



Lavandula angustifolia

Collection *Trésors des plantes*

de la Bibliothèque Interuniversitaire de Santé (Paris)

P
A
R
I
S

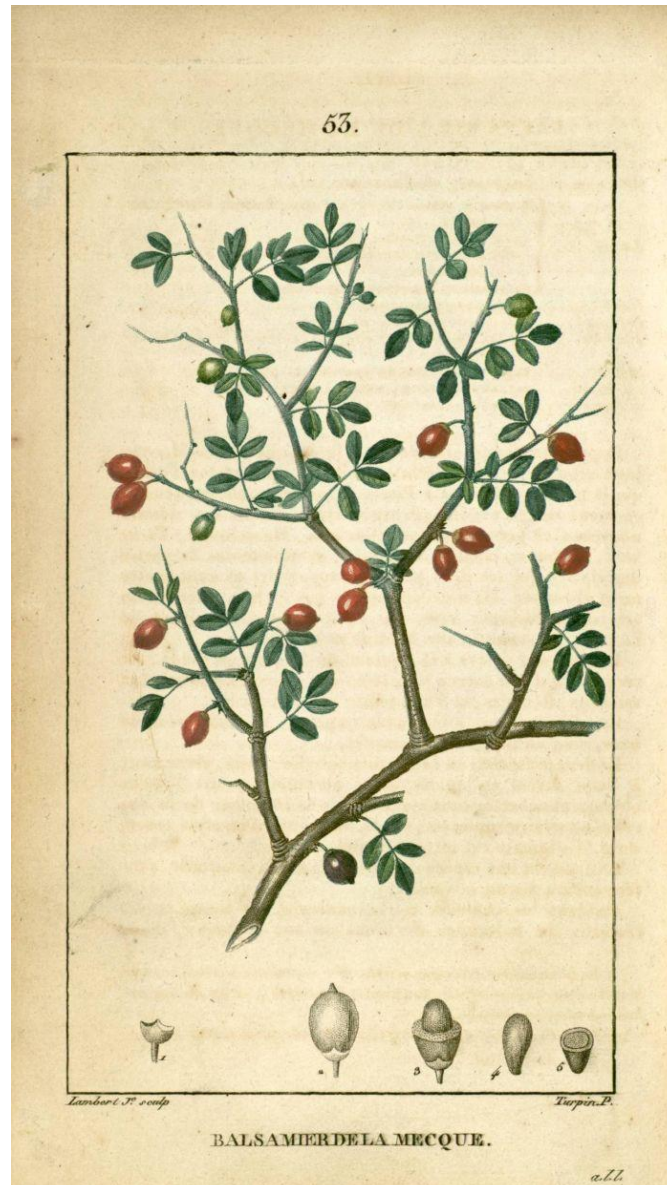


Le baumier de La Mecque

par Anne-Sophie Malapert

sous la direction du professeur Sylvie Michel

Thèse pour l'obtention du diplôme d'État de docteur en pharmacie
Université Paris Descartes, Faculté de Pharmacie de Paris, 2013





Lavandula angustifolia

Collection *Trésors des plantes*

de la Bibliothèque Interuniversitaire de Santé (Paris)



La collection *Trésors des plantes* réunit des travaux de recherche portant sur des plantes étudiées pour leur intérêt en pharmacognosie, cosmétologie, aromathérapie, médecines douces...

Les travaux présentés sont sélectionnés par la BIU Santé, en partenariat avec l'équipe de Pharmacognosie, Chimie des Substances Naturelles, Electrochimie UMR CNRS 8638 COMETE de l'Université Paris Descartes SPC.

En accord avec leurs auteurs, ces textes sont mis en ligne par la Bibliothèque interuniversitaire de Santé afin de les faire connaître et d'en permettre l'accès à tous.

Ce document est publié sous licence Creative Commons CC BY-NC-SA 3.0 FR (Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions).



Pour poser une question ou proposer un document dont vous êtes l'auteur, [écrivez-nous](#).

ISSN (en cours d'attribution)

Illustration de la couverture : Balsamier de La Mecque. Extrait de : CHAUMETON, François Pierre. *Flore médicale*, vol. I. Paris : Panckoucke, 1814. Planche 53. Cote : 37591x01.

Année 2013

N°

THESE

pour l'obtention du Diplôme d'Etat de
DOCTEUR EN PHARMACIE
présentée et soutenue publiquement

par

Anne-Sophie MALAPERT

Le 11 juin 2013

Titre :

LE BAUMIER DE LA MECQUE

JURY

Mme MICHEL Sylvie, Présidente.

Mme BOUTEFNOUCHET Sabrina, Membre du jury.

Mme SEGUIN Elisabeth, Membre du jury.

Remerciements

Je veux ici remercier et témoigner mon affection à toute ma famille, qui ne cesse pas de me soutenir.

Une mention particulière pour mon grand-père maternel qui, en m'accueillant sous son toit dès la sortie de mon bac orangeois, m'a permis d'étudier en faculté de pharmacie dans de bonnes conditions : un gros merci !

Que soient, ici aussi, remerciés tous mes amis qui se sont montrés compréhensifs quand j'étais très studieuse, et réconfortants dans les mauvais moments.

A Madame Sylvie MICHEL, professeur de pharmacognosie à la faculté des sciences pharmaceutiques et biologiques de l'université René Descartes (Paris V), pour m'avoir acceptée et dirigée en thèse dans son département, son bienveillant accueil et sa grande patience, je lui exprime ma profonde gratitude !

A Madame Sabrina BOUTEFNOUCHET, maître de conférences dans cette même faculté, et à Madame Elisabeth SEGUIN, professeur de pharmacognosie à l'université de Rouen, pour avoir accepté de participer à la composition du jury, je les remercie vivement !

« Laissez dire les sots : le savoir a son prix. »
Jean de la Fontaine, L'Avantage de la Science, livre VIII,
fable 19.

PLAN

Liste des figures	6
Liste des tableaux.....	8
Liste des abréviations	11
Introduction.....	13
Première partie : De l'arbrisseau <i>Commiphora opobalsamum</i> au fil du temps	14
1. Botanique	15
1.1. Place phylogénique	15
1.2. Familles <i>Burseraceae</i> , <i>Rutaceae</i> , ... et avant ?	16
1.3. Le genre <i>Commiphora</i>	17
1.4. L'espèce <i>opobalsamum</i>	17
2. Répartition géographique de <i>Commiphora opobalsamum</i>	21
2.1. Au Moyen-Orient	21
2.2. Au nord-est de l'Afrique tropicale	21
2.3. Ecologie.....	22
3. Au fil du temps.....	22
3.1. Le Baume de la Mecque.....	22
3.2. Dans la Bible	26
3.3. Dans la médecine traditionnelle arabe	27
3.4. Dans la médecine traditionnelle chinoise	29
3.5. En Europe	29
Seconde partie : Composition et emplois thérapeutiques potentiels de <i>Commiphora opobalsamum</i>	32
1. Chimie	33
1.1. Parties aériennes pulvérisées	33
1.2. Exsudat résineux.....	36

1.2.1. Sesquiterpénoïdes	36
1.2.2. Triterpénoïdes de type cycloartane	48
1.2.3. Autres métabolites secondaires	53
1.3. Quelques huiles essentielles	54
2. Thérapeutique	61
2.1. Les défenses de l'organisme en général	61
2.1.1. Dans les extraits de parties aériennes pulvérisées	61
2.1.2. Dans les exsudats résineux	64
2.1.3. Dans l'huile essentielle de parties aériennes fraîches.....	64
2.2. Cytotoxicité et antitumoral	66
2.2.1. Avec les molécules isolées	66
2.2.2. Dans l'huile essentielle de parties aériennes fraîches.....	70
2.3. Effets sur le système cardio-vasculaire	70
2.4. Effets sur le système digestif.....	71
2.4.1. Niveau hépatique	71
2.4.2. Niveau stomacal	76
2.5. Effets sur le système uro-génital	77
Conclusion.....	79
Annexes.....	80
Bibliographie.....	93

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Fruits et feuilles du <i>C. gileadensis</i> . Photo prise par Shelef Oren dans les jardins botaniques d'Ein Gedi, d'après l'article d'Amiel et al., 2012.....	20
Figure 2 : Une goutte de résine de <i>C. gileadensis</i> sur sa feuille. Photo prise par Shelef Oren dans les jardins botaniques d'Ein Gedi, d'après l'article d'Amiel et al., 2012.....	20
Figure 3 : Echantillons de baume de la Mecque dont le Musée de Matière Médicale est propriétaire.....	25
Figure 4 : Structure de l'acide 3-O-acétyl-11-céto- β -boswellique, d'après le site internet de l'entreprise Sigma-Aldrich.....	31
Figure 5 : Les trois triterpènes pentacycliques d'après Abbas et al., 2007.....	34
Figure 6 : L'acide phénolique syringique, d'après Abbas et al., 2007.....	34
Figure 7 : Les deux flavonols, d'après Abbas et al., 2007.	35
Figure 8 : Structure des sesquiterpénoïdes de type germacrane.	37
Figure 9 : Structure des sesquiterpénoïdes de type guaiane.....	39
Figure 10 : Structure des sesquiterpénoïdes de type eudesmane.....	41
Figure 11 : Premier exemple d'un sesquiterpénoïde de type 12-norcadinane, le commipholinone d'après Jun-Li et Yan-Ping, 2012.	43

Figure 12 : Le furanocadina-1(10),6,8-trièn-4-ol d'après Shen et al., 2008a.	43
Figure 13 : Structure des triterpénoïdes de type cycloartane, isolés depuis l'exsudat résineux de <i>C. opobalsamum</i> , d'après Shen et al., 2008.	49
Figure 14 : Structure de trois récents triterpénoïdes de type cycloartane, isolés depuis l'exsudat résineux de <i>C. opobalsamum</i> , d'après Jun-Li et Yan-Ping, 2012. ..	51
Figure 15 : L'octadéc-1,2 <i>S</i> ,3 <i>S</i> ,4 <i>R</i> -tétrol 1- <i>O</i> - α - <i>L</i> -rhamnopyranoside d'après Shen et al., 2007.	53
Figure 16 : Un acide gras et un stérol dans l'exsudat résineux de <i>Commiphora opobalsamum</i> (d'après les structures affichées sur le site de l'entreprise Sigma-Aldrich).	53
Figure 17 : Les cadinanes des huiles essentielles (Ou-Yang et al., 2011 ; Rasoarivelo et al., 2011 ; Weyerstahl et al., 1998 ; Rossi et al., 2011, et El-Seedi et al., 1994). ..	56
Figure 18 : Le β -eudesmol d'après Ben Marzoug et al., 2011.	57
Figure 19 : Les aromadendranes dans les huiles essentielles (Rasoarivelo et al., 2011, et Cantrell et al., 2005).	57
Figure 20 : L'époxyde d'humulène (II) d'après Cantrell et al., 2005.	58
Figure 21 : Alcools monoterpéniques majoritaires dans les huiles essentielles (Picaud et al., 2006).	58
Figure 22 : Comparaison histologique entre des foies de rats sain (à gauche), exposé au CCl ₄ seul (au milieu), et après traitement par 250mg/kg d'extrait (à droite), d'après 3 figures d'Al-Howiriny et al. en 2004.	74

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Rendement des différentes molécules identifiées dans les parties aériennes pulvérisées de <i>C. opobalsamum</i>	36
Tableau 2 : Identification des sesquiterpénoïdes de type germacrane.....	38
Tableau 3 : Identification des sesquiterpénoïdes de type guaiane.	40
Tableau 4 : Identification des sesquiterpénoïdes de type eudesmane.	42
Tableau 5 : Rendement des sesquiterpénoïdes de type germacrane.	45
Tableau 6 : Rendement des sesquiterpénoïdes de type guaiane.....	46
Tableau 7 : Rendement des sesquiterpénoïdes de type eudesmane.....	47
Tableau 8 : Rendement des sesquiterpénoïdes de type cadinane.	47
Tableau 9 : Identification des neuf cycloartanes isolés par Shen et al. en 2008.....	50
Tableau 10 : Identification des trois récents triterpénoïdes de type cycloartane, isolés depuis l'exsudat résineux de <i>C. opobalsamum</i> , d'après Jun-Li et Yan-Ping, 2012. ..	51
Tableau 11 : Rendement des différents cycloartanes identifiés depuis l'exsudat résineux de <i>C. opobalsamum</i>	52
Tableau 12 : Rendement des différents autres métabolites secondaires identifiés depuis l'exsudat résineux de <i>C. opobalsamum</i>	54

Tableau 13 : Identification des sesquiterpènes et sesquiterpénoïdes de squelette cadinane dans les huiles essentielles.....	56
Tableau 14 : Rendement en huile essentielle en fonction de la drogue utilisée.	59
Tableau 15 : Rendement des différents composants majoritaires en fonction de l'huile essentielle originelle.	60
Tableau 16 : Activité antipaludéenne de différentes fractions de <i>C. opobalsamum</i> et de l'acide syringique contre des souches chloroquino-sensible (D6) et résistante (W2) de <i>P. falciparum</i> , d'après Abbas et al., 2007.	62
Tableau 17 : Comparaison des concentrations inhibitrices 50 (en µg/mL) de l'huile essentielle des parties aériennes fraîches de <i>C. opobalsamum</i> , de l'amphotéricine B et de la ciprofloxacine.....	65
Tableau 18 : Cytotoxicité du cycloartan-24-èn-1 α ,2 α ,3 β -triol et de l'octadéc-1,2S,3S,4R-tétrol 1-O- α -L-rhamnopyranoside.....	67
Tableau 19 : Cytotoxicité des neuf cycloartanes contre les lignées cellulaires cancéreuses prostatiques humaines, d'après Shen et al. en 2008.....	68
Tableau 20 : Activité cytotoxique <i>in vitro</i> de différents cycloartanes et sesquiterpénoïdes, d'après Jun-Li Yang et Yan-Ping Shi en 2012.....	69
Tableau 21 : Cytotoxicité et activité anticancéreuse de l'huile essentielle extraite des parties aériennes fraîches de <i>C. opobalsamum</i> d'après Al-Massarany et al. en 2008.	70

Tableau 22 : Effets d'un extrait éthanolique de baumier de la Mecque sur certaines enzymes, la bilirubine, et la concentration hépatique de groupements sulfhydryles non protéiques (NP-SH), chez des rats au foie endommagé par le tétrachlorométhane, d'après deux tableaux d'Al-Howiriny et al. en 2004.75

Tableau A : Composition des huiles essentielles de *Commiphora opobalsamum* d'après Al-Massarany et al. en 2008.80

LISTE DES ABREVIATIONS

- μg : Microgramme.
- μM : Micromolaire ou micromole par litre.
- ADH : Hormone Anti-Diurétique (ou vasopressine).
- BT-549 : Carcinome canalaire humain du sein.
- Ca^{2+} : Ion calcique.
- CCl_4 : Tétrachlorométhane.
- CI_{50} : Concentration Inhibitrice 50.
- CMC : *Chilandar Medical Codex*.
- CMI : Concentration Minimale Inhibitrice.
- Config. : Configuration.
- COV : Composants Organiques Volatiles.
- COX-2 : Cyclooxygénase de type 2.
- CPG : Chromatographie en Phase Gazeuse.
- dL : Décilitre.
- DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl.
- DU-145 : Lignée cellulaire tumorale prostatique humaine.
- g : Gramme.
- H.E. : Huile(s) Essentielle(s).
- HeLa : Cellules issues du cancer du col utérin d'Henrietta Lacks.
- HepG2 : Lignée humaine de carcinome hépatocellulaire.
- HL-60 : Cellule de leucémie promyélocytaire humaine.
- HT29 : Cellules de carcinome colorectal humain.
- INCI : *International Nomenclature of Cosmetic Ingredients*.
- IR : Infrarouges.
- IRR : Indice Relatif de Rétention.
- IS : Indice de Sélectivité.
- K^+ : Ion potassique.
- KB : Carcinome épidermoïde oral humain.
- kg : Kilogramme.
- LLC-PK1 : Cellule épithéliale de rein porcin.

LNCaP : *Lymph Node Carcinoma of the Prostate*, lignée cellulaire tumorale prostatique humaine.

mg : Milligramme.

mL : Millilitre.

MTT : Bromure de 3-(4,5-diméthylthiazol-2-yl)-2,5-diphényl tétrazolium.

Na⁺ : Ion sodique.

NP-SH : Sulfhydryles non-protéiques.

PAL : Phosphatase(s) ALcaline(s).

PC3 : Lignée cellulaire tumorale prostatique humaine.

RMN : Résonance Magnétique Nucléaire.

SK-MEL : Mélanome humain malin.

SK-OV3 : Carcinome ovarien humain.

SM : Spectrométrie de Masse.

TGO : Transaminase Glutamique-Oxaloacétique.

TGP : Transaminase Glutamique-Pyruvique.

UV : Ultra-Violets.

VERO : Fibroblaste de rein simien.

INTRODUCTION

La Nature a toujours eu quelques faveurs pour l'Humanité ; tant dans l'Art que dans la Santé, elle nous invite à l'imiter, ou à nous inspirer d'Elle. L'esprit s'épanouit et le corps est bien portant.

Mais même venant d'un pays industrialisé, les Hommes continuent d'être à la merci de diverses pathologies, parfois résistantes, incurables, et/ou mortelles. C'est pour cela qu'il nous faut agrandir et varier notre arsenal thérapeutique avec des molécules innovantes, et le Baumier de la Mecque recèle quelques vieux atouts à ce sujet.

Après vous l'avoir resitué dans le monde du vivant et celui géographique, je m'attèlerai à dépeindre quelques pans de sa longue histoire sur le continent Eurasien. Puis, je vous le présenterai bien plus scientifiquement, en vous décrivant la composition de quelques-unes de ses drogues, ainsi que les vertus thérapeutiques potentielles que ces dernières peuvent, ou non, nous offrir.

PREMIERE PARTIE : De l'arbrisseau
Commiphora opobalsamum au fil du temps

1 – Botanique

Afin de mieux cerner notre sujet, méconnu du grand public, je le resituerai dans le monde du vivant, depuis le règne jusqu'à l'espèce.

1) Place phylogénique

Commiphora opobalsamum (L.) Engl. appartient au règne des plantes, au sous-règne des *Viridaeplantae* (soit celui des plantes vertes), à l'infra-règne des *Streptophyta* (les plantes terrestres y figurent), à l'embranchement des *Tracheophyta* (présence de vascularisation), au sous-embranchement des *Spermatophytina* (où l'on voit les plantes à graines) et à l'infra-embranchement des *Angiospermae* (celui des plantes à fleurs). Enfin, il s'inscrit dans la classe des *Magnoliopsida* (ITIS).

La base de données Tropicos, quant à elle, rangera notre sujet dans la classe des *Equisetopsida* C. Agardh, sous-classe des *Magnoliidae* Novák ex Takht., superordre des *Rosanae* Takht., dans l'ordre des Sapindales Juss. Ex Bercht. & J. Presl et dans la famille des *Burseraceae* Kunth. ITIS suit Tropicos pour ces trois dernières classifications.

Cependant, l'emploi des basionymes *Amyris opobalsamum* L. (Tropicos) ou *gileadensis* L. (1768) (CJB), renvoie notre plante à la famille des *Rutaceae* Juss..

Poursuivons plus en avant dans la classification.

2) Familles *Burseraceae*, *Rutaceae*... et avant ?

Un ouvrage du XIXe siècle (Richard, 1823) avait rangé le baumier de la Mecque parmi les Térébenthacées, sous le nom binomial d'*Amyris opobalsamum* Willd..

Dans la première moitié du XXe siècle, Emile Perrot (1943) mentionnait dans son livre le baume de la Mecque comme produit du *Commiphora opobalsamum* Engl., de la famille des Burséracées. Il décrit le caractère gommifère de cette famille, quand Achille Richard dépeint les organes sexuels des plantes de la famille Térébenthacées.

Le genre *Commiphora* étant celui reconnu à notre époque par les bases de données ITIS, CJB, JSTOR et *The Plant List*, je décrirai la famille des *Burseraceae* Kunth selon l'*Angiosperm Phylogeny Website*.

Ce sont des arbres ou des arbustes noueux, d'aspect très varié, d'écorce souvent floconneuse/écailleuse et gris clair. Les exsudats, résineux, souvent parfumés (généralement d'une odeur d'amande comme dans la myrrhe et l'encens) et doux, varient de l'incolore au blanc. Les feuilles sont caduques, composées et imparipennées. Les pétioles sont regroupés et disposés circulairement, les folioles, opposées, souvent longuement pétiolulées et, plus ou moins, pulvinées (pour ce dernier point, pétioles et pétiolules le sont souvent aussi). Pétioles, pétiolules et rachis ont tendance à être brunâtres et, plus ou moins, squameux. Les folioles, maculées de points transparents, possèdent une veination proéminente et fine, particulièrement par temps sec. Elles possèdent une remarquable symétrie selon les genres appartenant à cette famille. Les marges sont souvent dentées. L'épiderme renferme des cellules à mucilages. Ce sont

des plantes communément dioïques, aux fruits septifragés : des drupes, dont la surface se ride en séchant.

3) Le genre *Commiphora*

Le XIXe siècle positionnait notre arbrisseau dans le genre *Amyris* (Richard, 1823) P. Browne (ITIS) (et même avant : le nom binomial d'*Amyris gileadensis* L. date de 1768 selon le CJB). Ce siècle l'avait aussi vu dans celui des Balsamodendrons (De Lens et Mérat, 1837) Kunth (Tropicos), ainsi que, plus tardivement (1883) dans celui *Commiphora* Jacq. (sous le nom binomial alors de *Commiphora opobalsamum*, le synonyme de *gileadensis* n'arrivant qu'au XXe siècle comme on le verra peu après) (CJB et JSTOR). Ce dernier genre finira par s'imposer.

Le genre *Commiphora* compte environ 150 espèces d'arbustes et arbrisseaux aromatiques, principalement répartis à travers l'est de l'Afrique, ainsi qu'en Inde et en Arabie (Dekebo et al., 2002, in Al-Massarany et al., 2008 ; Vollesen, 1989, in Shen et al., 2008).

4) L'espèce *opobalsamum*

En France, on le nomme de façon vernaculaire « baumier de la Mecque », nom que l'on retrouvait déjà dans le livre d'Achille Richard en 1823. Un ouvrage de la même époque mentionnait aussi le nom de « baumier de Syrie » (Duplessy, 1802).

Mais le nom binomial ne fait pas l'unanimité. Si l'on trouve comme synonyme *C. gileadensis* (L.) C. Chr. (qui est le nom établi en 1922 et au statut taxonomique accepté par

ITIS, CJB et la base de données *The Plant List*) pour désigner cette espèce, c'est sous celui d'*opobalsamum* que la majorité des récents articles scientifiques de recherche médicale, ici cités, sont, le plus souvent, édités. Aussi, garderai-je cette dernière dénomination, sauf source employant le synonyme *gileadensis* pour ses propres travaux. Quant aux basionymes *Amyris opobalsamum* L. et *gileadensis* L., ils sont rejetés par le CJB.

Connu en Arabie Saoudite sous le nom de *Balessan*, *Ood-e-Balsan* (Al-Howiriny et al., 2004a), baume ou *Bisham*, cet arbre ou arbuste vert, fortement odorant et dépourvu d'épines, peut atteindre jusqu'à trois mètres et demi de haut (Migahid, 1978 in Al-Massarany et al., 2008), voire cinq mètres selon les bases de données JSTOR et CJB. Ces deux dernières ajoutent qu'on le voit, quelques fois, avec de longues et minces branches pendantes, et que son écorce varie du jaunâtre à l'orange terne, voire, est grise ou noire, lisse ou desquamant parfois en de petits flocons parcheminés. JSTOR poursuit en décrivant les rameaux comme striés longitudinalement et glabres à pubescents. Les feuilles sont 3-9(-11)foliolées et glabres à densément pubescentes, quelques fois avec des poils accrochés. Les pétioles mesurent de 2 à 35 millimètres de long et comportent quelques fois des ailes étroites (de même pour le rachis). Les folioles sont linéaires à oblancéolées, ovées à l'envers ou suborbiculaires, et ne dépassent pas les 2 à 3 centimètres. Elles possèdent un apex variant du subaigu à l'arrondi, avec présence d'une encoche, et des marges entières. Les folioles latérales se révèlent plus petites que celle terminale. Les fleurs sont glabres à pubescentes, et regroupées en cymes ou en grappes. Les pétales, de quelques millimètres de long,

sont blancs ou crème, glabres ou pubescents à l'extérieur. Les fruits, dont la forme varie de l'ellipsoïde à l'ovoïde, comportent un apex mucroné et à l'extrémité émoussée ou arrondie, et peuvent atteindre une taille d'un centimètre. Ils sont glabres ou à pubescence très fine et clairsemée, violacés, marqués de quatre lignes pâles, subsessiles ou, habituellement, sur une tige distincte.

Néanmoins, cette base de données mentionne aussi en note que la Somalie est le centre de variation du taxon, et que notre espèce est ici décrite dans un sens plus large que celui d'autres auteurs. En effet, Vollesen (Vollesen, 1990, in JSTOR) voit le *Commiphora gileadensis* tri- ou penta-foliolé (vision trifoliolée partagée par Abbas et al. [2007]), aux feuilles glabres ou peu pubescentes, et sans ailes étroites sur le pétiole et le rachis. Cette vision des feuilles se retrouve en partie dans l'ouvrage de Bernard Bouillard et dans les photos ci-dessous (figures 1 et 2). Bouillard (2001) ajoute que les feuilles sont "alternes ou réunies en groupes (de 2 à 8)". L'équipe de Fawkeya A. Abbas et al., dans leur publication de 2007, décrit les fleurs comme unisexuées, petites, de couleur rougeâtre, et l'écorce, d'un marron intense, tandis que les fruits, de la taille d'un petit pois, dégagent un goût agréablement aromatique. Les graines, jaunes et solitaires, possèdent des stries sur un seul côté (Airy Shaw et Willis, 1973, in Abbas et al., 2007).



Figure 1 : Fruits et feuilles du *C. gileadensis*. Photo prise par Shelef Oren dans les jardins botaniques d'Ein Gedi, d'après l'article d'Amiel et al., 2012.

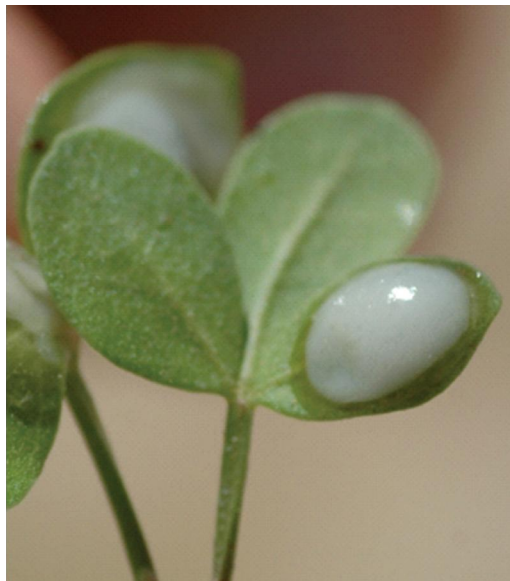


Figure 2 : Une goutte de résine de *C. gileadensis* sur sa feuille. Photo prise par Shelef Oren dans les jardins botaniques d'Ein Gedi, d'après l'article d'Amiel et al., 2012.

2 – Répartition géographique de *Commiphora opobalsamum*

On retrouve notre arbrisseau dans la péninsule arabique et au nord-est de l'Afrique tropicale (Jarić et al., 2011). Il pousse sur des terrains particuliers.

1) Au Moyen-Orient

La flore d'Arabie Saoudite comprend six espèces de *Commiphora*, dont la nôtre, particulièrement remarquables à l'ouest du pays, ainsi qu'au sud-ouest (Chaudhary et Al-Jowaid, 1999, in Al-Massarany et al., 2008). Perrot évoque les récoltes de baume de Giléad aux environs de Médine et de la Mecque (Perrot, 1943). Les îles Farasan, réserve naturelle au sud-ouest du pays, abritent aussi notre arbrisseau (Flamand et al., 1988, in Cunningham et Wronski, 2011, et Al-Howiriny et al., 2004).

Le CJB ajoute à cette localisation le Sultanat d'Oman et le Yémen (Perrot, 1943, et Bouillard, 2001) et Duplessy, dans son ouvrage de 1802, la Syrie et la Judée.

2) Au nord-est de l'Afrique tropicale

La base de données JSTOR mentionne Djibouti, l'Erythrée, l'Éthiopie, le Kenya, le Soudan (Bouillard, 2001) et la Somalie (Perrot, 1943, et Bouillard, 2001) comme possédant cet arbrisseau sur leur territoire (avec les réserves qui s'imposent, due à la description de l'espèce ci-dessus).

Elle ajoute aussi l'Égypte (ainsi que Duplessy [1802]). Cette dernière représente un cas à part puisque le CJB évoque la présence (dans sa région sud-est) de notre plante par importation.

3) Ecologie

Commiphora gileadensis croît entre 0 et 1300 mètres d'altitude. On le trouve dans des zones boisées ou dans la brousse, parmi d'autres *Commiphora* et/ou des *Acacia*. Sont aussi concernées les zones buissonneuses semi-désertiques, les collines calcaires, les dunes de sable, les anciennes coulées de lave, et les savanes vallonnées sèches (CJB).

3 – Au fil du temps

Les exsudats résineux des espèces appartenant au genre *Commiphora* sont utilisés depuis longtemps par les médecines traditionnelles indienne, chinoise, romaine, grecque et babylonienne (Shen et al., 2008).

1) Le Baume de la Mecque

Au cours de mes recherches, j'ai vu le nom vernaculaire désigner aussi bien l'arbrisseau que sa résine, bien que j'aie pu lire quelque fois "Baumier" ou "Balsamier" de la Mecque pour le plant entier (Duplessy, 1802, et Richard, 1823).

Le Baume de la Mecque n'est pas la seule métonymie pour le nommer. On peut lire les synonymes : "Baume de Giléad" (Perrot, 1943, et Bouillard, 2001), "Baume de Judée" (Jourdan, 1828, et Bouillard, 2001) et, oubliés maintenant, "Baume d'Egypte", "Baume de Constantinople", "Baume du Grand-Caire" (selon le lieu de récolte [De Lens et Mérat, 1837]), ou "Baume Blanc" (Jourdan, 1828).

Néanmoins, si le nom de baume de la Mecque ne semble pas prêter à confusion, il n'en est pas de même avec le "Baume de Giléad". En effet, déjà par le passé, ce nom pouvait faire référence au produit du *Pinus balsamea* L. (De Lens et Mérat, 1837) aujourd'hui nommé *Abies balsamea* (L.) Mill. de la famille des Pinacées (*The Plant List*). Et à notre époque, il peut désigner celui du *Populus balsamifera* L. de la famille des Salicacées (Mazzio et Soliman, 2009).

Deux méthodes permettent d'obtenir le baume, chacune avec un résultat estimé différemment.

Il exsude spontanément en été avec les hautes températures (De Lens et Mérat, 1837) mais on augmente le volume par des incisions sur le tronc et les branches (Jourdan, 1828). Rare et précieux, on le réservait au « grand-seigneur » en son époque (Duplessy, 1802). On obtient là un liquide sirupeux s'avérant être biphasique, gris et odorant, et qui se solidifie une fois exposé à l'air libre (Abbas et al., 2007). La couche supérieure, nommée « baume pur » et de qualité supérieure à la seconde, ne constitue que 10% de la récolte (Bouillard, 2001). Transparente et jaune foncé, elle est fluide. Celle inférieure de couleur blanc jaunâtre, est opaque et épaisse (Perrot, 1943). Guibourt a rapporté dans son livre, la description plus précise de la récolte du baume « au jardin de la Matarée », telle qu'elle avait été faite par un médecin de Damas, Abd-Allatif, qui vivait à cheval entre les XIIe et XIIIe siècles. « Vers le lever de la canicule », après avoir complètement effeuillé l'arbre, le tronc était incisé à la pierre aiguisée, mais sans atteindre le bois. On ramassait au doigt le suc qui en sortait, pour le verser dans une corne, en l'essuyant sur le bord. On transvasait cette dernière pleine dans des bouteilles de verre, qui

étaient enterrées par la suite. On procédait ainsi jusqu'à ce qu'il ne coulât « plus rien de l'arbre ». La récolte était meilleure quand l'air était humide. Lorsque l'été était « dans toute sa force », on exhumait les bouteilles pour les exposer au soleil. Le suc déphasait alors en une huile surnageante, recueillie, et, au dessous, « une substance aqueuse mêlée de parties terreuses ». « Chaque jour », on retirait ainsi l'huile surnageante et réexposait le restant au soleil, jusqu'à ce qu'il n'y eût plus cette décantation. Un homme « chargé de ce soin » faisait alors « cuire secrètement » l'huile récoltée, sans être vu de qui que ce fût, avant de la transporter « dans le magasin du souverain » (Abd-Allatif, *Relation de l'Egypte*, traduite par Sylvestre de Sacy, Paris, 1810, in Guibourt, 1876). Le professeur Guibourt (1876) jugeait « peu probable » l'étape de cuisson de l'huile, qui « ne pouvait qu'en altérer la qualité », la supposant « appliquée plutôt au produit impur et mêlé d'eau, d'où le premier [baume huileux] avait été séparé, et qu'il pouvait en résulter un baume de qualité inférieure, destiné à être versé dans le commerce ».

La deuxième manière d'obtenir du baume de l'arbrisseau, est de réaliser « une décoction, dans l'eau, de ses jeunes rameaux » (Richard, 1823). Selon les auteurs, on obtient différents produits, voire, avec des intermédiaires au cours de l'ébullition, colorés ou non, odorants ou non, avec un goût amer ou aromatique, plus ou moins fluides ou épais, et qui se retrouvent dans le commerce européen du XIXe siècle (Duplessy, 1802 ; Richard, 1823 ; De Lens et Mérat, 1837, et Guibourt, 1876).

Dans notre faculté, le Musée de Matière Médicale (ou musée François Tillequin) possède quelques échantillons de baume de la Mecque (figure 3).



Figure 3 : Echantillons de baume de la Mecque dont le Musée de Matière Médicale est propriétaire.

Nota bene : La pièce de 50 centimes sert « d'échelle approximative » pour l'image où elle figure, sachant que les deux flacons sont sous elle, sous verre.

2) Dans la Bible

En certains points de l'ouvrage, il est fait mention de « baume ». Certains auteurs voient notre *Commiphora gileadensis* derrière ce terme, d'autres pas.

Gilead peut être traduit par Galaad en français. Cette région se situe historiquement dans la Jordanie actuelle, à l'est de la mer morte (Winbow, 2010). Je citerai trois versets seulement :

_Jérémie 8:22 : « N'y a-t-il plus de baume en Galaad ? N'y trouve-t-on plus de médecin ? Pourquoi donc la plaie de la fille de mon peuple ne se guérit-elle pas ? »

_Jérémie 46:11 : « Monte à Galaad ; prends du baume, ô vierge, fille de l'Egypte ! Mais c'est en vain que tu multiplies les remèdes ; point de guérison pour toi ! »

_Genèse 37:25 : « [...] Ayant levé les yeux, ils virent une caravane d'Ismaélites qui venait de Galaad ; et leurs chameaux étaient chargés d'aromates, de baume et de myrrhe qu'ils portaient en Egypte. » (La Sainte Bible ou L'Ancien et le Nouveau Testament, version synodale, 1936).

Si Clive Winbow admet en 2010, que *C. gileadensis* a une histoire qui date de l'Ancien Testament, il nie la présence de cet arbrisseau dans cette région de nos jours. Préférant, selon ce raisonnement, le nom de « baume de la Mecque », il explique celui de « baume de Gilead » au fait que cette terre de la Palestine voyait le commerce de la résine, à moins que l'espèce fût effectivement présente à cette époque, mais éteinte depuis.

Nous avons déjà vu plus haut, l'attribution du nom de « baume de Gilead » au *Populus balsamifera* L., décrit

comme bibliquement référencé dans l'article (Mazzio et Soliman, 2009).

Jim Duke, un ethnobotaniste du Maryland (aux Etats-Unis), décrit *C. gileadensis* comme l'une des plantes enregistrées sous le nom de « baume » dans la Bible, citant le livre d'Ezechiel 27 et préférant le *Liquidambar orientalis* pour le verset 37:25 de la Genèse, cité plus haut (*United States Department of Agriculture Agricultural Research Service*). Ce dernier est repris par le docteur en médecine Hoenig Leonard J., qui accorde aussi à l'oléorésine de *C. opobalsamum* d'être le baume biblique (Keter Publishing House, éditeur, 1972, in Kreuter et al., 2009).

3) Dans la médecine traditionnelle arabe

Durant le Moyen-âge et la période Ottomane, dans la région de *Bilad al-Sham* (dite aussi, le Levant, et qui regroupe des morceaux de territoire significatifs des actuels Syrie, Liban, Israël et Jordanie), *Commiphora opobalsamum* était employé comme substance médicinale, principalement dans les domaines suivants : maladies « internes », de la peau, sexuelles et contre les hémorroïdes, dans le traitement des morsures d'animaux et des empoisonnements, des douleurs, dans les pathologies psychiatriques et contre l'épilepsie, dans les pathologies gastriques et intestinales (Hasselquist, 1886, in Lev, 2002).

Dans son livre paru en 1802, Duplessy rapportait que le « baume de la Mecque est regardé comme la plus précieuse de toutes les substances qui portent ce nom ». Il y évoquait son efficacité dans le traitement des plaies et

leur cicatrisation, pour faciliter la digestion, contre les maux de poitrine et les fièvres, et, plus évasivement, contre « beaucoup d'autres sortes de maux, tant intérieurs qu'extérieurs ». Il ajoutait que les Egyptiens l'utilisaient beaucoup contre la peste. Enfin, il y décrivait un usage cosmétique par les femmes turques et grecques, d' « une espèce d'huile limpide, subtile, assez recherchée », obtenue par ébullition dans l'eau des rameaux et des feuilles du baumier de la Mecque. Elles s'en oignaient les cheveux et se l'appliquaient sur la peau, pour l'adoucir et unifier le teint (Duplessy, 1802). Enfin, les orientaux accordaient à l'époque la propriété au baume de la Mecque de prévenir et traiter la stérilité (Richard, 1823, et De Lens et Mérat, 1837).

Dans la médecine traditionnelle arabe contemporaine, les maux de tête, la rétention urinaire et la constipation peuvent être pris en charge avec de l'extrait de *C. opobalsamum* (Roweha, 1983, in Al-Massarany et al., 2008). Plus précisément, les Palestiniens d'Arabie Saoudite cherchent à traiter ces dernières pathologies avec des décoctions de fleurs et de feuilles (Abdul-Ghani et Amin, 1997). Mais dans ce pays, les populations locales emploient aussi les parties aériennes pour traiter la dyspepsie, les coliques, les douleurs articulaires, et pour expulser les calculs rénaux (information qu'Al-Howiriny et al., [2005], ont obtenue auprès des habitants de l'île Farasan). La couche sous-jacente de l'écorce est employée sèche dans le traitement des plaies infectées. Et les branches suffisamment minces et courtes, font office de brosses à dents (Chaudhary et Al-Jowaid, 1999, in Al-Massarany et al., 2008). Le Baume de Giléad est estimé lors d'envenimations par les scorpions. Quant au

"baume pur", il fait l'objet de "fumigations rituelles au Maroc" (Bouillard, 2001).

4) Dans la médecine traditionnelle chinoise

C. opobalsamum est une espèce très estimée dans cette médecine, sous le nom de *Wu-Yao*. Les exsudats résineux de cette plante sont employés depuis des années pour réduire les sensations douloureuses (Jun-Li Yang et Yan-Ping Shi, 2012).

5) En Europe

John M. Riddle, dans un article néphrologique de 2004, avait tenté d'explorer la médecine monastique du Haut Moyen-âge, sur sa prise en charge des désordres rénaux (pour certains, provoqués par un diabète sucré) à l'époque, malgré toutes les approximations linguistiques (traduction des drogues de l'époque en leur nom actuel) et médicales (symptômes décrits) que cela comportait. Il avait trouvé une trace du *Commiphora opobalsamum*, traduit de l'ancien nom latin *xilobalsamu*, dans le *Reichenau Monastery's recipe book*, datant du IXe ou Xe siècle. Il figurait dans un mélange de plantes (comportant très majoritairement de l'*Aloe vera* L. + spp.) vu comme le meilleur purgatif de Galien, traitant les estomacs « instables », faibles et souffrants, les problèmes d'utérus, et considéré comme généralement diurétique. On l'indiquait pour l'hydropisie, les maladies du foie et des reins, ainsi que pour « purger les femmes » (autrement dit, abortif).

Le *Chilandar Medical Codex* (que l'on raccourcira en CMC) est un manuscrit médiéval serbe, rédigé en langue

vernaculaire, qui rassemble un ensemble de documents sur la science médicale européenne entre les XIIe et XVe siècles. L'équipe de Snežana Jarić a publié un article en 2011, décrivant la phytothérapie de l'époque selon cet écrit. *Commiphora gileadensis* (L.) M. R. Almeida, communément nommé Baume de Giléad, et populairement *Balsam* dans le CMC (ainsi que dans Lev, 2002), voyait sa résine employée aux fins médicales théoriques suivantes, d'après cet ancien texte : comme analgésique, abortif, « nettoyant de l'utérus », et en traitement de l'otite, du mal de dents, de l'hématurie et des affections gastriques causées par le froid. En outre dans cet ouvrage, on trouve l'emploi du baume de Giléad pour la momification. Si l'on en frictionnait un cadavre, celui-ci devait être préservé de la décomposition durant mille ans (Jarić et al., 2011).

Un peu moins loin de nous puisqu'il s'agit de la première moitié du XIXe siècle, on retrouve une trace d'un usage thérapeutique du baume de la Mecque, dans l'ouvrage du docteur Jourdan (1828). Notre drogue figure dans différentes formules galéniques, dont des pilules « astringentes » traitant « la leucorrhée et la blennorrhée », ainsi que « le cataplasme de Pradier » qui est « conseillé dans la goutte et le rhumatisme ».

De nos jours, on reconnaît une utilité cosmétique à notre arbuste.

Deux inventeurs français, Alain Meybeck et Alain Zanvit, déposent en 2004, un brevet états-unien d'invention pour l'emploi de l'acide 3-O-acétyl-11-céto-boswellique (ou d'un extrait de plantes ou d'un mélange le renfermant) (structure approximative figure 4), en topique cutané, comme agent réducteur de rides et/ou relaxant la peau. Ils

privilégient en priorité l'espèce *Boswellia serrata* pour la fourniture de l'extrait, mais *Commiphora opobalsamum* est mentionné comme pourvoyeur éventuel de la molécule par son extrait aussi (Meybeck et Zanvit, 2004, sur le site *United States Patent and Trademark Office*).

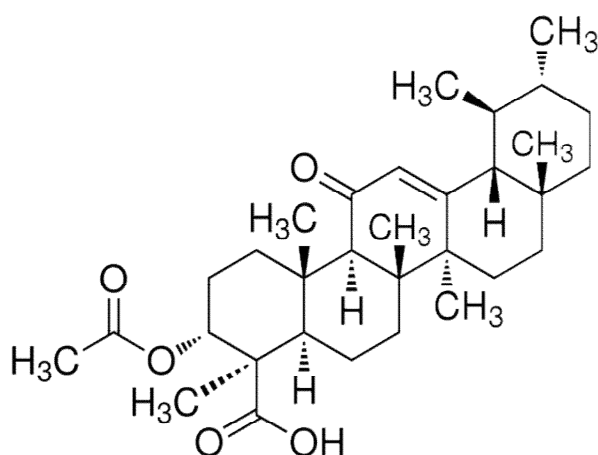


Figure 4 : Structure de l'acide 3-O-acétyl-11-céto- β -boswellique, d'après le site internet de l'entreprise Sigma-Aldrich.

Nota bene : Le document numérique source consulté pour le brevet états-unien, ne fait pas mention de qui de l'acide α - ou β -boswellique, est concerné.

Il y a de cela sept ans, la Commission Européenne modifiait une décision prise en 1996 sur l'établissement d'un inventaire et d'une nomenclature commune des ingrédients employés dans les produits cosmétiques. On découvre notre baumier de la Mecque dans le journal officiel au nom INCI (*International Nomenclature of Cosmetic Ingredients*) de *Commiphora gileadensis extract*, qui est décrit comme un extrait des bourgeons de la plante. Il est employé à des fins émoullientes (soit lisser et assouplir la peau) (Commission Européenne, 2006).

SECONDE PARTIE : Composition et
emplois thérapeutiques potentiels de
Commiphora opobalsamum

1 – Chimie

Des études préliminaires mentionnaient la présence de flavonoïdes, de stérols, de triterpènes, de saponines, d'huiles volatiles et de bases volatiles, dans les parties aériennes de *C. opobalsamum* (Al-Yahya et al., 1990, in Abbas et al., 2007). Nous nous pencherons sur les parties aériennes pulvérisées, les exsudats résineux et quelques huiles essentielles que recèle notre plante. Il y a eu recours à la chromatographie en phase gazeuse (CPG) (Al-Massarany et al., 2008), à celle sur couche mince, à la spectrométrie de masse (SM), à la résonance magnétique nucléaire (RMN), aux rayons ultra-violet (UV) et à ceux infra-rouges (IR) (Abbas et al., 2007), voire même, à la diffractométrie par rayons X (Jun-Li et Yan-Ping, 2012) pour les identifications.

1) Parties aériennes pulvérisées

Par un jeu d'extraction par différents solvants, l'équipe de Fawkeya A. Abbas et al. (2007), a récupéré et isolé six molécules depuis ce matériel végétal, trois triterpènes pentacycliques (**1-3**), un acide phénolique (**4**) et deux flavonols (**5-6**), soit respectivement :

_La friedeline (**1**), le canophyllal (**2**) et l'acide oléanonique (**3**) (figure 5).

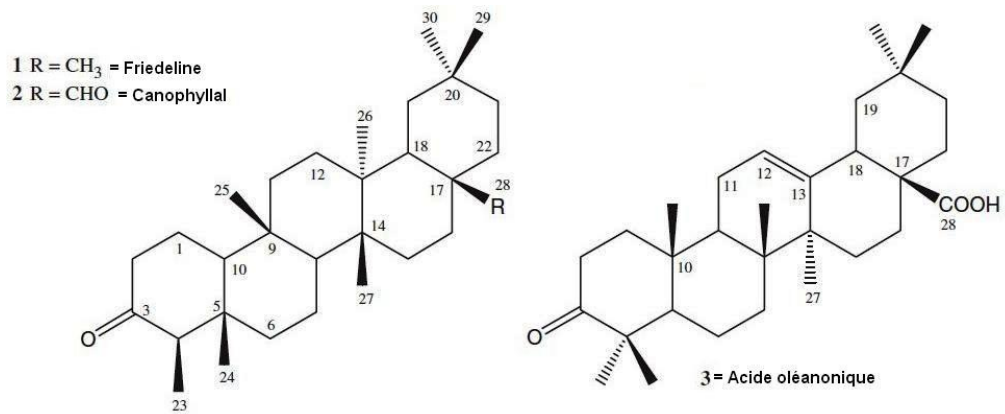


Figure 5 : Les trois triterpènes pentacycliques d'après Abbas et al., 2007.

La friedeline (**1**), aussi nommé friedo-D:A-oléanon-3-one, se présente comme de fines aiguilles blanches ; le canophyllal (**2**) ou 3-oxo-27-friedelanal, comme des aiguilles incolores ; de même pour l'acide oléanonique (**3**) ou acide 3-oxo-oléan-12-èn-28-oïque.

_L'acide syringique (**4**) (figure 6).

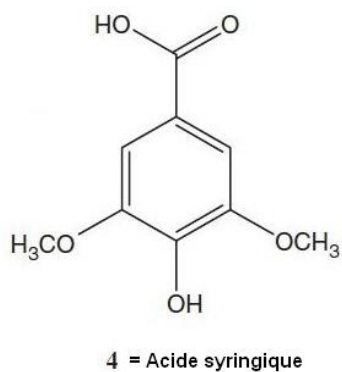
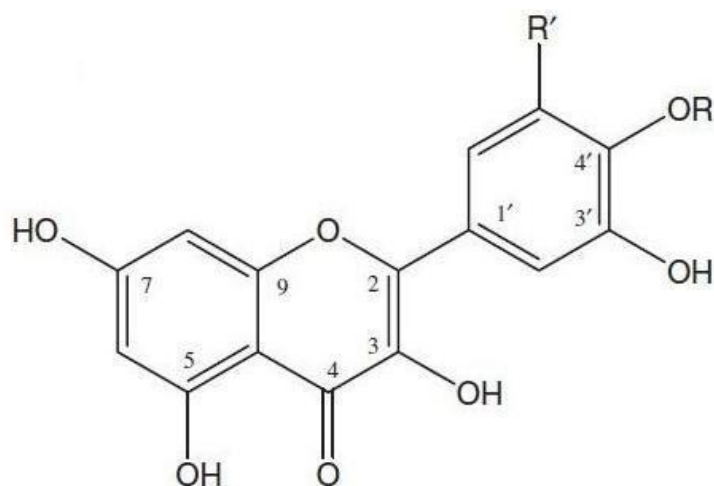


Figure 6 : L'acide phénolique syringique, d'après Abbas et al., 2007.

L'acide syringique (**4**) ou acide 4-hydroxy-3,5-diméthoxybenzoïque, a l'aspect de cristaux de couleur jaune pâle.

_La méarnsétine (**5**) et la quercétine (**6**) (figure 7).



5 R = CH₃, R' = OH = méarnsétine

6 R = H, R' = H = quercétine

Figure 7 : Les deux flavonols, d'après Abbas et al., 2007.
 La méarnsétine (5), ou 3,5,7,3',5'-pentahydroxy-4'-méthoxyflavone, apparentée à la myricétine, ressemble à des aiguilles jaunes quand la quercétine (6), ou 3',4',5,7-tétrahydroxyflavonol ressemble à des cristaux de la même couleur.

Les auteurs sont partis de cinq cents grammes de plante pulvérisée, qu'ils ont dégraissés à l'éther de pétrole en tout premier lieu. Ce dernier filtré puis évaporé, les vingt grammes de poudre ainsi obtenus ont subi une extraction à l'éthanol à 95%, ce qui a donné, toujours après évaporation, un résidu sec de dix-huit grammes. Ce dernier, mis en suspension dans de l'eau, a vu une première extraction au chloroforme, puis une à l'acétate d'éthyle, avant d'être lyophilisé. Les différentes fractions obtenues, après évaporation des divers solvants susmentionnés, une fois traitées et analysées, nous permettent d'obtenir le tableau de rendement suivant, sur la base des cinq cents grammes initiaux de matière végétale (tableau 1).

Tableau 1 : Rendement des différentes molécules identifiées dans les parties aériennes pulvérisées de *C. opobalsamum*.

	Quantité recueillie (en milligrammes)	Rendement (en %)
Friedeline (1)	16	3.2×10^{-3}
Canophyllal (2)	46	9.2×10^{-3}
Acide oléanonique (3)	62	1.24×10^{-2}
Acide syringique (4)	47	9.4×10^{-3}
Méarnsétine (5)	30	6.0×10^{-3}
Quercétine (6)	32	6.4×10^{-3}

(Abbas et al., 2007).

2) Exsudat résineux

De cette drogue, on a principalement identifié de nombreux sesquiterpénoïdes de différentes familles, ainsi que des triterpénoïdes du type cycloartane, et enfin, quelques autres métabolites secondaires. Les rendements seront exprimés dans chacune de ces catégories. Néanmoins, les méthodes d'extraction n'étaient pas rigoureusement identiques entre les quatre équipes, qui nous ont fourni ces identifications (Shen et al. 2007, 2008, 2008a, et Jun-Li et Yan-Ping, 2012).

1 - Sesquiterpénoïdes

Différentes familles de sesquiterpénoïdes sont obtenues de l'exsudat résineux de *C. opobalsamum*.

*Les molécules à squelette de type germacrane (figure 8) sont recensées dans le tableau suivant (tableau 2).

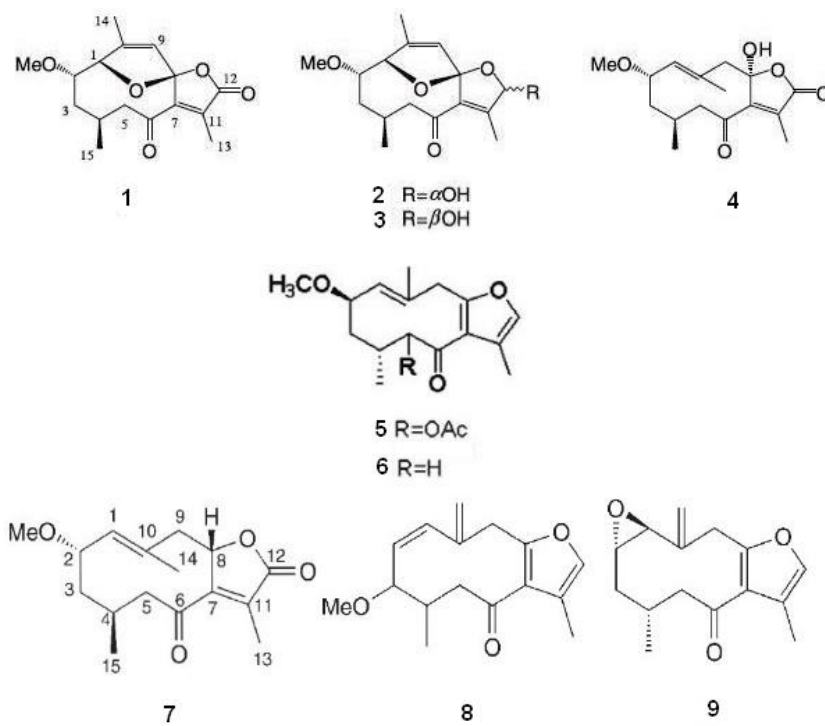


Figure 8 : Structure des sesquiterpénoïdes de type germacrane.

Tableau 2 : Identification des sesquiterpénoïdes de type germacrane.

Numéro	Nom	Aspect	Etude source
1	1 β ,8 β -époxy-2 α -méthoxy-6-oxogermacra-9(10),7(11)-dièn-8,12-olide	aiguilles incolores	A
2	1 β ,8 β -époxy-2 α -méthoxy-12 α -hydroxy-6-oxogermacra-9(10),7(11)-dièn-8,12-olide	mélange épimérique Poudre blanche amorphe	
3	1 β ,8 β -époxy-2 α -méthoxy-12 β -hydroxy-6-oxogermacra-9(10),7(11)-dièn-8,12-olide	poudre amorphe blanche	
4	2 α -méthoxy-8 α -hydroxy-6-oxogermacra-1(10),7(11)-dièn-8,12-olide (Config. absolue 2 <i>R</i> , 4 <i>S</i> et 8 <i>S</i>)		
5	2-méthoxy-5-acétoxy-furanogermacr-1(10)-èn-6-one ^a	/	B
6	(1(10) <i>E</i> ,2 <i>R</i> ,4 <i>R</i>)-2-méthoxy-8,12-époxygermacra-1(10),7,11-trièn-6-one ^b		
7	2 α -méthoxy-6-oxogermacra-1(10),7(11)-dièn-8,12-olide	cristaux incolores	C
8	(1 <i>E</i>)-3-méthoxy-8,12-époxygermacra-1,7,10,11-tétraèn-6-one ^c	/	
9	<i>rel</i> -(1 <i>S</i> ,2 <i>S</i>)-époxy-(4 <i>R</i>)-furanogermacr-10(15)-èn-6-one ^d		

A : (Jun-Li et Yan-Ping, 2012).

B : (Shen et al., 2007).

C : (Shen et al., 2008a).

^a(Brieskorn et Noble, 1980, in Shen et al., 2007).

^b(Dekebo et al., 2000, in Shen et al., 2007).

^c(Dekebo et al., 2002, in Shen et al., 2008a).

^d(Zhu et al., 2001, in Shen et al., 2008a).

*Les molécules à squelette de type guaiane (figure 9) sont recensées dans le tableau suivant (tableau 3).

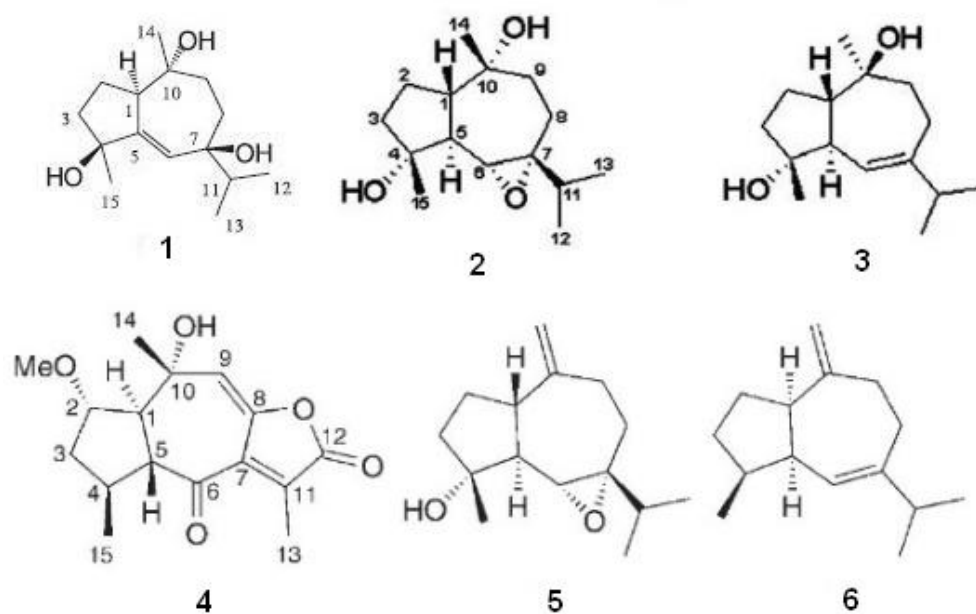


Figure 9 : Structure des sesquiterpénoïdes de type guaiane.

Tableau 3 : Identification des sesquiterpénoïdes de type guaiane.

Numéro	Nom	Aspect	Etude source
1	guaia-4 β ,7 β ,10 α -trihydroxy-5-ène	poudre blanche amorphe	A
2	guaia-6 α -7 α -époxy-4 α ,10 α -diol	huile jaune	B
3	guaianediol ^a	/	
4	5 β -10 α -hydroxy-2 α -méthoxy-6-oxoguaia-7(11),8-dièn-8,12-olide	poudre blanche amorphe	C
5	6 α ,7 α -époxy-1 β -guai-10(14)-èn-4 α -ol ^b	/	
6	(1 <i>R</i> ,4 <i>S</i> ,5 <i>R</i>)-guaia-6,10(14)-diène ^c		

A : (Jun-Li et Yan-Ping, 2012).

B : (Shen et al., 2007).

C : (Shen et al., 2008a).

^a(Sayed et Hamann, 1996, in Shen et al., 2007).

^b(Yoshikawa et al., 1992, in Shen et al., 2008a).

^c(Rao et al., 2000, in Shen et al., 2008a).

*Les molécules à squelette de type eudesmane (figure 10) sont recensées dans le tableau suivant (tableau 4).

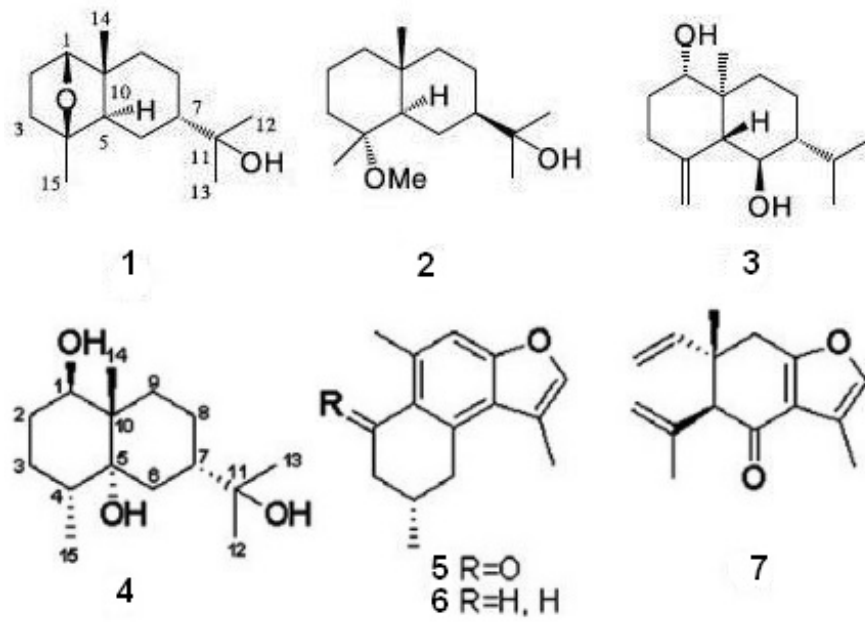


Figure 10 : Structure des sesquiterpénoïdes de type eudesmane.

Tableau 4 : Identification des sesquiterpénoïdes de type eudesmane.

Numéro	Nom	Aspect	Etude source
1	1 β ,4 β -époxy-eudesman-11-ol	poudre blanche amorphe	A
2	11-hydroxy-4 α -méthoxy-sélinane ^a	/	
3	ent-4(15)-eudesmèn-1 β ,6 α -diol ^b	/	
4	eudesman-1 β ,5 α ,11-triol	Cristaux incolores	B
5	myrrhone ^c	/	
6	dihydropyrocurzérénone ^d	/	
7	curzérénone ^d	/	

A : (Jun-Li et Yan-Ping, 2012).

B : (Shen et al., 2007).

^aStructure déjà connue mais pour la première fois, obtenue d'un *Commiphora* (Kaneko et al., 1985, in Jun-Li Yang et Yan-Ping Shi, 2012).

^bStructure déjà connue mais pour la première fois, obtenue de l'espèce *opobalsamum* (Nagashima et al., 2005, in Jun-Li Yang et Yan-Ping Shi, 2012).

^c(Zhu et al., 2003, in Shen et al., 2007).

^d(Dekebo et al., 2002b, in Shen et al., 2007).

*Les molécules apparentées au squelette cadinane, identifiées dans l'exsudat résineux, sont au nombre de deux.

Dans un article du *Phytochemistry* de 2012, Jun-Li Yang et Yan-Ping Shi ont mis en évidence le premier exemple (à leur connaissance), de sesquiterpénoïde du type 12-

norcadinane. Isolé sous la forme d'une poudre blanche et amorphe, ils l'ont nommé commipholinone (figure 11).

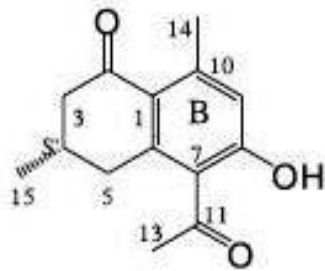


Figure 11 : Premier exemple d'un sesquiterpénoïde de type 12-norcadinane, le commipholinone d'après Jun-Li et Yan-Ping, 2012.

Le traitement de la résine avait été, en partie, différent : ils avaient commencé par une première série d'extractions à l'éthanol à 95% volume/volume (les autres études, ici mentionnées, pour les identifications des composants de l'exsudat, démarraient à l'éther de pétrole), puis concentré le produit et mis ce dernier en suspension dans l'eau. Alors ensuite, ils avaient eu recours à d'autres extractions successives par différents solvants : l'éther de pétrole, l'acétate d'éthyle et enfin, le *n*-butanol.

Mais déjà auparavant, on connaissait, dans cette famille, le furanocadina-1(10),6,8-trièn-4-ol (figure 12), qui se présente comme une huile jaune (Shen et al., 2008a).

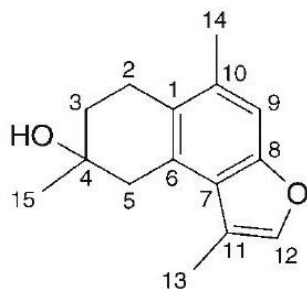


Figure 12 : Le furanocadina-1(10),6,8-trièn-4-ol d'après Shen et al., 2008a.

Les rendements des différents sesquiterpénoïdes obtenus de l'exsudat résineux de *C. opobalsamum* sont exprimés dans les tableaux suivants (tableaux 5, 6, 7 et 8).

Tableau 5 : Rendement des sesquiterpénoïdes de type germacrane.

Molécule	Masse initiale d'exsudat résineux en kilogramme	Quantité obtenue en milligramme	Rendement (%)
1 β ,8 β -époxy-2 α -méthoxy-6-oxogermacra-9(10),7(11)-dièn-8,12-olide	9.0 ^a	4.6	5.1 \times 10 ⁻⁵
1 β ,8 β -époxy-2 α -méthoxy-12 α -hydroxy-6-oxogermacra-9(10),7(11)-dièn-8,12-olide Et 1 β ,8 β -époxy-2 α -méthoxy-12 β -hydroxy-6-oxogermacra-9(10),7(11)-dièn-8,12-olide		9.1	1.0 \times 10 ⁻⁴
2 α -méthoxy-8 α -hydroxy-6-oxogermacra-1(10),7(11)-dièn-8,12-olide		3.1	3.4 \times 10 ⁻⁵
2-méthoxy-5-acétoxy-furanogermacr-1(10)-èn-6-one		290	9.7 \times 10 ⁻³
(1(10) <i>E</i> ,2 <i>R</i> ,4 <i>R</i>)-2-méthoxy-8,12-époxygermacra-1(10),7,11-trièn-6-one	59		
2 α -méthoxy-6-oxogermacra-1(10),7(11)-dièn-8,12-olide	3.5 ^c	17	4.9 \times 10 ⁻⁴
(1 <i>E</i>)-3-méthoxy-8,12-époxygermacra-1,7,10,11-tétraèn-6-one		45	1.3 \times 10 ⁻³
<i>rel</i> -(1 <i>S</i> ,2 <i>S</i>)-époxy-(4 <i>R</i>)-furanogermacr-10(15)-èn-6-one		15	4.3 \times 10 ⁻⁴

^aJun-Li et Yan-Ping, 2012 ; Shen et al., ^b2007 et ^c2008a.

Tableau 6 : Rendement des sesquiterpénoïdes de type guaiane.

Molécule	Masse initiale d'exsudat résineux en kilogramme	Quantité obtenue en milligramme	Rendement (%)
guaia-4 β ,7 β ,10 α -trihydroxy-5-ène	9.0 ^a	1.3	1.4 $\times 10^{-5}$
guaia-6 α -7 α -époxy-4 α ,10 α -diol	3 ^b	6	2.0 $\times 10^{-4}$
guaianediol			
5 β -10 α -hydroxy-2 α -méthoxy-6-oxoguaia-7(11),8-dièn-8,12-olide	3.5 ^c	6	1.7 $\times 10^{-4}$
6 α ,7 α -époxy-1 β -guai-10(14)-èn-4 α -ol		8	2.3 $\times 10^{-4}$
(1 <i>R</i> ,4 <i>S</i> ,5 <i>R</i>)-guaia-6,10(14)-diène		23	6.6 $\times 10^{-4}$

^a(Jun-Li et Yan-Ping, 2012).

^b(Shen et al., 2007).

^c(Shen et al., 2008a).

Tableau 7 : Rendement des sesquiterpénoïdes de type eudesmane.

Molécule	Masse initiale d'exsudat résineux en kilogramme	Quantité obtenue en milligramme	Rendement (%)
1 β ,4 β -époxy-eudesman-11-ol	9.0 ^a	1.6	1.8 $\times 10^{-5}$
11-hydroxy-4 α -méthoxy-sélinane		5.1	5.7 $\times 10^{-5}$
<i>ent</i> -4(15)-eudesman-1 β ,6 α -diol		6.1	6.8 $\times 10^{-5}$
eudesman-1 β ,5 α ,11-triol	3 ^b	4.2	1.4 $\times 10^{-4}$
myrrhone		81	2.7 $\times 10^{-3}$
dihydropyrocurzérénone		25	8.3 $\times 10^{-4}$
curzérénone		70	2.3 $\times 10^{-3}$

^a(Jun-Li et Yan-Ping, 2012).

^b(Shen et al., 2007).

Tableau 8 : Rendement des sesquiterpénoïdes de type cadinane.

Molécule	Masse initiale d'exsudat résineux en kilogramme	Quantité obtenue en milligramme	Rendement (%)
commipholinone	9.0 ^a	2.0	2.2 $\times 10^{-5}$
furanocadina-1(10),6,8-trièn-4-ol	3.5 ^b	5	1.4 $\times 10^{-4}$

^a(Jun-Li et Yan-Ping, 2012).

^b(Shen et al., 2008a).

Avec ses vingt-quatre sesquiterpénoïdes (neuf apparentés aux germacrane, six aux guaiane, sept aux

eudesmanes et deux aux cadinanes), cette famille de métabolites secondaires sera la plus illustrée ici, dans l'exsudat résineux du baumier de la Mecque.

2 - Triterpénoïdes de type cycloartane

En 2008, Tao Shen et al. ont publié dans le *Journal of natural products*, la structure de neuf triterpénoïdes de squelette cycloartane, dont huit étaient alors nouveaux, contenus dans l'exsudat résineux (auparavant pulvérisé et traité avec de l'éther de pétrole durant trente-six heures). Voici les structures de ces différents composés (figure 13), suivies de leur identification (tableau 9).

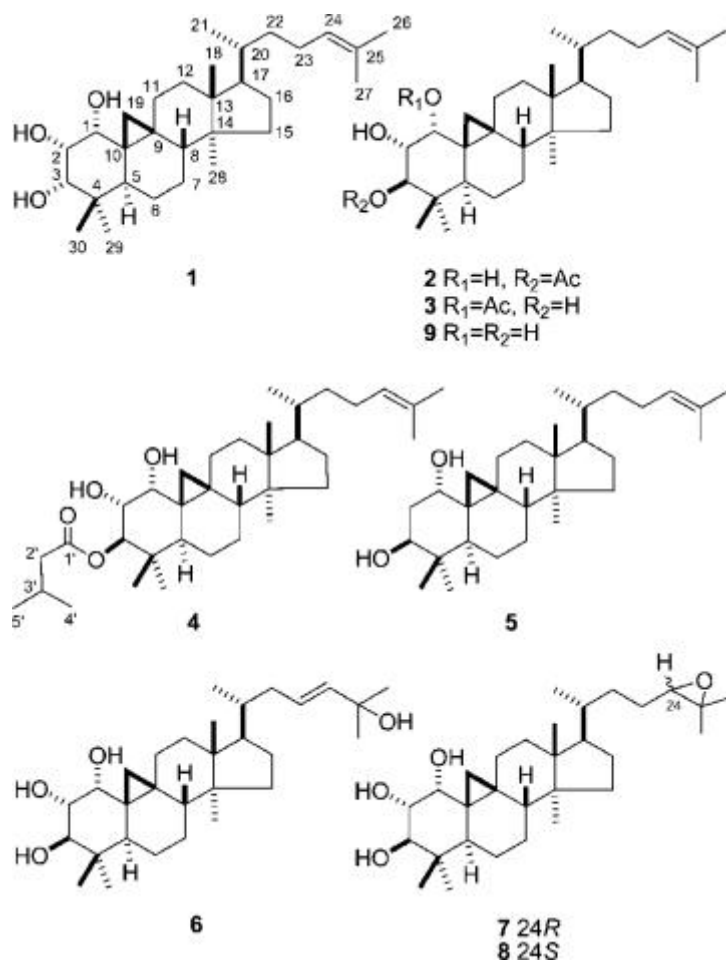


Figure 13: Structure des triterpénoïdes de type cycloartane, isolés depuis l'exsudat résineux de *C. opobalsamum*, d'après Shen et al., 2008.

Tableau 9 : Identification des neuf cycloartanes isolés par Shen et al. en 2008.

Numéro	Nom	Aspect
1	cycloartan-24-èn-1 α ,2 α ,3 α -triol	aiguilles blanches
2	3 β -acétoxycycloartan-24-èn-1 α ,2 α -diol.	poudre blanche et amorphe
3	1 α -acétoxycycloartan-24-èn-2 α ,3 β -diol	plaques incolores
4	3 β -isovaléroxyloxycycloartan-24-èn-1 α ,2 α -diol	aiguilles blanches
5	cycloartan-24-èn-1 α ,3 β -diol	plaques blanches
6	cycloartan-23 <i>E</i> -èn-1 α ,2 α ,3 β ,25-tétrol	poudre blanche et amorphe
7	24 <i>R</i> ,25-époxycycloartan-1 α ,2 α ,3 β -triol	Isolés ensembles en un mélange épimérique. Poudre amorphe blanche
8	24 <i>S</i> ,25-époxycycloartan-1 α ,2 α ,3 β -triol	
9	cycloartan-24-èn-1 α ,2 α ,3 β -triol	flocons incolores ^a

^aCette molécule était déjà connue (Shen et al., 2007).

De plus, ils ont évalué la cytotoxicité de ces neuf molécules face à des lignées cellulaires tumorales prostatiques humaines. Ce point sera explicité dans la sous-partie « cytotoxicité et antitumoral ».

Dans un article plus récent, Jun-Li et Yan-Ping (2012), ont publié la structure de trois nouveaux cycloartanes isolés de l'exsudat résineux (figure 14, tableau 10). La technique d'extraction se différencie de celle utilisée par les auteurs précédents (voir la sous-partie « Sesquiterpénoïdes »).

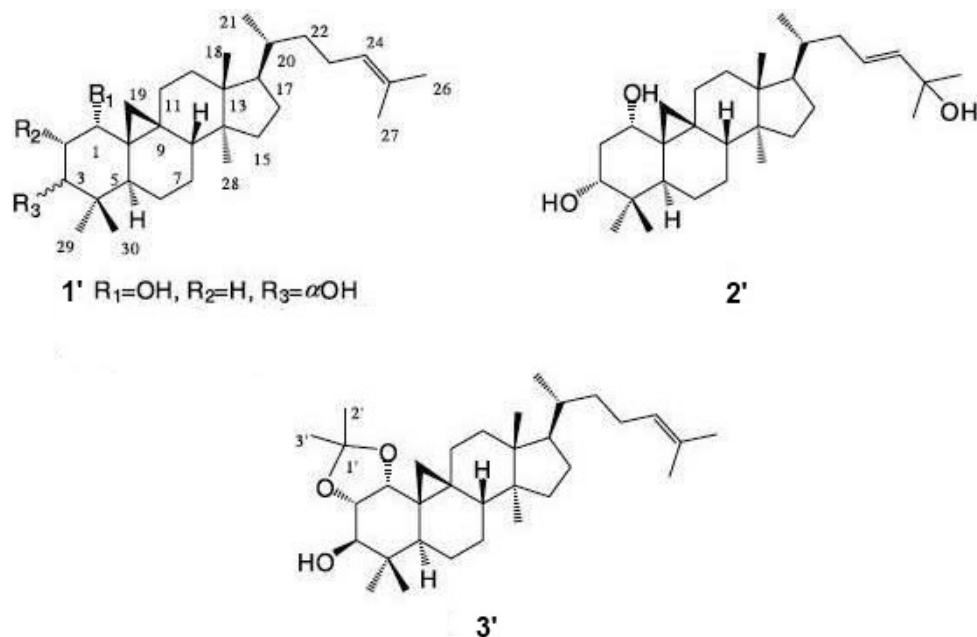


Figure 14 : Structure de trois récents triterpénoïdes de type cycloartane, isolés depuis l'exsudat résineux de *C. opobalsamum*, d'après Jun-Li et Yan-Ping, 2012.

Tableau 10 : Identification des trois récents triterpénoïdes de type cycloartane, isolés depuis l'exsudat résineux de *C. opobalsamum*, d'après Jun-Li et Yan-Ping, 2012.

Numéro	Nom	Aspect
1'	cycloartan-24-èn-1 <i>S</i> ,3 <i>R</i> -diol	aiguilles incolores
2'	cycloartan-23-èn-1 <i>S'</i> ,3 <i>R'</i> ,25-triol	poudre amorphe blanche
3'	cycloartan-24-èn-1 α ,2 α ,3 β -triol-1,2-acétonide ¹	aiguilles incolores

¹C'est en fait un artefact, l'acétonide du cycloartan-24-èn-1 α ,2 α ,3 β -triol.

Les rendements sont exprimés dans le tableau suivant (tableau 11).

Tableau 11 : Rendement des différents cycloartanes identifiés depuis l'exsudat résineux de *C. opobalsamum*.

Molécule	Masse initiale d'exsudat résineux en kilogramme	Quantité obtenue en milligramme	Rendement (%)
cycloartan-24-èn-1 α ,2 α ,3 α -triol	3.5 ^b	13	3.7×10 ⁻⁴
3 β -acétoxycycloartan-24-èn-1 α ,2 α -diol		10	2.9×10 ⁻⁴
1 α -acétoxycycloartan-24-èn-2 α ,3 β -diol	3.5 ^b	80	2.3×10 ⁻³
	9.0 ^c	2.2	2.4×10 ⁻⁵
3 β -isovaléroyloxycycloartan-24-èn-1 α ,2 α -diol	3.5 ^b	9	2.6×10 ⁻⁴
	9.0 ^c	3.2	3.6×10 ⁻⁵
cycloartan-24-èn-1 α ,3 β -diol	3.5 ^b	64	1.8×10 ⁻³
cycloartan-23 E -èn-1 α ,2 α ,3 β ,25-tétrol		45	1.3×10 ⁻³
24 R ,25-époxy-cycloartan-1 α ,2 α ,3 β -triol		9	2.6×10 ⁻⁴
24 S ,25-époxy-cycloartan-1 α ,2 α ,3 β -triol			
cycloartan-24-èn-1 α ,2 α ,3 β -triol	3.5 ^b	220	6.3×10 ⁻³
	9.0 ^c	2.1	2.3×10 ⁻⁵
	3 ^d	120	4.0×10 ⁻³
cycloartan-24-èn-1 S ,3 R -diol	9.0 ^c	9.1	1.0×10 ⁻⁴
cycloartan-23-èn-1 S' ,3 R' ,25-triol		2.1	2.3×10 ⁻⁵
cycloartan-24-èn-1 α ,2 α ,3 β -triol-1,2-acétonide ^a		7.2	8×10 ⁻⁵

^aC'est en fait un artefact, l'acétonide du cycloartan-24-èn-1 α ,2 α ,3 β -triol.

^b(Shen et al., 2008).

^c(Jun-Li et Yan-Ping, 2012).

^d(Shen et al., 2007).

3 - Autres métabolites secondaires

Parmi les métabolites secondaires qui constituent l'exsudat résineux, on peut citer la présence d'un hétéroside alcoolique aliphatique, l'octadéc-1,2*S*,3*S*,4*R*-tétrol 1-*O*- α -*L*-rhamnopyranoside (figure 15), isolé sous la forme de cristaux blancs et plumeux (Shen et al., 2007).

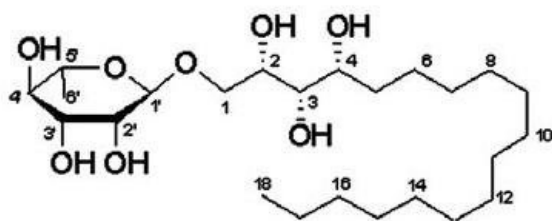


Figure 15 : L'octadéc-1,2*S*,3*S*,4*R*-tétrol 1-*O*- α -*L*-rhamnopyranoside d'après Shen et al., 2007.

En outre, cette drogue se trouve dotée d'au moins un acide gras, l'acide cérotique, et d'un triterpénoïde de type stérol, le β -sitostérol (figure 16) (Ma et Qiu, 1995, in Shen et al., 2008a).

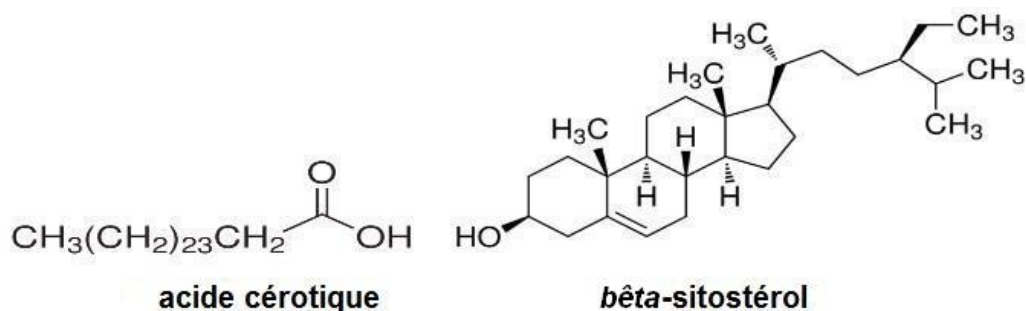


Figure 16 : Un acide gras et un stérol dans l'exsudat résineux de *Commiphora opobalsamum* (d'après les structures affichées sur le site de l'entreprise Sigma-Aldrich).

Les rendements de ces différentes molécules sont exprimés dans le tableau suivant (tableau 12).

Tableau 12 : Rendement des différents autres métabolites secondaires identifiés depuis l'exsudat résineux de *C. opobalsamum*.

Molécule	Masse initiale d'exsudat résineux en kilogramme	Quantité obtenue en milligramme	Rendement (%)
octadéc-1,2 <i>S</i> ,3 <i>S</i> ,4 <i>R</i> -tétrol 1- <i>O</i> - α - <i>L</i> -rhamnopyranoside	3 ^a	52	1.7×10 ⁻³
acide cérotique	3.5 ^b	30	8.6×10 ⁻⁴
β -sitostérol		80	2.3×10 ⁻³

^a(Shen et al., 2007).

^b(Shen et al., 2008a).

3) Quelques huiles essentielles

En 2008, Shaza M. Al-Massarany et al. ont publié la composition chimique de trois échantillons d'huiles essentielles (H.E.) extraites de notre plante par hydrodistillation, ainsi que leurs propriétés (voir partie thérapeutique). Tous présentaient un agréable et caractéristique arôme : un, extrait des parties aériennes séchées, un, des parties aériennes fraîches, et enfin, un autre tiré des sommités fleuries fraîches.

En annexe, je citerai leur tableau présentant la composition bien plus détaillée, tant qualitativement que quantitativement (en pourcentage), de ces trois huiles essentielles (tableau A). On y lira aussi la présence de cinq composés organiques volatiles qui représentaient 19% de l'extrait total des échantillons aériens frais, et 9.3% de celui des sommités fleuries fraîches. Ils n'ont pas pu être identifiés, car non isolés sous une forme pure.

Néanmoins, avec ses cent vingt-cinq composants identifiés dans les échantillons analysés, *Commiphora opobalsamum* est l'espèce la mieux étudiée de son genre au moment de cette étude.

Nous nous concentrerons sur les composants majoritaires, qui se sont révélés être surtout des sesquiterpénoïdes et, dans une moindre mesure, des monoterpénoïdes.

Les sesquiterpènes et sesquiterpénoïdes de squelette cadinane représentent une part très importante des composants de ces huiles essentielles (figure 17, tableau 13).

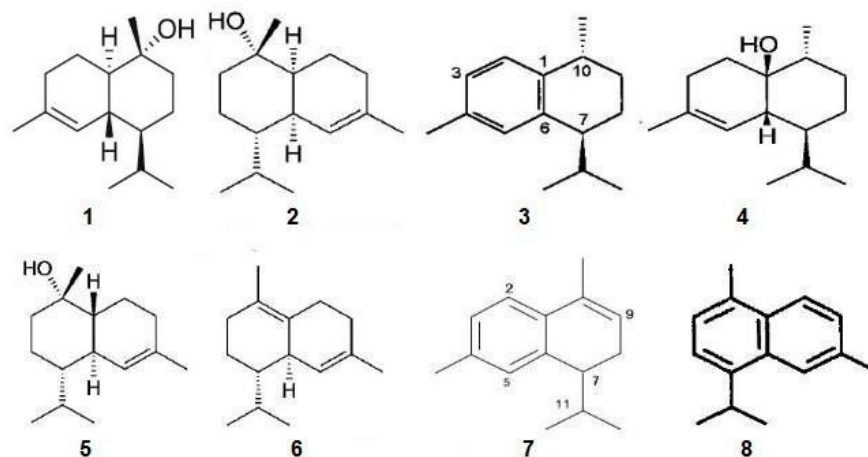


Figure 17 : Les cadinanes des huiles essentielles (Ou-Yang et al., 2011 ; Rasoarivelo et al., 2011 ; Weyerstahl et al., 1998 ; Rossi et al., 2011, et El-Seedi et al., 1994).

Tableau 13 : Identification des sesquiterpènes et sesquiterpénoïdes de squelette cadinane dans les huiles essentielles.

Numéro	Molécule
1	α -cadinol
2	<i>T</i> -muurolol
3	calaménène
4	1- <i>épi</i> -cubénol
5	<i>T</i> -cadinol
6	δ -cadinène
7	α -calacorène
8	cadalène

Les sesquiterpénoïdes de squelette eudesmane figurent aussi dans ces produits, notamment avec le β -eudesmol (figure 18).

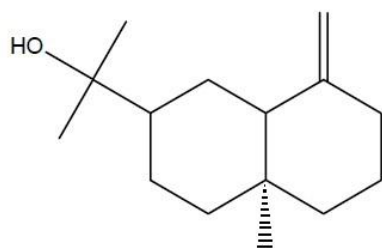


Figure 18 : Le β -eudesmol d'après Ben Marzoug et al., 2011.

Deux représentants du squelette aromadendrane sont présents en quantité importante dans les huiles essentielles : le viridiflorol et le spathuléol (figure 19).

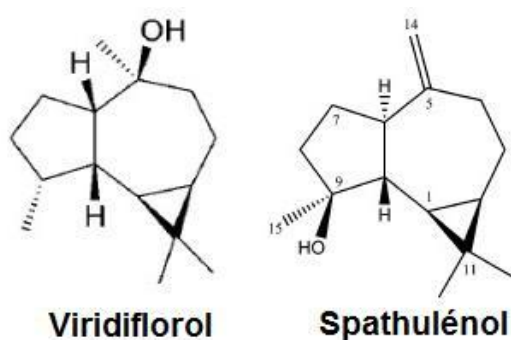


Figure 19 : Les aromadendranes dans les huiles essentielles (Rasoarivelo et al., 2011, et Cantrell et al., 2005).

On peut citer la présence de l'époxyde d'humulène (II) (figure 20).

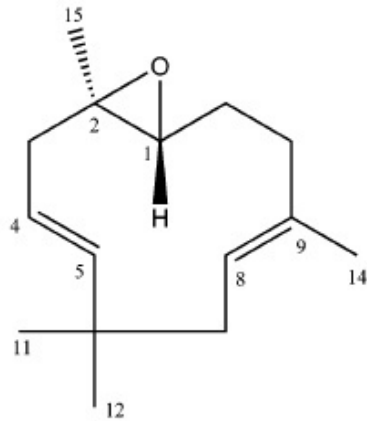


Figure 20 : L'époxyde d'humulène (II) d'après Cantrell et al., 2005.

Le terpinèn-4-ol et l' α -terpinéol représentent majoritairement les alcools monoterpéniques dans ces huiles essentielles (figure 21).

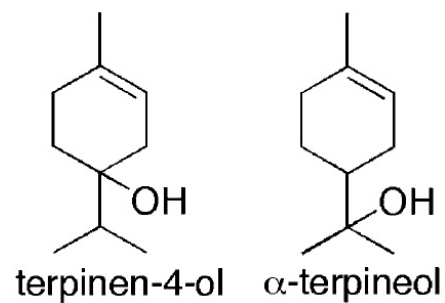


Figure 21 : Alcools monoterpéniques majoritaires dans les huiles essentielles (Picaud et al., 2006).

Les rendements en huiles essentielles sont variables d'une drogue à une autre (tableau 14), il en est de même pour les différentes molécules (tableau 15).

Tableau 14 : Rendement en huile essentielle en fonction de la drogue utilisée.

Drogue	Quantité initiale en gramme	Rendement volume/poids d'H.E. en pourcentage (%)	Aspect
Parties aériennes sèches	350	0.10	jaune sombre
Parties aériennes fraîches	63	0.13	incolore à jaune pâle
Sommités fleuries fraîches	570	0.17	incolore à jaune pâle

Tableau 15 : Rendement des différents composants majoritaires en fonction de l'huile essentielle originelle.

Terpènes	Rendement en pourcentage (%) dans l'huile essentielle considérée		
	Parties aériennes sèches ^a	Parties aériennes fraîches ^b	Sommités fleuries fraîches ^c
Squelette cadinane			
α -cadinol	10.1	/	/
<i>T</i> -muurolol	3.7	4.5	3.5
calaménène	3.5	/	/
1- <i>épi</i> -cubenol	2.6	2.9	2.6
<i>T</i> -cadinol	2.8	/	/
δ -cadinène	2.3	5	4.8
α -calacorène	2	9.4	3.8
cadalène	/	4.3	5.4
Squelette eudesmane			
β -eudesmol	3.9	/	/
Squelette aromadendrane			
spathuléol	5.8	/	/
viridiflorol	4.9	4.6	4.4
époxyde d'humulène (II)	2.1	/	/
Alcools monoterpéniques			
terpinèn-4-ol	/	8.5	9.8
α -terpinéol	/	/	3.4

^a72 molécules ont été détectées dans l'H.E. extraite des parties aériennes séchées, ce qui représente environ 69.5% de sa composition totale.

^b81 composants représentent 84.4% de la totalité des espèces moléculaires de l'H.E. de parties fraîches aériennes.

^cAl-Massarany et al. ont identifié 89 molécules soit environ 79.3% de la composition de cette H.E..

Nota bene : L'absence de valeur pour une molécule ne signifie pas nécessairement celle dans la composition, la valeur est seulement trop faible pour être mentionnée ici (voir Tableau A dans les annexes).

2- Thérapeutique

Nous avons vu précédemment, qu'historiquement, le baumier de la Mecque jouissait d'une réputation médicinale qui n'est pas sans rappeler celle d'une panacée. Des chercheurs ont exploré certaines des propriétés évoquées, ainsi que d'autres.

1) Les défenses de l'organisme en général

1- Dans les extraits de parties aériennes pulvérisées

L'équipe de Fawkeya A. Abbas et al. (2007) a testé trois extraits, différents selon l'étape d'extractions successives dont ils sont issus, et le solvant alors employé, mais provenant des mêmes parties aériennes de notre plante. Celui obtenu par l'acétate d'éthyle s'avéra posséder une activité modérée contre les bactéries *Staphylococcus aureus* (mécicillino-résistant ou non) et *Pseudomonas aeruginosa*, avec une CI_{50} de respectivement, 95, 75 et 150 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ (sur un ensemble de quatre souches bactériennes et cinq fongiques). En outre, il en a démontrée une aussi contre le *Plasmodium falciparum* chloroquino-résistant ou non (ceux issus de l'éther de pétrole et des fractions aqueuses se sont révélés moins actifs contre ce parasite [tableau 16]). Ceux obtenus avec l'éther de pétrole et le chloroforme ont mis en évidence une action inhibitrice de la cyclooxygénase de type 2 (COX-2, ce qui conforte un usage traditionnel contre les maux de tête), aux concentrations respectives de 5 et 10 $\mu\text{g/mL}$ (CI_{50}). Ce dernier résultat pourrait être dû aux constituants mineurs qui composent ces fractions. Plus précisément, des composants isolés, l'acide syringique a

montré une efficacité modérée en tant qu'anti-malarique, anti-candidosique, et anti-mycobactérien. Quant à la méarnsétine et à la quercétine, elles ont démontré une activité anti-oxydante comparable au trolox et à la vitamine C (ou acide ascorbique), ce que le triterpène friedeline montre aussi, mais sans atteindre cette comparaison. *A contrario*, ni le canophyllal, ni l'acide oléanonique, n'ont fait preuve d'une des activités biologiques citées ci-dessus.

Tableau 16 : Activité antipaludéenne de différentes fractions de *C. opobalsamum* et de l'acide syringique contre des souches chloroquino-sensible (D6) et résistante (W2) de *P. falciparum*, d'après Abbas et al., 2007.

Fraction	D6		W2	
	Cl ₅₀ ^a	IS ^b	Cl ₅₀	IS
Ether de pétrole	11.0	>9.1	6.9	>14.5
Acétate d'éthyle	0.75	>133	2.2	>45.5
Aqueuse	9.6	>10.4	12	>8.3
Acide syringique	3.5	>2.86	3.2	>3.12
Chloroquine	10.75 ng.mL ⁻¹	-	90 ng.mL ⁻¹	-
Artémisinine	9.0 ng.mL ⁻¹	-	10.5 ng.mL ⁻¹	-

^aLes valeurs de Cl₅₀ sont en µg.mL⁻¹ pour les échantillons.

^bIS, indice de sélectivité = Cl₅₀ pour les cellules VERO/ Cl₅₀ pour *Plasmodium* (les échantillons n'étaient pas cytotoxiques pour les cellules VERO à la concentration de 100 µg.mL⁻¹ pour les fractions, et de 10 µg.mL⁻¹ pour l'acide syringique).

On connaissait déjà des propriétés anti-inflammatoires au baumier, remarquées lors de l'expérience d'Al-Howiriny et al. (2004a). Provoquant un œdème à l'une des pattes de

rats par injection de carraghénane, et introduisant une boule de coton stérilisé dans la région de l'aîne, afin de provoquer un granulome, les chercheurs ont testé cette hypothèse. Un extrait alcoolique de parties aériennes séchées et pulvérisées (qui avaient macéré dans de l'éthanol à 96%), a été administré oralement aux rongeurs, à des doses de 250 et 500mg/kg de poids corporel. Il a supprimé l'œdème de la patte, et réduit la formation de masses granulomateuses (significativement seulement pour la concentration à 500mg/kg pour ce dernier point).

Les scientifiques ont aussi éprouvé l'activité analgésique. Ces deux mêmes dosages, administrés oralement à des souris à jeun, et une heure avant injection intra péritonéale de 0.2mL d'acide acétique à 3%, ont réduit significativement les torsions des animaux que provoquait la douleur de cette expérience. Et le plus haut dosage des deux a, tout aussi clairement, augmenté le temps de latence aux stimuli nociceptifs de souris immobilisées, sur lesquelles on avait concentré un faisceau lumineux au niveau du tiers distal de leur queue.

Une propriété antipyrétique a aussi été trouvée. Toujours en administrant oralement les concentrations citées ci-dessus, l'extrait de baumier a entraîné une diminution dose- et temps-dépendante de l'hyperthermie qu'avait provoquée chez des souris, une injection sous-cutanée de 20mL/kg d'une suspension aqueuse à 20% de levure de bière.

On remarque donc des propriétés anti-inflammatoire, analgésique et antipyrétique. L'équipe avait suggéré une activité de l'extrait dans la phase proliférative de l'inflammation. Ils ont aussi évoqué, pour ces trois effets, le rôle de l'huile volatile, de saponines, triterpènes et flavonoïdes, présents dans cette plante, et que l'on décrit comme possédant ces propriétés, en plus d'une anti-

oxydante (Al-Rehaily, 2001, et Al-Rehaily et al., 2002, in Al-Howiriny et al. 2004a). Cependant, il se peut que le potentiel diurétique (voir sous-partie « Effets sur le système uro-génital ») de l'extrait, contribue, au moins partiellement, à réduire l'inflammation.

2- Dans les exsudats résineux

Dans une publication de 2008, l'équipe de Tao Shen et al. a recherché une activité contre *Candida albicans* de molécules extraites des exsudats résineux. Toutes sont des sesquiterpénoïdes, sauf la dernière :

_2 α -méthoxy-6-oxogermacra-1(10),7(11)-dièn-8,12-olide.

_5 β -10 α -hydroxy-2 α -méthoxy-6-oxoguaia-7(11),8-dièn-8,12-olide.

_Furanocadina-1(10),6,8-triène-4-ol.

_(1*E*)-3-méthoxy-8,12-époxygermacra-1,7,10,11-tétraèn-6-one.

_rel-(1*S*,2*S*)-époxy-(4*R*)furanogermacr-10(15)-èn-6-one.

_6 α ,7 α -époxy-1 β -guai-10(14)-èn-4 α -ol.

_(1*R*,4*S*,5*R*)-guaia-6,10(14)-diène.

_L'acide cérotique.

Mais tous ces éléments se sont révélés inactifs sur ce champignon (concentration minimale inhibitrice, ou CMI, supérieure à 64 $\mu\text{g/mL}$) (Shen et al., 2008a).

3- Dans l'huile essentielle de parties aériennes fraîches

De l'huile essentielle extraite des parties aériennes fraîches, il est ressorti une activité anti-microbienne contre les micro-organismes suivants : *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Candida glabrata*, *Candida krusei*, *Cryptococcus neoformans* et *Mycobacterium*

intracellulare. Elle était néanmoins faible face aux quatre derniers cités, comparativement à celles observées avec l'amphotéricine B et la ciprofloxacine (tableau 17). Cependant, l'équipe de Shaza M. Al-Massarany et al. a affirmé avoir ainsi, peut-être, étayé partiellement un usage traditionnel des parties aériennes dans le traitement des plaies infectées ainsi que dans l'hygiène bucco-dentaire. Elle pense aussi qu'une nouvelle évaluation, avec un panel microbien élargi, est justifiée.

Tableau 17 : Comparaison des concentrations inhibitrices 50 (en $\mu\text{g/mL}$) de l'huile essentielle des parties aériennes fraîches de *C. opobalsamum*, de l'amphotéricine B et de la ciprofloxacine.

	Huile essentielle	Amphotéricine B	Ciprofloxacine
<i>C. glabrata</i>	80	0.15	/
<i>C. krusei</i>	90	0.70	/
<i>C. neoformans</i>	150	0.85	/
<i>M. intracellulare</i>	15	/	0.30

Nota bene : L'acide syringique, isolé de la plante pulvérisée, possède une faible activité antimicrobienne contre *C. glabrata* et *M. intracellulare* avec des valeurs de CI_{50} de respectivement, 10 et 15 $\mu\text{g/mL}$ (Abbas et al., 2007).

Mais encore, une faible activité anti-oxydante complète ses propriétés, mise en évidence lors d'un essai de piégeage des radicaux libres à l'aide du DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl). Ce résultat a été illustré par

une Cl_{50} de 892 $\mu\text{g/mL}$ pour l'huile essentielle contre 61 $\mu\text{g/mL}$ pour la silymarine.

Enfin, l'huile essentielle issue des parties aériennes fraîches n'a pas démontré d'activités anti-malarique ou anti-inflammatoire (Al-Massarany et al., 2008).

2) Cytotoxicité et antitumoral

1- Avec les molécules isolées

L'équipe de Tao Shen et al. a mis en évidence dans son article de 2007, un effet inhibiteur de l'expression du récepteur aux androgènes (qui sont impliqués dans le développement et la progression du cancer prostatique), dans les cellules LNCaP (*Lymph node carcinoma of the prostate*), du cycloartan-24-èn- $1\alpha,2\alpha,3\beta$ -triol, ainsi que de l'octadéc-1,2S,3S,4R-tétrol 1-O- α -L-rhamnopyranoside, avec une efficacité supérieure du triterpénoïde sur l'hétéroside alcoolique aliphatique. Mais ce dernier s'est révélé meilleur que le premier pour réduire l'activité transcriptionnelle du même récepteur. Ils sont tous deux doués d'une activité modérée antiproliférative contre les cellules prostatiques cancéreuses PC3 et, moins puissamment, contre celles LNCaP (tableau 18). Six sesquiterpénoïdes se sont révélés inactifs pour les mêmes essais antiprolifératifs :

_L'eudesman- $1\beta,5\alpha,11$ -triol.

_Le guaianediol.

_La myrrhone.

_Le dihydropyrocurzérénone.

_Le 2-méthoxy-5-acétoxy-furanogermacr-1(10)-èn-6-one.

_Le (1(10)*E*,2*R*,4*R*)-2-méthoxy-8,12-époxygermacra-1(10),7,11-trièn-6-one.

Tableau 18 : Cytotoxicité du cycloartan-24-èn-1 α ,2 α ,3 β -triol et de l'octadéc-1,2S,3S,4R-tétrol 1-O- α -L-rhamnopyranoside.

Composant	CI ₅₀ (μ M)	
	PC3	LNCaP
cycloartan-24-èn-1 α ,2 α ,3 β -triol	5.7	22.1
octadéc-1,2S,3S,4R-tétrol 1-O- α -L-rhamnopyranoside	7.1	23.6

Comme mentionné ci-dessus, l'équipe de Tao Shen et al. a évalué en 2008, par le test du MTT (bromure de 3-(4,5-diméthylthiazol-2-yl)-2,5-diphényl tétrazolium), la cytotoxicité des triterpénoïdes cycloartanes extraits de l'exsudat résineux de notre sujet.

Pour cela, ils ont mesuré la concentration inhibitrice 50 de ces différentes molécules face à deux lignées cellulaires tumorales prostatiques humaines : PC3 et DU145. Après une exposition de quarante-huit heures des cellules aux composants testés, et une incubation de deux heures après ajout du MTT, il s'est avéré que tous démontrent une activité cytotoxique modérée contre l'une et/ou l'autre de ces lignées, à l'exception du cycloartan-24-èn-1 α ,2 α ,3 α -triol et du cycloartan-24-èn-1 α ,3 β -diol (Tableau 19).

Tableau 19 : Cytotoxicité des neuf cycloartanes contre les lignées cellulaires cancéreuses prostatiques humaines, d'après Shen et al. en 2008.

Composant	Valeurs de CI ₅₀ (µM) ^a	
	PC3	DU145
cycloartan-24-èn-1α,2α,3α-triol	>50	>50
3β-acétoxycycloartan-24-èn-1α,2α-diol	15.4 ± 3.53	20.7 ± 1.70
1α-acétoxycycloartan-24-èn-2α,3β-diol	13.4 ± 0.78	>50
3β-isovaléroxyloxycycloartan-24-èn-1α,2α-diol	28.4 ± 2.40	>50
cycloartan-24-èn-1α,3β-diol	>50	>50
cycloartan-23E-èn-1α,2α,3β,25-tétrol	10.3 ± 0.33	34.7 ± 1.48
24R,25-époxyoxycycloartan-1α,2α,3β-triol et 24S,25-époxyoxycycloartan-1α,2α,3β-triol	13.8 ± 1.61	11.1 ± 1.06
cycloartan-24-èn-1α,2α,3β-triol	10.1 ± 1.50	37.2 ± 2.50

^aLes résultats sont des moyennes ± un écart-type de trois résultats indépendants.

Les flavonols méarnsétine et quercétine avaient aussi été testés comme cytotoxiques contre la lignée cellulaire HL-60. Mais ils n'avaient démontré aucun effet, de même que le triterpène friedeline (Abbas et al., 2007).

Dans un autre article, sept sesquiterpénoïdes choisis et l'acide cérotique, issus des exsudats résineux (voir paragraphe « Les défenses de l'organisme en général ») ont été éprouvés : il s'est avéré qu'ils étaient inactifs contre les cellules tumorales prostatiques PC3 et celles du carcinome colorectal humain, HT29 (CI₅₀ > 50µM) (Shen et al., 2008a).

Grâce au test du MTT, Yang Jun-Li et Shi Yan-Ping en 2012, ont testé la cytotoxicité de la plupart des nouveaux

métabolites secondaires qu'ils avaient découverts, et un déjà connu, vis-à-vis de cellules HeLa (cellules issues du cancer du col utérin d'Henrietta Lacks) et HepG2 (lignée humaine de carcinome hépatocellulaire). Ils avaient utilisé le cis-platine pour le contrôle positif (tableau 20).

Tableau 20 : Activité cytotoxique *in vitro* de différents cycloartanes et sesquiterpénoïdes, d'après Jun-Li et Yan-Ping en 2012.

Composant	Valeurs de CI_{50} (μM)	
	HeLa	HepG2
A = cycloartan-24-èn-1S,3R-diol	>50	>50
B = cycloartan-24-èn-1 α ,2 α ,3 β -triol-1,2-acétonide	>50	>50
C = 1 β ,8 β -époxy-2 α -méthoxy-6-oxogermacra-9(10),7(11)-dièn-8,12-olide	43.2	>50
D = 2 α -méthoxy-8 α -hydroxy-6-oxogermacra-1(10),7(11)-dièn-8,12-olide	>50	>50
E = guaia-4 β ,7 β ,10 α -trihydroxy-5-ène	15.4	8.7
F = commipholinone	38.9	35.6
G = 1 β ,4 β -époxy-eudesman-11-ol	>50	20.9
H = 11-hydroxy-4 α -méthoxy-sélinane	36.1	21.8
Cis-platine	11.9	3.26

De ce tableau, il en résulte que le composant **E**, soit le guaia-4 β ,7 β ,10 α -trihydroxy-5-ène, a la meilleure activité cytotoxique de toutes les molécules testées (le plus petit CI_{50}) par Yang Jun-Li et Shi Yan-Ping, et ce, sur les deux lignées cellulaires malignes. **A**, **B** et **D** sont inactifs contre elles deux ($CI_{50}>50\mu M$) quand **F** se révèle faible face à

elles. **G** et **H** montrent une activité modérée contre HepG2. Enfin, **C** et **H** agissent faiblement contre HeLa.

2- Dans l'huile essentielle de parties aériennes fraîches

L'huile essentielle extraite des parties aériennes fraîches possède une activité cytotoxique non sélective vis-à-vis de quatre lignées cellulaires tumorales : SK-MEL, KB, BT-549 et SK-OV3. Elle est, par contre, environ cinquante fois plus faible que celle de la doxorubicine (Tableau 21).

Tableau 21 : Cytotoxicité et activité anticancéreuse de l'huile essentielle extraite des parties aériennes fraîches de *C. opobalsamum* d'après Al-Massarany et al. en 2008.

Echantillons	Cellules cancéreuses				Cellules non cancéreuses	
	SK-MEL ¹	KB ²	BT-549 ³	SK-OV3 ⁴	VERO ⁵	LLC-PK1 ⁶
	CI ₅₀ (µg/mL)					
H.E.	97	70	48	82	90	57
Doxorubicine ⁷	1.7	1.5	1.1	1.7	>5	1.7

¹Mélanome humain malin.

²Carcinome épidermoïde oral humain.

³Carcinome canalaire humain du sein.

⁴Carcinome ovarien humain.

⁵Fibroblaste de rein simien.

⁶Cellule épithéliale de rein porcin.

⁷Contrôle positif.

1) Effets sur le système cardio-vasculaire

Abdul-Ghani et Amin (1997) ont testé une décoction préparée avec des fleurs et des feuilles séchées (ébullition

de vingt minutes à raison de cinq grammes de matière végétale pour cent millilitres d'eau distillée). Après filtration, lyophilisation, puis reconstitution du produit de cette précédente étape dans une solution saline, cette préparation a été injectée dans la veine fémorale de rats anesthésiés.

Il s'est avéré qu'à une concentration de 4mg/kg d'extrait aqueux, ils ont observé une réduction immédiate de 20% de la pression artérielle systémique (avec un risque inférieur à 1% de se tromper). L'effet et la durée étaient dose-dépendants. En outre, des concentrations de 4, 8 et 16mg/kg ont réduit, significativement et instantanément, les battements cardiaques de respectivement, 14, 29 et 38% (risque ici inférieur à 5%). Ce dernier phénomène n'était pas observé à des doses inférieures.

Le mécanisme d'action hypotensive est probablement dû à l'activation de récepteurs muscariniques cholinergiques, le sulfate d'atropine (en prétraitement et à raison d'au minimum 1mg/kg), inhibant l'effet de l'extrait (alors dosé à 8mg/kg), quand le bitartrate de L-adrénaline et le phosphate d'histamine ne voyaient pas leur réponse affectée pour leur système propre. Il expliquerait donc l'usage médicinal traditionnel arabe dans le traitement des maux de tête, de la rétention urinaire et de la constipation (Roweha, 1983, in Abdul-Ghani et Amin, 1997).

2) Effets sur le système digestif

1 – Niveau hépatique

En Arabie Saoudite, deux équipes du King Saud University (l'une d'obédience pharmaceutique, l'autre médicale), ont coopéré pour évaluer par voie orale, les propriétés préventives d'un extrait éthanolique de C.

opobalsamum, comme protecteur contre une hépatotoxicité aiguë et un allongement provoqué (par un barbiturique) du temps de sommeil, sur des rats et des souris de laboratoire (Al-Howiriny et al., 2004).

Ce dernier a été obtenu en laissant macérer 36 heures dans de l'éthanol à 96%, des parties aériennes de la plante, préalablement séchées et pulvérisées. Le solvant éliminé, le composé semi-solide brunâtre qui en a résulté, a été mis en solution dans de l'eau distillée pour l'administration aux rongeurs concernés.

Pour ces recherches, ils ont eu besoin de constituer au préalable, quatre groupes de six rats : un premier de contrôle, le deuxième n'ayant subi que l'injection intrapéritonéale d'un mélange à part égale de tétrachlorométhane et de paraffine liquide, pour abîmer chimiquement son foie (0.25ml de CCl₄ pour 100g de poids corporel), le troisième et le quatrième, en plus de l'administration de CCl₄, ayant avalé respectivement 250mg/kg et 500mg/kg de poids corporel d'extrait éthanolique de baumier (traitement commencé cinq jours avant la dégradation volontaire hépatique et poursuivi jusqu'à la fin de l'expérience). Quarante-huit heures après l'injection de CCl₄, les quatre groupes de rongeurs sont sacrifiés par anesthésie à l'éther pour les études ne concernant pas le temps d'endormissement. Pour ce dernier cas, quatre groupes de dix souris avaient été faits. Le premier groupe avait reçu 0.3mL de solution saline, qui était le vecteur. Les trois autres avaient subi la dégradation chimique hépatique de la même façon. Enfin, les deux derniers groupes avaient avalé de l'extrait éthanolique de baumier aux mêmes concentrations que ci-dessus. Une demi-heure après l'administration par voie orale de l'extrait, les scientifiques avaient injecté dans le

péritoine des trois derniers groupes, 50mg/kg de phénobarbital sodique.

Il ressortira de cette étude chez des rongeurs, que l'extrait alcoolique issu des parties aériennes du baumier de la Mecque possède un effet hépatoprotecteur significatif en diminuant les taux de transaminases sériques (transaminase glutamique-oxaloacétique [TGO] et transaminase glutamique-pyruvique [TGP]), des phosphatases alcalines (PAL) et de la bilirubine (*a contrario*, leur augmentation dans le sérum témoigne d'une hépatotoxicité). Ces résultats sont corroborés par l'histologie, montrant les dégâts hépatocellulaires causés par le tétrachlorométhane, et leurs atténuations par l'extrait de baumier (figure 22). Cet effet est aussi suggéré par la reconstitution du stock hépatique en sulfhydryles non-protéiques (NP-SH) par l'extrait, alors que la concentration était basse du fait du tétrachlorométhane (Tableau 22). Ce dernier point évoque donc une action anti-oxydante de notre plante. De plus, son usage en traitement préventif, à la concentration de 500mg/kg, a diminué significativement (de 18%) le temps d'endormissement dû à l'association des barbituriques avec un foie endommagé au CCl₄, des souris.

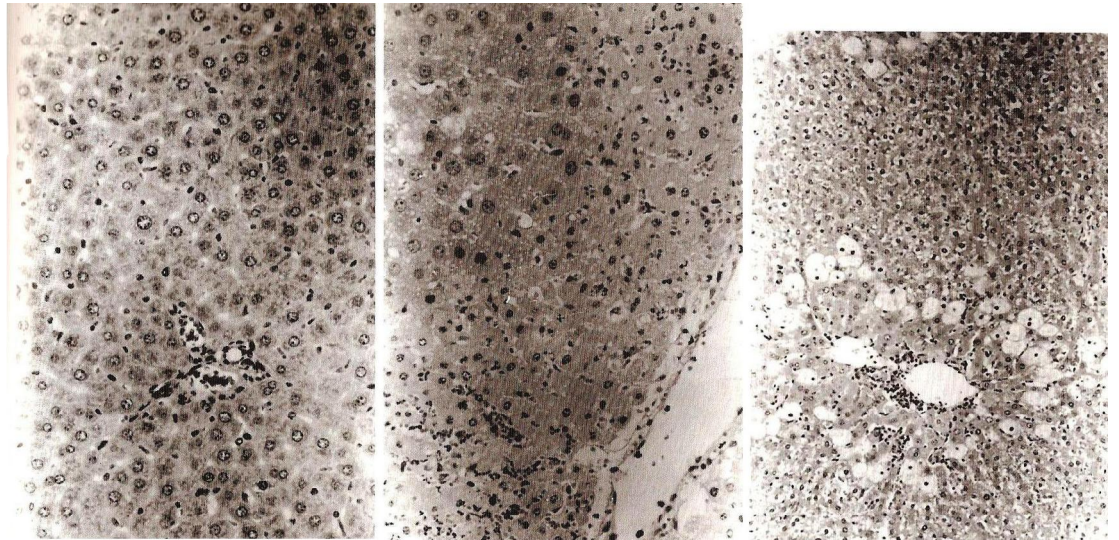


Figure 22 : Comparaison histologique entre des foies de rats sain (à gauche), exposé au CCl₄ seul (au milieu), et après traitement par 250mg/kg d'extrait (à droite), d'après 3 figures d'Al-Howiriny et al. en 2004.

Ces images sont au grossissement x200 et obtenues avec une coloration à l'hématoxyline et à l'éosine. L'espace portal du sujet témoin sain est entouré de cellules hépatiques normales (à gauche). Après une exposition au tétrachlorométhane seul, la veine centrale du lobule est encerclée par la nécrose confluyente de ces mêmes cellules. On y voit aussi la destruction du noyau et de son contenu, des hépatocytes (au centre). La nécrose décrite n'est pas évidente sur le foie traité par l'extrait, mais à la place, on observe un infiltrat inflammatoire et une ample stéatose hépatocellulaire au niveau de la zone péricentrale (à droite).

Tableau 22 : Effets d'un extrait éthanolique de baumier de la Mecque sur certaines enzymes, la bilirubine, et la concentration hépatique de groupements sulfhydryles non protéiques (NP-SH), chez des rats au foie endommagé par le tétrachlorométhane, d'après deux tableaux d'Al-Howiriny et al. en 2004.

Ttt (n=6)	Dose mg/kg	TGO mg/kg	TGP mg/dL	PAL mg/dL	Bilirubine mg%	NP-SH (moy. ± e.t.) mol/g de tissu
Contrôle	Sérum φ	151.00 ±9.76	91.4 ±3.94	399.16 ±46.60	0.72 ±0.025	1.62 ±0.13
CCl ₄	1.25mL/kg	592.25 ^{****a} ±49.35	474.41 ^{****a} ±35.67	729.65 ^{****a} ±33.65	1.69 ^{****a} ±0.12	0.95 ±0.04 ^{****a}
Extrait + CCl ₄	250	256.41 ^{***b} ±13.74	123.66 ^{***b} ±6.60	509.33 ^{***b} ±23.06	1.45 ±0.003	1.26 ±0.008 ^{**b}
Extrait + CCl ₄	500	200.08 ^{***b} ±30.80	115.58 ^{***b} ±9.99	489.00 ^{***b} ±24.55	1.06 ^{***b} ±0.03	1.50 ±0.07 ^{***b}

p<0.01 ; *p<0.001 Test t de Student ;

^aComparé au groupe contrôle sous sérum physiologique.

^bComparé au groupe CCl₄.

TGO = transaminase glutamique-oxaloacétique ; TGP = transaminase glutamique-pyruvique ; PAL = phosphatase alcaline ; Ttt = traitement ; NP-SH = sulfhydryles non-protéiques ; Sérum φ = Sérum physiologique ; moy. ± e.t. = moyenne ± erreur type.

L'équipe de recherche a avancé plusieurs hypothèses de mécanisme d'action hépatoprotectrice de l'extrait de baume, en lien avec celui de toxicité du CCl₄ (attaque radicalaire initiée par le système des cytochromes P-450 hépatiques) : l'inhibition de l'activité de ces protéines, la prévention de la peroxydation lipidique, la stabilisation de la membrane hépatocellulaire, et la promotion de

synthèses protéiques. Si elle ne savait pas exactement quels constituants chimiques de l'extrait avaient été responsables de ce résultat ici, elle évoquait la présence de flavonoïdes, saponines, d'huiles volatiles, de stérols et/ou de triterpènes qui eux, sont connus pour faire montre d'une activité anti-oxydante, protéger la cellule de divers dommages, et posséder des effets capteurs de radicaux libres (Vogel, 1977, et Kikuzaki et al., 2000, tous deux in Al-Howiriny et al., 2004).

2 – Niveau stomacal

Al-Howiriny et al. (2005) ont étudié des rats soumis à différents modèles d'ulcères gastriques aigus provoqués (agents nécrosants comme l'éthanol à haute concentration, la soude, ou le chlorure de sodium à 25% ; stress hypothermique ; ligature du pylore ; et usage d'indométhacine). Ces derniers se sont vus administrer, oralement ou intrapéritonéalement (cas de la ligature), un extrait éthanolique de parties aériennes pulvérisées de baumier (cinq cents grammes de plante pour trois litres d'éthanol à 96%). Ce dernier a été mis en suspension aqueuse avant administration, à des doses de 250 et 500mg/kg. On a observé, pour les deux concentrations et tous les modèles d'ulcère, des effets protecteurs dose-dépendants. L'extrait a atténué la réduction de mucus de la paroi gastrique (qui avait été induite par l'éthanol), et celle de la concentration de NP-SH (sachant que ce même alcool provoque des nécroses hémorragiques de la muqueuse gastrique par développement de radicaux libres et hyperoxydation lipidique [Puurunen et al., 1980, in Al-Howiriny et al., 2005]). En soutenant aussi bien des facteurs offensifs que défensifs (modèle du stress hypothermique), le prétraitement par l'extrait de baumier a

fourni une protection « complète » de la muqueuse gastrique des animaux sacrifiés. Les chercheurs ont constaté la préservation de l'architecture cellulaire fonctionnelle de ce dernier tissu, la diminution significative de ses dégâts (infligés par l'indométhacine) et l'inhibition totale des nécroses provoquées par l'éthanol. Cette préparation a, en outre, révélé une grande marge de sécurité (la dose létale tuant la moitié des animaux testés pour l'étude de toxicité aiguë, s'élevant à 4.75 grammes), et ce, sans effets indésirables apparents.

Dans les possibles mécanismes de protection de la muqueuse gastrique (pour ceux des rats qui ont reçus oralement l'extrait), il y a, peut-être pour partie, le renfort de la résistance de la barrière de mucus par une couche protectrice (ce peut être par la formation de complexes entre l'extrait et le dit mucus). Mais une activité anti-sécrétoire, et une action cytoprotectrice directe, ne sont pas des hypothèses exclues. Cette dernière se retrouve aussi dans la participation possible de NP-SH, en plus d'une autre anti-oxydante. Sans avoir étudié les principes actifs responsables de l'activité antiulcéreuse, les chercheurs ont évoqué les flavonoïdes en prévention (Parmar et Parmar, 1998 et Deshpande et al., 2003, in Al-Howiriny et al., 2005), ainsi que les saponines et huiles volatiles (Hiruma-Lima et al., 1999, et Guaraldo et al., 2001, et Al-Rehaily et al., 2002, in Al-Howiriny et al., 2005).

3) Effets sur le système uro-génital

L'huile essentielle issue des parties aériennes fraîches n'a pas démontré d'activité oestrogénique (Al-Massarany et al., 2008).

L'activité diurétique de l'extrait de baumier a aussi été testée par Al-Howiriny et al. (2004a). Dans les mêmes conditions de préparation de l'extrait que celles citées dans le paragraphe sur les défenses de l'organisme, on a administré ce dernier oralement à des rats enfermés dans des cages métaboliques, à des concentrations de 250 et 500mg/kg de poids corporel. Les chercheurs n'ont pas constaté de variation significative de l'excrétion d'ions Na^+ , K^+ et Ca^{2+} , ainsi que de créatinine, dans les urines, mais les deux dosages ont diminué le pH urinaire, et le plus élevé des deux, a, tout aussi clairement, provoqué une augmentation du volume de l'urine.

Testé sur la fonction rénale et provoquant une diurèse remarquable, sans affecter l'excrétion des ions cités ci-dessus, l'effet diurétique leur a donc semblé être dû à l'inhibition de la libération de l'ADH (vasopressine), ou au blocage de ses récepteurs rénaux.

CONCLUSION

Je vous ai donc présenté le Baumier de la Mecque. Cet arbuste se partage entre le Moyen-Orient et l'Afrique tropicale du nord-est. Il possède une histoire vieille comme la Bible, ainsi qu'une large réputation, tant en termes de capacités que de l'étendue géographique de sa renommée, qu'il n'a pas à envier à la myrrhe, le parent célèbre de son genre. En outre, l'analyse (non exhaustive !) de ses composants, a révélé que certains usages traditionnels, tels que, par exemple, l'asepsie des plaies, le traitement des maux de tête, ou de ceux de l'estomac, se justifiaient. Il a même été découvert un nouveau type de métabolite secondaire avec le commipholinone.

Fort de ces examens préliminaires, verra-t-on bientôt des études élucidant les principes actifs inconnus responsables de certains de ses effets et leurs mécanismes d'action ? Déboucheront-elles, après hémisynthèse ou non, et essais cliniques, sur des médicaments délivrables aux patients ?

ANNEXES

Tableau A : Composition des huiles essentielles de
Commiphora opobalsamum d'après Al-Massarany et al.
en 2008.

IRR ¹	Composant	Poudre séchée (%) ²	Parties aériennes fraîches (%) ²	Sommités fleuries fraîches (%) ²
1450	Oxyde de <i>trans</i> -linalol (furanoïde)	-	0.1	Tr ³
1466	α -cubébène	0.1	0.1	0.1
1483	4-nonanol	0.2	-	-
1496	3-nonanol	0.3	-	-
1497	α -copaène	Tr	0.5	0.5
1521	2-nonanol	0.2	-	-
1528	α -bourbonène	-	Tr	-
1535	β -bourbonène	0.2	Tr	0.2
1541	Benzaldéhyde	-	0.1	Tr

IRR ¹	Composant	Poudre séchée (%) ²	Parties aériennes fraîches (%) ²	Sommités fleuries fraîches (%) ²
1544	<i>α</i> -gurjunène	-	-	0.1
1549	<i>β</i> -cubébène	-	-	0.1
1553	Linalool	0.1	0.4	0.8
1562	Octanol	0.1	0.1	
1571	<i>Trans-p</i> -menth-2-èn-1-ol	-	0.3	0.4
1583	Terpinèn-1-ol	-	0.1	
1594	<i>Trans-b</i> -bergamotène	-	0.1	0.1
1600	<i>β</i> -élémente	0.2	0.2	0.2
1602	6-méthyl-3,5-heptadièn-2-one	-	0.1	-
1611	Terpinèn-4-ol	0.5	8.5	9.8
1612	<i>β</i> -caryophyllène	-	Tr	0.1

IRR ¹	Composant	Poudre séchée (%) ²	Parties aériennes fraîches (%) ²	Sommités fleuries fraîches (%) ²
1638	<i>Cis-p</i> -menth-2-èn-1-ol	-	0.3	0.5
1651	Sabinacétone	-	0.2	-
1657	Umbellulone	-	0.2	-
1659	γ -gurjunène	-	0.1	-
1662	Hexanoate de (Z)-3-hexényle	-	-	0.2
1664	Nonanol	0.2	0.1	0.1
1677	<i>Epi</i> -zonarène	Tr	0.1	-
1682	δ -terpinéol	0.1	-	-
1687	α -humulène	0.1	0.1	0.1
1688	Sélina-4,11-diène ⁴	0.1	-	-
1689	<i>Trans</i> -pipéritol ⁵	-	-	0.1

IRR ¹	Composant	Poudre séchée (%) ²	Parties aériennes fraîches (%) ²	Sommités fleuries fraîches (%) ²
1690	Cryptone	-	0.2	-
1700	<i>p</i> -mentha-1,8-diène-4-ol ⁶	-	-	0.3
1704	γ -muurolène	0.4	0.2	-
1706	α -terpinéol	0.5	1.6	3.4
1708	Lédène	-	0.3	-
1726	Germacrène D	0.2	-	0.4
1740	α -muurolène	1.0	1.1	1.2
1742	β -sélinène	-	0.3	-
1744	α -sélinène	0.1	-	-
1744	Phellandral	0.2	0.1	-
1748	Pipéritone	-	0.2	0.1

IRR ¹	Composant	Poudre séchée (%) ²	Parties aériennes fraîches (%) ²	Sommités fleuries fraîches (%) ²
1758	<i>Cis</i> -pipéritol	-	0.2	0.3
1758	(<i>E,E</i>)- α -farnesène	-	-	Tr
1762	Acide pentanoïque	0.1	-	-
1773	δ -cadinène	2.3	5.0	4.8
1776	γ -cadinène	0.5	0.4	0.3
1785	7- <i>épi</i> - α -sélinène	-	0.1	-
1786	<i>ar</i> -curcumène	-	0.1	-
1799	Cadina-1,4-diène (=cubénène)	0.3	0.4	-
1802	Aldéhyde cuminique	0.1	0.1	0.1
1808	Nérol	-	-	0.1
1810	Guaia-3,7-diène	0.2	0.1	0.2

IRR ¹	Composant	Poudre séchée (%) ²	Parties aériennes fraîches (%) ²	Sommités fleuries fraîches (%) ²
1814	<i>p</i> -mentha-1,5-dièn-7-ol	-	0.3	0.4
1827	(<i>E,E</i>)-2,4-décadiénal	0.4	-	-
1849	Calaménène	3.5	0.9	0.6
1857	Géraniol	-	0.3	0.7
1864	<i>p</i> -cymèn-8-ol	0.1	2.6	1.8
1870	Acide hexanoïque	0.5	-	Tr
1875	<i>Trans</i> -2-hydroxy-1,8-cinéole	-	0.3	-
1878	Guaiacol	0.2	0.1	Tr
1898	1,11-oxidocalaménène	0.2	Tr	-
1900	<i>Epi</i> -cubébol	-	-	0.2
1918	β -calacorène	0.1	0.1	-

IRR ¹	Composant	Poudre séchée (%) ²	Parties aériennes fraîches (%) ²	Sommités fleuries fraîches (%) ²
1937	Phényléthanol	0.2	0.1	0.2
1941	α -calacorène	2.0	9.4	3.8
1945	1,5-époxy-salvial-(4)14-ène	0.3	-	-
1949	Pipériténone	-	-	0.3
1953	Palustrol	0.3	-	-
1957	Cubébol	0.2	-	0.2
1981	Acide heptanoïque	1.1	0.1	0.3
1984	γ -calacorène	0.4	0.3	0.5
1992	acide (<i>E</i>)-2-hexénoïque	-	-	0.1
2008	Oxyde de caryophyllène	1.2	-	-
2029	Alcool périllique	0.3	-	-

IRR ¹	Composant	Poudre séchée (%) ²	Parties aériennes fraîches (%) ²	Sommités fleuries fraîches (%) ²
2037	Salvial-4(14)-èn-1-one	0.6	0.1	-
2041	Pentadécanal	-		0.6
2050	(E)-nérolidol	-	0.1	Tr
2051	Gleenol	0.5	0.5	0.6
2057	Lédol	Tr	-	0.1
2065	γ-nonalactone	0.3	-	-
2071	Epoxyde d'humulène (II)	2.1	-	-
2073	<i>p</i> -mentha-1,4-dièn-7-ol	-	0.3	0.2
2080	Cubénol	-	0.7	0.7
2084	Acide octanoïque	0.9	-	-
2088	1-épi-cubénol	2.6	2.9	2.6

IRR ¹	Composant	Poudre séchée (%) ²	Parties aériennes fraîches (%) ²	Sommités fleuries fraîches (%) ²
2095	Benzoate d'hexyle	-	-	0.6
2098	Globulol	0.6	-	0.1
2104	Viridiflorol	4.9	4.6	4.4
2113	Alcool cuminique	0.4	0.5	0.5
2131	6,10,14-triméthylpentadéc-2-one (<i>hexahydrofarnesyl acetone</i>)	-	-	0.3
2144	Spathuléol	5.8	1.7	1.8
2148	Benzoate de (Z)-3-hexèn-1-yle	-	-	0.8
2170	Benzoate de (E)-2-hexèn-1-yle	-	-	1.4
2179	Tétradécanol	-	-	0.4
2186	Eugéol	0.7	0.4	0.5
2187	<i>T</i> -cadinol	2.8	1.5	1.5

IRR ¹	Composant	Poudre séchée (%) ²	Parties aériennes fraîches (%) ²	Sommités fleuries fraîches (%) ²
2192	Acide nonanoïque	1.5	0.1	0.3
2209	<i>T</i> -muurolol	3.7	4.5	3.5
2209	Cembrène	-	0.3	-
2219	δ -cadinol (= alpha-muurolol)	1.7	0.5	0.7
2219	<i>Dimyrcene II-a</i>	Tr	-	Tr
2226	Hexadécanoate de méthyle ⁷	0.2	-	0.3
2228	Pogostol	1.4	0.9	1.1
2239	Carvacrol	-	0.7	0.8
2250	α -eudesmol	1.2	0.8	0.8
2255	α -cadinol	10.1		
2256	Cadalène	-	4.3	5.4

IRR ¹	Composant	Poudre séchée (%) ²	Parties aériennes fraîches (%) ²	Sommités fleuries fraîches (%) ²
2257	β -eudesmol	3.9		
2273	Sélin-11-èn-4 α -ol	0.5	-	0.6
2278	Néocembrène A	-	0.5	0.7
2298	Acide décanoïque	0.6	0.4	0.6
2369	(2E,6E)-farnésol	-	0.1	0.8
2369	Eudesma-4(8),7-dièn-4 β -ol	1.5	0.4	0.5
2389	Caryophylla-2(12),6-dièn-5 α -ol ⁸	0.5	-	-
2392	Vertisilla-4(20),7,11-triène	-	0.7	0.7
2418	COV-1 ⁹	-	4.2	1.5
2419	4-isopropyl-6-méthyl-1,2,3,4-tétrahydronaphtalèn-1-one	0.8	Tr	Tr
2438	COV-2	-	3.6	1.8

IRR ¹	Composant	Poudre séchée (%) ²	Parties aériennes fraîches (%) ²	Sommités fleuries fraîches (%) ²
2500	Pentacosane	-	-	0.5
2503	Acide dodécanoïque	0.2	0.4	0.1
2600	Hexacosane	-	-	0.3
2622	Phytol	-	0.1	0.3
2670	Acide tétradécanoïque ¹⁰	-	-	0.1
2700	Heptacosane	-	-	0.4
2724	COV-3	-	7.1	3.1
2822	Acide pentadécanoïque	-	0.2	-
2921	COV-4	-	2.8	2.4
2931	Acide hexadécanoïque	0.2	0.6	0.7
2946	COV-5	-	1.3	0.5

IRR ¹	Composant	Poudre séchée (%) ²	Parties aériennes fraîches (%) ²	Sommités fleuries fraîches (%) ²
	Total	69.5	84.4	79.3

¹IRR = indice relatif de rétention calculé par rapport aux n-alcanes.

²% calculé depuis les données du détecteur à ionisation de flamme.

³Trace (<0.1%).

⁴4,11-Eudesmadiène.

⁵*Trans-p*-menth-1-èn-3-ol.

⁶Limonène-4-ol.

⁷Palmitate de méthyle.

⁸Caryophyllénol I.

⁹COV (Composants Organiques Volatiles), depuis le numéro 1 jusqu'au numéro 5, sont des constituants inconnus.

¹⁰Acide myristique.

BIBLIOGRAPHIE

Abbas Fawkeya A., Al-Massarany Shaza M., Khan Shabana, Al-Howiriny Tawfeq A., Mossa Jaber S. et Abourashed Ehab A. (2007) : Phytochemical and Biological Studies on Saudi *Commiphora opobalsamum* L., Natural Product Research, 21, 383-391.

Abdul-Ghani A.-S. et Amin R. (1997) : Effect of aqueous extract of *Commiphora opobalsamum* on blood pressure and heart rate in rats, Journal of Ethnopharmacology, 57, 219-222.

Al-Howiriny T.A., Al-Sohaibani M.O., Al-Said M.S., Al-Yahya M.A., El-Tahir K.H. et Rafatullah S. (2004) : Hepatoprotective properties of *Commiphora opobalsamum* ("Balessan"), a traditional medicinal plant of Saudi Arabia, Drugs under experimental and clinical research, 30, 213-220.

Al-Howiriny Tawfeq, Al-Sohaibani Mohammed, Al-Said Mansour, Al-Yahya Mohammed, El-Tahir Kamal et Rafatullah Syed (2005) : Effect of *Commiphora opobalsamum* (L.) Engl. (Balessan) on experimental gastric ulcers and secretion in rats, Journal of Ethnopharmacology, 98, 287-294.

Al-Howiriny Tawfeq A., Al-Yahya Mohammed A., Al-Said Mansour S., El-Tahir Kamal E.H. et Rafatullah Syed (2004a) : Studies on the Pharmacological Activities of an Ethanol Extract of Balessan (*Commiphora opobalsamum*), Pakistan Journal of Biological Sciences, 7(11), 1933-1936.

Al-Massarany Shaza M., Abbas Fawkeya A., Demirci Betul, Baser Kemal H. C., Khan Shabana I., Al-Rehaily Adnan J., Mossa Jaber S. et Abourashed Ehab A. (2008) : Chemical Composition and Biological Evaluation of the Essential Oil of *Commiphora opobalsamum* L., Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants, 13:4, 111-121.

Amiel Eitan, Ofir Rivka, Dudai Nativ, Soloway Elaine, Rabinski Tatiana et Rachmilevitch Shimon (2012) : β -Caryophyllene, a Compound Isolated from the Biblical Balm of Gilead (*Commiphora gileadensis*), is a Selective Apoptosis Inducer for Tumor Cell Lines, Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, Volume 2012, Article ID 872394, 8 pages.

Angiosperm Phylogeny Website, version 12, site visité le 2 février 2013 sur <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/welcome.html>

Ben Marzoug Hajer Naceur, Romdhane Mehrez, Lebrihi Ahmed, Mathieu Florence, Couderc François, Abderraba Manef, Khouja Mohamed Larbi et Bouajila Jalloul (2011) : *Eucalyptus oleosa* Essential Oils : Chemical Composition and Antimicrobial and Antioxidant Activities of the Oils from Different Plant Parts (Stem, Leaves, Flowers and Fruits, Molecules, 16, 1695-1709.

Bouillard, Bernard (2001). *Plantes Médicinales du monde : réalités & croyances*. Paris : Editions ESTEM, 7 rue Jacquemont, 636 pages.

Cantrell C. L., Klun J. A., Bryson C. T., Kobaisy M. et Duke S. O. (2005) : Isolation and Identification of Mosquito Bite Deterrent Terpenoids from Leaves of American (*Callicarpa americana*) and Japanese (*Callicarpa japonica*) Beautyberry, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53, 5948-5953.

CJB, Conservatoire et Jardin Botaniques ville de Genève, site visité le 24 janvier 2013 sur <http://www.ville-ge.ch/cjb/>

Commission Européenne. Décision de la Commission du 9 février 2006 modifiant la décision 96/335/CE portant établissement d'un inventaire et d'une nomenclature commune des ingrédients employés dans les produits cosmétiques (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) (2006/257/CE). Journal Officiel, n°L 97, 5 avril 2006, 1-528.

Cunningham Peter Low et Wronski Torsten (2011) : Twenty years of monitoring of the Vulnerable Farasan gazelle *Gazella gazella farasani* on the Farasan Islands, Saudi Arabia : an overview, Fauna & Flora international, Oryx, 45:1, 50-55.

De Lens, A.-J. ; **Mérat**, F.-J. (1837). *Dictionnaire Universel de matière médicale, et de thérapeutique générale*, tome premier. Bruxelles : Société belge de librairie, etc. Hauman, Cattoir et comp°, 483 p.

Duplessy, F.S. (1802). *Des Végétaux résineux, tant indigènes qu'exotiques ou description complète des arbres, arbrisseaux, arbustes et plantes qui produisent des résines*, tome second. Paris : Chez Delalain, fils, libraire, quai des Augustins, n°38, 437 p.

El-Seedi Hesham, Ghia Felipe et Torssell Kurt B. G. (1994) : Cadinane sesquiterpenes from *Siparuna macrotepala*, *Phytochemistry*, 35:6, 1495-1497.

Guibourt, N.-J.-B.-G. (1876). *Histoire naturelle des drogues simples ou cours d'histoire naturelle*, tome troisième, septième édition corrigée et augmentée par G. Planchon. Paris : Librairie J.-B. Baillière et fils, rue Hautefeuille, 19, près du boulevard St-Germain, pp. 507-508.

ITIS, Integrated Taxonomic Information System, site visité le 24 janvier 2013 sur <http://www.itis.gov/index.html>

Jarić Snežana, Mitrović Miroslava, Djurdjević Lola, Kostić Olga, Gajić Gordana, Pavlović Dragana et Pavlović Pavle (2011) : Phytotherapy in medieval Serbian medicine according to the pharmacological manuscripts of the Chilandar Medical Codex (15-16th centuries), *Journal of Ethnopharmacology*, 137, 601-619.

Jourdan, A.-J.-L. (1828). *Pharmacopée universelle, ou conspectus des pharmacopées... des dispensaires... des pharmacopées militaires... des formulaires et pharmacopées*, tome premier. Paris : J.-B. Baillière, libraire de l'académie royale de médecine, rue de l'école de médecine, n°13 bis, 746 p.

JSTOR Plant Science, site visité le 25 janvier 2013 sur <http://plants.jstor.org/>

Jun-Li Yang et Yan-Ping Shi (2012) : Cycloartane-type triterpenoids and sesquiterpenoids from the resinous exudates of *Commiphora opobalsamum*, *Phytochemistry*, 76, 124-132.

Kreuter Alexander, Tigges Christian, Gaifullina Renata, Kirschke Julia, Altmeyer Peter et Gambichler Thilo (2009) : Pulsed High-Dose Corticosteroids Combined with Low-Dose Methotrexate Treatment in Patients With Refractory Generalized Extragenital Lichen Sclerosus, *Archives of Dermatology*, 145:11, 1303-1308.

La Sainte Bible ou L'Ancien et le Nouveau Testament, Version Synodale, Paris : 58, rue de Clichy, 1936.

Lev Efraim (2002) : Reconstructed *materia medica* of the Medieval and Ottoman al-Sham, *Journal of Ethnopharmacology*, 80, 167-179.

Mazzio Elizabeth A. et Soliman Karam F. A., (2009) : *In Vitro* Screening for the Tumoricidal Properties of International Medicinal Herbs, *Phytotherapy Research*, 23, 385-398.

Meybeck Alain et Zanvit Alain, U.S. Patent 20040166178, 2004.

Ou-Yang Dan-Wei, Wu Liang, Li Yong-Li, Yang Pei-Ming, Kong De-Yun, Yang Xian-Wen et Zhang Wei-Dong (2011) : Miscellaneous terpenoid constituents of *Abies nephrolepis* and their moderate cytotoxic activities, *Phytochemistry*, 72, 2197-2204.

Perrot, Emile (1943). *Matières Premières usuelles du règne végétal : thérapeutique-hygiène-industrie*, tome second. Paris : Masson et Compagnie, Editeurs, Libraires de l'Académie de Médecine, 120, boulevard Saint-Germain, 2344 p.

Picaud Sarah, Mercke Per, He Xiaofei, Sterner Olov, Brodelius Maria, Cane David E. et Brodelius Peter E. (2006) : Amorpha 4,11-diene synthase : Mechanism and stereochemistry of the enzymatic cyclization of farnesyl diphosphate, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 448, 150-155.

Rasoarivelo Sylvia Tiana Ralambonirina, Grougnet Raphaël, Vérité Philippe, Lecsö Marylin, Butel Marie-José, Tillequin François, Guillou Christiane Rakotobe et Deguin Brigitte (2011) : Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oils of *Anthospermum emirnense* and *Anthospermum perrieri* (Rubiaceae), *Chemistry and Biodiversity*, 8, 145-154.

Richard, Achille (1823). *Botanique Médicale, ou histoire naturelle et médicale des médicaments, des poisons et des aliments tirés du règne végétal*, deuxième partie. Paris : Chez Béchet Jeune, libraire de l'académie royale de médecine, place de l'Ecole de Médecine, n°4, 821 p.

Riddle John M. (2004) : Kidney and urinary therapeutics in early medieval monastic medicine, *Journal of Nephrology*, 17:2, 324-328.

Rossi Damiano, Guerrini Alessandra, Maietti Silvia, Bruni Renato, Paganetto Guglielmo, Poli Ferruccio, Scalvenzi Laura, Radice Matteo, Saro Katia et Sacchetti Gianni (2011) : Chemical fingerprinting and bioactivity of Amazonian Ecuador *Croton lechleri* Müll. Arg. (Euphorbiaceae) stem bark essential oil: A new functional food ingredient ?, *Food Chemistry*, 126, 837-848.

Shen Tao, Yuan Hui-Qing, Wan When-Zhu, Wang Xiao-Ling, Wang Xiao-Ning, Ji Mei et Lou Hong-Xiang (2008) : Cycloartane-type triterpenoids from the resinous exudates of *Commiphora opobalsamum*, *Journal of natural products*, 71, 81-86.

Shen Tao, Wan Wenzhu, Yuan Huiqing, Kong Feng, Guo Huaifang, Fan Peihong et Lou Hongxiang (2007) : Secondary metabolites from *Commiphora opobalsamum* and their antiproliferative effect on human prostate cancer cells, *Phytochemistry*, 68, 1331-1337.

Shen Tao, Wan Wen-Zhu, Wang Xiao-Ning, Sun Ling-Mei, Yuan Hui-Qing, Wang Xiao-Ling, Ji Mei et Lou Hong-Xiang (2008a) : Sesquiterpenoids from the Resinous Exudates of *Commiphora opobalsamum* (Burseraceae), *Helvetica Chimica Acta*, 91, 881-887.

Sigma-Aldrich, site visité le 20 mars 2013 sur <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/fluka/74607?lang=fr®ion=FR>

The Plant List, site visité le 25 janvier 2013 sur <http://www.theplantlist.org/>

Tropicos, site visité le 5 novembre 2012 sur <http://www.tropicos.org/>

United States Department of Agriculture Agricultural Research Service, site visité le 25 février 2013 sur <http://www.ars-grin.gov/duke/syllabus/module12.htm>

United States Patent and Trademark Office, site visité le 2 octobre 2011 sur <http://appft1.uspto.gov>

Weyerstahl Peter, Marschall Helga, Thefeld Katrin et Subba Gyan C. (1998) : Constituents of the essential oil from the rhizomes of *Hedychium gardnerianum* Roscoe, Flavour and Fragrance Journal, 13, 377-388.

Winbow, Clive (2010, 2 août). "Sukuf-Commiphora gileadensis". *Oman Today*, dans Factiva [base de données], sur le site Factiva. Consulté le 25 février 2013. <https://global-factiva-com.frodon.univ-paris5.fr/sb/default.aspx?lnep=hp> (accès réservé aux abonnés)

RESUME : Le Baumier de la Mecque est une très vieille plante. Elle tient parfois de la panacée inestimable, quand on se penche sur ses histoires locale et étrangère. Actuellement, elle semble se faire beaucoup plus discrète en Europe, ce qui n'est pas le cas auprès des chercheurs, principalement en Asie dans cette thèse. Ils la sortent de son écrin de mystère, pour lui soutirer quelques vérités chimiques et thérapeutiques, qui pourraient engendrer, les médicaments de demain.

DISCIPLINE : Pharmacognosie

MOTS-CLEFS : Baume de la Mecque, *Commiphora opobalsamum*, *Commiphora gileadensis*, *Burseraceae*

ADRESSE DE L'AUTEUR :

Malapert Anne-Sophie
102 rue Adolphe Guyot
Chez Mr LAURENT René, Appartement 710
92270 Bois-Colombes