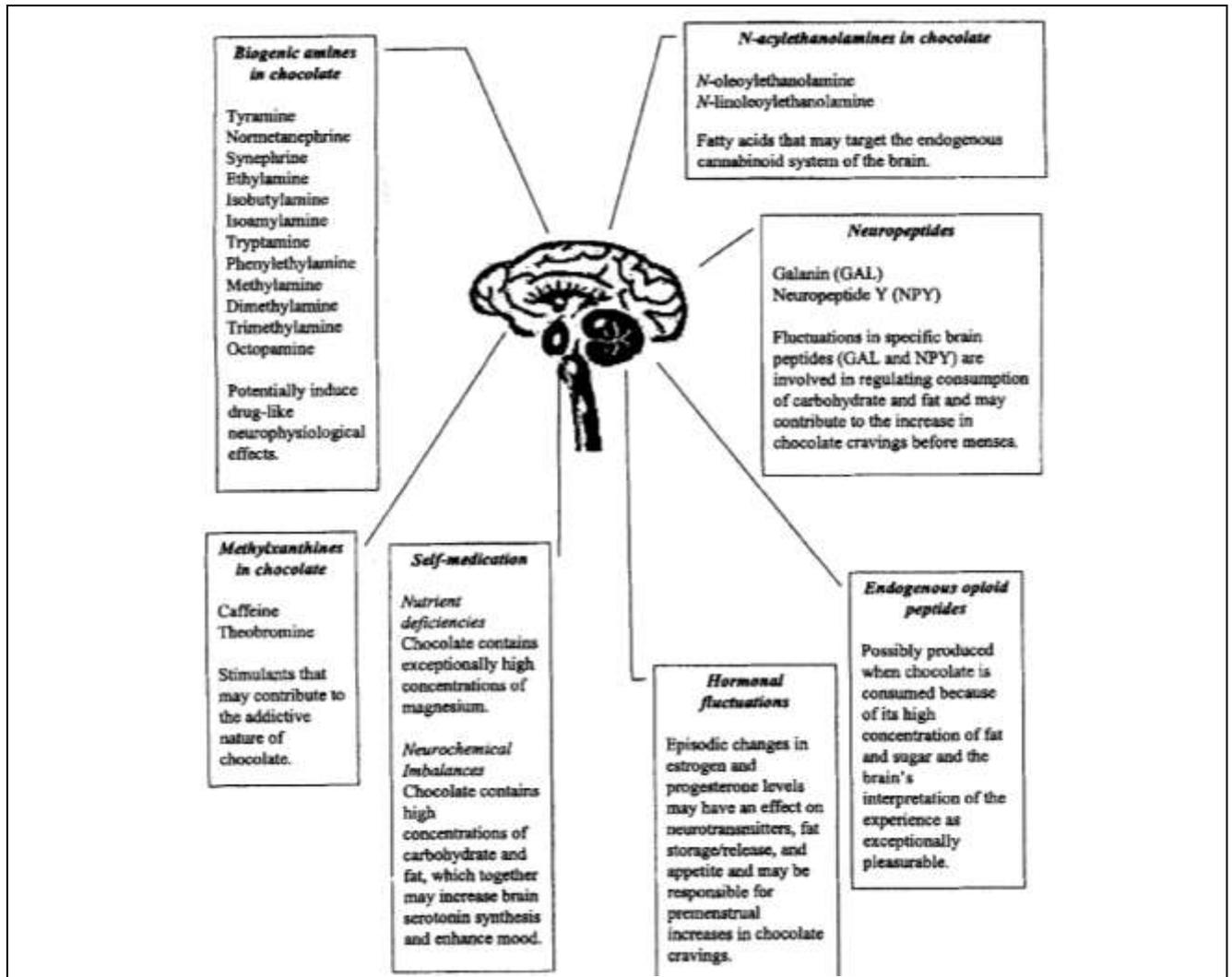


Figure 84 : Les effets théoriques du chocolat sur le cerveau (199)

Ces « toxicomanes » du chocolat sont de véritables amateurs du goût sucré. Ils ne choisissent que des chocolats très riches en sucre et pauvres en cacao, afin d'apaiser leur besoin.

A côté de ces consommateurs, on retrouve les chocolatomanes. La chocolatomanie se définit comme la dépendance au chocolat noir, contenant plus de 50 % de cacao dans des proportions supérieures ou égales à 100 grammes par 24 heures, et depuis au moins trois mois (202). Ces personnes, le plus souvent assez anxieuses et vulnérables, consomment du chocolat pour augmenter leurs performances sportives et/ou professionnelles, ainsi que pour satisfaire un besoin psychologique et affectif. Elles utilisent le cacao comme un psychotrope léger, capable de compenser et soulager une partie de leur détresse (140,142).

De nombreuses études ont cherché à expliquer ce besoin qu'ont certaines personnes plus sensibles de consommer du chocolat de façon importante voire abusive. Il semblerait que ce soit l'accumulation de plusieurs facteurs orosensoriel, nutritionnel, psychoactif et hormonal, qui soit la cause de ce phénomène. Beaucoup d'études se contredisent encore sur ce sujet qui nécessite de plus amples recherches (203).

4.8 Les utilisations du cacao à l'officine

Autrefois, entrant dans la composition de nombreux médicaments, le cacao se retrouve aujourd'hui surtout dans des produits à usage cosmétique.

4.8.1 Utilisations galéniques

Au siècle dernier, les apothicaires fabriquaient et vendaient couramment des chocolats médicinaux aux propriétés variées. Ainsi on pouvait retrouver des chocolats purgatifs à la magnésie, des chocolats antivénériens à base de sublime corrosif et de baume du Pérou, des chocolats anthelminthiques à base d'huile de croton et de calomel, mais aussi des chocolats pectoraux, analeptiques ou fébrifuges (168,179).

De nos jours, seuls le beurre de cacao et la poudre de cacao sont utilisés en tant qu'excipients.

4.8.1.1 Le beurre de cacao

4.8.1.1.1 Excipient pour suppositoire

Le beurre de cacao a longtemps été l'excipient de référence pour la fabrication des suppositoires, car il possède de nombreuses propriétés qui en facilitent l'usage : il ne possède pas de propriétés thérapeutiques propres bien qu'il contienne de nombreuses molécules théoriquement actives mais présentes en de très faibles proportions, il ne provoque pas de réactions croisées avec les autres ingrédients de la formule, il fond à la température du corps humain (37°C), il ne se dégrade pas lors de la stérilisation, il permet l'obtention de suppositoires de bonne consistance et il est très bien toléré. Cependant, comme tout excipient, il possède quelques inconvénients qui limitent son emploi et lui valent aujourd'hui d'être remplacé dans les produits par des composés hémi-synthétiques (glycérides). Parmi ces inconvénients, on peut citer un coût élevé, une absence de miscibilité à l'eau, un rancissement facile induisant une mauvaise conservation (140,168).

Voici quelques exemples de suppositoire contenant, encore à l'heure actuelle, le beurre de cacao dans leur formule (Tableau 45).

Nom du médicament	Composition	Indication
Gomenol rectal [®]	Gomenol, HE naturelle purifiée de <i>Melaleuca viridiflora</i> + cire d'abeille blanche, carbonate de magnésium léger, beurre de cacao	Traitement d'appoint au cours des affections bronchiques aiguës bénignes
Hexaquine [®]	Benzoate de quinine, thiamine chlorhydrate + He naturelle purifiée de <i>Melaleuca viridiflora</i> sélectionné, cire d'abeille blanche, beurre de cacao	Traitement d'appoint des crampes musculaires essentielles

Tableau 45 : Exemples de suppositoires formulés avec du beurre de cacao (27)

4.8.1.1.2 Excipient pour d'autres formes galéniques

Le beurre de cacao est également utilisé dans la composition de certains ovules et de certaines pommades (Tableau 46). Dans cette dernière forme, il a un double intérêt. En plus de sa facilité d'incorporation au reste de la formule, il viendra renforcer l'action des actifs grâce à sa haute teneur en matières grasses qui permettent d'améliorer l'hydratation de la peau et l'assoupliront. Enfin des sticks (exemple de Dermophil Indien lèvres beurre de cacao®) peuvent être utilisés pour leur effet protecteur (140,168).

Pommades à base de beurre de cacao	Formule
Pommade antinévralgique (Florent)	Huile vol. d'amandes amères Beurre de cacao ââ 4 g.
Pommade contre l'alopecie (Steege)	Beurre de cacao 40,00 g Quinine 0,40 g Huile d'olive 20,00 g Alcoolat aromatique 8,00 g Tanin 0,80 g
Pommade contre les engelures (Brocq)	Beurre de cacao 40,00 g Précipité blanc 0,80 g Huile d'amande douce 10,00 g Acide citrique 0,50 g Teint. de musc. XX gttes
Pommade contre la séborrhée simple (Sabouraud)	Huile de cade 10,00 g Ac. pyrogallique 0,5 à 1 g Huile de bouleau 1,00 g Beurre de cacao 5 à 10 g Soufre ppté 0,5 à 1 g Vaseline 20,00 g
Pommade cosmétique au beurre de cacao contre les gerçures (Lange)	Beurre de cacao 500 g Huile d'olive 1000 g Cire vierge 250 g Fleurs de benjoin 4 g Blanc de baleine 250 g Vermillon 4 g

Tableau 46 : Exemples de pommades formulées avec beurre de cacao (15)

4.8.1.2 La poudre de cacao

Dans le milieu pharmaceutique, la poudre de cacao est essentiellement utilisée comme aromatisant et correctif de goût de certains médicaments et compléments alimentaires (Tableau 47) (140,168).

Nom du produit	Composition	Indication
Aphloïne P®	Aphloïa, teinture hamamelis, teinture Viburnum, Teinture Esculoside + glycérol, saccharose, arôme cacao , alcool eau purifiée	Insuffisance veineuse Symptomatologie hémorroïdaire
Paxeladine sirop®	Citrate d'oxéladine + jaune orangé, érythrosine, arôme cacao , saccharose, eau purifiée, conservateurs	Traitement symptomatique des toux non productives gênantes
Rhinathiol prométhazine®	Carbocystéine, prométhazine + saccharose, hydroxyde de sodium, parahydroxybenzoate de méthyle, colorant poudre de caramel, parfum cacao , vanilline, alcool, eau purifiée	Traitement symptomatique des toux non productives gênantes, en particulier à prédominance nocturne
Fumafer poudre chocolatée®	Fumarate ferreux + poudre de cacao , saccharose	Traitement préventif et curatif de l'anémie par carence martiale
Lubentyl à la magnésie®	Paraffine liquide, paraffine solide cire paraffinique microcristalline, hydroxyde de magnésium + cholestérol, saccharose, essence d'orange naturelle, poudre de cacao	Traitement symptomatique de la constipation
Alvityl dragées®	Vitamines A, B ₁ , B ₂ , B ₅ , B ₆ , B ₈ , B ₉ , B ₁₂ , C, D ₃ , E, PP + saccharose, glucose liquide déshydraté, polysorbate 80, HE d'orange, vanilline, poudre de cacao , saccharine sodique, stéarate de magnésium, huile de ricin, glycérol	Prévention ou correction de certains déficits liés à une alimentation insuffisante ou déséquilibrée chez l'adulte, l'adolescent ou l'enfant de plus de 6 ans

Tableau 47 : Exemples de médicaments contenant de la poudre de cacao (27)

4.8.2 Utilisations cosmétiques

Depuis quelques années, alors que son utilisation dans l'industrie pharmaceutique devient anecdotique, le cacao se retrouve de plus en plus dans les produits cosmétiques que nous utilisons au quotidien. Nombreuses sont les marques qui proposent aujourd'hui toute une gamme de soins pour le corps, le visage ou les cheveux, formulée à base de cacao. Ainsi revendiquent-elles de nombreuses vertus telles que l'éclat, la fermeté, l'élasticité, l'hydratation et l'effet anti-âge. De la crème hydratante au produit douche, les gammes cosmétiques se déclinent sous de nombreuses formes afin d'attirer et de mettre en éveil tous les sens de leurs futurs consommateurs.

4.8.2.1 Phytochoc®- NUXE

4.8.2.1.1 Présentation du produit

L'emballage secondaire du produit n'attire pas forcément l'attention du futur acheteur au premier coup d'œil car il reste assez sobre, sans couleur flashante ni texture soyeuse ou brillante mais sans pour autant négliger de mentionner toutes les informations indispensables pour sa bonne utilisation (Figure 85). Cette sobriété semble être une volonté du laboratoire qui cherche à vendre un cosmétique de soin et non un produit commercial.



Figure 85 : Emballages primaire et secondaire de Phytochoc® (28)

Ainsi on peut retrouver sur la face avant de l'emballage :

- le nom du laboratoire qui commercialise le produit : NUXE
- le nom du cosmétique : Phytochoc®
- l'indication du produit : prévention anti-âge, sérum liftant jeunesse
- les actifs revendiqués par le laboratoire : polyactifs de cacao
- les zones d'application concernées : visage et contour des yeux – toutes peaux

Par ces informations qui à première vue peuvent paraître assez anodines, le laboratoire met tout en œuvre pour accrocher le futur acheteur. Ainsi le nom du cosmétique « Phytochoc » qui, sans qu'on s'en rende compte, contient les deux caractéristiques symboliques que le laboratoire cherche à mettre en avant : « phyto- » rappelle que le produit est formulé à base d'actifs végétaux et « -choc » tend à laisser penser que l'action va être rapide et surprenante. De même, l'utilisation du terme « jeunesse », va renforcer l'expression « anti-âge », afin de mettre en avant de façon assez explicite l'indication du produit : cette crème va permettre de retrouver une peau non ridée, lissée et bien hydratée, comme elle l'était quelques

années auparavant. Enfin, la mention « aux polyactifs de cacao » laisse imaginer que ce produit est un concentré de molécules actives extraites du cacao.

Les faces latérales et postérieures du conditionnement secondaire sont, quant à elles, assez chargées visuellement, du fait de l'utilisation de six langues différentes. Cette surcharge ne facilite pas la lecture. Le consommateur aura certainement du mal à trouver les informations qu'il recherche comme par exemple la composition du produit ou son mode d'emploi (Figure 86).

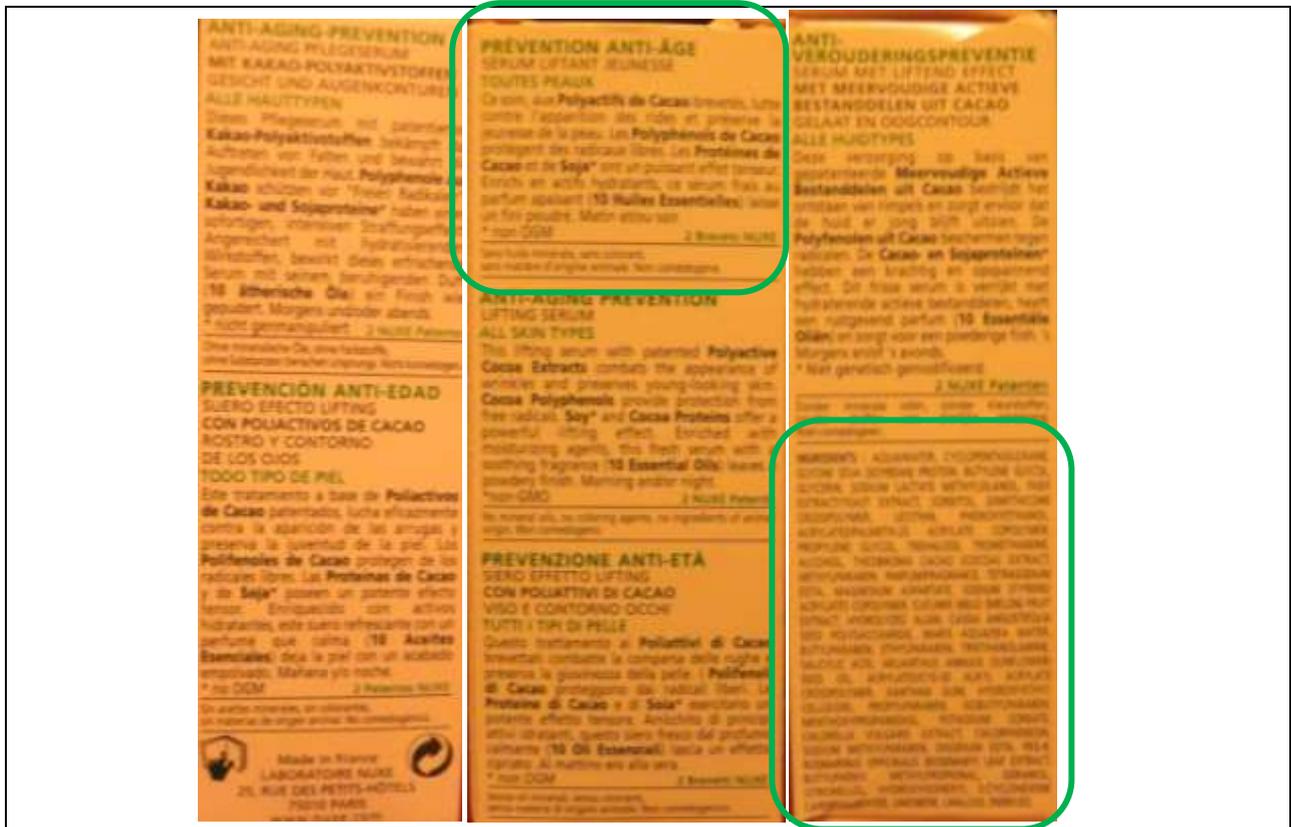


Figure 86 : Faces postérieure et latérales du conditionnement secondaire de Phytochoc®

4.8.2.1.2 Les promesses du laboratoire

Sur le conditionnement secondaire du produit Phytochoc®, le laboratoire NUXE a choisi de ne pas afficher de promesses de résultats. Il est à noter que la présence de la mention « prévention anti-âge » sur l’emballage sous-entend que le laboratoire à réaliser des tests, comme par exemple la mesure de la profondeur des rides, afin de prouver l’efficacité de son produit. Ce test n’étant pas reproductible par les consommateurs, à la différence d’une perte centimétrique qui s’évalue aisément soi-même, le laboratoire NUXE a dû penser qu’il était plus judicieux de ne pas mentionner de promesses de résultats. On retrouve cependant, quelques phrases qui expliquent brièvement l’intérêt de chacun des actifs revendiqués par le laboratoire (Figure 87).

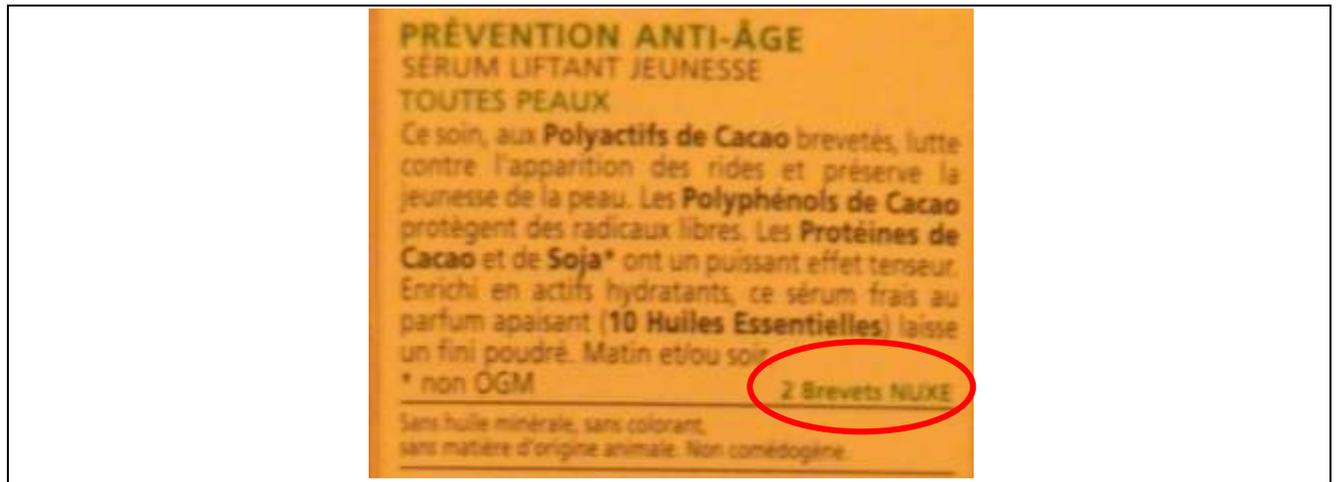


Figure 87 : Argumentaire marketing

Le laboratoire n'oublie pas de rappeler qu'il a déposé deux brevets en ce qui concerne les recherches et utilisations des polyphénols de cacao. Cette précision apporte une garantie d'efficacité pour le consommateur.

Sur le site internet du laboratoire, on ne retrouve pas non plus de promesses de résultat, mais tout un ensemble de phrases et de témoignages qui mettent en avant un produit sans contrainte, qui s'adapte à tout le monde et donne des résultats immédiats mais aussi à long terme selon les attentes (Figure 88).

« Un sérum frais et léger anti-oxydant et liftant, à glisser sous toutes les crèmes. »

« Oui, il convient à toutes les peaux qui ont soif de jeunesse. »

« Pour être resplendissante, pensez à lui avant une soirée : l'effet lifting immédiat vous fera rayonner des heures durant. »

Viviane, 32 ans

« Je l'ai toujours dans ma trousse pour me faire un petit flash beauté dès que je sens mes traits tirer ».

Angèle, 40 ans

« Il est inséparable de ma crème de jour. Ma peau est affinée, épanouie, mes traits nettement plus dessinés ».

Alice, 52 ans

« C'est un plus jeunesse dont je ne peux plus me passer. Mon visage semble plus rond, plus jeune tout simplement ».

Figure 88 : Promesses et témoignages retrouvés sur le site du laboratoire (28)

4.8.2.1.3 Analyse de la composition

Sur l'emballage secondaire du produit, on retrouve la liste des ingrédients présentés par ordre décroissant de pourcentage d'incorporation dans la formule (Figure 89). Notons que cette liste comporte 53 ingrédients.

INGREDIENTS : AQUAWATER, CYCLOPENTASILOXANE,
 GLYCINE SOJA (SOYBEAN) PROTEIN, BUTYLENE GLYCOL,
 GLYCERIN, SODIUM LACTATE METHYLSILANOL, FAEX
 EXTRACT/YEAST EXTRACT, SORBITOL, DIMETHICONE
 CROSSPOLYMER, LECITHIN, PHENOXYETHANOL,
 ACRYLATES/PALMETH-25 ACRYLATE COPOLYMER,
 PROPYLENE GLYCOL, TREHALOSE, TROMETHAMINE,
 ALCOHOL, THEOBROMA CACAO (COCOA) EXTRACT,
 METHYLPARABEN, PARFUM/FRAGRANCE, TETRASODIUM
 EDTA, MAGNESIUM ASPARTATE, SODIUM STYRENE/
 ACRYLATES COPOLYMER, CUCUMIS MELO (MELON) FRUIT
 EXTRACT, HYDROLYZED ALGIN, CASSIA ANGUSTIFOLIA
 SEED POLYSACCHARIDE, MARIS AQUA/SEA WATER,
 BUTYLPARABEN, ETHYLPARABEN, TRIETHANOLAMINE,
 SALICYLIC ACID, HELIANTHUS ANNUUS (SUNFLOWER)
 SEED OIL, ACRYLATES/C10-30 ALKYL ACRYLATE
 CROSSPOLYMER, XANTHAN GUM, HYDROXYETHYL
 CELLULOSE, PROPYLPARABEN, ISOBUTYLPARABEN,
 MENTHOXYPROPANEDIOL, POTASSIUM SORBATE,
 CHLORELLA VULGARIS EXTRACT, CHLORPHENESIN,
 SODIUM METHYLPARABEN, DISODIUM EDTA, PEG-8,
 ROSMARINUS OFFICINALIS (ROSEMARY) LEAF EXTRACT,
 BUTYLPHENYL METHYLPROPIONAL, GERANIOL,
 CITRONELLOL, HYDROXYISOHEXYL 3-CYCLOHEXENE
 CARBOXALDEHYDE, LIMONENE, LINALOOL [N0901/Q].

Figure 89 : Ingrédients entrant dans la composition du produit Phytochoc®

Si l'on observe de façon un peu plus approfondie cette liste d'ingrédients, on note que l'eau se retrouve une fois de plus en première position, en tant qu'ingrédient majoritaire. Suivent, répartis tout au long de cette liste, parmi les excipients, des actifs anti-âge, hydratants, reminéralisants, anti-radicalaires et fermeté.

On peut noter que la liste des excipients et des additifs est très fournie et variée (Tableau 48). Ces derniers vont, du fait de leurs propriétés respectives, assurer différents rôles tels que la conservation, l'ajustement du pH, la solubilisation des actifs, la mise en forme du produit final et l'obtention de propriétés organoleptiques qui caractériseront le cosmétique (odeur, texture, couleur).

Ingrédients	Propriétés
Cyclopentasiloxane, diméthicone crosspolymer	Filmogène
Butylène glycol, glycérine, sorbitol, propylène glycol, PEG-8	Humectants
Lécithine	Tensio-actif
Phénoxyéthanol, méthylparaben, butylparaben, éthylparaben, propylparaben, isobutylparaben, sorbate de potassium, chlorphénésine, Sodium méthylparaben	Conservateurs antimicrobiens
Acrylates/palmeth-25 acrylates copolymer, sodium styrene/ acrylate copolymer, acrylates/C10-30 alkyl acrylate crosspolymer, xanthan gum, hydroxyéthylcellulose	Gélifiants
Tréhalose	Protecteur cutané
Trométhamine, triéthanolamine, acide salicylique	Ajusteurs de pH
Alcool, maris aqua/sea water	Solvants
Parfum	
Rosmarinus officinalis (rosemary) leaf	Parfum
Tétrasodium EDTA, disodium EDTA	Séquestrant
Menthoxypropanediol	Dérivé du menthol- effet frais
Butylphényl méthylpropional, géraniol, citronellol, hydroxyisohexyl 3-cyclohexane, carboxaldéhyde, limonène, linalool	Allergènes apportés par le parfum

Tableau 48 : Excipients et additifs présents dans la formule Phytochoc®

4.8.2.1.4 Commentaires

A première vue, on peut penser que ce produit apporte tous les éléments nécessaires à notre tissu cutané pour se défendre efficacement contre l'ensemble des facteurs de vieillissement prématuré de la peau (UV, pollution, manque d'hydratation, perte d'élasticité).

Cependant, lorsque l'on analyse cette liste d'ingrédients, on note que la plupart des actifs sont assez mal placés ; ce qui laisse penser qu'ils se trouvent en faible proportion. De plus, les extraits de cacao, qui ne l'oublions pas constituent l'actif revendiqué par le laboratoire NUXE, se retrouvent certes en première partie de liste (18^{ème} position), mais ils sont à côté d'un conservateur antimicrobien, le méthylparaben. D'un point de vue réglementaire, la loi impose aux fabricants qui souhaitent utiliser de l'acide

parahydroxybenzoïque ou ses dérivés, aussi appelés parabens, dans leurs produits, de ne pas dépasser la limite maximale d'incorporation, fixée à 0,8 % de la masse totale du produit fini lorsque plusieurs parabens y sont associés. Le méthylparaben n'étant pas le seul paraben utilisé dans la formule, cela laisse présager d'une concentration en extraits de cacao relativement faible.

On peut donc se demander si, malgré cette richesse en actifs anti-âge, les faibles pourcentages d'incorporation de chacun de ces actifs suffisent pour obtenir un résultat visible à court et moyen termes. Seules les protéines de soja, du fait de leur positionnement (troisième place dans la liste des ingrédients), semblent pouvoir permettre une certaine efficacité.

Attardons-nous plus particulièrement sur quelques-uns de ces ingrédients.

4.8.2.1.4.1 Les actifs anti-âge

On retrouve quatre actifs anti-âges dans ce cosmétique : les protéines de soja, l'extrait de *faex*, l'extrait de *Theobroma cacao* et l'extrait de *Chlorella vulgaris*.

4.8.2.1.4.1.1 Les protéines de soja

Le soja est une légumineuse originaire d'Extrême-Orient. On lui reconnaît aujourd'hui de nombreuses propriétés bénéfiques pour la santé : des propriétés oestrogéniques qui sont mises à profit dans la prise en charge des symptômes pré-ménopausiques, et des propriétés anti-oxydantes qui ont montré leur intérêt dans la prévention de certaines pathologies cardio-vasculaires et de certains cancers, et qui se sont révélées être une arme anti-âge non négligeable.

Les molécules responsables de cet effet anti-âge sont les isoflavones, polyphénols au pouvoir antioxydant maintes fois reconnus et les protéines de soja qui, en stimulant l'activité métabolique des fibroblastes, vont participer au raffermissement des structures cutanées (204). Le soja va permettre de lutter contre les deux principales causes du vieillissement que sont les agressions extérieures, sources de radicaux libres, et le ralentissement du renouvellement et de la croissance des cellules du tissu cutané.

4.8.2.1.4.1.2 L'extrait de *faex*

Faex est le nom INCI donné aux extraits de levure. Des études ont montré que cet extrait est une source importante de vitamines du groupe B qui ont un rôle majeur au niveau cellulaire. Ainsi, la vitamine B₂ favorise-t-elle la croissance et la régénération des cellules, la vitamine B₃ favorise-t-elle l'oxygénation des tissus et constitue-t-elle un des facteurs clés du raffermissement de la peau. Les vitamines B₅ et B₈ sont reconnus comme garantes d'un fonctionnement cutané optimal, sans oublier de citer la vitamine B₁₀ qui joue un rôle majeur dans la croissance et la coloration de la peau (205,206).

4.8.2.1.4.1.3 L'extrait de cacao

Comme nous l'avons vu précédemment, le cacao constitue une source non négligeable de molécules polyphénoliques. Ces molécules, du fait de leur pouvoir antioxydant élevé, vont lutter contre les radicaux libres et les neutraliser afin de limiter leur impact au niveau du tissu cutané qui, sans cette présence, se relâcherait et se dégraderait de façon prématurée.

4.8.2.1.4.1.4 L'extrait de *Chlorella vulgaris*

Chlorella vulgaris est une algue microscopique que l'on retrouve dans les eaux douces des régions très ensoleillées. Il s'agit de l'un des végétaux les plus riches en phytopigments antioxydants tels que la chlorophylle et le β -carotène, et se compose, pour 60 % de son poids, de nutriments indispensables au bon

fonctionnement de nos cellules et de notre organisme. On y retrouve des protéines, des enzymes, des vitamines (surtout A, B, C et E), des acides gras essentiels et des minéraux (fer, calcium, magnésium, zinc, potassium, soufre, manganèse). Grâce à cette richesse constitutionnelle, des travaux lui reconnaissent de nombreuses propriétés bénéfiques pour la santé. Parmi celles-ci, il a été montré que *Chlorella vulgaris* se révélait être un stimulant du système immunitaire et de la croissance cellulaire. De même, il a été montré qu'elle contribuait à maintenir l'intégrité de nos cellules. Ces propriétés expliquent donc son utilisation dans la formulation des cosmétiques anti-âge (207,208).

4.8.2.1.4.2 L'actif fermeté : le méthylsilanol

Le méthylsilanol est un dérivé organique du silicium.

Pour rappel, le silicium est un minéral très important dans notre organisme. Il intervient dans la synthèse des os, des cartilages et du tissu conjonctif. Au niveau de notre peau, il joue le rôle de ciment entre les fibres de collagène et d'élastine qui garantissent la tonicité et la souplesse de notre tissu cutané. Avec l'âge, le taux de silicium dans l'organisme diminue, les fibres de collagène et d'élastine vont alors se désolidariser et perdront de leur efficacité. Ceci aura pour conséquence un relâchement des tissus, ce qui se traduira par l'apparition des premières rides, et une moindre efficacité à repousser les radicaux libres qui pénétreront sans difficulté au sein de ces complexes pour les détériorer.

Le méthylsilanol retrouvé dans les formules des cosmétiques va jouer un double rôle. Tout d'abord il va constituer une source d'eau pour le tissu conjonctif. Ce dernier, une fois réhydraté, va retrouver sa tonicité et un fonctionnement optimal lui permettant d'assurer les échanges avec le reste de l'organisme. En parallèle, le méthylsilanol, en tant que constituant tissulaire, va également intervenir dans la reconstruction membranaire et tissulaire et dans le maintien de son intégrité (209).

Cette action fermeté du méthylsilanol sera renforcée par le cacao qui, en tant que source de caféine, va raffermir la peau. En effet, via un effet bénéfique au niveau circulatoire, la caféine va tonifier et stimuler la peau.

4.8.2.1.4.3 Les actifs hydratants

Les actifs hydratants retrouvés dans cette formule sont le lactate de sodium et l'extrait de cacao.

4.8.2.1.4.3.1 Le lactate de sodium

Le lactate de sodium est un sel de l'acide lactique produit naturellement lors de la fermentation du lait. Il est aujourd'hui utilisé dans la fabrication de nombreux produits d'hygiène et de soins, tels que des savons, des lotions ou des crèmes, du fait de son pouvoir hydratant et humectant élevé (210).

4.8.2.1.4.3.2 L'extrait de cacao

Comme nous l'avons vu précédemment, le cacao contient près de 30 % de beurre de cacao dont les propriétés hydratantes, nourrissantes et réparatrices du tissu cutané sont connues depuis plus de 2 000 ans. Déjà les peuples Mayas et Aztèques l'utilisaient pour soigner leurs brûlures, gerçures, plaies et pour nourrir leur peau.

4.8.2.1.4.4 - L'actif anti-radicalaire : le melon

L'extrait de melon (*Cucumis melo fruit extract*) tient une place importante dans cette formule. En effet, sa richesse en molécules anti-oxydantes telles que des caroténoïdes, des flavonoïdes (resvératrol) et la

SuperOxyde Dismutase (SOD), va lui conférer des propriétés anti-radicalaires, en neutralisant les radicaux libres susceptibles de dégrader nos tissus.

4.8.2.1.5 Bilan

Si l'on considère maintenant la formule dans sa globalité, il me semble que malgré la richesse en actifs permettant de lutter de façon conjointe contre les différents facteurs responsables du vieillissement prématuré de la peau et de nos tissus (hydratation des tissus, renforcement des structures cutanées déjà existantes, stimulation de la croissance et du renouvellement cellulaire, protection contre les agressions extérieures), leur faible pourcentage d'incorporation dans la formule ne permet pas d'obtenir des résultats aussi importants que ceux revendiqués par le laboratoire. Peut être aurait-il été plus judicieux pour le laboratoire d'incorporer moins d'actifs, mais de sélectionner les plus efficaces et de les introduire en quantité plus importante. D'autant plus qu'il ne faut pas négliger le fait que plus le nombre d'ingrédients dans une formule est important, plus le risque de réaction d'intolérance, voire même d'allergie est élevé.

4.8.2.2 Gamme Sensation Chocolat Paris

Afin de donner une idée de tout ce que l'on peut trouver sur le marché, j'ai choisi de m'éloigner quelque peu de l'officine, et de vous présenter une gamme de cosmétiques formulés à base de cacao, que l'on peut retrouver dans certains instituts de beauté. La marque Sensation Chocolat Paris offre toute une gamme de produits d'hygiène et de soins qui associent dans leur formule les propriétés hydratantes et anti-oxydantes du cacao à ses propriétés sensorielles. La marque ne se limite pas à proposer des produits de soins classiques, mais elle cherche à allier l'utile à l'agréable en proposant des produits qui mettent en éveil tous les sens de l'utilisateur. Sur le site internet de la marque, on retrouve l'utilisation des termes « expérience multisensorielle » pour décrire les cosmétiques.

Les produits portent d'ailleurs des noms qui à eux seuls sont capables de faire saliver les plus gourmands (crème, mousse, granité), ils ont l'aspect et l'odeur d'une mousse au chocolat, d'une boisson chocolatée, d'une boule de glace ou d'un carreau de chocolat..., leur texture rappellera celle de la pâte de cacao à tartiner !

Je vous propose de découvrir quelques-uns de ces produits.

4.8.2.2.1 Fondant O Chocolat- crème éclat visage nutri-protectrice au beurre de Cacao

Pour ce produit le nom à lui seul séduira les moins coquets d'entre-nous. Il nous renseigne également sur la texture du produit « Fondant » qui sera fluide, son indication « crème éclat visage nutri-protectrice » pour hydrater et protéger la peau, et son actif « au beurre de Cacao » (Figure 90).



Figure 90 : Fondant O Chocolat®- Sensation chocolat Paris (211)

Le laboratoire n'hésite pas à comparer son produit à de la pâte à tartiner !

Les actifs naturels retrouvés dans ce produit sont le beurre de cacao qui apportera du magnésium, du fer, des vitamines, des polyphénols antioxydants et des tanins astringents, et de l'huile de sésame vierge qui constitue une source en vitamine E anti-oxydante et en protéines.

4.8.2.2.2 Granité O Chocolat- crème exfoliante et drainante pour le corps au beurre de Cacao

Ici encore le nom du produit renseigne sur son indication « crème exfoliante et drainante pour le corps », sa texture « granité » qui laisse imaginer une crème dans laquelle on retrouve des petits grains et sa composition « au beurre de Cacao » (Figure 91).



Figure 91 : Granité O Chocolat®- Sensation chocolat Paris (211)

Les actifs naturels retrouvés dans ce soin sont le beurre de cacao nourrissants et les micro-particules de noyaux d'abricots qui vont jouer le rôle d'exfoliant.

4.8.2.2.3 Carré de Chocolat- Savons hydratants au beurre de Cacao

Ces savons, qui visuellement ressemblent plus à des barres chocolatées qu'à une savonnette (Figure 92) vont, du fait de l'ajout de beurre de cacao nutritif dans leur formule, limiter le dessèchement cutané de la peau provoqué par le savon.



Figure 92 : Carré de Chocolat- Savons hydratants au beurre de Cacao®-Sensation Chocolat Paris (211)

Le laboratoire propose deux parfums pour son produit : chocolat noir et chocolat au lait. La présentation qu'il en fait laisse penser qu'il parle de chocolat alimentaire et non de produits d'hygiène corporelle (Chocolat noir : corsé et plein de caractère ; Chocolat au lait : suave et légèrement vanillé).

Les actifs naturels revendiqués par le laboratoire sont le beurre de cacao, l'huile de palme et l'huile de coprah.

L'huile de palme est extraite par pression à chaud des fruits du palmier. Du fait de son très faible coût de production, on la retrouve aujourd'hui dans un très grand nombre de produits alimentaires (céréales, margarine, crème glacée, biscuiteries, barres chocolatées, ...) et de cosmétiques. Cependant son utilisation commence à susciter quelques inquiétudes car de récentes études ont montré que la consommation régulière d'huile de palme pouvait augmenter le taux de LDL-cholestérol dans le sang, augmentant ainsi le risque cardiovasculaire. En plus de cet impact sur la santé, l'essor constant du nombre de plantations de palmiers à huile se fait aux dépens de la forêt tropicale, et des espèces et populations végétales qui la colonisent depuis des siècles (212,213).

L'huile de coprah, quant à elle, est une huile végétale inodore fabriquée à partir de l'albumen de la noix de coco, appelé « coprah ». Très riche en acides gras saturés, elle est appréciée pour ses propriétés émoullientes, ce qui en fait un ingrédient de choix dans de nombreux cosmétiques pour peaux sèches (214).

4.8.2.2.4 Les dangers de ces cosmétiques

Les laboratoires cosmétiques ne se limitent pas aujourd'hui à formuler des produits à base de cacao. Afin de séduire leurs futurs utilisateurs, ils n'hésitent plus à fabriquer des cosmétiques qui ressemblent en tout point aux différentes spécialités chocolatières que l'on retrouve dans les rayons alimentaires des grandes surfaces. Ainsi, comme on vient de le voir, on retrouve des pots de crème hydratantes qui font penser à des pots de pâte à tartiner, aussi bien d'un point de vue esthétique qu'olfactif. De la même façon on retrouve des savons que l'on pourrait prendre pour des carrés de chocolat ou des dosettes de produit moussant qui s'apparentent à un bonbon (Figure 93).



Figure 93 : Exemples de produits d'hygiène semblables à des confiseries

Il me semble cependant que cette « imitation » porte à confusion et peut se montrer dangereuse, en particulier pour les enfants. En effet, ces derniers croqueront volontiers dans le savon-carré de chocolat ou tremperont les doigts dans la crème hydratante-pâte à tartiner, en pensant manger quelque chose d'appétissant. Pourtant il y a un réel risque d'intoxication car beaucoup de ces produits contiennent des ingrédients qui ne doivent pas être ingérés.

Pour limiter ce risque, les laboratoires ajoutent dans leur formule du Bitrex®, aussi appelé benzoate de dénatonium. Cette molécule, totalement inoffensive pour la santé, a été découverte en 1958 par Macfarlan Smith qui mit rapidement en évidence sa forte amertume. Cette propriété sera d'abord utilisée dans une crème conçue pour éviter que les porcs ne mangent la queue de leur voisin. Puis rapidement, son champ d'application s'étendra aux produits ménagers et automobiles, aux produits de jardinage et aux antigels. Depuis quelques années, le Bitrex®entre dans la formule de certains produits cosmétiques, afin de décourager toute personne qui tenterait d'ingérer le produit, en particulier les enfants (215).

4.9 Conclusion

Dès leur introduction en Europe, le cacao et le chocolat suscitèrent les débats les plus passionnés tant au sein de l'Eglise que dans les milieux scientifiques et médicaux. Certains se délectent de ses vertus tandis que d'autres s'insurgent et condamnent. Malgré ses détracteurs, le chocolat traversera l'histoire sans peine. Autrefois limité à une élite, le chocolat se répandra petit à petit au sein de la population qui le consommera pour ses nombreuses vertus. Alors qu'il était prescrit par les médecins et fabriqué par les apothicaires, le chocolat va peu à peu perdre son statut de « remède » pour être considéré comme aliment à part entière. Ce changement de statut va révolutionner sa consommation et engendrer la création d'une industrie chocolatière. Par la suite les innovations vont s'enchaîner : chocolat noir, chocolat au lait, poudre chocolatée, chocolat blanc, barre chocolatée. Aujourd'hui, le chocolat se retrouve aussi bien dans notre quotidien (lait chocolaté, barre chocolatée au gouter, crème dessert au chocolat), que lors des fêtes annuelles (Pâques, Noël).

Depuis quelques années, le chocolat intéresse de nouveau le milieu scientifique qui lui reconnaît de nombreuses propriétés dont des vertus anti-oxydantes. Cependant, du fait d'un nombre très restreint d'études dans ce domaine, les possibles utilisations médicales du chocolat ne restent encore, à l'heure actuelle, que des hypothèses.

L'univers de la cosmétologie, qui est en perpétuelle recherche d'innovations pour satisfaire ses utilisateurs, s'est lancé dans la mise au point de produits de soins à base de produits naturels. Le chocolat, naturellement riche en molécules anti-oxydantes et nourrissantes, est alors apparu comme le nouvel actif incontournable. Nombreuses sont les marques à proposer toute une gamme de cosmétiques à base de chocolat et à en revendiquer ses propriétés et les caractéristiques sensorielles de leurs produits. Cependant l'étude de quelques uns d'entre eux montre que bien souvent le cacao est présent en quantité trop faible pour pouvoir obtenir des résultats probants, plus particulièrement concernant l'action anti-âge.

5 Conclusion

Nombreux sont les laboratoires cosmétiques à avoir reformulé leurs gammes de produits afin de pouvoir revendiquer l'utilisation d'actifs naturels dans leurs formules, tels que des extraits de fèves de caféier, de raisin ou de cacao. L'analyse de leur composition montre cependant que malgré une richesse en actifs d'origine naturelle, leur faible taux d'incorporation dans la formule nous prouve qu'il faut se montrer vigilant vis-à-vis de ces produits semblant, à priori, posséder toutes les qualités. Que ce soit pour la caféine, les polyphénols ou le beurre de cacao, les études scientifiques leurs reconnaissent de nombreuses vertus, ce qui d'un point de vue théorique, en fait des ingrédients de choix pour la formulation de cosmétiques amincissants, anti-âge ou hydratants. Pourtant, ces propriétés ont été obtenues pour des concentrations nettement supérieures à celles retrouvées dans la majorité des produits de soin, ce qui laisse présager d'une action relativement limitée.

Deux principales raisons peuvent expliquer cette faible teneur en actif naturel, tout d'abord un critère économique, car ces actifs constituent généralement des matières premières onéreuses. Le pourcentage d'incorporation dans la formule sera un facteur déterminant du prix de vente du produit et donc un des critères d'achat du client. La seconde raison est un problème de mise en forme galénique. L'incorporation des ces actifs naturels contraint bien souvent le fabricant à adapter l'ensemble de sa formule. On pourra citer comme exemples la caféine qui doit être présentée sous forme de gel hydro-alcoolique pour faciliter sa pénétration cutanée, ou les polyphénols qui nécessitent une encapsulation au préalable pour garantir leur conservation et le maintien d'une concentration minimale efficace.

Un produit de soin qui se veut efficace, qu'il revendique ou non l'utilisation d'ingrédients d'origine naturelle, doit donc contenir les actifs adéquats et en quantité suffisante.

Il est donc important pour le futur acheteur qui souhaite un produit de soin « naturel » de ne pas se laisser « séduire » par un cosmétique présentant des propriétés extraordinaires, grâce à des actifs innovants, sans en analyser d'un peu plus la composition.

6 LISTE DES FIGURES

<u>Figure 1</u> : Formule chimique de la caféine	16
<u>Figure 2</u> : Planche d'herbier représentant <i>Coffea arabica</i>	17
<u>Figure 3</u> : Planche d'herbier représentant <i>Camellia sinensis</i>	18
<u>Figure 4</u> : Planche d'herbier et graines de <i>Paullinia cupana</i>	18
<u>Figure 5</u> : Planche d'herbier et fruit de <i>Theobroma cacao</i>	19
<u>Figure 6</u> : Planches d'herbier et graines de <i>Cola acuminata</i>	19
<u>Figure 7</u> : Planche d'herbier et branches d' <i>Ilex vomitoria</i>	19
<u>Figure 8</u> : Planche d'herbier et feuilles broyées d' <i>Ilex paraguariensis</i>	20
<u>Figure 9</u> : Thé et caféine	22
<u>Figure 10</u> : Photographies de fruits (cabosses) et de graines (fèves) de cacaoyer	23
<u>Figure 11</u> : Chocolat et caféine	23
<u>Figure 12</u> : Liste des ingrédients entrant dans la composition du Coca-cola selon Pemberton	24
<u>Figure 13</u> : Coca-cola et caféine	24
<u>Figure 14</u> : Les boissons énergisantes et la caféine, exemple de RED BULL®	24
<u>Figure 15</u> : Exemples de cosmétiques à base de caféine	27
<u>Figure 16</u> : Métabolisation hépatique de la caféine	28
<u>Figure 17</u> : Action de la caféine sur la phosphodiesterase (PDE)	29
<u>Figure 18</u> : Représentation du système limbique	31
<u>Figure 19</u> : Peau et lobules adipeux	33
<u>Figure 20</u> : Action de la caféine dans le processus lipolytique	35
<u>Figure 21</u> : Conditionnement secondaire de Tonific minceur gel-crème®	40
<u>Figure 22</u> : Ingrédients contenus dans le gel-crème Tonific minceur (NUXE)	42
<u>Figure 23</u> : Emballages primaire et secondaire du produit Elancyl®	45
<u>Figure 24</u> : Argumentaire marketing	46
<u>Figure 25</u> : Ingrédients contenus dans le produit Elancyl®-Galénic	47

<u>Figure 26</u> : Emballage secondaire de Percutaféine®	50
<u>Figure 27</u> : Emballage secondaire de Percutaféine®	51
<u>Figure 28</u> : Feuillet publicitaire Percutaféine®	52
<u>Figure 29</u> : Emballage secondaire de Lipoféine®	53
<u>Figure 30</u> : Composition de Lipoféine® retrouvée sur l’emballage secondaire	54
<u>Figure 31</u> : Les différents cépages français	58
<u>Figure 32</u> : Schéma d’un cep de vigne	58
<u>Figure 33</u> : Grains de raisin recouverts de pruine	59
<u>Figure 34</u> : Principe de vinification pour un vin rouge	61
<u>Figure 35</u> : Principe de vinification pour un vin blanc	62
<u>Figure 36</u> : Méthode de calcul de la teneur en alcool, en g/L, d’un vin à partir de son pourcentage	64
<u>Figure 37</u> : Equivalence des taux d’alcool en fonction de différentes boissons alcoolisées	65
<u>Figure 38</u> : Schéma de la paroi végétale	68
<u>Figure 39</u> : Formule chimique de l’acide tartrique	68
<u>Figure 40</u> : Formule chimique de l’acide malique	69
<u>Figure 41</u> : Formule chimique de l’acide citrique	69
<u>Figure 42</u> : Exemple de la molécule de kaempferol, structure polyphénolique	71
<u>Figure 43</u> : Les facteurs qui influencent la synthèse du resvératrol	72
<u>Figure 44</u> : Voie d’obtention de la catéchine et de l’épicatéchine	73
<u>Figure 45</u> : Taux de mortalité en fonction de la consommation de vin	75
<u>Figure 46</u> : Rôles des polyphénols au niveau cardiovasculaire	80
<u>Figure 47</u> : Espèces réactives de l’oxygène	82
<u>Figure 48</u> : Les principales propriétés des polyphénols	85
<u>Figure 49</u> : Spectre du rayonnement solaire	89
<u>Figure 50</u> : Niveau de pénétration des rayons solaires dans la peau	90
<u>Figure 51</u> : Procédé d’extraction des polyphénols selon J. Masquelier	93
<u>Figure 52</u> : Symbole du laboratoire Caudalie	94

<u>Figure 53</u> : Château Smith Haut Lafitte	94
<u>Figure 54</u> : Emballages primaire et secondaire de VINEXPERT-fluide bonne mine®	96
<u>Figure 55</u> : Bouteille de la marque Vinexpert®	96
<u>Figure 56</u> : Ingrédients qui composent le produit VINEXPERT-fluide bonne mine®	99
<u>Figure 57</u> : Origine du beurre de karité	103
<u>Figure 58</u> : Formule chimique du hyaluronate de sodium	104
<u>Figure 59</u> : Représentation d'une molécule de cyclodextrine	104
<u>Figure 60</u> : Liste des ingrédients actifs de VINEXPERT-fluide bonne mine®	105
<u>Figure 61</u> : Emballages primaire et secondaire de VINOSOURCE-crèmes anti-rides nourrissante Caudalie	105
<u>Figure 62</u> : Ingrédients entrant dans la composition de VINOSOURCE-crème anti-rides	107
<u>Figure 63</u> : <i>Crithmum maritimum</i>	109
<u>Figure 64</u> : Un bain barrique	111
<u>Figure 65</u> : Affiche publicitaire datant du XIX ^{ème} siècle promouvant le chocolat de Guyenne	115
<u>Figure 66</u> : Affiche publicitaire datant du XIX ^{ème} siècle	115
<u>Figure 67</u> : Antoine Brutus Menier, fondateur de la première chocolaterie industrielle mondiale	116
<u>Figure 68</u> : Barre de Milky Way®	116
<u>Figure 69</u> : Cabosses de cacaoyer	118
<u>Figure 70</u> : Demi-cabosse contenant les graines entourées de mucilage	118
<u>Figure 71</u> : Schéma d'une graine de cacao	119
<u>Figure 72</u> : Carte des principaux pays producteurs de fèves de cacao	121
<u>Figure 73</u> : Principe général de fabrication du chocolat	122
<u>Figure 74</u> : Récolte des cabosses à l'aide d'une machette	123
<u>Figure 75</u> : Ecabossage d'une cabosse	123
<u>Figure 76</u> : Graines de cacao, entourées de mucilage	124
<u>Figure 77</u> : Séchage des graines de cacao sur des claies	124
<u>Figure 78</u> : Sacs de cacao en attente d'exportation	125
	161

<u>Figure 79</u> : Trituration et affinage du chocolat dans une conche	127
<u>Figure 80</u> : Emballage d'une tablette de chocolat	130
<u>Figure 81</u> : Produits proposés par le chocolatier Dardenne®	140
<u>Figure 82</u> : Le rôle des flavonoïdes vis-à-vis des facteurs de risque cardiovasculaire	142
<u>Figure 83</u> : Rôle pharmacologique des glucides du chocolat sur l'amélioration de l'humeur chez une personne non dépressive	144
<u>Figure 84</u> : Les effets théoriques du chocolat sur le cerveau	145
<u>Figure 85</u> : Emballages primaire et secondaire de Phytochoc®	149
<u>Figure 86</u> : Faces postérieure et latérales du conditionnement secondaire de Phytochoc®	150
<u>Figure 87</u> : Argumentaire marketing	151
<u>Figure 88</u> : Promesses et témoignages retrouvés sur le site du laboratoire	151
<u>Figure 89</u> : Ingrédients entrant dans la composition du produit Phytochoc®	152
<u>Figure 90</u> : Fondant O Chocolat® - Sensation chocolat Paris	156
<u>Figure 91</u> : Ganité O Chocolat® - Sensation chocolat Paris	157
<u>Figure 92</u> : Carré de Chocolat-savons hydratants au beurre de Cacao® - Sensation Chocolat Paris	157
<u>Figure 93</u> : Exemples de produits d'hygiène semblables à des confiseries	158

7 LISTE DES TABLEAUX

<u>Tableau 1</u> : Solubilité de la caféine dans différents solvants	16
<u>Tableau 2</u> : Rôle de la température lors du processus de torréfaction	20
<u>Tableau 3</u> : Pourcentage en caféine dans les grains de café en fonction du degré de torréfaction	21
<u>Tableau 4</u> : Taux de caféine dans différents aliments et boissons	22
<u>Tableau 5</u> : Liste des médicaments contenant de la caféine, ayant une autre indication que l'antalgie et l'antipyrexie	25
<u>Tableau 6</u> : Liste des médicaments antalgiques et antipyrétiques contenant de la caféine	26
<u>Tableau 7</u> : Effets observés lors de la fixation de la caféine sur les récepteurs A ₁ et A ₂ à l'adénosine	29
<u>Tableau 8</u> : Effets de la caféine en fonction de la dose absorbée	30
<u>Tableau 9</u> : Propriétés de quelques composants du café	32
<u>Tableau 10</u> : Promesses et phrases chocs retrouvées sur le site NUXE et l'emballage du cosmétique	41
<u>Tableau 11</u> : Excipients et additifs présents dans la formule Tonific minceur®	43
<u>Tableau 12</u> : Résultats indiqués sur l'emballage secondaire du produit	46
<u>Tableau 13</u> : Ingrédients contenus dans le produit Elancyl®	47
<u>Tableau 14</u> : Ingrédients présents dans la formule Percutaféine®	52
<u>Tableau 15</u> : Ingrédients contenus dans la formule Lipoféine®	54
<u>Tableau 16</u> : Teneurs, en mg, de quelques vitamines pour 100 g de raisin	59
<u>Tableau 17</u> : Teneurs, en mg, de quelques minéraux pour 100 grammes de raisin	59
<u>Tableau 18</u> : Teneurs, en mg, de quelques oligoéléments pour 100 grammes de raisin	59
<u>Tableau 19</u> : Teneur des principaux anions et cations présents dans le vin	66
<u>Tableau 20</u> : Teneur des principaux métaux lourds et oligoéléments présents dans le vin	66
<u>Tableau 21</u> : Quantité de flavonoïdes, en mg pour 100 g, dans différents aliments	70
<u>Tableau 22</u> : Deux catégories d'acides phénols	71
<u>Tableau 23</u> : Teneurs moyennes de différentes vitamines pour 1 L de vin rouge	74
<u>Tableau 24</u> : Taux de mortalité dans différents pays, en fonction de différents facteurs de risque	76

<u>Tableau 25</u> : Taux de mortalité pour 100 000 habitants dans trois grandes villes françaises	77
<u>Tableau 26</u> : Les sources naturelles d'antioxydants	84
<u>Tableau 27</u> : Compléments alimentaires à base de polyphénols	87
<u>Tableau 28</u> : Les promesses du laboratoire Caudalie	98
<u>Tableau 29</u> : Excipients et additifs présents dans la formule VINEXPERT- fluide bonne mine®	100
<u>Tableau 30</u> : Exemples de quelques produits de soin porteurs de SPF	102
<u>Tableau 31</u> : Promesses faites pour le produit VINOSOURCE- crème anti-rides	106
<u>Tableau 32</u> : Excipients et additifs présents dans la formule VINOSOURCE-crème anti-rides	108
<u>Tableau 33</u> : Exemples de composition de chocolats médicinaux	114
<u>Tableau 34</u> : Conditions optimales de culture des cacaoyers	117
<u>Tableau 35</u> : Composition des graines fraîches de cacao	120
<u>Tableau 36</u> : Quelques importateurs de fèves de cacao	125
<u>Tableau 37</u> : Composition minimale en pâte de cacao, lait et sucre des chocolats noirs, au lait et blanc	129
<u>Tableau 38</u> : Principaux éléments présents dans 100 grammes de chocolat noir et de chocolat au lait	131
<u>Tableau 39</u> : Teneur en acides aminés dans 100 grammes de chocolat noir	132
<u>Tableau 40</u> : Composition moyenne en lipides pour différents produits à base de cacao	133
<u>Tableau 41</u> : Composition minérale pour 100 grammes de chocolat	134
<u>Tableau 42</u> : Vitamines présentes dans 100 grammes de chocolat et apports journaliers recommandés	135
<u>Tableau 43</u> : Effets des méthylxanthines sur l'organisme	136
<u>Tableau 44</u> : Composition des chocolats noirs et au lait en méthylxanthines	136
<u>Tableau 45</u> : Exemples de suppositoires formulés avec du beurre de cacao	146
<u>Tableau 46</u> : Exemples de pommades formulées avec du beurre de cacao	147
<u>Tableau 47</u> : Exemples de médicaments contenant de la poudre de cacao	148
<u>Tableau 48</u> : Excipients et additifs présents dans la formule Phytochoc®	153

8 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) Felix H-J
Le café
Que sais-je ?, 1979, 139, 128p.
- (2) Pinard F.
Sur les chemins des caféiers
Etudes rurales, 2007, 180, 304p.
- (3) <http://www.boutiquesdemusees.fr/fr/boutique/produits/details/286-....fr>
consulté le 08/03/2010
- (4) DION-TENENBAUM A., MABILLE G.
Histoires de nécessaires
L'Estampille. L'objet d'art, 2007, 429, 60-65
- (5) DROUARD A.
Naissance et évolution du petit-déjeuner en France
Cahiers de nutrition et de diététique, 1999, vol.34, 3, 147-160, 167-171
- (6) SIX M-F.
L'histoire du petit-déjeuner, de l'antiquité à nos jours
Cahiers de nutrition et de diététique, 1997, vol.32, 1S15-1S19
- (7) http://www.musees-nationaux-napoleons.org/pages/page_id19262_u112.htm
Consulté le 08/03/2010
- (8) LEBLIC I.
Café, développement et autochtonie en Nouvelle-Calédonie
Etudes rurales, 2007, 180, 117-130
- (9) ANTHEAUME B.
Le café au Togo : chronique d'une émergence de la modernité rurale (1920-1960)
Etudes rurales, 2007, 180, 155-169
- (10) WEISS B., ELBAZ M. (traducteur)
« La nourriture qui ne rassasie jamais ». Une histoire sociale du café haya.
Anthropologie et sociétés, 1994, vol.18, 3, 91-100
- (11) GREVY J.
Les cafés républicains de Paris au début de la Troisième République. Etude de sociabilité politique.

- Revue d'histoire moderne et contemporaine, 2003, vol.50, 2, 52-72
- (12) MATONTI F.
Quelques hypothèses sur les cafés littéraires
Les cahiers de l'I.H.T.P., 1992, 20, 101-111
- (13) BRANDIER N.
L'usage surréaliste des cafés (1924-1929)
Les cahiers de l'I.H.T.P., 1992, 20, 112-124
- (14) KRULIC B.
Le café
Autrement. Série mutations, 2004, 227, 191p.
- (15) Dorvault l'officine 23^{ème} éd., 1994, Ed. Vigot, Paris, 2089p.
- (16) Pharmacopée Européenne, Vème édition, Ed. Conseil de l'Europe, 2005
- (17) <http://fr.wikipedia.org>
Consulté le 14/09/2009
- (18) <http://www.les-vegetaliseurs.com/>
Consulté le 14/09/2009
- (19) <http://www.picsearch.com/>
Consulté le 14/09/2009
- (20) BREMNESS L.
Plantes aromatiques et médicinales
Coll. l'œil nature, Ed. Larousse, 2005, 304p.
- (21) <http://plants.usda.gov/>
Consulté le 28/09/2009
- (22) MARTINI MC., SEILLER M.
Actifs et additifs en cosmétologie
Ed. Tec et Doc, Lavoisier, 1992, 450p.
- (23) <http://www.encyclopaedia-universalis.fr>
Consulté le 14/09/2010
- (24) ALAIS C., LINDEN G.
Abrégé de biochimie alimentaire
Ed. Masson, 1997, 248p.

- (25) <http://www.coca-cola-france.fr>
Consulté le 26/09/2009
- (26) TEMPLE J.
Caffeine use in children: what we know, what we have left to learn, and why we should worry
Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 2009, 14p.
- (27) <http://www.vidal.fr/Substance/cafeine-698.htm>
Consulté le 07/12/2009
- (28) <http://www.nuxe.com/les-soins/creme-nuxuriance-fiche-19.html>
Consulté le 10/12/2009
- (29) <http://www.vichyconsult.fr/products-LCMS0001/liposculpture/cellu-metric-intervention-anti-cellulite-inscrustee-14-jours.aspx>
Consulté le 10/12/2009
- (30) <http://www.skeen.fr/home.htm>
Consulté le 10/12/2009
- (31) http://www.garnier.fr/fr/fr/our_products/product.aspx?tpcode=OUR_PRODUCTS^PRD_SKINCARE^CAFEINE_ROLL_ON^CAFEINE_ROLL_ON_DISCOVER^CAFEINE_ROLL_ON_RTN1&prcode=P19108
Consulté le 10/12/2009
- (32) GNESSER O.
About coffee, cappuccino and connective tissue growth factor- Or how to protect your liver?
Environmental Toxicology and Pharmacology, 209, 10p.
- (33) PAGE C., CURTIS M., SUTTER M., WALKER M., HOFFMAN B.
Pharmacologie intégrée, traduction de la 1^{ère} édition par Georges CHEYMOL
Ed DE BOECK, 1999, 540-545
- (34) ONEN S.
La Caféine
<http://ura1195-6.univ-lyon1.fr/articles/onen/cafe/sommaire.html>
Consulté le 31/07/2009
- (35) http://www.pharmacorama.com/Rubriques/Output/Adenosinea3_1.php
Consulté le 31/07/2009
- (36) COHEN Y., JACQUET C.
Abrégé de pharmacologie 5^{ème} édition
Ed Masson, 2001, 489p.

- (37) <http://www.vulgaris-medical.com/imprime.php?p=articles&article=874>
Consulté le 31/07/2009
- (38) NKONDJAK A.
Coffee consumption and the risk of cancer: an overview
Cancer Letters, 2009, 277, 121-125
- (39) TANG N., WU Y., MA J., WANG B., YU R.
Coffee consumption and risk of lung cancer: a meta-analysis
Lung Cancer, 2009, 6p.
- (40) MARTINI MC.
Introduction à la dermopharmacie et à la cosmétologie
Ed. Tec et Doc, Lavoisier, 2003, 401p.
- (41) ANDRE P., SCHNEBERT S., FRANCHI J., PELLICIER F.
L'adipocyte dans une histoire d'amincissant
Pathologie Biologie, 2003, 51, 244-247
- (42) RAYALAM S., DELLA-FERA M., BAILE C.
Phytochemicals and regulation of the adipocyte life cycle
Journal of Nutritional Biochemistry, 2008, 19, 717-726
- (43) REISSIG C., STRAIN E., GRIFFITHS R.
Caffeinated energy drink- A growing problem
Drug and Alcohol Dependence, 2009, 99, 1-10
- (44) LAURE P.
Dopage et société
Ed. Lavoisier, 2000, 64-65
- (45) VALLEUR M., MATYSIACK JC.
Les addictions. Dépendances, toxicomanies: repenser la souffrance psychique
Ed. Armand Colin, 2006
- (46) <http://www.abcbeaute.com/produit/argiletz.html>
Consulté le 22/01/2010
- (47) Annexe II, directive 76/768/CEE du 27 juillet 1976, concernant le rapprochement des législations des Etats membres, relatives aux produits cosmétiques, consultable sur
http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/product_labelling_and_packaging/1...
Consulté le 02/10/2009

- (48) www.espace-sciences.org/science/10065-sciences-ouest/20104-Annee-1991/10...
Consulté le 02/10/2009
- (49) CHAUHAN P.
Ayurvéda, l'équilibre de la vie
Ed. Le courrier du livre, 2009, 322p.
- (50) Directive 76/788/CEE du Conseil du 27 juillet 1976 concernant le rapprochement des législations des Etats membres, relatives aux produits cosmétiques, consultable sur
http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/product-labelling-and-packaging/1...
Consulté le 02/10/2009
- (51) CECHINEL V., GOMES M., NUNES R., CALIXTO J., YUNES R.
Antispasmodic activity of xanthoxyline derivatives: structure-activity relationships
Journal of pharmaceutical sciences, 1995, vol.84, 4, 473-495
- (52) DOS SANTOS R., KUHNEN C., AUGUSTO YUNES R.
Molecular structure and QSAR study on antispasmodic activity of some xanthoxyline derivatives
Archiv der Pharmazie, 2006, vol. 339, 5, 227-237
- (53) CECHINEL V., LIMA E., MORAIS, V., GOMES S., MIGUEL O., YUNES R.
Fungicide and fungistatic effects of xanthoxyline
Journal of Ethnopharmacology, 1996, vol.53, 3, 171-173
- (54) PINHERNO T., YUNES R., LOPEZ S., SANTECCHIA C., ZACCHIRO S., CECHIEL V.
In vitro antifungal evaluation studies on the mode of action of xanthoxyline derivatives
Arzneimittel-Forschung, 1999, vol.49, 12, 1039-1043
- (55) <http://www.douglaslabs.com/pdf/pds/HMC.pdf>
Consulté le 15/10/2009
- (56) <http://www.sfa-site.com/?q=node/310>
Consulté le 05/10/2009
- (57) Le guide de phytothérapie: 76 plantes et produits d'origine naturelle bénéfiques pour votre santé
Laboratoire Plantes et Médecines, 2009, 90p.
- (58) <http://documents.irevues.inist.fr/>
Consulté le 28/10/2009
- (59) <http://www.afssaps.fr/>
Consulté le 3/11/2009

- (60) Article L065122 du Code de la Santé Publique
- (61) http://www.parapharmanet.com/boutique/fiche_produit.cfm?ref=4227456&type=219...
Consulté le 09/03/2010
- (62) http://www.lierac.fr/FR/soins/corps/minceur/ultra_body_lift_10_anti-capitons/concent...
Consulté le 09/03/2010
- (63) BORRELY D.
Action anti-radicalaire des substances polyphénoliques du raisin contre le vieillissement des tissus.
Application en dermo-cosmétologie.
Thèse universitaire, Montpellier, 2001, 93p.
- (64) CATHIARD-THOMAS M., PEZARD C.
La santé par le raisin et la vinothérapie : prévention des cancers et des affections cardiovasculaires,
soins anti-âge et minceur.
Ed. Librairie de Médecis, 1998, 122p.
- (65) <http://www.hominidés.com/html/chronologie/neolithique.php>
Consulté le 25/03/2010
- (66) DE LANGE D.
From red wine to polyphénols and back: A journey through the history of the French Paradox
Thrombosis Research, 2007, vol.119, 4, 406-406
- (67) <http://www.onivins.fr/Vin/VigneVin/Index.asp>
Consulté le 07/10/2009
- (68) http://www.onivins.fr/pdfs/statiques/Regions_viticoles_françaises.pdf
Consulté le 07/10/2009
- (69) <http://environnements.ecoles.free.fr/Vin/vin-illuscepage.gif>
Consulté le 30/06/2010
- (70) <http://www.google.fr/images.fr>
Consulté le 09/01/2010
- (71) SABLAYROLLES JM.
Control of alcoholic fermentation in winemaking: Current situation and prospect
Food Research International, 2009, 42, 418-424
- (72) <http://www.onivins.fr/Vin/VigneVin/VinifIndex.asp>
Consulté le 07/10/2009

- (73) <http://www.onivins.fr/vin/VigneVin/VinifRouge.asp>
Consulté le 07/10/2009
- (74) <http://www.onivins.fr/Vin/VigneVin/VinifBlanc.asp>
Consulté le 07/10/2009
- (75) GOMEZ-MIGUEZ MJ., GOMEZ-MIGUEZ M., VICARIO I., HENEDIA F.
Assessment of colour and aroma in white wines vinifications: Effects of grape maturity and soil type
Journal of Food Engineering, 2007, 79, 758-764
- (76) <http://www.petzi.org/vin/composition.html>
Consulté le 05/02/2010
- (77) <http://www.terroirexperience.com/vin/vin-medecin-SAG-v.html>
Consulté le 05/02/2010
- (78) MUCKENSTURM A., Comité français d'éducation pour la santé, Mission interministérielle de lutte contre la drogue et la toxicomanie France
Drogues, savoir plus, risquer moins
Ed. Points, 2001, 144p.
- (79) PEUREFFITE G.
Cahiers d'esthétiques et cosmétiques. Biologie de la peau. 3^{ème} édition
Ed. Masson, 2002, 135p.
- (80) LACOMBE M.
Précis d'anatomie et de physiologie humaine- tome1. 28^{ème} édition
Ed.Lamarre, 2004, 205p.
- (81) ORAK H.
Total antioxydant activities, phenolics, anthocyanins, polyphenoloxidase activities of selected red grape cultivars and their correlations
Sc ientia Horticulturae, 2007, vol.111, 3, 235-241
- (82) <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/paroi/architecture.htm>
Consulté le 07/05/2010
- (83) <http://www.viticulture-oenologie-formation.fr/vitioenofomlycee/pdtoenotsvo2-2006...>
Consulté le 04/06/2010
- (84) http://www.vinairium.com/acide_malique.php
Consulté le 04/06/2010

- (85) MARTIN S., ANDRIANTSITOHAINA R.
Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium
Annales de cardiologie et d'angéiologie, 2002, vol.51, 6, 304-315
- (86) Etude nutrinet-santé.quotipharm.com du 15/03/2010
- (87) IACOPINI P., BALDI M., STORCHI P., SEBASTIANI L.
Catechin, epicatechin, quercetin, rutin and resveratrol in red grape: Content, *in vitro* antioxidant activity and interactions
Journal of Food Composition and Analysis, 2008, 21, 589-598.
- (88) <http://fr.wikipedia.org/wiki/fichier:kaempferol.org>
Consulté le 10/07/2010
- (89) HOGAN S., ZHANG L., LI J., ZOECKLEIN B., ZHOU K.
Antioxydant properties and bioactive components of Norton (*Vitis aestivalis*) and Cabernet Franc (*Vitis vinifera*) wines grapes
Food Science and Technology, 2009, 42, 1269-1274
- (90) STERVBO U., VANG O., BONNESEN C.
A review of the content of the putative chemopreventive phytoalexin resveratrol in red wine
Food Chemistry, 2007, 101, 449-457
- (91) RIO SEGADE S., SOTO VAZQUEZ E., DIAZ LOSADA E.
Influence of ripeness grade on accumulation and extractability of grape skin anthocyanins in different cultivars
Journal of Food Composition and Analysis, 2008, 21, 599-607
- (92) FANG F., LI JM., ZHANG P., TANG K., WANG W., PAN Q., HUANG W.
Effects of grape variety, harvest date, fermentation vessel and wine aging on flavonoid concentration in red wines
Food Research International, 2008, 41, 53-60
- (93) GAGNE S., LACAMPAGNE S., CLAISSE O., GENY L.
Leucoanthocyanidin reductase and anthocyanidin reductase gene expression and activity in flowers, young berries and skins of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet-Sauvignon during development
Plant Physiology and Biochemistry, 2009, 4, 282-290
- (94) <http://www.ideevins.com/lexique/tannins.html>
Consulté le 05/01/2010

- (95) PEINADO J., LOPEZ DE LERMA N., MORENO J., PEINADO R.
Antioxidant activity of different phenolics fractions isolated in must from Pedro Ximenez grapes at different stages of the off-vine drying process
Food Chemistry, 2009, 114, 1050-1055
- (96) STANLEY L., MAZIER M.&B., Division of Human Nutrition, St FRANCIS XAVIER UNIVERSITY,
ANTAGONISH, SCOTIA N., CANADA
Nutrition Research, 1999, vol.19, 1, 3-15
- (97) http://www.winealley.com/dossier.49710_fr.htm
Consulté le 05/06/2010
- (98) <http://www.terroirexperience.com/vin/vin-medecin-576-v.html>
Consulté le 25/05/2010
- (99) <http://www.alcoologie.org/quantites-d-alcool.html>
Consulté le 12/07/2010
- (100) BELLEVILLE J.
The French Paradox: Possible Involvement of Ethanol in the Protective Effect Against Cardiovascular Disease
Nutrition, 2002, 18, 173-177
- (101) FURIGA A., LONVAUD-FUNEL A., BADET C.
In vitro study of antioxidant capacity and antibacterial activity on oral anaerobes of grape seed extract
Food Chemistry, 2009, 113, 1037-1040
- (102) BORG J., REEBEP A.
Biochimie métabolique, 2ème édition
Ed. Ellipses, 2008, 285p.
- (103) <http://www.mamanpourelavie.com/alimentation/aliments-nutrition/144/vitamine-a-et-beta-carotene>
Consulté le 12/07/2010
- (104) <http://www.guide-vitamines.org/oligoelements>
Consulté le 12/07/2010
- (105) <http://www.arkopharma.fr/produits/complements-alimentaires/arkogelules-mincigrap.html>
Consulté le 05/06/2010
- (106) <http://www.caudalie.com/fr/visage/raffermir-anti-rides/vinexpet-complements-alimentaires.html>
Consulté le 05/06/2010

- (107) <http://www.gooster.fr/bp/6081705/santaflor.htm>
Consulté le 05/06/2010
- (108) <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doschim/decouvrir/peau/voir-chimie-cosm.html>
Consulté le 12/07/2010
- (109) GONZALEZ S., FERNANDEZ-LORENTE M., GILABERTE-CALZADA Y.
The latest on skin
Clinics in Dermatology, 2008, 26, 614-626
- (110) RHODES L.,
Topical and Systemic Approaches for Protection against Solar Radiation-Induced Skin Damage
Clinics in Dermatology, 1998, 16, 75-82
- (111) Brochure commerciale Laboratoire Caudalie – 05/2008
- (112) <http://www.caudalie.com>
Consulté le 28/04/2010
- (113) http://www.amabilia.com/contenu/point_de_rencontre/betrand-thomas.html
Consulté le 28/04/2010
- (114) <http://www.vinexpert.com>
Consulté le 04/06/2010
- (115) <http://www.observatoireDESCOSMETIQUES.com/article/la-fin-des-tests-sur-les-animaux-en-cosmetiq--159.html>
Consulté le 05/06/2010
- (116) <http://www.caudalie.com/fr/visage/raffermir-anti-rides/fluide-bonne-mine-ip10.html>
Consulté le 04/06/2010
- (117) <http://www.afssaps.sante.fr>
Consulté le 05/06/2010
- (118) HANSENNE I., BERNERD F., LEJEUNE F., L'OREAL RECHERCHE
Daily photoprotection afforded by two sunscreen products having/with the same SPF: Beneficial effect of mexoryl SX
J. Am. Acad. Dermatol., 2008, feb., p.2415
- (119) CHEN T., APPA Y., Neutrogena Corporation
A case for SPF-30 plus sunscreens for immediate and long-term protection from sun damage
J. Am. Acad. Dermatol., 2008, feb., p.217

- (120) CHOQUENET B., COUTEAU C., PAPARIS E., COIFFARD L.
Flavonoids and Polyphenols, Molecular Families with Sunscreen Potential: Determining Effectiveness with an *in vitro* Method
Natural Product Communications, 2009, vol.4, 2, 227-230
- (121) SEHEDIC D., HARDY-BOISMARTEL A., COUTEAU C., COIFFARD L.
Are cosmetics products which include an SPF appropriate for daily use?
Arch. Dermatol. Res., 2009, 301, 603-608
- (122) <http://.pv.gc.ca>, 2007, 12-14
Consulté le 07/07/2010
- (123) KLAMMERH., SCHLECHT C., WUTTKE W., JARRY H.
Multi-organic risk assessment of estrogenic properties of octyl-methoxycinnamate *in vivo*
Toxicology, 2005, 215, 90-96
- (124) http://fr.wikipedia.org/wiki/Beurre_de_karit%C3%A9
Consulté le 21/07/2010
- (125) <http://www.google.fr/images?q=beurre+de+karite%C3%A9>
Consulté le 21/07/2010
- (126) <http://leflacon.free.fr/ingredient.php?fiche=351>
Consulté le 21/07/2010
- (127) <http://lochchem.com/cas-906/9067-32-7.html>
Consulté le 21/07/2010
- (128) <http://fr.wikipedia.org/wiki/cyclodextrine>
Consulté le 21/07/2010
- (129) http://www.beauty-experts.com/htm/produit/produit.asp?id.produit_47708
Consulté le 28/07/2010
- (130) <http://www.huiledébourrache.com>
Consulté le 28/07/2010
- (131) MEOT-DUMOS L., MAGNE C.
Antioxidant activity and Phenol content of *Crithmum maritimum* L. leave
Plant Physiology and Biochemistry, 2009, vol.47, 37-41
- (132) <http://www.classpremium.com/FR/centre-thalasso-spa/product-1088-sources-caudalie-vinothérapie.aspx>
Consulté le 29/07/2010

- (133) FERY L., THEORELLE A., PUNGIER V.
L'octocrylène à l'origine d'allergie
Le Moniteur des pharmaciens, 2010, 2832, p.16.
- (134) FLADRIN J.-L., BARRUAU J.
Le temps du petit-déjeuner, de ce qu'il fut...à ce qu'il est
Journal de Pédiatrie et de puériculture, 1993, 5
- (135) FLASH INFO : Le petit-déjeuner chez l'enfant : des recommandations au terrain*
Journal de pédiatrie et de puériculture, 2006, 19, 358-360
- (136) FLASH-INFORMATIONS DIETETIQUE : l'enfant et la nutrition
Journal de pédiatrie et de puériculture, 1994, 6, 372-377.
- (137) CORLEN B.
Le chocolat : fabrication, composition, valeur nutritionnelle, sa place dans l'alimentation humaine
Thèse universitaire, Nantes, 1992, 141p.
- (138) <http://www.chocolats.org>
Consulté le 01/09/2010
- (139) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Chocolat>
Consulté le 01/09/2010
- (140) SETTY M.
Les fèves de cacao : botanique, transformation en chocolat, effets du chocolat sur la santé
Thèse universitaire, Paris-Sud 11, 2008, 98p.
- (141) DUPIN L.
L'héritage de Qutzacoalt : Plaisirs et dépendances
Biofutur, 2002, HS3, 10-12
- (142) GILLET M.-L.
Le chocolat : Fabrication, Règlementation et valeur alimentaire
Thèse universitaire, Limoge, 1996, 156p.
- (143) LEE R., BALICK M.
Rx : CHOCOLATE
Explore, 2005, vol.1, 2, 136-139
- (144) RUSCONI M., CONTI A.
Theobroma cacao L., the Food of the Gods: A scientific approach beyond myths and claims
Pharmacological Research, 2009,xxx, 9p.

- (145) LIPPI D.
Chocolate and medicine: Dangerous liaisons?
Nutrition, 2009, 25, 1100-1103
- (146) JULIEN P.
Affiche, chocolat et Pharmacie
Revue d'Histoire de la Pharmacie, 1990, 285, 152-153
- (147) http://qui-aime-cuisiner-aime-manger.over_blog.com/pages/le_chocolat_827556.html
Consulté le 04/10/2010
- (148) VALENTIN M.
Jean-Antoine-Brutus Ménier et la fondation de la Maison Centrale de droguerie
Revue d'Histoire de la Pharmacie, 1984, vol.31, 263, 357-389
- (149) JULIEN P.
Un empire industriel issu d'une droguerie pharmaceutique
Revue d'Histoire de la Pharmacie, 1982, vol.29, 254, 180-182
- (150) <http://www.atome77.com/image/articles/menier-jean-antoine-brutus-PP98...>
Consulté le 04/10/2010
- (151) <http://fr.wikipedia.org/wiki/milky-way>
Consulté le 04/10/2010
- (152) LAIR H.
Cacao, chocolat et chocolomanie
Thèse universitaire, Paris V, 1988, 84p.
- (153) <http://www.google.fr/images>
Consulté le 28/10/2010
- (154) http://nzdl.sadl.uleth.ca/cgi_bin/libray...
Consulté le 28/10/2010
- (155) <http://perspective.usherbrockr.ca/bilan/stats/0/2000/fr/5/carte/RS.COC.PROD.PP.MT/x.html>
Consulté le 02/11/2010
- (156) <http://www.choco-club.com/circuit.html>
Consulté le 12/10/2010
- (157) <http://www.afd.be/~plant-ch/cacaoover/techniq/CVcacao.htm>
Consulté le 12/10/2010

- (158) <http://www.recettes-chocolat.com/images/fevesdecabosses.jpg>
Consulté le 12/10/2010
- (159) Décret du 16 novembre 1951 concernant la répression des fraudes dans la vente des marchandises et des falsifications des denrées alimentaires et des produits agricoles, consultable sur legifrance.gouv.fr.
- (160) Décret n°2003-702 du 29 juillet 2003 modifiant le décret n°76-692 du 13 juillet 1976 pris pour l'application de la loi du 1^{er} août 1905 sur la répression des fraudes dans la vente des marchandises et falsifications des denrées alimentaires en ce qui concerne les produits de cacao et de chocolat destinés à l'alimentation humaine consultable sur legifrance.gouv.fr.
- (161) SCHENK H., PESCHAR R.
Understanding the structure of chocolate
Radiation Physics and Chemistry, 2004, 71, 829-835
- (162) OHENE AFOAKWA E., PATERSON A., FOWLER M.
Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate- a review
Trends in Food Science & Technology, 2007, 18, 290-298
- (163) OHENE AFOAKWA E., PATERSON A., FOWLER M., RYAN A.
Matrix effects on flavour volatiles release in dark chocolates varying in particle size distribution and fat content using GC-mass spectrometry and GC-olfactometry
Food chemistry, 2009, 113, 208-215
- (164) <http://images.jedessine.com/img/le-chocolat-59755.jpg>
Consulté le 12/10/2010
- (165) http://wikipedia.orange.fr/wiki/Chocolat_noir#Composition
Consulté le 08/03/2010
- (166) Directive européenne n°2000-36 du 23 juin 2000 200/36/CE du parlement européen et du conseil du 23 juin 2000 relative aux produits de cacao et de chocolat destinés à l'alimentation humaine, consultable sur legifrance.gouv.fr.
- (167) http://www.leportailbio.com/produits-bio/images/photo_500x400/chocolat-patisserie-bio-bonne-terre.jpg
Consulté le 28/10/2010
- (168) CLEMENT V.
Thé, café, chocolat : trois boissons d'usage cosmétique
Thèse universitaire, 2004, 118p.

- (169) CHAUAUX P.
La nutrithérapie de A à Z
Ed. Marabout, 2005, 55-56
- (170) <http://www.afssa.fr/>
Consulté le 18/10/2010
- (171) WOLLGAST J., ANKLAM E.
Polyphenols in chocolate: is there a contribution to human health?
Food Research International, 2000, 33, 449-459
- (172) KEEN C.
Chocolate: food as medicine/medicine as food
J. Am. Coll. Nutr., 2001, 20 (5 Suppl), 436S-439S
- (173) MURSU J., VOUTILAINEN S., NURMI T., RISSANEN T., VIRTANEN J., KAIKKONEN J., NYSSONEN K., SALONEN J.
Dark chocolate consumption increases HDL cholesterol concentration and chocolate fatty acids inhibit lipid peroxidation in healthy humans
Free Radical Biology & Medicine, 2004, vol.34, 9, 1351-1359
- (174) PIMENTEL F., NITZKE J., KLIPEL C., VOGT DE JONG E.
Chocolate and red wine- A comparison between flavonoids content
Food chemistry, 2009, xxx, 4p.
- (175) WOLLGAST J., ANKLAM E.
Review on polyphenols in *Theobroma cacao*: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification
Food Research International, 2000, 33, 423-447
- (176) STEINBERG F., BEARDEN M., KEEN C.
Cocoa and chocolate flavonoids: Implications for cardiovascular health
Journal of THE AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2003, 103, 215-223
- (177) COUNET C., CALLEMIEN D., COLLIN S.
Chocolate and cocoa : New sources of *trans*-resveratrol and *trans*-piceid
Food Chemistry, 2006, 98, 649-657
- (178) McSHEA A., RAMIRO-PUIG E., MUNRO S., CASADESUS G., CASTELL M., SMITH M.
Clinical benefit and preservation of flavanols in dark chocolate manufacturing
Nutr. Rev., 2008, vol.66, 11, 630-641

- (179) PATERNOTTE S., LABRUDE P.
Le chocolat dans quelques ouvrages français de pharmacie et de médecine des XVII^e, XVIII^e et XIX^e
siècles : Ses effets fastes et néfastes, avérés ou supposés
Revue d'Histoire de la Pharmacie, 2003, vol.51, 338, 197-210
- (180) BLAMOUTIER P.
Considérations sur les crises de migraine allergique au chocolat
Fait clinique, 1984, 33-36
- (181) FERRAZZANO G., AMATO I., INGENITO A., DE NATALE A., POLLIO A.
Anti-cariogenic effects of polyphenols from plant stimulant beverages (cocoa, coffee, tea)
Fitoterapia, 2009, 80, 255-262
- (182) <http://www.dardenne.com>
Consulté le 28/10/2010
- (183) <http://www.google.imagr.fr>
Consulté le 28/10/2010
- (184) http://lecerveaumcgill.ca/flash/i/i_03_m_par/i_03_m_par_cafeine.html
Consulté le 28/10/2010
- (185) <http://www.nutrinov.com/.../la-mesure-du-pouvoir-antioxydant-par-la-methode-ORAC.html>
Consulté le 28/10/2010
- (186) LEE K., KIM Y., LEE H. and coll
Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine
J. Agric. Food Chem., 2003, vol.51, 25, 7292-7295
- (187) JENNY M., SANTER E., KLEIN A., LEDOCHOWSKI M., SCHENNACH H., VEBERALL F., FUCHS D.
Cacao extracts suppress tryptophan degradation of mitogen-stimulated peripheral blood
mononuclear cells
Journal of Ethnopharmacology, 2009, vol.122, 2, 261-267
- (188) CORTI R., FLAMMER A., HOLLENBERG N., LUSCHER T.
Cocoa and cardiovascular health
Circulation, 2009, 119, 1433-1441
- (189) ERDMAN J., CARSON L., KWIK-URIBE C., EVANS E., ALLEN R.
Effects of cocoa flavanols on risk factors for cardiovascular disease
Asia. Pac. J. Clin. Nutr., 2008, 17, 284-287

- (190) FLAMMER A., HERMANN F., SUDANO I. et coll.
Propriétés anti-athérogènes du chocolat noir
Revue Francophone des Laboratoires, 2008, 401, p.22
- (191) KURLANDSKY S., STOTE K.
Cardioprotective effects of chocolate and almond consumption in healthy women
Nutrition Research , 2006, 26, 509-516
- (192) WAREHOUSE A., SHIRLEY J., DONOVAN J.
Antioxydants in chocolate
The lancet, 1996, vol.348, p.834
- (193) SHIINA Y., FUNABASHI N., LEE K., MURAYAMA T., WAKATSUKI Y., DAIMON M., KOMURO I.
Acute effect of oral flavonoid dark chocolate intake on coronary circulation, as compared with non-flavonoid white chocolate, by transthoracic Doppler echocardiography in healthy adults
Letters to the Editor, 2007, 424-429
- (194) ENGLER M., ENGLER M.
The vasculoprotective effects of flavonoid-rich cocoa and chocolate
Nutrition Research, 2004, 24, 695-706
- (195) VUAILLE B.
Le chocolat est bon pour le cœur
European Heart Journal, en ligne le 30 mars 2010, consulté sur
<http://www.quotipharm.com/Archives/Pharmacie+et+Medecine-84/La+preuve+par+1...> Du
03/05/2010
- (196) CARNESECCHI S., SCHNEIDER Y., LAZARUS S., COELHO D., GOSSE F., RAUL F.
Flavanols and procyanidins of cocoa and chocolate inhibit growth and polyamine biosynthesis oh human colonic cancer cells
Cancer Letters, 2002, 175, 147-155
- (197) MACHT M., MUELLER J.
Immediate effects of chocolate on experimentally induced mood states
Appetite, 2007, 49, 667-674
- (198) D'ARCHIVIO M., SANTANGELO C., SCAZZOCCHIO B., VARI R., FILESI C., MASELLA R., GIOVANNINI C.
Modulatory effects of polyphenols on apoptosis induction: relevance for cancer prevention
Int. J. Mol. Sci., 2008, vol.9, 3, 213-228
- (199) BRUINSMA K., TAREN D.
Chocolate: Food or drug?
Journal of THE AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 1999, 99, 1249-1256

- (200) PARKER G., PARKER I., BROTCHE H.
Mood state effects of chocolate
Journal of Affective Disorders, 2006, 92, 149-159
- (201) ZELLNER D., GARRIGA-TRILLO A., CENTENO S., WADSWORTH E.
Chocolate craving and the menstrual cycle
Appetite, 2004, 42, 119-121
- (202) HORMES J., ROZIN P.
Perimenstrual chocolate craving. What happens after menopause?
Appetite, 2009, 53, 256-259
- (203) <http://tecfa-unige.ch/tecfa/teaching/UVlibre/9900/bin48/cas.htm>
Consulté le 28/10/2010
- (204) <http://www.caducee.net/Fiches-techniques/EUFIC/soja.asp>
Consulté le 29/10/2010
- (205) <http://antiagingskincarebeauty.com/Knowledge%20Base/Anti-Aging%20Skin%20Car...>
Consulté le 29/10/2010
- (206) <http://geozine.free.fr/Geozine/Pharmacie/vitamines/les%20vitamines%20B.htm>
Consulté le 08/11/2010
- (207) <http://fr.wikipedia.org/wiki/chlorella-vulgaris>
Consulté le 29/10/2010
- (208) <http://www.natesis.com/chlorella-proprietes,fr,8,26.cfm>
Consulté le 29/10/2010
- (209) <http://www.sili.cium.free.fr/silanium.htm>
Consulté le 29/10/2010
- (210) <http://www.macosmetoperso.com/.../lactatedesodium-100ml-1227.html>
Consulté le 29/10/2010
- (211) <http://www.sensationchocolat.com>
Consulté le 05/11/2010
- (212) http://fr.wikipedia.org/wiki/Huile_de_palme
Consulté le 08/11/2010

- (213) <http://www.danger-sante.org/category/huile-de-palme/>
Consulté le 08/11/2010
- (214) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Huile-de-coprah>
Consulté le 08/11/2010
- (215) <http://www.bitrexfrance.com>
Consulté le 08/11/2010

Nom – Prénoms : DILLET – Anne-Laure, Marie, Madeleine

Titre de la thèse : Des boissons d'usage quotidien au service de la cosmétologie

Résumé de la thèse : Alors que les laboratoires cosmétiques sont sans cesse à la recherche de l'actif qui révolutionnera les produits de soin amincissant ou anti-âge, depuis quelques années, la recherche du naturel est venue s'ajouter au « cahier des charges » des fabricants. On trouve ainsi de plus en plus de cosmétiques revendiquant l'incorporation d'actifs naturels innovants dans leurs formules.

Le café, le vin et le chocolat, grâce à leurs propriétés amincissantes, anti-oxydantes et/ou nourrissantes, ont été détournés de leur usage alimentaire traditionnel pour être introduits dans des cosmétiques.

L'analyse de leur composition nous prouve que, malgré des effets théoriques reconnus scientifiquement, leur faible taux d'incorporation dans les formules laisse présager d'une efficacité limitée.

MOTS CLES : COSMETIQUES , CAFE, VIN, CHOCOLAT

JURY

PRESIDENT : Mme Laurence COIFFARD, Professeur de Cosmétologie
Faculté de Pharmacie de Nantes

ASSESEURS : Mme Céline COUTEAU, Maître de Conférences de Cosmétologie, HDR
Faculté de Pharmacie de Nantes
Mme Isabelle COCHARD, Pharmacien
1, Avenue de la Vendée, 44140 GENESTON

Adresse de l'auteur : 37, rue Aristide Briand
44400 REZE