



Etude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne

Gilles Figueredo

► To cite this version:

Gilles Figueredo. Etude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne. Chimie organique. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, 2007. Français. <NNT : 2007CLF21732>. <tel-00717749>

HAL Id: tel-00717749

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00717749>

Submitted on 13 Jul 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ BLAISE PASCAL

(U.F.R. Sciences et technologie)

ÉCOLE DOCTORALE DES SCIENCES FONDAMENTALES

N° 525

THÈSE

présentée pour obtenir le grade de

DOCTEUR D'UNIVERSITÉ

(Spécialité : Chimie organique)

Par

Gilles FIGUEREDO

Ingénieur CNAM option Chimie Organique

Étude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne

Soutenue publiquement le 20 février 2007, devant la commission d'examen

Président : M. Yves TROIN, Professeur à l'E.N.S.C. de Clermont -Ferrand

Rapporteurs : Mme Chantal MENUT, Professeur à l'E.N.S.C. de Montpellier

M. André-Paul CARNAT, Maître de Conférences à l'Université d'Auvergne

Examineurs M Jean-Claude CHALCHAT, Maître de Conférences à l'Université Blaise Pascal

M. Raymond-Philippe GARRY, Professeur à l'I.U.F.M. de Clermont-Ferrand

M. Bernard PASQUIER, Directeur du C.N.P.M.A.I. Milly-la-Forêt

Invité M. Jean-Marie BESSIÈRE, Professeur à l'E.N.S.C. de Montpellier

à Martine

REMERCIEMENTS

Ce travail a été effectué sous la direction de Monsieur Jean-Claude CHALCHAT au sein de l'équipe de recherche du Laboratoire de Chimie des Hétérocycles et des Glucides dirigé par Monsieur Yves TROIN, Professeur à l'E.N.S.C. de Clermont-Ferrand.

J'exprime mes remerciements et une vive reconnaissance à Monsieur Jean-Claude CHALCHAT qui a initié ce travail et qui m'a conseillé, encouragé et soutenu scientifiquement tout au long de ces quatre années.

À Monsieur Yves TROIN qui m'a accueilli au sein de son laboratoire et pour avoir accepté la présidence du jury de thèse, j'exprime ma plus grande gratitude

Mes remerciements s'associent de la même manière à Monsieur André Paul CARNAT, Maître de Conférences à l'Université d'Auvergne ainsi que Madame Chantal MENUT, Professeur à l'E.N.S.C de Montpellier qui m'ont fait l'honneur de juger mon travail et d'en être les rapporteurs.

Je remercie vivement Monsieur Bernard PASQUIER, Directeur du C.N.P.M.A.I. à Milly-la-Forêt pour nous avoir fourni l'ensemble des huiles essentielles et les données botaniques du Genre *Origanum*.

Je tiens également à remercier Monsieur Raymond-Philippe GARRY, Professeur à l'I.U.F.M. de Clermont-Ferrand et M. Jean-Marie BESSIERE Professeur à l'E.N.S.C de Montpellier pour avoir accepté d'examiner ce travail.

J'exprime mes plus vifs et sincères remerciements à Madame Andrée CARNAT qui a su me faire partager toutes ses connaissances, mais aussi pour sa patience et le temps qu'elle a su consacrer à la finalité de mon travail.

Je remercie Monsieur SCHOEFFERT du C.F.P.P.A. de Nyons pour nous avoir procuré les échantillons de *O. grosii*.

Enfin je tiens à remercier le personnel du Service d'Imprimerie de l'Université Blaise Pascal qui a contribué à l'impression et à la mise en forme finale.

SOMMAIRE

SOMMAIRE	1
INTRODUCTION	4
CHAPITRE 1 : Généralités sur les matières odorantes	7
1.1. - Historique	7
1.2. - Différents procédés d'obtention de matières parfumées	9
1.2.1. - La digestion	9
1.2.2. - L'enfleurage	10
1.2.3. - Extraction par solvants volatils	10
1.2.3.1. - L'alcool éthylique	10
1.2.3.2. - L'éther éthylique	11
1.2.3.3. - D'autres solvants	12
1.3. - Généralités sur les épices	12
1.4. - Huiles essentielles	14
1.4.1. - Définition	14
1.4.1.1. - Concrète	16
1.4.1.2. - Pommade florale	16
1.4.1.3. - Résinoïde	16
1.4.1.4. - Absolue	17
1.4.2. - Répartition, localisation	17
1.4.3. - Rôle des huiles essentielles dans la plante	18
1.4.4. - Obtention des huiles essentielles	19
1.4.4.1. - Par expression des épicarpes de Citrus	19
1.4.4.2. - Par distillation en présence d'eau	20
1.4.4.3. - Par extraction aux gaz supercritiques	20
1.4.5. - Facteurs de variabilité	22
1.4.5.1. - Diversité selon l'organe végétal	22
1.4.5.2. - Influence de la période de récolte, du climat et du sol	22
1.4.5.3. - Influence des différents paramètres sur la qualité des huiles essentielles	22
1.4.5.4. - Existence de variétés chimiques ou chémotypes	25
1.4.6. - Utilisation des huiles essentielles en aromathérapie	25
1.4.7. - Méthodes d'identification des composés	26
1.4.7.1. - La chromatographie en phase gazeuse	26
1.4.7.2. - Indice de rétention	27
1.4.8. - Dégradation	29
CHAPITRE 2 : Biosynthèse des constituants volatils et odorants	30
2.1. - Les terpènes et terpénoïdes	30
2.1.1. - Formation du motif isoprénique	31
2.1.2. - Condensation des motifs isopréniques	32
2.1.3. - Transformations secondaires	34
2.1.4. - Biosynthèse des monoterpènes cycliques	35

2.2. - Les sesquiterpènes	37
2.2.1. - Les sesquiterpènes acycliques	37
2.2.2. - Les sesquiterpènes cycliques.....	38
2.3. - Les diterpènes	39
2.4. - Les triterpènes	40
2.5. - Nouvelles voies	42
2.6. - Biosynthèse des dérivés du phénylpropane	43
2.7. - Biosynthèse du thymol et du carvacrol.....	45
CHAPITRE 3 : Caractères botaniques et répartition du genre <i>Origanum</i> .47	
3.1. - Place dans la systématique	47
3.2. - Caractères généraux des Lamiaceae [66] et [67]	47
3.3. - Caractères botaniques du genre <i>Origanum</i>	48
3.4. - Répartition.....	50
CHAPITRE 4 : Matériel végétal et techniques utilisées..... 54	
4.1. - Matériel végétal	54
4.2. - Conditions d'obtention des huiles essentielles	55
4.3. - Analyses des huiles essentielles	56
4.3.1. - Détermination de l'indice de réfraction.....	56
4.3.2. - Détermination de la densité.....	56
4.3.3. - Analyse chromatographique en phase gazeuse (CPG).....	56
4.3.3.1. - Chromatographie couplée à la spectrométrie de masse CPG/SM.....	56
4.3.3.2. - Chromatographie CPG/FID	56
CHAPITRE 5 : Études analytiques 61	
5.1. - Groupe A	61
5.1.1. - Section <i>Amaracus</i> Bentham	61
5.1.1.1. - <i>Origanum calcaratum</i> Jussieu	61
5.1.1.2. - <i>Origanum cordifolium</i> (Montbret & Aucher ex Bentham) Vogel	63
5.1.1.3. - <i>Origanum dictamnus</i> Linnaeus	67
5.1.1.4. - <i>Origanum saccatum</i> Davis.....	71
5.1.1.5. - <i>Origanum solymicum</i> Davis.....	73
5.1.2. - Section <i>Anatolicon</i> Bentham.....	76
5.1.2.1. - <i>Origanum libanoticum</i> Boissier	76
5.1.2.2. - <i>Origanum hypericifolium</i> Schwarz & Davis.....	77
5.1.3. - Section <i>Brevifilamentum</i> Ietswaart.....	80
5.1.3.1. - <i>Origanum acutidens</i> (Handel-Mazzetti) Ietswaart	80
5.1.3.2. - <i>Origanum bargyli</i> Mouterde	82
5.1.3.3. - <i>Origanum leptocladum</i> Boissier	84
5.1.3.4. - <i>Origanum rotundifolium</i> Boissier	86
5.2. - Groupe B	90
5.2.1. - Section <i>Chilocalyx</i> (Briquet) Ietswaart	90
5.2.1.1. - <i>Origanum microphyllum</i> (Bentham) Vogel	90
5.2.1.2. - <i>Origanum minutiflorum</i> Schwarz & Davis	94

5.2.2. - Section <i>Majorana</i> (Miller) Bentham.....	99
5.2.2.1. - <i>O. majorana</i> Linnaeus	99
5.2.2.1.1. - <i>Origanum majorana</i> Linnaeus var. <i>majorana</i>	99
5.2.2.1.2. - <i>O. majorana</i> Linnaeus var. <i>tenuifolium</i> Weston.....	102
5.2.2.2. - <i>Origanum dubium</i> Boissier	109
5.2.2.3. - <i>Origanum onites</i> Linnaeus.....	117
5.2.2.4. - <i>Origanum syriacum</i> Linnaeus.....	126
5.2.2.4.1. - <i>Origanum syriacum</i> Linnaeus var. <i>bevanii</i> (Holmes) Ietswaart	126
5.2.2.4.2. - <i>Origanum syriacum</i> Linnaeus var. <i>syracum</i>	134
5.2.2.4.3. - <i>Origanum syriacum</i> Linnaeus var. <i>sinaicum</i> (Boissier) Ietswaart	140
5.3. - Groupe C	145
5.3.1. - Section <i>Campanulicalyx</i> Ietswaart	145
5.3.1.1. - <i>Origanum dayi</i> Post	145
5.3.1.2. - <i>Origanum ramonense</i> Danin.....	147
5.3.2. - Section <i>Elongatispica</i> Ietswaart.....	151
5.3.2.1. - <i>Origanum elongatum</i> (Bonnet) Emberger & Maire.....	151
5.3.2.2. - <i>Origanum grosii</i> Pau & Font Quer ex Ietswaart	154
5.3.3. - Section <i>Origanum</i>	157
5.3.3.1. - <i>Origanum vulgare</i> L. ssp. <i>hirtum</i> (Link) Ietswaart	157
5.3.3.2. - <i>Origanum vulgare</i> L. ssp. <i>virens</i> (Hoffmannsegg et Link) Ietswaart.....	166
5.3.3.3. - <i>Origanum vulgare</i> L. ssp. <i>vulgare</i> Linnaeus.....	171
5.3.3.4. - <i>Origanum vulgare</i> L. ssp. <i>gracile</i> (Koch) Ietswaart	174
5.3.3.5. - <i>Origanum vulgare</i> L. ssp. <i>viride</i> (Boissier) Hayek	176
5.3.4. - Section <i>Prolaticorolla</i> Ietswaart	181
5.3.4.1. - <i>Origanum compactum</i> Bentham	181
5.3.4.2. - <i>Origanum ehrenbergii</i> Boissier	184
5.3.4.3. - <i>Origanum laevigatum</i> Boissier	190
5.4. - Groupe hybrides	193
5.4.1. - <i>Origanum</i> X <i>majoricum</i> Cambessedes.....	193
5.4.2. - <i>Origanum</i> X <i>minoanum</i> Davis	197
5.4.3. - <i>Origanum</i> X <i>intercedens</i> Rechinger.....	200
CONCLUSION	206
BIBLIOGRAPHIE	212

INTRODUCTION

Parmi la multitude de plantes aromatiques existant dans le monde, nous nous sommes particulièrement intéressé au genre *Origanum*, qui comprend un très grand nombre d'espèces et de sous-espèces. Certaines d'entre elles sont utilisées comme condiment dans les pays du pourtour méditerranéen et renferment une huile essentielle extrêmement parfumée.

Nous présenterons, dans une première partie, quelques généralités sur les huiles essentielles, ainsi qu'un résumé sur la biosynthèse des monoterpènes et des sesquiterpènes, composés caractéristiques des huiles essentielles.

La deuxième partie sera consacrée à l'étude de la composition des huiles essentielles ; celles-ci ont été obtenues par hydrodistillation à partir de plants mis en culture au CNPMAI (Conservatoire National des Plantes à parfum Médicinales et Industrielles), plants eux-mêmes issus de graines prélevées dans leurs sites naturels.

L'analyse des huiles essentielles sera effectuée grâce à la technique de couplage chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse GC/MS. L'identification des constituants sera réalisée à l'aide des indices de Kovats et par comparaison des spectres de masse avec ceux des bibliothèques de spectres.

Pour certaines espèces, l'application des méthodes statistiques à l'interprétation des résultats des compositions chimiques de leurs huiles essentielles peut permettre de mettre en évidence la présence de groupes de composition différente ou de chémotype.

La comparaison des résultats que nous avons obtenus avec ceux précédemment publiés par d'autres auteurs pourra permettre de confirmer la composition chimique des huiles essentielle et aussi de montrer que cette composition est représentative de l'espèce.

L'ensemble de nos travaux a fait l'objet de 9 publications :

Gilles Figueredo, Jean-Claude Chalchat and Bernard Pasquier,
A study of the Mediterranean oregano populations I, Chemical composition of essential oils of *Origanum cordifolium* Monbret et Aucher from two populations in Cyprus,
J. Essent. Oil. Res., 2005, 17, 638-641.

Gilles Figueredo, Jean-Claude Chalchat and Bernard Pasquier,
A study of the Mediterranean oregano populations II, Chemical composition of essential oils of *Origanum erhenbergii* Boissier from two populations in Lebanon,
J. Essent. Oil. Res., 2005, 17, 593-596.

Gilles Figueredo, Jean-Claude Chalchat and Bernard Pasquier,
A study of the Mediterranean oregano populations III, Chemical composition of essential oils of *Origanum dayi* Post from Israël,
J. Essent. Oil. Res., 2006, 18, 250-252.

Gilles Figueredo, Jean-Claude Chalchat and Bernard Pasquier,
A study of the Mediterranean oregano populations IV, Chemical composition of essential oils of hybrids from French *Origanum X majoricum* Cambassedes, *O. X intercedens* Rechinger and *O. X minoanum* Davis from Turkey and Crete,
J. Essent. Oil. Res., 2005, 17, 296-300.

Gilles Figueredo, P. Cabassu, Jean-Claude Chalchat and Bernard Pasquier,
A study of the Mediterranean oregano populations V, Chemical composition of essential oils of oregano : *Origanum syriacum* var. *bevanii* Ietswaart, *O. syriacum* var. *sinaïcum* Ietswaart, *O. syriacum* Linnaeus var. *syriacum* Lebanon and Israël,
Flavour fragr. J, 2005, 20, 164-168.

Gilles Figueredo, Jean-Claude Chalchat and Bernard Pasquier,
A Study of the Mediterranean oregano populations VI, Chemical composition of essential oils of *Origanum elongatum* Emberger et Maire from Morocco,
J. Essent. Oil. Res., 2006, 18, 278-280.

Gilles Figueredo, Jean-Claude Chalchat and Bernard Pasquier,
A Study of the Mediterranean oregano populations VII, Chemical composition of essential oils of carvacrol-rich oregano of various origins,
J. Essent. Oil. Res., 2006, 18, 244-249.

Gilles Figueredo, P. Cabassu, Jean-Claude Chalchat and Bernard Pasquier,
A study of the Mediterranean oregano populations VIII, Chemical composition of essential oils of oreganos of various,
Flavour fragr. J, 2006, 21, 134-139.

Gilles Figueredo, Jean-Claude Chalchat and Bernard Pasquier,
A study of the Mediterranean oregano populations IX, Chemical composition of essential oils of seven species of oregano of various origins,
J. Essent. Oil. Res., 2006, 18, 411-415.

1^{ère} PARTIE

CHAPITRE 1 : Généralités sur les matières odorantes

1.1. - Historique

L'histoire des matières odorantes est souvent liée à celle de l'humanité puisque déjà dans l'Égypte antique (environ 4500 av. JC) l'homme utilisait largement les huiles balsamiques, les onguents parfumés, les résines aromatiques, les épices et les végétaux odorants. Ces produits odorants furent d'abord employés pour les cérémonies religieuses et réservés à des usages sacrés. Le bois de cèdre qui est mentionné dans l'"épos" de Gilgamesh (1700 av. JC), considéré comme le plus ancien poème épique écrit, était utilisé parce que l'on pensait que son odeur était éternelle. Peu à peu, les parfums s'étendirent à des usages profanes : on s'en servit pour les fêtes, les banquets et enfin pour la toilette. On croit savoir que les peuples de l'Extrême-Orient, comme la Chine et les Indes, dont les civilisations étaient alors très évoluées, employaient la distillation pour retirer les substances odorantes des matières végétales ou animales. Ces pays entrèrent plus tard en relation avec d'autres peuples, comme les Égyptiens, qui se servaient de nombreuses essences (rose, santal) mais dont la préparation était tenue secrète. Les découvertes faites par l'égyptologue Ebers montrent que les Égyptiens utilisaient un nombre important de substances aromatiques telles que le carvi, la coriandre, le fenouil, la cardamome, le safran. A cette époque, ils pratiquaient déjà l'extraction des huiles essentielles et des substances aromatiques d'un certain nombre de fleurs et de végétaux. Les Égyptiens connaissaient également le principe de la fermentation et avaient recours à l'expression des sucs des plantes et des fruits.

Au début de notre ère, les Romains usaient sans modération des produits parfumés pour leur alimentation ; les asperges, par exemple, se mangeaient avec de l'huile parfumée et les vins étaient additionnés de pommades odorantes.

Le parfum est aussi vieux que le désir de plaire et que l'idée qu'ont eue un jour les hommes d'utiliser l'odeur des plantes pour honorer leurs dieux, parfumer leurs maisons ou exploiter le pouvoir qu'il donne à qui sait s'en servir. Cléopâtre le savait bien, elle qui fit enduire son corps d'huile de rose et parfumer jusqu'aux voiles de son navire pour faire chavirer le cœur de Marc Antoine.

La civilisation du Nil a transmis au travers des gravures sur la pierre de ses monuments toute une iconographie des procédés de préparation des huiles, des baumes et des liqueurs fermentées.

Les Romains furent les maîtres incontestés dans l'art de l'extraction et de la conservation des arômes par macération de l'aromate dans un corps gras. Les découvertes archéologiques attestent de ces pratiques.

Le développement industriel de la distillation par les Arabes fut le premier pas de la production moderne des produits odorants : en effet, ils se sont intéressés au problème lié à l'extraction des huiles essentielles de fleurs au moyen de la distillation, procédé encore peu connu à l'époque.

Au X^{ème} siècle, le médecin Avicenne introduisit dans ses potions l'huile et l'eau de rose, extraite de *Rosa centifolia*. Ces extraits étaient bientôt produits et exportés à travers le monde. Au XIII^{ème} siècle, la notion d'huile essentielle apparaît avec le succès de l'école de Montpellier. A la même époque, Jean de la Roquetaillade publia son traité sur la vertu et la propriété de la quintessence de toutes choses et se fit connaître avant Paracelse [1]. En France, la vogue des parfums ne commença que vers le XIII^{ème} siècle et il faut attendre le milieu du XV^{ème} siècle pour voir prospérer l'industrie des essences en Provence et dans tout le Midi.

Catherine de Médicis encouragea les parfumeurs : en effet, vers 1565, entretenant le goût des huiles, des pommades, des savons qui jusqu'alors venaient de Gênes, de Pologne ou d'Alicante, la première fabrique de savons s'établit à Chaillot.

Sous Louis XIV, l'usage des odeurs violentes était d'une telle importance, peut-être en raison d'une hygiène défailante, que le roi en interdit l'usage à la fin de son règne.

Vers le XVIII^{ème} siècle la création de l'eau de Cologne et la mode des parfums anglais, donnent un nouvel essor à l'art de la parfumerie et à l'industrie des essences.

Avec les progrès de la chimie, l'extraction des essences devient plus rationnelle et dès le XIX^{ème} siècle, l'industrie proprement dite des arômes à usage alimentaire voit le jour. Elle connaît un essor remarquable parallèlement à celui des parfums, bénéficiant des nombreux progrès techniques qui se développent.

1.2. - Différents procédés d'obtention de matières parfumées

1.2.1. - La digestion

La solubilisation des substances odorantes et aromatisantes par les graisses ou les corps gras en général est connue depuis fort longtemps. En effet, Théophraste, Dioscoride [2], Égine, Pline, Mesuë, Éressos (287 av. J-C.) recommandent déjà de chauffer le mélange d'huiles et d'aromates au bain-marie, pour éviter la carbonisation de l'arôme. Pline, en 79, distingue l'excipient *Hedysmata* et les aromates *Stymna* ; il différencie le macéré : *Diaspermata* et les lies *Magmata* [3]. L'auteur prépare des huiles par digestions successives ou simultanées de plusieurs ingrédients, comme par exemple certaines racines, iris, calamus, qui étaient au préalable macérées dans l'eau, ce qui contribue à l'hydrolyse des glucosides. Les gommés-résines se trempaient au vin, dont on connaissait le pouvoir dissolvant. La décoction fut prescrite pour les préparations de la pharmacopée, tandis que la digestion à petite chaleur était employée pour les huiles odoriférantes. Libau en 1616 décrit la digestion en vase clos. Béguin en 1624 emploie le sel pour empêcher la « putréfaction » dans les digestions composées [4].

Des progrès apparaissent avec Baumé en 1804 : il traite longuement des huiles par décoction ou infusion ; il montre que l'huile est une substance qui a la propriété d'extraire seulement les substances huileuses et résineuses [5]. Baumé indique que les huiles parfumées à la rose pâle, à la violette, au genêt, sont obtenues en traitant l'infusé 2 ou 3 jours au soleil ou au bain-marie ; l'infusion est renouvelée 12 ou 15 fois pour le jasmin et la tubéreuse.

L'extraction des matières odorantes par les corps gras, par immersion ou par contusion au sein des huiles ou des graisses a nécessité la mise en oeuvre de techniques de séparation d'importance capitale.

La décantation, le premier moyen utilisé, s'accompagne de pertes considérables ; on lui substitua très tôt, l'expression. Cependant, la décantation intervient comme moyen de parfaire le produit de l'expression, pour séparer l'eau de végétation ou celle apportée par l'alcool parfois ajouté comme excipient complémentaire des digestions oléagineuses. L'importance technique de l'expression des semences oléagineuses allant croissant, on en vint à la presse hydraulique, perfectionnée en 1797 par Brahma et en 1819 par Montgolfier. Longtemps l'industrie grasse se suffit de la presse à bras, il n'y a guère qu'un siècle qu'elle recourt à la presse hydraulique.

1.2.2. - L'enfleurage

Si depuis l'antiquité, l'affinité des corps gras pour les composés odorants n'est plus à démontrer, il faut attendre le XIX^{ème} siècle pour exploiter cette propriété grâce à l'enfleurage. Cette technique a été utilisée d'abord comme la façon la plus fidèle pour restituer l'odeur des fleurs. On en trouve trace comme technique artisanale au XVIII^{ème} siècle en France méridionale où la fabrication des matières premières de parfumerie évolue vers une forme industrielle. Toutefois, l'avantage de l'enfleurage par rapport à la digestion n'a été compris que vers la fin du XX^{ème} siècle. Les premières matières grasses employées, l'huile d'olive vierge ou l'huile d'amande douce étaient utilisées avec les fleurs d'oranger, de jasmin, de violette, et de tubéreuse. Plus tard, l'enfleurage à l'aide de graisse fut un monopole de Grasse qui fit ses débuts au milieu du XIX^{ème} siècle. Les matières grasses utilisées étaient le suif de porc et de bœuf. A cette époque, le principal consommateur de ces matières odorantes est le parfumeur Piver qui perfectionna la technique manuelle par un procédé pneumatique. A partir du XX^{ème} siècle, le suif est remplacé par des huiles hydrogénées (paraffines).

Par la suite, on s'est aperçu que le coûteux procédé d'enfleurage n'est avantageux que pour le jasmin et la tubéreuse. De nos jours, l'enfleurage reste une technique très délicate et nécessite un matériel et une main d'œuvre considérables. On lui préfère l'extraction par solvants volatils.

1.2.3. - Extraction par solvants volatils

Cette extraction consiste à épuiser le produit odorant par un solvant et à chasser ensuite ce même solvant, soit par concentration distillatoire, soit par précipitation. Ainsi écarte-t-on les hydrolats et les alcoolats qui sont obtenus par la distillation des extraits, les produits odorants venant avec le solvant. Après évaporation du solvant, on obtient des produits résineux, des pommades, des concrètes. Le premier solvant fut l'alcool éthylique, puis vint l'éther. Plus tard, on mit en œuvre le sulfure de carbone, le benzène, l'éther de pétrole, les solvants chlorés et fluorés.

1.2.3.1. - L'alcool éthylique

L'emploi de l'alcool fut une invention d'une extrême importance pour la parfumerie et il eut pour résultat de permettre d'utiliser, au même titre que les huiles essentielles, les parfums des fleurs extraits par la digestion ou par enfleurage. Au X^{ème} siècle, Rhazes renforçait l'alcool en le distillant sur de la chaux ou du "carbonate de potasse". Lefevre [6] au XVII^{ème} siècle réinvente le procédé.

Au début du XVIII^{ème} siècle, la production d'eau-de-vie à forte proportion d'éthanol va progresser en Provence et dans le Languedoc grâce à l'utilisation de l'alambic rosaire, employé pour la distillation de l'eau de rose. Geoffroy [7] qui résida un temps à Grasse, publia des études sur la distillation et disposait d'un alcool titrant 86°. La production industrielle de l'alcool éthylique est due en grande partie à Chaptal, sous Napoléon 1^{er}, qui créa dans le Midi de la France la première distillation industrielle [8]. La principale difficulté était d'obtenir l'alcool avec la plus grande pureté.

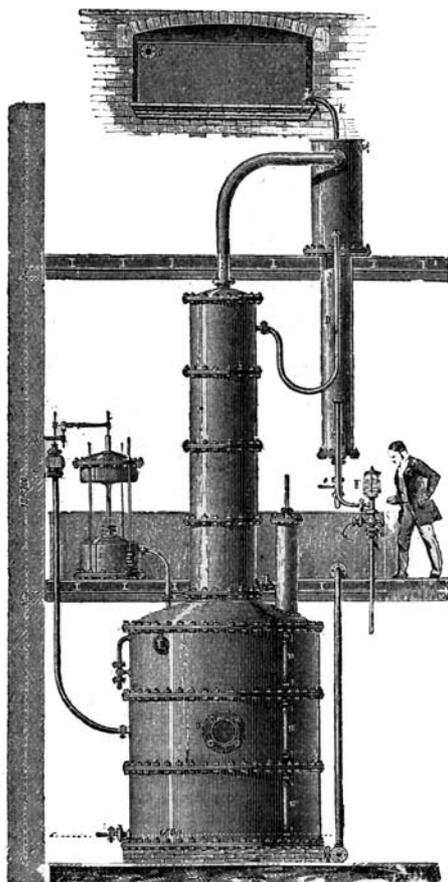


Figure 1 : rectificateur Savalle
 traité élémentaire de chimie 20^{ème} édition
 Troost L. - 1925 - Masson et Compagnie - PARIS

En 1816, l'aéromètre de Cartier est choisi comme étalon, puis en 1824, l'alcoomètre centésimal de Gay-Lussac, d'un emploi plus simple, devient l'alcoomètre officiel.

1.2.3.2. - L'éther éthylique

A l'époque même où se généralisait chez les apothicaires la purification des résines et des concrètes au moyen de l'alcool, on évitait de recourir à l'éther pour le même objet. En 1835, Robiquet [11] dont le nom est mêlé aux découvertes les plus importantes de la chimie organique de 1828 à 1840, rend compte de sa tentative d'extraction du parfum de la jonquille

Tous les progrès de la rectification de l'alcool ont été liés à l'épreuve du titre. Dès la période alchimiste plusieurs méthodes sont connues : par exemple, le moine d'Erfut [9] indique l'épreuve par combustion, l'eau de vie est "absolue" quand elle brûle sans laisser de résidu. Au milieu du XVIII^{ème} siècle, une méthode gravimétrique est employée : une goutte d'huile d'olive est mise dans de l'alcool, si la goutte d'huile tombe et reste au fond c'est que l'eau de vie est convenablement rectifiée [10].

Ce fut Baumé à la fin du XVIII^{ème} siècle qui donna une forme pratique à l'essai gravimétrique par l'aéromètre qui porte son nom et qui est encore utilisé dans quelques pays d'Amérique du Sud.

Le principal rectificateur est celui de type Savalle (figure 1) que l'on construisit jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle.

au moyen d'éther. Il purifie l'extrait en éliminant les substances insolubles dans l'alcool ; il prépare donc dans le même temps une concrète et son absolue. L'éther étant cher, toxique et inflammable à basse température, d'importantes recherches sur des solvants différents sont entreprises.

1.2.3.3. - D'autres solvants

L'éther de pétrole et le benzène apparaissent en 1862 dans un brevet de Richardson, Lundy et Irine relatif à l'extraction des graisses [12]. Parmi les brevets les plus importants qui concernaient alors l'emploi de l'éther de pétrole, on doit citer ceux de Naudin et Schneider [13]. Le benzène a été isolé en 1825 par Faraday et son développement industriel a eu lieu entre 1855 et 1859. Mais ce n'est qu'à partir de 1896 que les progrès de la distillation, la connaissance des principales impuretés, le perfectionnement du raffinage chimique vont permettre l'usage industriel du benzène convenablement purifié pour l'industrie des parfums naturels. On l'emploiera surtout à l'extraction des résinoïdes.

Les solvants chlorés, chlorure de méthylène, chloroforme, sont utilisés dès la fin du XIX^{ème} siècle malgré leur toxicité. En 1882, Naudin [14] brevète un appareil permettant la distillation avec des pertes de solvant très réduites. Les premiers essais de l'appareil de Naudin ont lieu en 1879, à Cannes, dans l'entreprise Jeancard et Fils. Naudin extrait les parfums de l'œillet, du jasmin, du cassie, du narcisse, de la violette, de la tubéreuse, mais aussi du café grillé, du pain grillé, du thé, des viandes crues ou cuites, etc... À peine le brevet de Naudin a-t-il vu le jour que le procédé est la proie des imitateurs. Malgré des procès, Naudin perd et abandonne son invention : il aura fait la fortune de l'industrie grasse.

1.3. - Généralités sur les épices

Le terme épice selon l'AFNOR [15] s'utilisait pour les produits végétaux naturels ou leurs mélanges, employés pour leur saveur et leur arôme dans l'assaisonnement des aliments (figure 2). Le terme s'appliquait à la fois au produit non divisé et au produit en poudre.

Le conseil de l'Europe classe également les "épices" dans les "matières aromatisantes naturelles" en proposant la définition suivante : "une matière aromatisante est une substance qui possède des propriétés essentiellement odorigènes et éventuellement sapides" [16].

Les dictionnaires usuels de la langue française différencient épice et condiment en précisant leur origine.



Figure 2 : quelques épices
Valery M.F., Les épices - 2001
Éditions du chêne - Borgaro

Ainsi, selon le dictionnaire Robert, une épice est une "substance d'origine végétale, aromatique ou piquante, servant à l'assaisonnement des mets", un condiment est "une substance de saveur forte destinée à relever le goût des aliments". Le même dictionnaire semble indiquer que le concept d'aromate est plus large : c'est une "substance végétale odoriférante" (on peut donc supposer des usages autres que l'assaisonnement). La définition du terme « aromate » admise dans les industries agro-alimentaires est également large : "végétal ou partie de végétal, renfermant naturellement des principes sapides et

odorants", qui plus est, "sont assimilées aux aromates les épices et plantes condimentaires aromatiques...".

Le lecteur gastronome préférera sans doute la définition de Delaveau [17] : les épices sont "de choc" et les aromates sont "de charme".

Les épices sont devenues aujourd'hui des denrées banales (figure 2) ; en tout cas, elles ne sont plus les espèces rares de jadis pour lesquelles des hommes se sont battus parfois au prix de leur vie pour quelques sacs de poivre ou de cannelle. En effet, pendant plusieurs siècles, les épices, de par leur extrême rareté, furent aussi précieuses, dans les pays occidentaux, que l'or et l'argent.

La quête des épices a conduit un bon nombre de grands navigateurs à l'exploration de nouveaux territoires comme par exemple Polo, Colomb et De Gama, qui furent tous chasseurs d'épices [18].

Auparavant, les plantes à épices étaient utilisées pour leurs vertus thérapeutiques comme l'atteste un traité chinois sous l'Empereur Shen-Nung, en 2700 av. JC.

Dans l'antiquité, on utilisait le clou de girofle pour combattre le mal de dents, fléau de l'époque, pour limiter l'infection des plaies ouvertes et conserver aussi bien les viandes crues que cuites. Si certaines épices ont des vertus médicinales, d'autres ont été utilisées pour leurs vertus tonifiantes comme le gingembre qui aiguïsait, paraît-il, l'appétit sexuel. Et que dire de l'utilisation d'épices pour la conservation des cadavres dans l'Égypte antique.

Sous l'Empire romain, le commerce des épices prit une importance capitale, de nombreux échanges avec l'Inde assuraient un approvisionnement constant. Du milieu du X^{ème}

siècle et jusqu'au XV^{ème} siècle, les Arabes se livrèrent à un important commerce maritime avec l'Inde et la Chine.

Les navigateurs portugais furent les premiers à briser l'hégémonie détenue par les Arabes et leurs acheteurs. L'infant du Portugal surnommé "Henri le Navigateur", eut l'idée de contourner le continent africain pour s'approvisionner directement en Inde. Grâce à ces recherches, Vasco De Gama réalisa les voyages que l'on connaît aujourd'hui. Bien sûr l'Espagne voyait cette situation de monopole lui échapper et finança les expéditions de Colomb. Malheureusement pour lui, les Amériques n'étaient pas des terres très riches en épices, contrairement à l'Asie.

Dans cette course au monopole des épices, il ne faut pas oublier les Hollandais qui, non contents de commercer, se mirent à produire des épices de façon intensive dans les îles Ternate et Tidore. Pour ne plus avoir de concurrence, il suffisait de détruire toutes les épices sur les autres îles. Ce système fut efficace puisque la Vereenigde Oostindische Compagnie fut, pendant plus d'un siècle et demi, le maître incontesté des 2 épices les plus chères de l'époque, à savoir la muscade et le girofle [19] (figure 3).

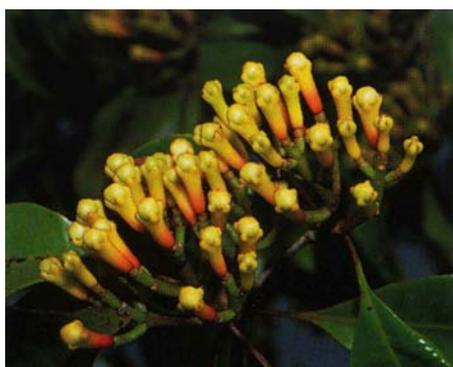


Figure 3 : clous de girofle
Valery M.F., Les épices - 2001
Éditions du chêne - Borgaro

La France ne parvint pas à se hisser au rang des Portugais ou des Hollandais et ne réussit pas à implanter de véritables comptoirs à épices. Néanmoins en 1770, Pierre Poivre, botaniste réputé, réussit à briser le monopole hollandais en s'appropriant des plants de muscadiers et de girofliers et à les acclimater dans des îles françaises aux conditions climatiques semblables.

1.4. - Huiles essentielles

1.4.1. - Définition

Dès le XVIII^{ème} siècle, Diderot et d'Alembert font référence dans leur Encyclopédie à l'obtention des huiles essentielles par distillation de différentes plantes (figure 4).

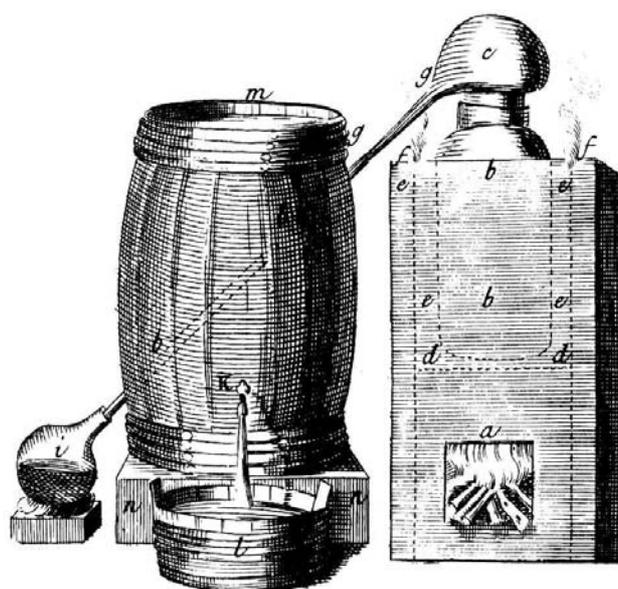


Figure 4: distillation de plantes au XVII^{ème} siècle
Diderot et d'Alembert., 2002 L'encyclopédie Sciences
Bibliothèque de l'image planche VIII fig 96

Pour la Pharmacopée française, les huiles essentielles sont "des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation" (figure 5).

Les deux procédés d'obtention sont la distillation par la vapeur d'eau de plantes à essence et l'expression des fruits du genre *Citrus*. Plus récemment L'AFNOR [20] a donné la définition d'une huile essentielle : "**produit obtenu à partir d'une matière végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par expression, procédé mécanique mis en oeuvre à partir de l'épicarpe des *Citrus***".

L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques pour les deux modes d'obtention. Elle ne doit pas subir de traitements physiques qui pourraient entraîner des changements significatifs de sa composition (par ex : re-distillation, aération, déterpénation)

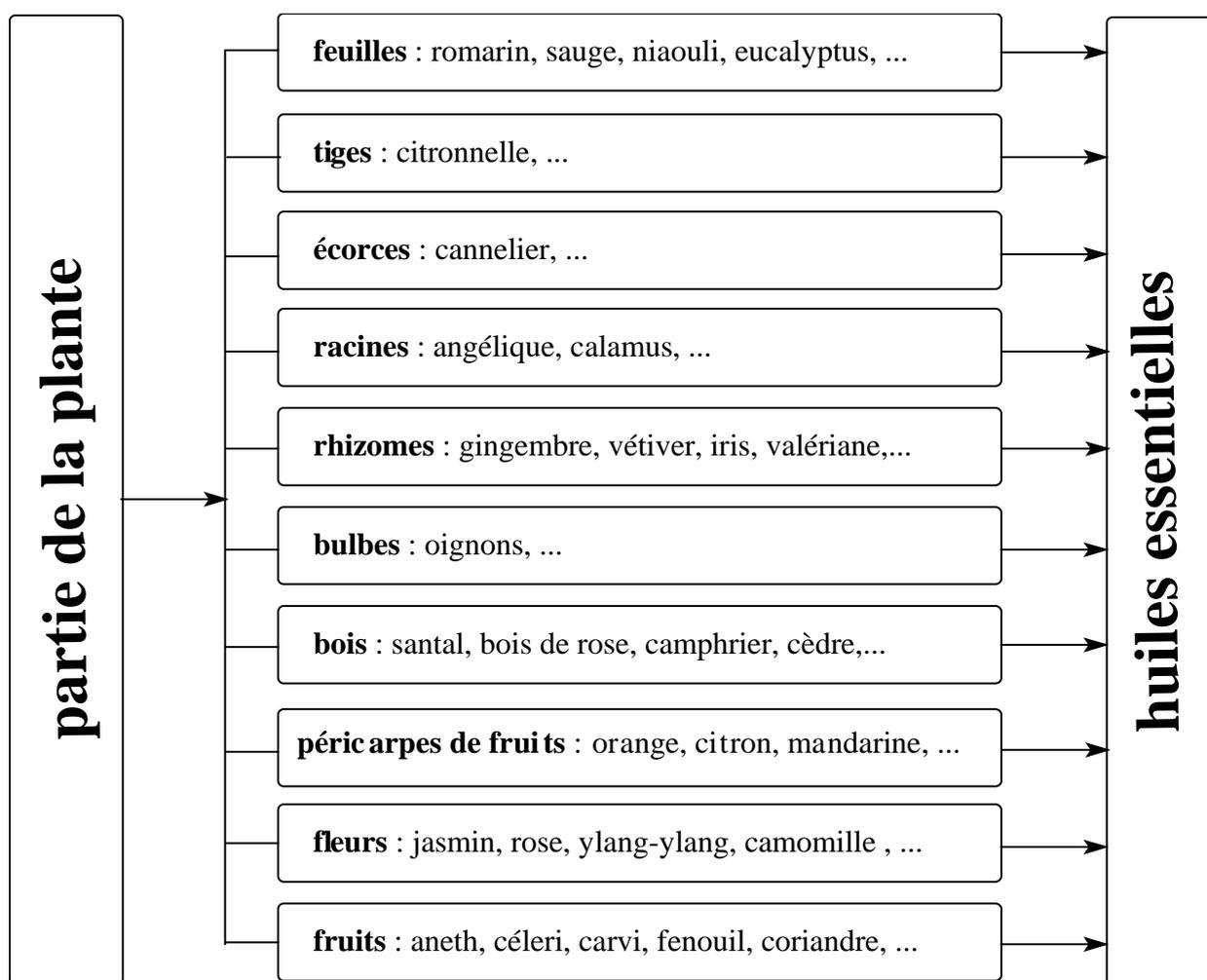


Figure 5: provenance des huiles essentielles en fonction des différentes parties de plantes

Cette définition spécifique est restrictive ; en effet, elle exclut les produits obtenus par extraction à l'aide de solvant et ceux obtenus par tout autre procédé (gaz sous pression,

enflourage), bien que ceux-ci occupent une place importante sur les marchés de la parfumerie, de la cosmétique, de la pharmacie ainsi que dans de nombreux secteurs de l'industrie agroalimentaire (figure 6). Il semble donc utile de définir les termes les plus couramment utilisés dans ces domaines.

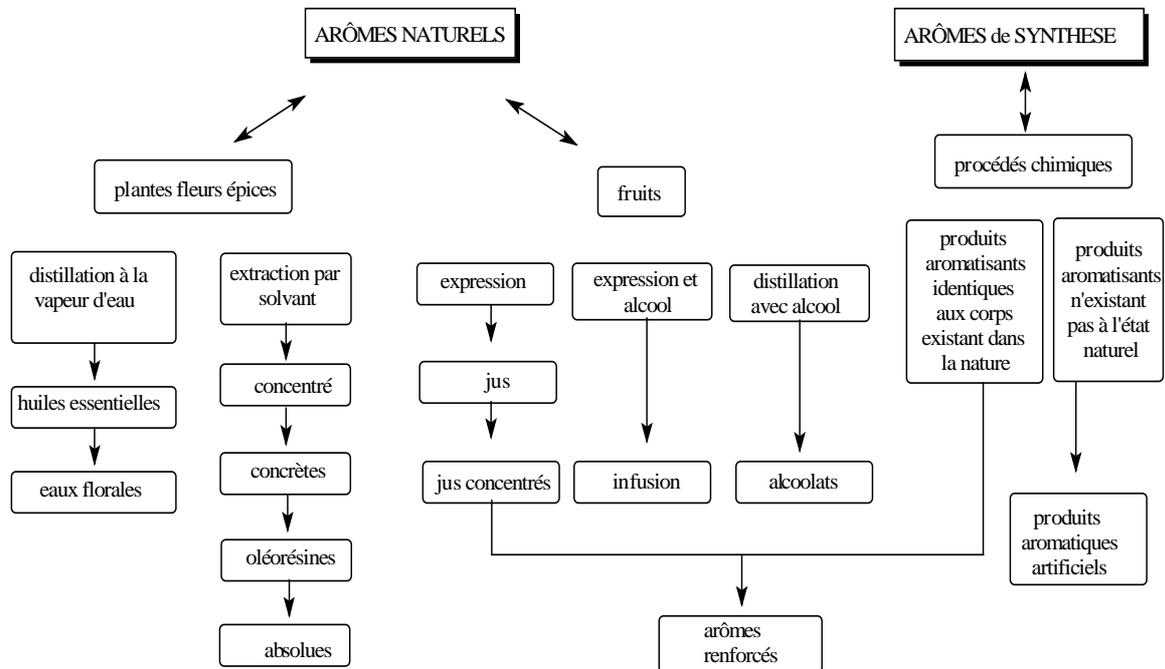


Figure 6 : procédés d'obtention des divers produits odorants à partir de sources naturelles ou synthétiques

1.4.1.1. - Concrète

Extrait à odeur caractéristique, obtenu à partir d'une matière première fraîche d'origine végétale, par extraction au moyen d'un solvant non aqueux, suivie de l'élimination de ce solvant par un procédé physique. Dans la pratique courante, on parle plus volontiers d'essence concrète.

1.4.1.2. - Pommade florale

Corps gras parfumé obtenu à partir de fleurs, soit par "enflourage à froid" (c'est la diffusion des constituants odorants des fleurs dans le corps gras), soit par "enflourage à chaud" (c'est la digestion ou immersion des fleurs dans le corps gras fondu).

1.4.1.3. - Résinoïde

Extrait à odeur caractéristique, obtenu à partir d'une matière première sèche d'origine végétale, par extraction à l'aide d'un solvant non aqueux, suivie de l'élimination de ce solvant par un procédé physique. Le terme résinoïde est surtout employé en parfumerie alors que celui d'oléorésine d'extraction est utilisé en aromatisation alimentaire et en parfumerie.

1.4.1.4. - Absolue

Produit obtenu à partir d'une concrète, d'une pommade florale ou d'un résinoïde par extraction à l'éthanol à température ambiante. La solution éthanolique obtenue est généralement refroidie et filtrée dans le but de supprimer les cires, l'éthanol est ensuite éliminé par distillation.

Les huiles essentielles peuvent subir un traitement ultérieur destiné à éliminer partiellement ou totalement un constituant ou un groupe de constituants indésirables pour l'industriel : on parle alors d'huile essentielle "déterpénée", "désesquiterpénée", "rectifiée", "privée de x...", etc...

1.4.2. - Répartition, localisation

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs : il y aurait, selon Lawrence [21], 17 500 espèces aromatiques. Les genres capables d'élaborer les constituants qui composent les huiles essentielles sont répartis dans un nombre limité de familles, par ex. : Myrtaceae, Lauraceae, Rutaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Apiaceae, Cupressaceae, Poaceae, Zingiberaceae, Piperaceae, etc...

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux : fleurs bien sûr (bergamotier, tubéreuse), mais aussi feuilles (eucalyptus, laurier noble, menthe poivrée) et, bien que cela soit moins habituel, dans des écorces (cannelier), des bois (bois de rose, santal blanc), des racines (angélique), des rhizomes (curcuma, gingembre), des fruits (aneth, anis, badiane), des graines (muscade).

Si tous les organes d'une même espèce peuvent renfermer de l'huile essentielle, la composition de cette dernière peut varier selon sa localisation. Ainsi, dans le cas de l'oranger amer (*C. aurantium* L. ssp. *aurantium*, Rutaceae), le péricarpe frais du fruit, fournit l'huile essentielle d'orange amère ou "essence de Curaçao", la fleur fournit "l'essence de Néroli" et l'hydrodistillation de la feuille, des ramilles et des petits fruits conduit à "l'essence de petit grain bigaradier". La composition de ces 3 huiles essentielles est différente.

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées, souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante : cellules à huiles essentielles des Lauraceae ou des Zingiberaceae, poils sécréteurs des Lamiaceae (organ vulgaire) [22] et [23], poches sécrétrices des Myrtaceae ou des Rutaceae, canaux sécréteurs des Apiaceae ou des Asteraceae.

La figure 7 montre le canal résinifère entouré par des cellules de soutien. Les petites cellules internes sécrètent les résines qui sont les produits d'oxydation des terpènes. D'après Bosabilis [24], les cellules subcuticulaires productrices de l'huile essentielle dans *O. dictamnus* (figure 8) se développent à partir de l'épiderme après division de la cellule mère (figure 9) [25]

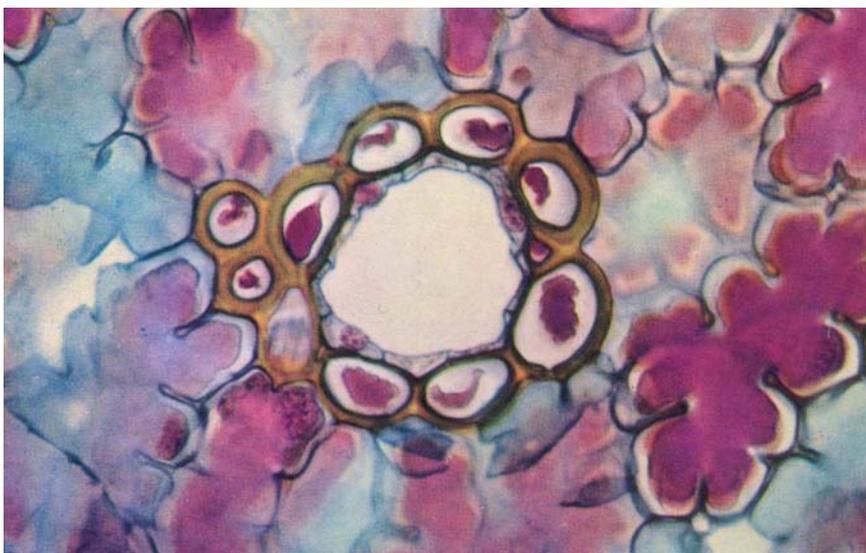


Figure 7 : coupe transversale d'un canal résinifère
K. ROSS - Grande Encyclopédie des sciences et des techniques
1974 - Grande Batelière - Éd. Kister - Genève-Érasme

Figure 8 : poches sécrétrices dans *O. dictamnus*
L. Langhammer – Bildatlas zur mikroskopischen
analytik pflanzlicher arzneidrogen
1986 – Ed. Walter de Gruyter – Berlin New York

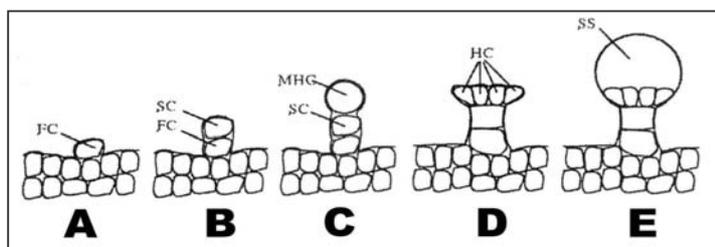


Figure 9 : illustration schématique du développement des glandes productrices d'huile essentielle – Gaspar [25]

Développement des cellules sécrétrices : A et B différenciation, à partir d'une cellule épidermique des cellules constitutives du pied. C division des cellules constituant le pied pour former la cellule mère de tête. D et E division de la cellule mère de tête et formation de la glande sécrétrice.

1.4.3. - Rôle des huiles essentielles dans la plante

Plusieurs hypothèses ont été avancées sur le rôle des huiles essentielles. La plus ancienne a été de dire que les huiles essentielles sont des produits métaboliques sans intérêt biologique. Depuis le début du XX^{ème} siècle, différentes suppositions ont été établies. Nous nous contenterons d'en énumérer quelques-unes.

D'après Verschaffelt et Stahl [26], les essences constituent un moyen de défense

contre les prédateurs (microorganismes, champignons, insectes, herbivores) en modulant les comportements de ceux-ci vis-à-vis des plantes.

Les constituants des huiles essentielles sont considérés par Lutz [27] comme des modérateurs des réactions d'oxydation intramoléculaire protégeant la plante contre les agents atmosphériques. Selon lui, certains de ces composés se comporteraient aussi comme source d'énergie à la suite d'une baisse de l'assimilation chlorophyllienne.

Bousquet [28] considère que certains de ces produits seraient des composés intermédiaires du métabolisme et qu'ils se trouveraient à l'état libre durant certaines périodes en relation avec l'activité végétative de la plante.

Les travaux de Nicholas [29] ont montré que les monoterpènes et sesquiterpènes peuvent jouer des rôles aussi variés qu'importants dans la relation des plantes avec leur environnement. Par exemple, le 1,8-cinéole et le camphre inhibent la germination des organes infectés ou la croissance des agents pathogènes issus de ces organes.

Bruneton [30] estime que la volatilité et l'odeur marquée de ces essences en font des éléments de la communication chimique.

Enfin, une mise au point de Croteau [31] montre que les huiles volatiles auraient en réalité un rôle de mobilisateur d'énergie lumineuse et de régulateur thermique au profit de la plante. Elles réguleraient la transpiration diurne en absorbant les rayons ultraviolets par leurs constituants insaturés. La présence et la teneur en huiles essentielles dans les plantes seraient donc en rapport avec la photochimie.

1.4.4. - Obtention des huiles essentielles

1.4.4.1. - Par expression des épicarpes de Citrus

Le principe de la méthode est très simple : les zestes sont lacérés et le contenu des poches sécrétrices, qui ont été rompues, est récupéré par un procédé physique. Le procédé classique consiste à exercer, sous un courant d'eau, une action abrasive sur la surface du fruit. Après élimination des déchets solides, l'huile essentielle est séparée de la phase aqueuse par centrifugation.

D'autres machines rompent les poches par dépression et recueillent directement l'huile essentielle, ce qui évite les dégradations liées à l'action de l'eau. La plupart des installations actuelles permettent en fait la récupération simultanée ou séquentielle des jus de fruits et de l'huile essentielle, celle-ci étant recueillie par jet d'eau après abrasion (rayures, pointes) avant ou pendant l'obtention du jus du fruit.

1.4.4.2. - Par distillation en présence d'eau

● *Hydrodistillation simple*

Elle se produit dans l'appareil de Clevenger et consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (entier, coupé ou éventuellement broyé) dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite portée à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide. En effet, les vapeurs ascendantes provenant de l'alambic ou du réacteur progressent dans la partie A puis se condensent dans la partie B. Le condensat est récupéré dans la partie C où l'huile se sépare de la phase aqueuse. L'eau en excès retourne dans l'alambic par la partie D (figure 10). Dans une variante du procédé, le matériel végétal est broyé *in situ*.

● *Distillation à vapeur saturée*

Dans la distillation à vapeur saturée comme produite avec l'appareillage de Kaiser Lang, le végétal n'est pas en contact avec l'eau : la vapeur d'eau est injectée au travers de la masse végétale disposée sur des plaques perforées. Pour raccourcir le temps de traitement, limiter l'altération des constituants de l'huile essentielle et économiser l'énergie, il est possible de travailler en surpression modérée (1 à 3 bar). La conséquence de la surpression étant une augmentation de la température, la qualité de l'huile essentielle obtenue peut être modifiée.

● *Hydrodiffusion*

Elle a été développée par la firme Suisse Schmidt SA [32] qui consiste à pulser de la vapeur d'eau à très faible pression (0,02-0,15 bar) à travers la masse végétale, du haut vers le bas. La composition des produits extraits est sensiblement identique à celle des produits obtenus par les méthodes classiques. Le procédé permet un gain de temps et d'énergie, et évite un grand nombre d'artéfacts liés à une température excessive. En fait, ce procédé correspond à la percolation en phase vapeur.

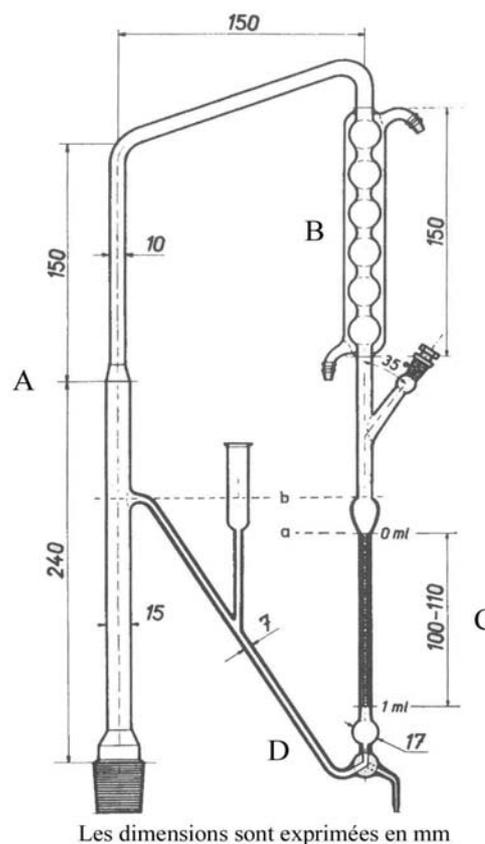


Figure 10 : appareil pour la détermination des huiles essentielles dans les drogues végétales
Pharmacopée Européenne 5ème édition

1.4.4.3. – Par extraction aux gaz supercritiques

Au-delà du point critique, un fluide peut avoir la densité d'un liquide et la viscosité

d'un gaz, d'où une bonne diffusion dans les solides et un bon pouvoir d'extraction.

Si plusieurs gaz peuvent en théorie être utilisés, l'intérêt s'est porté initialement sur le dioxyde de carbone [33], ce qui s'explique par ses atouts : produit naturel, inerte chimiquement, ininflammable, strictement atoxique, facile à éliminer totalement, sélectif, aisément disponible, peu réactif chimiquement et peu coûteux. Si les contraintes technologiques sont loin d'être négligeables (le point critique se situe à une pression de 73,8 bars et une température de 31,1°C) les avantages sont nombreux :

- capacité à fournir des extraits de composition proche des concrètes et parfois de celle des huiles essentielles. [34],
- possibilité de faire varier la sélectivité, la viscosité, etc... en jouant sur la température et la pression (extraction et fractionnement simultanés),
- absence d'hydrolyse et de réarrangements.

Ces avantages expliquent le développement actuel du procédé, et ce malgré la lourdeur de l'investissement. Initialement développée pour décaféiner les cafés, préparer les extraits de houblon (pour la brasserie) ou dénicotiner les tabacs, la méthode est maintenant utilisable pour préparer des extraits d'épices (gingembre, paprika, céleri, baies roses), des arômes (thé noir, bois de chêne fumé, etc...) et des essences végétales pures, débarrassées des terpènes dépourvus d'intérêt olfactif et oxydables, ou privées de certains constituants, par exemple l'essence d'absinthe sans thuyone.

L'extension de l'emploi des fluides supercritiques à l'extraction liquide-liquide et à la chromatographie accroît les possibilités déjà importantes de ces procédés.

Récemment le propane et le butane ont été utilisés pour l'extraction des résines et des baumes résineux, mais aussi pour l'extraction où l'éther de pétrole ne donne pas de bons résultats, par exemple pour le muguet et le lilas. Selon Meunier [35], les produits obtenus avec la fleur d'oranger, la rose, la tubéreuse sont qualitativement meilleurs et les produits des mousses, de la feuille de violette sont moins colorés. Pour Teisseire [36], les extraits par le butane ne sont pas réellement meilleurs, par contre ils sont moins riches en cires et autres produits lourds (tableau 1).

Tableau 1 : rendement d'extraction en fonction du solvant							
nom de la fleur	jasmin	gardénia	lilas	muguet	fleur d'oranger	rose de mai	tubéreuse
rendement par extraction au butane en %	0,28	1,05	0,09	0,11	0,195	0,19	0,07
rendement par extraction à l'éther de pétrole en %	0,24-0,38	0,04-0,05	0,05-0,10	0,17	0,20-0,40	0,17-0,30	0,07-0,14

1.4.5. - Facteurs de variabilité

Des travaux de recherche ont montré que la composition chimique des huiles essentielles est très fluctuante. En effet, elle dépend d'un grand nombre de facteurs d'ordre naturel (génétique, localisation, maturité, sol, climat, etc...) ou technologiques (mode de culture ou d'extraction d'huile essentielle de la plante).

1.4.5.1. - Diversité selon l'organe végétal

Chez une même espèce, il arrive que la composition chimique de l'huile essentielle diffère d'un organe à un autre. C'est par exemple le cas de la cannelle (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) dont les feuilles donnent une huile riche en eugénol, les écorces fournissent un extrait où l'aldéhyde cinnamique est majoritaire, tandis que le camphre prédomine dans l'essence des racines, comme le souligne Guignard [37].

1.4.5.2. - Influence de la période de récolte, du climat et du sol

La proportion des différents constituants de l'huile essentielle d'une espèce donnée peut varier au cours de son développement. Par exemple, chez *Coriandrum sativum* L., le fruit mûr contient 50% de plus de linalol que le fruit vert [38].

Une menthe poivrée récoltée en début de floraison a une huile essentielle riche en néomenthol et en menthone tandis qu'en fin de floraison cette huile est riche en menthol [39].

Djerrari [40] montre que le 1,8-cinéole est produit dans la verveine du Maroc entre le mois d'avril et le mois de mai ce qui correspond à la période de floraison.

D'après Fluck [41], le climat et le sol ont une influence plus importante pour les espèces végétales dont l'organe sécréteur d'huile essentielle se situe au niveau des poils glandulaires (Lamiaceae, Verbenaceae, Geraniaceae, Rutaceae) que pour celles dont l'huile est produite dans les formations schizogènes des feuilles, calices ou tiges (Lauraceae, Asteraceae).

1.4.5.3. - Influence des différents paramètres sur la qualité des huiles essentielles

- *Influence de la qualité du végétal*

L'extraction des huiles essentielles ne s'effectue pas toujours avec de très bons rendements. De plus, la qualité des essences obtenues dépend dans une large mesure de l'état de fraîcheur du végétal et du temps écoulé entre la récolte et la transformation industrielle. Un stockage de la plante pendant 24 heures suffit pour induire des changements sensibles de composition, lesquels peuvent d'ailleurs être souhaités. Ainsi, au cours du stockage, la perte des composés les plus volatils peut être importante : Tucarov [42] note la disparition de 15% de produits volatils dans le végétal après 3 mois de stockage et de 80% après neuf années.

Il observe également une différence entre les feuilles jeunes, plus riches en essence, et les feuilles âgées. Ce phénomène, aggravé par les chocs thermiques, est également constaté par Heinz et Stanford [43] pour la noix de muscade.

Dans le cas du cumin et de la cardamome, Ogzewalla [44] montre que la quantité d'essence au bout d'une année passe de 5% à quelques traces si l'épice a été stockée sous forme de poudre exposée ou non à l'air.

Ces exemples nous indiquent l'intérêt d'extraire les huiles essentielles ou de préparer des extraits à partir de matériel végétal fraîchement récolté, n'ayant subi aucune dégradation par la chaleur ou l'oxygène de l'air.

Cependant il est à noter que pour certains genres : *Lavandula*, *Mentha* ou *Vetiveria*, un préfanage est nécessaire pour développer les arômes recherchés.

• *Influence de la lumière, du pH et de la cinétique au cours des procédés d'extraction*

La lumière a par ailleurs une action néfaste, celle-ci est plus marquée sur les produits d'extraction, huiles essentielles et oléorésines, que sur le végétal. Ce phénomène a été observé par De Cleyn [45] dans le cas de la pipérine qui sous l'action des rayonnements Ultra Violet s'isomérise en isochavicine (schéma 1), dépourvue de goût. Ce phénomène est plus important et plus rapide dans l'huile essentielle que dans le grain de poivre.

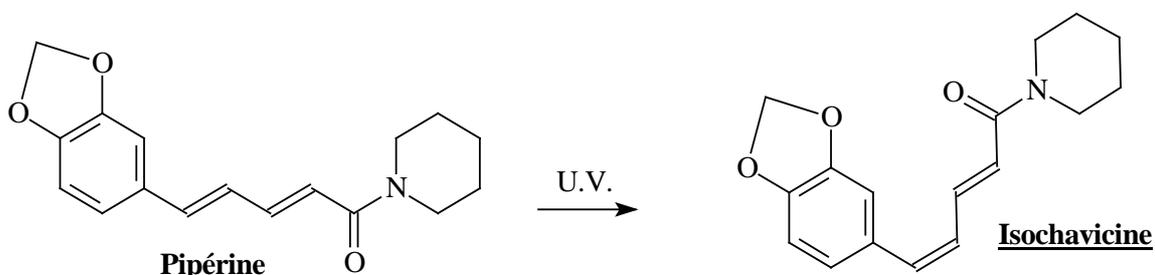


Schéma 1 : transformation de la pipérine en isochavicine sous l'action des UV

La possibilité de transformation des constituants des huiles essentielles explique que la composition de l'extrait obtenu par hydrodistillation soit, le plus souvent, différente de celle du mélange initialement présent dans les organes sécréteurs du végétal [28]. Au cours de l'hydrodistillation, l'eau, l'acidité et la température peuvent induire hydrolyses, déprotonations, hydratations et cyclisation, mais aussi réarrangements, isomérisations, racémisations, oxydations, etc... et ce d'autant plus que la distillation est longue et le pH acide [47]. Le comportement du *cis*-hydrate de sabinène illustre cette instabilité. Ce composé et son dérivé acétylé sont les constituants largement dominants de l'essence obtenue par extraction au

pentane des sommités fleuries de la marjolaine (*Origanum majorana* L.). L'hydrodistillation à partir des mêmes rameaux fournit une huile essentielle qui renferme, entre autre, une forte proportion de terpin-1-èn-4-ol, accompagné de γ - et d' α -terpinène ; parallèlement, la teneur en acétate de *cis*-hydrate de sabinène devient négligeable [46] et [47].

L'expérience conduite dès 1907 par Wallach [48] avec le *cis*-hydrate de sabinène et son acétate synthétique montre que le simple reflux dans l'eau, à pH légèrement acide, le décompose: en 30 minutes (schéma 2), il ne reste que 10 % de l'acétate et 85% de l'alcool alors qu'apparaissent le terpin-1-èn-4-ol (majoritaire), le γ -terpinène, l' α -terpinène, le *para*-cymène, le limonène, le terpinolène et l' α -terpinéol. On comprend mieux les variations importantes de composition citée dans la bibliographie concernant cette huile essentielle (pratiquement de 0 à 40 % pour l'hydrate de sabinène et/ou le terpin-1-èn-4-ol) [49].

L'exemple de l'huile essentielle de tea tree (*Melaleuca alternifolia*) confirme l'instabilité des dérivés hydroxylés du sabinène et corrobore l'exemple de la marjolaine.

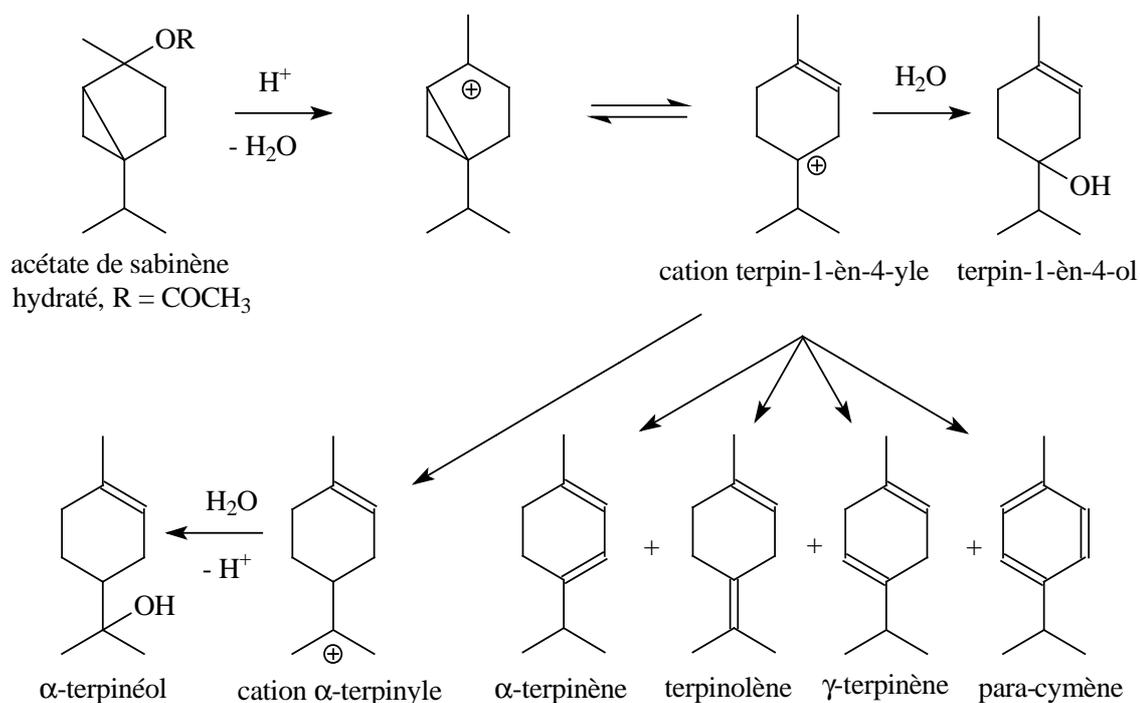


Schéma 2 : dégradation de l'hydrate de sabinène au cours de l'hydrodistillation

Plus le pH du milieu est acide, plus la différence de composition avec l'essence originelle sera importante [47]. L'utilisation de H₂¹⁸O montre que la formation des dérivés à squelette *p*-menthane implique le cation terpin-1-èn-4-yle et, marginalement, l'intervention du cation α -terpinyle. Parmi les constituants sujets aux artefacts, les auteurs signalent tout particulièrement les monoterpènes mono et bicycliques (sabinène) [50], les alcools monoterpéniques et leurs esters (linalol et son acétate) [47].

Par ailleurs, la cinétique de distillation n'est pas la même pour tous les constituants d'une huile essentielle (carbures, alcools, cétones, etc....) : la composition du distillat varie en fonction du temps de distillation.

Toutes ces observations montrent les difficultés que l'on peut rencontrer lors de la préparation et de la conservation des huiles essentielles. Aussi, pour assurer la qualité de celles-ci, il est donc nécessaire de définir et de contrôler tous les paramètres depuis la culture du végétal jusqu'à l'obtention du produit final.

1.4.5.4. - Existence de variétés chimiques ou chémotypes

Au sein d'une même espèce la composition chimique de l'huile essentielle peut être différente : on parle alors de races chimiques ou de chémotypes. Il s'agit d'un polymorphisme chimique : une espèce peut être homogène au niveau de son caryotype et produire des huiles essentielles de compositions différentes. Le cas des thym [51] avec ses 7 chémotypes est sans doute le plus connu, on peut aussi citer le cas de *Ocimum gratissimum* L., qui peut présenter 5 chémotypes : eugénol, méthyl-eugénol, linalol, β -caryophyllène, et géraniol [52].

Charchari [53] a démontré que le rendement en huile essentielle et la teneur en principaux constituants de l'huile essentielle de *Artemisia herba-alba assa* récoltée en Algérie diffèrent selon le lieu de végétation de la plante. Il observe 2 chémotypes suivant la région de récolte : le type à α -thuyone caractérisant l'huile essentielle de la plante provenant de Ghardaïa et celui à α -thuyone-camphre et chrysanthénone caractérisant celle de la plante récoltée à Biskra, à Bordj Bou Arreridj et à Laghouat.

1.4.6. - Utilisation des huiles essentielles en aromathérapie

Il y a 40 000 ans, les aborigènes d'Australie utilisaient déjà les feuilles de *Melaleuca alternifolia* [54].

C'est vers le XII^{ème} siècle que le concept de l'aromathérapie s'est enraciné en Europe. Pendant les Croisades, les barbiers-chirurgiens découvrirent l'importance de l'hygiène et l'utilisation des huiles chez les Arabes. Les chevaliers ont donc rapporté des herbes et des huiles, ainsi que la technique de la distillation à la vapeur. En 1665, année de la grande peste à Londres, on brûlait la lavande, le cèdre et le cyprès dans les rues.

Ces pratiques ont été souvent qualifiées de superstition par les historiens, mais les produits utilisés n'en possédaient pas moins des propriétés désinfectantes, bactéricides et antivirales [55]. C'est ainsi qu'à la fin du XVI^{ème} siècle et vers le début du XVII^{ème} siècle, plus de cent huiles essentielles étaient utilisées pour traiter diverses maladies. En fait, on peut résumer l'histoire de l'aromathérapie en 4 époques :

- la première au cours de laquelle les plantes étaient utilisées telles quelles ou sous forme d'infusion ou de décoction,

- la deuxième époque était celle où les plantes étaient brûlées ou mises à infuser ou à macérer dans une huile végétale,

- la troisième époque correspond à la recherche de l'extraction de cette substance odorante. C'est la naissance du concept d'huile essentielle, qui aboutit à la mise au point des techniques de distillation,

- la quatrième époque est la période moderne où la connaissance des composants des huiles essentielles intervient et essaie d'expliquer les actions physiques, chimiques, biochimiques et thérapeutiques des arômes végétaux.

On doit le nom d'aromathérapie à Gattefossé, parfumeur lyonnais qui s'est intéressé à l'aspect thérapeutique des huiles essentielles. On constate de nos jours une augmentation significative de l'utilisation des huiles essentielles dans le domaine de l'aromathérapie [54].

1.4.7. - Méthodes d'identification des composés

Si aujourd'hui les méthodes d'identification des molécules présentes dans les huiles essentielles sont précises, rapides et fiables, il n'en était pas de même au début du XX^{ème} siècle. En effet, les seuls moyens connus étaient : l'indice de réfraction, le pouvoir rotatoire, la densité, le pH, l'absorption UV/visible que l'on associait aux différentes méthodes de contrôles chimiques tel que l'indice de carbonyle, d'ester, d'acide, d'alcool et de phénol.

De nos jours, ces contrôles physicochimiques sont encore utilisés, par exemple pour connaître l'indice d'acide d'une huile essentielle de lavande mise sur le marché. Par contre, les nouvelles techniques de séparation, en particulier la chromatographie en phase gazeuse (CPG), sont les mieux adaptées à l'analyse des constituants volatils dans les extraits aromatiques. La CPG peut être couplée à des méthodes spectrales, telles que l'infra-rouge ou la spectrométrie de masse qui est de loin la plus utilisée. La RMN (résonance magnétique nucléaire) peut être couplée ou non à une CPG, mais une des difficultés majeures de cette technique est l'obtention d'une quantité de composé pur de l'ordre de 10 à 100 mg.

Récemment la CPG a été couplée à des détecteurs de type ICP (inductively coupled plasma) qui permettent l'analyse des constituants d'une molécule par choix d'un atome particulier.

1.4.7.1. - La chromatographie en phase gazeuse

La CPG est basée sur le principe de la chromatographie de partage [56]. La phase stationnaire étant un liquide non volatil réparti ou greffé sur un support inerte. La phase mobile

est constituée de gaz inerte (H_2 , N_2 , He). La solution est injectée au moyen d'une seringue soit manuellement, soit avec un injecteur automatique qui permet d'obtenir une meilleure reproductibilité. La chambre d'injection est maintenue à une température telle que la vaporisation de l'échantillon se fasse dans un temps le plus court possible. La séparation des composés dépend du type de colonne utilisée et de la polarité de la phase stationnaire.

Après avoir choisi le type de colonne appropriée et un programme de température adéquat, la détection des composés élués est obtenue par un détecteur FID (flamme ionisation détecteur - détecteur à ionisation de flamme). Dans le cas des huiles essentielles, le FID est le détecteur le plus cité dans la littérature. Pour d'autres applications particulières, recherche de pesticides par exemple, les détecteurs de type ECD (détecteur à capture d'électron) ou TSD (détecteur thermo-ionique spécifique) sont les plus adaptés. Ces détecteurs sont très rarement utilisés pour l'analyse des huiles essentielles en raison de leur grande sensibilité envers les atomes de chlore, d'azote ou de phosphore, atomes qui sont peu fréquemment rencontrés dans celles-ci.

1.4.7.2. - Indice de rétention

L'un des problèmes de la CPG est le manque de reproductibilité des temps de rétention d'un appareil à l'autre ou d'une colonne à l'autre, même si elles sont de nature identique. Pour résoudre ce problème lié aux phénomènes complexes qui interviennent pendant l'élution (variation des conditions opératoires), Kovats a proposé l'utilisation d'un indice de rétention (IK), en considérant que la montée de température du four est linéaire sur la plage de température étudiée. Van Den Dool et Kratz [57] ont donc utilisé ces indices qui sont indépendants des conditions chromatographiques.

L'indice de rétention est une grandeur caractéristique de chaque composé et du type de colonne. Deux types de phases stationnaires sont généralement utilisés ce qui permet de résoudre le plus souvent les problèmes de coélutions.

Sur colonne "apolaire", les composés sont élués approximativement dans l'ordre de leur point d'ébullition.

Dans le cas d'une colonne "polaire" les composés les plus "polaires" seront retenus plus facilement et donc auront un indice de rétention plus élevé.

Quel que soit le type de colonne, les constituants d'une même famille sont élués dans le même ordre.

Les IK sont calculés par comparaison entre les temps de rétention (T_r) du composé étudié et ceux d'une série d'alcane linéaires permettant un « étalonnage » du chromatogramme.

Ces IK sont définis par la relation :

$$IK = 100n + \left[100x \frac{\text{Tr [A]} - \text{Tr [Cn]}}{\text{Tr [C(n+1)]} - \text{Tr [Cn]}} \right]$$

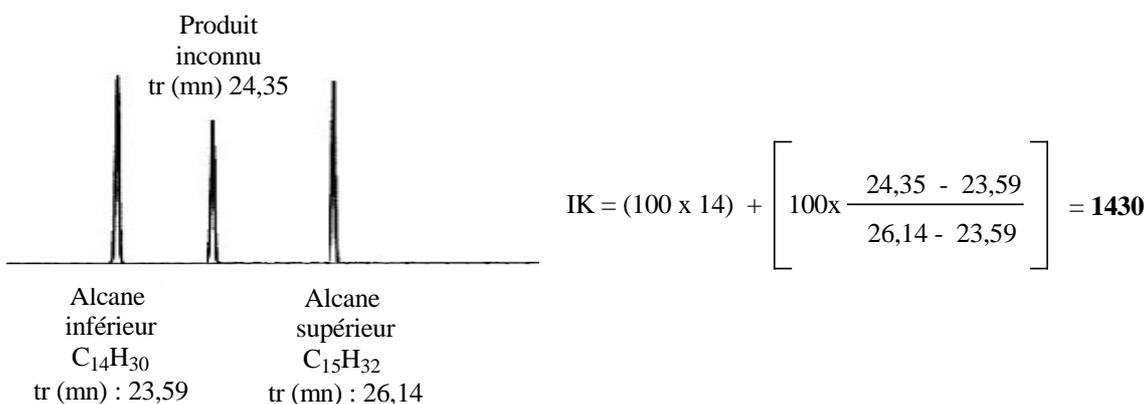
Où : IK est l'indice de Kovats

n est le nombre de carbones de la paraffine précédant immédiatement le composé étudié

Tr [A] est le temps de rétention du composé étudié

Tr [Cn] est le temps de rétention de la paraffine précédant immédiatement le composé étudié

Tr [C(n+1)] est le temps de rétention de la paraffine à n+1 atomes de carbone suivant immédiatement le composé



Par exemple, le β -copaène et le *cis*-muurola-4(14),5-diène possèdent des spectres de masse (figure 11) dont l'abondance des ions est très voisine.

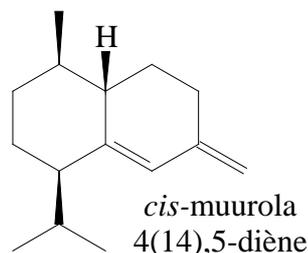
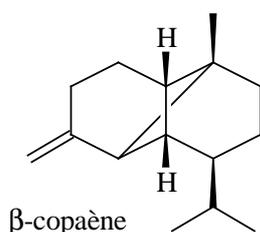
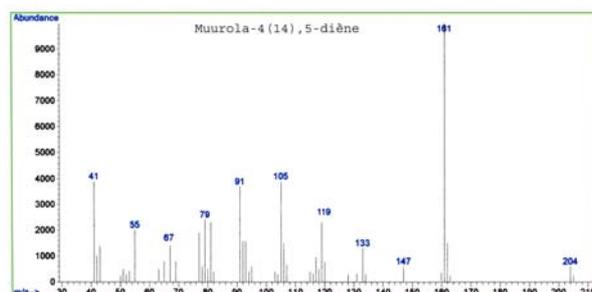
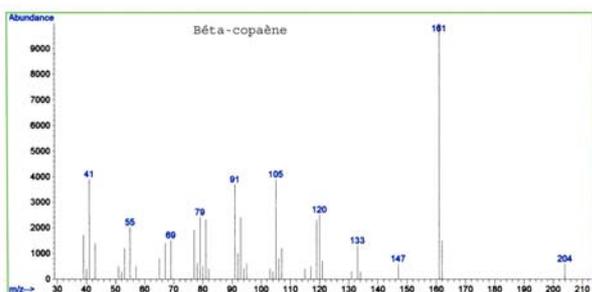


Figure 11 : spectres de masse presque identiques de 2 hydrocarbures sesquiterpéniques différents

De ce fait, leur seule fragmentation en spectrométrie de masse ne permet pas de les différencier avec suffisamment de certitude. Leurs temps de rétention sont par contre différents, ce qui correspond à des indices de Kovats de 1430 et 1462, et permettent par conséquent de les identifier avec certitude.

1.4.8. - Dégradation

Un autre problème à ne pas négliger est de connaître la compatibilité de la température de l'injecteur avec les produits étudiés, afin qu'ils ne subissent pas de dégradation ou de transformation. Par exemple, l'ascaridol extrait de l'essence de *Chenopodium ambrosioides* se décompose rapidement à 130°C en diol, ce qui est dû en particulier à sa structure qui possède un pont peroxydique (schéma 3).

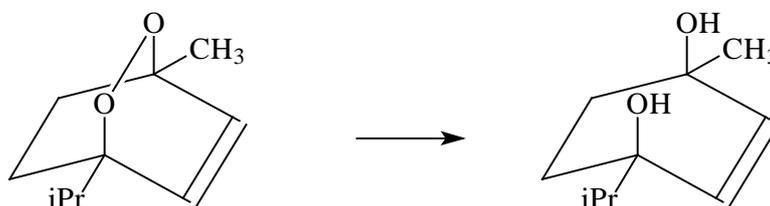


Schéma 3 : dégradation de l'ascaridol

CHAPITRE 2 : Biosynthèse des constituants volatils et odorants

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et variables de constituants qui appartiennent à 2 séries distinctes : la série terpénique et la série des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (beaucoup moins fréquents).

Les terpènes forment un groupe de produits naturels largement représentés et d'un intérêt chimique considérable. Bien que de structures très diverses, les terpènes ont un caractère commun : ils sont tous formés par la réunion d'unités isopréniques (unités pentacarbonées ramifiées). De ce fait, une classification rationnelle, basée sur le nombre d'unités isopréniques qu'ils renferment, est possible. Ainsi on distingue les hémiterpènes (C_5), les monoterpènes (C_{10}), les sesquiterpènes (C_{15}), les diterpènes (C_{20}), les sesterpènes (C_{25}), les triterpènes (C_{30}), les caroténoïdes (C_{40}) et les polyisoprènes (C_n).

En général, seuls les terpènes de poids moléculaire faible, de 10 à 20 atomes de carbones, sont présents dans les huiles essentielles.

2.1. - Les terpènes et terpénoïdes

Ils peuvent être acycliques (myrcène, ocimène etc...), monocycliques (α - et γ -terpinène, *para*-cymène, δ -élémane,...), bicycliques (α - et β -pinène, δ -3-carène, camphène, β -caryophyllène, etc...) ou fonctionnalisés :

- alcools : acycliques (géraniol, linalol, citronellol, etc...), monocycliques (menthol, α -terpinéol, etc...), bicycliques (bornéol, fenchol, etc...),

- cétones : acycliques (tagétone), monocycliques (menthone, carvone, etc...), bicycliques (camphre, fenchone, thuyone, etc...),

- aldéhydes : le plus souvent acycliques (géraniol, néral, citronellal, etc...),

- esters : acycliques (acétate ou propionate de linalyle, acétate de citronellyle), monocycliques (acétate de menthyle, d' α -terpinyle, etc...), bicycliques (acétate d'isobornyle, etc...),

- éthers : 1,8-cinéole,

- peroxydes : ascaridol,

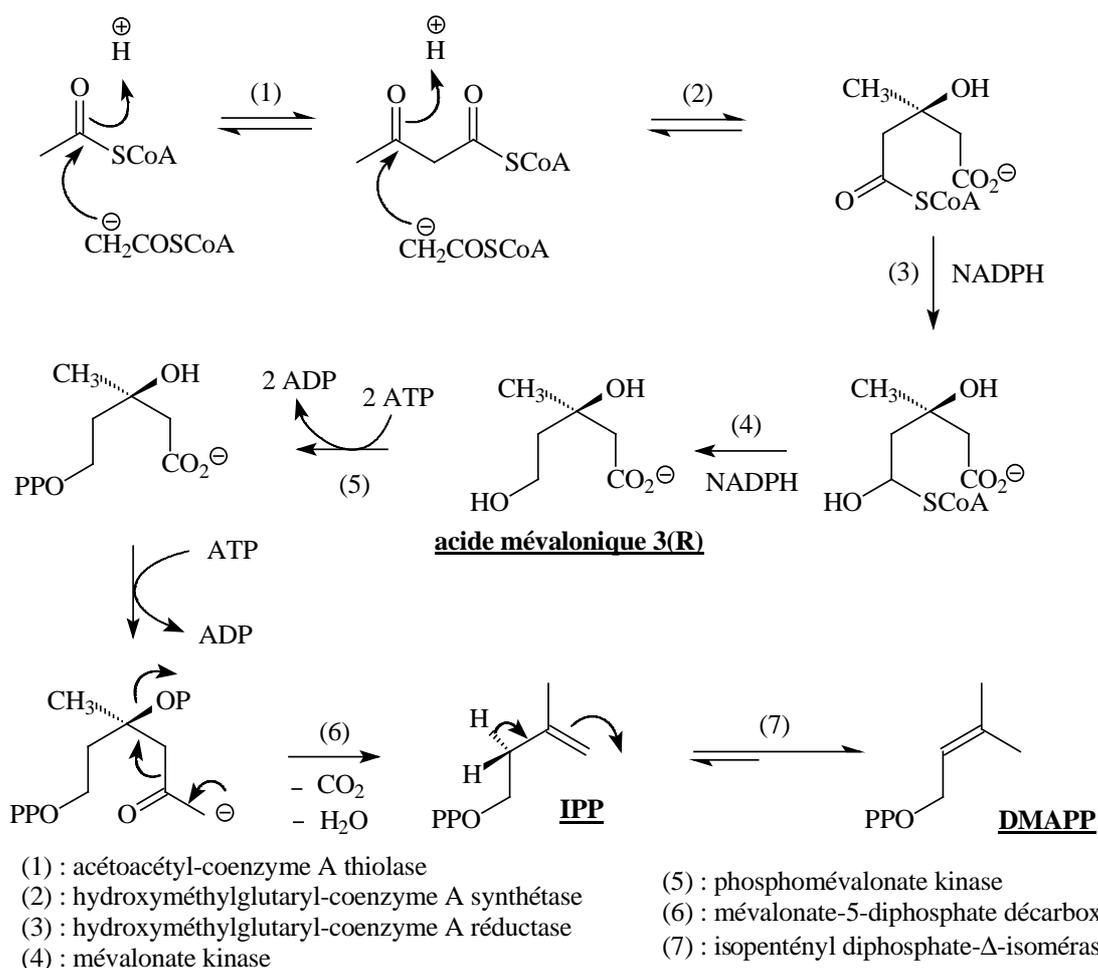
- phénols : thymol, carvacrol.

La diversité des structures terpéniques naturelles rend délicate, sinon difficile, toute tentative de généralisation.

Aujourd'hui, il est admis que la voie de l'acide mévalonique conduit à la formation des terpènes. Cet acide est obtenu à partir du métabolisme des sucres après formation de l'acétyl coenzyme A.

2.1.1. - Formation du motif isoprénique

De nombreux travaux [58], [59], [60], [61], [62] effectués sur la biosynthèse des isoprénoïdes ont permis de déduire un mécanisme biogénétique expliquant la formation de la plupart des isoprénoïdes. Ce mécanisme considère l'acide mévalonique ou le mévalonate comme précurseur universel des terpènes [62] (schéma 4).



Mann J., (1987), secondary metabolism, 2nd Ed., Oxford, Clarendon Press

Schéma 4 : formation du motif isoprénique

L'acide mévalonique est formé par condensations successives de 3 molécules d'acétyl-coenzyme A.

La réaction est catalysée par l'hydroxyméthylglutaryl-coenzyme A synthétase. L'hydroxyméthylglutaryl-coenzyme A réductase réduit spécifiquement le 3-hydroxy-3-méthylglutarylcoenzyme A (HMG-CoA) formé en 3R-mévalonique (MVA).

La conversion de l'acide mévalonique en structures hémiterpéniques débute par une double phosphorylation : l'acide mévalonique-5-phosphate formé subit ensuite une décarboxylation et une déshydratation pour donner l'isopenténylpyrophosphate (IPP).

Le pyrophosphate d'isopentényle est isomérisé par l'isopentényle diphosphate δ -isomérase en diméthylallylpyrophosphate (DMAPP).

Le DMAPP étant très réactif est susceptible d'alkyler divers sites nucléophiles.

2.1.2. - Condensation des motifs isopréniques

Le premier terme de la série est le DMAPP qui, par additions séquentielles de l'IPP, aboutit à la formation des précurseurs des différentes classes des terpènes.

Ces précurseurs sont des esters pyrophosphoriques d'alcools en $(C_5)_n$ formés par addition séquentielle d'une unité en C_5 , le pyrophosphate d'isopentényle (IPP), sur le pyrophosphate de phénylallyle.

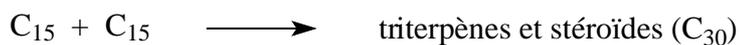
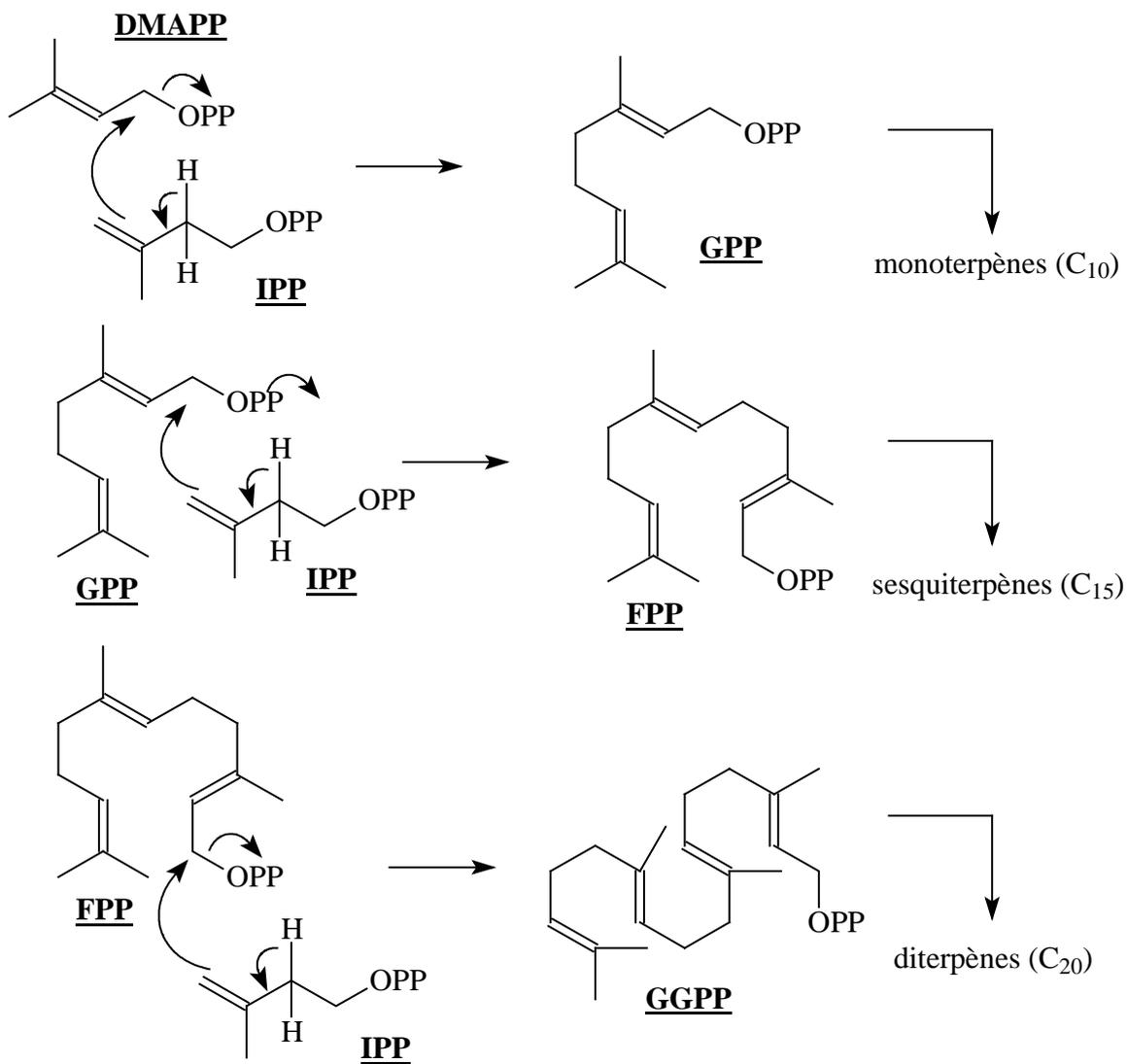
Le premier terme de la série est le diméthylallylpyrophosphate (DMAPP). L'addition du DMAPP sur la double liaison de l'IPP est catalysée par une GPP synthétase et conduit au pyrophosphate de géranyle (GPP), précurseur des monoterpènes.

La réaction implique l'ionisation du pyrophosphate d'allyle et le départ du groupe pyrophosphate qui permet l'attaque électrophile simultanée et stéréosélective du carbocation allylique formé sur la double liaison du pyrophosphate d'isopentényle.

Le processus s'accompagne de l'élimination d'un proton H 2-pro-(R) de l'IPP, conduisant à la formation d'une double liaison *trans*, dans la biosynthèse du GPP. L'élimination d'un proton H 2-pro-(S) conduirait à la formation de l'isomère *cis*.

Cette réaction de prénylation peut se poursuivre par l'addition de l'IPP sur le GPP et conduire au pyrophosphate de farnésyle (FPP), précurseur des sesquiterpènes ; une condensation ultérieure de l'IPP sur le FPP conduira au pyrophosphate de géranylgeranyl (GGPP), précurseur des diterpènes et ainsi de suite pour former la série de pyrophosphates de prényls allyliques homologues (schéma 5). L'allongement de la chaîne est catalysée par des prényl-transférases dont certaines sont spécifiques pour une chaîne donnée.

- pyrophosphate de géranyle (GPP), précurseur des monoterpènes
- pyrophosphate de farnésyle (FPP), précurseur des sesquiterpènes
- pyrophosphate de géranylgeranyle (GGPP), précurseur des diterpènes
- pyrophosphate de géranylfarnésyle (GFPP), précurseur des sesterpènes



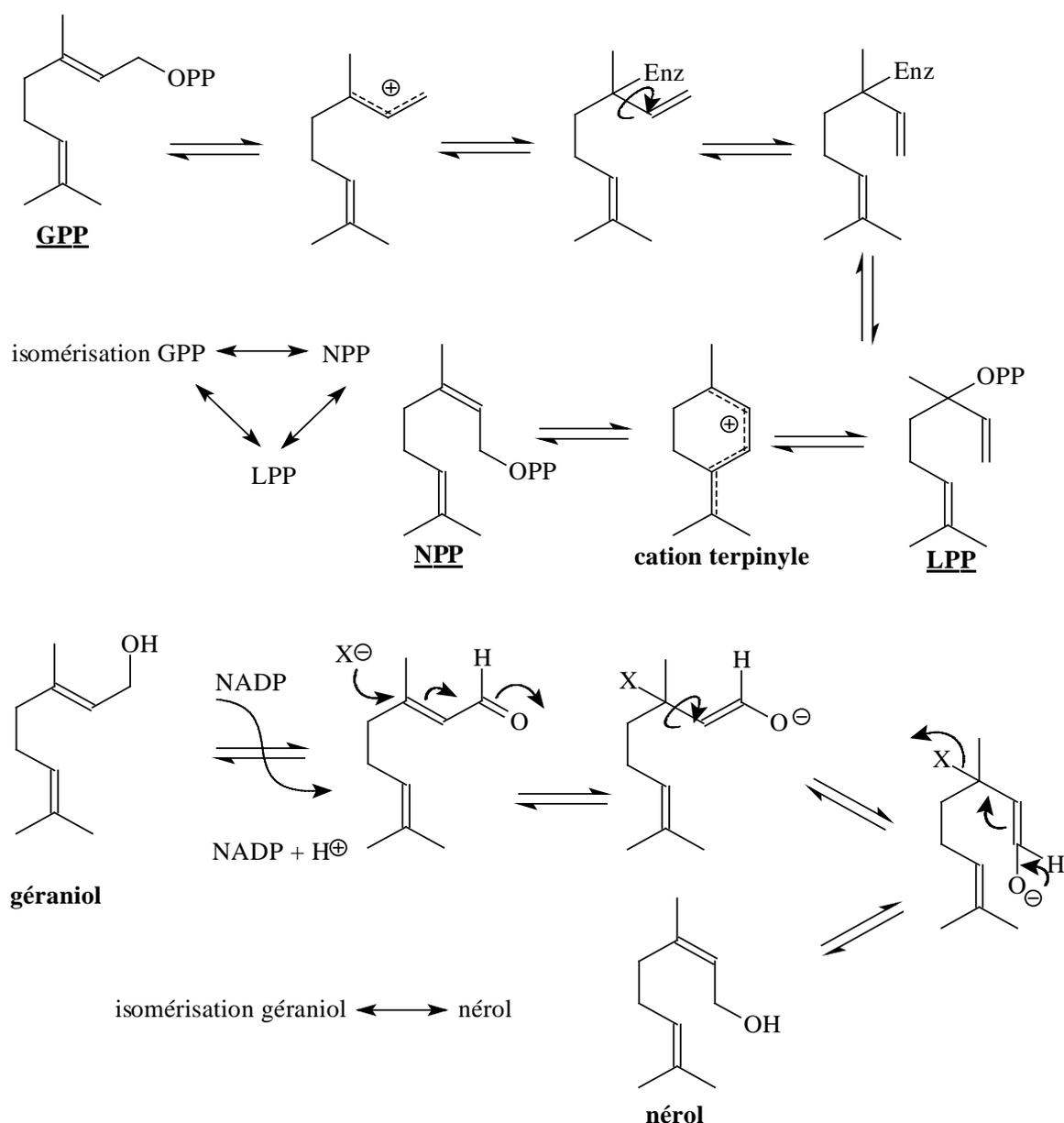
Mann J., (1987), secondary metabolism, 2nd Ed., Oxford, Clarendon Press

Schéma 5 : condensation de motifs isopréniques

2.1.3. - Transformations secondaires

Elles conduisent à des noyaux de différents types, eux-mêmes à l'origine des différentes classes de terpènes (schéma 6).

Si la formation de carbures, d'alcools et d'aldéhydes acycliques à partir du 2-E géranyl pyrophosphate s'explique aisément, celle de composés cyclisés implique le passage par un carbocation terpinyle qui ne peut se former qu'à partir du pyrophosphate de 2-Z néryle. L'isomérisation 2E \rightarrow 2Z nécessite soit un intermédiaire aldéhydique, soit, du fait de l'empêchement de rotation, un intermédiaire allylique tertiaire : le pyrophosphate de linalyle.

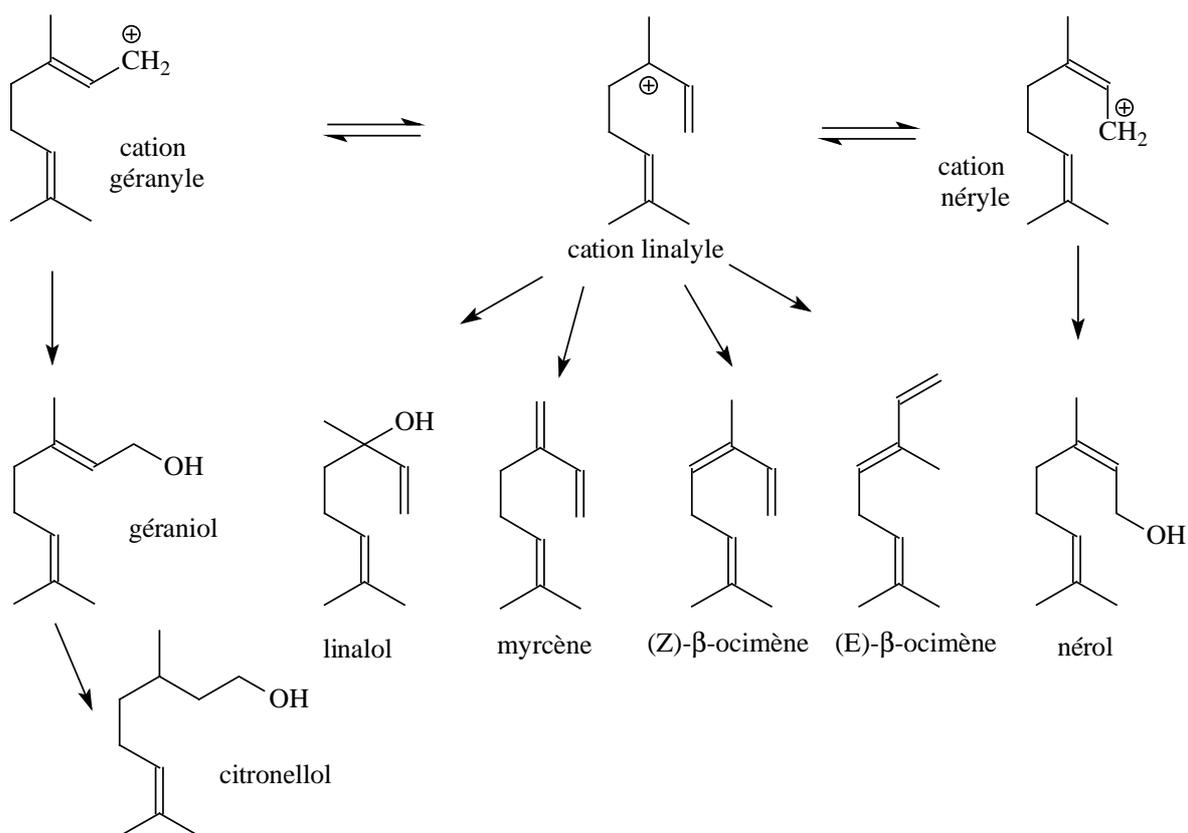


Mann J., (1987), secondary metabolism, 2nd Ed., Oxford, Clarendon Press

Schéma 6 : transformations secondaires

La formation de l'ensemble des monoterpènes acycliques (schéma 7) peut être rationalisée à partir d'un unique carbocation : le cation terpényle. Selon toute vraisemblance, ce cation dérive du GPP *via* une réaction concertée. Ainsi, les monoterpènes acycliques ont pour point de départ soit le cation dérivé du GPP, soit le cation dérivé du NPP ou, enfin, le cation dérivé du LPP

Le cation évolue ensuite par cyclisation électrophile ; la suite de réactions se termine par l'élimination d'un proton ou par addition d'une molécule d'eau. Les carbocations invoqués n'ont sans doute pas d'existence concrète *in vivo*.



Mann J., (1987), secondary metabolism, 2nd Ed., Oxford, Clarendon Press

Schéma 7 : biosynthèse des principaux monoterpènes acycliques

2.1.4. - Biosynthèse des monoterpènes cycliques

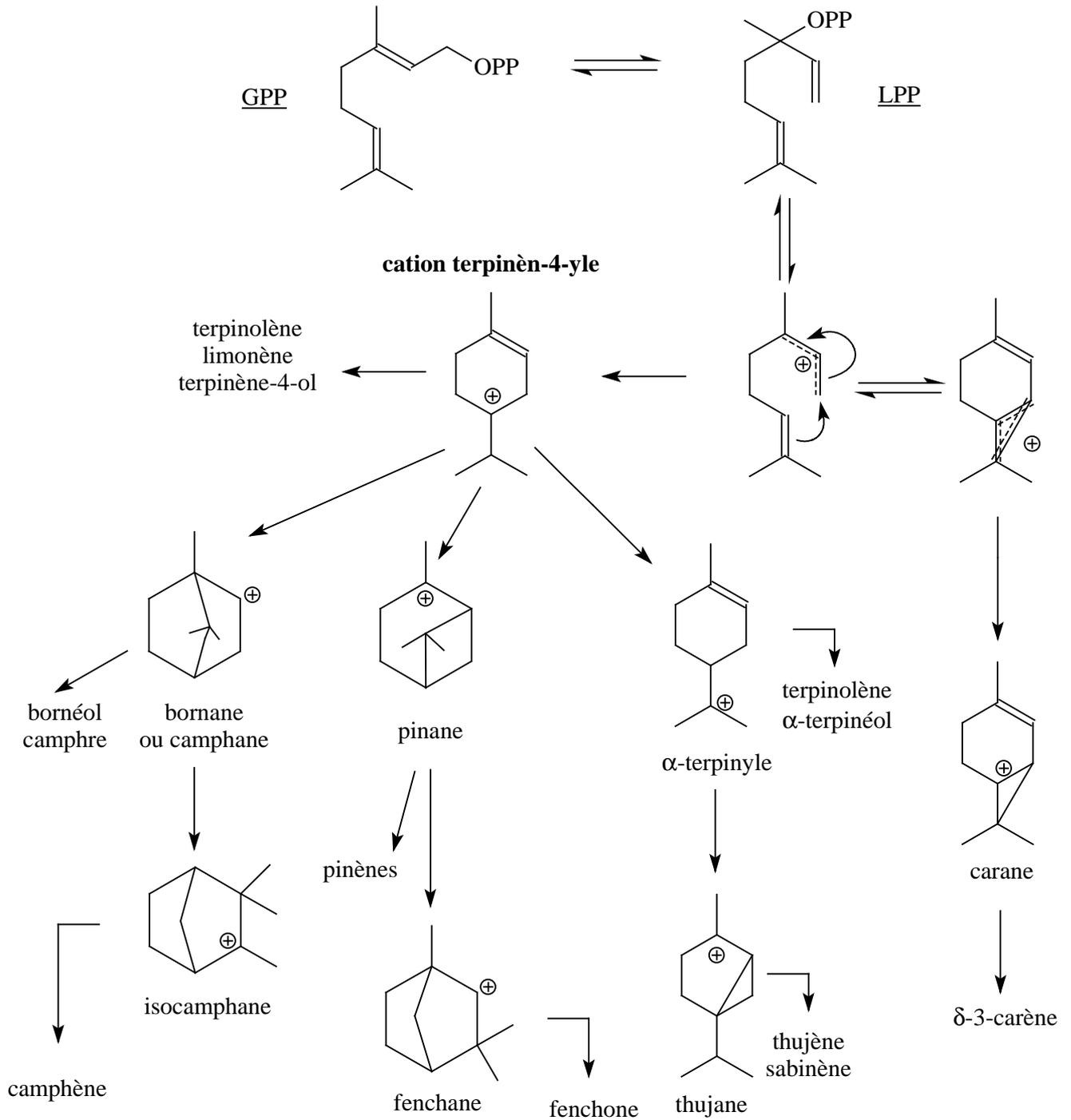
Chez les plantes, ces cyclisations sont catalysées par des enzymes appelés cyclases. A partir d'un même précurseur acyclique, ces cyclases spécifiques produisent différents squelettes. A l'heure actuelle, les difficultés d'isolement de ces enzymes ne permettent pas de savoir :

1°) S'il existe une cyclase pour chaque cycle formé,

2°) Si une même cyclase peut conduire au même produit dans 2 espèces végétales différentes,

3°) Si certaines cyclases sont capables de former individuellement plusieurs squelettes.

Le cation terpinyle provient du LPP ou du GPP après cyclisation et devient ainsi le précurseur de la plupart des composés cycliques terpéniques (schéma 8).



Mann J., (1987), secondary metabolism, 2nd Ed., Oxford, Clarendon Press

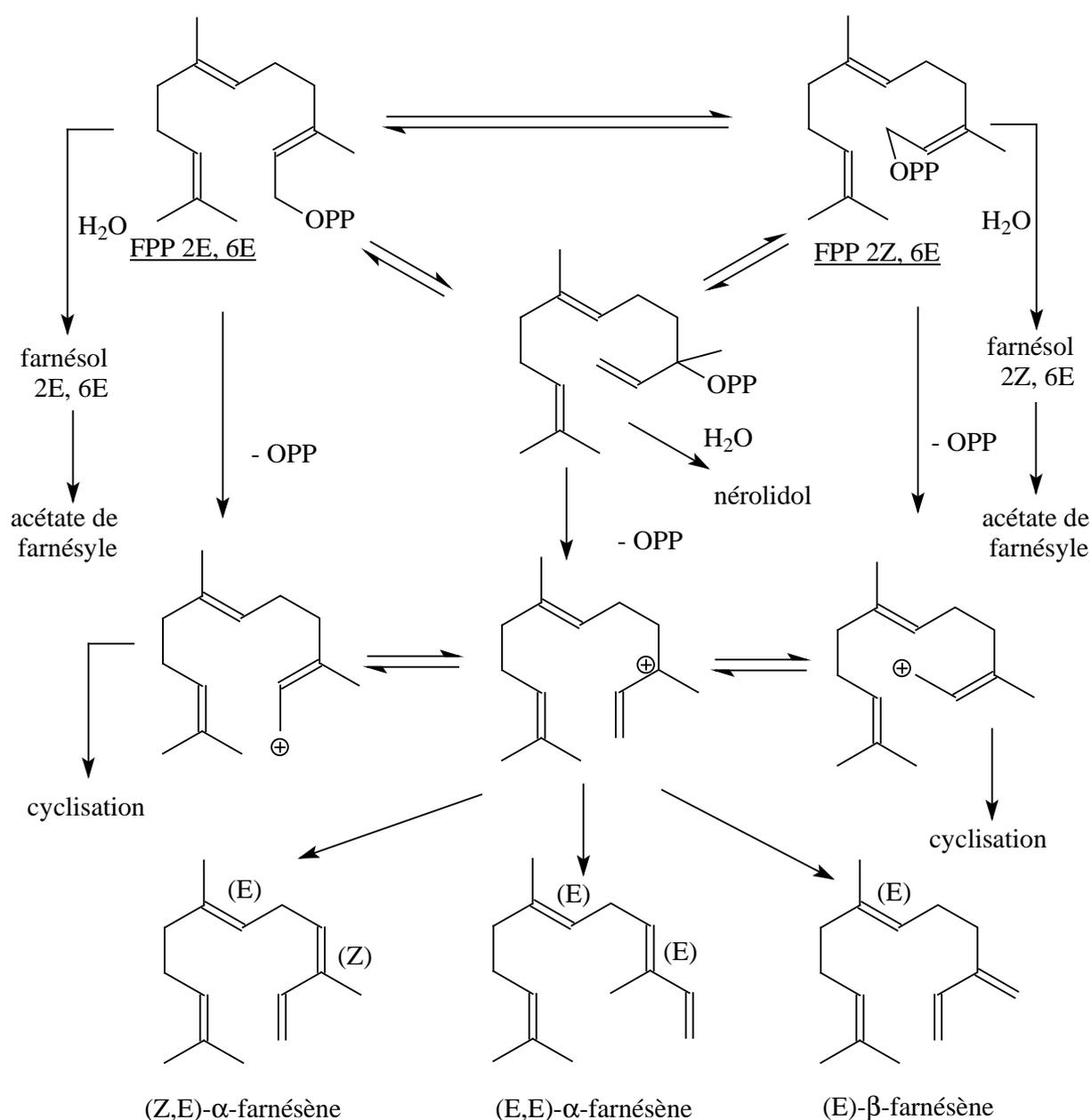
Schéma 8 : voies biosynthétiques des principaux monoterpènes cycliques

2.2. - Les sesquiterpènes

2.2.1. - Les sesquiterpènes acycliques

Le pyrophosphate de farnésyle, sous 2 configurations (2Z, 6E) et (2E, 6E), est à l'origine de la quasi-totalité des composés sesquiterpéniques : en effet, il existe plus d'un millier de composés rattachés à une centaine de squelettes. Il ne saurait être question de détailler toutes ces possibilités, néanmoins, on se limitera à présenter quelques composés acycliques et cycliques.

Les sesquiterpènes acycliques sont donc directement issus de ces précurseurs, ou formés par transformation des carbocations correspondants (schéma 9).

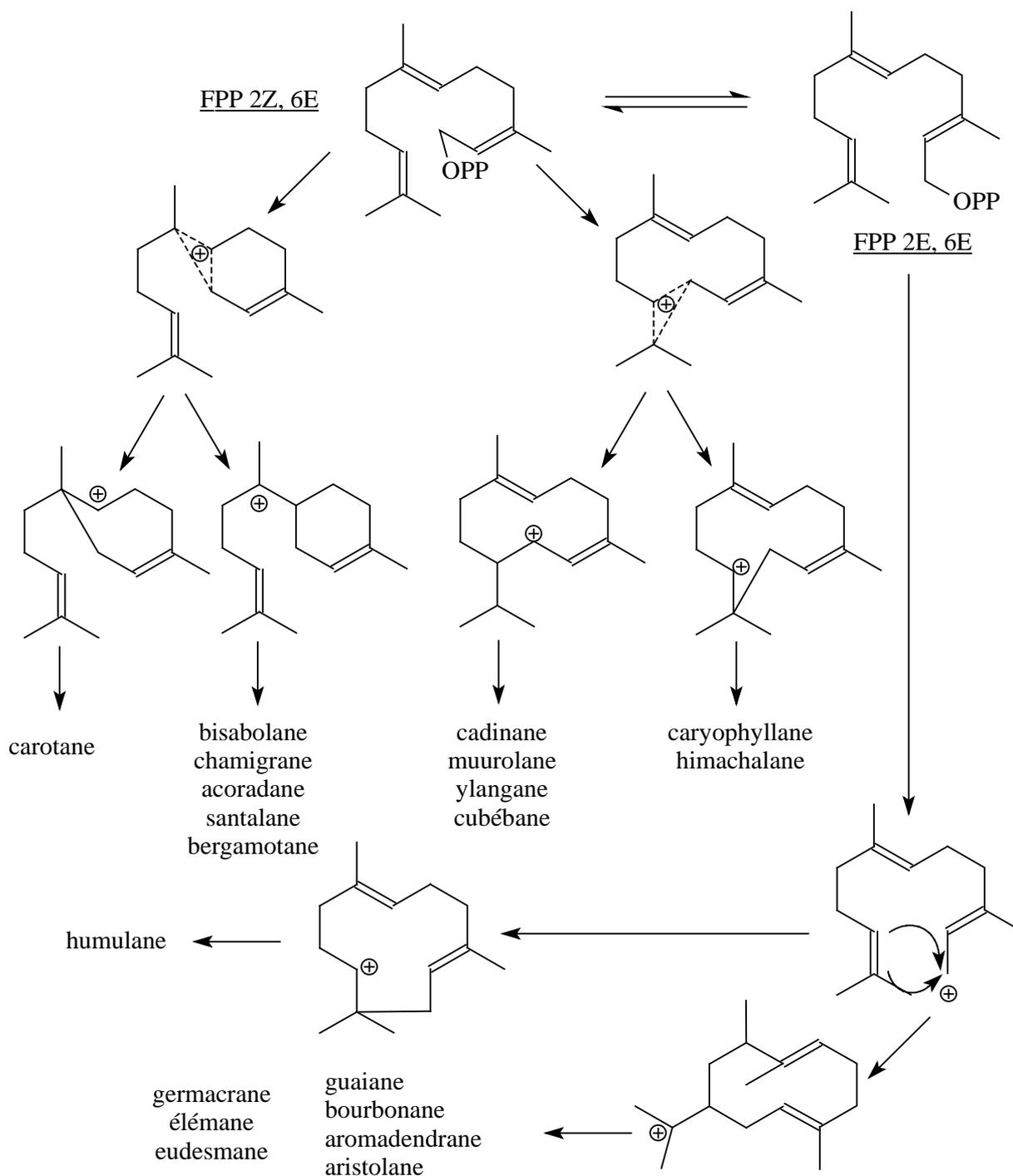


Mann J., (1987), secondary metabolism, 2nd Ed., Oxford, Clarendon Press

Schéma 9 : biosynthèse des sesquiterpènes acycliques

2.2.2. - Les sesquiterpènes cycliques

Les sesquiterpènes cycliques sont supposés être formés par cyclisation des carbocations issus des 2 isomères géométriques du FPP (schéma 10). Les voies biosynthétiques proposées sont inspirées du schéma proposé par Mann J. [62] qui tient compte de la stéréochimie des précurseurs potentiels (2Z, 6E-FPP et 2E, 6E-FPP) des différentes structures cycliques rencontrées.



Mann J., (1987), secondary metabolism, 2nd Ed., Oxford, Clarendon Press

Schéma 10 : biosynthèse des sesquiterpènes cycliques

2.3. - Les diterpènes

Les diterpènes sont formés à partir du géranylgeranyl diphosphate (schéma 11), lui-même obtenu par condensation d'une molécule d'isopentyl diphosphate sur le farnésyl diphosphate.

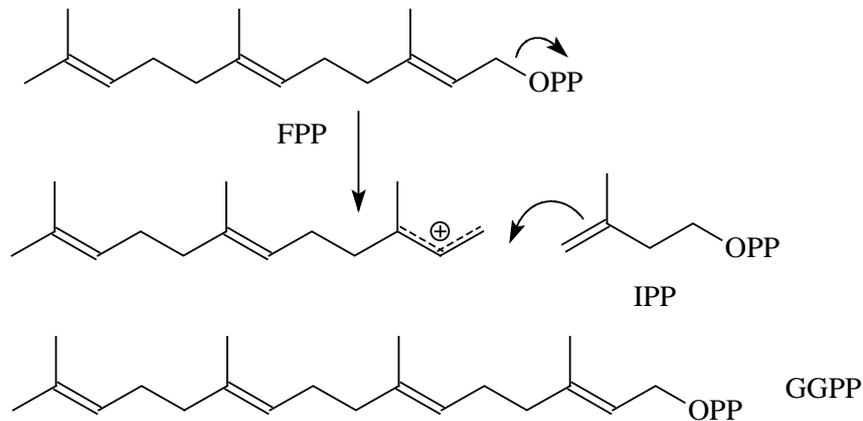


Schéma 11 : formation du géranylgeranyl diphosphate

Il existe 2 types de cyclisation pour obtenir les diterpènes.

- le premier s'apparente aux réactions catalysées par les monoterpènes et les sesquiterpènes synthétases. Un exemple de cette cyclisation est la taxadiène synthétase de l'espèce d'If (*Taxus*) qui est responsable de la formation du taxadiène, une oléfine tricyclique, précurseur du taxol.

- le deuxième type de cyclisation est obtenu à partir de l'abiétadiène synthétase qui après 2 cyclisations génère des diterpènes tricycliques (schéma 12).

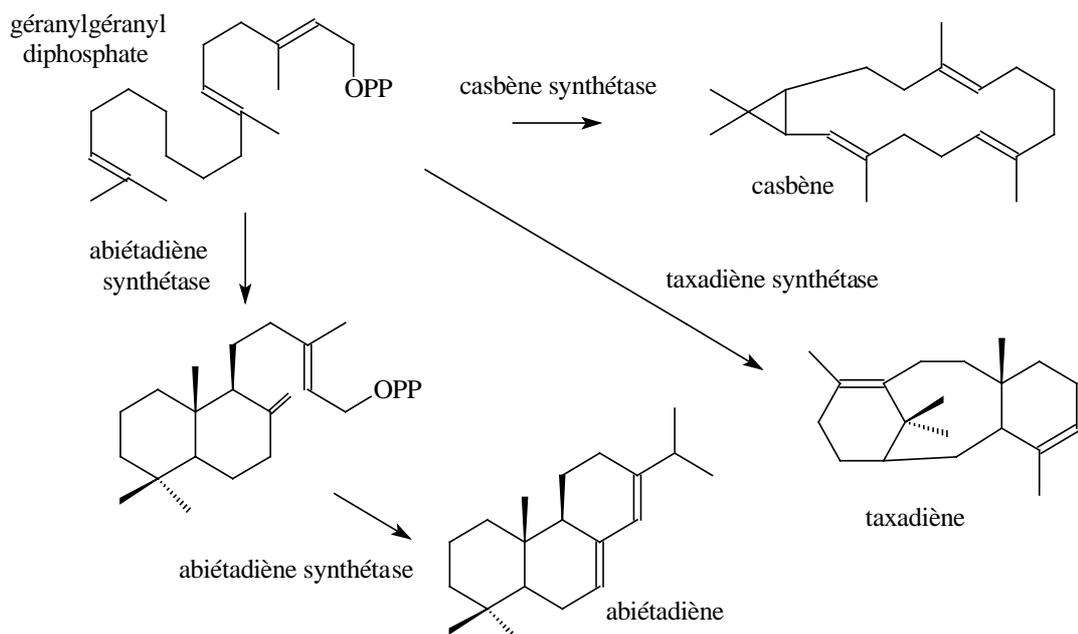


Schéma 12 : Exemple de biosynthèse de diterpènes

2.4. - Les triterpènes

La formation des triterpènes est engendrée par la réunion de 2 molécules de FPP (C15) tête-à-tête pour aboutir à un intermédiaire, le squalène (schéma 13)

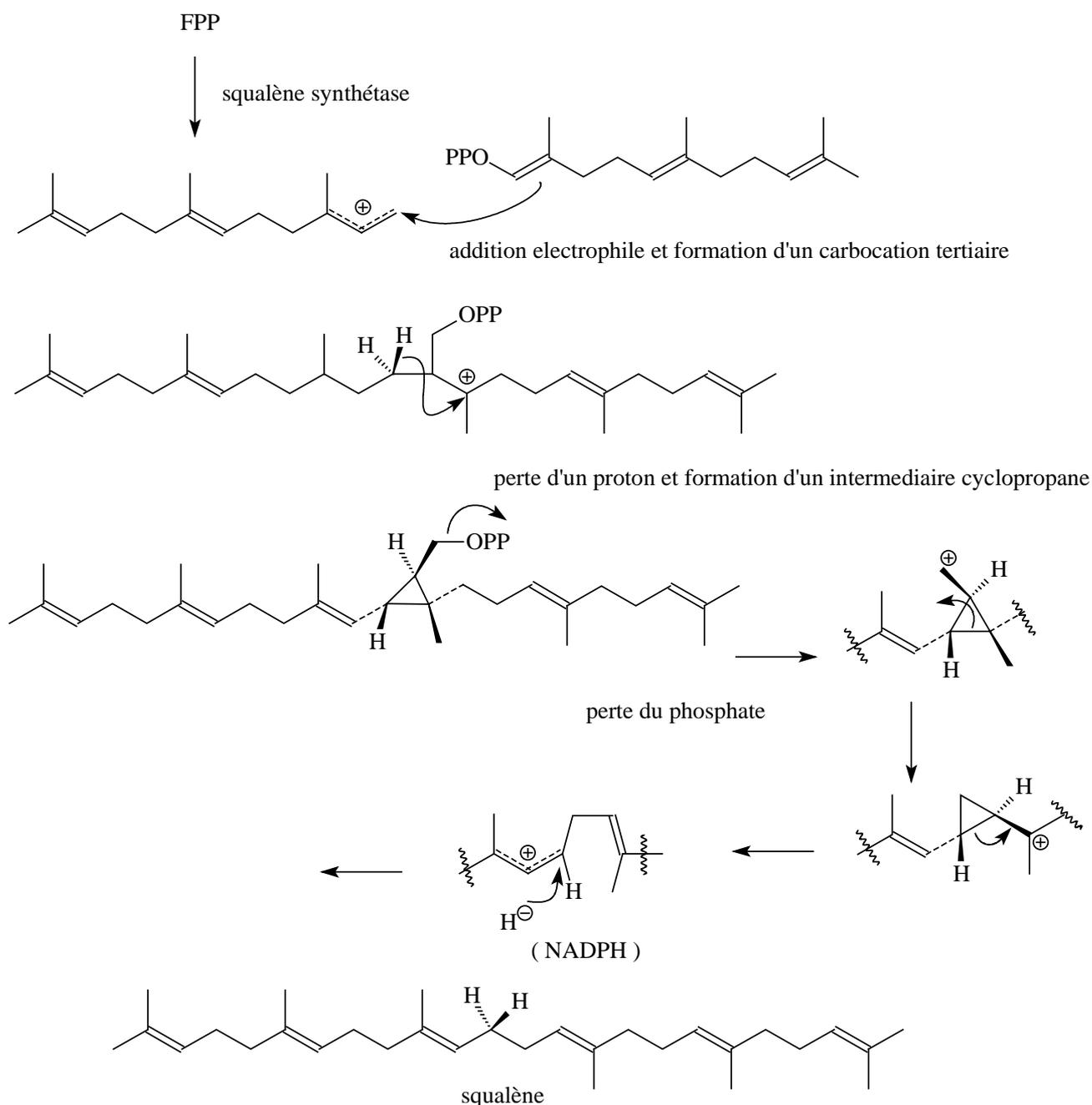


Schéma 13 : formation du squalène

La cyclisation du squalène *via* le squalène-2,3-oxyde (schéma 14) puis après de nombreuses réactions, Wagner-Meerwein, addition Markovnikov, etc..., engendre des squelettes précurseurs des stérols et de nombreux triterpènes.

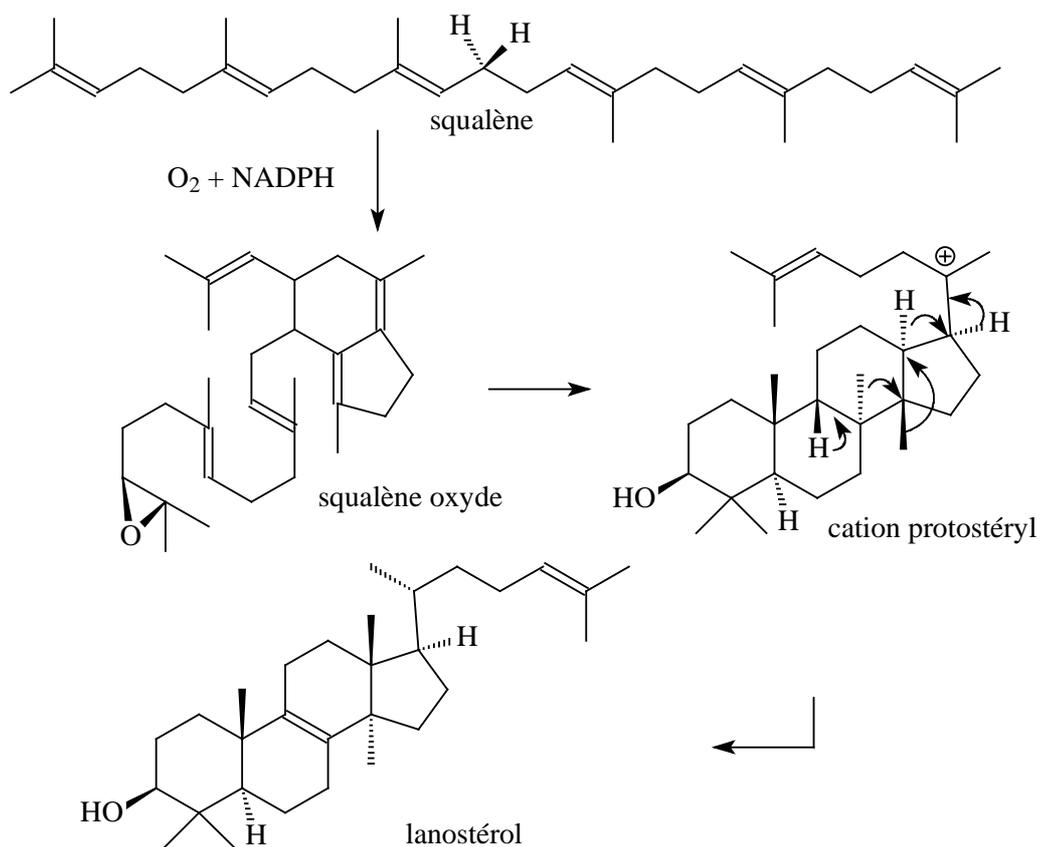


Schéma 14 : exemple de formation de lanostérol

Chimie Organique, Pierre VOGEL, 1997, De Boeck Université, p. 88

A partir du cation protostéryle, on peut obtenir des dérivés oxygénés du groupe des cucurbitacines (schéma 15). Ces composés sont caractéristiques par leur goût amer. Ils sont purgatifs et cytotoxiques.

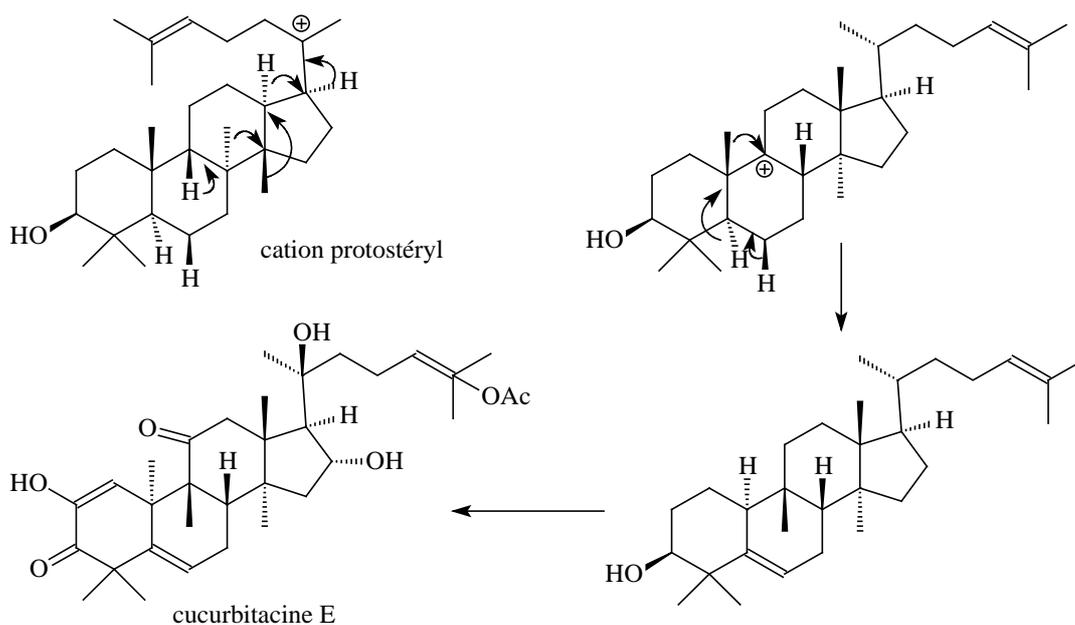
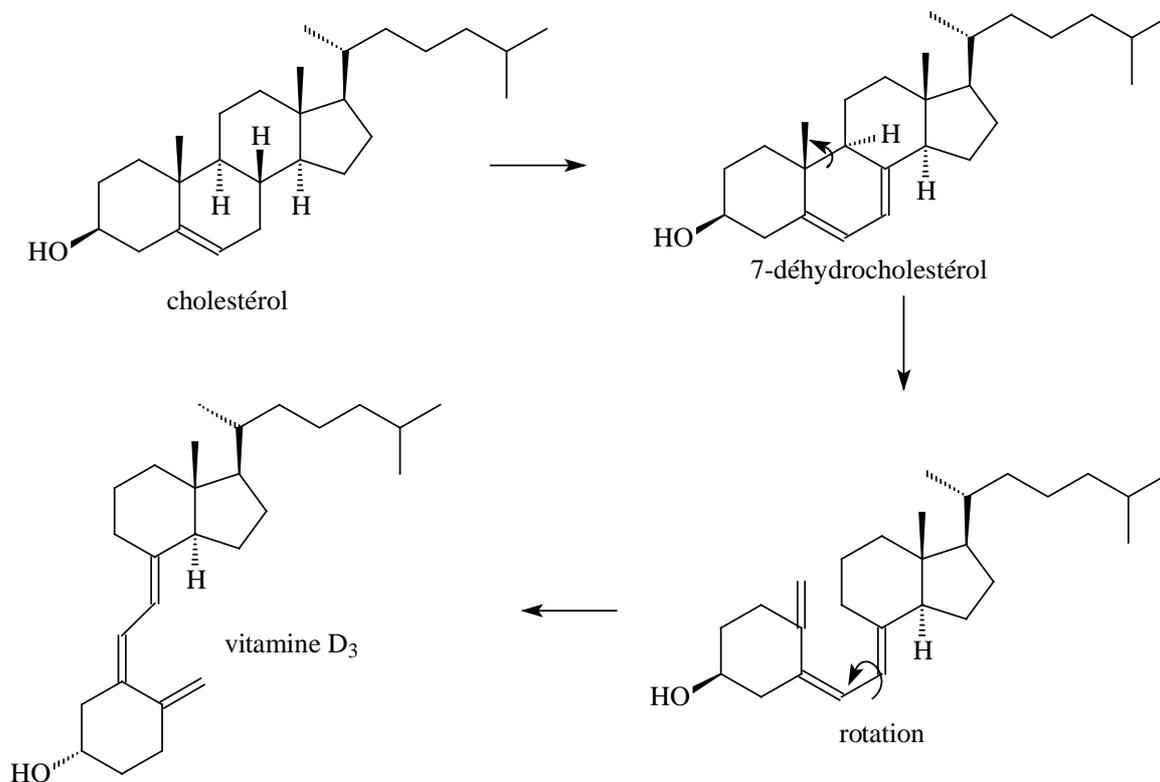


Schéma 15 : exemple de formation de cucurbitacine

Ces molécules sont le plus souvent activatrices de réactions au sein des cellules du règne animal, même si on en retrouve quelques dérivés dans les plantes. On peut citer par exemple le cholestérol (schéma 16), qui est le précurseur de plusieurs vitamines (D3 et D2).



Chimie Organique, Pierre VOGEL, 1997, De Boeck Université, p. 854

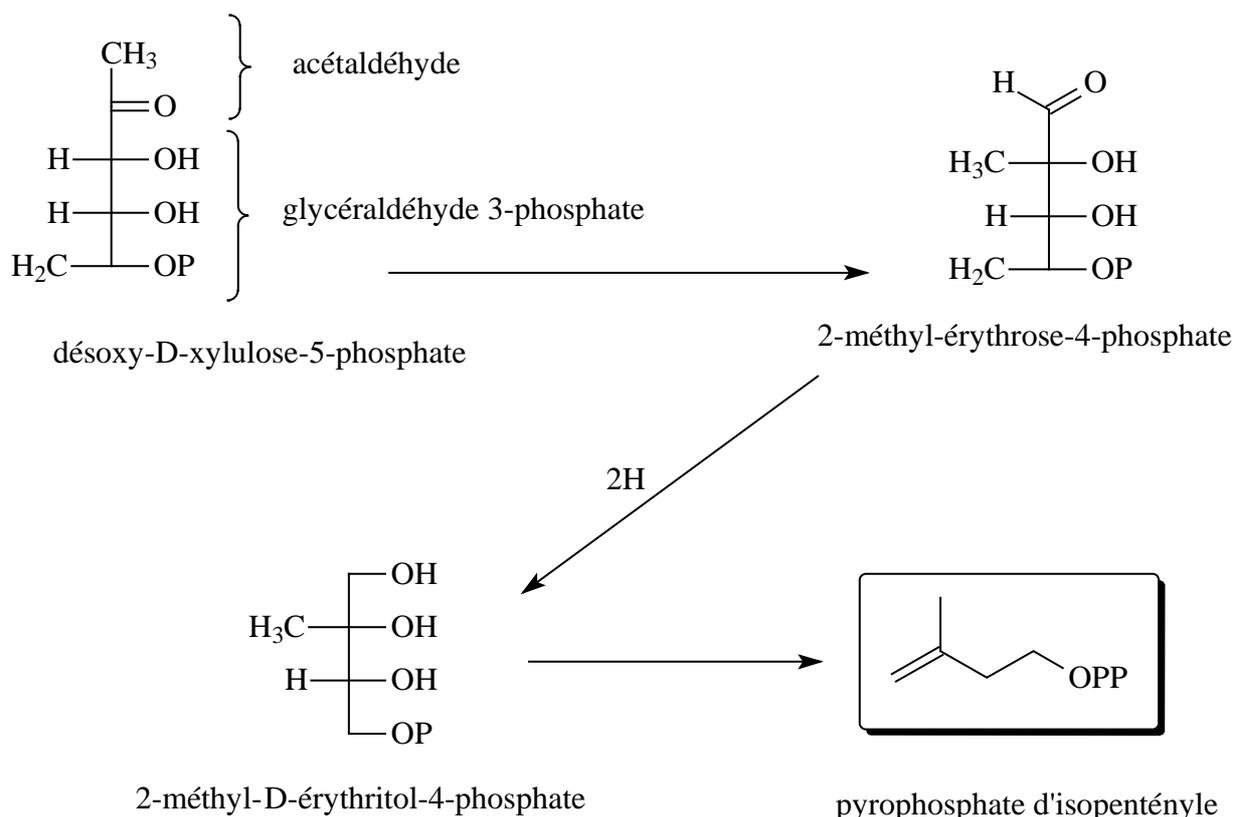
Schéma 16 : exemple de formation de vitamine D₃

2.5. - Nouvelles voies

Notons que le processus biosynthétique impliquant l'acide mévalonique comme précurseur universel des terpénoïdes a été récemment remis en cause par Rohmer [63] et Eisenreich [64].

En effet, en utilisant des incubations de bactéries en présence d'acétate et de glucose (marqués au ¹³C), ces auteurs ont mis en évidence une nouvelle voie biosynthétique qui explique la formation du pyrophosphate d'isopent-3-ényle (IPP), reconnu comme l'intermédiaire commun à tous les isoprénoïdes.

Dans ce nouveau processus biosynthétique (schéma 17), les précurseurs identifiés proviennent du métabolisme du glucose. Il s'agit du glycéraldéhyde 3-phosphate et du désoxy-D-xylose.

Schéma 17 : biosynthèse des isoprénoïdes *via* le glycéraldéhyde 3-phosphate

2.6. - Biosynthèse des dérivés du phénylpropane

Les composés aromatiques sont biogénétiquement issus d'une voie métabolique secondaire dite de l'acide shikimique (schéma 18). Cet intermédiaire se forme par une série de conversions biogénétiques, dont la première étape est une condensation aldolique stéréospécifique, entre le phosphoénolpyruvate et l'érythrose-4-phosphate pour former un composé en C₇, dont la cyclisation conduit à l'acide déhydroquinique.

Ce dernier se déshydrate pour donner l'acide déhydroshikimique qui, à son tour conduit à l'acide shikimique par une réaction de réduction.

A partir de cet important précurseur se forment, par des réactions, d'éliminations, de réarrangements intramoléculaires, etc..., les dérivés aromatiques ARC₁, ARC₂, et ARC₃ (schéma 18).

Outre les 2 familles principales que forment les terpènes et les dérivés aromatiques, il existe d'autres constituants des huiles essentielles (bien que rarement rencontrés et souvent en petites quantités), dont nous nous abstenons de développer les voies de biosynthèses en raison de leur grande diversité. Il s'agit d'acides gras dont le précurseur est l'ion malonyl-CoA qui résulte d'une réaction enzymatique entre l'ion bicarbonate et l'acétyl-CoA.

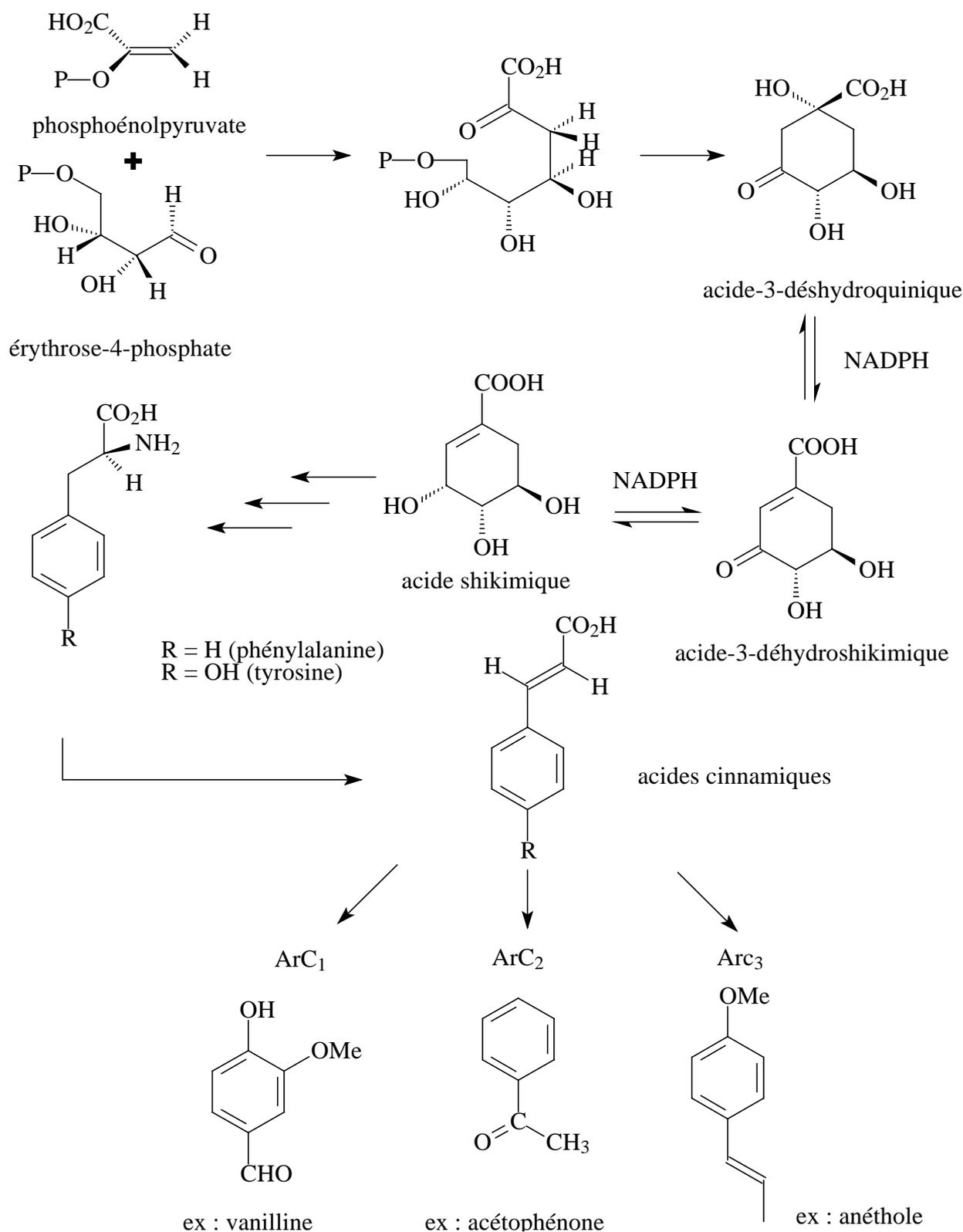


Schéma 18 : synthèse des dérivés du phénylpropane

D'autres constituants résultent de l'hydrolyse enzymatique des hétérosides (isocyanates, thiocyanates, phénylindoles, etc...)

2.7. - Biosynthèse du thymol et du carvacrol

Nous allons développer de façon plus détaillée la synthèse du thymol et du carvacrol, ces phénols étant les composés majoritaires de certaines huiles essentielles d'origan.

On connaît 3 voies de biosynthèse pour les molécules aromatiques :

◆- La voie de l'acide mévalonique (schéma 4 et 8) qui correspond à la biosynthèse des terpènes cycliques. Les phénols (thymol et carvacrol) sont obtenus par l'intermédiaire de 2 hydrocarbures monoterpéniques, limonène et γ -terpinène (schéma 19).

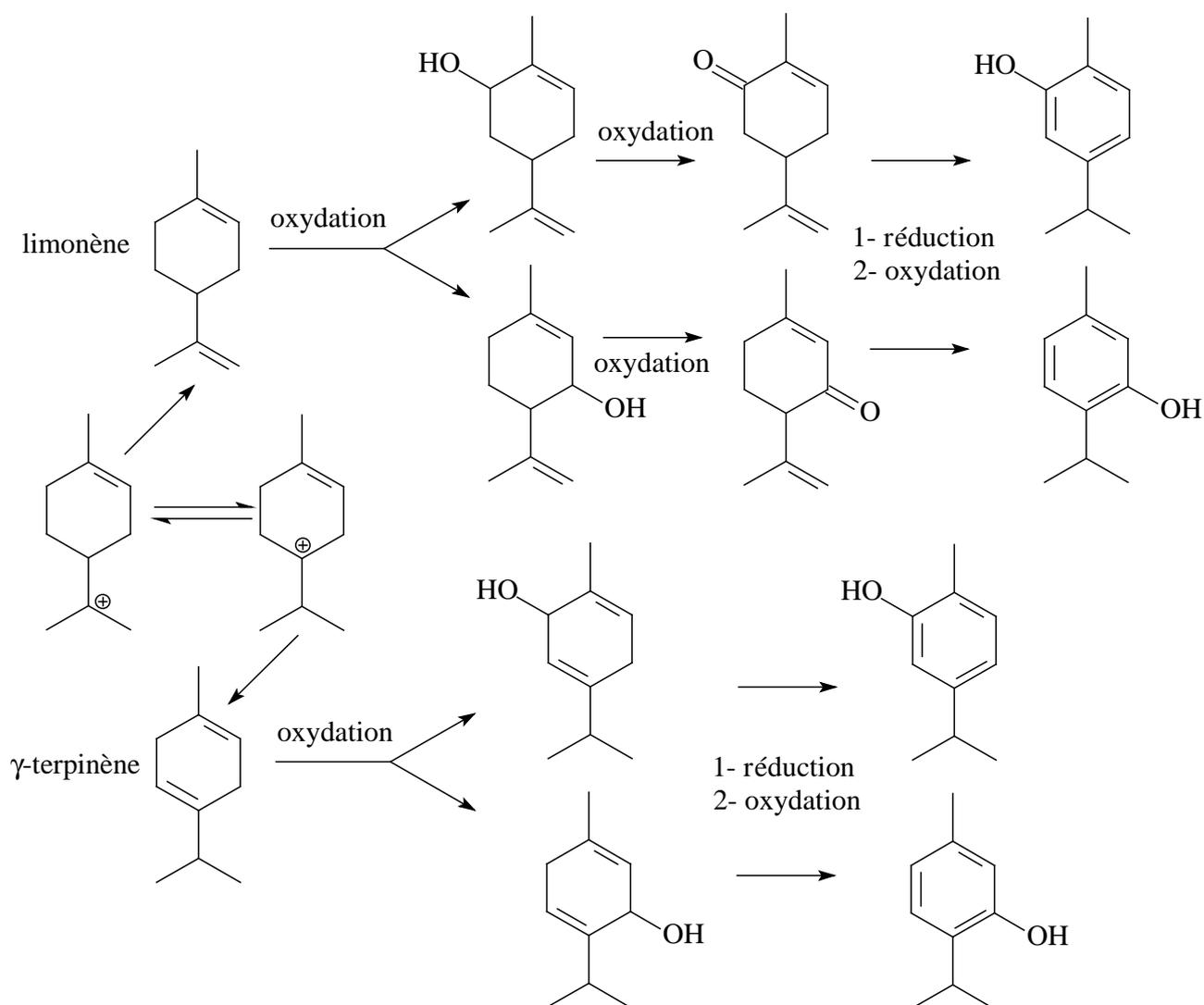


Schéma 19 : biosynthèse du thymol et du carvacrol à partir du limonène et du γ -terpinène

- ◆- la voie de l'acide shikimique (schéma 18)
- ◆- la voie de l'acétate malonate (schéma 20) qui rappelle la voie de biosynthèse des acides gras. Il se forme des acides polycétoniques qui donnent des phénols par cyclisation.

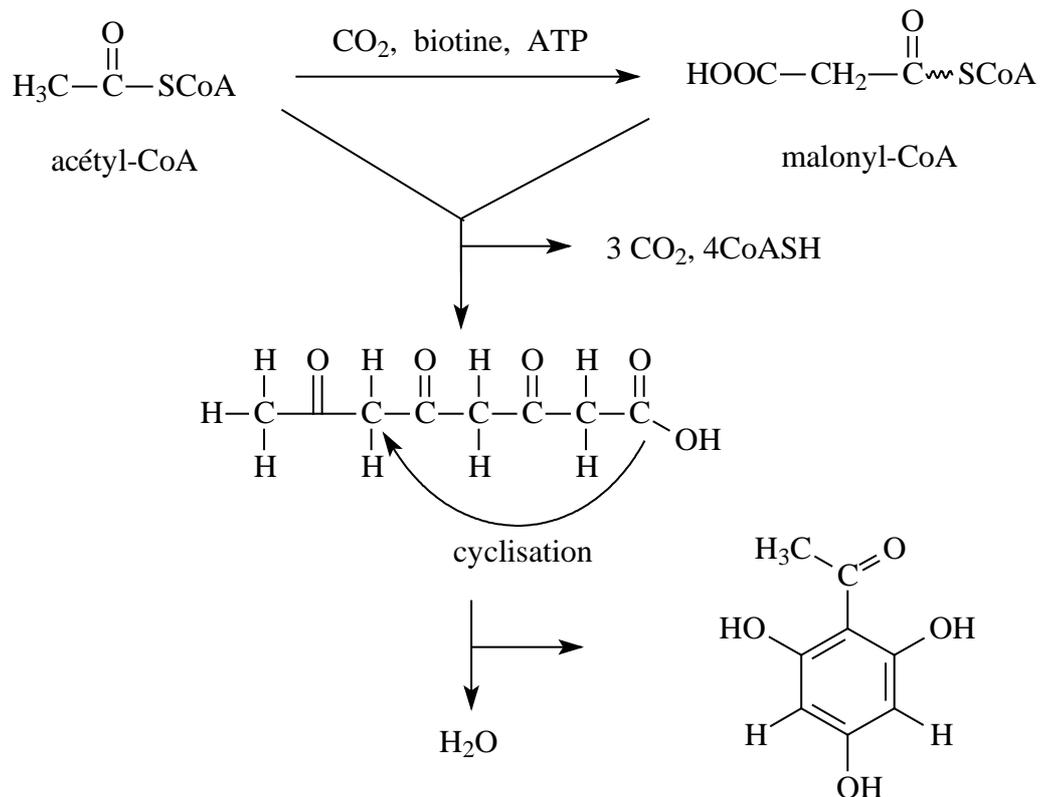


Schéma 20 : synthèse des phénols par cyclisation

CHAPITRE 3 : Caractères botaniques et répartition du genre *Origanum*

3.1. - Place dans la systématique

Classification d'après Deysson 1967

Embranchement :	Spermaphytes
Sous-embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Sous-classe :	Gamopétales
Série :	Superovariées tétracycliques
Super ordre :	Tubiflorales
Ordre :	Lamiales
Famille :	Lamiaceae
Sous-famille :	Népétoïdées
Genre :	<i>Origanum</i>

La famille des Lamiaceae comprend 187 genres et 3 000 espèces. Elle est la plus homogène de la sous classe des Gamopétales, et la plupart des Genres sont riches en huiles essentielles [65]. L'ancien nom des Lamiaceae : Labiées dérive du nom latin "labium" qui signifie lèvre, en raison de la forme particulière des corolles.

3.2. - Caractères généraux des Lamiaceae [66] et [67]

- les tiges sont quadrangulaires, au moins dans leur jeune âge, et sont à rameaux opposés,
- les feuilles opposées sont simples, parfois amplexicaules, toujours sans stipule et à limbe penninerve,
- les inflorescences formées par de faux verticilles axillaires ou glomérules proviennent de la réunion de 2 cymes bipares,
- les fleurs hermaphrodites ou unisexuées sont accompagnées de bractéoles et ont évolué vers l'adaptation à la pollinisation par les insectes (entomophilie),
- le calice est gamosépale persistant à 5 sépales soudés,
- la corolle est gamopétale et zygomorphe. Elle comprend un tube plus ou moins long, droit ou incurvé, souvent poilu. Le limbe est bilabié, partagé en 5 lobes (2 pour la lèvre supérieure, 3 pour la lèvre inférieure)

- les étamines sont au nombre de 4 : 2 grandes et 2 petites (sauf pour le genre *Mentha* qui en compte 5),
- le gynécée est formé de 2 carpelles formant un ovaire biloculaire reposant sur un disque glanduleux et possédant 2 ovules par loge. Chaque loge se subdivise par une fausse cloison en 2 logettes uniovulées. Les ovules sont anatropes ascendants à raphé interne,
- le fruit est un tétrakène formé de 4 nucules secs enveloppés par le calice.

3.3. - Caractères botaniques du genre *Origanum*

Origanum vient de 2 mots grecs, "*oros*" qui veut dire montagne et "*ganos*" qui signifie éclat ; ce mot signifierait "ornement des montagnes".

Les caractères distinctifs du genre *Origanum* sont d'après Ietswaart [68] :

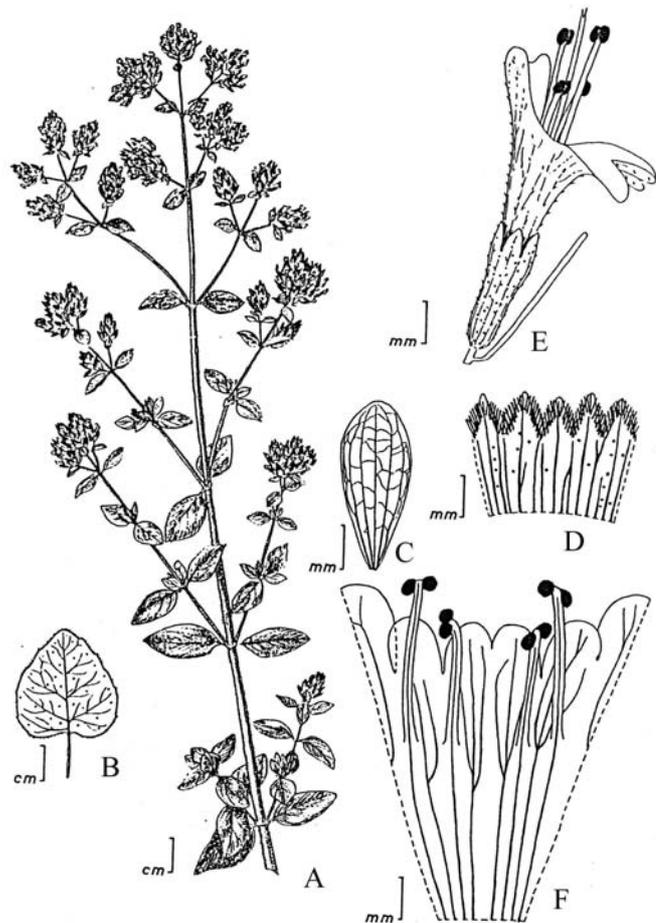
- les tiges : les portions les plus basses sont en général ligneuses et persistantes. On trouve plusieurs tiges dressées ou ascendantes portant des branches latérales, sur le quart ou la moitié supérieure, de longueur très variable de 10 à 60 cm ; la plupart des tiges portent des poils, au moins à la base dans toutes les espèces ; les poils sont simples, sauf pour *O. dictamnus* (poils ramifiés),
- les feuilles sont sessiles, subsessiles ou pétiolées surtout au niveau des nœuds inférieurs ; le pétiole atteint le quart ou la moitié de la dimension du limbe, les poils portés par les feuilles et les tiges sont identiques. Les feuilles peuvent être aussi plus ou moins glabres, dans ce cas elles sont presque toujours glauques car recouvertes par une fine couche de cire. Les feuilles portent des poches sécrétrices sessiles ou pédonculées. Ces glandes sécrétrices sont aussi présentes sur tiges, bractées, calices et corolles,
- les inflorescences sont portées par chacune des tiges et chacune des branches ; l'aspect en panicule sera fonction du nombre de branches, les bractées sont arrondies, ovales ou lancéolées ; les plus petites ressemblent à des feuilles, les plus grandes sont fines et membraneuses, souvent pourpres ou de couleur jaune-vert. De nombreuses variations sont possibles dans la taille des inflorescences et/ou des bractées ; ce sont ces variations qui permettent entre autres de différencier les sections,
- le calice est la partie la plus variable, dans le genre *Origanum* il possède 5 dents plus ou moins soudées ou il est formé par une ou 2 lèvres plus ou moins dentées. La classification en différentes sections fait également intervenir les caractères distinctifs du calice,
- généralement la corolle en forme de tube est dressée avec 2 lèvres de 3 à 14 mm, sa couleur est blanche, rose ou pourpre,
- les étamines peuvent être de forme et de taille très différentes et sont adaptées à la pollinisation par les insectes,

- les fruits sont des akènes ovoïdes, bruns, mesurant 1 à 5 mm de long et 0,5 mm de large.

Les caractères fondamentaux du genre *Origanum* résumés ci-dessus présentent le plus souvent des variations caractéristiques de chaque section.

Compte-tenu du nombre important d'espèces et de sous-espèces, seul *Origanum vulgare* ssp. *vulgare*, sera décrit (figure 12), cette espèce étant la plus répandue géographiquement.

L'origan vulgaire est une herbacée vivace de 30 à 70 cm de haut, très commune dans les endroits secs et ensoleillés de l'Europe et de l'Asie centrale. Elle pousse depuis le niveau de la mer jusqu'à 4000 m d'altitude, principalement sur les substrats calcaires et, fleurit de mai à octobre. Les tiges sont dressées, généralement poilues, quelques fois glabres. Elles portent les feuilles à bord entier ou denté (jusqu'à 30 paires par tige), généralement ovales et à pointe émoussée ; elles sont poilues ou glabres et portent des glandes sécrétrices sessiles non apparentes (jusqu'à 800 par cm²). Les fleurs sont groupées en inflorescences ou épis. Chaque fleur est située à l'aisselle d'une bractée ovale, légèrement membraneuse glabre ou quelques fois pubescente, de couleur rouge-violacé ou parfois glauque. La bractée est plus longue que le calice de la fleur. À l'intérieur du calice de 2 à 4 mm de longueur, se trouve la corolle (4 à 10 mm de longueur) de couleur rose ou violette.



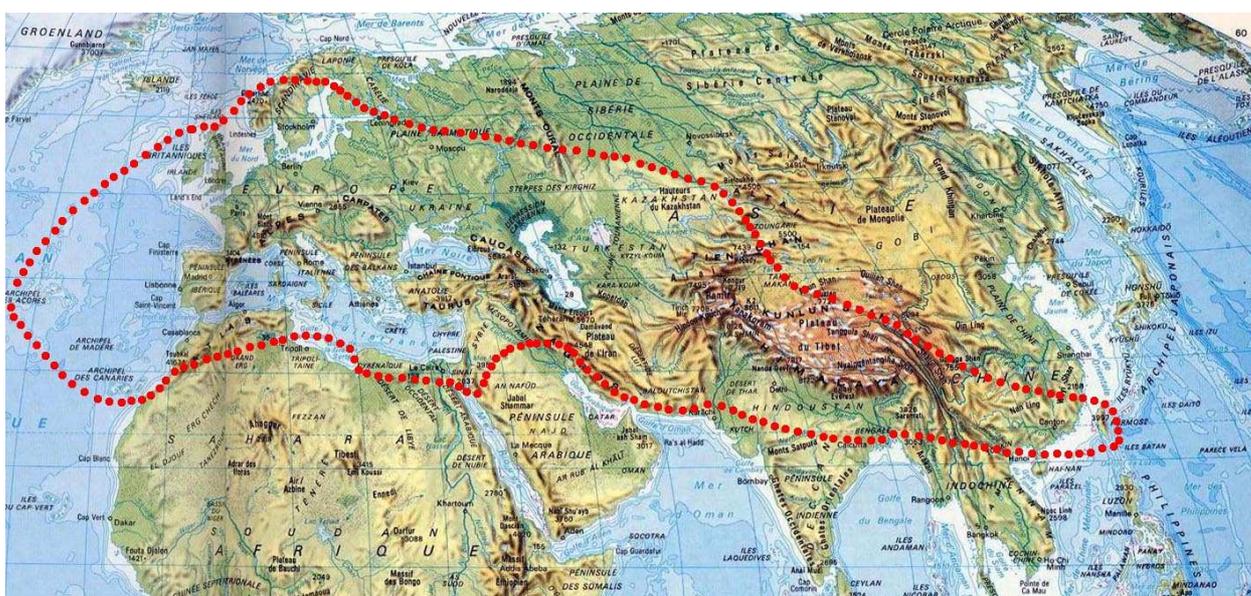
A : tige entière
 B : feuille
 C : bractée
 D : calice coupé par la lèvre inférieure
 E : fleur avec bractée avec vue de côté
 F : corolle coupée par la lèvre inférieure

Figure 12 : dessin de *O. vulgare* ssp. *vulgare* d'après Ietswaart [68]

Les parties utilisées pour obtenir l'huile essentielle sont les sommités fleuries récoltées en période estivale. Cette huile est peu utilisée en médecine traditionnelle, toutefois l'origan possède diverses propriétés thérapeutiques. Ainsi, en usage externe, il pourra être utilisé comme bactéricide et antiseptique, stimulant et antispasmodique des voies respiratoires comme l'a démontré Baratta [69].

3.4. - Répartition

Le genre *Origanum* a été particulièrement étudié par Ietswaart [68] en 1980. Il reconnaît 3 groupes, 10 sections, 38 espèces, 6 sous-espèces, 3 variétés et 16 hybrides (tableau 2). Le genre *Origanum* est largement présent des îles Canaries et des Açores, à l'Europe du Nord et jusqu'à l'est de l'Asie. On peut le rencontrer aussi en culture à Cuba ou dans l'île de Réunion, mais la région méditerranéenne représente son aire de distribution la plus importante (figure 13).



● Limite de distribution

Figure 13 : Aire de distribution du genre *Origanum* [68]

Certaines espèces sont endémiques à un pays. Par exemple *O. saccatum*, *O. boissieri*, *O. hypericifolium*, *O. sipyleum*, *O. acutidens*, *O. haussknechtii*, *O. brevidens*, etc... sont particulières à la Turquie, pays qui est considéré comme le centre génique du genre *Origanum* puisqu'il en possède 16 espèces [70]. De plus la Turquie est aussi un important centre génique de la famille des Lamiaceae ; cette famille est représentée par 45 genres, 546 espèces et 730 taxons. Les espèces endémiques représentent 44,2 % [71]. La Grèce compte 11 espèces tandis que la Crète en compte 5 [72].

Souvent confondu avec la marjolaine vraie, qui ne croît pas en France à l'état naturel,

l'origan porte aussi les noms vulgaires de marjolaine sauvage, marjolaine bâtarde, marjolaine vivace, thym de berger ou origan commun. Il faut souligner que la distinction entre marjolaine et origan n'est pas toujours très claire dans la littérature et dans la pratique commerciale ; de nombreuses dénominations sont utilisées pour désigner les huiles essentielles d'origan et il y a souvent confusion entre genre et espèce.

Les essences d'origan commerciales proviennent le plus souvent de *Coridothymus capitatus* L. ou origan d'Espagne dont le rendement en huile essentielle peut atteindre 3 % et même davantage, donc bien supérieur à celui obtenu à partir de *Origanum vulgare* ssp. *vulgare*.

De plus, on a coutume de classer dans les origans : *Origanum vulgare* Linnaeus ainsi que les autres espèces de *Origanum* et de réserver le terme de marjolaine à l'espèce *Origanum majorana* Linnaeus désignée marjolaine des jardins.

Tableau 2 : Classification du genre *Origanum* selon Ietswaart [68]

Groupe A	Groupe B	Groupe C	Hybrides
<u>I Section</u> <u>Amaracus</u>	<u>V Section</u> <u>Chilocalyx</u>	<u>VII Section</u> <u>Campanulaticalyx</u>	<i>O. x adonidis</i>
			<i>O. x applii</i>
<i>O. boissieri</i>	<i>O. micranthum</i>	<i>O. dayi</i>	<i>O. x barbarae</i>
<i>O. calcaratum</i>	<i>O. bilgeri</i>	<i>O. isthmicum</i>	<i>O. x dolichosiphon</i>
<i>O. cordifolium</i>	<i>O. microphyllum</i>	<i>O. ramonense</i>	<i>O. x hybridinum</i>
<i>O. dictamnus</i>	<i>O. minutiflorum</i>	<u>VIII Section</u> <u>Elongatispica</u>	<i>O. x intercedens</i>
<i>O. saccatum</i>	<u>VI Section</u> <u>Majorana</u>	<i>O. elongatum</i>	<i>O. x intermedium</i>
<i>O. solymicum</i>			<i>O. x lirim</i>
<u>II Section</u> <u>Anatolicon</u>	<i>O. majorana</i>	<i>O. floribundum</i>	<i>O. x majoricum</i>
	<i>O. onites</i>	<i>O. grosii</i>	<i>O. x minoanum</i>
<i>O. akhdarensse</i>	<i>O. syriacum</i>	<u>IX Section</u> <u>Origanum.</u>	<i>O. x pabotii</i>
<i>O. cyrenaicum</i>	<i>O. syriacum</i> var. <i>syriacum</i>	<i>O. vulgare</i>	<i>O. x symeonis</i>
<i>O. hypericifolium</i>		<i>O. vulgare</i> ssp. <i>vulgare</i>	<i>O. amanum x dictamnus</i>
<i>O. libanoticum</i>	<i>O. syriacum</i> var. <i>bevanii</i>		<i>O. calcaratum x dictamnus</i>
<i>O. scabrum</i>		<i>O. vulgare</i> ssp. <i>glandulosum</i>	<i>O. micranthum x vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>
<i>O. sipyleum</i>	<i>O. syriacum</i> var. <i>sinaicum</i>		<i>O. sipyleum x vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>
<i>O. vetteri</i>		<i>O. vulgare</i> ssp. <i>gracile</i>	
<i>O. pampaninii</i>		<i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	
<u>III Section</u> <u>Brevifilamentum</u>		<i>O. vulgare</i> ssp. <i>virens</i>	
<i>O. acutidens</i>		<i>O. vulgare</i> ssp. <i>viride</i>	
<i>O. bargyli</i>		<u>X Section</u> <u>Prolaticorolla</u>	
<i>O. brevidens</i>		<i>O. compactum</i>	
<i>O. haussknechtii</i>		<i>O. ehrenbergii</i>	
<i>O. leptocladum</i>		<i>O. laevigatum</i>	
<i>O. rotundifolium</i>			
<u>IV Section</u> <u>Longitubus</u>			
<i>O. amanum</i>			

Nos travaux concernent l'étude de la composition des huiles essentielles du genre *Origanum*. Ils ont été effectués avec la collaboration du CNPMAI (Conservatoire National des Plantes à parfum, Médicinales, Aromatiques et Industrielles 91490 Milly-la-Forêt en région Ile-de-France).

Le CNPMAI a pour objectif de gérer, valoriser et conserver les ressources génétiques des plantes à parfums, médicinales et aromatiques. Il participe donc à la sauvegarde du patrimoine naturel. Plus de 2000 espèces et variétés différentes sont cultivées sur 2 hectares et sous serres. Véritable vitrine du monde végétal, le CNPMAI joue un rôle capital dans la connaissance et la conservation des végétaux.

Son Directeur, Monsieur B. Pasquier, a entrepris de répertorier l'ensemble des espèces du genre *Origanum*. Sa prospection au niveau des sites naturels lui a permis de récolter des graines afin de les conserver et de les mettre en culture sous le climat d'Ile-de-France. Le tout premier objectif était donc de sélectionner des espèces particulièrement intéressantes en culture et pour la production d'huile essentielle et pouvant s'adapter à notre climat. Il nous a ainsi fourni les huiles essentielles obtenues par hydrodistillation.

Suite à ce travail, le CNPMAI a évalué les possibilités ornementales des espèces cultivées en France.

Notre premier objectif concerne l'étude qualitative et quantitative de la composition de l'huile essentielle de toutes les espèces dont les graines ont pu être récoltées sur les sites naturels, répertoriées par Monsieur B. Pasquier et mises en culture au CNPMAI. Nous avons choisi d'étudier les huiles essentielles de toutes les espèces ; cependant, compte tenu des difficultés de culture, des années de récolte différentes et des sensibilités de chaque espèce à se développer sous nos latitudes, le nombre de plants récoltés est variable ; dans certains cas, nous n'avons même pu obtenir qu'un seul pied.

Notre deuxième objectif est de pouvoir montrer par l'analyse statistique, si tous les individus d'une même population ou de populations d'origines géographiques différentes sont semblables quant à la composition de leurs huiles essentielles, ou si à l'intérieur d'une même population, les individus possèdent des huiles essentielles de composition différentes (chémotypes).

L'analyse statistique devrait permettre également de confirmer la composition d'une huile essentielle et de montrer que celle-ci est représentative de l'espèce.

Notre étude porte sur les espèces notées dans un cadre coloré en mauve (tableau 2) : 23 espèces, 3 variétés, 5 sous-espèces et 3 hybrides.

CHAPITRE 4 : Matériel végétal et techniques utilisées

4.1. - Matériel végétal

Les espèces étudiées, classées selon la systématique de Ietswaart [68] et identifiées par M. Pasquier du CNPMAI proviennent de graines récoltées dans des pays du pourtour méditerranéen entre 1997 et 2004. Le lieu géographique précis est repéré par un numéro de population unique. Ces graines ont été semées au CNPMAI, les plants obtenus ont ensuite été repiqués en terre sur le site du CNPMAI.

En 1999, les espèces étudiées ont été plantées suivant le bloc de Fischer, en 3 répétitions R1, R2 et R3 (chaque répétition comprenant 20 pieds). Les huiles ont été obtenues à partir de l'ensemble des pieds de chaque répétition. Il faut noter que certaines espèces ne se sont pas développées correctement et qu'en conséquence nous ne possédons pas les 3 répétitions.

La culture de certaines de ces espèces s'est prolongée en 2000 ; l'huile essentielle est obtenue par hydrodistillation à partir de chaque pied. D'autres espèces ont été plantées et récoltées en 2000, l'huile essentielle a été obtenue à partir de chaque pied récolté (ces échantillons seront notés 2000B).

En 2001, 2002 et 2004 d'autres espèces ont été plantées, récoltées et extraites par hydrodistillation réalisée à partir de chaque pied.

Ainsi, toutes les espèces d'origan étudiées proviennent de cultures soumises au "climat de l'île de France" sauf *O. grosii* qui a été récolté dans le parc de Talasemtane dans le Rif marocain par M. Schoeffert du CFPPA (Centre de Formation Professionnelle et de Promotion Agricole - 26110 Nyons).

Pour chaque année de récolte, le nombre d'échantillons est de :

- 1999 :	176 échantillons
- 2000 :	240 échantillons
- 2000B :	80 échantillons
- 2001 :	110 échantillons
- 2002 :	26 échantillons
- 2004 :	21 échantillons

Sur la totalité des 653 échantillons d'huiles essentielles fournis par le CNPMAI, seuls 457 ont pu être analysés en chromatographie en phase gazeuse ; les autres échantillons n'ont pas pu être analysés faute d'une quantité suffisante d'huile.

Pour une plus grande compréhension, un tableau synoptique reprenant les noms des populations, les lieux de cueillettes, les années de récoltes etc..., est établi pour chaque espèce étudiée.

4.2. - Conditions d'obtention des huiles essentielles

Les parties aériennes des organes ont été récoltées au stade pleine floraison. Toutes les huiles essentielles analysées dans ce travail ont été obtenues au CNPMAI à l'exception de celle de *O. grosii* distillé au CFPPA de Nyons.

Les huiles essentielles ont été obtenues par hydrodistillation de la matière végétale sèche ; la teneur en huile essentielle (exprimée en ml/100g de matière sèche) a été déterminée à l'aide de l'appareil de la Pharmacopée Européenne (figures 14 et 15).



Figures 14 et 15 : appareils pour la détermination des huiles essentielles dans les drogues végétales

Les rendements en matière sèche sont exprimés en kilogramme/hectare. Ils sont obtenus par extrapolation des masses de matière sèche par pied, multipliées par une estimation du nombre de pieds à l'hectare soit 50 000. Le rendement (exprimé en litre/hectare) a toujours été calculé en fonction de la première année de culture (1999) et n'a pas été évalué la deuxième année du fait de la mortalité, parfois importante, constatée après un hiver rigoureux. Ces rendements seraient intéressants à déterminer dans des zones moins froides, ils seraient très certainement bien supérieurs à ceux obtenus la première année en région Ile-de-France. Cependant, il n'a pas toujours été possible d'exprimer un rendement en raison du nombre très faible de pieds récoltés.

4.3. - Analyses des huiles essentielles

4.3.1. - Détermination de l'indice de réfraction

L'indice de réfraction a été déterminé à l'aide d'un réfractomètre ABBE.

4.3.2. - Détermination de la densité

La mesure de la densité a été réalisée à l'aide d'un micro-picnomètre et d'une balance de précision.

4.3.3. - Analyse chromatographique en phase gazeuse (CPG)

L'identification des constituants volatils des huiles essentielles a été réalisée au moyen de la CPG couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM) et la détermination quantitative a été effectuée sur un appareil équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (CPG/FID). La quantification des constituants des huiles essentielles est déterminée par la méthode universelle de normalisation interne sans coefficient de réponse.

4.3.3.1. - Chromatographie couplée à la spectrométrie de masse CPG/SM

Chromatographe Hewlett-Packard HP6890 couplé à un spectromètre de masse HP5973

conditions opératoires :

- colonne : DB5 : 30 m x 0,25 mm, épaisseur de film 0,25µm
- gaz vecteur : Hélium : 1ml/min
- énergie d'ionisation : 70 eV
- température de l'injecteur : 280°C
- température de détecteur : 280°C
- programmation du four 50°C pendant 5 min, 5°C/min de 50 à 300°C, 5 min à 300°C
- injecteur mode split 1/10

L'identification des composés a été réalisée par comparaison de leurs spectres de masse et de leurs KI avec ceux des bases de données Adams [73] , NIST [74] , Mc. Lafferty [75] , Jennings [76] , Joulain [77] et celle établie par notre laboratoire. Tous les composés identifiés sont consignés en annexe dans le tableau 108 pages 188 à 194. Les composés marqués d'un astérisque* n'ont été identifiés que par comparaison des spectres de masse sans confirmation par leur indice de rétention.

4.3.3.2. - Chromatographie CPG/FID

Chromatographe Hewlett-Packard HP5890 équipé d'un détecteur à ionisation de flamme.

conditions opératoires :

- colonne : DB5 : 30 m x 0,25 mm, épaisseur de film 0,25 μ m
- gaz vecteur : Hélium : 1ml/min
- température de l'injecteur : 280°C
- température de détecteur : 280°C
- programmation du four 50°C pendant 5 min, 5°C/min de 50 à 300°C, 5 min à 300°C
- injecteur mode split 1/20

Le schéma 21 résume le procédé d'identification et de quantification des composés d'une huile essentielle.

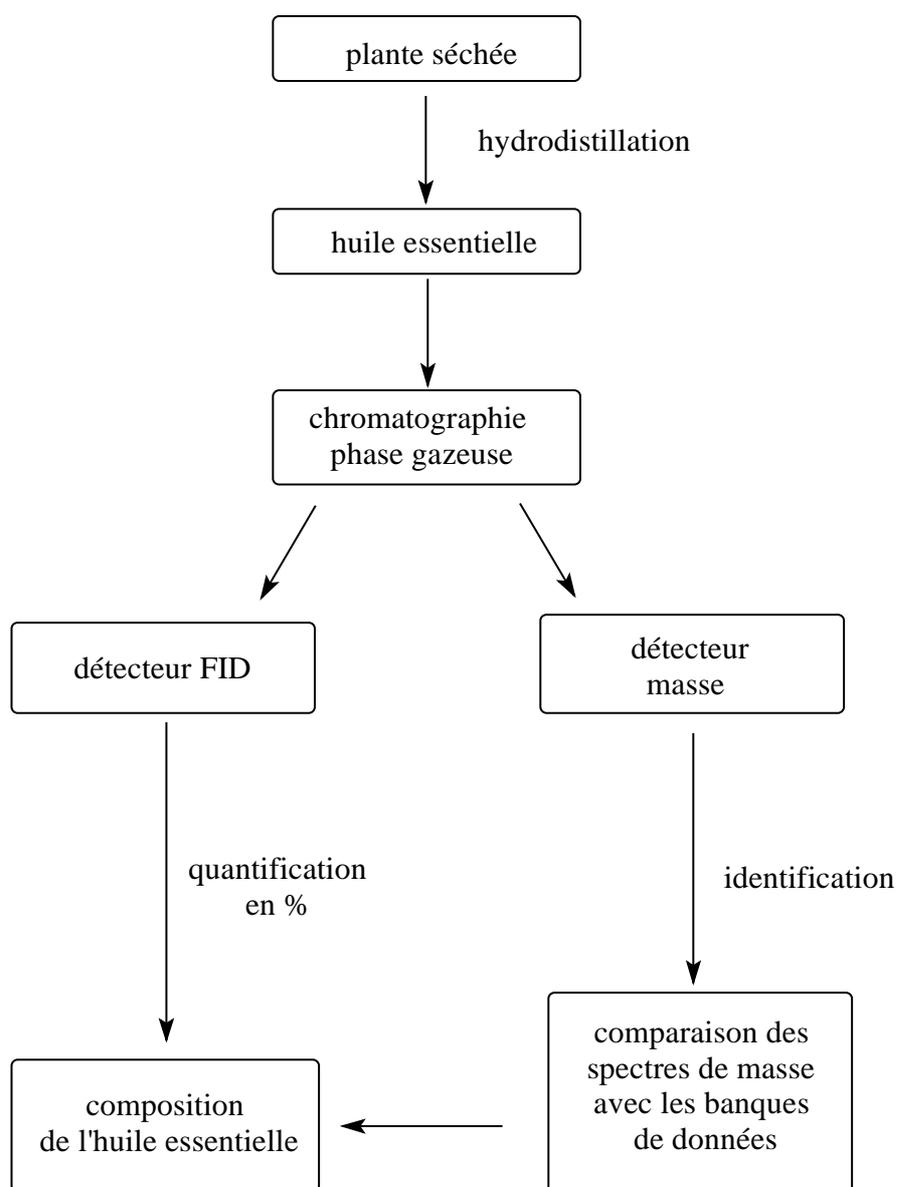


Schéma 21 : synoptique de l'obtention et de l'analyse d'une huile essentielle

La quantification a été acquise par le calcul des aires relatives obtenues par rapport à l'aire totale du chromatogramme à l'aide du logiciel Chemstation de Agilent Instrument. Nous

avons admis que les coefficients de réponse sont égaux à 1 pour l'ensemble des composés. Le pourcentage (m/m) de chaque composé sera exprimé par rapport à l'ensemble des constituants.

Nous avons ensuite, à partir des résultats analytiques, lorsque le nombre d'individus est suffisant, réalisé une étude statistique à l'aide du logiciel Systat-10.

Nous utiliserons :

- l'analyse par groupe hiérarchique ou dendrogramme, il résume graphiquement les similitudes et les relations des individus entre eux

- l'analyse en composantes principales (ACP) qui a pour but de comprendre et de visualiser comment les effets de phénomènes *à priori* isolés se combinent. Elle permet de mieux expliquer la dispersion du nuage de points disponibles,, elle permet ainsi d'informer sur l'axe le plus significatif. La somme des pourcentages des facteurs des 3 axes renseigne sur le taux de déperdition d'information à partir des données de base. Ainsi, si le premier facteur résume 78 %, le second 12 % et le troisième 2 %, l'information représentée sur la figure représente 92 %, l'information "perdue" est donc de 8 %.

Ces analyses auront pour objectif de déterminer des groupes et éventuellement de reconnaître des chémotypes.

Les pourcentages des vingt composés majoritaires de chacun des échantillons étudiés sont présentés en annexe et seront utilisés pour les calculs statistiques.

Les résultats ainsi obtenus (dendrogramme et ACP) seront corrélés par des tests statistiques comparatifs : les plus utilisés sont le χ^2 et Student. Le premier compare l'homogénéité des résultats de l'expérience avec ceux de la théorie, quand elle existe, le second compare chaque groupe identifié en analysant les moyennes et les écarts-types d'un ou plusieurs composés et permet de confirmer leur possible similitude. Nous avons donc choisi le test de Student, puisqu'il est plus approprié à l'analyse de nos résultats.

L'ensemble des données devrait ainsi permettre ou non de montrer la similitude de composition des huiles essentielles de plusieurs populations, et ce, en fonction de leur origine géographique et/ou de leur année de culture et de récolte.

Pour chaque groupe et/ou pour chaque chémotype, nous avons choisi d'étudier et de discuter la composition de l'huile essentielle pour laquelle le plus grand nombre de composés a été identifié.

Un tableau de la composition détaillée de l'échantillon représentant chaque groupe et/ou chaque chémotype est donné en annexe ainsi que le chromatogramme correspondant.

Pour chaque espèce, une comparaison de nos résultats avec ceux de la littérature sera faite, afin de déterminer une éventuelle similitude de composition. Ces résultats permettront de confirmer ou d'infirmer une relation provenance-composition.

Pour chaque espèce, groupe ou chémotype, la composition de chacune des huiles essentielles sera visualisée par un graphique représentant les composés principaux et pour une meilleure compréhension, ils seront identifiés par une même couleur tout au long du manuscrit (tableau 3).

carvacrol	Yellow	1,8-cinéole	Teal
thymol	Red	germacrène-D	Magenta
<i>para</i> -cymène	Light Yellow	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	Light Green
γ -terpinène	Orange	limonène	Brown
linalol	Blue	oxyde de caryophyllène	Pink
<i>para</i> -menth-èn-8-ol	Green	sabinène	Light Orange
α -terpinéol	Cyan	terpinèn-4-ol	Light Green
β -caryophyllène	Orange	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	Purple
myrcène	Light Green	bornéol	Dark Green

Tableau 3 : couleurs adoptées pour les principaux composés

Les différentes familles de composés représentées graphiquement, seront elles aussi identifiées par une même couleur (tableau 4).

phénols	Yellow	hydrocarbures monoterpéniques	Grey
monoterpènes oxygénés	Blue	hydrocarbures sesquiterpéniques	Magenta
sesquiterpènes oxygénés	Cyan	autres	Green

Tableau 4 : couleurs adoptées pour les principales familles de composés

2^{ème} PARTIE

CHAPITRE 5 : Études analytiques

5.1. - Groupe A

5.1.1. - Section *Amaracus* Bentham

5.1.1.1. - *Origanum calcaratum* Jussieu

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

Pendant très longtemps *O. calcaratum* a été considéré comme une plante endémique de l'île d'Amorgos, bien qu'en 1855 il ait été découvert à Nicaria (Grèce). Récemment, une aire de distribution plus large a été identifiée. En 1938, Barneby & Davis ont récolté cette espèce sur la partie orientale de l'île de Crète. En 1960, Runemark a répertorié plusieurs sites naturels dans les Cyclades : Keros, Anidros, Astipalea, Safora et Sirina.

Notre échantillon (figure 16) en provenance de Crète pousse spontanément sur les falaises calcaires et ombragées (Est de la Crète et îles de la mer Égée) du niveau de la mer, à environ 700 mètres d'altitude. Il fleurit d'avril à octobre. La teneur en huile essentielle est de 1,3 % et compte tenu du faible nombre de pieds récoltés, les rendements en matière sèche et les rendements en huile essentielle à l'hectare ne sont pas quantifiables.



Figure 16 : *O. calcaratum* site naturel

C'est l'une des espèces les plus difficiles à acclimater sous nos latitudes, les jeunes plants connaissent une mortalité importante et leur croissance est très lente. Les plants installés dépérissent très vite (pourrissement) et ceux qui survivent à la première année de culture en pleine terre ne survivent pas l'hiver suivant. Ils demandent un sol très bien drainé, de la chaleur, mais un ensoleillement direct réduit. Par contre, une culture bien maîtrisée (en pots notamment) donne une plante intéressante au niveau ornemental : port plus ou moins redressé en boule, puis retombant ; la floraison est longue et décorative (fleurs à corolle rose).

Pour cette espèce une seule population a été étudiée. Un échantillon unique d'huile essentielle a été obtenu à partir de l'ensemble des pieds de la répétition n°3, les 2 autres n'ayant pas survécu (figure 17).

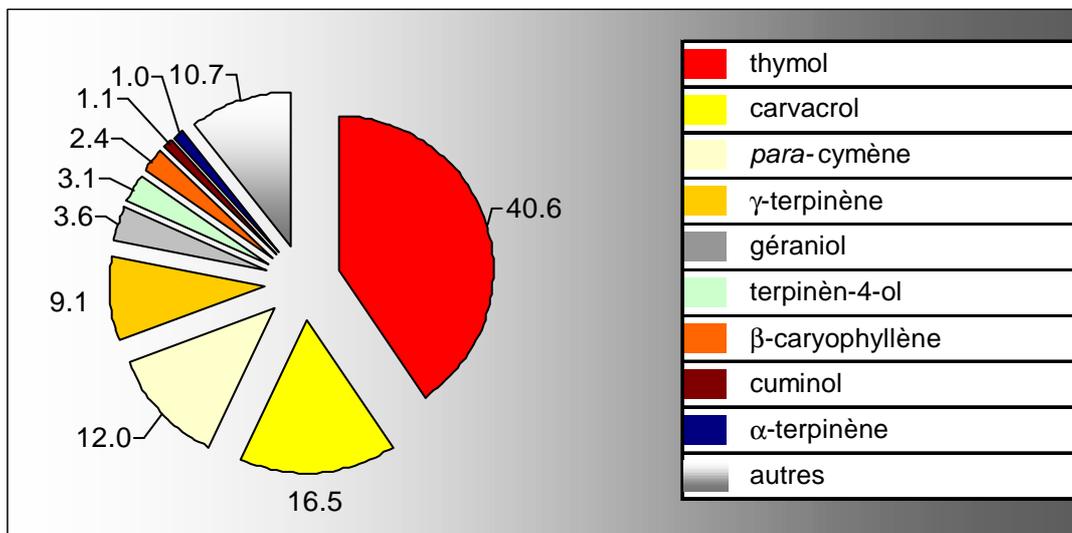
Figure 17 : origine des populations et types de cultures mis en jeu			
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines	
97-011	Crète	Ekklesia Rusia	
année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillon analysé
1999	1999	1 répétition	1

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

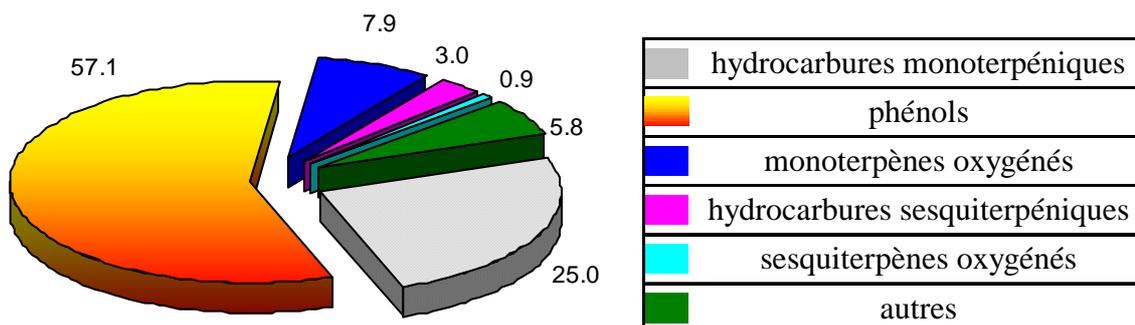
n_D^{24}	d_4^{24}
1,5088	non mesurée quantité insuffisante

La composition détaillée de l'huile essentielle et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 3 dans le tableau 5.

Graphique 1 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. calcaratum*



Graphique 2 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. calcaratum*



◆ - Discussion

50 composés ont été identifiés représentant 94,2% de l'huile. Les phénols majoritaires (57,1 % de l'huile) sont représentés par le thymol 40,6 % et le carvacrol 16,5 %.

16 hydrocarbures monoterpéniques (25 %) ont été identifiés dont les plus importants sont : *para*-cymène (12,0 %), γ -terpinène (9,1 %) et α -terpinène (1,0 %). L' α -thujène, le myrcène et l' α -pinène représentent la majorité des 2,9 % restants. Peu d'alcools monoterpéniques (7,9 %) sont identifiés : terpinèn-4-ol (3,1 %) et cuminol (1,1 %). Il faut souligner la présence du géraniol (3,6 %), ce qui est assez rare dans le genre *Origanum*.

Skoula [78] donne des résultats d'analyses des composés volatils obtenus en head-space (espace de tête) et par extraction au solvant des parties fleuries et des feuilles de *O. calcaratum* en provenance du nord-est de la Crète. Comme le montre le tableau 6, le *para*-cymène est majoritaire (> 45 %), le thymol restant inférieur à 20 %, seul l'extrait au dichlorométhane en contient 20%. On remarque que le rapport thymol / *para*-cymène est inversé en comparaison de nos travaux, néanmoins compte tenu de la méthode utilisée, il est très difficile d'en tirer une conclusion.

composés en %	extraction CH ₂ Cl ₂	feuille headspace	fleurs headspace
<i>para</i> -cymène	45,6	45,3	71,6
thymol	20,4	5,3	tr
carvacrol	2,4	0,4	0,3
γ -terpinène	8,6	26,5	8,5

Par contre, quelles que soient les méthodes d'extraction, seule la composition qualitative est identique, les pourcentages de composés étant variables.

5.1.1.2. - *Origanum cordifolium* (Montbret & Aucher ex Bentham) Vogel

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

Cet origan très rare (quelques sites dans un massif montagneux de l'ouest de Chypre) croît sur des sols rocailleux-rocheux, dans des ravins, gorges et sous les pinèdes entre 500 et 1500 mètres d'altitude. Bien qu'il atteigne des tailles assez remarquables (plus de 1 mètre) dans son milieu naturel, sa croissance est très lente en culture. Rampant, retombant parfois, il est très fragile, car facilement sujet au pourrissement. Il résiste très mal en pleine terre, même aux

hivers peu rigoureux comme celui de 1999-2000. Il fleurit d'avril à octobre. Son utilisation ornementale peut être envisagée. Il possède de longues tiges feuillées retombantes, terminées par de très longues inflorescences à corolles roses (figure 18).

Très peu odorant, il possède néanmoins une teneur en huile essentielle comprise entre 2,5 et 2,8 %. Les rendements en matière sèche et en huile essentielle par hectare n'ont pu être calculés.

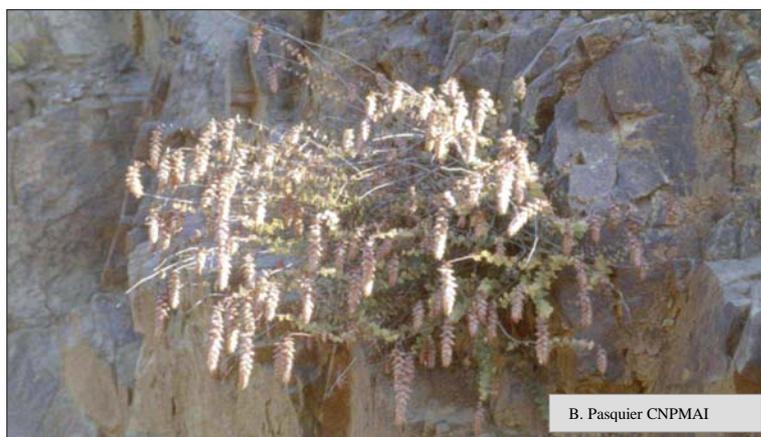


Figure 18 : *O. cordifolium* site naturel

Pour l'étude de cette espèce, 5 échantillons d'huile essentielle ont été obtenus à partir de l'ensemble des pieds des répétitions issus de 2 populations différentes (figures 19 et 20).

Figure 19 : origine des populations		
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines
98-006	Chypre	Roudias (Roudias Valley)
98-007	Chypre	entre Pesa Vasa et Pano (gorges d'Alénoudi)

Figure 20 : types de cultures mis en jeu				
n° de population	année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
98-006	1999	→ 1999	3 répétitions	A1 à A3
98-007	1999	→ 1999	2 répétitions	B1, B2

◆ - Analyse statistique

L'examen des résultats de la composition de l'huile essentielle de chacun des échantillons A1, A2, A3, B1 et B2 montre un pourcentage élevé d' α -terpinéol (de 45,9 à 55,7 %).

La quantification des principaux composés de ces échantillons est consignée en annexe page 5 dans le tableau 7.

Cette seule observation ne nous permet pas de montrer que la composition chimique de l'huile essentielle est identique, quelles que soient les répétitions ou quelles que soient les populations. Aussi, pour vérifier la similitude de composition de ces 5 huiles essentielles, nous

avons réalisé le dendrogramme ainsi qu'une comparaison des moyennes et des écarts-types des pourcentages des composés majoritaires selon le test de Student.

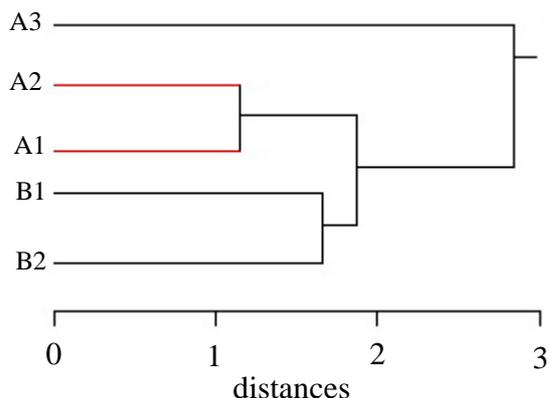


Figure 21 : dendrogramme de la composition des 5 huiles essentielles de *O. cordifolium*

composés	entre 98-006 et 98-007	valeur théorique
α -terpinéol	1,39	3,18
γ -terpinène	1,84	
carvacrol	2,48	

Ce dendrogramme fait apparaître 2 groupes, mais les distances observées (de 1 à 3) sont trop faibles et non significatives pour différencier 2 groupes dont les huiles essentielles seraient totalement différentes (figure 21).

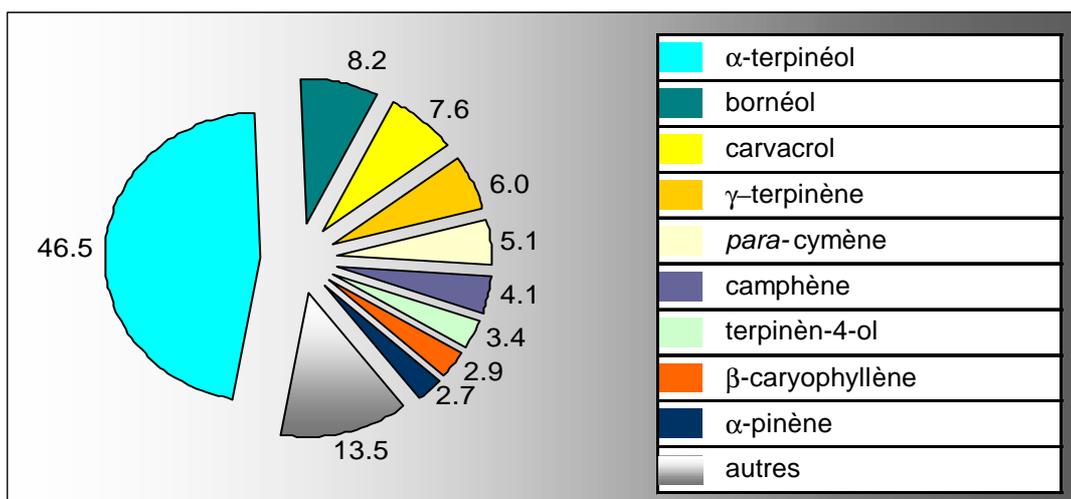
Les résultats du test de Student obtenus sur les 3 principaux composés retenus (tableau 8), entre les 2 populations, montrent une valeur absolue inférieure à la valeur du test théorique, ce qui confirme donc que celles-ci possèdent, en ce qui concerne les principaux composés, une similitude de composition.

Nous avons choisi de donner la composition de l'échantillon (B1) dont nous avons identifié le plus grand nombre de composés. La composition détaillée de l'huile essentielle B1 et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 7 dans le tableau 9.

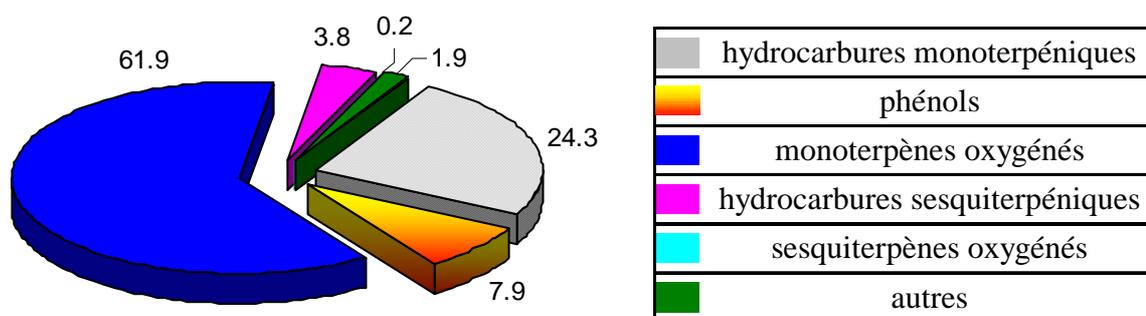
◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

	n_D^{24}	d_4^{24}
huile B1	1,4858	0,950

Graphique 3 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. cordifolium*



Graphique 4 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. cordifolium*



◆ - Discussion

64 composés ont été identifiés représentant 98,1 % de l'huile. Elle se compose en majorité de monoterpénoïdes (85 %). L'échantillon étudié est riche en α -terpinéol (46,5%), bornéol (8,2 %), carvacrol (7,6%) et terpinène-4-ol (3,4 %).

20 hydrocarbures monoterpéniques, représentant 24,3 % de l'huile, ont été identifiés dont les plus importants sont : γ -terpinène (6,0 %), *para*-cymène (5,1 %), camphène (4,1 %), α -pinène (2,7 %).

20 sesquiterpénoïdes (4,0 %) ont été identifiés, seuls le β -caryophyllène (2,9 %), l' α -humulène (0,9 %) et l'oxyde de caryophyllène (0,2%) sont quantifiés, les 16 autres n'étant présents qu'à l'état de traces.

A ce jour, il n'existe aucune donnée bibliographique concernant la composition de cette huile essentielle. Nos résultats, obtenus seulement avec 2 populations, semblent montrer que les huiles essentielles présentent des compositions semblables.

5.1.1.3. - *Origanum dictamnus* Linnaeus

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

Panacée très utilisée en Grèce et plus particulièrement en Crète où il est endémique, il est appelé Dictame de Crète. Il est exporté en Italie où il aromatisé liqueurs et alcools. C'est une plante qui croît sur les parois rocheuses calcaires ombragées une grande partie de la journée, entre 300 et 1500 mètres d'altitude (figure 22).

Figure 22 : *O. dictamnus*
site naturel



Figure 23 : *O. dictamnus* culture près de
Katofini en Crète



Figure 24 : *O. dictamnus* détail de la fleur

Il est cultivé en pleine terre dans la région d'Embaros au centre-est de la Crète (figure 23). *O. dictamnus* est une très belle plante ornementale au feuillage blanchâtre et très velu, au port retombant et aux belles inflorescences à grandes bractées de couleur plus ou moins pourpre et à fleurs rose. (figure 24). Par ailleurs, cette espèce supporte bien le froid sous nos latitudes lorsque le sol est bien drainé. Les teneurs en huile essentielle sont variables (0,9 à 4,1 %) ainsi que les rendements en matière sèche (300 à 2140 kg/ha). Ces différences peuvent s'expliquer par les variations de croissance du végétal d'une année sur l'autre.

Nous avons analysé 8 échantillons d'huile essentielle provenant de la distillation de plants obtenus à partir de 2 populations crétoises distinctes (figures 25 et 26).

Figure 25 : origine des populations		
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines
97-025	Crète	Kostifos
97-029	Crète	Imbross

Figure 26 : types de cultures mis en jeu				
n° de population	année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
97-025	1999	→ 2000	2 pieds	A1, A2
97-029	1999	→ 2000	4 pieds	B1 à B4
	2000	→ 2000	2 pieds	C1, C2

◆ - Analyse statistique

Une étude par groupe hiérarchique et ACP a été réalisée sur les 8 échantillons d'huile essentielle (figures 27a et 27b). La quantification des principaux composés des 8 échantillons est consignée en annexe page 9 dans les tableaux 10a et 10b.

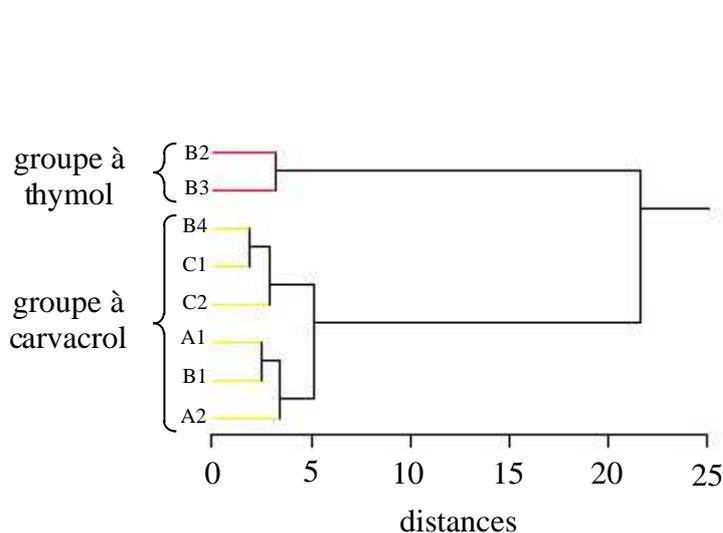


Figure 27a : dendrogramme de la composition des 8 huiles essentielles de *O. dictamnus*

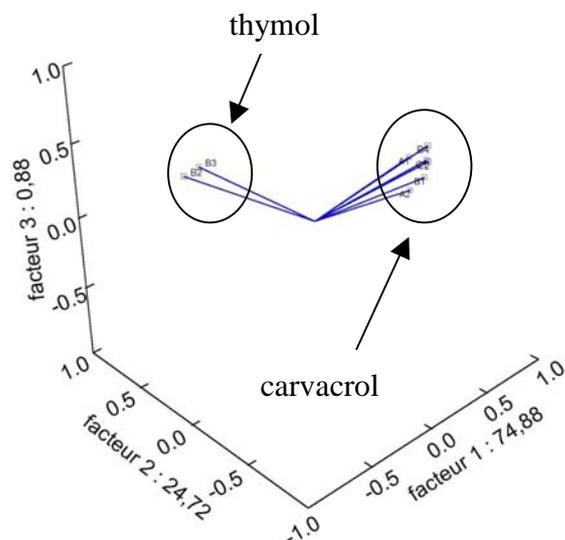


Figure 27b : ACP de la composition des 8 huiles essentielles de *O. dictamnus*

Les distances observées (> 20) sur le dendrogramme montrent la présence de 2 groupes bien distincts, ce qui est confirmé par l'ACP. De plus, les résultats du test de Student confirment cette différence, les valeurs absolues calculées étant très supérieures à la théorie (tableau 11).

composés	entre groupe à carvacrol et thymol	valeur théorique
thymol	17,53	2,45
carvacrol	10,42	

Les 2 échantillons issus de la population 97-025 sont similaires (carvacrol) ; par contre, ceux de la population 97-029 ne le sont pas : 2 échantillons sont à carvacrol et 2 à thymol. L'analyse statistique a permis de confirmer la présence des 2 chémotypes.

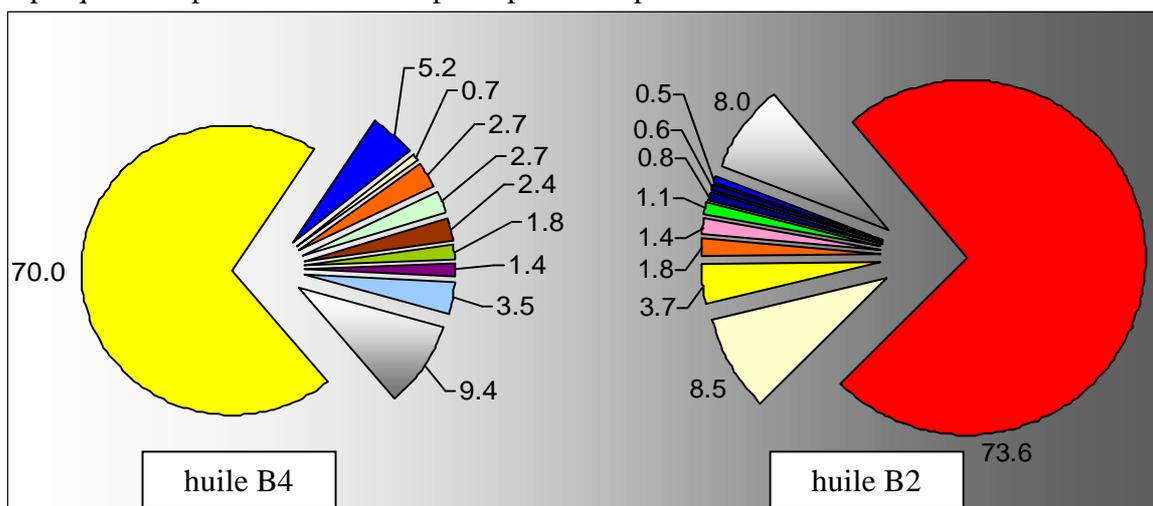
Pour chacun des groupes, nous avons choisi de donner la composition des huiles essentielles B4 et B2, pour lesquelles nous avons identifié le plus grand nombre de composés.

Les compositions détaillées des huiles essentielles B2 et B4 et leurs quantifications obtenues par GC/FID sont consignées en annexe pages 11 et 13 dans les tableaux 12 et 13.

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyses des huiles essentielles

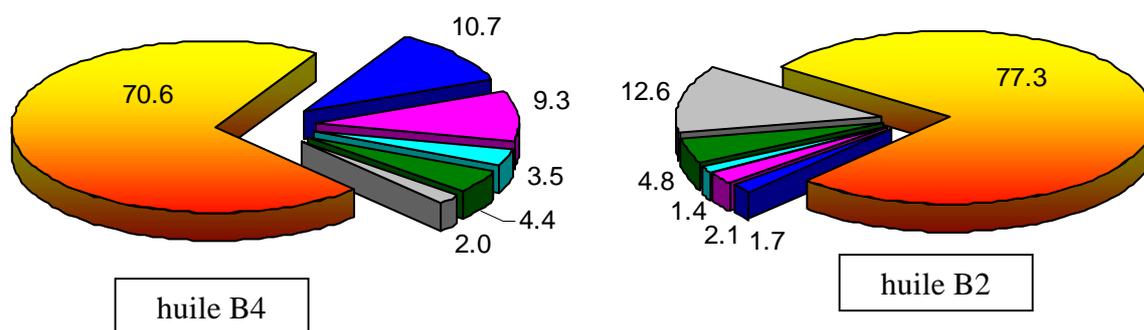
	n 24 D	d 24 4
huile B4	1,4895	0,983
huile B2	1,4847	0,972

Graphique 5 : répartition en % des principaux composés des huiles essentielles de *O. dictamnus*



carvacrol	thymol	para-cymène
linalol	β-caryophyllène	terpinèn-4-ol
α-copaène	δ-cadinène	1,8-cinéole
oxyde de caryophyllène	α-thujène	thymohydroquinone
cis-hydrate de sabinène	β-bisabolène	autres

Graphique 6 : répartition en % des principales familles de composés des huiles essentielles de *O. dictamnus*



hydrocarbures monoterpéniques	monoterpènes oxygénés	sesquiterpènes oxygénés
phénols	hydrocarbures sesquiterpéniques	Autres

◆ - Discussion

Pour chacune des huiles essentielles B2 et B4 étudiées, 64 et 62 composés ont été identifiés représentant respectivement 94,2 et 96,4 % des huiles. Dans les 2 échantillons les taux de phénols sont importants (77,3 % et 70,6 % respectivement).

- L'huile essentielle B2 se compose principalement de thymol (73,6 %), accompagné de *para*-cymène (8,5 %) et de carvacrol (3,7 %). 43 composés à l'état de traces ont été identifiés : 6 hydrocarbures monoterpéniques notamment α et β -phellandrène, 13 monoterpènes oxygénés (α -terpinéol et terpinèn-4-ol), 16 hydrocarbures sesquiterpéniques (α -et β -copaène, α , δ et γ -cadinène), et 8 sesquiterpènes oxygénés (humulène1,2 époxyde et épi-globulol).

- L'huile essentielle B4 contient 70,0 % de carvacrol et de faibles quantités de thymol (0,5 %). Seulement 2 monoterpènes oxygénés ont été identifiés : le linalol (5,2 %) et le terpinèn-4-ol (2,7 %). 17 hydrocarbures sesquiterpéniques ont été identifiés, les plus importants sont : α -copaène (2,4 %), β -caryophyllène (2,7 %), δ -cadinène (1,8 %), germacrène-D (0,5 %) et β -bisabolène (0,5 %) ; la totalité ne représente que 9,3 %. Il faut signaler la présence significative de thymohydroquinone (3,5 %) et de thymoquinone (0,4 %), ce qui est une particularité de cette huile essentielle.

Les résultats de Skoula [78] obtenus à partir d'extraits au dichlorométhane révèlent des quantités élevées de *para*-cymène (26,0 - 48,0%) et de thymoquinone (13,0 - 22,9 %), les taux de carvacrol étant compris entre 2,9 et 6,3 %.

Par contre, les travaux d'Harvala [79] concernant l'unique échantillon de *O. dictamnus* en provenance de Crète mettent en évidence une huile essentielle contenant 71,8 % de carvacrol. Nos résultats relatifs à l'huile essentielle B4 sont en accord avec ceux d'Harvala.

Ces résultats permettent de supposer qu'il existe, pour l'espèce *O. dictamnus*, 2 chémotypes : l'un à carvacrol, l'autre à thymol. Il faut également souligner la présence de thymoquinone et de thymohydroquinone dans l'huile essentielle de cette espèce.

5.1.1.4. - *Origanum saccatum* Davis

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

O. saccatum est présent dans plusieurs régions de la Turquie méridionale, dans les provinces de Antalya et Isparta. Il pousse sur des sols calcaires et sur les pentes des montagnes (figure 28). On le trouve parfois dans les forêts de pins jusqu'à 1000 mètres d'altitude. Il fleurit de juin à août. Sa culture en pot sous abri est délicate sous nos latitudes.

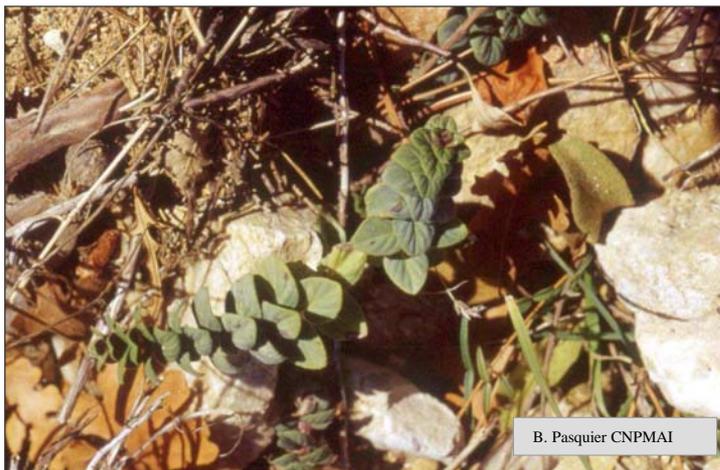


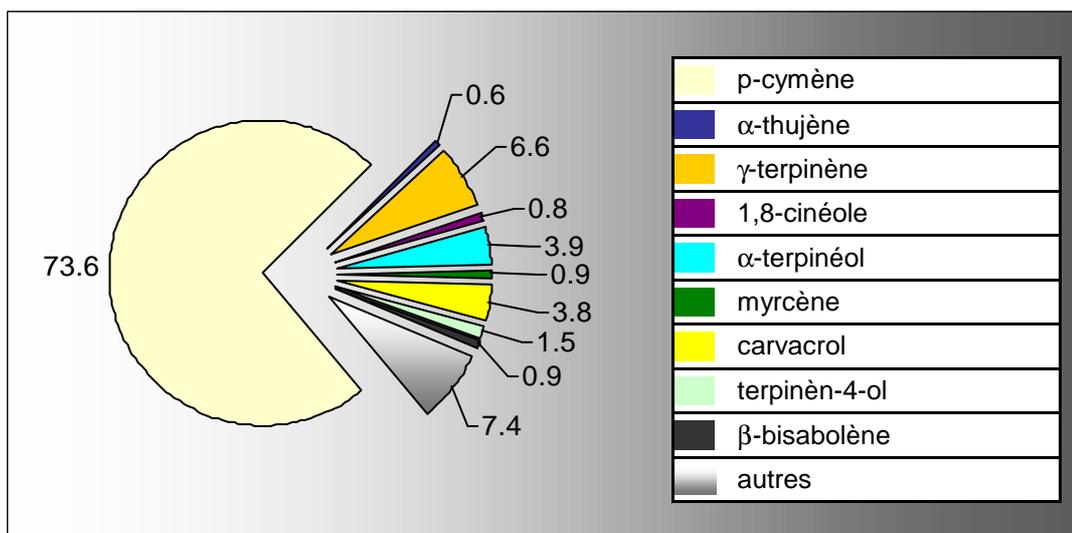
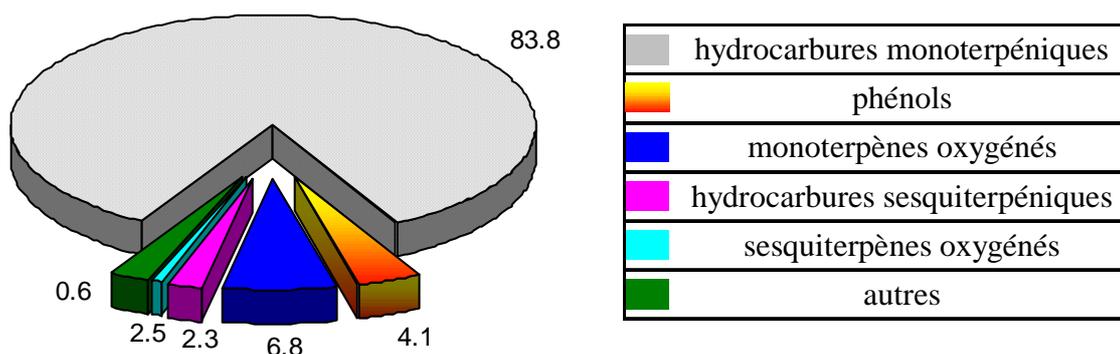
Figure 28 : *O. saccatum* site naturel

Un seul échantillon a été obtenu (figure 29), dans ce cas la teneur en huile essentielle est de 1,1 %.

Figure 29 : origine des populations et types de cultures mis en jeu			
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines	
-	Turquie	au nord d'Alanya (au sud de la Turquie)	
année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillon analysé
2002	2002	1 pied	1

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

Compte tenu de la très faible quantité d'huile obtenue, aucune donnée physique ne peut être déterminée. La composition détaillée de l'huile essentielle et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 15 dans le tableau 14.

Graphique 7 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. saccatum*Graphique 8 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. saccatum*

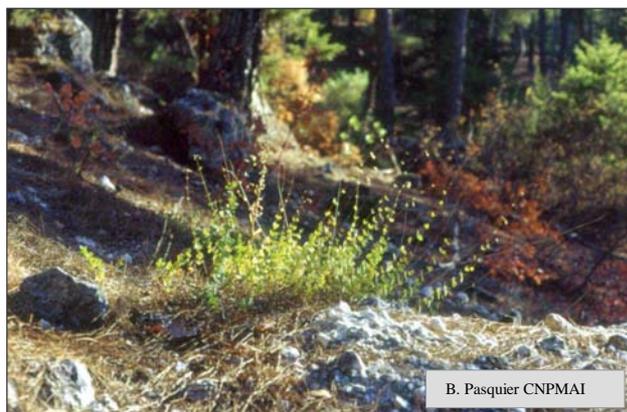
◆ - Discussion

48 composés ont été identifiés représentant 97,4 % de l'huile. *O. saccatum* est l'un des rares origans à renfermer une quantité élevée d'hydrocarbures monoterpéniques (83,8 %) : *para*-cymène (73,6 %), γ -terpinène (6,6 %) et myrcène (0,9 %). Les alcools monoterpéniques et les phénols sont en faible quantité : 6,7 % et 4,1 % respectivement. Seuls l' α -terpinéol et le carvacrol ont des pourcentages supérieurs à 3% (3,9 % et 3,8 % respectivement). On trouve également des traces de thymoquinone et de thymohydroquinone.

Tümen [80] a quantifié 83,7 % de *para*-cymène et 3,6 % de γ -terpinène à partir d'un échantillon de *O. saccatum* en provenance de la région de Antalya. Des travaux plus anciens réalisés par Sezik [81] confirment la présence du *para*-cymène comme composé majoritaire (23,7 %). Un seul échantillon d'huile essentielle ayant été analysé dans ce travail, il est impossible de proposer une composition. On constate seulement la prépondérance du *para*-cymène et de manière plus générale l'importance des hydrocarbures monoterpéniques.

5.1.1.5. - *Origanum solymicum* Davis

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures



O. solymicum a été cueilli sur le site de Tahtali Dağ, province d'Antalya, au sud-ouest de la Turquie. Il se développe sur les roches et les pentes calcaires (figure 30), parfois à l'ombre de *Pinus brutia*. Sa mise en culture est tout aussi délicate que celle de *O. saccatum*.

Figure 30 : *O. solymicum* site naturel

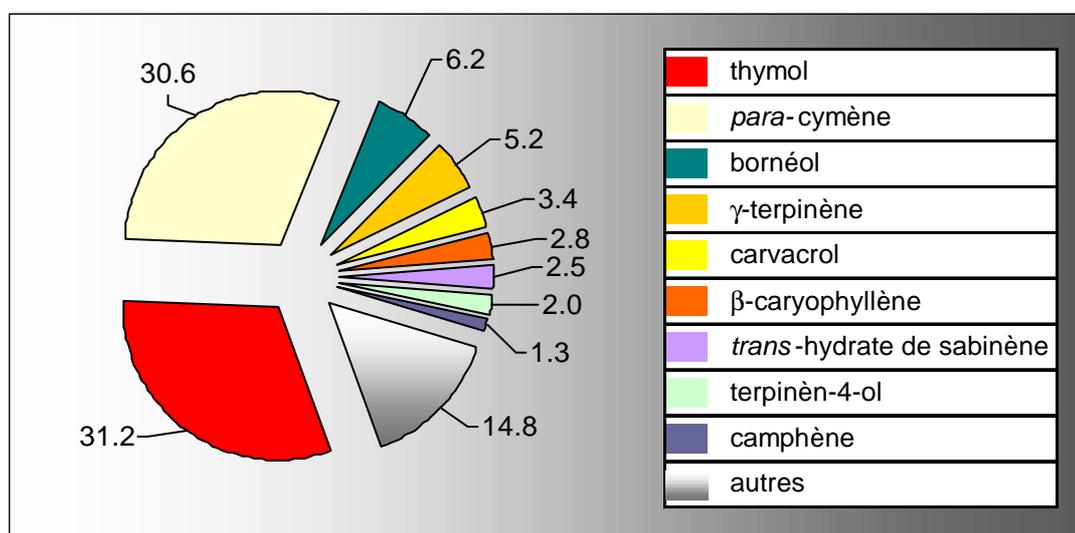
Un seul pied ayant été récolté, un seul échantillon d'huile essentielle a été obtenu (figure 31) ; dans ce cas la teneur en huile essentielle est de 0,25 %.

Figure 31 : origine des populations et types de cultures mis en jeu			
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines	
-	Turquie	Tahtali Dag, au sud d'Antalya (au sud-ouest de la Turquie)	
année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillon analysé
2002	2002	1 pied	1

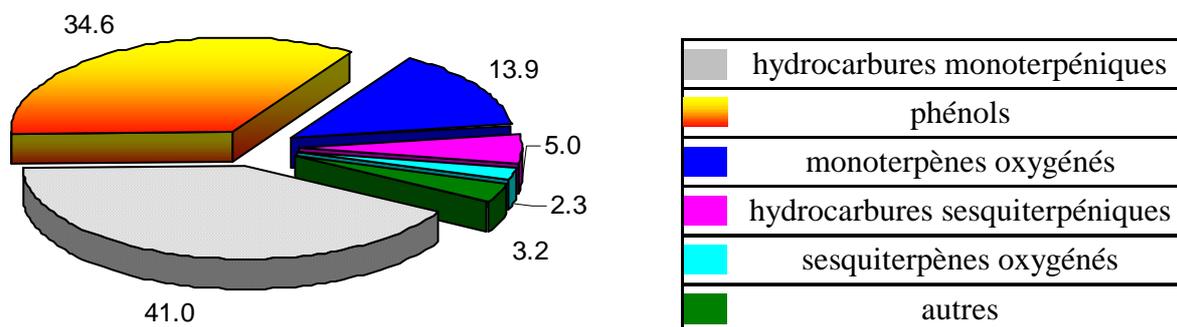
◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

Compte tenu de la très faible quantité d'huile obtenue, aucune donnée physique n'a pu être déterminée. La composition détaillée de l'huile essentielle et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 17 dans le tableau 15.

Graphique 9 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. solymicum*



Graphique 10 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. solymicum*



◆ - Discussion

56 composés ont été identifiés représentant 98,1 % de l'huile. 2 familles de composés sont présentes en quantité équivalente (hydrocarbures monoterpéniques 41,0 % et phénols 34,6 %), caractérisées par 2 composés majoritaires, le *para*-cymène (30,6 %) et le thymol (31,2 %).

Il faut noter la présence de plusieurs alcools terpéniques : bornéol (6,2 %), *trans*-hydrate de sabinène (2,5 %) et terpinèn-4-ol (2,0 %). La thymoquinone et la thymohydroquinone sont présentes en très faibles quantités (0,2 et 0,1 % respectivement). 10 hydrocarbures sesquiterpéniques ont été identifiés représentant 5,0 %. Les plus importants sont le β -caryophyllène (2,8 %) et le germacrène-D (0,4 %). Les sesquiterpènes oxygénés (2,3 %), ne sont représentés que par le spathuléol (1,0 %) et l'oxyde de caryophyllène (1,0 %).

En 1994, Tümen [82] a mis en évidence, dans un échantillon de *O. solymicum* en provenance d'Antalya en Turquie, majoritairement le *para*-cymène (53,0 %) accompagné de thymol (9,3 %) et de bornéol (7,2 %).

Les résultats obtenus sur le seul échantillon analysé semblent en accord avec les seuls travaux de Tümen. Nous ne pouvons donc proposer à ce jour, une composition représentative de l'huile essentielle de *O. solymicum*.

Discussion générale sur la section *Amaracus*

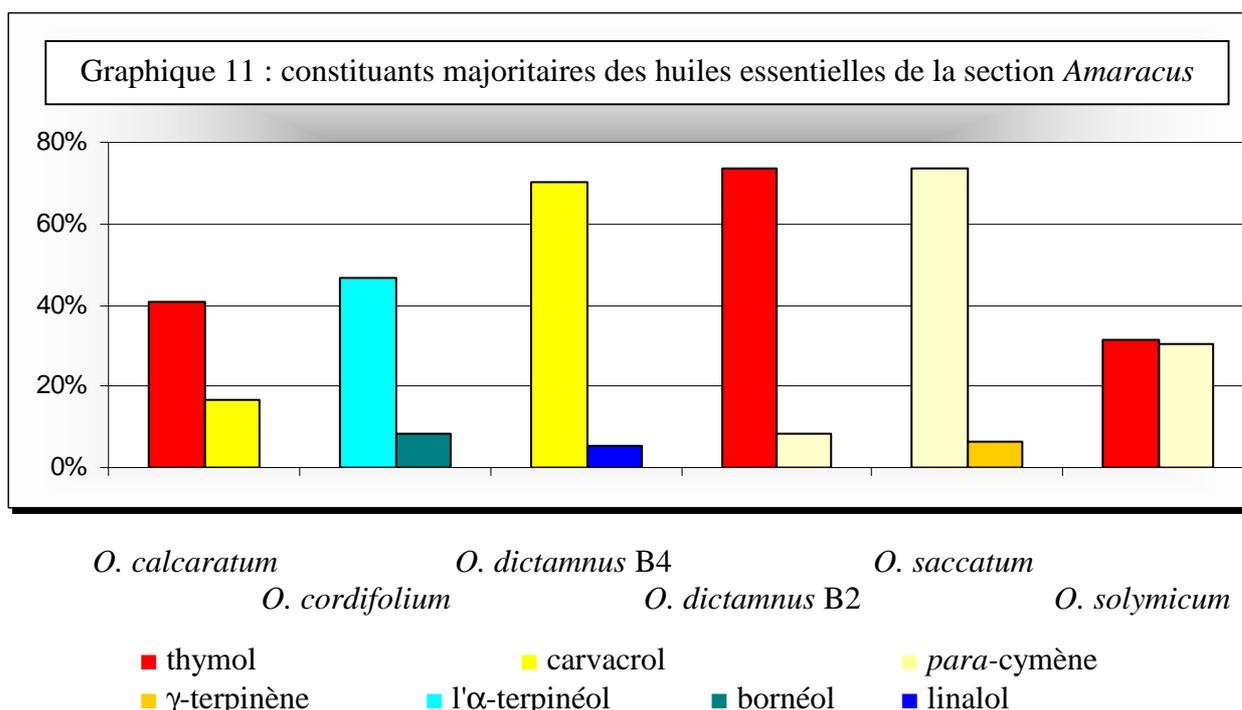
Dans cette section, cinq espèces ont été analysées (graphique 11). Les constituants majoritaires de leurs huiles essentielles sont représentés graphiquement afin de montrer leur répartition.

Une seule espèce (*O. dictamnus*) possède 2 chémotypes (thymol et carvacrol).

Quatre espèces ont un point en commun : leurs huiles essentielles sont constituées majoritairement, soit par des phénols : carvacrol (*O. calcaratum*, *O. dictamnus*) ou thymol (*O. dictamnus* et *O. solymicum*), soit par des hydrocarbures monoterpéniques : γ -terpinène (*O. saccatum*) et *para*-cymène (*O. saccatum*, *O. solymicum*).

Une seule espèce est différente : *Origanum cordifolium*. Son huile essentielle est constituée d'alcools terpéniques (62 %), dont les principaux sont l' α -terpinéol (46,5 %), le bornéol (8,2 %) et le terpinèn-4-ol (3,4 %).

Pour les cinq espèces, les hydrocarbures monoterpéniques, les monoterpènes oxygénés et les phénols sont les 3 principales familles, tandis que les dérivés sesquiterpéniques représentent moins de 10 % de la composition des huiles.



Dans cette section, les études réalisées par les différents auteurs font apparaître des compositions analogues aux nôtres : carvacrol [79] pour l'espèce *O. dictamnus*, *para*-cymène [80] et [81] pour l'espèce *O. saccatum* et *para*-cymène - thymol [82] pour l'espèce *O. solymicum*. La présence de thymoquinone (environ 3 %) et de thymohydroquinone (environ 1 %) dans *O. dictamnus* dans le chémotype à carvacrol peuvent-elles être un marqueur déterminant ?

En conclusion, l'ensemble des travaux sur les cinq espèces étudiées dans la section *Amaracus*, montrent que celles-ci ne sont pas identifiables par la seule analyse de leurs huiles essentielles.

5.1.2. - Section *Anatolicon* Bentham

Concernant *O. libanoticum*, seules les caractéristiques botaniques ont été observées. Le rendement trop faible en huile essentielle n'a pas permis de l'analyser. Par contre, l'huile essentielle de *O. hypericifolium* a pu être complètement étudiée.

5.1.2.1. - *Origanum libanoticum* Boissier

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

Cet origan est une espèce des montagnes du Liban ; il pousse dans les garrigues et les bois clairs, sur des sols secs et rocailloux entre 700 et 2 000 mètres d'altitude.

Sous nos climats, sa mise en culture n'est possible que sous abri en milieu très bien drainé. C'est une plante fragile, avec des tiges érigées (figures 32 et 33), à croissance lente. Elle fleurit très partiellement la première année.

Une récolte durant cette période est à peine possible. De plus, les rendements en huile essentielle sont insignifiants <0,05%.

En raison du volume extrêmement limité d'huile essentielle obtenue, nous n'avons pas pu établir de données physiques et chimiques.

Aucune utilisation particulière de la plante ou de l'huile essentielle ne nous a été signalée par les Libanais.

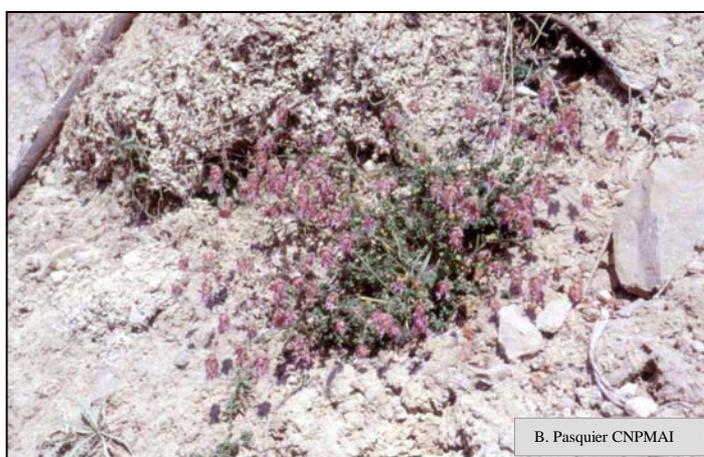


Figure 32 : *O. libanoticum*
(site naturel)



Figure 33 : *O. libanoticum*
détail de la fleur

Les travaux de Arnold [83] sur *O. libanoticum* rapportent des taux de méthyl-thymol importants (32,8 %), ce qui est rare dans le genre *Origanum*. Les hydrocarbures sesquiterpéniques représentent 27,5 % de l'huile. Par contre, il faut souligner les faibles pourcentages de thymol et de carvacrol (1,1 et 2,1 %).

5.1.2.2. - *Origanum hypericifolium* Schwarz & Davis

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

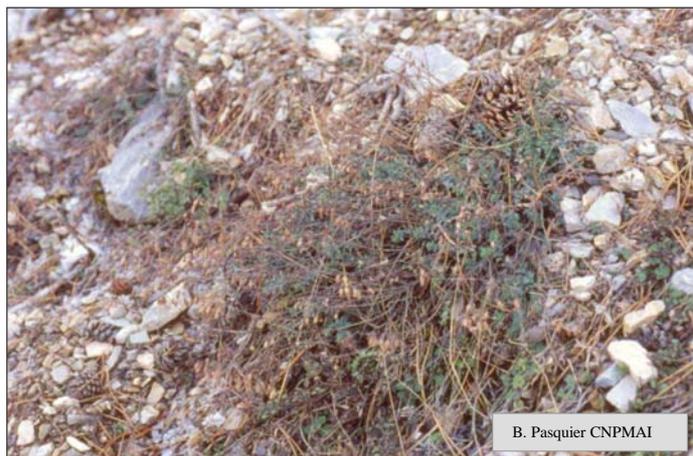


Figure 34 : *O hypericifolium* site naturel

O. hypericifolium n'est connu que dans quelques montagnes du sud de la Turquie (figure 34). Il pousse entre 1 500 et 2 000 mètres d'altitude sur les parties rocheuses. On le trouve aussi à l'ombre dans des forêts de pins (*Pinus brutia*). Il fleurit de juillet à août. Sous nos climats, on doit le cultiver sous abri sur un substrat bien drainant.

Un seul échantillon d'huile essentielle a été obtenu à partir d'un pied récolté (figure 35), dans ce cas, la teneur en huile essentielle est de 1,50 %.

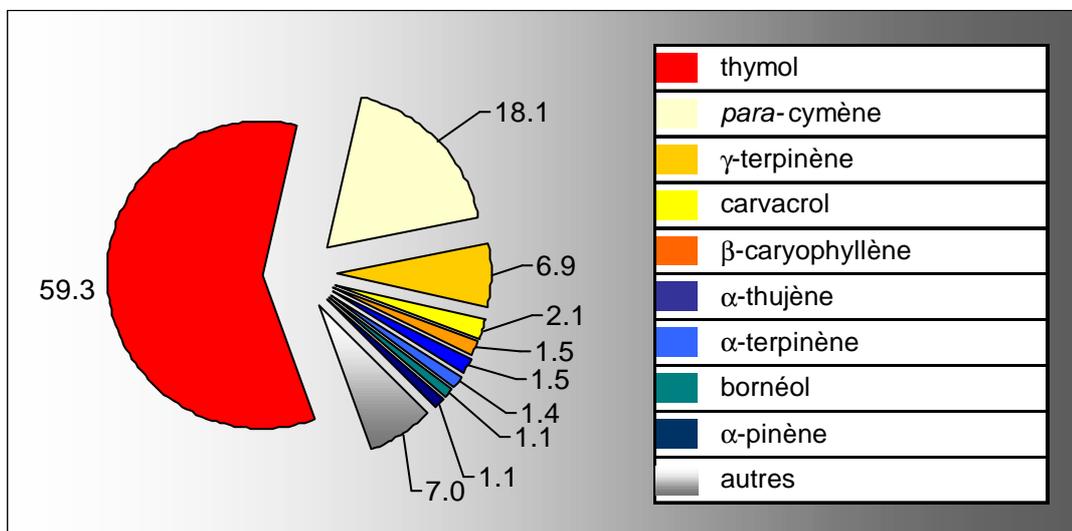
Figure 35 : origine des populations et types de cultures mis en jeu			
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines	
-	Turquie	Honaz Dag près de Denizli (au sud-ouest de la Turquie)	
année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillon analysé
2002	2002	1 pied	1

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

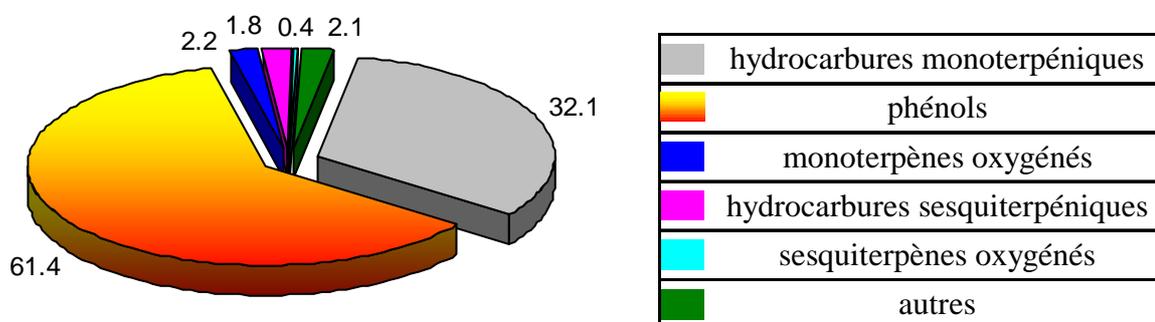
n_D^{24}	d_4^{24}
1,5072	0,975

La composition détaillée de l'huile essentielle et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 19 dans le tableau 16.

Graphique 12 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. hypericifolium*



Graphique 13 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. hypericifolium*



38 composés ont été identifiés représentant 98,9 % de l'huile. Cette espèce est caractérisée par la présence de 2 familles : les phénols majoritaires (61,4 %) représentés par le thymol (59,3 %) et les hydrocarbures monoterpéniques (32,1 %) par le *para*-cymène (18,1 %) et le γ -terpinène (6,9 %). Les alcools monoterpéniques sont en faible quantité (2,2 %), les plus importants sont le bornéol (1,1 %) et le *cis*-hydrate de sabinène (0,6 %). Les sesquiterpénoïdes ne sont présents qu'à l'état de traces, la totalité ne représentant que 2,2 %. Seul le β -caryophyllène (1,5 %), l'oxyde de caryophyllène (0,2 %), et le spathuléol (0,2 %) ont pu être quantifiés, les autres pourcentages étant inférieurs à 0,2 %.

En 1994, Baser [84] a étudié *O. hypericifolium* provenant de 2 localités de Turquie avant et pendant la floraison (tableau 17). Ses résultats confirment bien dans tous les

échantillons, la présence du *para*-cymène (11,7 % - 36,1 %) en quantité variable, mais aussi la prédominance du carvacrol (64,3 %) dans l'un d'eux.

composés en %	Turquie : Burdur avant la floraison	Turquie : Burdur pendant la floraison	Turquie : Mugla pendant la floraison
γ -terpinène	11,1	17,3	10,1
<i>para</i> -cymène	11,7	47,8	36,1
carvacrol	64,3	10,0	33,9
thymol	0,4	0,9	0,6
bornéol	0,9	4,9	3,6

Notre résultat montre la présence majoritaire du thymol, alors que ceux de Baser font apparaître le carvacrol et le *para*-cymène comme composés majoritaires. Il faut remarquer que le carvacrol est majoritaire dans l'échantillon avant floraison, alors que dans celui pendant la floraison, c'est le *para*-cymène qui est majoritaire.

On voit bien ici, l'importance de l'obtention de l'échantillon, aussi les nôtres ont été obtenus toujours de la même façon au stade pleine floraison.

Discussion générale sur la section *Anatolicon*

Dans cette section, une seule espèce a pu être étudiée, néanmoins les travaux de Arnold [83] sur *O. libanoticum* rapportent des résultats différents de ceux de *O. hypericifolium*. La composition des huiles essentielles des 2 espèces est distincte : phénol - *para*-cymène pour *O. hypericifolium* et sesquiterpénoïdes - méthyl-thymol pour *O. libanoticum*.

Compte tenu des pourcentages importants de méthyl-thymol (38 %) dans cette dernière espèce, on peut considérer que la seule analyse de son huile essentielle permettrait de différencier *O. libanoticum* et *O. hypericifolium*.

5.1.3. - Section *Brevifilamentum* Ietswaart

5.1.3.1. - *Origanum acutidens* (Handel-Mazzetti) Ietswaart

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

O. acutidens est présent au nord-est de la Turquie, mais il est possible de le trouver au-delà de la frontière orientale turque et en Syrie. Il pousse sur les sols non-calcaires entre 1 000 et 3 000 mètres, parfois dans les endroits ombragés (figure 36). Il a été décrit à l'origine comme une variété de *O. haussknechtii* [68].

O. acutidens possède un port retombant et fleurit de juin à août. Un seul échantillon d'huile essentielle a été obtenu à partir d'un seul pied (figure 37), dans ce cas la teneur en huile essentielle est de 1,40 %.



Figure 36 : *O. acutidens* site naturel

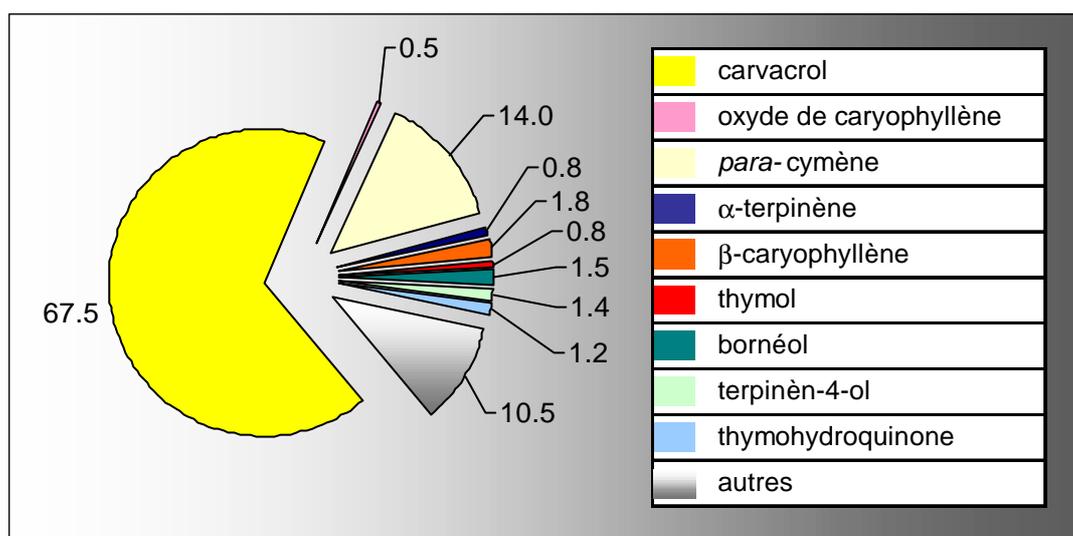
Figure 37 : origine des populations et types de cultures mis en jeu			
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines	
-	Turquie	entre Erzincan et Erzurum (au nord-est de la Turquie)	
année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillon analysé
2002	2002	1 pied	1

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

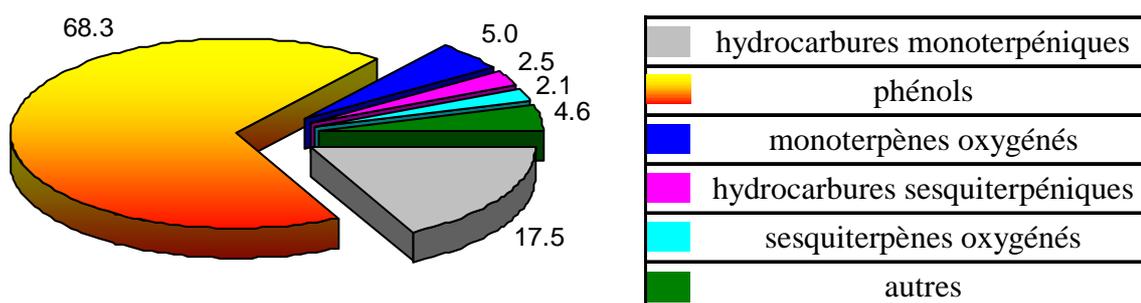
n 24 D	d 24 4
1,5133	0,974

La composition détaillée de l'huile essentielle et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 21 dans le tableau 18.

Graphique 14 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. acutidens*



Graphique 15 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. acutidens*



◆ - Discussion

52 composés ont été identifiés représentant 96,5 % de l'huile. Les phénols constituent principalement l'huile (68,3 %) : le carvacrol est le composé majoritaire (67,5 %). Les hydrocarbures terpéniques (17,5 %) sont représentés de façon prépondérante par le *para*-cymène (14,0 %), les autres ayant tous des pourcentages < à 0,1 %. Les monoterpènes oxygénés (5,0 %) sont pour chacun en faibles quantités : bornéol (1,5 %), terpinèn-4-ol (1,4 %) et linalol (0,7 %). Les dérivés sesquiterpéniques (4,6 %) ne sont représentés que par le β -caryophyllène (1,8 %), les autres ayant tous des pourcentages < à 0,5 %. On peut noter la présence de la thymohydroquinone (1,2 %).

Les résultats obtenus par Baser [85] sur un échantillon de *O. acutidens* en provenance de Bayburt en Turquie montrent que le carvacrol est le composé majoritaire (66,3 %) accompagné de *para*-cymène (14,0 %) et de bornéol (1,9 %). Sökmen [86] a étudié une huile essentielle obtenue à partir de plants en provenance de Turquie et a identifié le carvacrol (72 %)

comme composé majoritaire. La concordance de nos résultats avec ceux de Baser et Sökmen laisse supposer que le carvacrol est peut être le composé majoritaire pour cette espèce.

5.1.3.2. - *Origanum bargyli* Mouterde

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

O. bargyli (figure 38) est une plante rare de la Turquie et du nord-ouest de la Syrie dans des secteurs montagneux (1 200 mètres d'altitude). Quelquefois des spécimens ont été observés dans des clairières de forêts de pins. De culture très délicate, il ne peut pousser qu'en pot sous abri en milieu bien drainé. Un seul échantillon d'huile essentielle a été obtenu à partir d'un seul pied (figure 39), dans ce cas la teneur en huile essentielle est de 1,10 %.



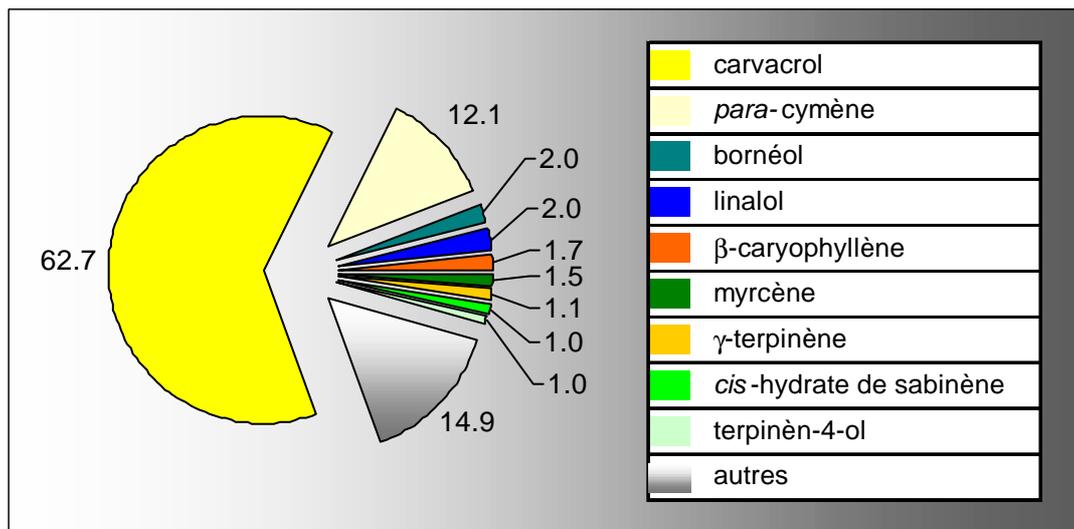
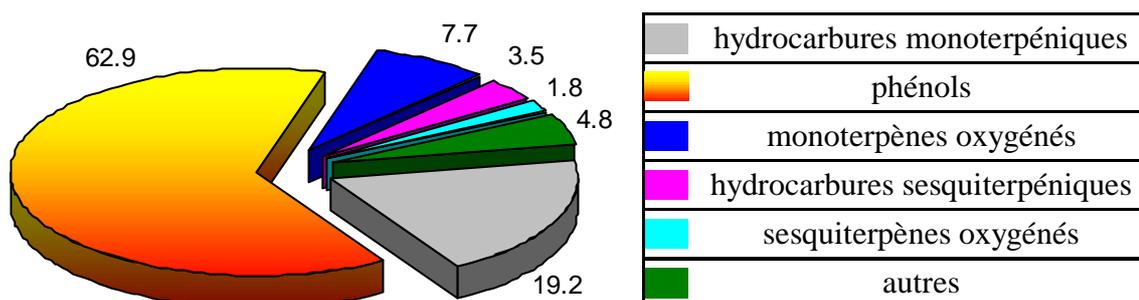
Figure 38 : *O. bargyli* site naturel

Figure 39 : origine des populations et types de cultures mis en jeu			
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines	
-	Turquie	près d'Osmaniye (sud de la Turquie)	
année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillon analysé
2002	2002	1 pied	1

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

n_D^{24}	d_4^{24}
1,5095	0,962

La composition détaillée de l'huile essentielle et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 23 dans le tableau 19.

Graphique 16 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. bargyli*Graphique 17 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. bargyli*

◆ - Discussion

60 composés ont été identifiés représentant 97,2 % de l'huile. Le carvacrol est le composé le plus important (62,7 %). Les hydrocarbures monoterpéniques (19,2 %) sont en majorité constitués de *para*-cymène (12,1 %) et de myrcène (1,5 %). Les monoterpènes oxygénés (7,7 %) sont au nombre de 8 et les plus importants sont : le bornéol (2,0 %), le linalol (2,0 %) et le terpinèn-4-ol (1,1 %).

Un échantillon de *O. bargyli*, en provenance d'Adana en Turquie (1 190 mètres d'altitude), a été étudié par Baser [87] en 1998. Cet échantillon ne présente pas de composés majoritaires. Les principaux composés sont en proportions voisines : *para*-cymène (20,7 %), carvacrol (14,7 %) et γ -terpinène (12,9 %).

Nos résultats fragmentaires obtenus à ce jour sur *O. bargyli* montrent une composition différente de l'huile essentielle et ne permettent pas de donner une composition représentative de l'huile essentielle de l'espèce.

5.1.3.3. - *Origanum leptocladum* Boissier

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

O. leptocladum (figure 40) est originaire du Sud de la Turquie, où il pousse sur les pentes des montagnes jusqu'à une altitude de 1 500 mètres. Il fleurit de juin à août. Il possède de petites bractées, ses caractères sont sensiblement identiques à ceux de *O. laevigatum* [68].



Figure 40 : *O. leptocladum* site naturel

Nous possédons 2 échantillons (figure 41), la teneur en huile essentielle est sensiblement identique et voisine de 0,30 %.

Figure 41 : origine des populations et types de cultures mis en jeu			
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines	
-	Turquie	près d'Ermenek (sud de la Turquie)	
année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
2002	2002	2 pieds	A1, A2

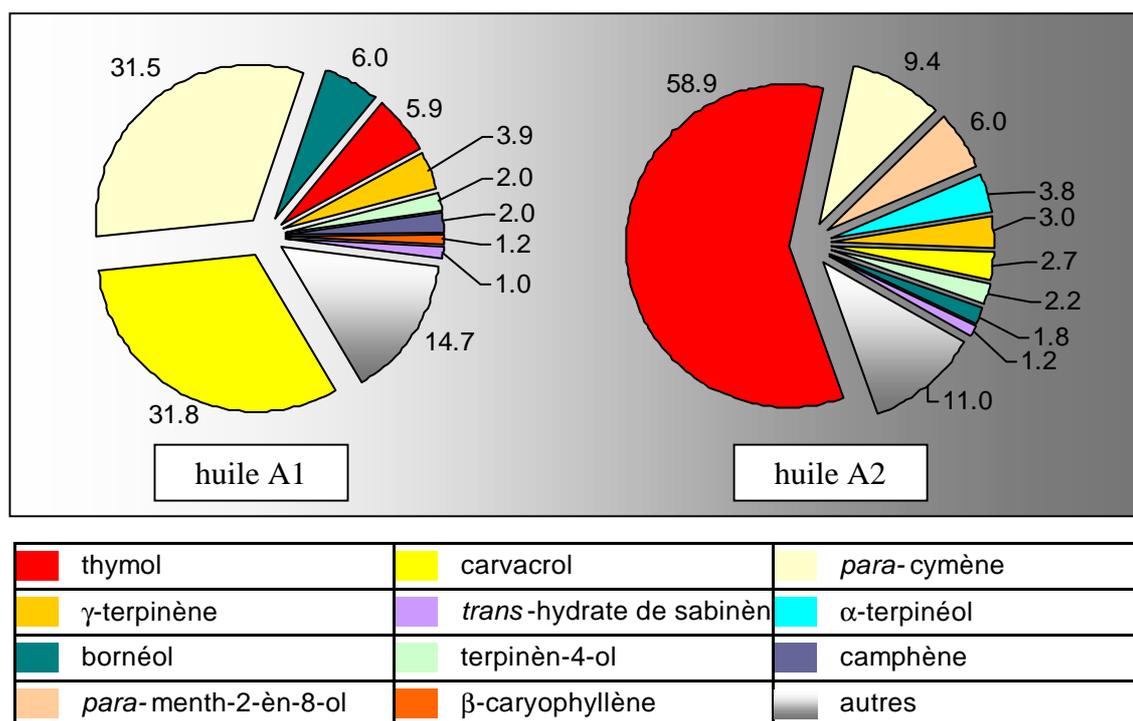
Les 2 pieds récoltés issus d'une même population, distillés individuellement ont fourni des huiles essentielles de composition différente, aussi nous avons décidé de les détailler.

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse des huiles essentielles

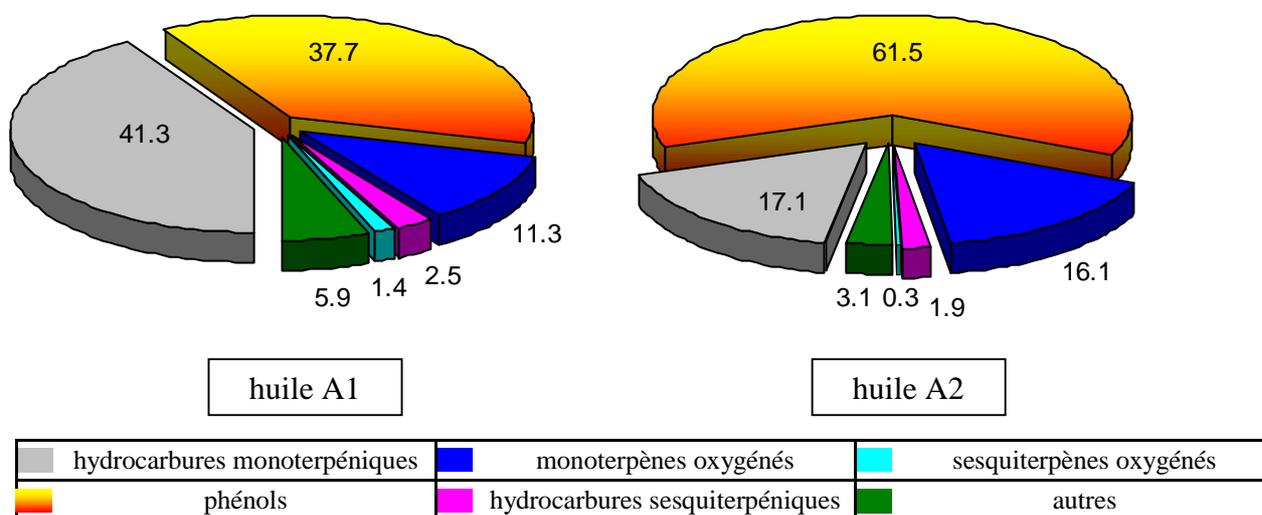
La très faible quantité d'huile obtenue n'a permis d'établir aucune donnée physique.

Les compositions détaillées des huiles essentielles A1 et A2 et leurs quantifications obtenues par GC/FID sont consignées en annexe pages 25 et 27 dans les tableaux 20 et 21.

Graphique 18 : répartition en % des principaux composés des huiles essentielles de *O. leptocladum*



Graphique 19 : répartition en % des principales familles de composés des huiles essentielles de *O. leptocladum*



◆ - Discussion

Pour les 2 échantillons A1 et A2, 56 et 48 composés ont été identifiés représentant respectivement 95,6 et 97,9 % des huiles. Dans les 2 échantillons l'ensemble des phénols et des hydrocarbures monoterpéniques représentent 79,0 et 78,6 %, respectivement.

- Dans l'huile A1, le carvacrol (31,8 %) est accompagné de *para-cymène* (31,5 %). Les alcools monoterpéniques (11,3 %) sont représentés principalement par le bornéol (6,0 %) et le terpinèn-4-ol (2,1 %).

- - Dans l'huile A2, le thymol majoritaire (58,9 %) est accompagné de *para*-cymène (9,4 %) et de bornéol (1,8 %).

Nos résultats concernant la composition de l'huile essentielle A1, comparés à ceux de Baser [88] montrent que les principaux composés sont identiques. Par contre, les pourcentages sont différents (carvacrol 14,6 %, *para*-cymène 48,0 % et bornéol 10,8 %). Il faut noter que la somme des phénols et des hydrocarbures monoterpéniques est identique (74,2 %).

Les résultats obtenus à ce jour sur *O. leptocladum* ne permettent pas de donner une composition chimique de l'huile essentielle représentant l'espèce de façon générale.

5.1.3.4. - *Origanum rotundifolium* Boissier

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

Cette espèce pousse sur des pentes rocheuses et/ou rocailleuses. Elle ne craint ni le soleil ni la sécheresse, c'est une magnifique plante ornementale de rocaille ou de pots à port retombant. Les tiges portent à leur extrémité de grosses et lourdes inflorescences constituées de grandes bractées jaunâtres d'où s'échappent çà et là de fines corolles blanches ou rose-pâle (figures 42 et 43). La culture, composée de plantes issues de graines obtenues sur pieds-mères, eux-mêmes issus de boutures, est assez homogène. La croissance est lente et les rendements en matière sèche sont faibles la première année (355 kg/ha), mais plus importants la seconde (570 kg/ha). Elle résiste bien au froid en milieu bien drainé (2/3 des plants ont survécu à l'hiver rigoureux de 1999-2000).



Figure 42 : *O. rotundifolium* en culture



Figure 43 : *O. rotundifolium* site naturel

La plante n'est pas très odorante et renferme peu d'huile essentielle (0,2 à 0,4%), les rendements en huile essentielle sont compris entre 1 et 1,5 l/ha.

Un échantillon d'huile essentielle a été obtenu à partir d'un pied de chacune des populations (figures 44 et 45).

Figure 44 : origine des populations		
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines
98-044	Turquie	près de Néturq (sud de la Turquie)
98-055	Turquie	près de Néturq (sud de la Turquie)

Figure 45 : type de cultures mis en jeu				
n° de population	année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
98-044	1999	→ 2000	1 pied	A1
98-055	1999	→ 2000	1 pied	B1

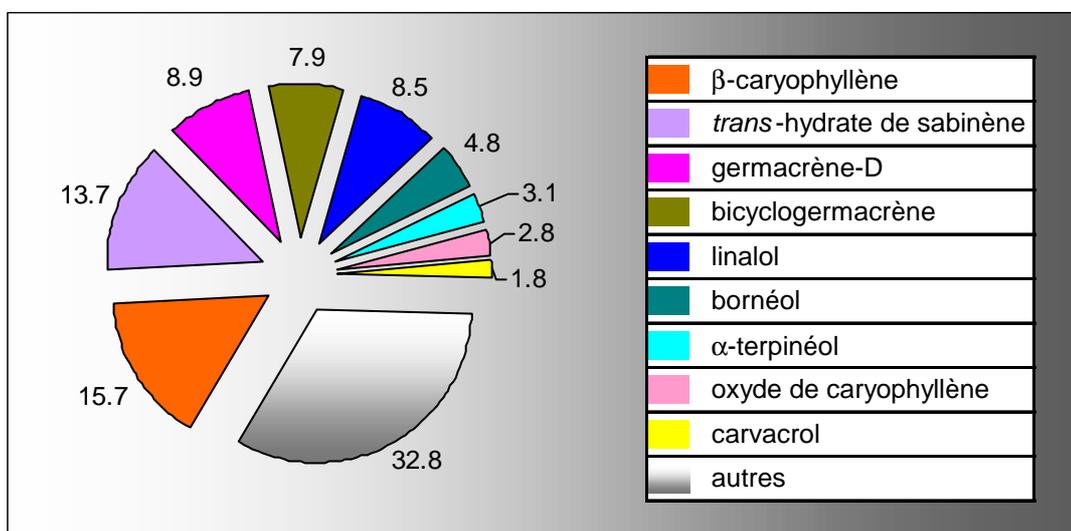
Les 2 échantillons d'huiles essentielles présentent une composition similaire. Aussi, nous avons choisi de détailler l'échantillon B1 pour lequel nous avons identifié le plus grand nombre de composés.

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

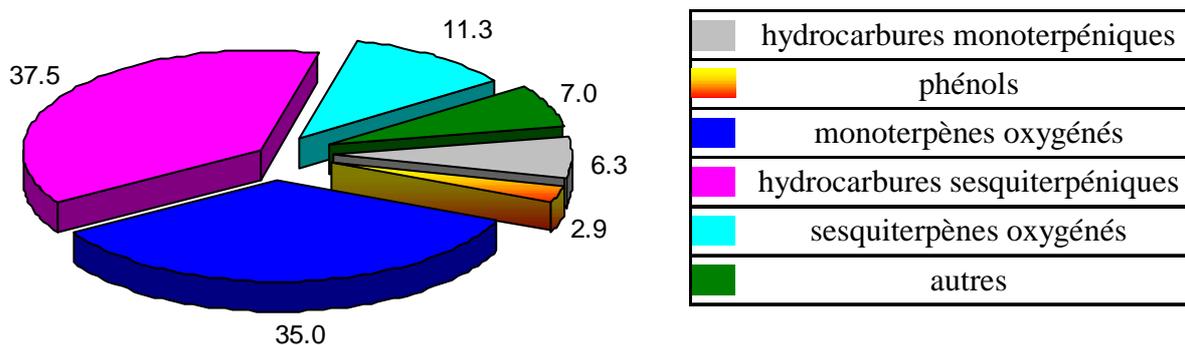
n ²⁴ D	d ²⁴ 4
1,4893	non mesurée quantité insuffisante

La composition détaillée de l'huile essentielle et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 29 dans le tableau 22.

Graphique 20 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. rotundifolium*



Graphique 21 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. rotundifolium*



◆ - Discussion

Un grand nombre de composés (98) ont été identifiés représentant 93,0 % de l'huile. Les monoterpènes oxygénés et les hydrocarbures sesquiterpéniques sont les 2 familles les plus importantes (35,0 % et 37,5 %). La première est représentée par le *trans*-hydrate de sabinène (13,7 %), le linalol (8,5 %), le bornéol (4,8 %), l' α -terpinéol (3,1 %) et le terpinèn-4-ol (1,8 %), la seconde par 23 hydrocarbures sesquiterpéniques dont les plus importants sont : le β -caryophyllène (15,7 %), le germacrène-D (8,9 %), le bicyclogermacrène (7,9 %) et le β -bourbonène (0,7 %).

De nombreux sesquiterpènes fonctionnalisés sont présents : oxyde de caryophyllène (2,8 %), globulol (2,7 %), spathuléol (1,5 %), ainsi qu'une vingtaine d'hydrocarbures monoterpéniques dont les plus abondants sont le camphène (1,6 %) et le sabinène (1,4 %). On peut noter la présence d'un alcool sesquiterpénique, le shyobunol, identifié pour la première fois dans une huile de *O. rotundifolium*. Il faut souligner le faible pourcentage de phénols (3,0 %).

Baser [89] a quantifié dans un échantillon en provenance d'Artvin en Turquie, une huile contenant majoritairement le *cis*-hydrate de sabinène (21,5 %) accompagné d'acétate de linalyle (7,5 %), de bornéol (4,0 %), de germacrène-D (4,0 %), de spathuléol (3,6 %) et de *trans*-hydrate de sabinène (4,2 %).

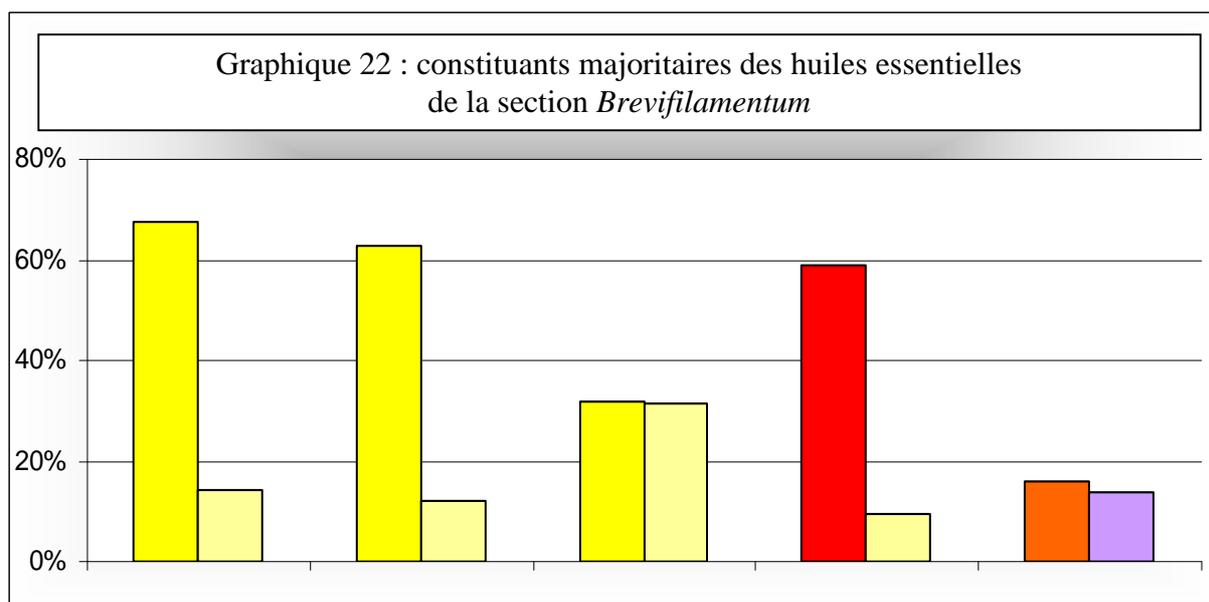
Nos résultats n'ont qu'un seul point commun avec ceux de Baser : la faible teneur de phénols. Par contre, les pourcentages de composés principaux sont différents. On peut remarquer que le β -caryophyllène (15,7 %) et le *cis*-hydrate de sabinène (6,1 %) majoritaires dans notre huile, n'ont été détectés qu'à 6,1 % et 4,2 % par Baser. On peut également noter que les sesquiterpènes oxygénés sont en quantité plus importante dans notre échantillon (11,3 %), que dans celui de Baser (6,4 %).

Les quelques résultats obtenus à ce jour, sur *O. rotundifolium* bien que peu différents de ceux des auteurs, ne permettent pas de donner une composition chimique de l'huile essentielle représentative de l'espèce.

Discussion générale sur la section *Brevifilamentum*

Dans cette section, quatre espèces ont été analysées. Les résultats fragmentaires obtenus sur la composition des huiles essentielles d'un ou deux pieds permettent de constater que 3 espèces sont caractérisées par la présence importante de phénols : *O. acutidens* et *O. bargyli* (carvacrol), *O. leptocladum* (thymol et carvacrol).

L'espèce *O. rotundifolium* est très différente, les phénols ne sont présents qu'à l'état de traces (2,9 %), tandis que les alcools terpéniques (*trans*-hydrate de sabinène 35,0 %) et les hydrocarbures sesquiterpéniques (β -caryophyllène 37,5 %) représentent les principales familles de composés de son huile essentielle (graphique 22).



O. acutidens *O. bargyli* *O. leptocladum* A1 *O. leptocladum* A2 *O. rotundifolium*

■ carvacrol ■ para-cymène ■ thymol

■ β -caryophyllène ■ *trans*-hydrate de sabinène

En conclusion, tous les résultats montrent que l'analyse de la seule composition des huiles essentielles des espèces de cette section ne permet pas de les identifier. Les compositions des huiles ne sont pas homogènes et les travaux des différents auteurs montrent l'existence d'autres compositions : *para*-cymène (20,7%) et carvacrol (14,7 %) pour *O. bargyli* [87], *cis*-hydrate de sabinène (21,5 %) pour *O. rotundifolium* [89].

5.2. - Groupe B

5.2.1. - Section *Chilocalyx* (Briquet) Ietswaart

5.2.1.1. - *Origanum microphyllum* (Bentham) Vogel

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

Espèce endémique de Crète, elle y est utilisée comme plante médicinale. Elle pousse sur des sols rocheux-rocaillieux calcaires et secs, plus ou moins à mi-ombre (pinèdes claires, rochers...). C'est une plante ornementale rare très remarquée ; feuillage gris et léger tranchant sur des corolles rose-vif, le tout mis en valeur par un très beau port en boule (figures 46 et 47).

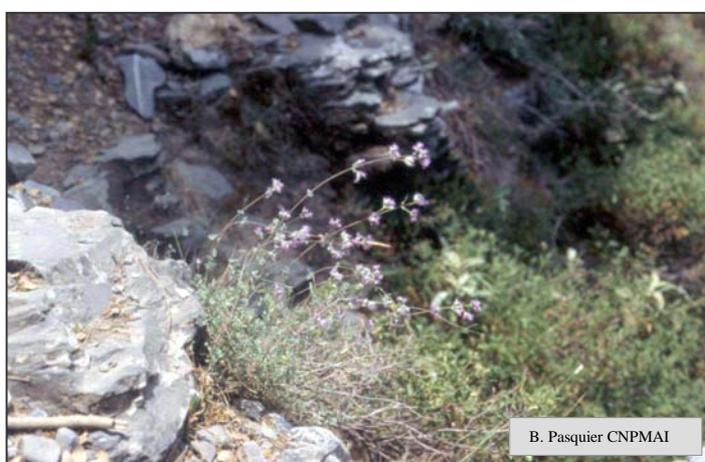
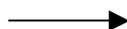


Figure 46 : *O. microphyllum* (site naturel)

Figure 47 : détail de la fleur
de *O. microphyllum*



En culture, cette plante supporte très bien le soleil. Les individus d'une même population ont des développements très hétérogènes. La croissance en boule est de toute façon toujours assez limitée. La floraison est également hétérogène, mais intervient le plus souvent dès la première année. La résistance au froid semble variable selon les populations (30 à 80 % de plantes ayant résisté à l'hiver 1999-2000). *O. microphyllum* possède des teneurs en huile essentielle comprises entre 1,4 et 3,4 %. Par contre, les rendements en matière sèche sont très faibles car la plante ne résiste pas assez au froid sous nos climats ; de ce fait les rendements en huile essentielle sont très faibles.

Nous avons analysé 8 échantillons d'huiles essentielles provenant de la distillation de plants obtenus par répétition pour quatre populations crétoises distinctes (figures 48 et 49).

Figure 48 : origine des populations		
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines
97-002	Crète	Cave Kroni
97-013	Crète	Exopotami
97-014	Crète	Omalos-Samaria
97-016	Crète	Monastery George Honos

Figure 49 : type de cultures mis en jeu				
n° de population	année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
97-002	1999	→ 1999	2 répétitions	A1, A2
97-013	1999	→ 1999	1 répétition	B1
97-014	1999	→ 1999	2 répétitions	C1, C2
97-016	1999	→ 1999	3 répétitions	D1 à D3

◆ - Analyse statistique

La quantification des principaux composés des 8 échantillons est consignée en annexe page 31 dans les tableaux 23a et 23b

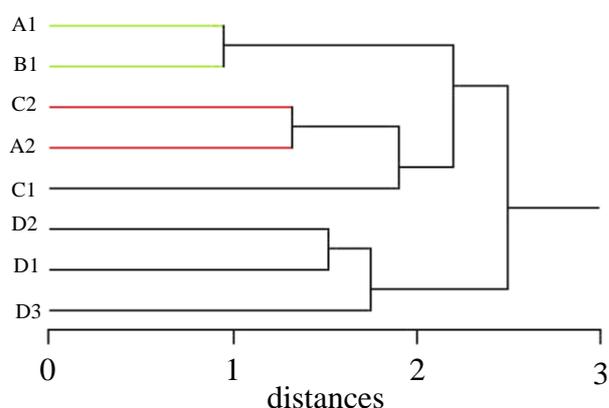


Figure 50a : dendrogramme de la composition de 8 échantillons de *O. microphyllum*

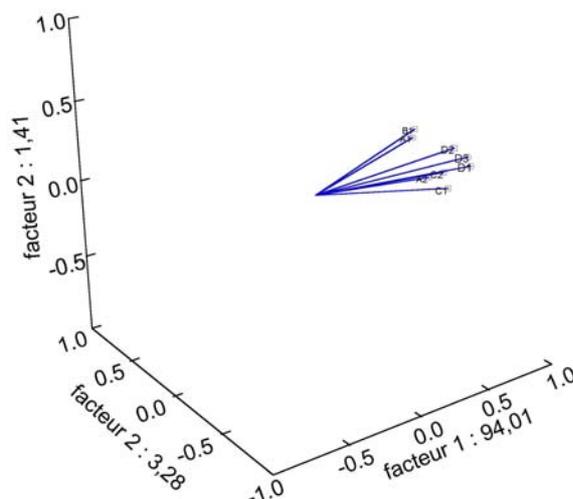


Figure 50b : ACP de la composition de 8 échantillons de *O. microphyllum*

L'étude statistique (figures 50a et 50b) fait apparaître des groupes, mais les distances observées sont trop faibles pour déterminer des compositions significativement différentes, ce que confirme l'ACP, tous les "vecteurs" étant orientés dans la même direction.

Afin de confirmer cette observation, nous avons effectué sur 3 populations (97-002, 97-014 et 97-016) un test de Student, appliqué aux composés majoritaires.

Ces résultats (tableau 24) montrent que les valeurs absolues sont inférieures à la valeur théorique, ce qui confirme que la composition des huiles essentielles est similaire pour les 3

populations. On remarque toutefois que seule la valeur pour le sabinène entre la population 97-002 et 97-016 est légèrement supérieure à la valeur théorique. Tous ces résultats permettent d'émettre l'hypothèse que l'espèce *micophyllum* renferme des huiles dont la composition est similaire et essentiellement constituée de terpinèn-4-ol, de sabinène et de linalol.

composés	entre 97-002 et 97-014		entre 97-014 et 97-016		entre 97-002 et 97-016	
	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique
terpinèn-4-ol	-2,90	4,30	0,46	4,30	-1,89	4,30
sabinène	0,55		3,06		4,39	
linalol	1,56		-0,34		1,04	

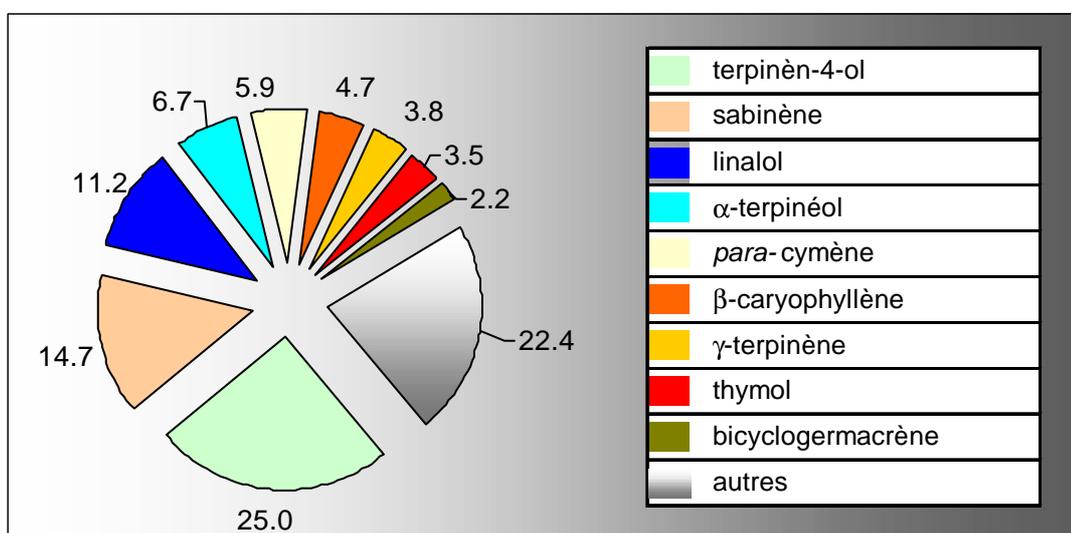
Nous avons choisi l'échantillon A1 pour lequel nous avons identifié le plus grand nombre de composés.

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

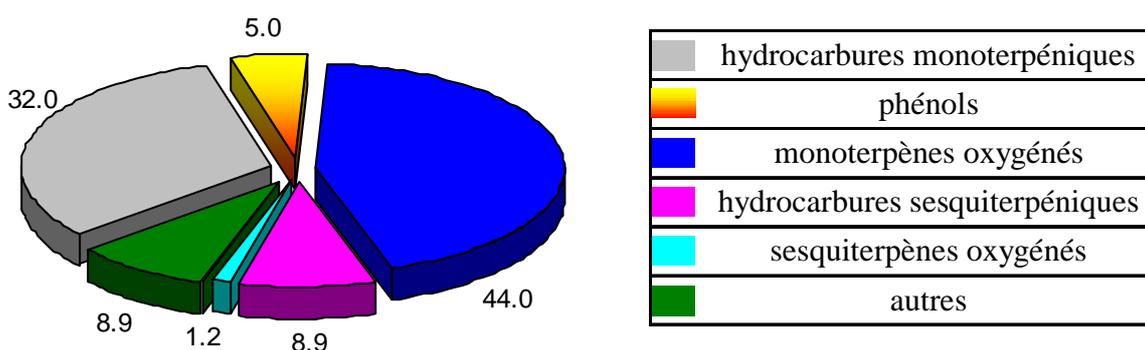
n_D^{24}	d_4^{24}
1,4805	non mesurée quantité insuffisante

La composition détaillée de l'huile essentielle A1 et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 33 dans le tableau 25.

Graphique 23 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. microphyllum*



Graphique 24 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. microphyllum*



◆ - Discussion

64 composés ont été identifiés représentant 91,0 % de l'huile. Dans cet échantillon, les monoterpènes oxygénés (44,0 %) constituent la majorité de l'huile. Le terpinèn-4-ol en est le principal constituant (25,0 %), accompagné de linalol (11,2%). On notera la teneur peu élevée en phénols (5,0 %). Les hydrocarbures monoterpéniques : sabinène (14,7 %), α -terpinène (6,7 %), *para*-cymène (5,9 %), γ -terpinène (3,8 %) et les monoterpènes fonctionnalisés représentent 80 % de l'huile. Les hydrocarbures sesquiterpéniques sont en faible quantité (8,9 %) et ne sont représentés que par le bicyclogermacrène (2,2 %) et le β -caryophyllène (4,7 %), On peut souligner la présence à l'état de traces d'éthers méthyliques du carvacrol et du thymol, ainsi que plusieurs acétates : oct-3-yle, bornyle, thymyle, carvacryle et géranyle.

La fraction volatile de *O. microphyllum* étudiée par Gotsiou [90] se compose de 66 composés. L'auteur a utilisé une méthode par head-space sur des échantillons prélevés dans leur milieu naturel et provenant de culture. Il identifie quatre groupes ayant une composition différente (tableau 26), mais aucun d'eux ne présente de composé à fort pourcentage pouvant orienter vers des chémotypes.

composés en %	groupe A	groupe B	groupe C	groupe D
sabinène	35,2	35,2	15,4	3,3
<i>cis</i> -hydrate de sabinène	5,8	22,6	37,7	62,2
<i>trans</i> -hydrate de sabinène	21,9	20,8	12,0	1,9
acétate de <i>trans</i> -hydrate de sabinène	3,8	0,7	1,0	0,1
sabinène + <i>trans</i> -hydrate de sabinène + acétate de <i>trans</i> -hydrate de sabinène	61,0	47,4	28,7	5,3

Skoula [78], sur des extraits au solvant (CH_2Cl_2), a identifié le *cis* et le *trans*-hydrate de sabinène comme composés majoritaires respectivement 22,4 % et 26,3 %, ainsi que le linalol (12,2 %).

Karousou [91] a analysé des huiles obtenues par hydrodistillation et relève des taux de terpinèn-4-ol (11 à 16 %), et de *cis*-hydrate de sabinène (21,6 à 33,7%) voisins de ceux de notre échantillon. De la même manière, Aligiannis [92], lors d'une étude sur les effets antibactériens de l'huile de *O. microphyllum*, établit la composition de cette huile, dont les principaux composés sont le linalol (10,8 %) et le terpinèn-4-ol (24,9 %).

Les études précédentes montrent bien l'importance du procédé d'obtention des huiles essentielles. Les méthodes headspace et extraction au solvant mettent en évidence des taux plus importants de sabinène, *cis*-hydrate de sabinène et *trans*-hydrate de sabinène, tandis que la teneur en terpinèn-4-ol est négligeable. Les méthodes d'hydrodistillation au contraire abaissent les taux de sabinène, *cis*-hydrate de sabinène et *trans*-hydrate de sabinène, ceux du terpinèn-4-ol augmentant jusqu'à 25 %. Cette variation de la teneur du terpinèn-4-ol résulte du processus de distillation mis en évidence par Fischer [46].

5.2.1.2. - *Origanum minutiflorum* Schwarz & Davis

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

C'est une espèce très rare poussant seulement en altitude au-dessus de 1 500 m, sur des sols rocaillieux calcaires, dans 2 ou 3 massifs montagneux du Sud de la Turquie. Elle est très localement utilisée comme thé et éventuellement comme aromate. Elle fleurit de juillet à août.

La culture sur billon recouvert d'une bâche plastique semble lui convenir. C'est une petite plante qui se développe rapidement. Il est encore difficile de se prononcer quant à ses performances compte tenu de son installation tardive. Elle possède des teneurs en huile essentielle de l'ordre de 3,3 %. Les rendements en matière sèche ainsi que ceux en huile essentielle n'ont pu être établis en raison du retard de développement. La plante résiste bien au froid sous nos climats lorsque que le terrain est très bien drainé. "L'origan à petites fleurs" paraît peu ornemental (figure 51).

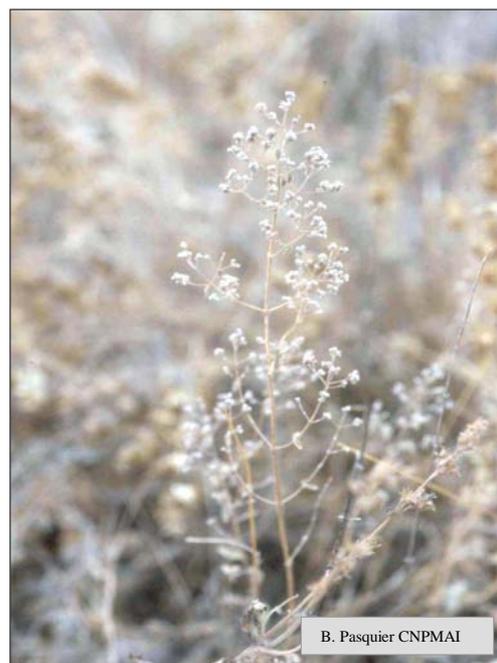


Figure 51 : *O. minutiflorum*
site naturel

Nous avons analysé 13 échantillons d'huile essentielle provenant de la distillation de plants obtenus à partir d'une population (figure 52).

Figure 52 : origine des populations et types de cultures mis en jeu			
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines	
99-025	Turquie	Cukur Yayla (17 km au sud de Geletme)	
année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
2000	2000	3 pieds	A1 à A3
	2001	10 pieds	B1 à B10

Une étude par groupe hiérarchique et ACP a été réalisée sur les 13 échantillons d'huile essentielle. La quantification des principaux composés de ces échantillons est consignée en annexe page 35 dans les tableaux 27a et 27b

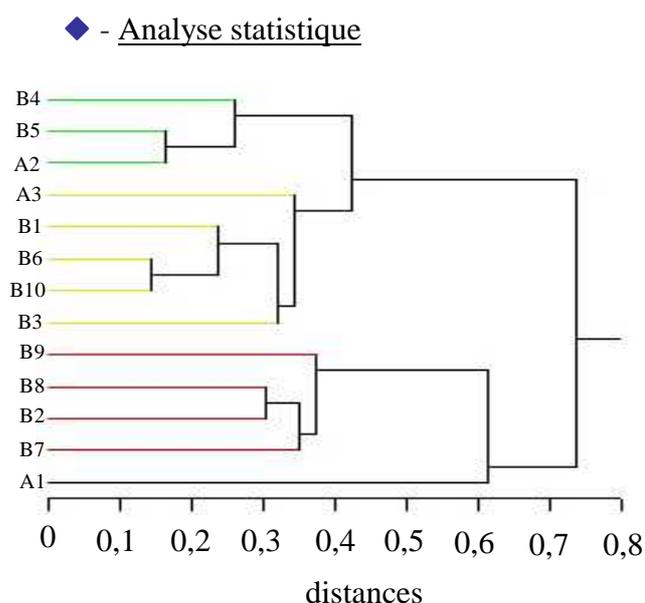


Figure 53a : dendrogramme de la composition des 13 huiles essentielles de *O. minutiflorum*

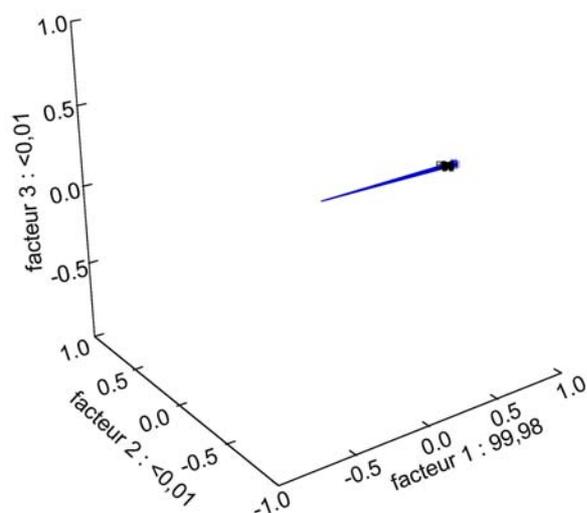


Figure 53b : ACP de la composition des 13 huiles essentielles de *O. minutiflorum*

Les distances observées sur le dendrogramme sont trop faibles pour déterminer des groupes composition différentes des huiles essentielles (figures 53a et 53b). L'étude par ACP montre que tous les vecteurs sont dirigés dans la même direction et confirme la présence d'un seul groupe. Nos résultats montrent que tous échantillons confondus, la composition de leurs huiles essentielles est identique.

Les pieds d'une même population ayant été récoltés 2 années successives, nous avons voulu montrer s'il existait ou non des différences de composition des huiles essentielles. Nous

avons appliqué le test de Student aux moyennes des teneurs des composés majoritaires (carvacrol et *para*-cymène) sur les 2 années de culture (2000 et 2001).

Les résultats (tableau 28) montrent que les valeurs absolues sont inférieures à la valeur théorique, ce qui confirme que les compositions des huiles essentielles sont similaires entre elles quelle que soit l'année de récolte. L'étude a porté sur une seule population, ce qui est insuffisant pour affirmer que quelles que soient les populations, l'espèce fournit une huile de composition similaire ; cependant, elle nous permet au moins de confirmer qu'une population cultivée 2 années de suite produit des huiles dont la composition chimique est constante.

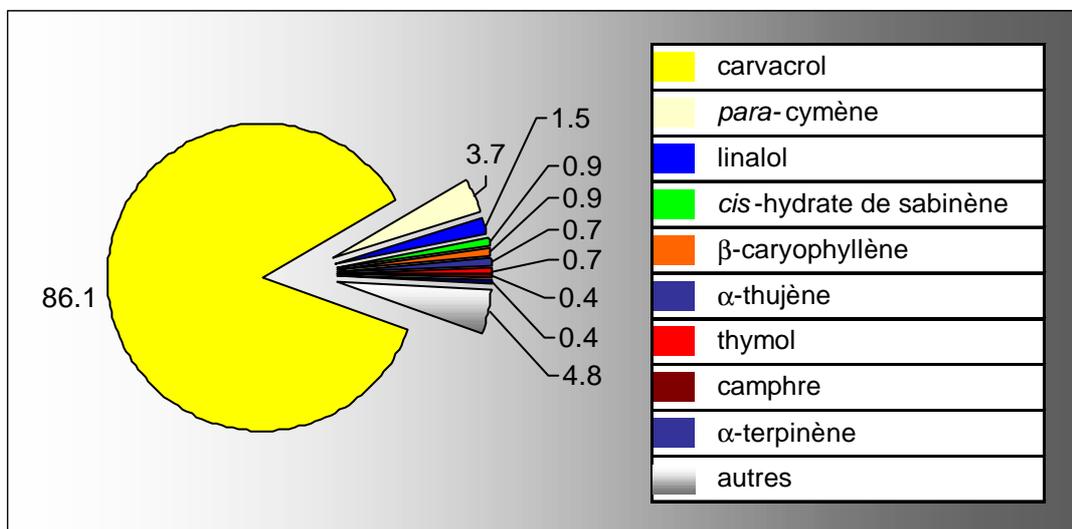
composés	valeur trouvée	valeur théorique
carvacrol	0,07	2,23
<i>para</i> -cymène	0,44	

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

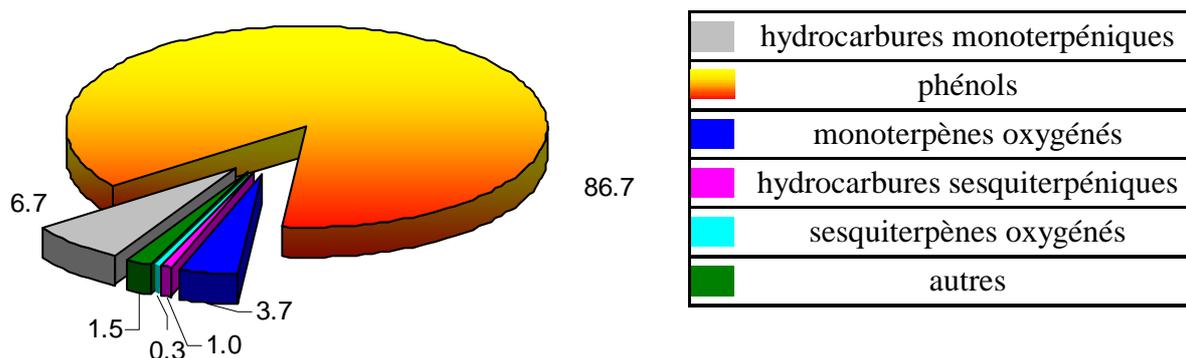
n _D ²⁴	d _D ²⁴
1,5030	non mesurée quantité insuffisante

Nous avons choisi l'échantillon (B7) pour lequel nous avons pu identifier le plus grand nombre de composés. La composition détaillée de l'huile essentielle et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 37 dans le tableau 29.

Graphique 25 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. minutiflorum*



Graphique 26 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. minutiflorum*



◆ - Discussion

76 composés ont été identifiés représentant 98,5 % de l'huile. *O. minutiflorum* contient une huile riche en carvacrol (86,1 %). Les autres constituants sont représentés par des hydrocarbures monoterpéniques, environ une vingtaine, dont les plus importants sont : le *para*-cymène (3,7 %) et l' α -thujène (0,7 %), ainsi que par des monoterpènes fonctionnalisés : linalol (1,5 %), *cis*-hydrate de sabinène (0,9 %). De nombreux hydrocarbures sesquiterpéniques sont présents en faibles quantités : β -caryophyllène (0,9 %) et germacrène-D (0,1%).

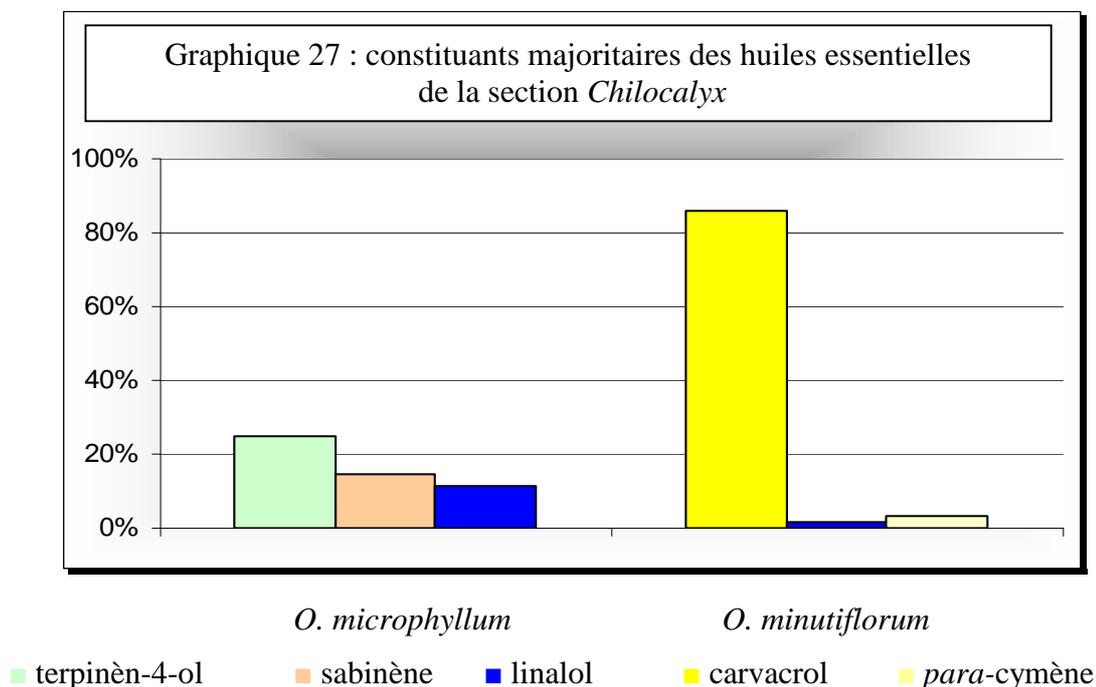
Nos résultats concordent avec ceux de Baser [93] obtenus à partir d'échantillons d'huiles provenant de 4 régions de Turquie, dans lesquels les taux de carvacrol varient entre 75,4 et 83,6%. Les pourcentages de *para*-cymène (2,9 à 9,4 %) sont identiques à ceux déterminés dans nos huiles essentielles. Baydar [94], en 2004, confirme les résultats de Baser [93] et obtient comme composé principal le carvacrol (84,6 %).

De plus, les huiles essentielles obtenues à partir de pieds récoltés en 2000 et 2001, issues d'une même population ont une composition identique, à majorité de carvacrol, ce qui semble prouver que pour cette population, la composition de l'huile essentielle est constante tout au long de la "vie" de la plante.

L'ensemble de nos résultats ainsi que ceux de la littérature confirment la constance de composition de l'huile essentielle quelle que soit l'origine géographique et quelle que soit l'année de récolte.

Discussion générale sur la section *Chilocalyx*

Dans cette section, 2 espèces ont été analysées. Leurs huiles essentielles ont des compositions différentes, l'huile essentielle de *O. minutiflorum* est riche en phénols (carvacrol 86 %), alors que celle de *O. microphyllum* en renferme un faible pourcentage (1,9 %). L'huile essentielle de cette dernière espèce est composée majoritairement d'alcools et d'hydrocarbures monoterpéniques (linalol, terpinèn-4-ol et sabinène) (graphique 27). Les différents travaux [93] et [94] montrent que la composition de l'huile essentielle de *O. minutiflorum* est homogène avec une prédominance de carvacrol et corroborent ainsi nos résultats.



5.2.2. - Section *Majorana* (Miller) Bentham

5.2.2.1. - *O. majorana* Linnaeus

Cette espèce comprend 2 variétés : *majorana* et *tenuifolium* que nous avons étudiées.

5.2.2.1.1. - *Origanum majorana* Linnaeus var. *majorana*

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

C'est une plante cultivée depuis des siècles, on la trouve parfois à l'état subsponané dans certaines régions du pourtour méditerranéen. La variété cultivée est morphologiquement assez différente de la variété sauvage, beaucoup plus ramifiée, à feuillage plus dense, plus vert et plus fin (figure 54). Elle s'est avérée aussi beaucoup plus fragile, puisqu'après un développement très rapide, une attaque fongicide l'a presque totalement détruite durant la première année. Dans le même temps, les diverses populations de la variété sauvage ne souffraient d'aucun dommage. Par extrapolation les rendements en matière sèche varient de 220 à 1310 kg/ha et les teneurs en huile essentielle sont comprises entre 1,9 et 2,6 %, ce qui correspond à des rendements en huile essentielle compris entre 5,5 et 31 l/ha.

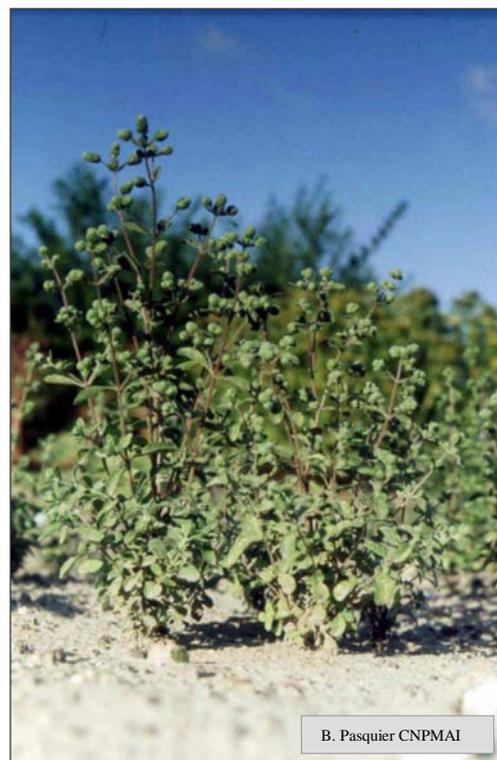


Figure 54 : *O. majorana* var. *majorana* en culture

Un échantillon d'huile essentielle, obtenu à partir de l'ensemble des pieds d'une répétition et d'une seule population, a été analysé (figure 55).

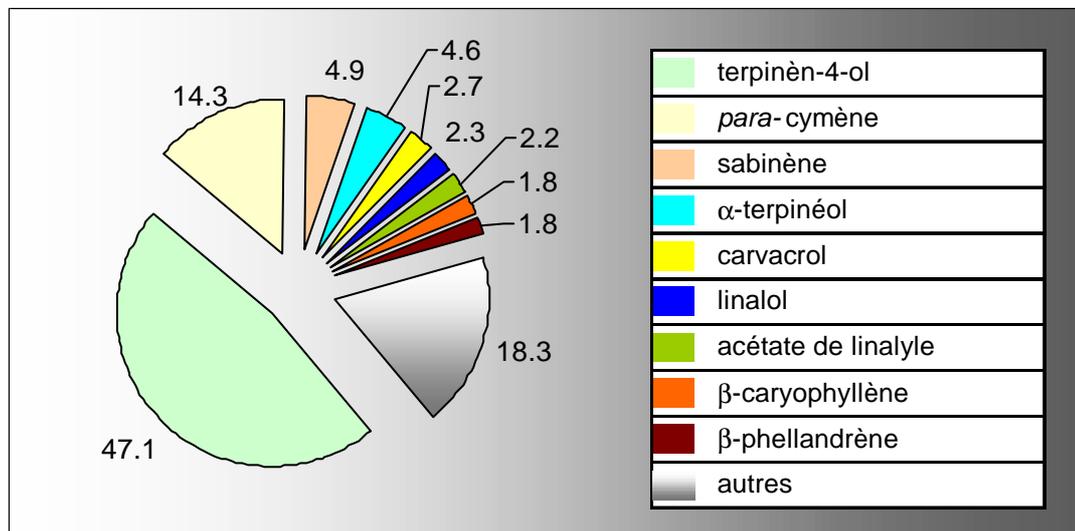
Figure 55 : origine des populations et types de cultures mis en jeu			
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines	
gde-coll	France	graines du commerce (semencier français)	
année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillon analysé
1999	1999	1 répétition	1

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

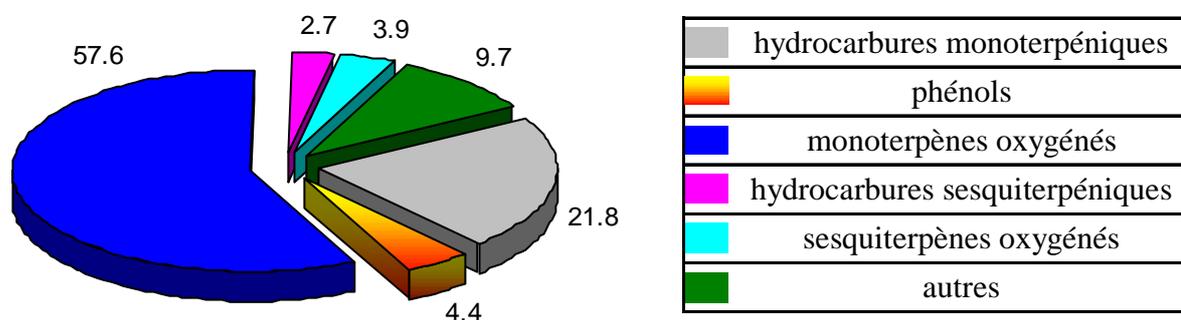
n_D^{24}	d_D^{24}
1,4845	0,888

La composition détaillée de l'huile essentielle et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 39 dans le tableau 30.

Graphique 28 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. majorana* var. *majorana*



Graphique 29 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. majorana* var. *majorana*



◆ - Discussion

64 composés ont été identifiés représentant 92,1 % de l'huile. Cet échantillon est caractérisé par la présence importante de monoterpènes oxygénés (57,6 %) dont les plus importants sont le terpinèn-4-ol (47,1 %), l' α -terpinéol (4,6 %) et le linalol (2,3 %). Les hydrocarbures monoterpéniques (21,8 %) au nombre de 16 sont représentés par le *para*-cymène (14,3 %), le sabinène (4,9 %), et le β -phellandrène (1,8 %). De nombreux sesquiterpènes fonctionnalisés sont présents à faible concentration : le spathuléol (1,5 %) et l'oxyde de caryophyllène (1,3 %). Malgré le nombre important d'hydrocarbures sesquiterpéniques (14), seul le pourcentage de β -caryophyllène est significatif (1,8 %). On peut également noter la présence de *cis-para*-menth-2-èn-1-ol (0,7 %) et de *trans-para*-menth-2-èn-1-ol (0,2 %).

Comme pour l'espèce *O. microphyllum*, il faut remarquer la faible proportion de phénols (4,4 %).

De nombreux auteurs ont analysé l'huile essentielle de *O. majorana*, mais sans préciser la variété. On peut citer les travaux de Vera [95] qui a étudié une huile riche en terpinèn-4-ol (38,4 %) et *cis*-hydrate de sabinène (14,9 %). Baser [93 et 96] obtient des huiles où le carvacrol est prépondérant (78,2 %), tandis que le *trans*-hydrate de sabinène, le terpinèn-4-ol et le thymol sont minoritaires (0,7 %, 0,3 % et 0,5 %). Pino [97] obtient des résultats différents sur des huiles en provenance de Cuba : linalol (16,4 %), terpinèn-4-ol (17,7 %), thymol (11,5 %), γ -terpinène (8,3 %). Dans des huiles essentielles obtenues à partir d'échantillons en provenance de Finlande, Nykanen [98] a identifié comme composé majoritaire le terpinèn-4-ol (16,4 - 21,3 - 31,6 %), ainsi que les *cis* (13,8 - 9,7 - 7,1 %) et *trans*-hydrate de sabinène (5,0 - 6,7 - 2,4 %). Barazandeh [99] a analysé des huiles de *O. majorana* d'Iran. Il identifie l'acétate de linalyle comme composé majoritaire (26,1 %) et trouve des concentrations en *cis* et *trans*-hydrate de sabinène respectivement de 8,7 % et 3,1 %. Ali [100] a identifié le linalol (30,8 %), le terpinèn-4-ol (24,0 %) et le thymol (21,1 %) comme composés majoritaires dans une huile essentielle originaire d'Égypte. Circella [101] a étudié l'influence de la lumière du jour sur la composition de l'huile essentielle de *O. majorana*. Ses résultats montrent que les taux de composés majoritaires (sabinène 13,9-17,3 %, linalol 28,1-35,4 %, *trans*-hydrate de sabinène 5,3-6,2 % et acétate de linalyle 4,6-10,1 %) sont partiellement identiques à ceux obtenus par les auteurs précédents. Une étude des effets antimicrobiens par Charai [102] sur l'huile essentielle de *O. majorana* en provenance du Maroc indique que le linalol (32,7 %) et le terpinèn-4-ol (22,3 %) sont les composés majoritaires.

Fischer [46], sur des extraits au pentane a identifié le terpinèn-4-ol (20,7 %), le *cis*-hydrate de sabinène + linalol (29,3 %), le γ -terpinène (10,4 %) et le *trans*-hydrate de sabinène (6,6 %). Sarer [103] a étudié des huiles en provenance de Turquie et a identifié le carvacrol comme composé majoritaire (65,1 %). Raghavan [104] a comparé des huiles essentielles en provenance d'Inde obtenues à partir de végétal frais et sec. Les taux des composés majoritaires sont sensiblement identiques (*trans*-hydrate de sabinène 3,6 - 5,9 %), terpinèn-4-ol (24,3 - 35,5 %), *cis*-hydrate de sabinène (16,2 - 23,6 %) et γ -terpinène (4,4 - 13,1 %). Novak [105] compare la composition de différentes huiles obtenues à partir de plants allemands, italiens et français, l'auteur confirme la présence de 3 groupes pour lesquels le *cis*-hydrate de sabinène est prépondérant (40%).

Surburg [106] a comparé les taux de composés volatils obtenus par différentes méthodes, espace de tête, extrait du CO₂ et huile essentielle (tableau 31). Larkov [107] a étudié les pourcentages relatifs des ratios énantiomériques des hydrates de sabinène et de leurs

acétates. Il relève la présence de 57,2 % de *trans*-hydrate de sabinène. Baranauskiene [108] a identifié le terpinèn-4-ol (49,7 %) dans des huiles en provenance de Lituanie.

On peut même citer des travaux plus anciens remontant à 1960, qui montrent eux aussi la présence de terpinèn-4-ol comme composé majoritaire : Nicoletti [109], Vashist [110] Croteau [111].

Tableau 31 : principaux composés des extraits de <i>O. majorana</i>			
composés en %	espace de tête	CO ₂	huile essentielle
<i>cis</i> -hydrate de sabinène	4,0	18,0	1,0
<i>trans</i> -hydrate de sabinène	4,2	6,3	3,8
terpinèn-4-ol	5,0	9,0	21,0

Les résultats de Surburg (tableau 31) montrent que le terpinèn-4-ol est en faible quantité dans l'extrait CO₂ et espace de tête, contrairement à l'huile essentielle où le taux est voisin de 20 %. De la même façon, on remarque que le *cis*-hydrate de sabinène présent (18 %) dans l'extrait CO₂ ne se trouve plus qu'à 1 % dans l'huile essentielle. Comme l'ont démontré Fischer [46] et Granger [47] le *cis*-hydrate de sabinène subit un réarrangement qui le transforme en terpinèn-4-ol. Ce réarrangement est important, car les hydrodistillations produisent des huiles essentielles dont les taux d'hydrate de sabinène peuvent varier de façon significative.

Tous ces auteurs montrent la présence du terpinèn-4-ol et de l'hydrate de sabinène comme composés majoritaires, à l'exception de Baser [93, 96] et Sarer [103] qui ont identifié le carvacrol comme principal constituant.

Cette disparité des résultats montre bien qu'il est très important de préciser la variété ainsi que la méthode d'obtention des huiles.

5.2.2.1.2. - *O. majorana* Linnaeus var. *tenuifolium* Weston

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

La marjolaine sauvage, probablement ancêtre de la marjolaine cultivée, est une plante endémique de Chypre où elle croît sur des sols rocailloux-rocheux calcaires très secs, de 100 à 900 mètres d'altitude. Son huile essentielle était utilisée contre les rhumatismes et ses feuilles en infusion contre les maux d'estomac [112].

Son port dressé et aéré est en tout point semblable à celui de *O. dubium*. Ses feuilles sont aussi velues, mais légèrement plus lisses, coriaces et moins foliacées (figure 56). En

automne, la sécheresse défolie la plante sur laquelle on ne distingue plus que des bourgeons et de très jeunes feuilles grisâtres, contrairement à *O. dubium* qui garde ses feuilles adultes.

Son parfum est beaucoup plus doux (absence de phénols), on retrouve cette odeur caractéristique seulement dans l'origan des Monts Ramon (désert du Neguev en Israël). Son développement est beaucoup plus lent que celui de la marjolaine cultivée ; la plante est plus ligneuse, moins feuillue. Le rendement en matière sèche varie de 400 à 500 kg/ha).



Figure 56 : *O. majorana* var *tenuifolium* en culture

Les teneurs en huile essentielle sont remarquables (7 et 10 %) quelles que soient les populations, ce qui laisse envisager des possibilités de sélections intéressantes. De ce fait, les rendements en huile essentielle sont compris entre 26 et 37 l/ha.

Nous avons analysé 14 échantillons d'huile essentielle provenant de la distillation de plants obtenus à partir de 3 populations chypriotes distinctes (figures 57 et 58)

Figure 57 : origine des populations		
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines
98-021	Chypre	Monagri, Route B8
98-022	Chypre	Pont de Roundkias Valley
98-023	Chypre	Entre Pafos et Polis

Figure 58 : type de cultures mis en jeu				
n° de population	année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
98-021	1999	1999	3 répétitions	A1 à A3
		2000	1 pied	B1
98-022	1999	1999	3 répétitions	C1 à C3
		2000	1 pied	D1
98-023	1999	1999	3 répétitions	E1 à E3
		2000	3 pieds	F1 à F3

Une étude par groupe hiérarchique et ACP a été entreprise sur les 14 échantillons d'huile essentielle. La quantification des principaux composés des 14 échantillons est consignée en annexe page 41 dans les tableaux 32a et 32b.

◆ - Analyse statistique

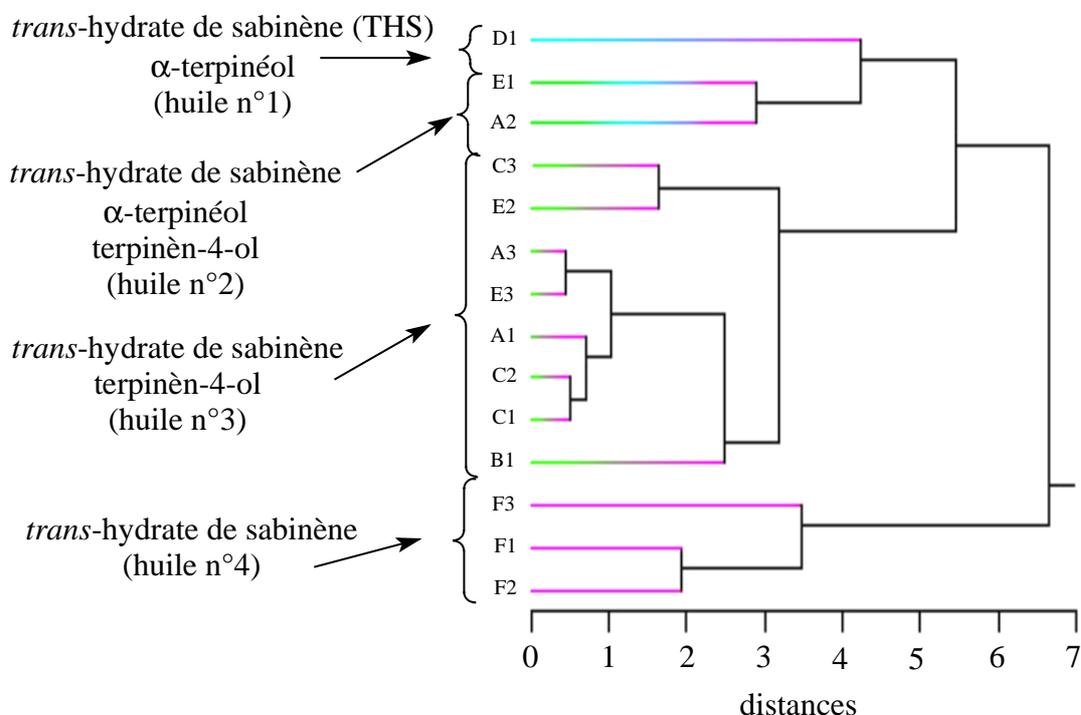
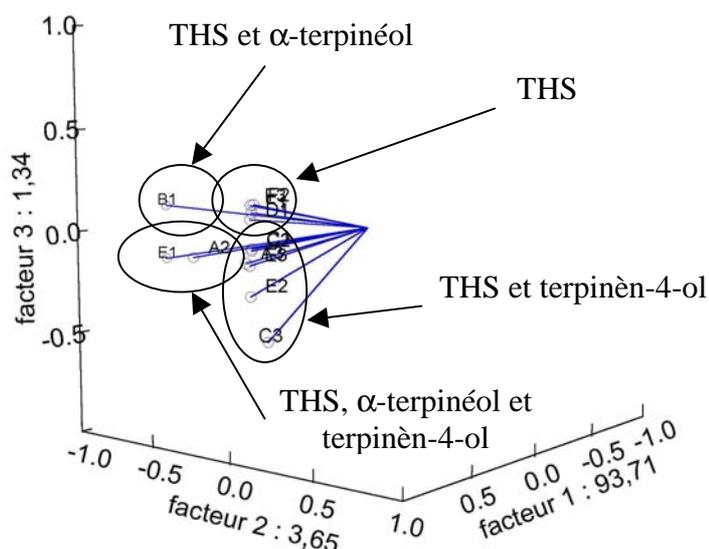


Figure 59a : dendrogramme de la composition de 14 échantillons de *O. majorana var. tenuifolium*



L'étude statistique (figures 59a et 59b) met en évidence 4 groupes, mais les distances comprises entre 3 et 6 ne permettent pas de montrer des différences significatives de composition.

L'étude ACP confirme la présence de 4 groupes, les directions des vecteurs étant sensiblement différentes.

Figure 59b : ACP de la composition de 14 échantillons de *O. majorana var. tenuifolium*

Trois populations différentes ont été comparées, nous avons appliqué le test de Student aux composés principaux (*trans*-hydrate de sabinène, α -terpinéol et terpinèn-4-ol (tableau 33).

composés	entre 99-021 et 99-022	entre 99-021 et 99-023	entre 99-022 et 99-23	valeur théorique
<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,04	1,38	1,01	2,78
terpinèn-4-ol	-0,87	-1,17	0,33	
α -terpinéol	1,54	-0,40	-1,36	

Les résultats du test de Student montrent par les valeurs obtenues (tableau 33), que les huiles essentielles des 3 populations présentent des similitudes en ce qui concerne ces 3 composés principaux.

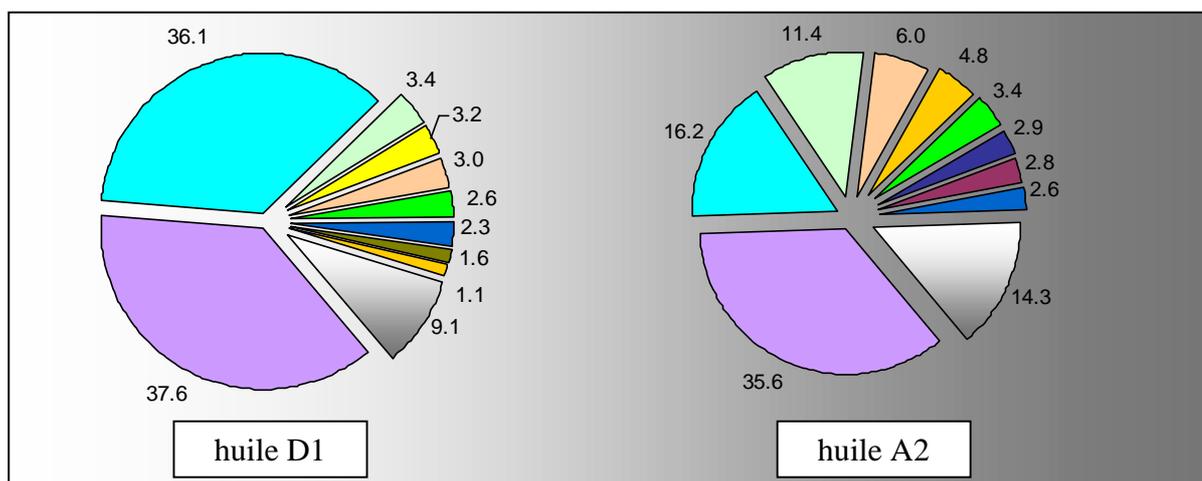
Nous avons choisi de donner la composition pour chacun des groupes, en prenant les échantillons (D1, A2, C3 et F2) dont nous avons identifié le plus grand nombre de composés.

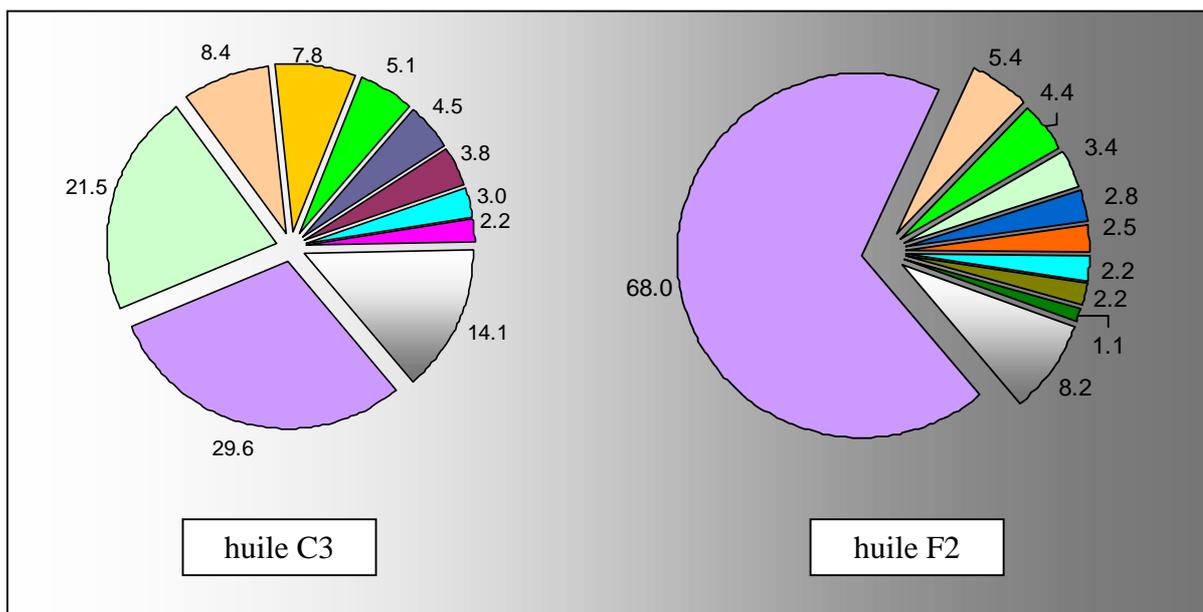
◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyses des huiles essentielles

	n 24 D	d 24 4		n 24 D	d 24 4
huile D1	1.4952	0,984	huile A2	1.4823	0,981
huile C3	1,4847	0,989	huile F2	1.4856	0,990

Les compositions détaillées des huiles essentielles D1, A2, C3 et F2 et leurs quantifications obtenues par GC/FID sont consignées en annexe pages 43, 45, 47 et 49 dans les tableaux 34, 35, 36 et 37.

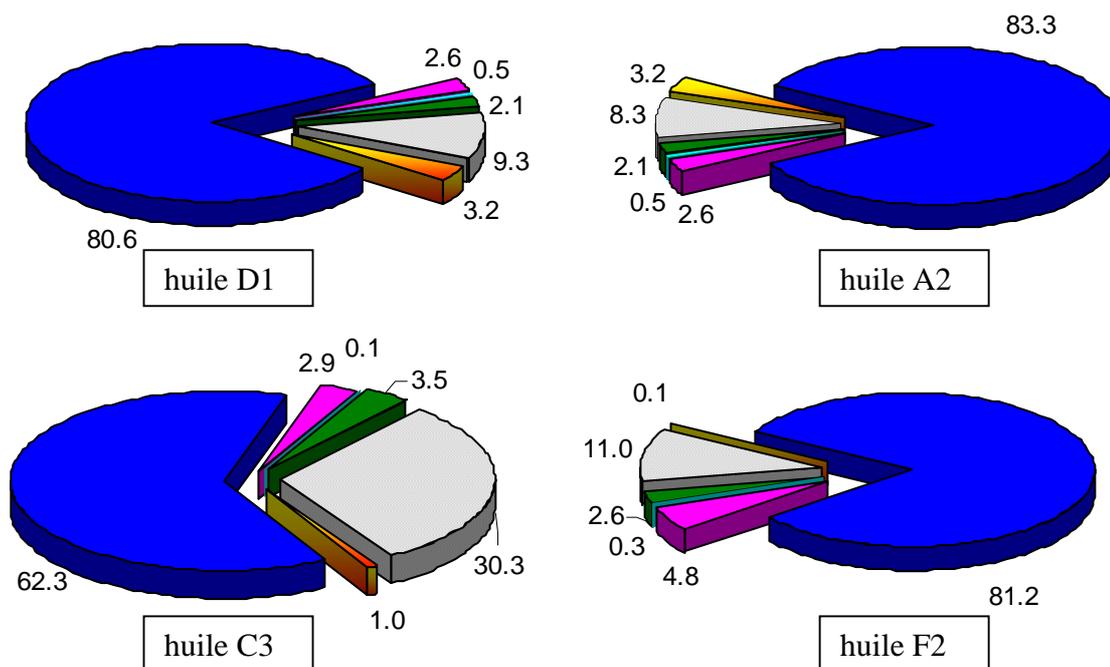
Graphique 30 : répartition en % des principaux composés des huiles essentielles de *O. majorana* var. *tenuifolium*





trans-hydrate de sabinène	sabinène	γ-terpinène	α-phellandrène
α-terpinéol	cis-hydrate de sabinène	β-caryophyllène	para-cymène
terpinèn-4-ol	acétate de linalyle	α-terpinène	β-pinène
carvacrol	bicyclo germacrène	limonène	autres

Graphique 31 : répartition en % des principales familles de composés des huiles essentielles de *O. majorana* var. *tenuifolium*



hydrocarbures monoterpéniques	monoterpènes oxygénés	sesquiterpènes oxygénés
phénols	hydrocarbures sesquiterpéniques	autres

◆ - Discussion

Relativement peu de composés ont été identifiés : 54, 62, 56 et 50 représentant respectivement 97,8 %, 99,5 %, 96,5 % et 97,7 % des huiles D1, A2, C3 et F2. Les échantillons représentatifs de *O. majorana* var. *tenuifolium* possèdent des compositions variées, mais dont la principale famille, celle des monoterpènes oxygénés, est identique (62,3 % à 83,3 %). Dans tous les cas, le *trans*-hydrate de sabinène est le composé majoritaire (29,6 % à 68,0 %) accompagné de terpinèn-4-ol (de 3,4 % à 21,5 %) et d' α -terpinéol (de 2,2 % à 16,2 %). Parmi ces composés prépondérants se trouvent des hydrocarbures monoterpéniques (de 8,3 % à 30,3 %), dont le principal est le sabinène (de 3,0 % à 8,4 %). Les seuls points communs sont le faible pourcentage des composés phénoliques (0,1 à 3,2 %), des hydrocarbures sesquiterpéniques (2,6 à 4,8 %) et des sesquiterpènes fonctionnalisés (traces à 0,5 %), puisque la somme de ces 3 familles est seulement comprise entre 3,9 % et 5,3 %.

Beaucoup de travaux ont été publiés concernant l'espèce *majorana* [46], [93], [95], [96], [97], [98], [99], [100], [101], [102], [104], [105], [106], [107], [108], [109], [110], [111] [113], [114], [115], [116], [117]. Par contre seul Arnold [118] précise la variété et mentionne 33 % de *cis*-hydrate de sabinène et 21,6 % de terpinèn-4-ol, tandis que le *trans*-hydrate de sabinène se trouve en faible quantité (4,7 %).

On peut faire une observation très importante : quelle que soit la variété *majorana* ou *tenuifolium*, le pourcentage des alcools terpéniques est élevé 60-80%, tandis que celui des phénols est inférieur à 5 %.

Les travaux de Baser [93, 96] rapportent des taux de carvacrol élevés (~ 80%). De plus, cet auteur affirme que *O. majorana* var. *tenuifolium* et *O. dubium* sont une même espèce, appuyé par les travaux de Ietswaart [68]. Il conclut à la présence de 2 chémotypes, l'un à *cis*-hydrate de sabinène, l'autre à carvacrol. Par contre, Arnold [118] décrit la composition des huiles essentielles des 2 espèces en précisant bien la différence botanique.

Cette ambiguïté a conduit M. Pasquier du CNPMAI à étudier et à comparer les caractères botaniques de *O. majorana* var. *tenuifolium* et de *O. dubium* (tableau 38) dans leur milieu naturel, avec ceux décrits dans la Flore de Chypre [119], et les différences que l'on observe en culture dans les mêmes conditions climatiques.

Tableau 38 : comparaison botanique entre <i>O. dubium</i> et <i>O. majorana</i> var. <i>tenuifolium</i> selon B. Pasquier (CNPMAI)		
En culture		
	<i>O. dubium</i>	<i>O. majorana</i> var. <i>tenuifolium</i>
inflorescences	thyrsoides ou subcorymbiformes, compactes et ne descendant pas très bas le long des hampes florales	longues, étroites et lâches, descendant très bas le long des hampes florales
feuilles les plus âgées		
limbes		
longueur (mm)	15 (11 à 21)	12,5 (10 à 15)
largeur (mm)	11,3 (9 à 13)	9,3 (7 à 11)
pétioles		
longueur (mm)	5,5 (4 à 9)	4 (3 à 5,5)
La feuille de <i>O. dubium</i> est plus grande (très visible au premier coup d'œil lorsque les 2 espèces sont côte-à-côte), la nervation est également plus marquée. En culture, le feuillage de <i>O. dubium</i> est plus dense, et ses tiges paraissent plus robustes et moins contournées.		
graines		
longueur (mm)	<1	> ou = à 1
largeur (mm)	<1 ou = à 0,5	> à 0,5
forme	ovale allongée	ovale large à presque sphérique
nombre de graines/gr	15000 à 19000	6000 à 9000

Milieu naturel		
	<i>O. dubium</i>	<i>O. majorana</i> var. <i>tenuifolium</i>
feuilles les plus âgées	À l'automne, après une période de sécheresse, <i>O. dubium</i> conserve ses feuilles, l'aspect global de la plante est alors très différent et aucune confusion n'est possible.	
habitats	sols secs, garrigues ou sous-bois de pin assez couverts	
	sur roches volcaniques	sur roches calcaires

En conclusion, nous pouvons affirmer que les différences des caractères botaniques observés, en milieu naturel ou en culture, ne laissent aucun doute sur l'identification de ces 2 espèces.

5.2.2.2. - *Origanum dubium* Boissier

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

C'est le "Rigani" (origan) des Chypriotes : il croît dans la garrigue sur sol rocailleux-rocheux (roche éruptive) entre 600 et 1 200 mètres d'altitude (figures 60 et 61). En médecine traditionnelle chypriote, l'huile est utilisée en usage externe contre les rhumatismes [112]. Les infusions de feuilles et de fleurs sont utilisées en usage interne dans le cas de problèmes digestifs. La production des plantes et l'obtention des huiles font partie de l'économie de Chypre.



Figure 60 : *O. dubium*
(site naturel)



Figure 61 : *O. dubium* détail de la fleur
(culture)

On peut rapprocher la culture de cette espèce de celle de la marjolaine. La plante est assez ligneuse et possède un port plus dressé et surtout plus aéré (figure 61). La croissance est rapide, la floraison est très hétérogène selon les pieds.

Dès la première année, une récolte est possible : les rendements en matière sèche varient de 645 à 720 kg/ha et les teneurs en huile essentielle de 6 à 8 %. Peu de plants ont réussi à passer l'hiver 1999-2000. Les récoltes effectuées sur les survivants ne sont pas significativement différentes de celles des premières années. Par contre, les rendements en matière sèche sont plus élevés (1 220 kg/ha), ce qui donne des rendements en huile essentielle très importants (41,5 à 81,5 l/ha).

Nous avons analysé 61 échantillons d'huile essentielle provenant de 3 populations chypriotes et de 2 turques (figures 62 et 63).

Figure 62 : origine des populations		
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines
98-008	Chypre	Entre Alevga et Stavros
98-009	Chypre	Kamos
98-010	Chypre	Stavros
99-019	Turquie	Entre Anamur et Gazipasa
99-020	Turquie	Entre Alanya et Derekoy

Figure 63 : type de cultures mis en jeu				
n° de population	année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
98-008	1999	1999	2 répétitions	A1,A2
		2000	4 pieds	B1 à B4
98-009	1999	1999	4 répétitions	C1 à C4
		2000	5 pieds	D1 à D5
98-010	1999	1999	3 répétitions	E1 à E3
		2000	5 pieds	F1 à F5
	2000	5 pieds	G1 à G5	
99-019	2000	2000	4 pieds	H1 à H4
		2001	24 pieds	I1 à I24
99-020	2000	2001	5 pieds	J1 à J5

◆ - Analyse statistique

Contrairement aux espèces précédemment étudiées, l'espèce *dubium* a fourni 61 échantillons d'huile essentielle. Statistiquement, ceci peut nous permettre d'établir une comparaison des populations des 2 provenances (Turquie et Chypre) ainsi que des populations issues d'un même pays. La quantification des principaux composés des 61 échantillons est consignée en annexe pages 51, 53, 55 et 57 dans les tableaux 39a, 39b, 39c, 39d, 39e, 39f et 39g.

● - Tous échantillons confondus

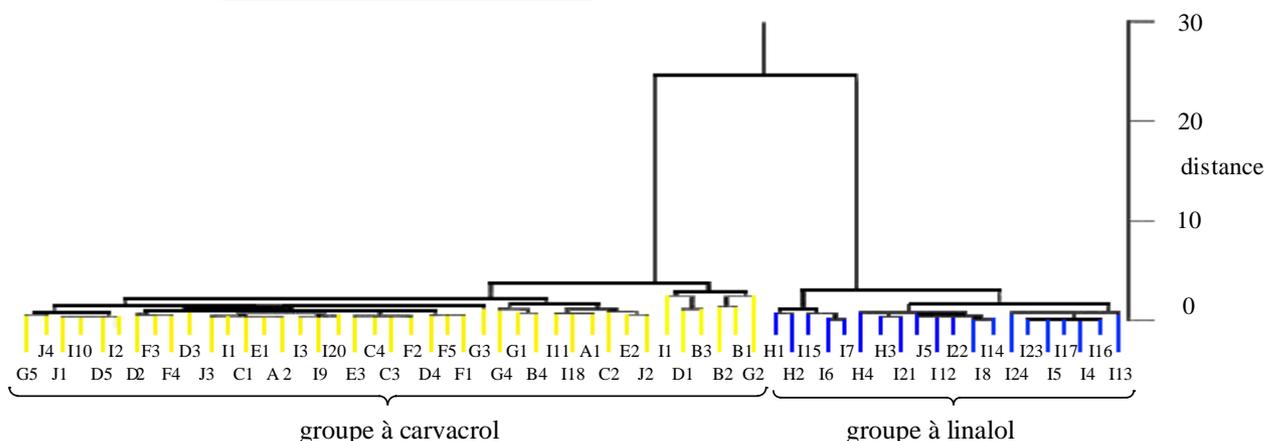


Figure 64a : dendrogramme de la composition des 61 huiles essentielles de *O. dubium*

Le dendrogramme (figure 64a) montre que les distances sont supérieures à 20, faisant ainsi apparaître 2 groupes : l'un où le carvacrol est majoritaire et l'autre où le linalol est majoritaire, l'étude ACP confirme cette observation (figure 64b).

On remarque que les échantillons d'huile essentielle provenant de graines d'origine chypriote, sont tous composés majoritairement de carvacrol, ceux dont les graines sont originaires de Turquie, contiennent soit du carvacrol, soit du linalol comme composé principal.

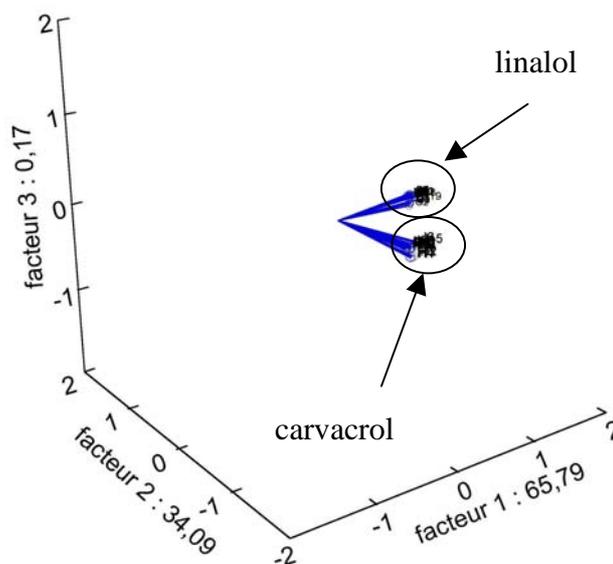
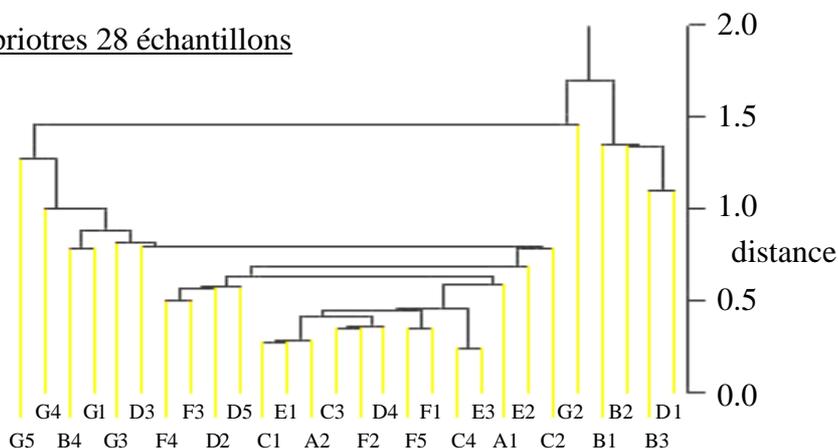


Figure 64b : ACP de la composition des 61 huiles essentielles de *O. dubium*

Pour chacune des provenances géographiques, nous avons voulu montrer s'il existe ou non une similitude de composition de l'huile essentielle mais aussi une constance en fonction des années de récolte. Nous avons ainsi réalisé un dendrogramme, puis un test de Student appliqué aux moyennes des teneurs des 2 composés principaux.

● - Populations chypriotes 28 échantillons

Figure 65 : dendrogramme de la composition des 28 huiles essentielles de *O. dubium* originaire de Chypre



Les faibles distances observées montrent que tous les échantillons forment un seul groupe (figure 65), aussi nous n'avons pas donné de représentation graphique de l'ACP.

Tableau 40 : résultats des tests de Student appliqués aux 3 populations de <i>O. dubium</i> originaire de Chypre (1999 et 2000)						
	entre 98-008 et 98-009		entre 98-008 et 98-010		entre 98-009 et 98-010	
composés	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique
carvacrol	-0,10	2,78	0,02	3,18	0,14	2,57
<i>para</i> -cymène	0,32		1,49		0,86	

Les résultats des tests de Student (tableau 40) montrent que toutes les valeurs absolues sont inférieures aux valeurs théoriques. Le test de Student appliqué aux 2 principaux composés entre les 3 populations chypriotes confirme qu'elles possèdent une similitude de composition.

Tableau 41 : résultats des tests de Student appliqués aux 3 populations de <i>O. dubium</i> originaire de Chypre entre 1999 et 2000						
	98-008 entre 1999 et 2000		98-009 entre 1999 et 2000		98-010 entre 1999 et 2000	
composés	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique
carvacrol	2,73	2,78	-0,43	2,37	-1,21	2,44
<i>para</i> -cymène	-2,40		-1,91		-0,87	

De même le test de Student appliqué à chaque population chypriote entre 1999 et 2000, montre que les valeurs absolues sont inférieures aux valeurs théoriques (tableau 41) ce qui confirme que la composition est constante d'une année sur l'autre.

Ces observations confirment :

- que les 3 populations chypriotes possèdent des huiles essentielles où seul le carvacrol est majoritaire, quelles que soient les populations, et quelles que soient les années de cultures.
- que les individus issus d'une même population, récoltés et distillés 2 années de suite (1999 et 2000), fournissent des huiles dont la composition est constante (à carvacrol).

On peut donc conclure que l'huile essentielle obtenue à partir de *O. dubium* originaire de Chypre a une composition constante où le carvacrol est le composé majoritaire.

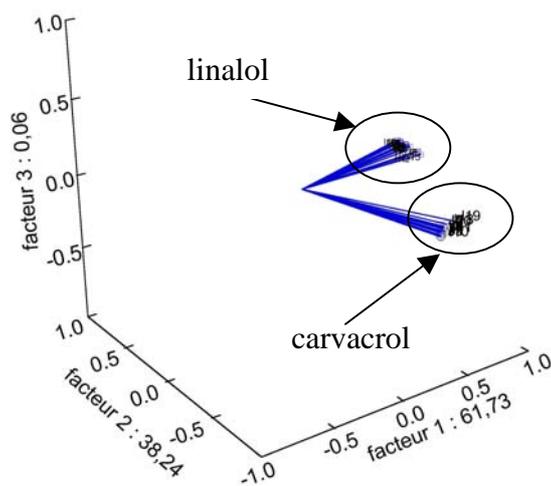
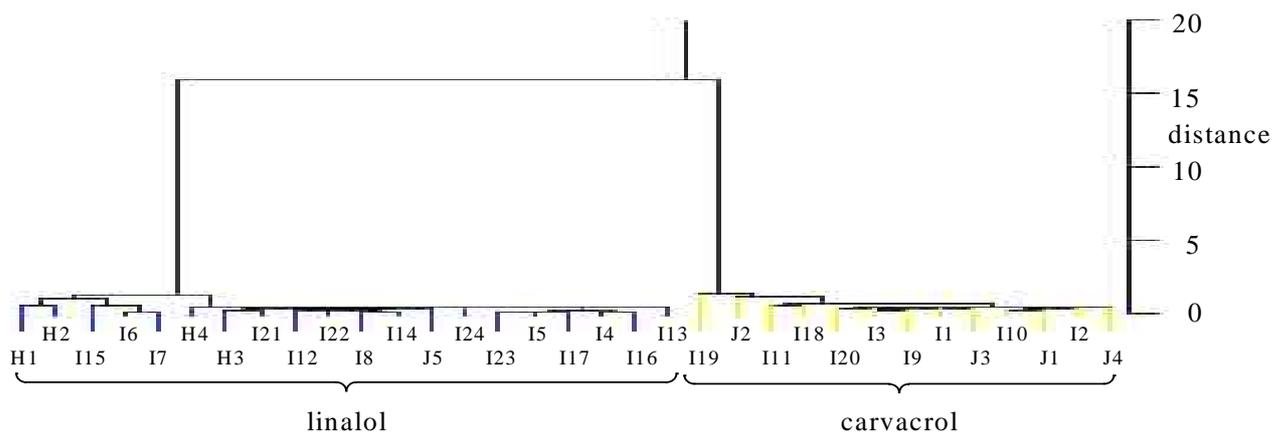
● - Populations turques 33 échantillons

Figure 66a : dendrogramme de la composition des 33 huiles essentielles de *O. dubium* originaire de Turquie

Figure 66b : ACP de la composition des 33 huiles essentielles de *O. dubium* originaire de Turquie

Le dendrogramme et l'ACP (figures 66a et 66b) montrent distinctement la présence de 2 groupes : l'un où le carvacrol est le composé majoritaire, l'autre où c'est le linalol.

À l'intérieur du groupe à carvacrol, on remarque que 4 pieds sont issus de la population 99-020 et 9 pieds de la population 99-019.

Dans le groupe à linalol, un seul pied provient de la population 99-020 et 19 de la population 99-019.

En conclusion, les individus des populations turques se répartissent en 2 groupes dont les huiles essentielles contiennent un composé majoritaire (carvacrol ou linalol). Nous sommes donc en présence de 2 chémotypes, l'un à carvacrol et l'autre à linalol.

Pour vérifier la similitude de la composition de l'huile essentielle au sein de chacun des chémotypes, nous avons réalisé un dendrogramme.

Les faibles distances observées sur les dendrogrammes (figure 67) montrent l'absence de groupe au sein de chacun des chémotypes à carvacrol ou à linalol. On peut ainsi considérer que la composition des huiles essentielles au sein d'un chémotype est identique.

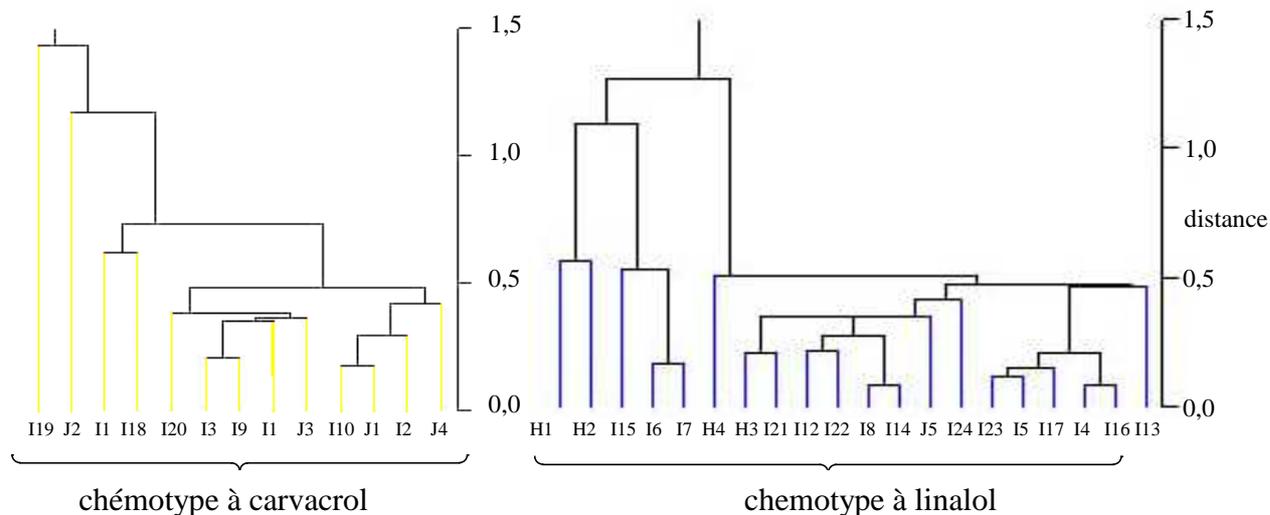


Figure 67 : dendrogrammes de la composition des huiles essentielles des 2 chémotypes de *O. dubium* originaire de Turquie

Contrairement aux populations originaires de Chypre, nous ne pouvons pas affirmer que la composition est identique et constante d'une année à l'autre (les pieds ne sont pas systématiquement identifiés et il est donc impossible de savoir si l'huile essentielle en provenance du pied distillé en 2001 est issue du même pied distillé en 2000).

L'ensemble de nos résultats montre que :

O. dubium originaire de Chypre présente pour tous les individus une huile essentielle à carvacrol majoritaire.

O. dubium originaire de Turquie présente 2 chémotypes : l'un où le carvacrol est prédominant, l'autre où le linalol est majoritaire.

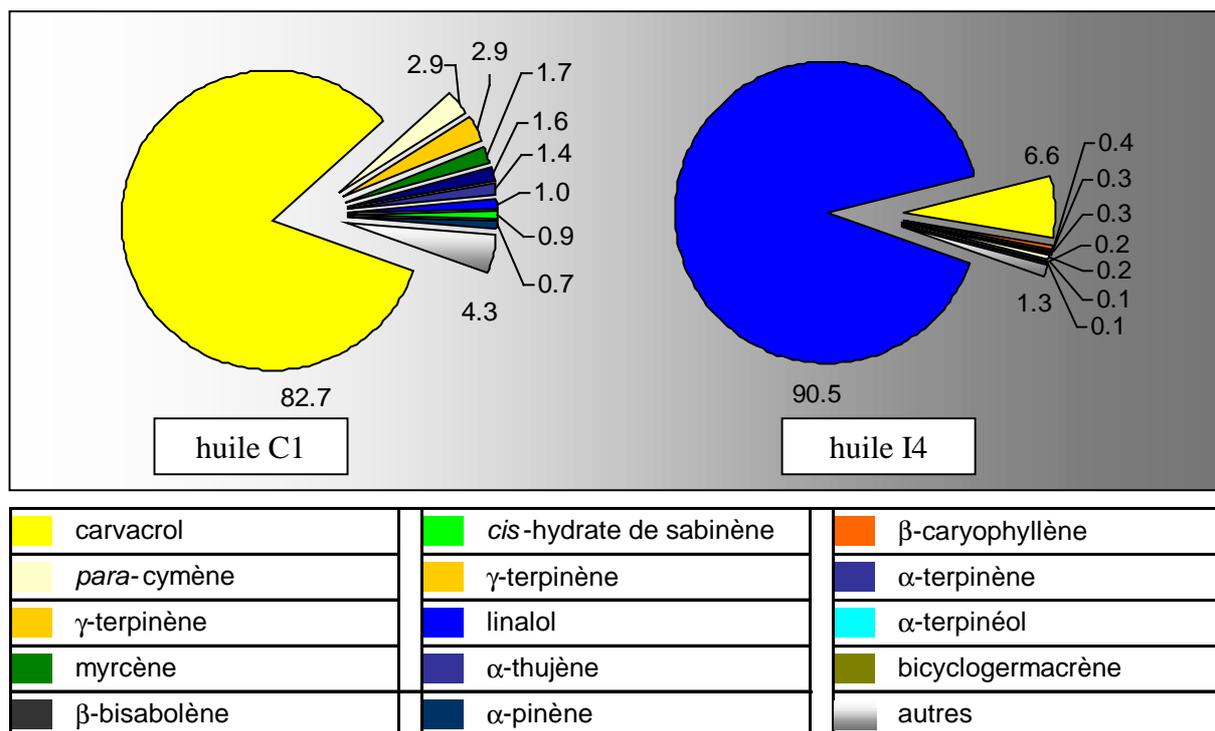
Nous avons ainsi choisi de donner la composition pour chacun d'eux, en sélectionnant les échantillons (C1 et I4) pour lesquels nous avons identifié le plus grand nombre de composés.

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse des huiles essentielles

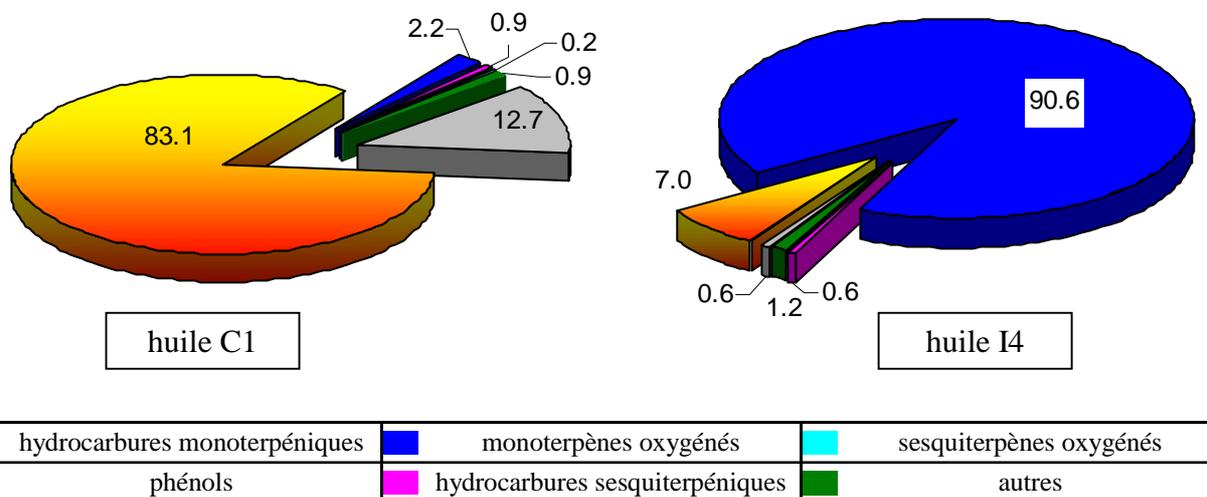
	n_{24} D	d_{24} D
huile C1	1,5062	0,950
huile I4	1,4658	0,875

Les compositions détaillées des huiles essentielles C1 et I4 et leurs quantifications obtenues par GC/FID sont consignées en annexe pages 59 et 61 dans les tableaux 42 et 43.

Graphique 32 : répartition en % des principaux composés des huiles essentielles de *O. dubium*



Graphique 33 : répartition en % des principaux composés des huiles essentielles de *O. dubium*



Pour chacun des échantillons étudiés C1 et I4, 99,0 % et 98,9 % des constituants de l'huile ont été identifiés représentant respectivement 64 et 26 composés.

- Dans l'huile C1 les phénols sont prépondérants (83,1 %). Le plus important est le carvacrol (82,7 %). 32 hydrocarbures ont été identifiés, qu'ils soient monoterpéniques ou sesquiterpéniques. Ils ne représentent au total que 13,6 % de l'huile. Les plus importants sont : *para*-cymène (2,9 %), γ-terpinène (2,9 %), α-pinène (1,6 %), α-thujène (1,4 %) et β-

caryophyllène (0,5 %). Les dérivés oxygénés, au nombre de 29, sont le plus souvent détectés à l'état de traces (<0,01 %), leur total ne représentant que 2,4 % de l'huile.

• L'échantillon I4 est particulier par le faible nombre de ses constituants (26). Le linalol représente 90,6 % de l'huile, le carvacrol 6,6 %. Les 24 autres composés minoritaires, dont l'ensemble ne représente que 1,2 %, sont constitués uniquement par des hydrocarbures monoterpéniques (*para*-cymène 0,2 %, α -thujène 0,1 %) et par des dérivés oxygénés à l'état de traces.

◆ - Discussion

Les travaux antérieurs effectués par Arnold [118] sur des échantillons en provenance de Chypre présentent les pourcentages suivants : carvacrol (81%), γ -terpinène (3,6 %) et *para*-cymène (6,0 %). Par contre, Souleles [120] décrit une huile riche en linalol (35,5%) et en 1,8-cinéole (32,2%) ce qui confirme l'existence d'huile où les composés principaux ne sont pas des phénols.

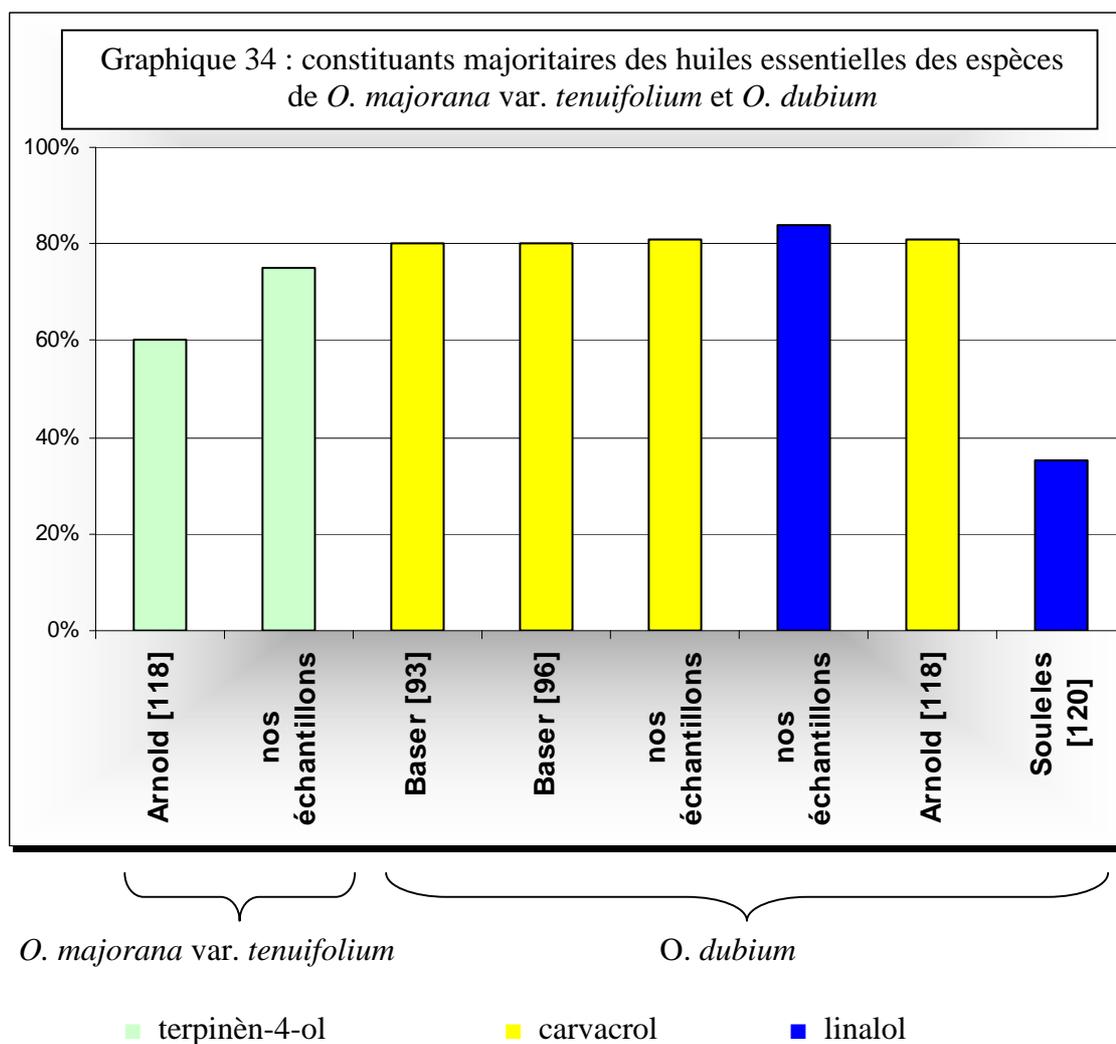
L'ensemble de nos travaux et ceux des autres auteurs confirment que l'huile essentielle de *O. dubium* est soit de type phénolique (carvacrol), soit de type linalol, tandis que celle de *O. majorana* var. *tenuifolium* ne renferme pas de composés phénoliques, mais uniquement des alcools monoterpéniques (*cis*-hydrate de sabinène, α -terpinéol, ou terpinèn-4-ol).

Baser [93, 96] ayant rapporté que *O. majorana* var. *tenuifolium* et *O. dubium* étaient une même espèce, on peut, par les résultats obtenus, attribuer ses travaux à *O. dubium*. De la même façon Sarer [103] identifie le carvacrol comme composé majoritaire dans une huile de *O. majorana* var. *tenuifolium* en provenance de Turquie. Il paraît évident que ces 2 auteurs ont analysé de l'huile essentielle obtenue à partir de *O. dubium*. Nos travaux et ceux des auteurs cités confirment la présence du chémotype à carvacrol en Turquie.

Nos travaux et ceux des autres auteurs sont résumés dans le graphique 34

Ces résultats laissent supposer l'existence de 2 chémotypes : carvacrol et linalol pour l'espèce *O. dubium*. Ils permettent également de montrer que *O. majorana* var. *tenuifolium* et *O. dubium* sont 2 espèces différentes que l'on ne doit pas confondre.

O. dubium est caractérisé par la présence de 2 chémotypes en Turquie, par contre le chémotype à linalol n'apparaît pas ou n'existe pas à Chypre.



5.2.2.3. - *Origanum onites* Linnaeus

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

Cet origan croît naturellement sur des sols rocheux-rocaillieux jusqu'à 1 400 mètres d'altitude (Grèce et Turquie). Il est utilisé comme plante médicinale et aromatique et surtout comme condiment. Il fleurit d'avril à août.



Figure 68 :
O. onites site naturel

La Turquie en exporte des quantités importantes (5 000 tonnes en 1992) au même titre que l'origan grec (*O. vulgare* ssp. *hirtum*). La croissance est assez rapide, mais le

développement varie selon les individus. Le port est tout d'abord dressé, puis la plante prend peu à peu la forme d'une boule étalée (figure 68). Un tiers seulement des plants ont survécu à l'hiver rigoureux de 1999-2000. La floraison est peu abondante les 2 premières années. Les rendements en matière sèche sont compris entre 340 et 1100 kg/ha ; les teneurs en huile essentielle variant de 1,8 à 4,3 % ; on peut ainsi obtenir des rendements en huile essentielle de l'ordre de 6 à 40 l/ha.

Nous avons analysé 51 échantillons d'huile essentielle provenant de la distillation de plants obtenus à partir de 4 populations crétoises et de 2 turques (figures 69 et 70)

Figure 69 : origine des populations		
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines
97-017	Crète	Ekklesia Russa
97-019	Crète	Kavousi
97-020	Crète	Monastery Kremaston
98-065	Crète	puis fécondation libre au CNPMAI
99-011	Turquie	Kuzdere Yayla
99-014	Turquie	Entre Anamur et Gazibasa

Figure 70 : type de cultures mis en jeu				
n° de population	année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
97-017	1999	1999	3 répétitions	A1 à A3
		2000	1 pied	B1
97-019	1999	1999	5 répétitions	C1 à C5
		2000	10 pieds	D1 à D10
97-020	1999	1999	5 répétitions	E1 à E5
		2000	4 pieds	F1 à F4
98-065	1999	2000	4 pieds	G1 à G4
99-011	2000	2000	2 pieds	H1 à H2
		2001	14 pieds	I1 à I14
99-014	2000	2000	3 pieds	J1 à J3

◆ - Analyse statistique

Comme l'espèce *dubium*, *O. onites* nous a fourni 51 échantillons, ce qui nous a permis de faire une comparaison des huiles essentielles obtenues à partir des populations des 2 provenances (Turquie et Crète) ainsi que des populations issues d'un même pays.

La quantification des principaux composés des 51 échantillons est consignée en annexe pages 61, 63, 65 et 67 dans les tableaux 44a, 44b, 44c, 44d, 44e, 44f et 44g.

● - Tous échantillons confondus

Une étude par groupe hiérarchique et ACP a été entreprise sur les 51 échantillons analysés.

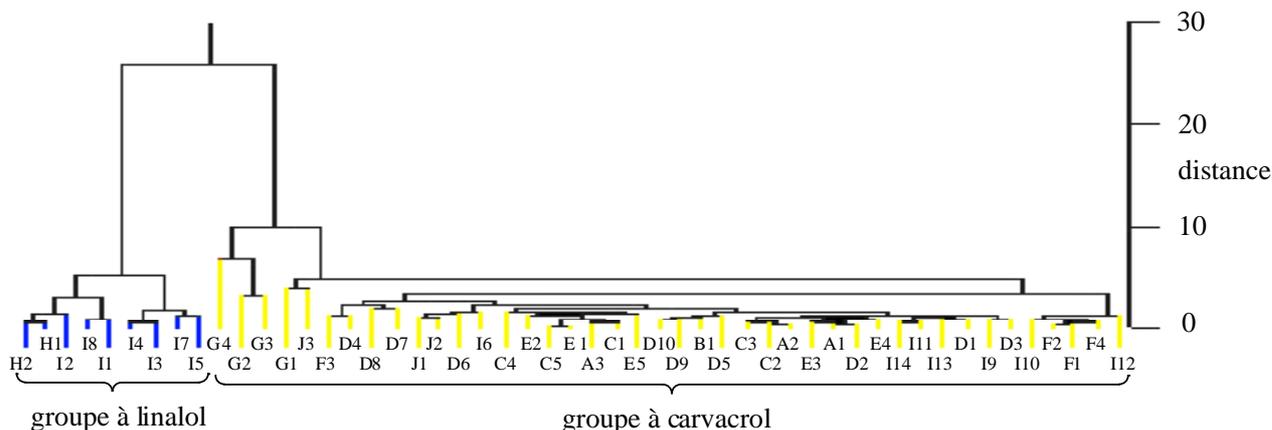
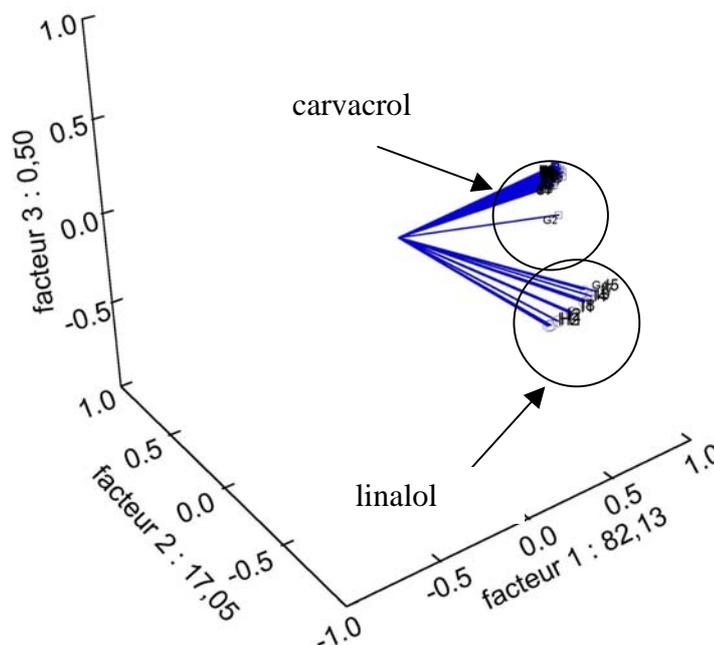


Figure 71a : dendrogramme de la composition des 51 huiles essentielles de *O. onites*

Les distances observées sur le dendrogramme (figure 71a) sont supérieures à 20, ceci montre distinctement la présence de 2 groupes, l'un à carvacrol majoritaire (42 échantillons) l'autre à linalol majoritaire (9 échantillons), l'étude ACP (figure 71b) confirme cette observation.

Il faut aussi remarquer que le dendrogramme fait apparaître un sous-groupe composé principalement de la population 98-065.

Figure 71b :
ACP des 51 échantillons d'huiles
essentielle de *O. onites*



L'huile essentielle de chacun des groupes présente un composé majoritaire, linalol ou carvacrol : on peut donc conclure à la présence de 2 chémotypes.

Pour chaque origine géographique, nous avons comparé la composition des huiles essentielles des différentes populations. Nous avons réalisé un dendrogramme, puis appliqué le test de Student aux moyennes des teneurs des composés majoritaires : carvacrol et *para*-cymène.

● - Populations crétoises 32 échantillons

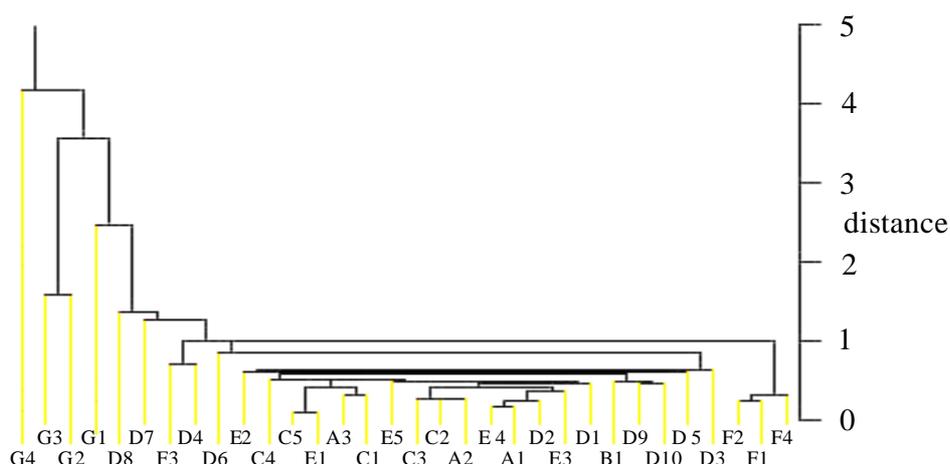


Figure 72 : dendrogramme de la composition des 32 huiles essentielles de *O. onites* originaire de Crète

L'étude par groupe hiérarchique des seuls échantillons crétois montre grâce au dendrogramme (figure 72) que les distances sont faibles, ce qui confirme la présence d'un seul groupe.

On remarque sur la gauche du dendrogramme les 4 échantillons (G1 à G4 de la population 98-065) qui possèdent des taux de carvacrol moins importants (50%) par rapport aux 3 autres populations (75%).

composés	entre 97-017 et 97-019		entre 97-017 et 97-020		entre 97-017 et 98-065	
	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique
carvacrol	1,08	2,12	-0,85	2,20	5,59	2,45
<i>para</i> -cymène	-0,86		1,02		-4,11	

composés	entre 97-019 et 97-020		entre 97-019 et 98-065		entre 97-020 et 98-065	
	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique
carvacrol	-2,37	2,08	10,89	2,12	7,37	2,20
<i>para</i> -cymène	2,28		-6,42		-7,20	

Le test de Student appliqué au carvacrol et au *para*-cymène entre les 4 populations montre que les valeurs absolues trouvées sont inférieures aux valeurs théoriques, à l'exception de celles obtenues pour la population 98-065 qui en sont très éloignées (tableau 45).

Toutes ces observations confirment que :

- les populations 97-017, 97-019 et 97-020 produisent des huiles essentielles de compositions similaires.
- la population 98-065 (cultivée dans des conditions particulières) ne fournit pas une huile essentielle exactement identique aux 3 autres, même si le carvacrol est le composé prépondérant ; on observe un pourcentage de *para*-cymène et de γ -terpinène plus important.

Afin de montrer s'il existe ou non une similitude de composition de l'huile essentielle en fonction des années de récolte, nous avons réalisé un test de Student appliqué aux moyennes des teneurs des 2 composés principaux entre les années 1999 et 2000 pour les 2 populations 97-019 et 97-020 (tableau 46).

composés	97-019 entre 1999 et 2000		97-020 entre 1999 et 2000	
	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique
carvacrol	-0,33	2,16	-2,34	2,37
<i>para</i> -cymène	-1,98		-0,10	

Les huiles essentielles des échantillons des populations 97-019 et 97-020 présentent une similitude de composition, et ce, quelle que soit l'année de récolte.

Tous ces résultats montrent que l'ensemble des échantillons obtenus à partir des 4 populations crétoises sont uniquement à carvacrol quelles que soient les populations et quelles que soient les années de récolte. Nos travaux permettent donc de conclure que la composition de

l'huile essentielle de *O. onites* provenant de Crète est homogène, l'huile essentielle contient toujours du carvacrol comme composé majoritaire.

● - Populations turques 19 échantillons

Seules 2 populations turques ont été étudiées, l'analyse par groupe hiérarchique montre, grâce au dendrogramme (figure 73), que les distances sont supérieures à 20, ce qui confirme la présence de 2 groupes distincts, l'un contenant le linalol comme composé majoritaire, l'autre où le carvacrol est le composé principal.

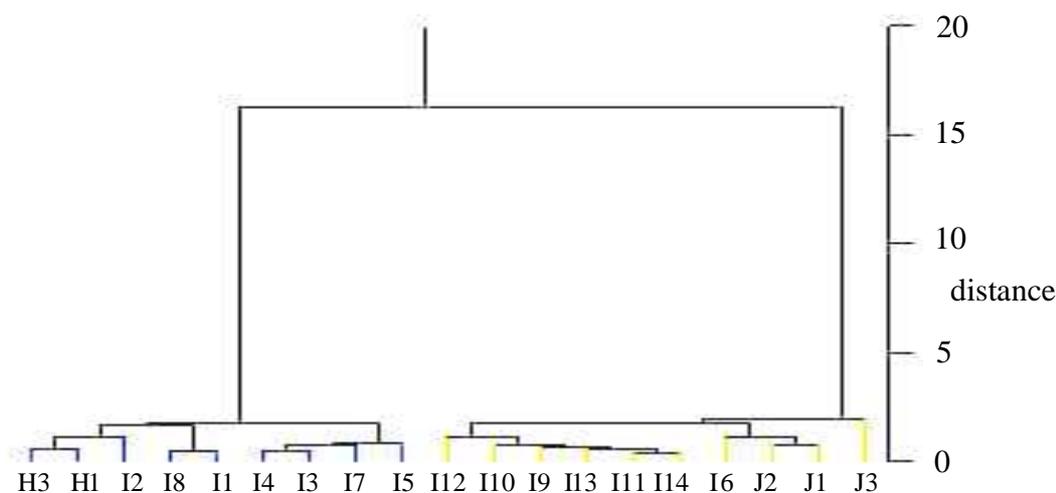


Figure 73 : dendrogramme de la composition des 19 huiles essentielles de *O. onites* originaire de Turquie

Les échantillons turcs issus des 2 populations (99-011 et 99-014) montrent une différence de composition. La population 99-011 (16 pieds) se répartit en 2 groupes : 9 pieds contiennent du linalol comme composé majoritaire, 7 pieds renferment du carvacrol comme composé principal. La 2^{ème} population 99-014 (3 pieds seulement) induit des individus dont l'huile essentielle contient uniquement le carvacrol comme principal composé.

L'ensemble de nos résultats montre que :

O. onites originaire de Crète présente pour tous les individus une huile essentielle où le carvacrol est majoritaire

O. onites originaire de Turquie présente 2 chémotypes : l'un où le carvacrol est prédominant, l'autre où le linalol est majoritaire.

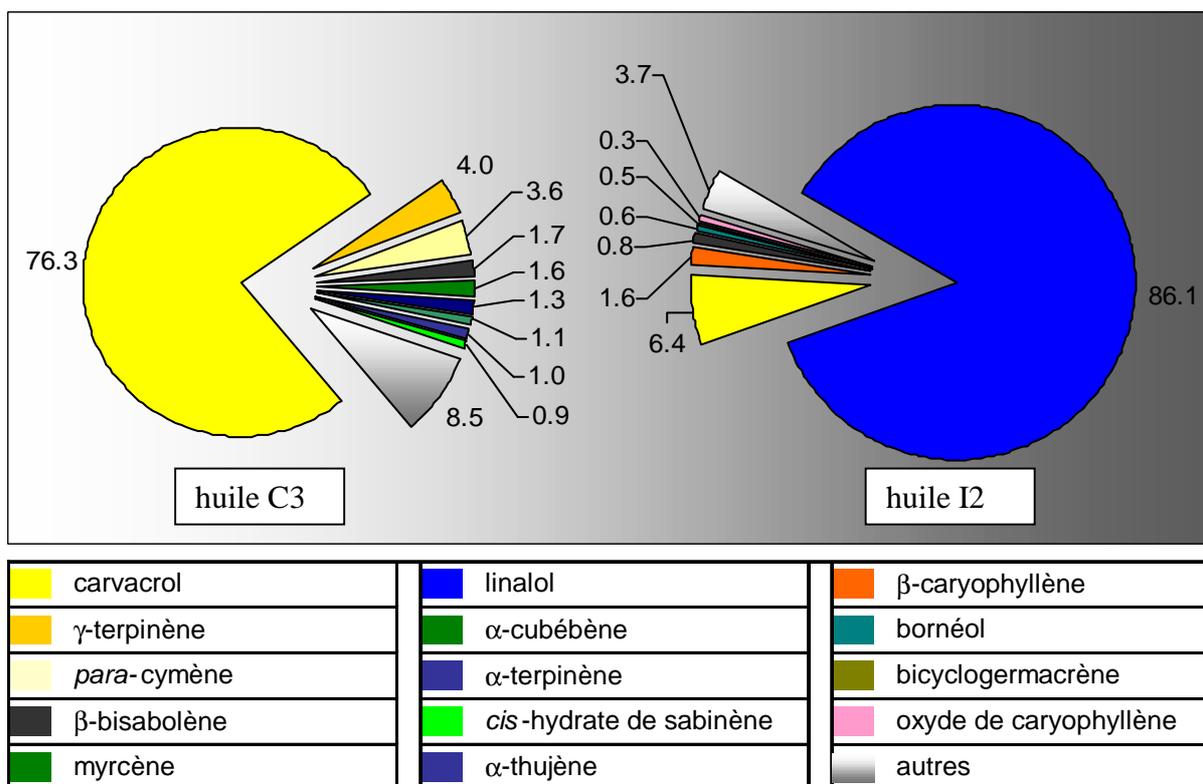
Nous avons ensuite choisi de donner la composition pour chacun d'eux, en sélectionnant les échantillons (C3 et I2) pour lesquels nous avons identifié le plus grand nombre de composés.

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse des huiles essentielles

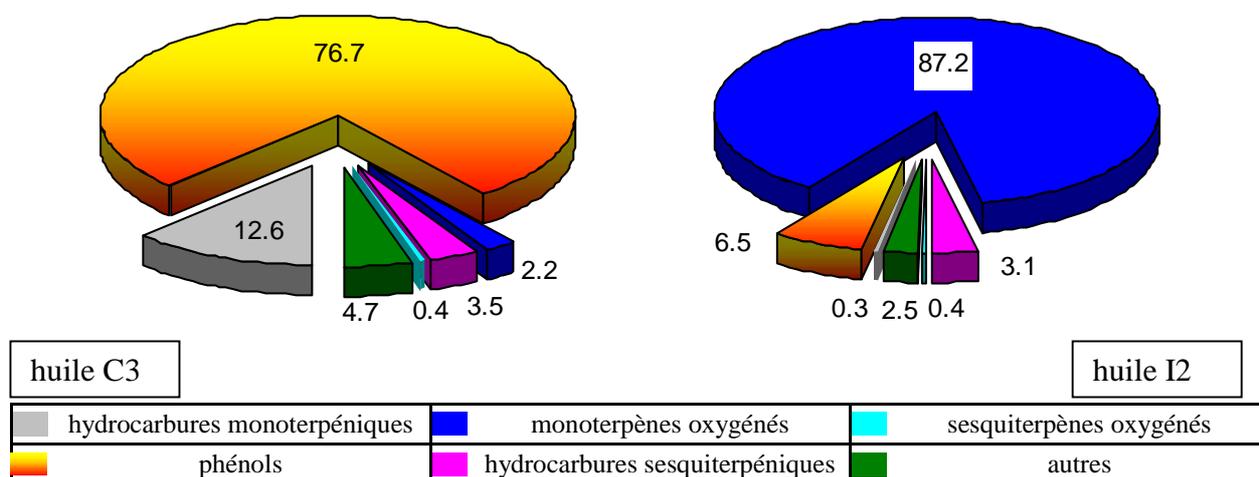
	n ²⁴ _D	d ²⁴ _D
huile C3	1,5082	0,963
huile I2	1,4635	0,881

Les compositions détaillées des huiles essentielles C3 et I2 et leurs quantifications obtenues par GC/FID sont consignées en annexe pages 69 et 71 dans les tableaux 47 et 48.

Graphique 35 : répartition en % des principaux composés des huiles essentielles de *O. onites*



Graphique 36 : répartition en % des principales familles de composés des huiles essentielles de *O. onites*



◆ - Discussion

Pour chacune des huiles essentielles, C3 et I2, 70 et 40 composés ont été identifiés représentant respectivement 97,1 % et 97,6 %.

- - L'huile C3 contient le carvacrol comme composé majoritaire (76,3 %) et de nombreux hydrocarbures monoterpéniques (22) dont les plus importants sont : le γ -terpinène (4,0 %), le *para*-cymène (3,6 %) et le myrcène (1,6 %). On peut noter la présence d'hydrocarbures sesquiterpéniques (28) tels que le β -bisabolène (1,7 %), l' α -cubébène (1,1 %) et le β -caryophyllène (0,7 %). Peu de sesquiterpènes oxygénés ont été identifiés (0,4 %).

- - Dans l'huile I2, le linalol est le composé principal (86,1 %), accompagné de carvacrol (6,4 %). 11 hydrocarbures sesquiterpéniques ont été identifiés dont les plus importants sont le β -caryophyllène (1,6 %) et le β -bisabolène (0,8 %). Les sesquiterpènes oxygénés (0,4 %) et les hydrocarbures monoterpéniques (0,3%) sont seulement représentés par 16 composés, dont les pourcentages sont tous inférieurs à 0,3 %.

Arnold [118] a identifié dans des huiles essentielles, en provenance de Grèce, 80 % de carvacrol, 5,0 % de *para* cymène et 3,2 % de γ -terpinène. Ruberto [121] a quantifié 61,7 % de carvacrol, 4,6 % de *para*-cymène et 6,2 % de γ -terpinène dans des huiles en provenance de Syracuse en Sicile.

Scheffer [122] a étudié *O. onites* en provenance de Antalya en Turquie et a identifié le carvacrol comme composé principal (72,3 %).

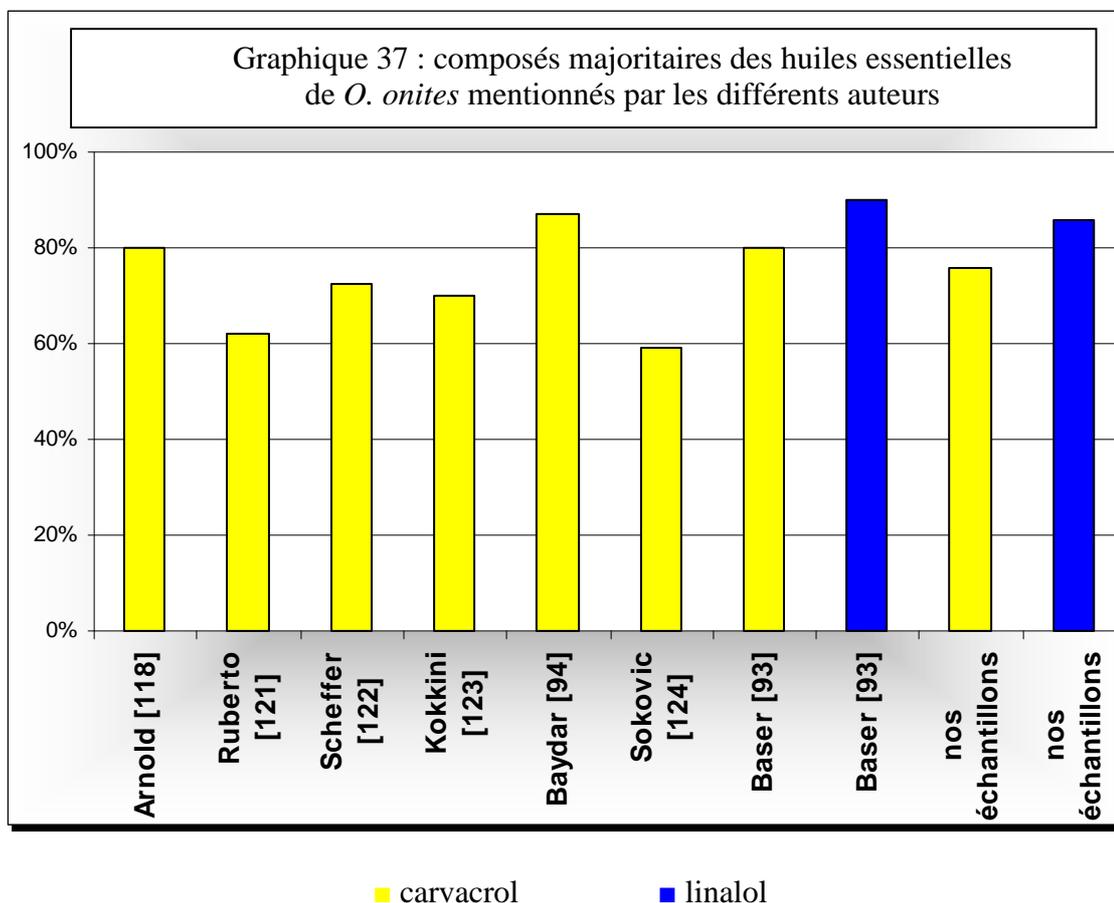
Kokkini [123] a analysé des huiles essentielles de plusieurs échantillons de *O. onites* en provenance de Turquie et confirme les résultats des auteurs précédents : carvacrol (54,1% - 71,2%) et *para*-cymène (5,6 % - 13,5 %).

Baydar [94] et Sokovic [124] ont étudié l'effet antibactérien de plusieurs huiles essentielles d'origine turque et confirment le pourcentage important de carvacrol (86,9 % et 58,6 %). Seul Baser [93] a trouvé parmi ses échantillons étudiés, en provenance de la province d'Antalya en Turquie, 3 qui contiennent comme notre échantillon le linalol de façon prépondérante (90 %), tandis que les 6 autres possèdent des pourcentages de carvacrol élevé (66 à 80 %).

Skoula [78] a étudié plusieurs échantillons en provenance du Nord-est de la Crète, l'auteur a noté des quantités de carvacrol comprises entre 30 et 60 % seulement. Il faut également souligner que l'auteur a identifié le géraniol (3,6 - 8,1 %), absent de nos échantillons et le β -bisabolène (environ 20 %), ce qui est assez rare pour l'ensemble du genre *Origanum* ; en effet, parmi nos 457 échantillons analysés, le β -bisabolène n'a jamais été quantifié au delà de 2,0 %.

Le graphique 37 résume pour les différents auteurs la composition de l'huile essentielle et en particulier le composé majoritaire identifié.

Seuls les travaux de Baser [93] montrent que des échantillons originaires de Turquie possèdent 2 chémotypes (linalol et carvacrol) ce qui corrobore nos résultats, les autres auteurs n'ayant identifié qu'un seul type de composition où le carvacrol est majoritaire.



5.2.2.4. - *Origanum syriacum* Linnaeus

L'espèce *O. syriacum* comporte 3 variétés : *bevanii* Ietswaart, *sinaicum* Ietswaart, et *syriacum* qui cohabitent peu géographiquement ; l'espèce croît naturellement sur des sols secs et rocaillieux souvent calcaires, plus ou moins à l'abri de la lumière, du niveau de la mer jusqu'à 2 000 mètres d'altitude. C'est l'un des principaux condiments du Proche-Orient ; il est connu sous le nom de Za'tar (ce serait également l'hysope de la Bible).

5.2.2.4.1. - *Origanum syriacum* Linnaeus var. *bevanii* (Holmes) Ietswaart

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

Origanum syriacum var. *bevanii* est la plus robuste des 3 (figure 74). Outre ce caractère remarquable, en culture, on la distingue de la variété *syriacum* par la couleur de ses feuilles plus jaunâtres et par l'aspect moins tomenteux, blanchâtre de ses tiges. Son habitat naturel est peut-être aussi moins aride (collines très sèches, milieux semi-désertiques pour la variété *syriacum*, zone plus broussailleuse et montagneuse pour la variété *bevanii*.) Cette variété pousse naturellement du sud de la Turquie au nord du Liban.

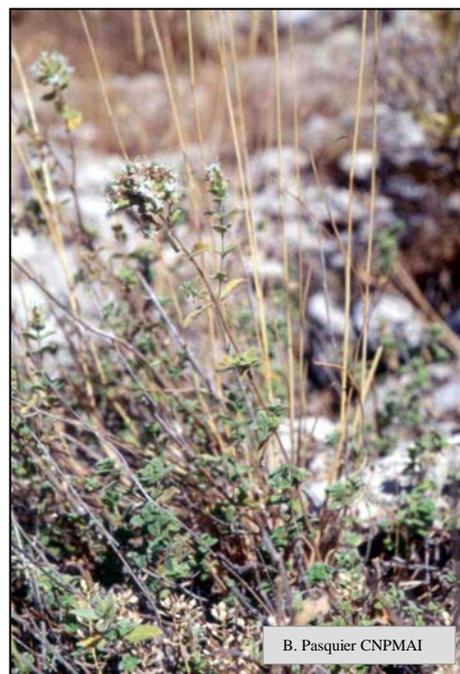


Figure 74 : *O. syriacum* var. *bevanii*
site naturel

Le port est tout d'abord dressé (grosses tiges) et peu dense, puis les hampes en fleurs, du fait de leur poids, ont tendance à tomber, à se coucher sur le sol, entraînant des diminutions de rendements, voire une fragilisation de la plante face à certains champignons. Les rendements en matière sèche sont compris entre 750 et 1250 kg/ha, les teneurs en huile essentielle variant de 3 à 5 %, ce qui conduit à des rendements en huile essentielle de 25 à 46 l/ha.

Nous avons analysé 60 échantillons d'huile essentielle provenant de la distillation de plants obtenus à partir de 6 populations libanaises (figures 75 et 76). Ce nombre d'échantillons peut, par l'analyse statistique, nous permettre d'établir une comparaison de composition des huiles essentielles des différentes populations.

Figure 75 : origine des populations		
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines
98-024	Liban	Bcharré
98-025	Liban	entre Mrouj et Mtein
98-027	Liban	entre Qartaba et Machnaqa (Jabal el halzoun)
98-029	Liban	de Ain Zhalta à Barouk
98-030	Liban	sud de Baadba
98-031	Liban	entre Qoubaiyat et Qatlabé

Figure 76 : type de cultures mis en jeu				
n° de population	année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
98-024	1999	1999	4 répétitions	A1 à A4
		2000	8 pieds	B1 à B8
98-025	1999	1999	4 répétitions	C1 à C4
		2000	2 pieds	D1, D2
	2000	2 pieds	E1, E2	
98-027	1999	1999	3 répétitions	F1 à F3
		2000	7 pieds	G1 à G7
	2000	1 pied	H1	
98-029	1999	1999	3 répétitions	I1 à I3
		2000	14 pieds	J1 à J14
98-030	1999	1999	3 répétitions	K1 à K3
98-031	1999	1999	3 répétitions	L1 à L3
		2000	6 pieds	M1 à M6

◆ - Analyse statistique

La quantification des principaux composés des 61 échantillons est consignée en annexe pages 73, 75, 77 et 79 dans les tableaux 49a, 49b, 49c, 49d, 49e, 49f, 49g et 49h.

● - Tous échantillons confondus

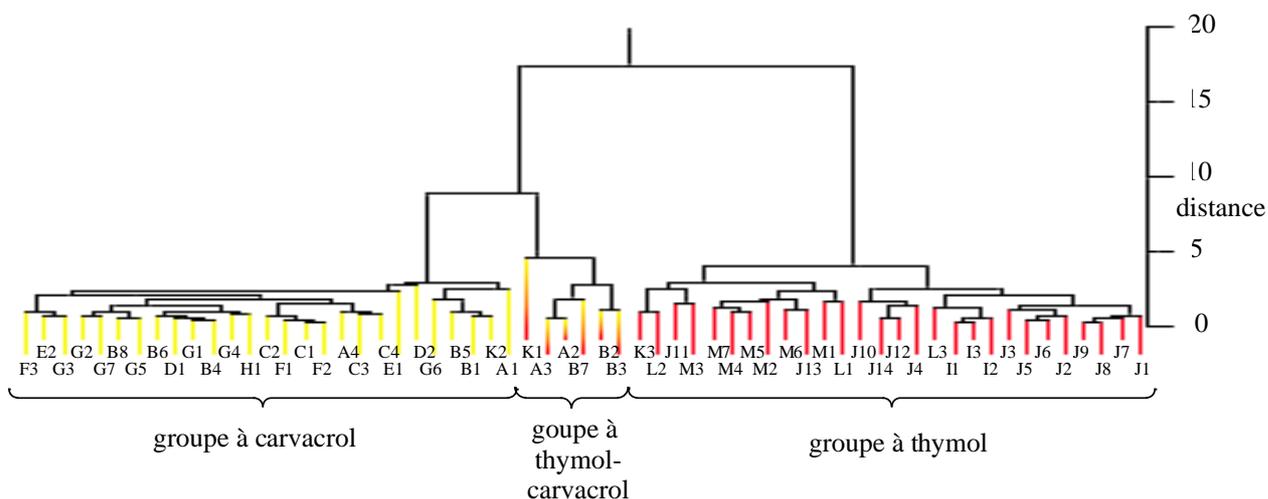


Figure 77a : dendrogramme de la composition des 60 huiles essentielles de *O. syriacum* var. *bevanii*

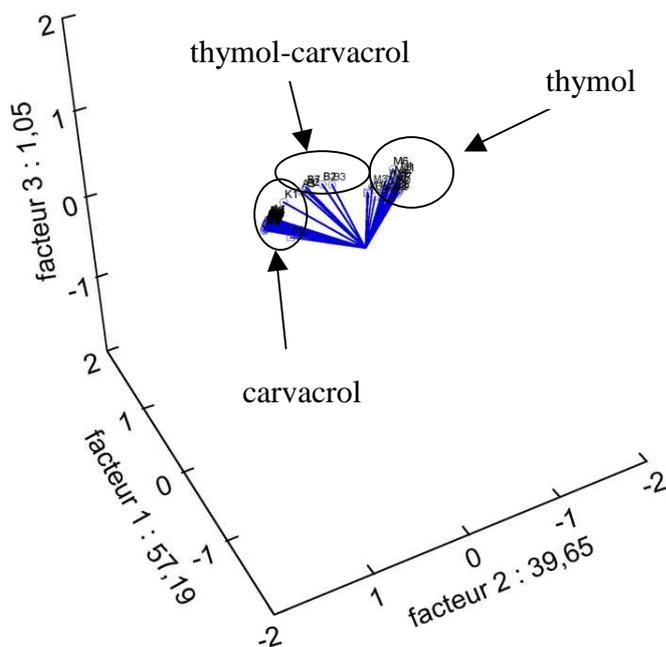


Figure 77b :
ACP des 60 échantillons
d'huiles essentielles de *O.*
syriacum var. *bevanii*

Les résultats obtenus par analyse statistique (figures 77a et 77b) mettent en évidence des distances supérieures à 15, faisant ainsi apparaître 2 groupes : l'un à carvacrol majoritaire et l'autre à thymol comme composé principal. On remarque aussi à l'intérieur du groupe à carvacrol, un sous-groupe dont les échantillons contiennent une huile essentielle où 2 composés sont prédominants (carvacrol et thymol), l'étude ACP confirme cette observation.

On peut expliquer la présence du groupe à thymol-carvacrol de 2 façons : soit on suppose que des pieds "purs" sont distribués de façon statistique et le mélange obtenu contient alors les 2 composés principaux en proportion égale, soit il existe bien une voie de biosynthèse particulière conduisant à l'obtention des 2 composés en proportion égale. Garnéro [51] a décrit dans une étude concernant le genre *Thymus* un chémotype à 2 composés majoritaires, ce qui semble confirmer la seconde hypothèse.

● - Populations

Pour comparer la composition des huiles essentielles des différentes populations, nous avons appliqué le test de Student aux moyennes des teneurs des 2 composés principaux, carvacrol et thymol (tableau 50).

Tableau 50 : résultats des tests de Student appliqués aux 6 populations de <i>O. syriacum</i> var. <i>bevanii</i> originaire du Liban										
composés	entre 98-024 et 98-025		entre 98-024 et 98-027		entre 98-024 et 98-029		entre 98-024 et 98-030		entre 98-025 et 98-027	
carvacrol	-2,88	2,10	-3,42	2,10	12,47	2,05	1,10	2,16	-0,50	2,12
thymol	2,44		3,14		-12,20		-0,69		1,87	

composés	entre 98-025 et 98029		entre 98-025 et 98030		entre 98-027 et 98-029		entre 98-027 et 98-030		entre 98-029 et 98-030	
	carvacrol	33,47	2,07	4,13	2,26	36,69	2,06	4,78	2,20	-7,82
thymol	-25,59	-3,01		-30,45		-3,83		7,40		

composés	entre 98-024 et 98-031		entre 98-025 et 98-031		entre 98-027 et 98-031		entre 98-029 et 98-031		entre 98-030 et 98-031	
	carvacrol	9,00	2,09	30,09	2,13	32,34	2,11	-0,72	2,06	14,02
thymol	-7,09	-27,43		-36,15		5,33		-10,92		

Les résultats montrent une similitude de composition entre les populations 98-025 et 98-027, et entre les populations 98-024 et 98-030.

Le dendrogramme ainsi que l'ACP (figure 78a et 78b) ne font pas apparaître de façon évidente une similitude de composition entre ces populations. Celles-ci possèdent des échantillons dans lesquels le pourcentage de thymol et de carvacrol varie de manière significative, étayé par les écart-types observés tableau 51.

composés	population 98-024		population 98-030	
	moyenne en %	écart-type	moyenne en %	écart-type
carvacrol	59,92	16,30	47,86	20,27
thymol	16,61	15,63	23,97	21,27

Pour les populations à carvacrol majoritaire, nous avons voulu montrer s'il existe ou non une similitude de composition en fonction des années de récolte (entre 1999 et 2000). Nous avons aussi réalisé le test de Student appliqué à ce principal composé.

composés	98-025 entre 1999 et 2000		98-027 entre 1999 et 2000	
	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique
carvacrol	-0,66	2,76	1,53	2,47

Les résultats du test de Student (tableau 52) montrent que les huiles obtenues à partir d'une même population possèdent une composition constante d'une année sur l'autre.

De la même façon, nous avons appliqué le test de Student sur les 2 populations 99-029 et 99-031, à thymol majoritaire. Comme précédemment, les huiles obtenues en 2000 possèdent une composition constante par rapport à celles obtenues en 1999 (tableau 53).

	98-029 entre 1999 et 2000		98-031 entre 1999 et 2000	
composé	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique
thymol	0,24	2,13	2,21	2,31

Ces résultats montrent qu'une population définie procure des huiles de composition constante d'une année à l'autre.

Les huiles essentielles issues du groupe à thymol-carvacrol, provenant de la population 98-024 qui était hétérogène en 1999, sont elles aussi hétérogènes en 2000.

	98-024 entre 1999 et 2000	
composés	valeur trouvée	valeur théorique
carvacrol	0,44	2,13
thymol	-0,66	

Les résultats du test de Student montrent, comme précédemment, qu'une population possédant une huile essentielle de composition définie, reste constante d'une année sur l'autre (tableau 54).

L'ensemble de tous ces résultats permet de conclure que la variété de *O. syriacum* procure des huiles essentielles présentant 3 chémotypes (thymol, carvacrol et thymol-carvacrol).

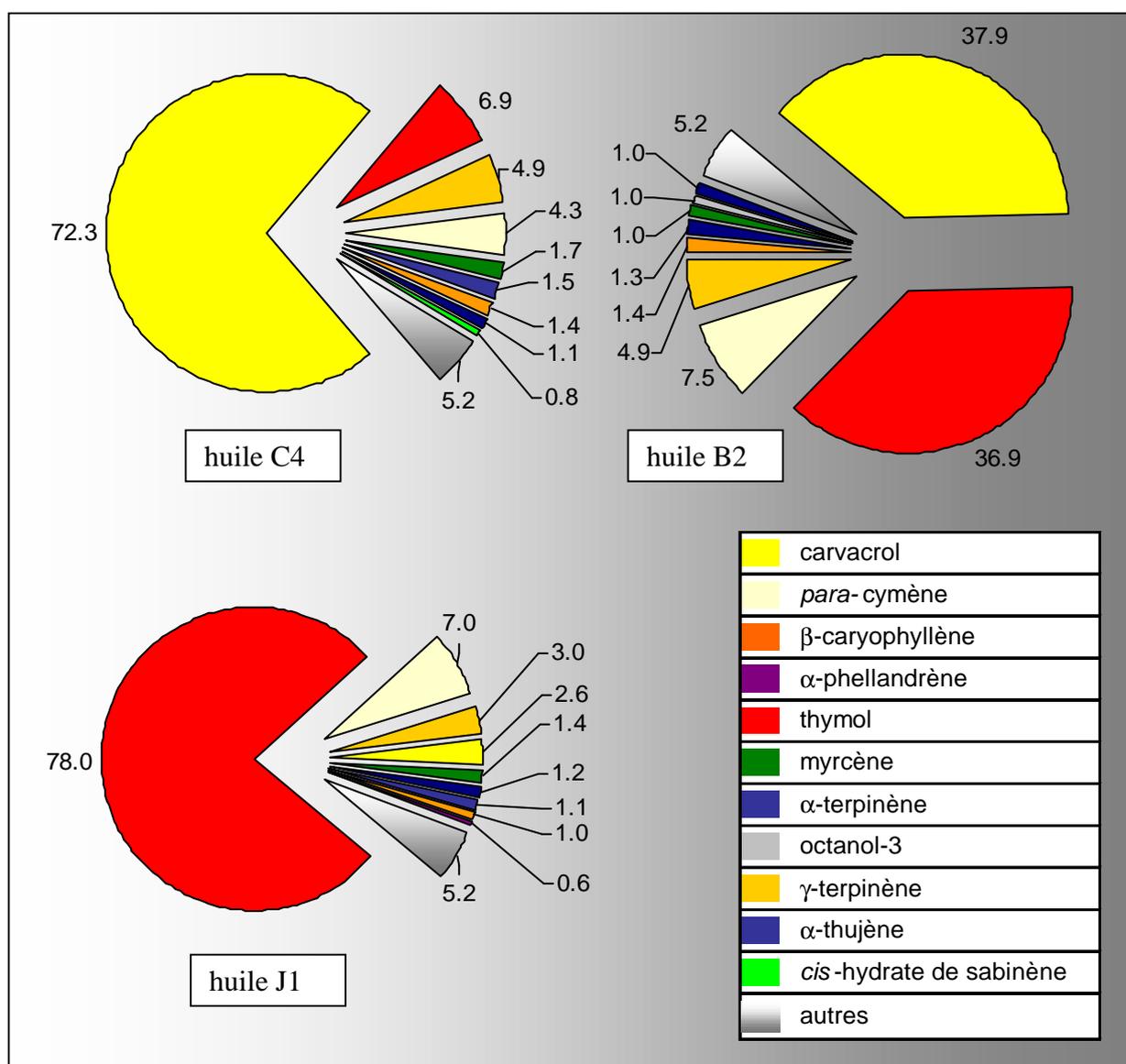
Nous avons ensuite choisi de donner la composition de l'huile essentielle pour chacun des chémotypes, en prenant les échantillons C4, J1 et B2 pour lesquels nous avons identifié le plus grand nombre de composés.

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyses des huiles essentielles

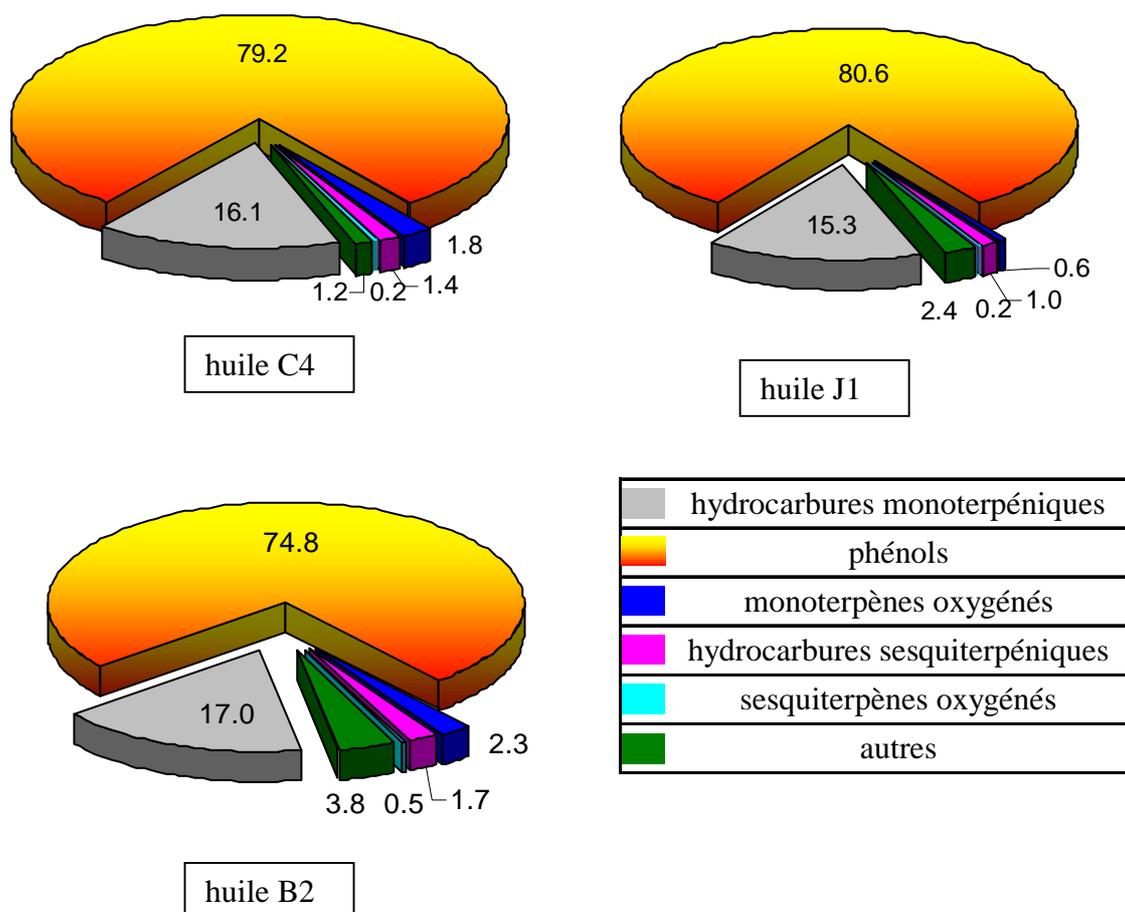
	n_D^{24}	d_D^{24}
huile C4	1,5080	0,988
huile B2	1,5113	0,982
huile J1	1,4832	0,981

Les compositions détaillées des huiles essentielles et leurs quantifications obtenues par GC/FID sont consignées en annexe pages 81, 83 et 85 dans les tableaux 55, 56 et 57.

Graphique 38 : répartition en % des principaux composés des huiles essentielles de *O. syriacum var. bevanii*



Graphique 39 : répartition en % des principales familles de composés des huiles essentielles de *O. syriacum* var. *bevanii*



◆ - Discussion

80 (huile C4), 52 (huile B2) et 58 (huile J1) composés ont été identifiés représentant respectivement 98,8 %, 96,9 % et 97,7 % des huiles essentielles. Les 3 huiles sont constituées majoritairement de phénols (74,8 - 80,6 %) et d'hydrocarbures monoterpéniques (15,3 % - 17,0 %). Dans les 3 échantillons les valeurs obtenues sont similaires, les monoterpènes oxygénés sont en faible quantité (0,6 - 2,3 %) ainsi que les hydrocarbures sesquiterpéniques (1,0 à 1,7 %).

Dans l'huile C4 le pourcentage de carvacrol est majoritaire (72,3 %), associé au thymol (6,9 %), au γ -terpinène (4,9 %) et au *para*-cymène (4,3 %).

L'huile B2 est constituée à part égale par le carvacrol (37,9 %) et le thymol (36,9 %), associés au *para*-cymène (7,5 %) et au γ -terpinène (4,9 %).

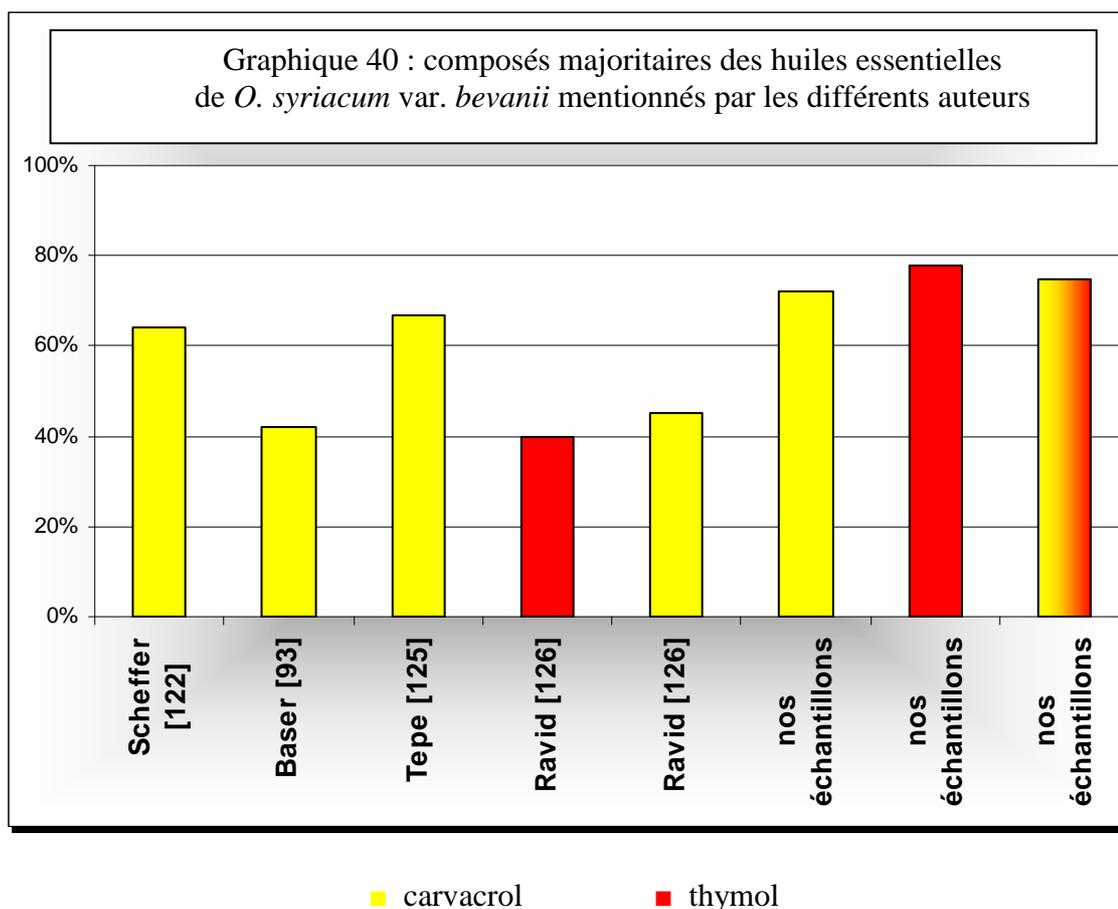
L'huile J1 renferme un seul composé majoritaire : le thymol (78,0 %), accompagné d'hydrocarbures monoterpéniques (15,7 %), dont le plus important est le *para*-cymène (7,0 %) ; les pourcentages des autres constituants ne dépassent pas 3%.

Outre ces constituants principaux (thymol, carvacrol, *para*-cymène et γ -terpinène), de très nombreux composés sont présents à l'état de traces (<0,01 %) : 55 pour l'huile essentielle

C4, 31 dans l'huile essentielle B2 et 40 pour l'huile essentielle J1. Parmi les composés à l'état de traces, les quatre familles sont représentées : hydrocarbures monoterpéniques (6 pour C4, 9 pour B2, 5 pour J1), monoterpènes oxygénés (12, 7, 3 respectivement), hydrocarbures sesquiterpéniques (13, 9, 10 respectivement) et sesquiterpènes oxygénés (7, 8, 1 respectivement). Les autres constituants sont des dérivés phénoliques et des esters de faible poids moléculaire.

4 auteurs ont analysé cette variété : Scheffer [122] a quantifié le carvacrol à 64,1 %, Baser [93] : 42,5 % de carvacrol, Tepe [125] 66,9 % de carvacrol et Ravid [126] a identifié 2 chémotypes, l'un à carvacrol (40,2 %), l'autre à thymol (44,4 %). Dans tous les cas, les constituants accompagnant le composé majoritaire sont le plus souvent des hydrocarbures monoterpéniques (*para*-cymène 6-20 %, γ -terpinène 6-23 %, myrcène 1,5-2,5 %).

Nos résultats sont à rapprocher de ceux de Scheffer en ce qui concerne le chémotype à carvacrol, ils mettent aussi en évidence pour la première fois le chémotype à thymol-carvacrol graphique 40.



5.2.2.4.2. - *Origanum syriacum* Linnaeus var. *syriacum*

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

Cette variété (figure 78) pousse surtout au sud du Liban, en Jordanie et en Israël jusque dans le centre du désert du Néguev.

La plante est plus fragile en culture et demande des terrains encore mieux drainés que la précédente. Les rendements en matière sèche sont compris entre 360 et 1 280 kg/ha avec des teneurs en huile essentielle variant de 3,9 à 7,7 %, ce qui donne des rendements en huile essentielle de 26 à 56 l/ha.

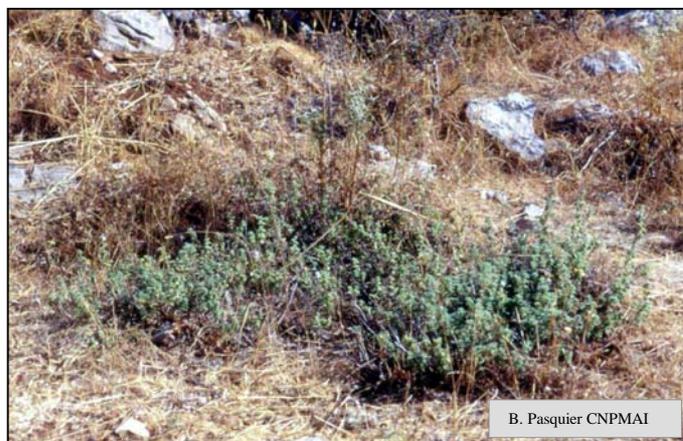


Figure 78 : *O. syriacum* var. *syriacum*
site naturel, Monts Liban

Nous avons analysé 41 échantillons d'huile essentielle provenant de la distillation de plants obtenus à partir de 2 populations libanaises et de 3 populations israéliennes (figures 79 et 80).

Figure 79 : origine des populations		
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines
98-032	Liban	Zefta, entre Saïda et Nabatiyet
98-033	Liban	au sud de Kfour
99-001	Israël	désert du Néguev, Nahal Loz
99-007	Israël	désert de Judée, bord de la route 90, entre Bet'sHean et Jéricho
99-008	Israël	désert de Judée, Tel Queriyot, entre Tel Arab et Kamel

Figure 80 : type de cultures mis en jeu				
n° de population	année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
98-032	1999	1999	3 répétitions	A1 à A3
		2000	7 pieds	B1 à B7
98-033	1999	1999	3 répétitions	C1 à C3
		2000	4 pieds	D1 à D4
99-001	1999	1999	3 répétitions	E1 à E3
99-007	1999	1999	3 répétitions	F1 à F3
		2000	1 pied	G1
99-008	1999	1999	3 répétitions	H1 à H3
		2000	14 pieds	I1 à I14

◆ - Analyse statistique

Cette variété de *Origanum syriacum* nous a fourni 41 échantillons, ce qui nous a permis de faire une comparaison des échantillons des 2 provenances (Liban et Israël) ainsi que des populations issues d'un même pays.

La quantification des principaux composés des 61 échantillons est consignée en annexe pages 87, 89 et 91 dans les tableaux 58a, 58b, 58c, 58d, 58e et 58f.

● - Tous échantillons confondus

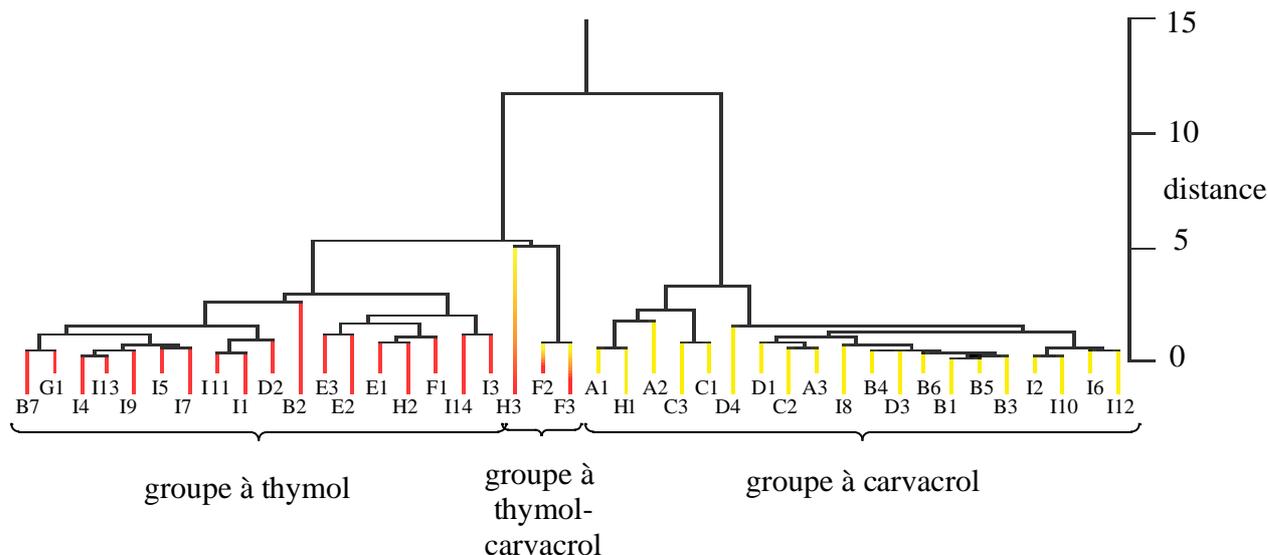


Figure 81a : dendrogramme de la composition des 41 huiles essentielles de *O. syriacum* var. *syriacum*

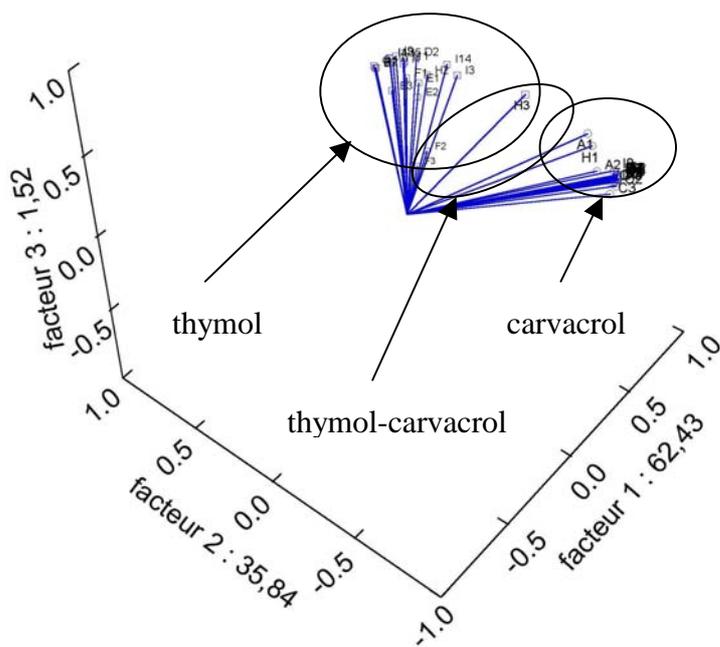


Figure 81b : ACP de la composition des 41 huiles essentielles de *O. syriacum* var. *syriacum*

Le dendrogramme (figure 81a) montre des distances supérieures à 10, faisant apparaître 2 groupes : l'un où le carvacrol est majoritaire et l'autre où le thymol est le composé principal. Comme dans la variété précédente, on remarque à l'intérieur du groupe à thymol un sous-groupe composé d'échantillons dont l'huile essentielle présente 2 composés principaux : thymol et carvacrol, l'étude ACP confirme cette observation (figure 81b).

Les échantillons se répartissent entre un chémotype à thymol, un chémotype à carvacrol et un chémotype à thymol-carvacrol.

Pour chaque origine géographique, nous avons comparé la composition des huiles essentielles des différentes populations. Nous avons réalisé le test de Student appliqué aux moyennes des teneurs des composés majoritaires : thymol et carvacrol.

● - Populations israéliennes 24 échantillons

Tableau 59 : résultats des tests de Student appliqués aux 2 populations de <i>O. syriacum</i> var. <i>syriacum</i> originaire d'Israël						
	entre 99-001 et 99-007		entre 99-007 et 99-008		entre 99-007 et 99-008	
composés	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique
thymol	0,10	2,57	0,49	2,10	0,47	2,09
carvacrol	0,92		-1,50		-1,89	

Les populations israéliennes 99-001, 99-007 et 99-008 fournissent des huiles dont les compositions sont différentes (thymol ou carvacrol ou thymol-carvacrol majoritaire). Néanmoins, le test de Student appliqué à ces principaux composés montre que les valeurs absolues sont inférieures à la valeur théorique (tableau 59). Comme pour la variété précédente, le test de Student fait apparaître une similitude de composition concernant le thymol et le carvacrol entre ces 3 populations, alors que dans le dendrogramme les échantillons de chaque population sont répartis dans des groupes différents.

Nous avons voulu montrer s'il existe ou non une constance de composition de l'huile essentielle d'une année à l'autre. Malheureusement nous ne possédons qu'un seul échantillon d'huile essentielle obtenue à partir d'un pied unique (G1) issu de la population 99-007. On remarque que le pourcentage du thymol contenu dans G1 (74 %) est supérieur à celui obtenu à partir des répétitions (environ 45 %).

Les compositions des huiles essentielles des répétitions de la population 99-008 sont également différentes de celles obtenues sur les pieds distillés individuellement. Les huiles essentielles issues de répétitions H1 sont à carvacrol (62,5 %), H2 à thymol (55,0 %) et H3 à thymol-carvacrol (37,1 % - 41,2 %).

L'analyse des 14 pieds de la population 99-008 récoltés et distillés en 2000 montre aussi une différence de répartition : certains pieds sont à prépondérance de carvacrol alors que d'autres sont composés majoritairement de thymol. Ces résultats montrent comme

précédemment qu'une huile essentielle obtenue à partir d'un pied individuel peut être différente de celle obtenue à partir d'un ensemble de pieds.

● - Populations libanaises 17 échantillons

Les résultats mis en évidence à partir du dendrogramme (figure 81a) montrent que les populations libanaises 98-032 et 98-033 sont différentes : les huiles obtenues à partir de la distillation de pieds cultivés par répétitions sont à prépondérance de carvacrol, tandis que celles obtenues à partir de la distillation de pieds individuels montrent la présence, soit de carvacrol, soit de thymol comme composé majoritaire, ce qui montre que la composition d'une huile essentielle obtenue à partir d'un ensemble de pieds peut être différente de celle d'un pied unique issu de ce même ensemble.

Nous avons appliqué le test de Student aux moyennes des teneurs des 2 principaux composés (carvacrol et thymol) pour les 2 populations libanaises récoltées entre les années 1999 et 2000.

	98-032 entre 1999 et 2000		98-033 entre 1999 et 2000	
composés	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique
carvacrol	0,37	2,31	0,52	2,57
thymol	-0,45		-0,93	

Le test de Student fait apparaître une similitude de composition, ce qui tend à prouver que la composition des huiles essentielles est constante d'une année à l'autre (tableau 60).

L'ensemble de tous ces résultats permet de conclure que la variété *syriacum* procure des huiles essentielles présentant 3 chémotypes (thymol, carvacrol et thymol-carvacrol).

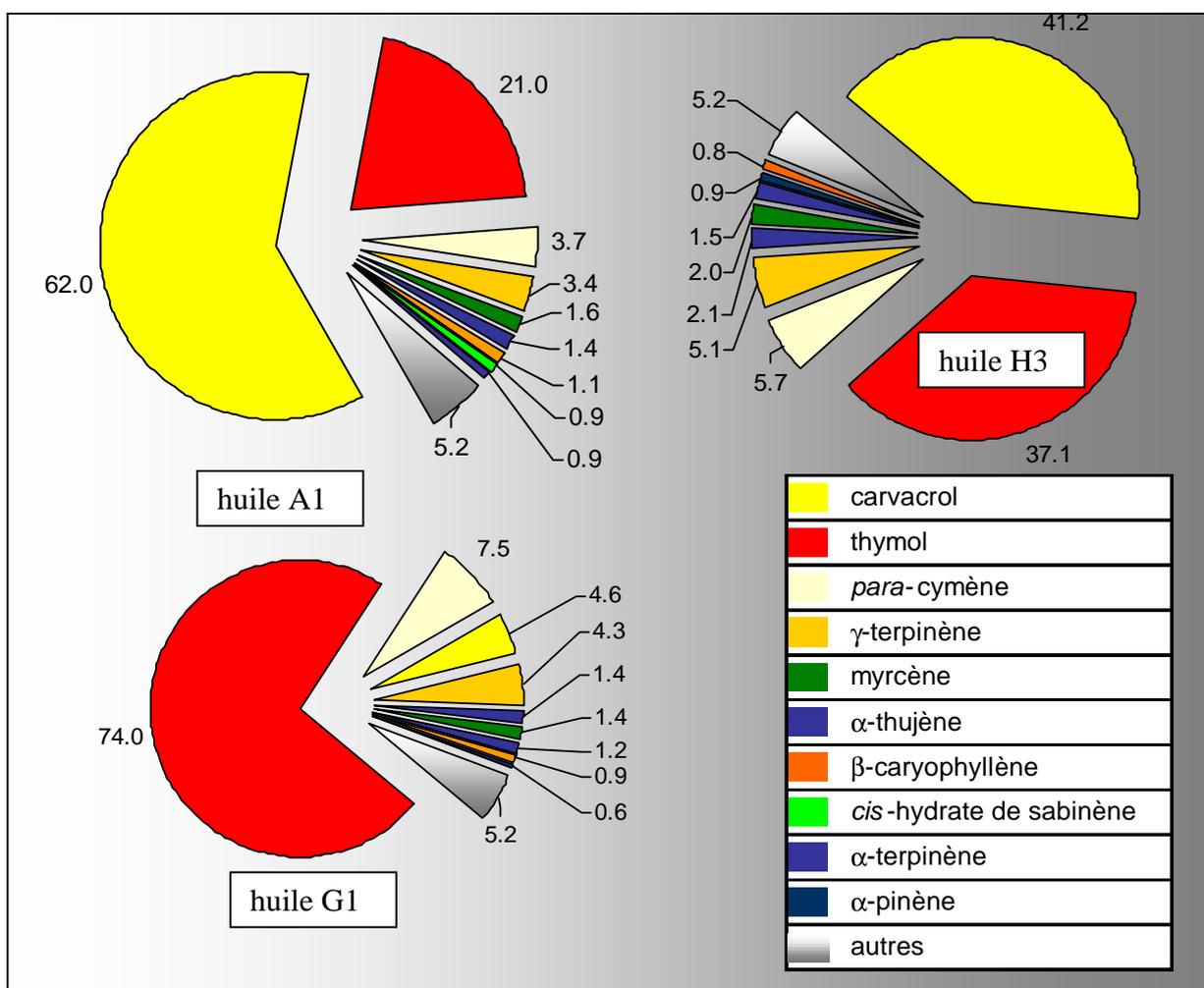
Nous avons ensuite choisi de donner la composition pour chacun des chémotypes, en prenant les échantillons A1, G1 et H3 pour lesquels nous avons identifié le plus grand nombre de composés.

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyses des huiles essentielles

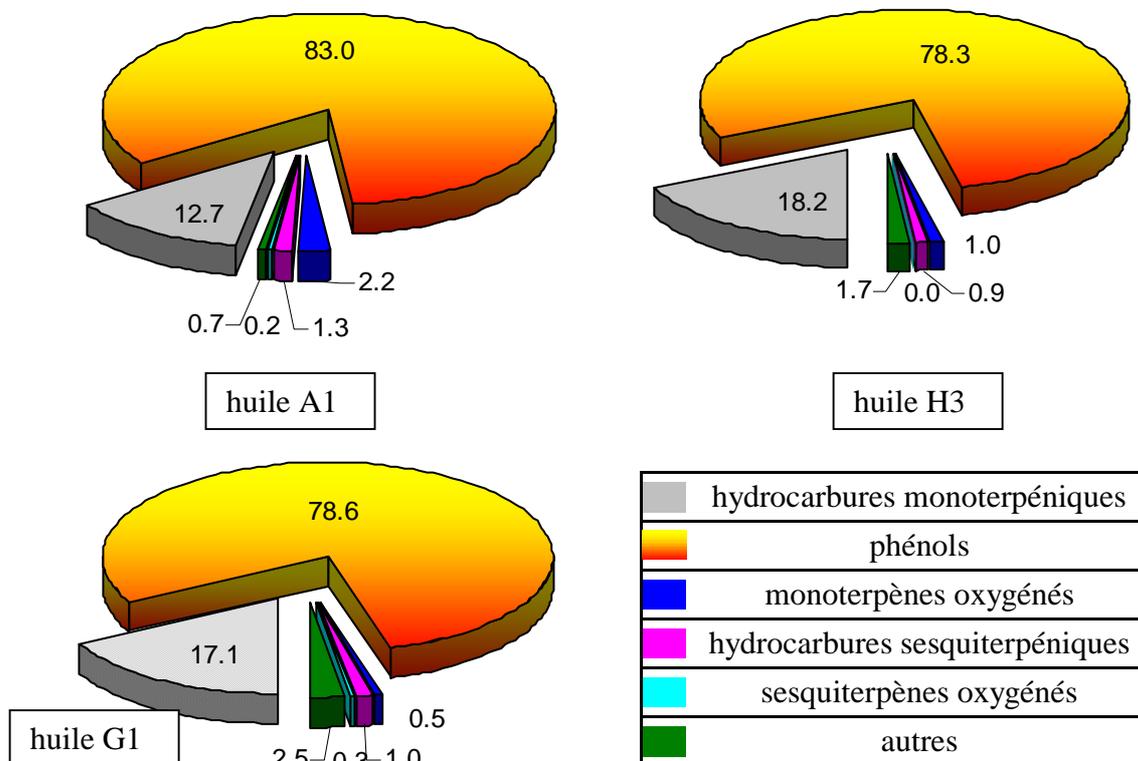
	n_D^{24}	d_D^{24}
huile A1	1,5082	0,988
huile G1	1,4847	0,979
huile H3	1,5094	0,992

Les compositions détaillées des huiles essentielles A1, G1 et H3 et leurs quantifications obtenues par GC/FID sont consignées en annexe pages 93, 95 et 97 dans les tableaux 61, 62 et 63.

Graphique 41 : répartition en % des principaux composés des huiles essentielles de *O. syriacum* var. *syriacum*



Graphique 42 : répartition en % des principales familles de composés des huiles essentielles de *O. syriacum* var. *syriacum*



◆ - Discussion

Pour chacun des chémotypes représentés par les huiles essentielles A1, G1 et H3, 80, 48 et 38 composés ont été identifiés représentant respectivement 99,5 %, 97,6 et 98,3 % des huiles.

- - Dans l'échantillon A1, le carvacrol est le composé prépondérant (62,0 %) associé au thymol (21,0 %), au *para*-cymène (3,7 %) et au γ -terpinène (3,4 %). De nombreux composés (53) ont été identifiés à l'état de traces < 0,01 % (7 hydrocarbures monoterpéniques, 13 monoterpènes oxygénés, 13 hydrocarbures sesquiterpéniques et 8 sesquiterpènes oxygénés). Les autres constituants sont des phénols, des esters et des aldéhydes de faibles poids moléculaires. On peut noter la présence en faible quantité et à l'état de traces de nombreux acétates (linalyle, néryle, carvacryle, géranyle).

- - L'huile G1 se compose principalement d'un seul constituant : le thymol (74,0 %). Les hydrocarbures monoterpéniques (17,1 %) sont représentés par le *para*-cymène (7,5 %), le γ -terpinène (4,3 %) et l' α -thujène (1,2 %). On note la présence du carvacrol (4,6 %), aux cotés de 28 composés à l'état de traces (< 0,01 %), dont un diterpène : l'abiétatriène.

- - L'huile H3 est constituée de 2 composés majoritaires : carvacrol (41,2 %) et thymol (37,1 %). Ces 2 composés sont associés à des hydrocarbures monoterpéniques dont les plus importants sont le *para*-cymène (5,7 %), le γ -terpinène (5,1 %) et l' α -thujène (2,1 %).

Les résultats de nos travaux montrent qu'il existe au moins 3 chémotypes : carvacrol ou thymol ou thymol-carvacrol, que l'origine géographique n'est pas déterminante sur la composition de l'huile et que l'analyse des huiles essentielles obtenues à partir d'un pied individuel peut être différente de celle d'une population représentative de l'espèce.

Cette espèce est proche de l'espèce *O. syriacum* var. *bevanii* : les pourcentages de phénols sont voisins (78,3 à 83,0 % et 74,8 à 80,6 %, respectivement) ainsi que les hydrocarbures monoterpéniques (12,7 à 18,2 et 15,3 à 17,0 %).

A ce jour, il n'existe aucune donnée bibliographique concernant la composition de cette huile essentielle, nous ne pouvons donc pas comparer nos résultats.

5.2.2.4.3. - *Origanum syriacum* Linnaeus var. *sinaicum* (Boissier) Ietswaart

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

Cette variété pousse dans les zones semi-désertiques à désertiques, près des oueds du Mont Sinaï, et dans le sud du désert du Sinaï. Cette variété est très proche morphologiquement de la précédente (figure 82). Par contre, en culture, elle est nettement plus chétive, contrairement aux plantes observées sur les sites naturels.



Figure 82 : *O. syriacum* var *sinaicum* site naturel

Les rendements en matière sèche sont de l'ordre de 475 kg/ha. Les teneurs en huile essentielle sont voisines de 7,5 %, ainsi les rendements en huile essentielle sont de l'ordre de 35,5 l/ha. Parmi ces 3 variétés d'origan de Syrie rencontrées dans la nature, celle du Sinaï est la plus robuste ; elle produit d'énormes touffes qui croissent à l'abri de gros rochers bordant les oueds (Wadi).

En culture, sous nos latitudes, on constate un gradient (nord-sud et montagne-désert) d'acclimatation de ces variétés. La différence est très nette entre la variété *bevanii* (la mieux adaptée, 51 % de plants survivants à l'hiver 1999-2000) et la variété *sinaicum* (mortalité importante, plante chétive : 12 % de plants survivants) ; en position intermédiaire, on remarque

la variété *syriacum* (25 % de plants survivants) au sein de laquelle ce gradient est également perceptible.

Trois répétitions issues d'une seule population ont été étudiées (figure 83)

Figure 83 : origine des populations et types de cultures mis en jeu				
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines		
99-002	Égypte	Mont Sinaï		
année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés	
1999	1999	3 répétitions	A1 à A3	

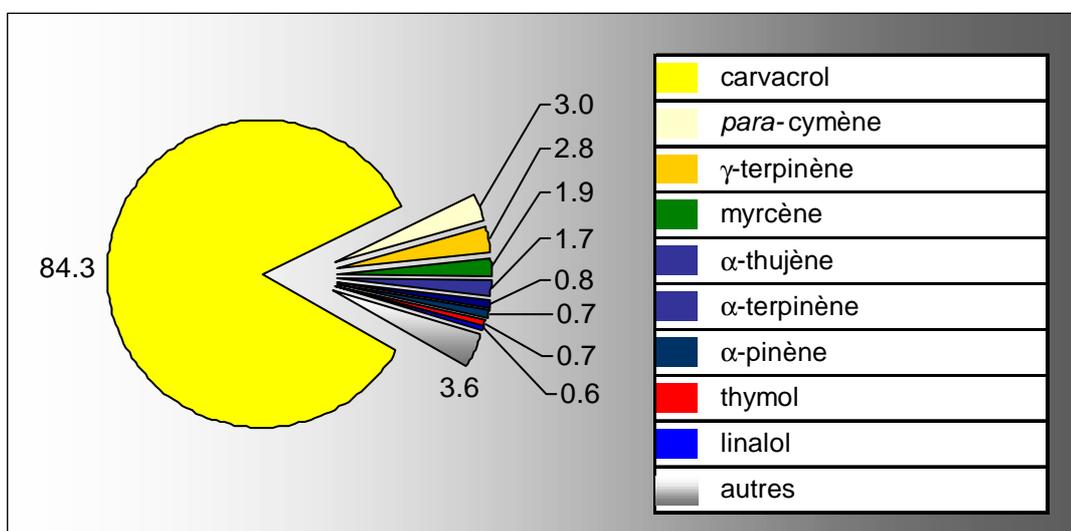
Chacun des 3 échantillons d'huile essentielle a un composé commun majoritaire (carvacrol 82,6 - 85,2 %). Ces résultats traduisent vraisemblablement la présence d'un composé majoritaire unique : le carvacrol, mais le nombre restreint de répétitions ne nous permet pas de l'affirmer avec certitude (annexe page 99 tableau 64). Nous présentons les résultats obtenus à partir de l'échantillons A3 pour lequel nous avons identifié le plus grand nombre de composés.

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

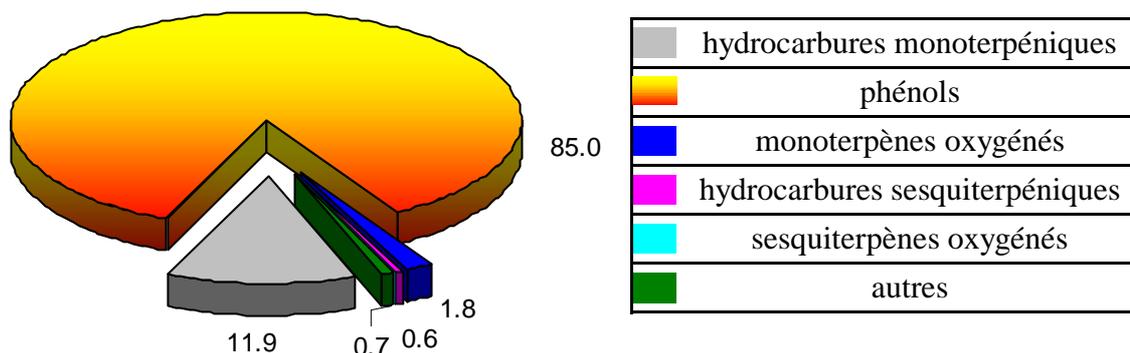
n_D^{24}	d_D^{24}
1,5011	0,975

La composition détaillée de l'huile essentielle et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 101 dans le tableau 65.

Graphique 43 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. syriacum* var. *sinaicum*



Graphique 44 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. syriacum* var. *sinaicum*



78 composés ont été identifiés représentant 99,3 % de l'huile. Le carvacrol est largement majoritaire (84,3 %), les autres constituants étant surtout de nombreux hydrocarbures monoterpéniques : *para*-cymène (3,0 %), γ -terpinène (2,8 %), myrcène (1,9 %), α -thujène (1,7 %) et α -terpinène (0,8 %).

Fleisher [127] a étudié *O. syriacum* en provenance de 2 pays (Israël et Égypte : Mont Sinaï) sans précision de variété. L'auteur montre que pour les 2 origines géographiques, les huiles essentielles sont de type à phénols. Les plantes d'origine israélienne possèdent les 2 chémotypes (thymol 59,9 % et carvacrol 80,2 %) tandis que celles d'origine égyptienne sont à thymol (76,7 %). De plus, il souligne la présence de nombreux esters de géranyle.

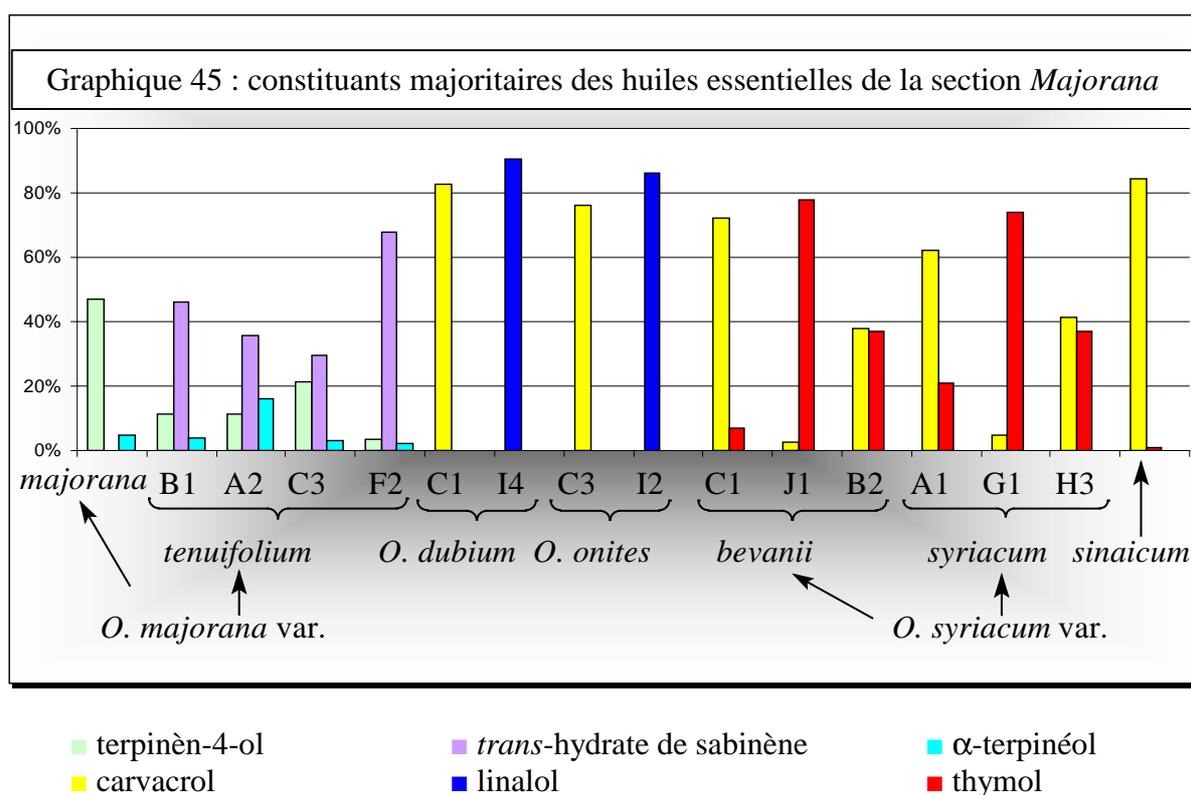
Baser [128] a analysé la variété *sinaicum* : carvacrol (1,3 - 2,6 %), thymol (23,5 - 29,3 %), *cis*-hydrate de sabinène (17,5 - 19,8 %) et γ -terpinène (12,7 % - 14,7 %). Cette composition n'est pas identique à celle que nous avons obtenue. Nos résultats sont plus proches de ceux de Fleisher (carvacrol 76,7 % - *para*-cymène 10,1 %). Comme celui-ci, nous avons identifié des esters d'alcools monoterpéniques en quantité beaucoup moins importante.

Nos résultats, ainsi que ceux des auteurs, montrent que l'espèce est majoritairement à phénols (thymol ou carvacrol).

Discussion générale sur la section *Majorana*

Le graphique 45 résume la composition des huiles essentielles étudiées et en particulier leurs constituants majoritaires.

Les huiles essentielles provenant de l'espèce *majorana* (*O. var. majorana* ou *O. var. tenuifolium*) sont principalement constituées d'alcools monoterpéniques (terpinèn-4-ol, *trans*-hydrate de sabinène et α -terpinéol) ; on peut signaler les faibles teneurs en phénols (< 5,0 %) qui caractérisent cette espèce.



Pour *O. onites*, les analyses de l'ensemble des échantillons montrent qu'il existe au moins 2 chémotypes : carvacrol et linalol. De plus, l'origine géographique est déterminante puisqu'elle conditionne la composition de l'huile : les huiles essentielles d'origine chypriote contiennent du carvacrol comme composé majoritaire, tandis que celles d'origine turque contiennent du carvacrol ou du linalol.

O. dubium est souvent confondu avec *O. majorana* var. *tenuifolium*. Cette espèce possède au moins 2 chémotypes : l'un à carvacrol et l'autre à linalol ; comme pour l'espèce précédente, la composition est dépendante de l'origine géographique. Les huiles essentielles d'origine chypriote sont uniquement à carvacrol, alors que celles originaires de Turquie présentent 2 chémotypes : carvacrol ou linalol.

Nos travaux et ceux de Arnold [118] confirment que cette espèce est distincte de *O.*

majorana var. *tenuifolium* et que leurs huiles essentielles présentent des compositions différentes.

L'espèce *syriacum* est composée de 3 sous-espèces : *bevanii*, *syriacum* et *sinaicum*, malgré le faible nombre d'échantillon, nous avons identifié principalement du carvacrol, les 2 premières ayant des compositions différentes. Malgré le grand nombre d'échantillons de diverses origines que nous avons étudié, nous pouvons seulement affirmer que ces 2 espèces présentent au moins 3 chémotypes (thymol ou carvacrol ou thymol-carvacrol).

5.3. - Groupe C

5.3.1. - Section Campanulaticalyx Ietswaart

5.3.1.1. - *Origanum dayi* Post

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

Cette espèce d'origan est endémique à Israël et plus particulièrement dans le désert de Judée et au nord du Néguev. Il pousse sur les bords rocaillieux-rocheux calcaires des oueds et des routes, entre 300 et 600 mètres d'altitude. On trouve parfois quelques individus jusqu'à 800 mètres d'altitude. Son port est tout d'abord dressé, puis les branches maîtresses se couchent sur le sol et portent des rameaux secondaires verticaux avec un port étalé-dressé (figure 84). En culture, il demande un sol très bien drainé, supporte bien l'exposition au soleil. Sa croissance est assez lente et il fleurit peu la première année.



Figure 84 : *O. dayi* (site naturel)

Quelques plants installés en pleine terre en 2000 ont survécu à l'hiver doux 2000-2001. C'est une plante remarquable par la force de son parfum (odeur d'eucalyptus). Cet origan pourrait être utilisé de façon ornementale, en pot ou dans des rocailles très sèches. La teneur en huile essentielle est comprise entre 4,1 et 5,5 %. Les rendements en matière sèche sont d'environ 410 kg/ha, ce qui correspond à 19,5 l d'huile essentielle/ha. Une seule population a été étudiée (figure 85).

Figure 85 : origine des populations et types de cultures mis en jeu			
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines	
99-003	Israël	Tel Qeriyot, entre Tel Arad et Karmel, désert de Judée	
année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
1999	1999	3 répétitions	A1 à A3

Les 3 échantillons analysés possèdent une composition similaire. La quantification des principaux composés des 3 échantillons est consignée en annexe page 103 dans le tableau 66.

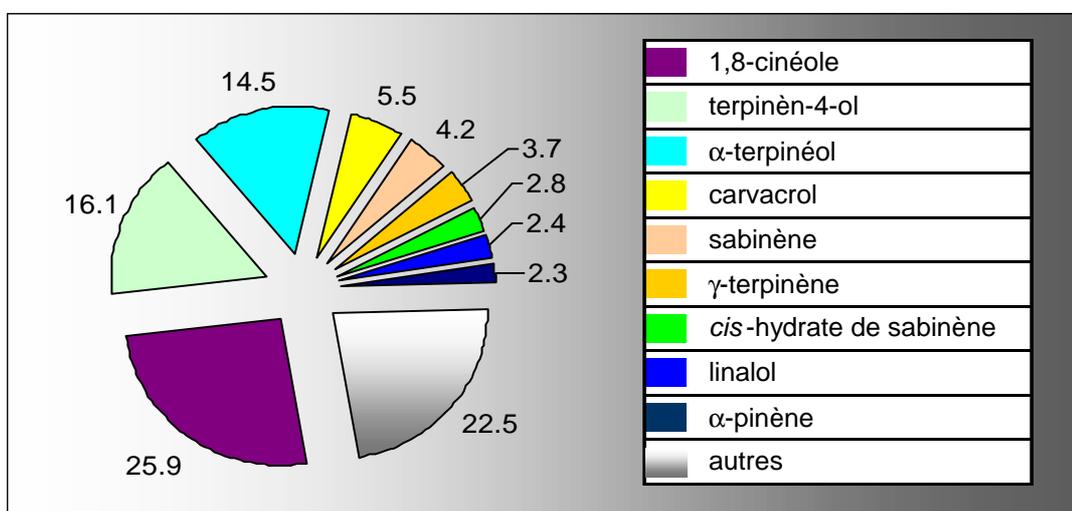
Nous avons ensuite choisi de donner la composition de l'échantillon A1 pour lequel nous avons identifié le plus grand nombre de composés.

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

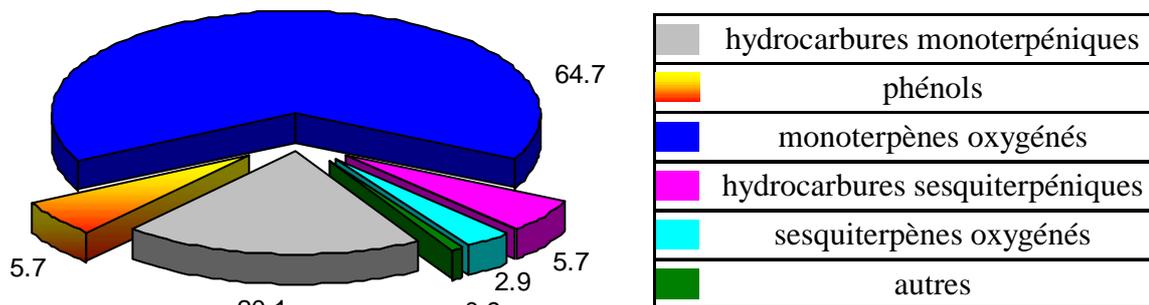
n ²⁴ D	d ²⁴ D
1,4809	0,973

La composition détaillée de l'huile essentielle et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 105 dans le tableau 67.

Graphique 46 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. dayi*



Graphique 47 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. dayi*



◆ - Discussion

68 composés ont été identifiés représentant 96,2% de l'huile. Cet échantillon contient 25,9 % de 1,8-cinéole, responsable de l'odeur d'eucalyptus. 2 autres composés sont présents en quantité importante : le terpinèn-4-ol (16,1 %) et l'α-terpinéol (14,5 %). Le carvacrol n'est présent dans cette huile qu'à un faible pourcentage (5,5 %). On peut noter le nombre important

de composés (29) dont le pourcentage est compris entre 0,5 et 3,0 %. Ce sont principalement des hydrocarbures monoterpéniques : α -pinène (2,3 %), β -pinène (2,2 %) myrcène (1,5 %), α -terpinène (2,2 %) et *para*-cymène (2,1 %) et des terpènes fonctionnalisés : linalol (2,4 %) et *trans*-hydrate de sabinène (0,6 %).

En fin d'éluion, il convient de souligner la présence d'un alcool sesquiterpénique peu fréquemment rencontré, l'intermédiol (2,3 %), qui pourrait être utilisé comme traceur spécifique de cette espèce, puisqu'il n'a été détecté dans aucune des autres espèces étudiées.

Les travaux de Dudai [129] effectués sur plusieurs clones de *O. dayi* provenant de différentes régions d'Israël, font apparaître des compositions voisines de celles de nos échantillons. Cet auteur a également identifié l'intermédiol, ce qui conforte donc la possibilité d'utiliser ce composé comme traceur. Larkov [107] quantifie le *trans* et le *cis*-hydrate de sabinène (8,2 et 5,6 % respectivement).

5.3.1.2. - *Origanum ramonense* Danin

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

C'est une espèce très rare (3 ou 4 stations connues) poussant sur des sols rocheux calcaires dans le désert du Néguev (Mont Ramon). La plante est morphologiquement très proche de *O. dayi* dont elle diffère principalement par une pilosité plus importante et une huile essentielle à odeur voisine de celle de la marjolaine (figure 86).

Les caractéristiques culturelles de cet origan sont identiques à celles de *O. dayi*, par contre les teneurs en huile essentielle de la plante sont élevées (8,3 %) mais par manque de répétitions et faute de matériel végétal, nous ne possédons pas les rendements en matière sèche.

L'origan des Monts Ramon pourrait être utilisé comme plante ornementale en pot ou mieux dans des rocailles très sèches. Nous possédons un seul échantillon en provenance d'Israël (figure 87).

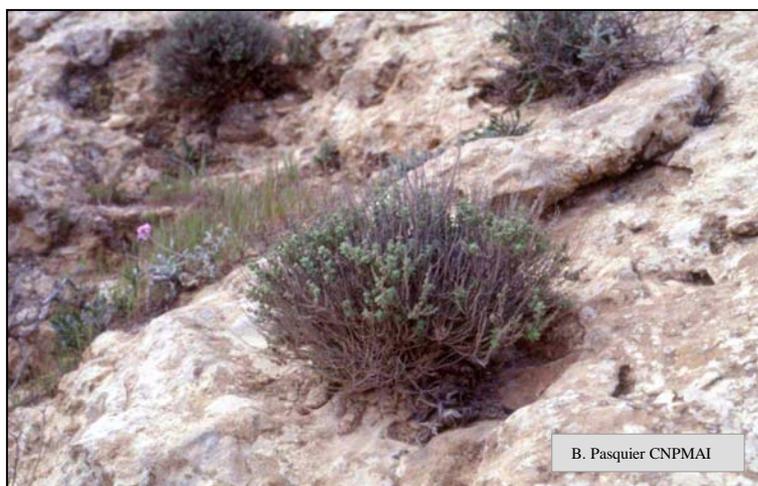


Figure 86: *O. ramonense* site naturel

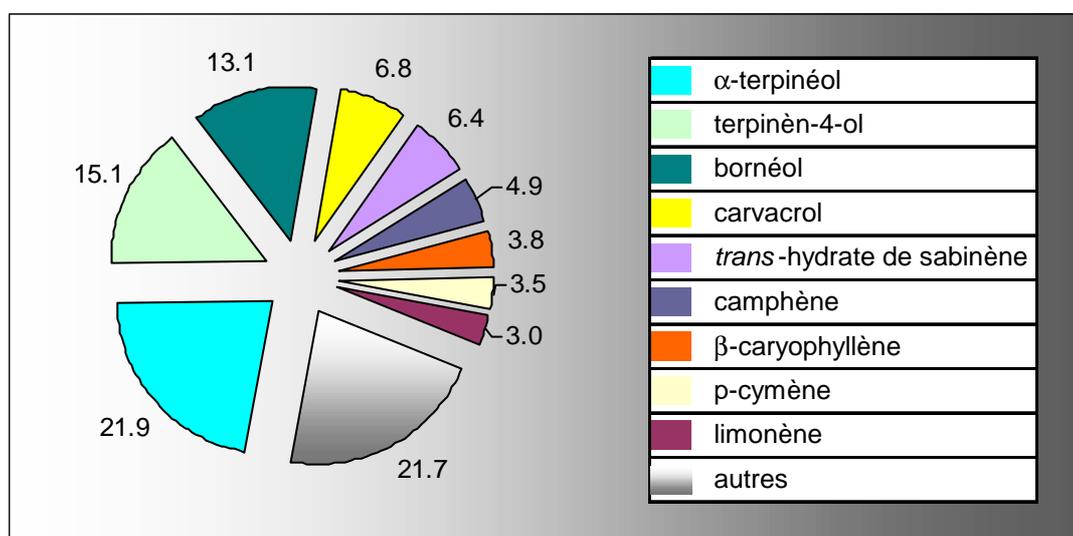
Figure 87 : origine des populations et types de cultures mis en jeu			
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines	
99-005	Israël	Nahal Loz, désert du Neguev	
année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillon analysé
1999	1999	1 répétition	1

◆- Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

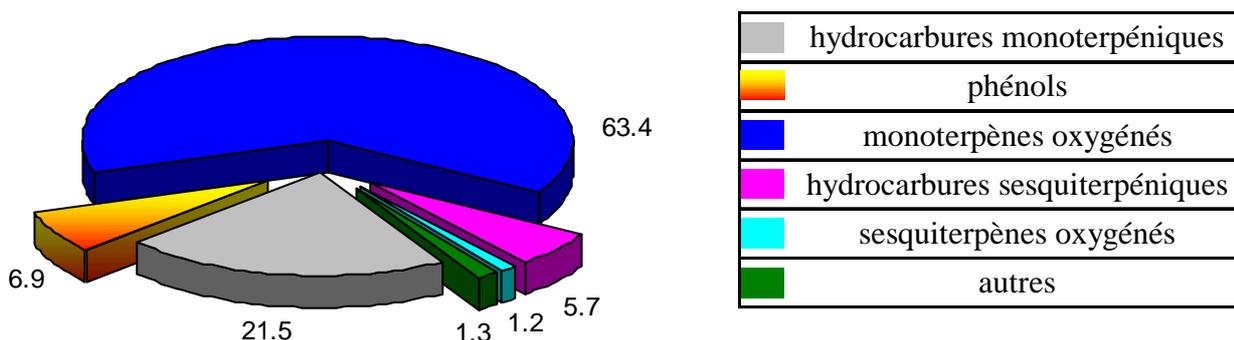
n_D^{24}	d_D^{24}
1,4820	non mesurée, quantité d'huile insuffisante

La composition détaillée de l'huile essentielle et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 107 dans le tableau 68.

Graphique 48 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. ramonense*



Graphique 49 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. ramonense*



◆ - Discussion

60 composés ont été identifiés représentant 98,7 % de l'huile. Cette huile essentielle est constituée de plusieurs composés dont les teneurs sont voisines : l' α -terpinéol (21,9 %), le terpinèn-4-ol (15,1 %) et le bornéol (13,1 %). De nombreux hydrocarbures monoterpéniques, représentant 21,5 % de l'huile sont présents, comme le camphène (4,9 %), le *para*-cymène (3,5 %) ou le sabinène (2,8 %). On peut noter la présence du *cis*-hydrate de sabinène (1,7 %), du *trans*-hydrate de sabinène (6,4 %), de l'acétate de bornyle (2,6 %), et des hydrocarbures sesquiterpéniques : β -caryophyllène (3,8 %), β -bisabolène (1,0 %) et germacrène-D (0,5 %).

Danin [130] a identifié, dans une huile obtenue à partir de plants provenant du désert du Néguev en Israël, les mêmes composés avec des teneurs sensiblement différentes : α -terpinéol (41,5 %), terpinèn-4-ol (16,8 %). Comme pour l'espèce précédente, Larkov [107] a quantifié le *trans* et le *cis*-hydrate de sabinène (2,2 et 20,1 % respectivement).

Ces résultats relativement similaires laissent penser que *O. ramonense* renferme une huile essentielle dont la composition est caractérisée par la prépondérance d'alcools monoterpéniques.

Discussion générale sur la section *Campanulaticalyx*

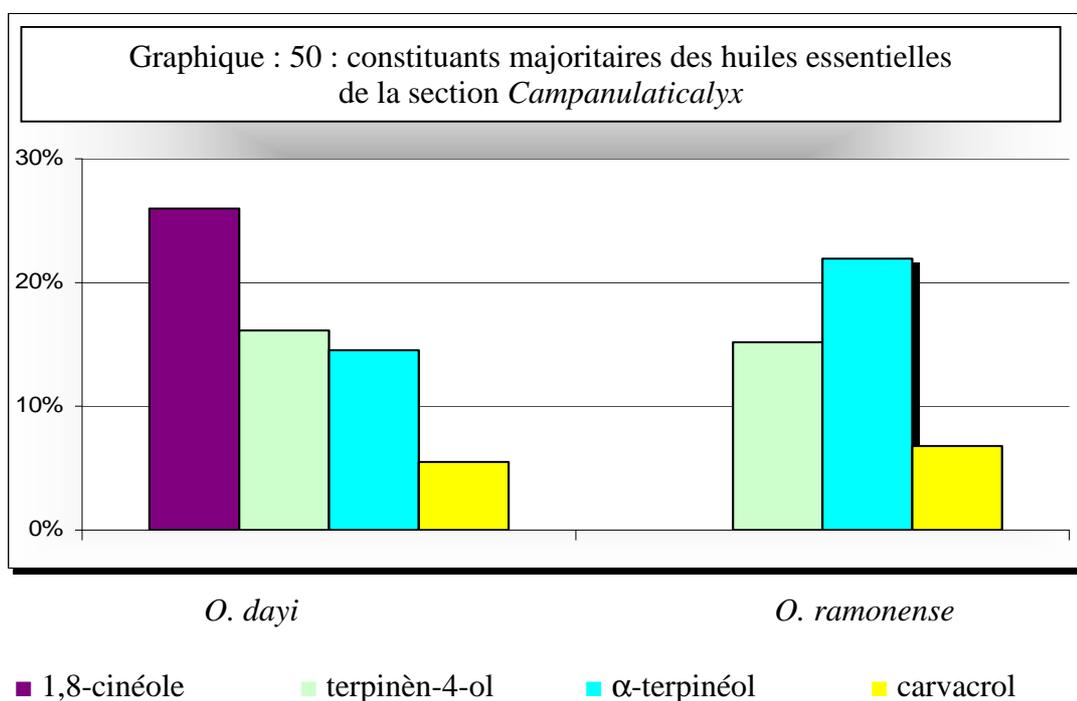
Les principaux composés des huiles essentielles des espèces de cette section sont représentés dans le graphique 50.

Les huiles essentielles des 2 espèces de cette section présentent des compositions sensiblement différentes, mais elles font apparaître une parfaite homogénéité des familles de composés (monoterpènes oxygénés 64-65 % et hydrocarbures monoterpéniques 20-21 %). L' α -terpinéol, le terpinèn-4-ol ou le carvacrol sont en quantité sensiblement équivalente.

On observe cependant des variations importantes dans la répartition de certains composés :

- 1,8-cinéole : traces dans *O. ramonense*, 25,9 % dans *O. dayi*,
- limonène : 3 % dans *O. ramonense*, traces dans *O. dayi*,
- bornéol : 13 % dans *O. ramonense*, 0,7 % dans *O. dayi*.

Les travaux des différents auteurs [129] et [130] rapportent seulement l'homogénéité des familles de composés (monoterpènes oxygénés et hydrocarbures monoterpéniques).



5.3.2. - Section *Elongatispica* Ietswaart

5.3.2.1. - *Origanum elongatum* (Bonnet) Emberger & Maire

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

Plante endémique du Rif et du nord du Moyen Atlas, elle croît dans les sols schisteux entre 400 et 1500 mètres d'altitude. Elle fleurit de juin à octobre. La légèreté des inflorescences, leur abondance et l'échelonnement de la floraison peuvent donner un intérêt ornemental à cette espèce (figure 88). Cet origan paraît être



Figure 88 : *O. elongatum* site naturel : Rif, Maroc

l'un des plus faciles à cultiver sous nos climats. Il possède un port dressé, une croissance rapide avec malheureusement un développement limité. La récolte est donc possible dès la première année, les rendements en matière sèche sont voisins de 185 kg/ha. Les teneurs en huile essentielle sont de l'ordre de 6,3 %, ce qui conduit à un rendement d'environ 16 l/ha.

Nous avons analysé 14 échantillons d'huile essentielle provenant de 2 populations marocaines distinctes (figures 89 et 90).

Figure 89 : origine des populations

n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines
98-047	Maroc	nord du pays (Rif)
gde-coll	Maroc	nord du pays (Rif)

Figure 90 : type de cultures mis en jeu

n° de population	année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
98-047	1999	1999	3 répétitions	A1 à A3
		2000	10 pieds	B1 à B10
gde-coll	1999	1999	1 répétition	C1

◆ - Analyse statistique

La quantification des principaux composés des 14 échantillons est consignée en annexe page 109 dans les tableaux 69a et 69b.

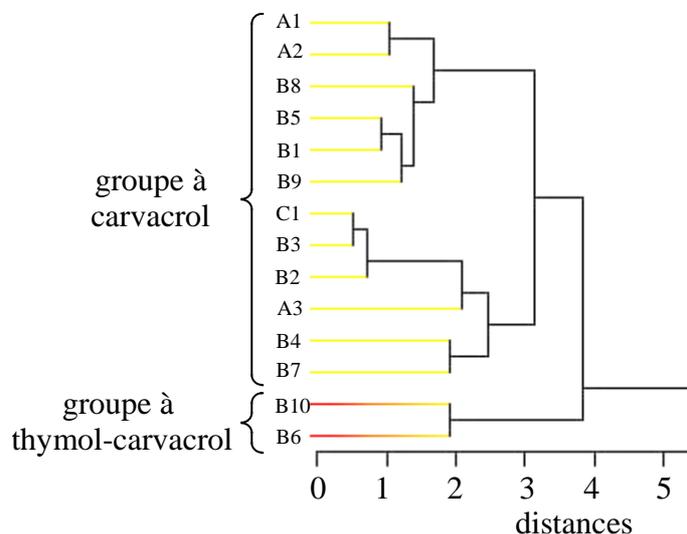


Figure 91a : dendrogramme de la composition des 14 huiles essentielles de *O. elongatum*

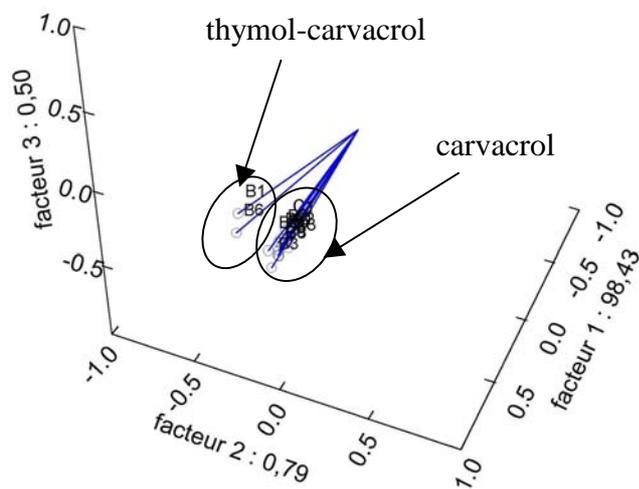


Figure 91b : ACP de la composition des 14 huiles essentielles de *O. elongatum*

Les distances observées sur le dendrogramme (figure 91a) montrent la présence de 2 groupes, l'un où le carvacrol est le composé majoritaire, l'autre où le thymol et le carvacrol sont les 2 composés principaux, distincts ; l'ACP confirme cette observation (figure 91b).

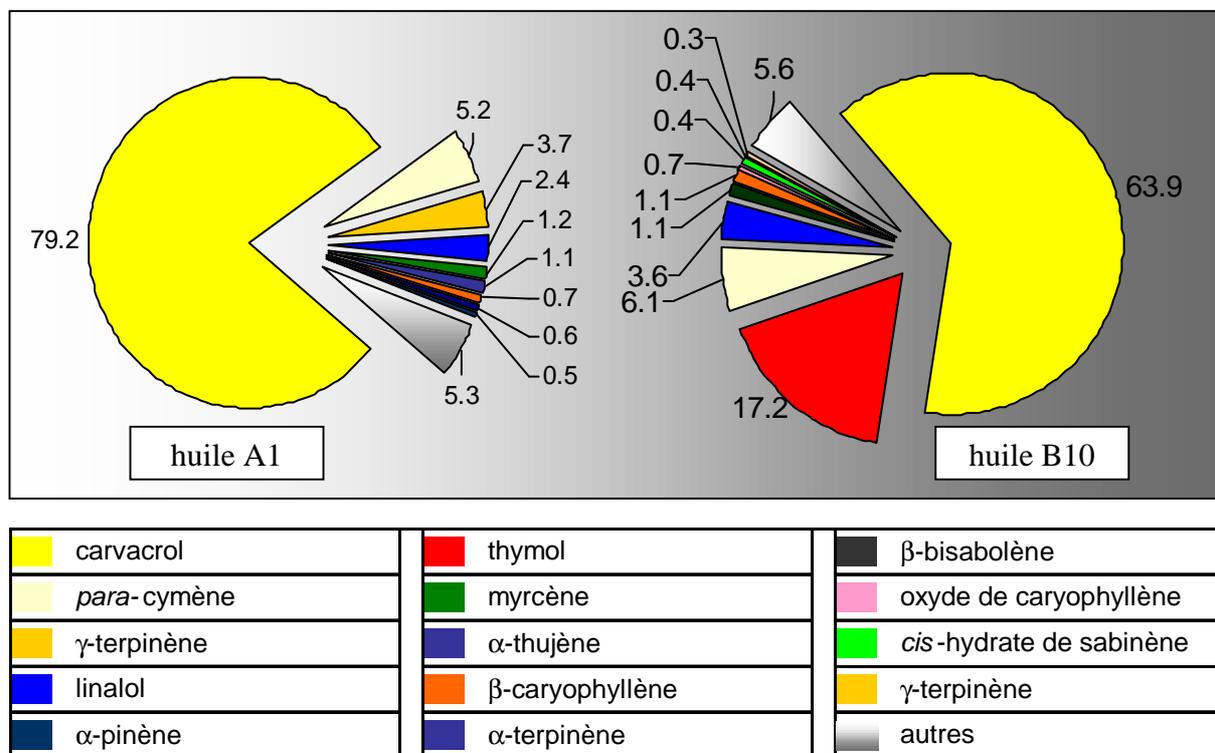
Les 3 huiles obtenues à partir de répétitions de la population 98-047 sont similaires (carvacrol 62 - 80 %) et les huiles issues de pieds distincts sont majoritairement composées de carvacrol (55 - 77 %) et de peu de thymol (< 5 %) ; seulement 2 pieds font apparaître des teneurs en thymol plus importantes (13 - 17 %). Ce groupe à thymol-carvacrol constitué seulement par ces 2 pieds ne permet pas de mettre en évidence de manière significative un autre chémotype. Nous avons choisi de donner la composition pour chacun des groupes, en prenant les échantillons A1 et B10 pour lesquels nous avons identifié le plus grand nombre de composés.

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyses des huiles essentielles

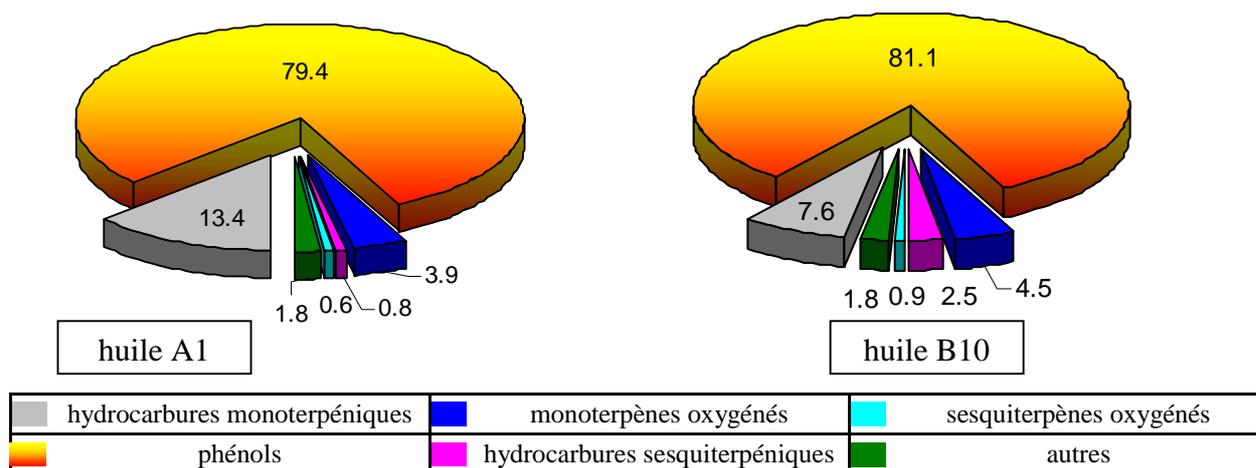
	n ²⁴ _D	d ²⁴ _D
huile A1	1,5079	0,973
huile B10	1,5084	0,981

Les compositions détaillées des huiles essentielles A1 et B10 et leurs quantifications obtenues par GC/FID sont consignées en annexe pages 111 et 113 dans les tableaux 70 et 71.

Graphique 51 : répartition en % des principaux composés des huiles essentielles de *O. elongatum*



Graphique 52 : répartition en % des principales familles de composés des huiles essentielles de *O. elongatum*



◆ - Discussion

66 composés ont été identifiés représentant 98,2 % et 96,8 % de la composition des huiles A1 et B10. Ces 2 huiles essentielles sont principalement composées de carvacrol (79,2 % et 63,9 %) et de para-cymène (5,2 % et 6,1 %). La seule différence notable est la présence

significative de thymol dans l'huile B10 (17,2 %), à l'état de traces dans l'huile A1.

Dans les 2 échantillons, le linalol est présent (2,4 % et 3,6 %) ainsi que plusieurs acétates (hexyle, linalyle, carvacryle, géranyle) à l'état de traces (<0,01 %).

Les résultats obtenus permettent d'avancer qu'il existe 1 groupe à carvacrol avec des variations significatives pour le thymol de 0 à 17 %.

Aucune autre étude n'a été réalisée sur cette espèce, il n'est donc pas possible d'établir de comparaison avec nos résultats.

5.3.2.2. - *Origanum grosii* Pau & Font Quer ex Ietswaart

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

O. grosii (figure 92) est endémique et localisé strictement dans le Rif central et occidental du nord du Maroc. Il pousse généralement sur les pentes calcaires entre 650 et 1 000 mètres d'altitude. Il fleurit de juin à juillet. Cet échantillon ne fait pas partie de l'étude entreprise au CNPMAI, mais a été cueilli *in situ* au Maroc et distillé au CFPPA de Nyons. Nous ne possédons aucune donnée concernant la teneur en huile essentielle et le rendement en matière sèche.

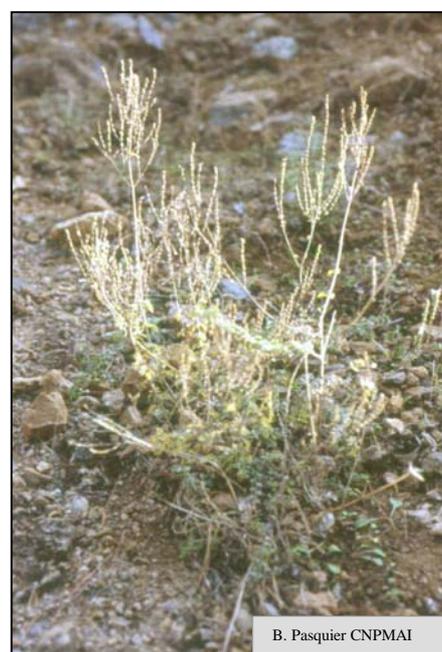
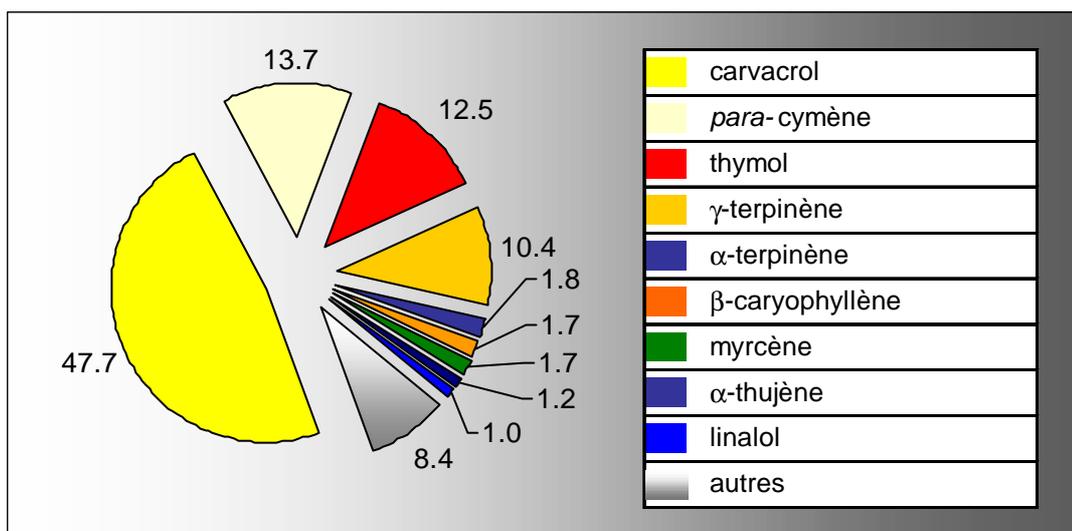
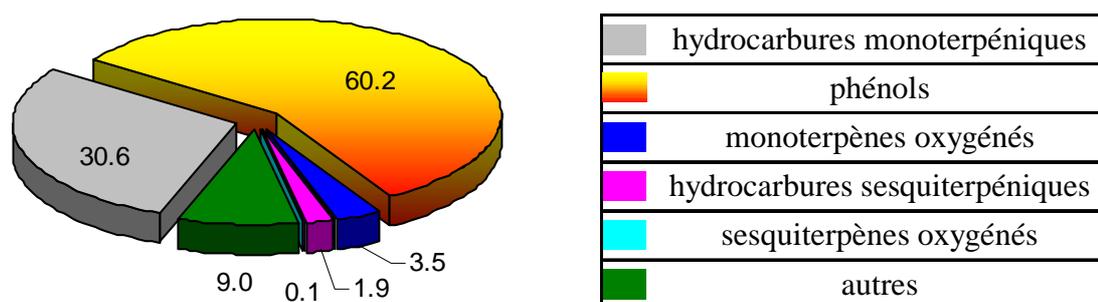


Figure 92 : *Origanum grosii*
site naturel

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

n_{D}^{24}	d_{D}^{24}
1,5044	0,938

La composition détaillée de l'huile essentielle et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 115 dans le tableau 72.

Graphique 53 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. grosii*Graphique 54 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. grosii*

◆ - Discussion

46 composés ont été identifiés représentant 96,3 % de l'huile. Les phénols (60,2 %) constituent la majeure partie de l'huile essentielle (carvacrol : 47,7 % et thymol : 12,5 %). Le deuxième groupe important est représenté par les hydrocarbures monoterpéniques (30,6 %) : *para*-cymène (13,7 %), γ-terpinène (10,4 %) et α-terpinène (1,8 %). Les monoterpènes oxygénés et les hydrocarbures sesquiterpéniques ne représentent qu'une part limitée de l'huile : 3,5 % et 1,9 % respectivement. Les sesquiterpènes oxygénés ne sont présents qu'à l'état de traces ; seul l'oxyde de caryophyllène est quantifiable (0,1 %).

Sammoudi [131] a étudié *O. grosii* de 3 provenances géographiques différentes, il indique des teneurs en carvacrol comprises entre 35 et 77,5 % ; la présence de thymol n'est pas mentionnée par l'auteur.

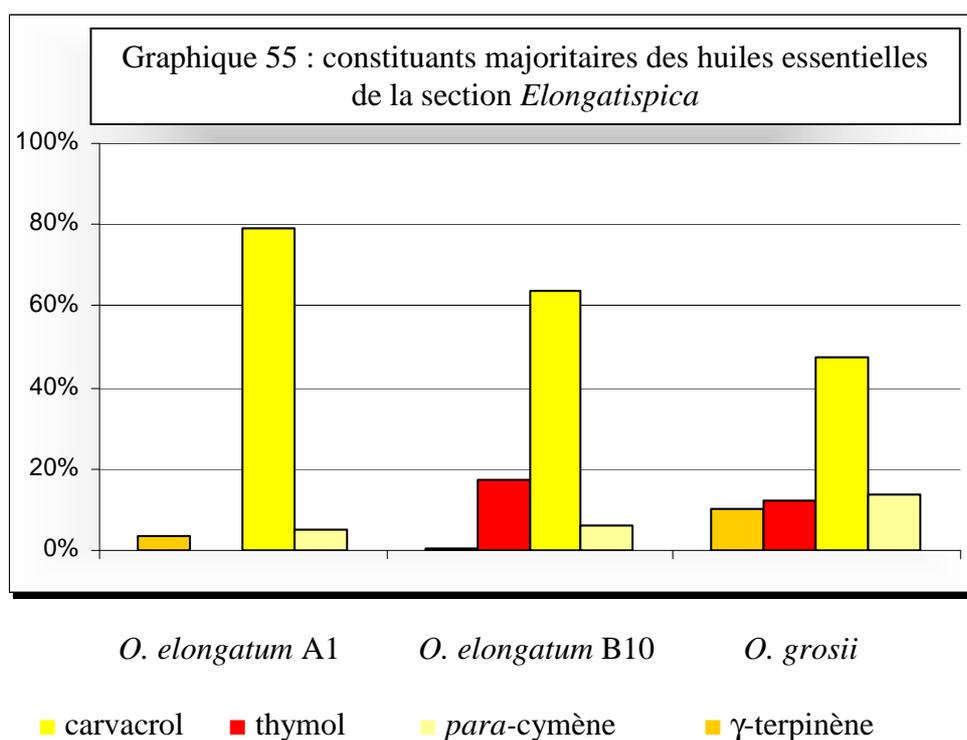
On observe que *O. grosii* possède une huile riche en phénols, le carvacrol étant majoritaire et le thymol présent en quantité variable.

Discussion générale sur la section *Elongatispica*

Cette section est caractérisée par des espèces dont les huiles essentielles contiennent du carvacrol comme composé principal (47,0 % - 79,0 %), du thymol dans la plupart des espèces (12,5 - 17 %), du γ -terpinène (3,7 - 10,4 %) et du *para*-cymène (5,2 - 13,7) (graphique 55).

Dans tous les cas, les phénols (60 - 81 %) et les hydrocarbures monoterpéniques (7 % - 30 %), sont les composés principaux, tandis que les monoterpènes oxygénés, les hydrocarbures sesquiterpéniques et les sesquiterpènes oxygénés ne représentent qu'un faible pourcentage (<5 %).

Peu d'échantillons de cette section ont pu être analysés (15), mais toutes les huiles essentielles ont des concentrations en carvacrol importantes (> 50%). Nos résultats, ainsi que ceux des autres auteurs laissent penser que les huiles essentielles des espèces de cette section sont à prédominance de carvacrol.



5.3.3. - Section *Origanum*

O. vulgare est une espèce qui possède une aire de répartition extrêmement étendue ; on la trouve aux Açores, à Madère, aux Canaries, autour de la Méditerranée, en Europe du Nord (Finlande, Norvège, Suède), de l'ouest à l'est de l'Asie, en Asie centrale et à Taiwan, etc... Cette espèce pousse du niveau de la mer jusqu'à 4 000 mètres d'altitude. La plupart du temps, on la rencontre sur les sols calcaires, avec une floraison de mai à octobre. Cette espèce comporte six sous-espèces (*hirtum*, *virens*, *vulgare*, *gracile*, *viride* et *glandulosum*). Seules les cinq premières ont été étudiées.

5.3.3.1. - *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

C'est l'origan grec que l'on trouve en Grèce mais aussi en Turquie. Connu également sous l'ancien nom de *O. heracleoticum* il n'est autre qu'une sous-espèce proche de notre origan vulgaire ou marjolaine vivace. Il croît naturellement dans les sols rocheux-rocaillieux calcaires (figure 93), plus ou moins ombragés (jusqu'à 1 500 mètres d'altitude) et son acclimatation dans nos régions n'est pas sans poser quelques problèmes.

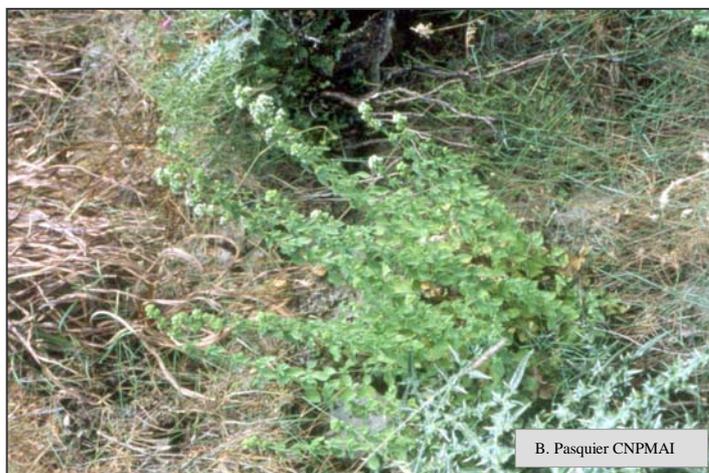


Figure 93 : *O. vulgare* ssp. *hirtum* site naturel

On constate que les rendements en matière sèche varient de 215 à 2 040 kg/ha ainsi que les teneurs en huile essentielle de 1,5 à 7,1 %. Les rendements en huile sont donc aussi très variables de 4 à 74,5 l/ha. Ces variations sont dues à l'augmentation de la taille du pied en fonction de son âge.

Nous avons analysé 65 échantillons d'huiles essentielles provenant de 4 populations crétoises distinctes, d'une population turque et d'une grecque (figures 94 et 95).

Le nombre important d'échantillons analysés doit nous permettre de comparer statistiquement leur composition en fonction de leur provenance géographique.

Figure 94 : origine des populations		
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines
97-005	Crète	Strovles
97-006	Crète	Cave Kroni
97-022	Crète	Bambakanos
97-024	Crète	Monastery Kremaston
99-018	Turquie	au dessus d'Honaz
clone	Grèce	Este de Lamia

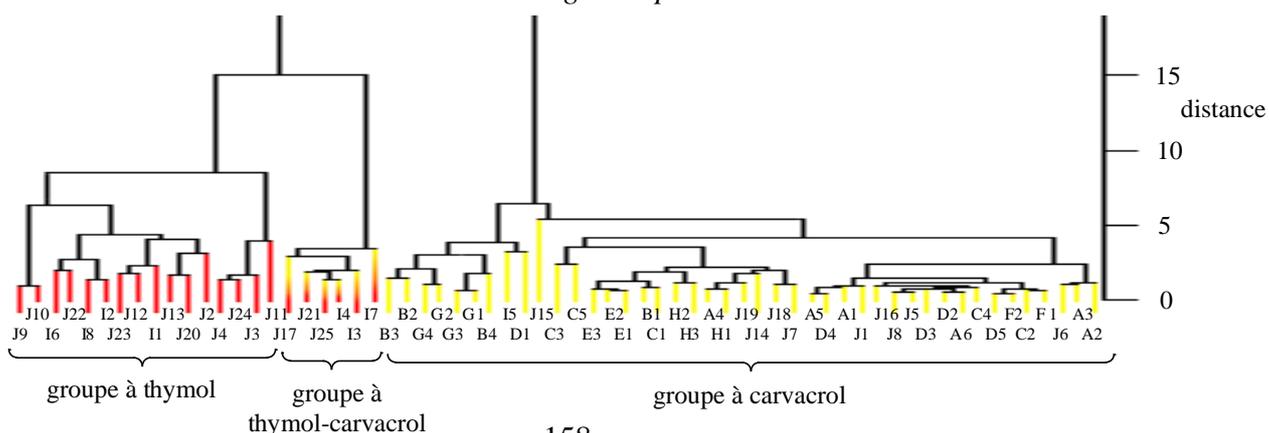
Figure 95 : type de cultures mis en jeu				
n° de population	année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
97-005	2000	2000	6 pieds	A1 à A6
97-006	1999	1999	4 répétitions	B1 à B4
		2000	5 pieds	C1 à C5
	2000	2000	5 pieds	D1 à D5
97-022	1999	1999	3 répétitions	E1 à E3
		2000	2 pieds	F1, F2
97-024	1999	1999	4 répétitions	G1 à G4
		2000	3 pieds	H1 à H3
99-018	2000	2000	8 pieds	I1 à I8
clone	2000	2000	25 pieds	J1 à J25

◆ - Analyse statistique

La quantification des principaux composés des 65 échantillons est consignée en annexe pages 117, 119, 121 et 123 dans les tableaux 73a, 73b, 73c, 73d, 73e, 73f, 73g et 73h

● - Tous échantillons confondus

Figure 96a : dendrogramme de la composition des 65 huiles essentielles de *O. vulgare ssp. hirtum*



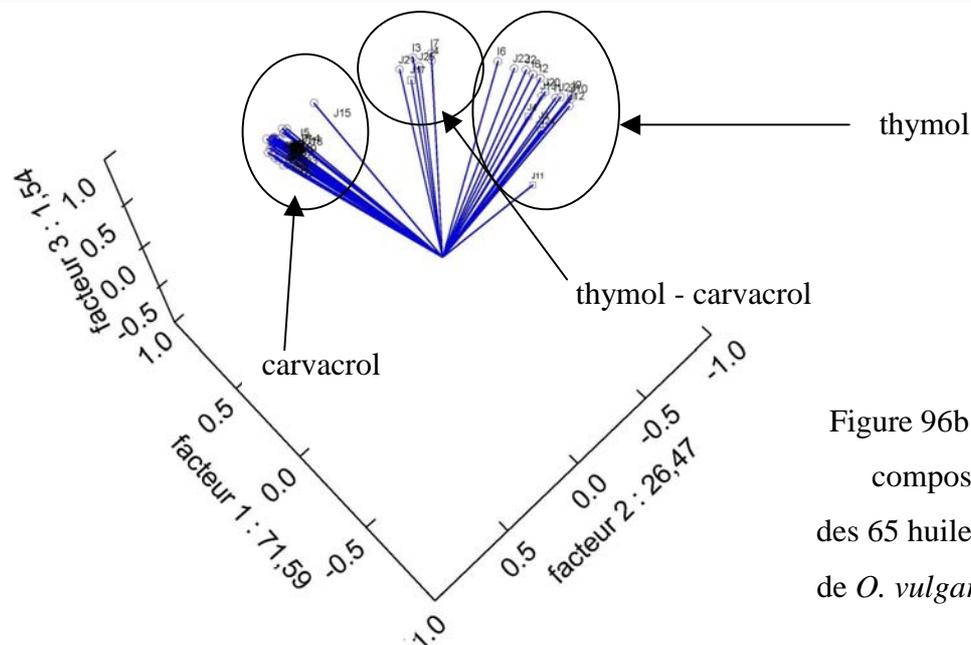


Figure 96b : ACP de la composition des 65 huiles essentielles de *O. vulgare ssp. hirtum*

Les distances observées sur le dendrogramme (supérieures à 15) montrent la présence de 2 groupes : l'un où le carvacrol est le composé majoritaire et l'autre où le thymol est le composé principal (figure 96a). À l'intérieur de ce dernier, on remarque la présence d'un sous-groupe pour lequel les huiles essentielles présentent le thymol et le carvacrol comme composés majoritaires et en quantité similaire, l'ACP confirme cette observation (figure 96b).

Pour chaque origine géographique, nous avons comparé la composition des huiles essentielles entre les différentes populations afin de montrer s'il existe ou non une similitude de composition entre elles et également une constance en fonction des années de récolte. Nous avons réalisé un dendrogramme, puis appliqué le test de Student aux moyennes des teneurs des 2 composés majoritaires : carvacrol et *para*-cymène.

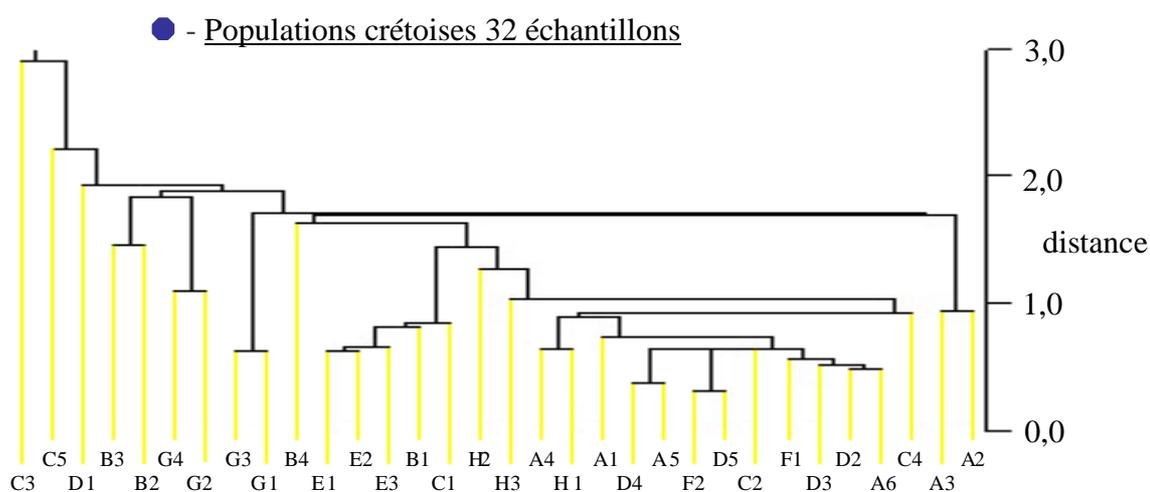


Figure 97 : dendrogramme de la composition des 32 huiles essentielles de *O. vulgare ssp. hirtum* originaire de Crète

L'étude par groupe hiérarchique des seuls échantillons crétois montre grâce au dendrogramme (figure 97) des distances faibles, ce qui confirme la présence d'un seul groupe.

Tableau 74 : résultats des tests de Student appliqués aux 4 populations de <i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> originaire de Crète						
composés	entre 97-005 et 97-006		entre 97-005 et 97-022		entre 97-005 et 97-024	
	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique
carvacrol	-2,28	2,10	1,86	2,26	4,73	2,20
<i>para</i> -cymène	1,36		-0,93		-4,39	
composés	entre 97-006 et 97-022		entre 97-006 et 97-024		entre 97-022 et 97-024	
	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique
carvacrol	-0,91	2,11	1,41	2,09	2,98	2,23
<i>para</i> -cymène	0,51		-3,17		-6,00	

Le test de Student appliqué au carvacrol et au *para*-cymène entre les 4 populations montre que les valeurs absolues trouvées sont globalement inférieures aux valeurs théoriques à l'exception de celles de la population 97-024 (tableau 74). Pour celle-ci, on remarque des teneurs en *para*-cymène et γ -terpinène supérieures à celles observées pour les autres populations bien que le carvacrol soit toujours le composé majoritaire.

Toutes ces observations confirment que les huiles essentielles, obtenues à partir de plants originaires de Crète, contiennent majoritairement du carvacrol.

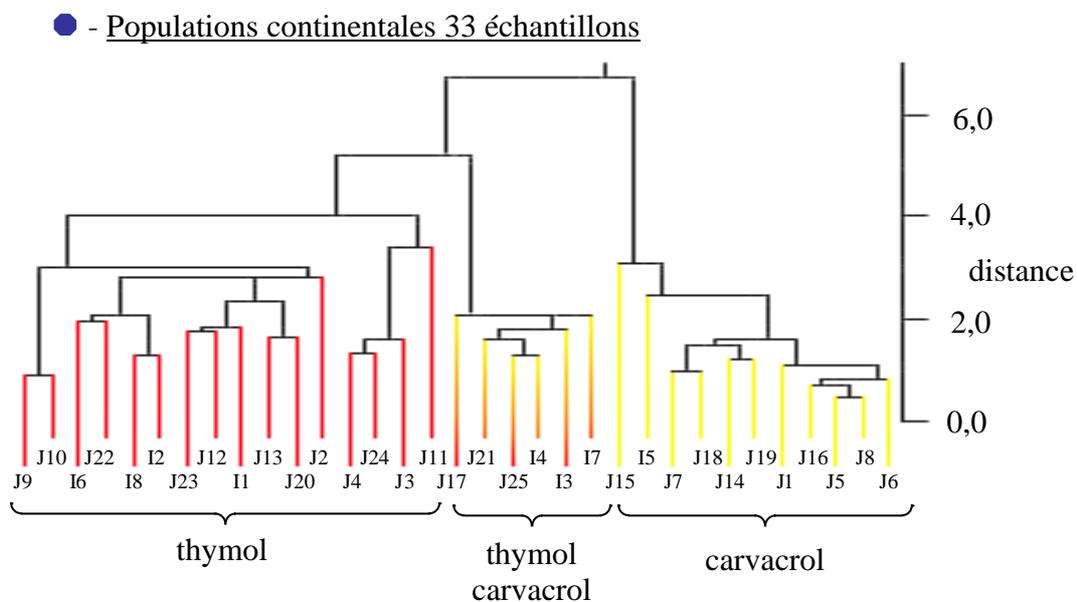


Figure 98 : dendrogramme de la composition des 33 huiles essentielles de *O. vulgare* ssp. *hirtum* continentales

Les distances observées sur le dendrogramme (figure 98) montrent la présence de 2 groupes (thymol et carvacrol). Le groupe à thymol est lui-même composé de 2 sous-groupes, l'un à thymol et l'autre à thymol-carvacrol.

Nous constatons que sur l'ensemble des 33 huiles essentielles, issues de 33 pieds distincts, 16 sont à prépondérance de thymol, 11 à carvacrol et 6 à thymol-carvacrol.

Tableau 75 : résultats des tests de Student appliqués aux 2 populations de <i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> continentales		
composés	valeur trouvée	valeur théorique
carvacrol	0,81	1,96
<i>para</i> -cymène	-1,49	

Les résultats du test présentent des valeurs inférieures aux valeurs théoriques (tableau 75), ce qui confirme que les 2 populations sont semblables.

L'ensemble des résultats montre que les huiles essentielles obtenues à partir des populations originaires de Crète renferment un seul composé majoritaire : le carvacrol. Celles en provenance du continent possèdent des huiles où les phénols sont en quantités importantes et variables ce qui montre la présence des 3 chémotypes (thymol ou carvacrol ou thymol-carvacrol).

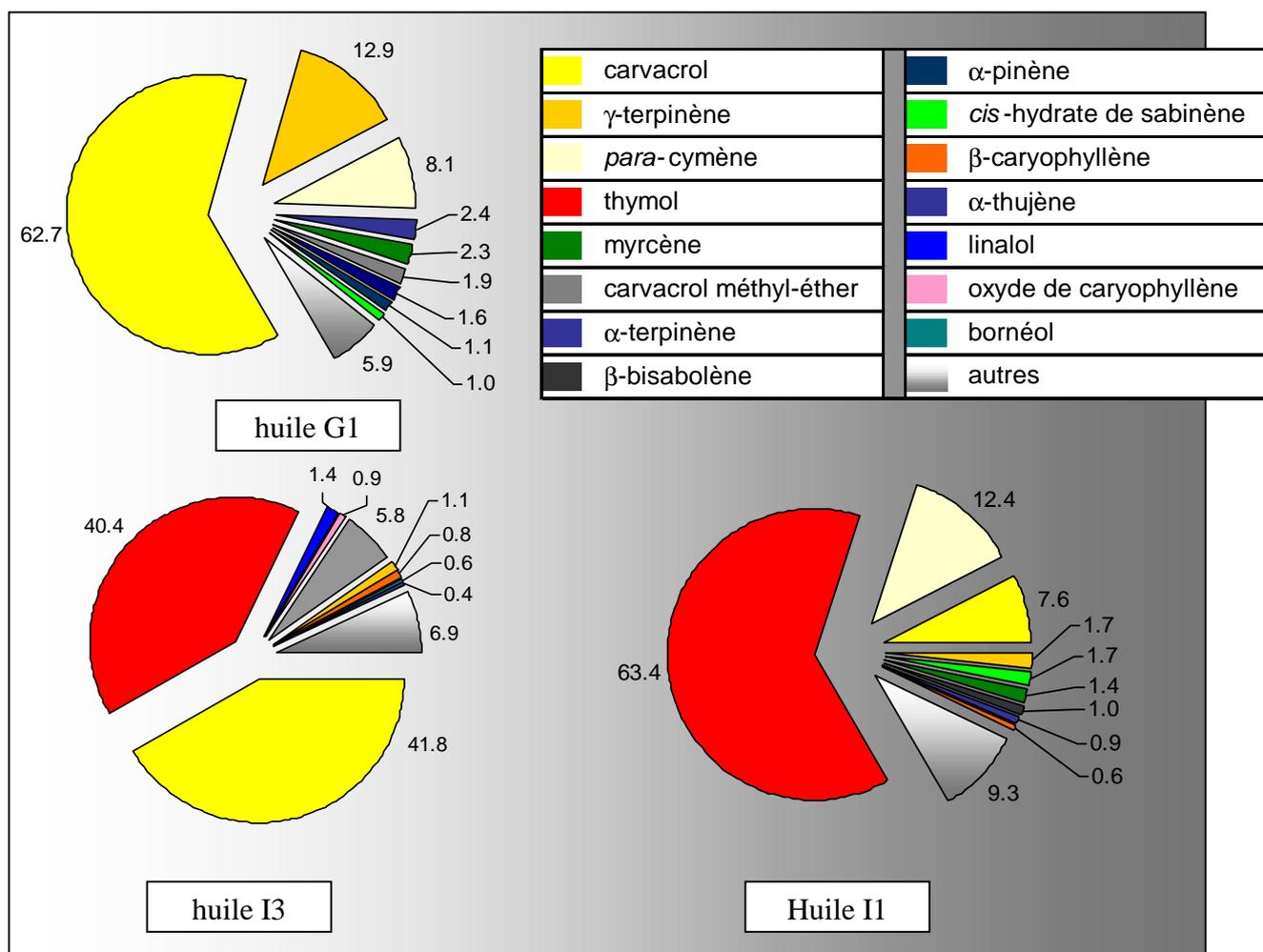
Nous avons ensuite choisi de donner la composition de chaque chémotype, en prenant les échantillons G1, I1 et I3 pour lesquels nous avons identifié le plus grand nombre de composés.

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyses des huiles essentielles

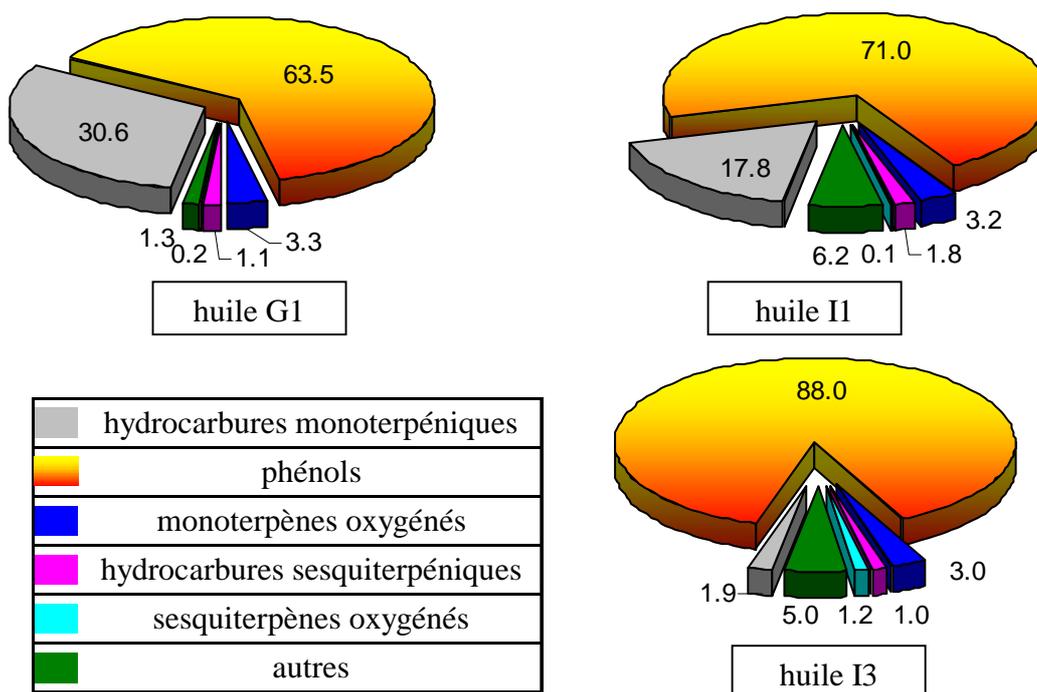
	n D	d 4
huile G1	1,5065	0,989
huile I3	1,5089	0,973
huile I1	1,4861	0,976

Les compositions détaillées des huiles essentielles G1, I1 et I3 et leurs quantifications obtenues par GC/FID sont consignées en annexe pages 125, 127 et 129 dans les tableaux 76, 77 et 78.

Graphique 56 : répartition en % des principaux composés des huiles essentielles de *O. vulgare* ssp. *hirtum*



Graphique 57 : répartition en % des principales familles de composés des huiles essentielles de *O. vulgare* ssp. *hirtum*



◆ - Discussion

68 (huile G1), 48 (huile I1) et 54 (huile I3) composés ont été identifiés représentant respectivement 98,7 %, 93,9 % et 95,1 % des huiles essentielles.

- - L'huile G1 contient majoritairement du carvacrol (62,7 %), du γ -terpinène (12,9 %) et du *para*-cymène (8,1 %). Elle renferme aussi de nombreux hydrocarbures monoterpéniques en petite quantité : α -thujène (2,4 %), α -terpinène (1,6 %), α -pinène (1,1 %) et limonène (0,8 %), ainsi que 7 autres à l'état de traces (<0,01 %). 13 hydrocarbures sesquiterpéniques sont présents, seuls 2 sont quantifiables (β -caryophyllène 0,5 % et β -bisabolène 0,6 %). On peut noter la présence du carvacrol méthyl-éther (1,9 %).

- - L'huile I1 contient principalement du thymol (63,4 %), du *para*-cymène (12,4 %) et du carvacrol (7,6 %). 8 hydrocarbures monoterpéniques sont à l'état de traces (<0,01 %), seuls le β -bisabolène (1,0 %), le β -caryophyllène (0,6 %) et l' α -humulène (0,1 %) sont quantifiables.

- - L'huile I3 renferme en quantités sensiblement égales du thymol (40,4 %) et du carvacrol (41,8 %). Le carvacrol méthyl-éther est aussi présent (5,8 %). Une faible quantité d'hydrocarbures (3 %) est présente, constituée par 17 monoterpènes (γ -terpinène 1,1 %, α -terpinène 0,4 %) et 11 sesquiterpènes (β -caryophyllène 0,8 %), les autres se trouvant à l'état de traces (< 0,01 %).

Pour chacune des 3 huiles essentielles, les phénols sont majoritaires (63 % - 88 %), les monoterpènes oxygénés sont en faible quantité (3 %). Les hydrocarbures sesquiterpéniques sont présents en faible quantité, à part le β -bisabolène (0,2-1,0 %). Les sesquiterpénoïdes sont en quantité insignifiante (0,0-0,2 %).

Dès 1986, Scheffer [122] donne la composition d'une huile provenant de plants récoltés à Icel en Turquie : le carvacrol est majoritaire (72,3 %), accompagné de *para*-cymène (13,0 %) et de γ -terpinène (8,1 %). Baser [93] a étudié plusieurs échantillons en provenance de diverses régions de Turquie, il conclut à la prédominance de carvacrol (57,2-77,5 %), accompagné de *para*-cymène (5,9-8,7 %) et de γ -terpinène (2,6-12,2 %). Baser [132] donne les résultats sur 24 échantillons en provenance de 24 localités turques originaires de 7 provinces différentes : 11 échantillons possèdent des taux de carvacrol élevés (70,4-78,7%) ; pour 10 autres, il est compris entre 56 et 70 % et pour les 3 derniers, il varie de 23,4 à 44,3 %. Sezik [133] a quantifié 70,5 % de carvacrol sur un échantillon turc. Des valeurs sensiblement identiques (61,8 %) ont été trouvées par Trucker [163] sur un échantillon en provenance de Turquie.

Skoula [78] a identifié, sur des échantillons en provenance d'Episkopi au nord-ouest de la Crète, le carvacrol (53,2-72,0 %), le *para*-cymène (11,9-28,7 %) et le γ -terpinène (2,7-5,2 %). Une étude sur différentes origines grecques et crétoises de *O. vulgare* ssp. *hirtum* a été réalisée par Kokkini [134]. Les résultats sont différents en fonction de l'origine. Les échantillons en provenance de la région de Athos, Karyes et Maratha (sur le continent) ont des concentrations en carvacrol (2,4 % - 67,7%) et thymol (4,1 % - 42,8%) variables ; par contre, les échantillons en provenance de Crète ont des teneurs en carvacrol plus homogènes (57,4-69,6%).

Une étude sur la totalité de l'espèce *vulgare* a été entreprise par Melegari [135] sur des échantillons cultivés en Italie. En ce qui concerne la ssp. *hirtum*, l'auteur a identifié 3 chémotypes (carvacrol 80%, thymol 55% et carvacrol-thymol 38-41%).

Mastelic [136] donne la composition d'échantillons en provenance de Croatie, les pourcentages en thymol et carvacrol sont respectivement de 49,3 % et 24,6%. Kulisic [137] identifie, comme l'auteur précédent, un échantillon où le thymol et le carvacrol sont les deux composés majoritaires (35 et 32 % respectivement).

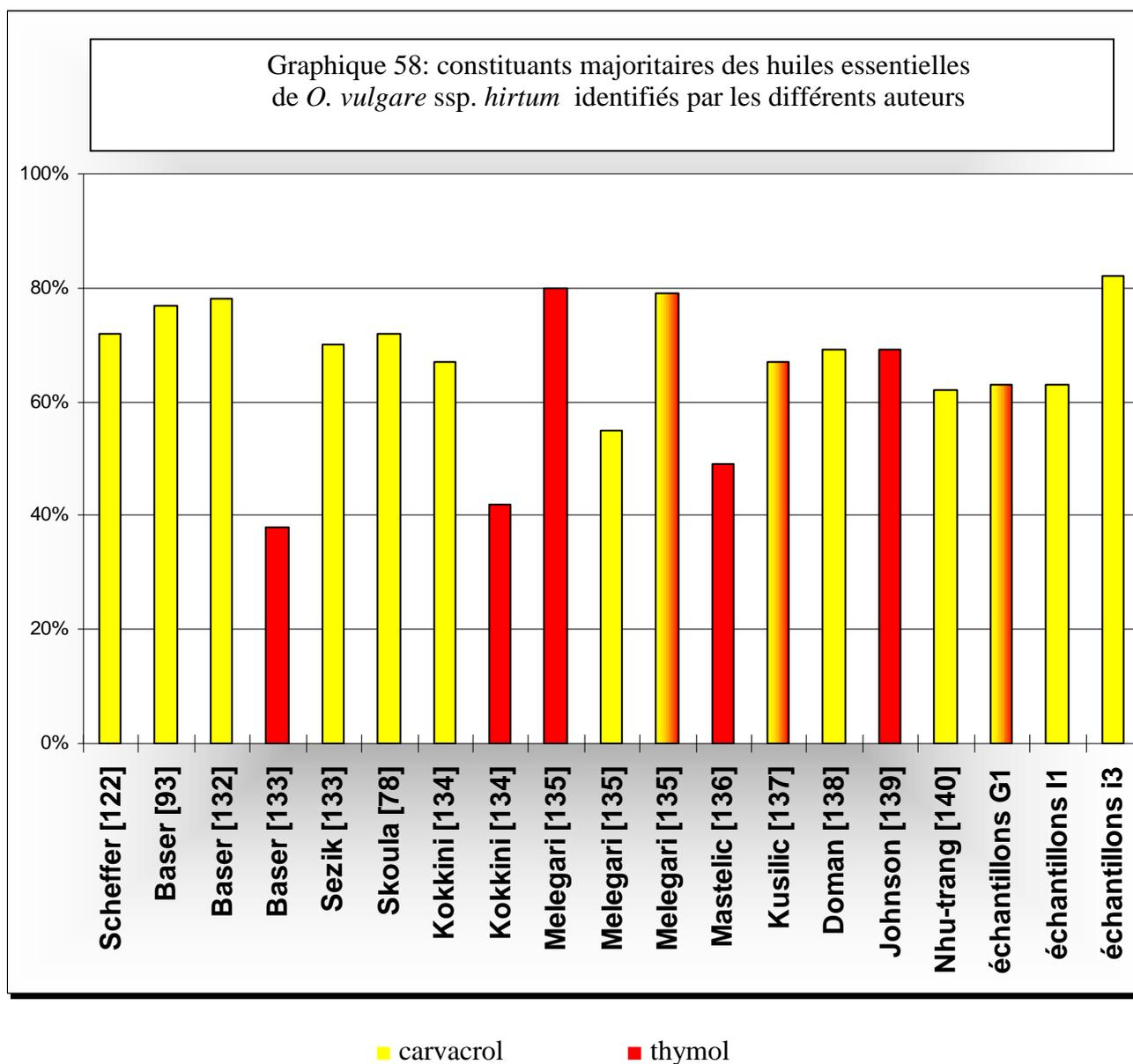
Dorman [138] indique le carvacrol (69,4%) comme composé principal mais ne fait pas référence à l'origine de cet échantillon. La même année, Johnson [139] identifie le carvacrol comme composé majoritaire (69,2 %) dans des huiles essentielles en provenance de Grèce.

En 2006 Nhu-Trang [140] identifie le carvacrol entre 45 et 62 % dans 13 échantillons en provenance de France.

Les résultats obtenus par les différents auteurs montrent que la composition des huiles obtenues à partir de l'espèce *vulgare* ssp. *hirtum*, quelle que soit sa provenance (Crète, Croatie, Grèce, ou Turquie) ou cultivée (Italie, France), est toujours à phénols (thymol ou carvacrol, graphique 58).

Par contre, la proportion de chacun des 2 phénols varie avec la provenance. Les études entreprises par les différents auteurs, ainsi que nos travaux, montrent que les huiles provenant de plants crétois sont composées principalement de carvacrol (55 - 80 %) tandis que celles obtenues à partir de plants cueillis ou cultivés sur le continent (Grèce, Italie, Croatie, Turquie) présentent des taux de carvacrol et de thymol variant pour chacun d'eux de 0 à 75 %.

Ces résultats permettent d'affirmer qu'il existe, pour l'espèce *O. vulgare* ssp. *hirtum*, 3 chémotypes : carvacrol, thymol et carvacrol-thymol.



5.3.3.2. - *Origanum vulgare* L. ssp. *virens* (Hoffmannsegg et Link) Ietswaart

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

On trouve cette sous-espèce de *O. vulgare* entre 100 et 2 200 mètres d'altitude sur des sols secs rocaillieux calcaires et plus ou moins ombragés en Espagne, au Portugal et dans le nord du Maroc. Elle fleurit de mai à août et possède des fleurs blanches (figure 99), moins ornementales que notre origan vulgaire. C'est une sous-espèce qui s'acclimate bien dans nos régions.

Figure 99 : *O. vulgare* ssp. *virens*
détail de la fleur



B. Pasquier CNPMAI

Les populations étudiées présentent une variabilité dans la teneur en huile essentielle (de 0,15 à 2,8 %). Les rendements en matières sèches sont eux aussi variables (de 330 à 1 300 kg/ha), ainsi que ceux en huiles essentielles (1 à 32,5 l/ha).

Nous avons analysé 26 échantillons d'huiles essentielles provenant de 6 populations portugaises et de 4 populations originaires des îles Canaries (figures 100 et 101).

Figure 100 : origine des populations

n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines
466	Portugal	Jardin botanique
466C	Portugal	Jardin botanique
98-060	Portugal	Jardin botanique
02-001	Canaries	Anaga (Ténérife)
02-002	Canaries	route de Teide (Ténérife)
02-003	Canaries	crêtes de l'Anaga (Ténérife)
03-001	Portugal	entre Penela et Tomar
03-002	Portugal	au nord de Santarem
03-003	Portugal	entre Monchique et Alferce
03-004	Canaries	Ténérife

Figure 101 : type de cultures mis en jeu				
n° de population	année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
466	1999	1999	2 répétitions	A1 à A2
		2000	4 pieds	B1 à B4
466C	1999	1999	1 répétition	C1
		2000	1 pied	D1
98-060	1999	1999	1 répétition	E1, E2
		2000	9 pieds	F1 à F9
02-001	2004	2004	1 pied	G1
02-002	2004	2004	1 pied	H1
02-003	2004	2004	1 pied	I1
03-001	2004	2004	1 pied	J1
03-002	2004	2004	1 pied	K1
03-003	2004	2004	1 pied	L1
03-004	2004	2004	1 pied	M1

◆ - Analyse statistique

La quantification des principaux composés des 26 échantillons est consignée en annexe pages 131 et 133 dans les tableaux 79a, 79b et 79c.

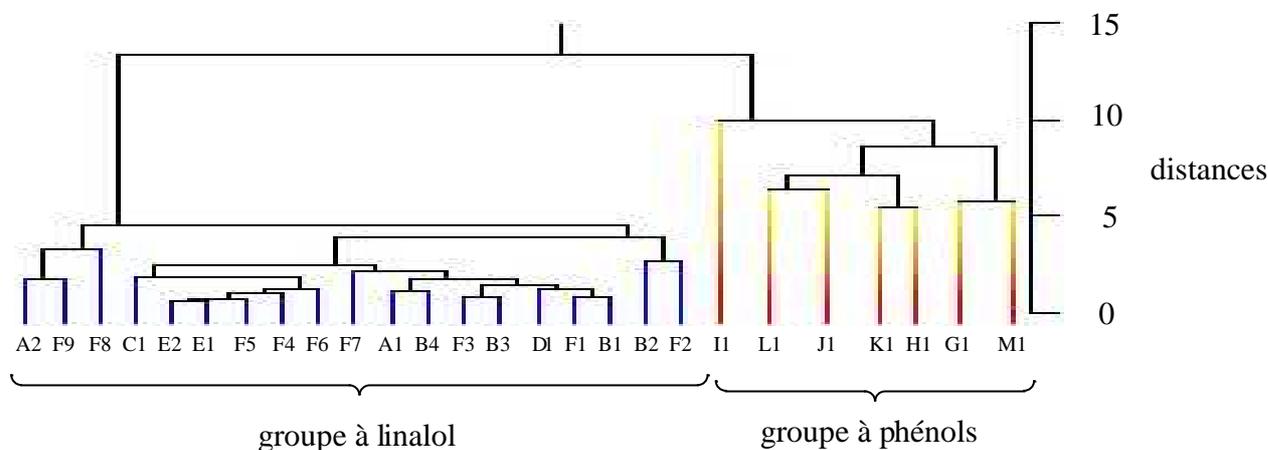


Figure 102a : dendrogramme de la composition des 26 huiles essentielles de *O. vulgare ssp. virens*

Le dendrogramme (figure 102a) montre des distances supérieures à 15 et confirme la présence de 2 groupes : l'un où le linalol est le composé majoritaire et l'autre où les phénols sont majoritaires, l'ACP confirme la présence de ces 2 groupes (figure 102b).

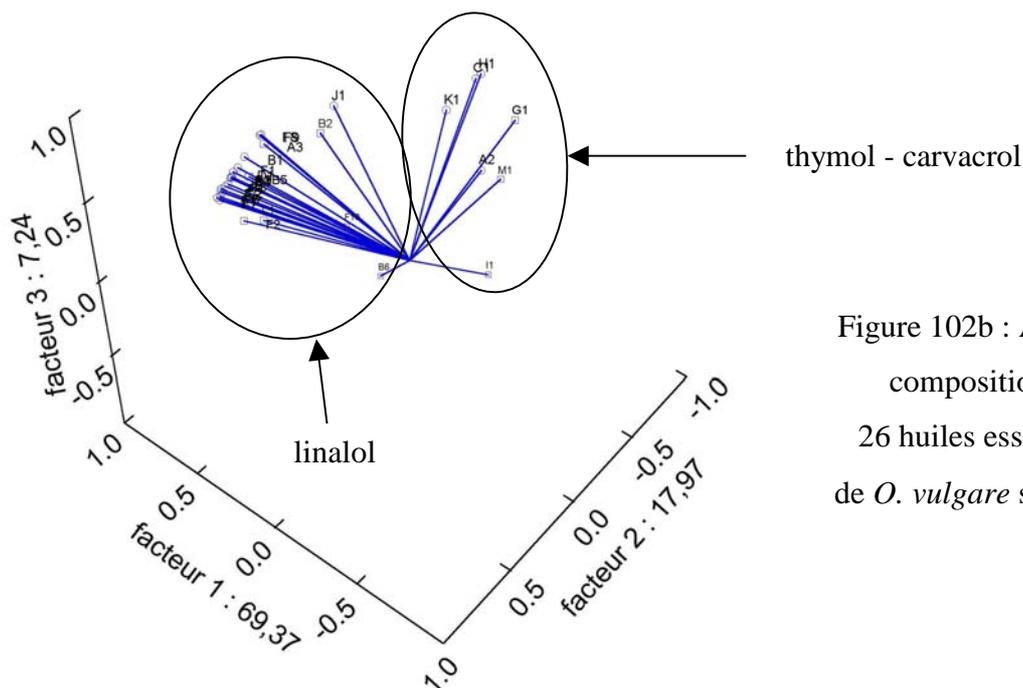


Figure 102b : ACP de la composition des 26 huiles essentielles de *O. vulgare ssp. virens*

On observe, dans la plupart des cas, que les échantillons originaires du Portugal sont à prédominance de linalol (tableau 80), ceux originaires des îles Canaries procurent des huiles à phénols (thymol et carvacrol) avec des variations importantes concernant ces 2 composés (tableau 80).

Tableau 80 : principaux composés des huiles essentielles de <i>O. vulgare ssp. virens</i>					
échantillons originaires du Portugal			échantillons originaires des Canaries		
composés en %	moyenne	écart-type	composés	moyenne	écart-type
linalol	67,93	8,41	carvacrol	31,52	17,88
carvacrol	9,59	7,33	thymol	17,26	16,51

Les analyses effectuées sur les huiles de cette espèce permettent de confirmer la présence d'un groupe à linalol (échantillons portugais) et d'un groupe à prédominance de phénols (échantillons des îles Canaries).

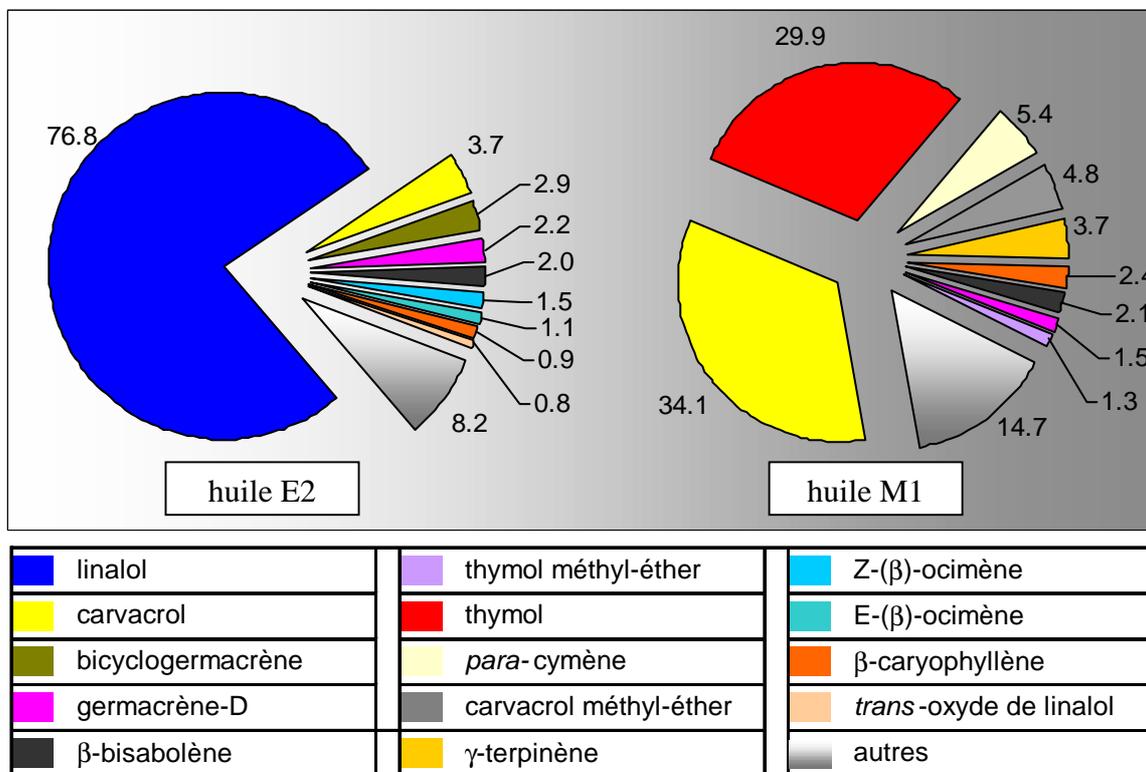
Pour chacun des groupes, nous avons choisi de donner la composition la plus détaillée des échantillons (E2 et M1) pour lesquels nous avons identifié le plus grand nombre de composés.

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyses des huiles essentielles

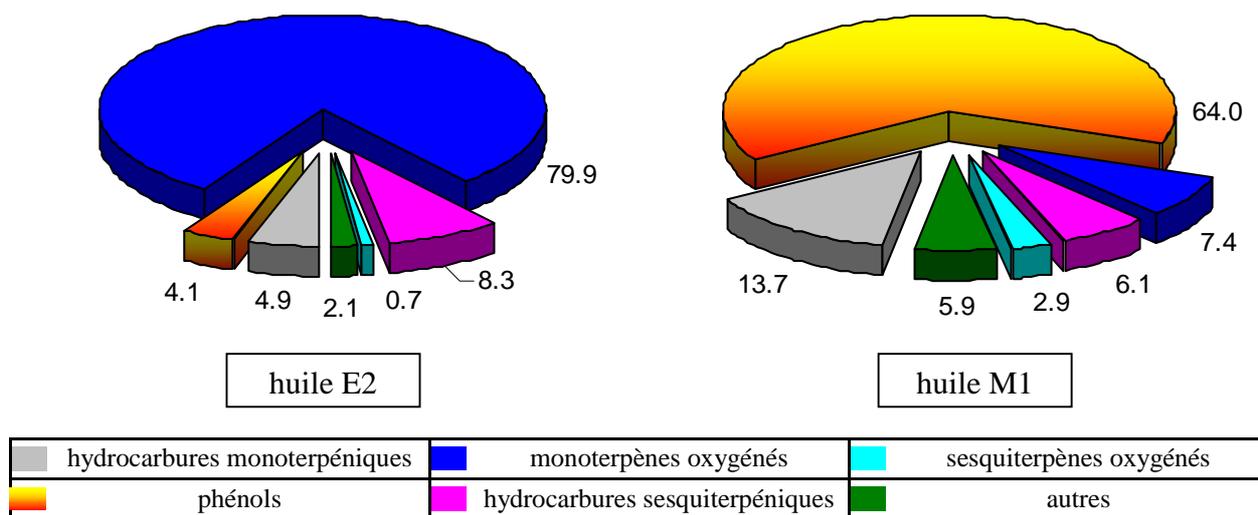
	n 24 D	d 24 4
huile E2	1,4642	0,8561
huile M1	1,4762	quantité d'huile insufisante

Les compositions détaillées des huiles essentielles E2 et M1 et leurs quantifications obtenues par GC/FID sont consignées en annexe pages 135 et 137 dans les tableaux 81 et 82.

Graphique 59 : répartition en % des principaux composés des huiles essentielles de *O. vulgare* ssp. *virens*



Graphique 60 : répartition en % des principales familles de composés des huiles essentielles de *O. vulgare* ssp. *virens*



◆ - Discussion

80 composés ont été identifiés dans l'huile E2 et 60 dans l'huile M1 représentant respectivement 97,9 % et 97,0 %.

- - Dans l'huile E2, (originaire du Portugal), le linalol est majoritaire (76,8 %). 18 hydrocarbures monoterpéniques sont présents, dont les plus importants sont : (E) et (Z)- β -ocimène (1,5 % et 1,1 %), terpinolène (0,8 %) et 5 présents à l'état de traces (< 0,01 %). Il faut signaler la présence de 20 hydrocarbures sesquiterpéniques : bicyclogermacrène (2,9 %), germacrène-D (2,2 %), β -bisabolène (2,0 %) et β -caryophyllène (0,9 %), les autres composés ayant un pourcentage inférieur à 0,2 %.

- - Dans l'huile M1, originaire des îles Canaries, le linalol est en très faible quantité (0,5 %), par contre les phénols (64 %) sont majoritaires : thymol (29,9 %) et carvacrol (34,1 %) représentant les 2 composants majoritaires de l'huile. Les autres composés sont le *para*-cymène et le γ -terpinène (5,4 et 3,7%). On peut aussi noter la présence de méthyl-éthers du thymol et du carvacrol (4,8 et 1,3%).

Melegari [135] a analysé de nombreux échantillons d'huiles essentielles obtenues à partir de plants en provenance d'Italie (en culture, car cette espèce n'existe pas à l'état naturel). Certaines huiles possèdent des taux de linalol très élevés (70,1 %) ; d'autres, de l' α -terpinéol (68,3 %) et dans tous les cas, on observe une faible proportion de phénols (de 0,1 à 15 %). Chalchat [141] a étudié des huiles obtenues à partir de plants en provenance de France pour lesquelles le germacrène-D (22,1%-25,7%) est prépondérant avec le β -caryophyllène (7,2 %-10,6 %) et le sabinène (6,5 %-11,8 %), le linalol étant absent. Alves-Pereira [142] a étudié des huiles obtenues uniquement à partir des feuilles cueillies au Portugal ; elles sont riches en hydrocarbures sesquiterpéniques : δ -élémyène (12,8 %), β -caryophyllène (11,1 %) et germacrène-B (6,6 %), et possèdent des taux moyens de linalol (16,4 %). En 2004, Gaspar [25] a étudié la composition de l'huile essentielle de plantes provenant du Portugal et cite comme principaux composés le thymol (28 %), le carvacrol (18 %), le γ -terpinène (14,0 %), le *para*-cymène (8,0 %) et le linalol (3,0 %).

L'ensemble de tous ces résultats laissent penser qu'il existe pour cette sous-espèce plusieurs compositions, soit alcools monoterpéniques (linalol, α -terpinéol), soit phénols (thymol, carvacrol) ou soit hydrocarbures sesquiterpéniques (germacrène-D, δ -élémyène). Ces différences de compositions mettent en évidence la variabilité pour cette sous-espèce et montrent que pour Ténérife (isolat géographique), les huiles essentielles obtenues sont composées majoritairement de phénols. Par contre, les huiles essentielles obtenues à partir de populations "continentales" renferment le linalol comme composé principal ; il est vrai que le nombre de populations continentales étudiées n'est pas suffisant pour trancher, bien qu'il soit déjà reconnu et admis que la *ssp. virens* du continent (Espagne, Portugal) soit plutôt très majoritairement à linalol.

5.3.3.3. - *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare* Linnaeus

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

C'est l'origan présentant la plus grande aire naturelle de répartition (toute l'Europe, le centre de l'Asie, du Caucase à Taiwan). Il est utilisé comme plante médicinale et comme condiment. Très rustique, les rendements en matière sèche sont d'environ 710 kg/ha, mais par contre il renferme très peu d'huile essentielle (0,2 à 0,3 %). Les rendements en huile sont donc faibles, 1,4 l/ha. Il fleurit de juin à novembre (figure 103).



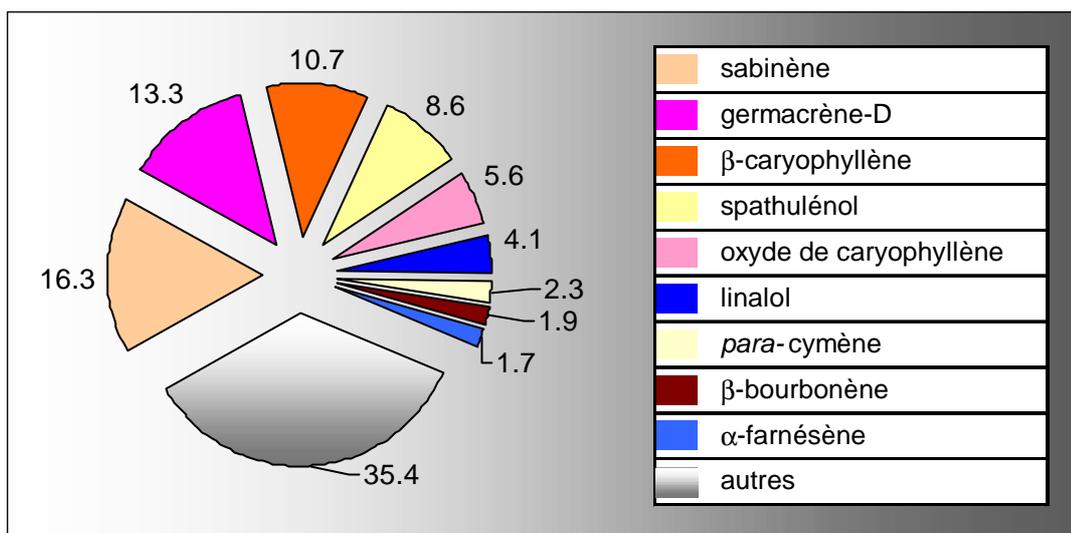
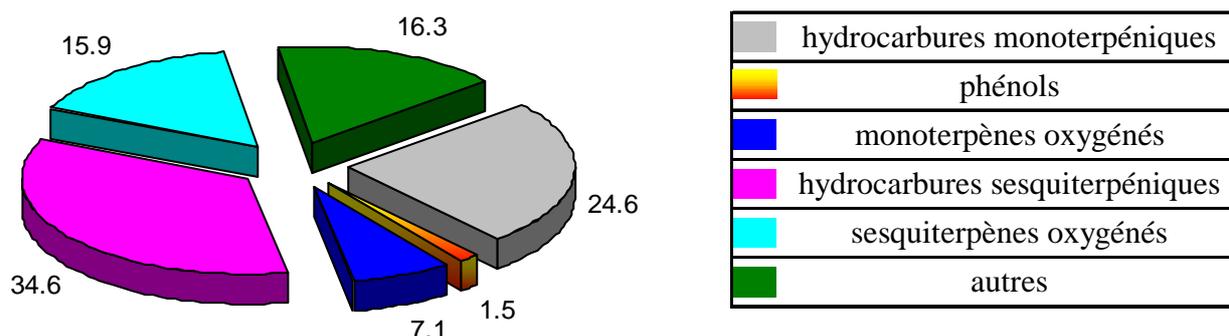
Diverses variétés ornementales ont été sélectionnées, parmi lesquelles il est très difficile de faire une classification correcte. Un seul échantillon a été étudié (figure 104).

Figure 103 : *O. vulgare* ssp. *vulgare*
site naturel

Figure 104 : origine des populations et types de cultures mis en jeu			
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines	
90-001	France	Episy	
année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillon analysé
1999	→ 1999	1 répétition	1

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

Compte tenu de la très faible quantité d'huile obtenue, aucune détermination physique n'a pu être réalisée. La composition détaillée de l'huile essentielle et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe pages 139 et 141 dans le tableau 83.

Graphique 61 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. vulgare* ssp. *vulgare*Graphique 62 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. vulgare* ssp. *vulgare*

◆ - Discussion

106 composés ont été identifiés représentant 92,4% de l'huile essentielle. C'est une huile riche en hydrocarbures monoterpéniques : sabinène (16,3 %), *para*-cymène (2,3 %), *Z*-(β)-ocimène (1,5 %) ou sesquiterpéniques : germacrène-D (13,3 %), β -caryophyllène (10,7 %) et β -bourbonène (1,9 %). La totalité de ces hydrocarbures représente 59,0 %. On retrouve également quelques monoterpènes fonctionnalisés : linalol (4,0 %) terpinène-4-ol (4,8 %). Contrairement aux sous-espèces précédentes, celle-ci comporte des sesquiterpènes fonctionnalisés en quantité plus importante : spathuléol (8,6 %), oxyde de caryophyllène (5,6 %), α -cadinol (1,2 %), humulène-1,2-époxyde (1,2 %), épi- α -cadinol (0,9 %). 86 composés sont présents en faible quantité (< 0,1 %) dont 36 à l'état de traces (< 0,01 %).

L'espèce *vulgare* a été étudiée par de nombreux auteurs [25], [69], [78], [93], [122], [133], [134], [135], [136], [138], [139], [141], [142], [143], [144],[145], [146], [147], [148], [149], [150], [151], et différentes compositions ont été indiquées. Par contre, certains de ces

auteurs ne précisent pas la sous-espèce ; aussi, nous ne citerons ici que les résultats concernant la ssp. *vulgare*, lorsque celle-ci est précisée de façon certaine.

Les résultats de Melegari [135] (tableau 84) montrent une variation importante des pourcentages des principaux composés.

composés en %	éch 1	éch 2	éch 3	éch 4
<i>para</i> -cymène	0,1	10,9	8,7	18,9
1,8-cinéole	<0,1	10,6	0,2	0,1
linalol	0,3	28,3	0,3	0,8
terpinèn-4-ol	0,2	0,1	31,3	13,8
thymol	0,7	39,3	0,1	0,2
β -caryophyllène	17,2	0,6	14,6	18,6

Sezik [133] quantifie le terpinène-4-ol (20,9 %) et le germacrène-D (17,8 %).

Chalchat [145] a analysé plusieurs huiles de cette sous-espèce et mentionne une quantité élevée d'hydrocarbures sesquiterpéniques : germacrène-D (33,0 %), β -bourbonène (20,0 %) et sesquiterpènes fonctionnalisés : oxyde de caryophyllène (20,4%).

Pande [146] obtient une huile riche en γ -muurolène (62,2 %).

Mockute [147] a analysé 10 échantillons en provenance de Lituanie et a identifié de nombreux terpènes et sesquiterpènes en proportion importante : sabinène (6,4-14 %), (Z)- β -ocimène (6,2-11,0 %), (E)- β -ocimène (14,9-21,6 %), β -caryophyllène (10,8-15,4 %), germacrène-D (10,0-16,9 %). Nos résultats sont proches de ceux de Mockute mais différents de ceux des autres auteurs. Ce même auteur, en 2003 [148], a entrepris une étude plus approfondie sur des échantillons provenant de 2 régions distinctes de Lituanie, les composés cités ci-dessus ont été trouvés dans les mêmes proportions.

Sahin [150] a étudié la composition d'un échantillon en provenance de Turquie, et trouve des pourcentages sensiblement identiques à ceux obtenus dans nos travaux : β -caryophyllène (14,4 %), germacrène-D (8,1 %) et β -bourbonène (1,3 %), terpinène-4-ol (2,4 %), oxyde de caryophyllène (5,8 %) et spathulénol (11,6 %).

Tous ces résultats montrent bien la variabilité de la composition des huiles essentielles en fonction de la provenance géographique.

Les huiles de cette sous-espèce sont le plus souvent composées d'hydrocarbures mono et sesquiterpéniques, elles contiennent en quantités importantes des sesquiterpènes oxygénés (oxyde de caryophyllène, spathulénol), et de faibles quantités de composés phénoliques. Seul Melegari [135] a trouvé un échantillon renfermant 39,3 % de carvacrol.

5.3.3.4. - *Origanum vulgare* L. ssp. *gracile* (Koch) Ietswaart

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

Cette sous-espèce est originaire de l'Est de la Turquie, du nord de l'Irak, du nord-est de l'Iran, du nord-est de l'Afghanistan et du centre de la Russie. Elle pousse dans les régions montagneuses entre 1 000 et 3 000 mètres d'altitude, dans des habitats divers, de préférence sur des sols calcaires et fleurit de juin à septembre (figure 105).



Figure 105 : *O. vulgare* L ssp. *gracile* en culture

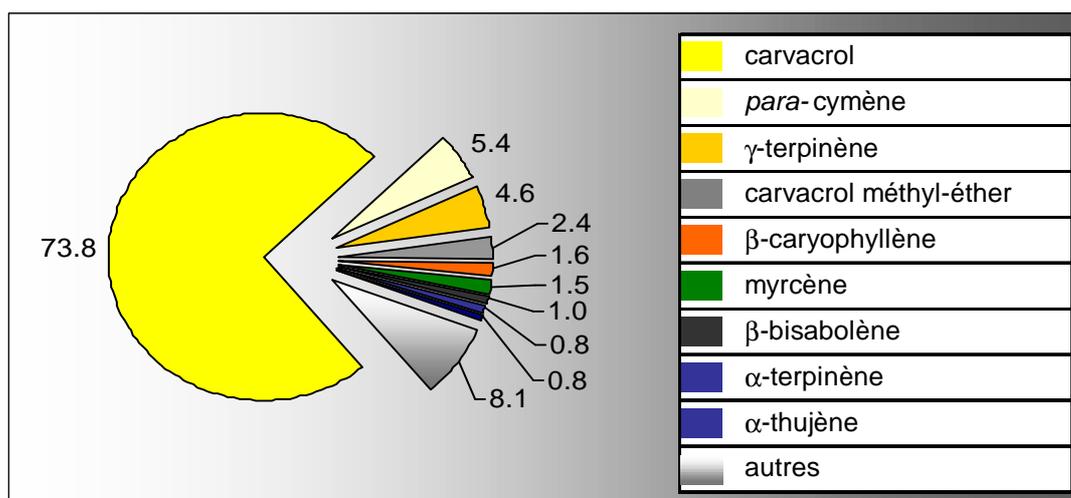
Un seul échantillon d'huile essentielle a été obtenu à partir d'un seul pied (figure 106), dans ce cas la teneur en huile essentielle est de 1,10 %.

Figure 106 : origine des populations et types de cultures mis en jeu			
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines	
-	Turquie	Munzu Dad, vallée de la Munzur, au nord d'Elazig, est de la Turquie	
année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillon analysé
2002	→ 2002	1 pied	1

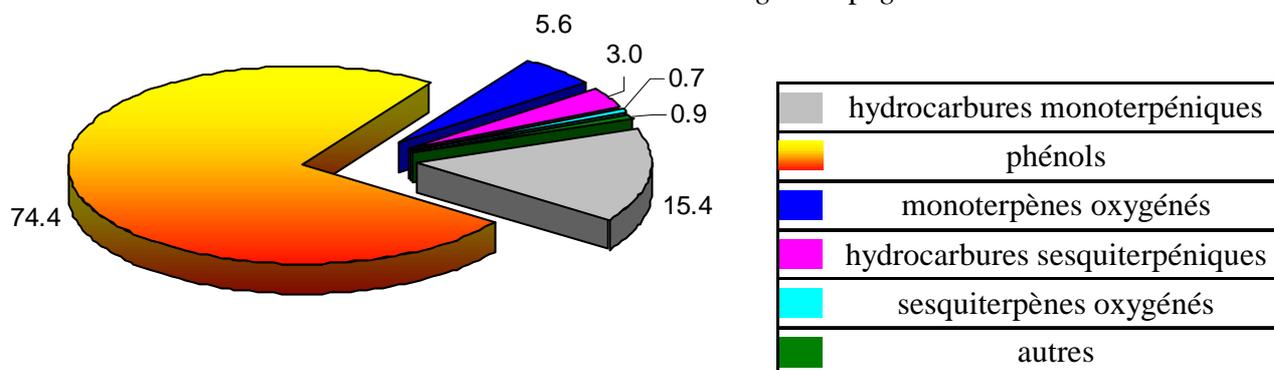
◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

Compte tenu de la très faible quantité d'huile obtenue, aucune détermination physique n'a pu être réalisée. La composition détaillée de l'huile essentielle et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 141 dans le tableau 85.

Graphique 63 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. vulgare* ssp. *gracile*



Graphique 64 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. vulgare* ssp. *gracile*



◆ - Discussion

48 composés ont été identifiés représentant 99,1% de l'huile essentielle. Elle se caractérise par le pourcentage très élevé de carvacrol (73,8 %), les autres constituants étant le *para*-cymène (5,4 %), le γ -terpinène (4,6 %) et le carvacrol méthyl-éther (2,4 %).

L'étude faite en Italie par Melegari [135] montre que le thymol est le composé majoritaire (79,4 %). Sezik [133] a identifié dans des huiles en provenance de Turquie de nombreux sesquiterpènes présents en grande quantité (β -caryophyllène 17,5 %, germacrène-D 12,8 %, β -bisabolène 5,5 %) ; par contre, le carvacrol et le thymol sont minoritaires (1,5 et <0,10%). Il faut aussi noter la présence de Z et E- β -ocimène (5,1 et 5,9 %). L'étude faite par Chalchat [141] se rapproche plus des résultats obtenus par le précédent auteur : germacrène-D (13,7 %) et sabinène (26,0 %), thymol et carvacrol étant en quantité négligeable (0,6 et 0,4 %).

D'après nos études et celles des auteurs, on pourrait proposer au moins l'existence de 2 types de composition chimique : type à phénols (thymol, carvacrol), et type à sesquiterpènes (β -caryophyllène, germacrène-D).

5.3.3.5. - *Origanum vulgare* L. ssp. *viride* (Boissier) Hayek

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

Cette sous-espèce est originaire de Turquie, mais existe aussi en Corse, Sardaigne et dans l'est de la Chine. Elle pousse entre 0 et 3 000 mètres d'altitude. Les fleurs sont le plus souvent blanches avec des reflets roses (figure 107). Elle fleurit de mai à octobre.



Figure 107 : *O. vulgare* ssp. *viride*
site naturel

Deux échantillons d'huile essentielle ont été obtenus à partir de 2 pieds (figures 108 et 109), dans ce cas la teneur en huile essentielle est de 0,22 % et 0,21%.

Figure 108 : origine des populations

n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines
00-022	Turquie	Savsat (entre Ardahan et Artvin
00-024	Turquie	entre Orf et Caykara

Figure 109 : type de cultures mis en jeu

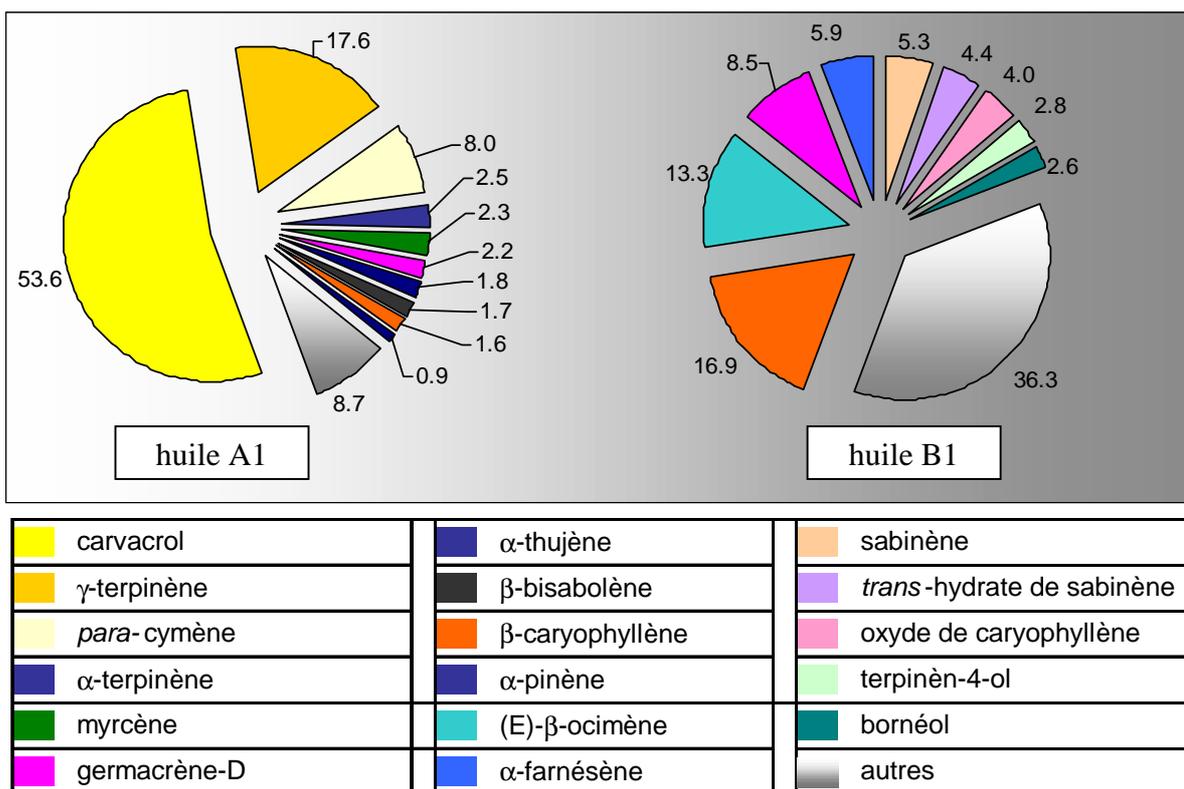
n° de population	année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
00-022	2004	→ 2004	1 pied	A1
00-024	2004	→ 2004	1 pied	B1

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyses des huiles essentielles

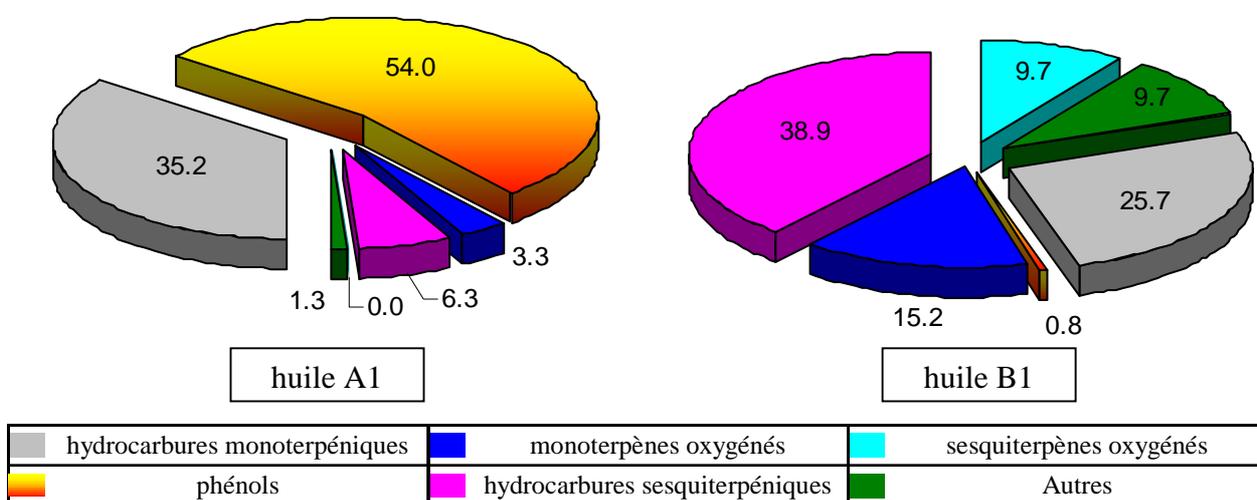
Compte tenu de la très faible quantité d'huile, aucune détermination physique n'a pu être réalisée.

Les compositions détaillées des huiles essentielles A1 et B1 et leurs quantifications obtenues par GC/FID sont consignées en annexe pages 143 et 145 dans les tableaux 86 et 87.

Graphique 65 : répartition en % des principaux composés des huiles essentielles de *O. vulgare ssp. viride*



Graphique 66 : répartition en % des principales familles de composés des huiles essentielles de *O. vulgare ssp. viride*



◆ - Discussion

34 composés ont été identifiés dans l'huile A1 et 50 dans l'huile B1, représentant respectivement 98,9 % et 90,4 % des échantillons.

- - L'huile A1 est caractérisée par la présence de carvacrol en quantité importante (53,6 %), associé au *para*-cymène (17,6 %) et au γ -terpinène (8,0 %) Les hydrocarbures sesquiterpéniques représentent 6,3 %, les plus importants sont le germacrène-D (2,2 %) et le β -bisabolène (1,6 %). Aucun sesquiterpène oxygéné n'est présent, même à l'état de traces.

● - L'huile B1 contient 2 composés majoritaires, le (E)- β -ocimène (13,3 %) et le β -caryophyllène (16,9 %). Les composés tels que carvacrol, γ -terpinène et *para*-cymène ne sont présents qu'en très faible quantité : respectivement 0,7 %, 0,8 % et 1,5 %, ainsi que les composés phénoliques (0,8 %). 11 sesquiterpènes oxygénés ont été identifiés dont les plus importants sont l'oxyde de caryophyllène (4,0 %) et le *cis*-muurolo-5-ène-4- α -ol (2,7 %).

Arnold [83] a étudié 2 huiles essentielles provenant de *O. vulgare* L. ssp. *viridulum* Nyman qui est un synonyme de *O. vulgare*. ssp. *viride*. Elles sont constituées majoritairement de thymol (61,0 - 69,1 %) et de carvacrol (11,3 - 10,4 %). L'étude de Sezik [133] sur des échantillons en provenance de Inogöl en Turquie montre des résultats différents de ceux du précédent auteur. En effet, le terpinène-4-ol est majoritaire (16,8 %), associé au germacrène-D (15,9 %). L'auteur montre cependant l'importance des hydrocarbures sesquiterpéniques (30 %) : α -humulène (3,2 %), α -farnésène + δ -cadinène (5,7 %) et des sesquiterpènes oxygénés (10 %) : α -cadinol (3,8 %), spathuléol (1,2 %).

Les résultats de nos travaux montrent des compositions totalement différentes sur 2 populations distinctes. De plus la discordance des résultats entre les différents auteurs ne permet pas d'établir avec certitude une composition chimique de l'huile essentielle de cette sous-espèce de *Origanum vulgare*.

Nos travaux et ceux des précédents auteurs nous permettent de proposer l'existence d'au moins 2 types de composition chimique : soit phénols majoritaires (thymol et carvacrol), soit sesquiterpènes.

Discussion générale sur la section *Origanum*

Le graphique 69 établit la comparaison de la composition des huiles essentielles dans la section *Origanum* en tenant compte de leurs principaux constituants.

Sur les 5 sous-espèces étudiées, 4 (*hirtum*, *virens*, *gracile*, et *viride*) possèdent des huiles essentielles présentant des taux de carvacrol importants, de 30 à 70 %.

La sous-espèce *hirtum* présente au moins 2 chémotypes, ce que confirment les auteurs [78], [93], [122], [132], [133], [134], [136], [137], [138], [139] [140]. Nos travaux et ceux de Melegari [135] ont permis de mettre en évidence 3 chémotypes (thymol, carvacrol, thymol-carvacrol).

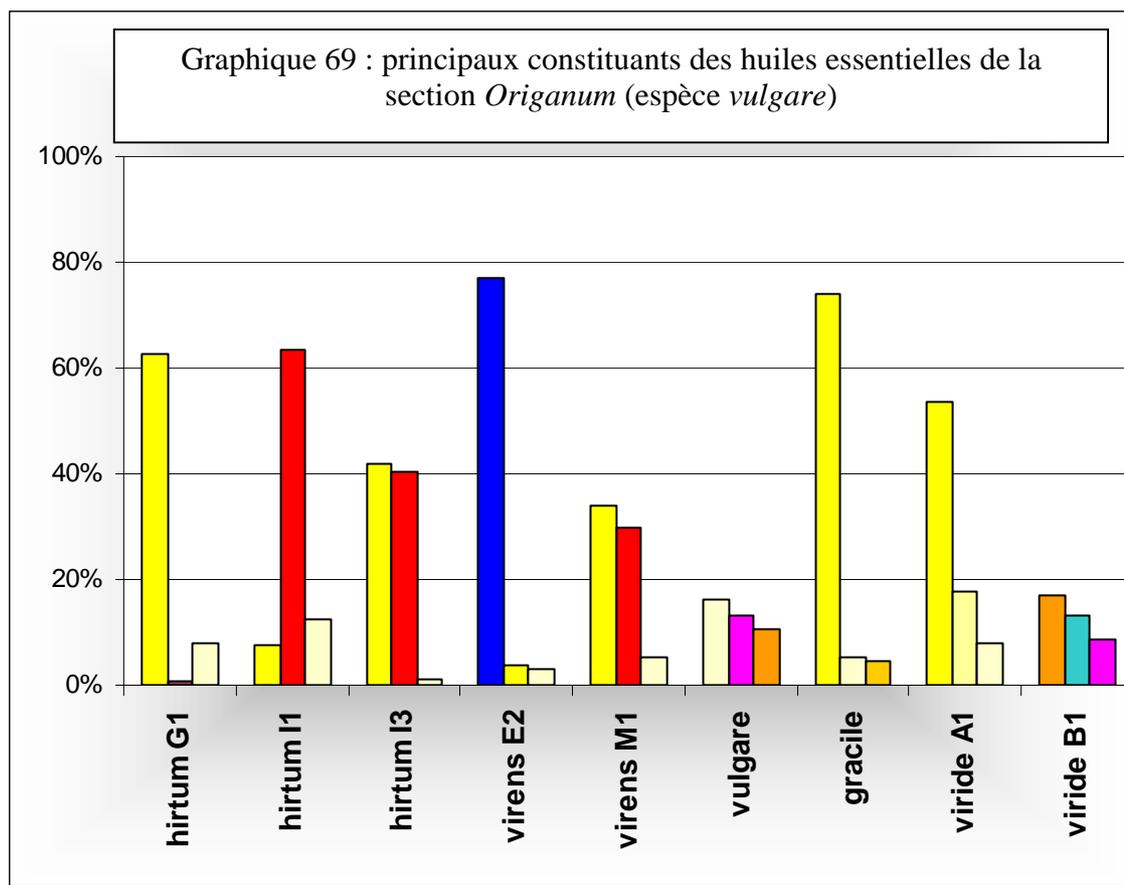
La ssp. *virens* présente 2 compositions différentes (linalol ou phénols majoritaires). Les études entreprises par les différents auteurs [25], [135], [141] et [142] montrent que la variabilité de la composition est en relation avec l'origine : alcools monoterpéniques pour une provenance du continent (Portugal, Espagne) et phénols pour des isolats géographiques (îles Canaries).

La sous-espèce *vulgare* est la seule à présenter une composition avec très peu de phénols. Les principaux composés sont des sesquiterpénoïdes, ce qui est confirmé par les différentes études [133], [145], [146], [147], [148] et [150]. Une seule étude montre qu'un échantillon cultivé en Italie contient une quantité importante de thymol [135].

La sous-espèce *gracile* est de type à carvacrol, mais d'autres auteurs mentionnent aussi la présence de type à thymol [135] et à sesquiterpénoïdes [133] et [141].

La sous-espèce *viride* possède 2 types de composition, l'une à carvacrol et sesquiterpénoïdes [133] et l'autre à thymol [83].

Les espèces composant cette section ne présentent pas d'uniformité de composition de leurs huiles essentielles, en effet on observe la présence de différents composés majoritaires : carvacrol, thymol, linalol ou sesquiterpénoïdes.



- carvacrol ■ thymol ■ linalol ■ para-cymène ■ γ-terpinène
- sabinène ■ germacrène-D ■ (E)-β-ocimène ■ β-caryophyllène

5.3.4. - Section *Prolaticorolla* Ietswaart

5.3.4.1. - *Origanum compactum* Bentham

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

Cette espèce principalement originaire du Maroc et du sud de l'Andalousie pousse de façon naturelle sur des terrains rocailloux secs, plutôt calcaires, jusqu'à 700 mètres d'altitude. On la trouve aussi dans le sud de l'Espagne (figure 110). Elle se développe quelquefois entre les arbres et les arbustes et fleurit de juin à août. Après seulement une année de multiplication, (graines obtenues en fécondation libre au CNPMAI sur des plantes issues de boutures prélevées au Maroc), les plantes filles obtenues semblent complètement dégénérées. La plante supporte assez bien les hivers rigoureux en pleine terre. Sa croissance est assez rapide et les rendements en matière sèche variables (410 – 1 210 kg/ha), les teneurs en huile essentielle sont homogènes (3,1 à 3,6 %), les rendements en huile essentielle varient de 15 à 44,5 l/ha. Notons que cet origan ne paraît pas être intéressant pour un usage ornemental.



Figure 110 : *O. compactum* avant floraison (site naturel)

Nous avons analysé 3 échantillons d'huile essentielle provenant de la distillation de plants obtenus à partir d'une seule population marocaine (figures 111 et 112).

Figure 111 : origine des populations				
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines		
98-040	Maroc	issues des cultures du CNPMAI		
Figure 112 : type de cultures mis en jeu				
n° de population	année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
98-040	1999	→ 1999	1 répétition	A1
		→ 2000	2 pieds	B1, B2

La quantification des principaux composés des 3 échantillons est consignée en annexe page 147 dans le tableau 89. L'échantillon A1 obtenu à partir de la répétition de 1999 contient principalement le carvacrol (55,9 %). Les 2 échantillons d'huile essentielle issus de la même population, mais récoltés et distillés à partir de pieds distincts en 2000, sont identiques à l'huile essentielle A1 (tableau 88).

Nous avons choisi de donner la composition détaillée de l'échantillon A1 pour lequel nous avons identifié le plus grand nombre de composés.

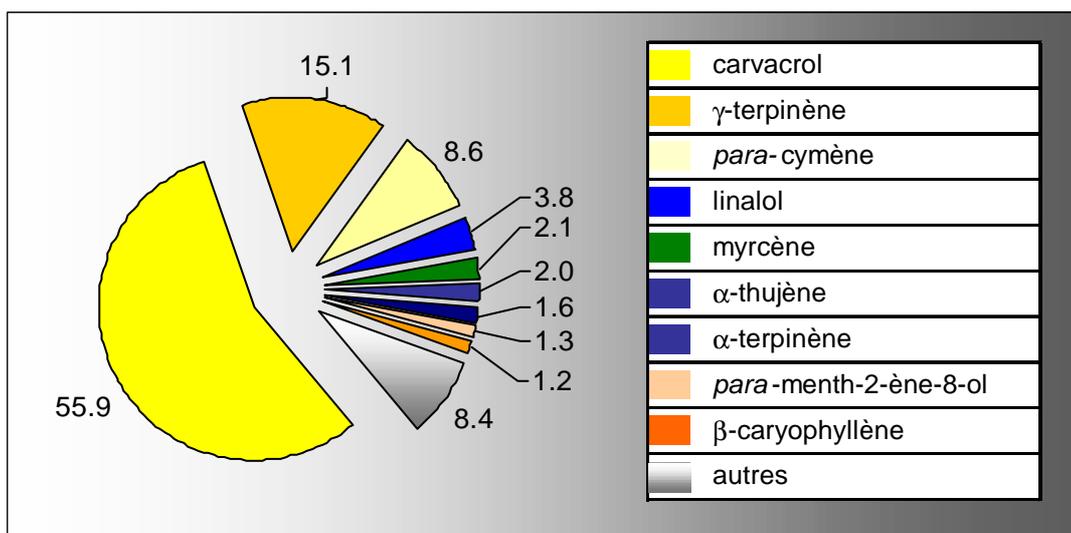
composés en %	1999	2000	
	A1	B1	B2
carvacrol	55,91	60,95	60,56
<i>para</i> -cymène	8,57	11,42	11,99

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

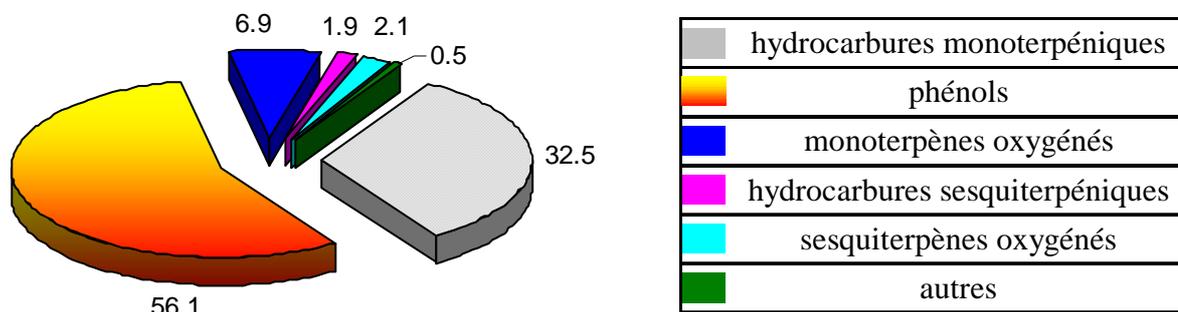
n	24	d	24
D			4
	1,5015		0,986

La composition détaillée de l'huile essentielle et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 149 dans le tableau 90.

Graphique 68 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. compactum*



Graphique 69 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. compactum*



◆ - Discussion

56 composés ont été identifiés représentant 99,5 % de l'huile. Le carvacrol majoritaire (55,9 %), le γ -terpinène (15,1 %) et le *para*-cymène (8,6 %), représentent 80% de l'huile. Les autres composés sont des monoterpénoïdes : linalol (3,8 %), myrcène (2,1 %), *para*-menth-2-ène-8-ol (1,3 %) et α -pinène (0,9 %). 13 hydrocarbures sesquiterpéniques sont identifiés, représentés principalement par le β -caryophyllène (1,2 %), 7 sont \leq à 0,1 %, les autres étant présents à l'état de traces $<$ 0,01 %. Les sesquiterpènes fonctionnalisés représentent au total 2,1% avec en particulier l'humulène 1,2 époxyde (0,6 %), l' α -cadinol (0,3 %) et l' α -bisabolol (0,3%).

Un échantillon, en provenance du Maroc, analysé par Charai [102] et [152], contient 49,5 % de carvacrol. Bouchra [153], montre l'homogénéité de l'espèce avec des taux de composés similaires (carvacrol 58,1%, *para*-cymène 11,4%, et γ -terpinène 7,1%). Plus récemment, en 2003, Jeannot [154] a étudié l'hydrolat de *O. compactum* et après extraction à l'éther, montre la prépondérance du carvacrol (55 - 76 %). Récemment Nhu-Trang [140] a quantifié dans des huiles essentielles en provenance du Maroc des taux de carvacrol importants (60 %). La composition de l'huile essentielle de notre échantillon est voisine de celles proposées par les différents auteurs.

L'ensemble de ces résultats bien que fragmentaires permettent, *a priori*, de confirmer la prépondérance du carvacrol comme composé majoritaire de l'huile essentielle de cette espèce.

5.3.4.2. - *Origanum ehrenbergii* Boissier

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

Plante endémique des montagnes du Liban (jusqu'à 1 500 mètres d'altitude), on la rencontre dans les garrigues sèches rocailleuses-rocheuses calcaires ainsi que sous des pinèdes claires sur sol acide.



Figure 113 : *O. ehrenbergii*
(culture)

Le port est d'abord tapissant, de nombreuses hampes florales dressées se développent pour donner une floraison abondante de juin à juillet (figure 113). C'est une plante très utilisée comme condiment dans les zones où elle croît naturellement. Son arôme est cependant jugé un peu trop fort par rapport à celui de *O. syriacum* plus largement consommé. La culture de cet origan s'apparente *a priori*, à celle de notre origan vulgaire. Les teneurs en huile essentielle sont comprises entre 3,3 et 5,2 %, les rendements en matière sèche varient de 470 à 1 065 kg/ha, les rendements en huile essentielle sont approximativement de 18,5 à 32,5 l/ha.

Nous avons analysé 43 échantillons d'huiles essentielles provenant de la distillation de plants obtenus à partir de 4 populations libanaises distinctes (figures 114 et 115).

Figure 114 : origine des populations		
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines
98-011	Liban	entre Aaqoura et Laqlouq
98-012	Liban	entre Choueir et Bolonia
98-034	Liban	centre de Barouk
98-068	Liban	ouest de Barouk

Figure 115 : type de cultures mis en jeu				
n° de population	année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
98-011	1999	1999	3 répétitions	A1 à A3
		2000	6 pieds	B1 à B6
	2001	2001	23 pieds	C1 à C23
98-012	1999	1999	3 répétitions	D1 à D3
		2000	3 pieds	E1 à E3
98-034	1999	1999	3 répétitions	F1 à F3
98-068	2000	2000	2 pieds	G1 à G2

◆ - Analyse statistique

La quantification des principaux composés des 43 échantillons est consignée en annexe pages 151, 153 et 155 dans les tableaux 91a, 91b, 91c, 91d et 91e.

● - Tous échantillons confondus

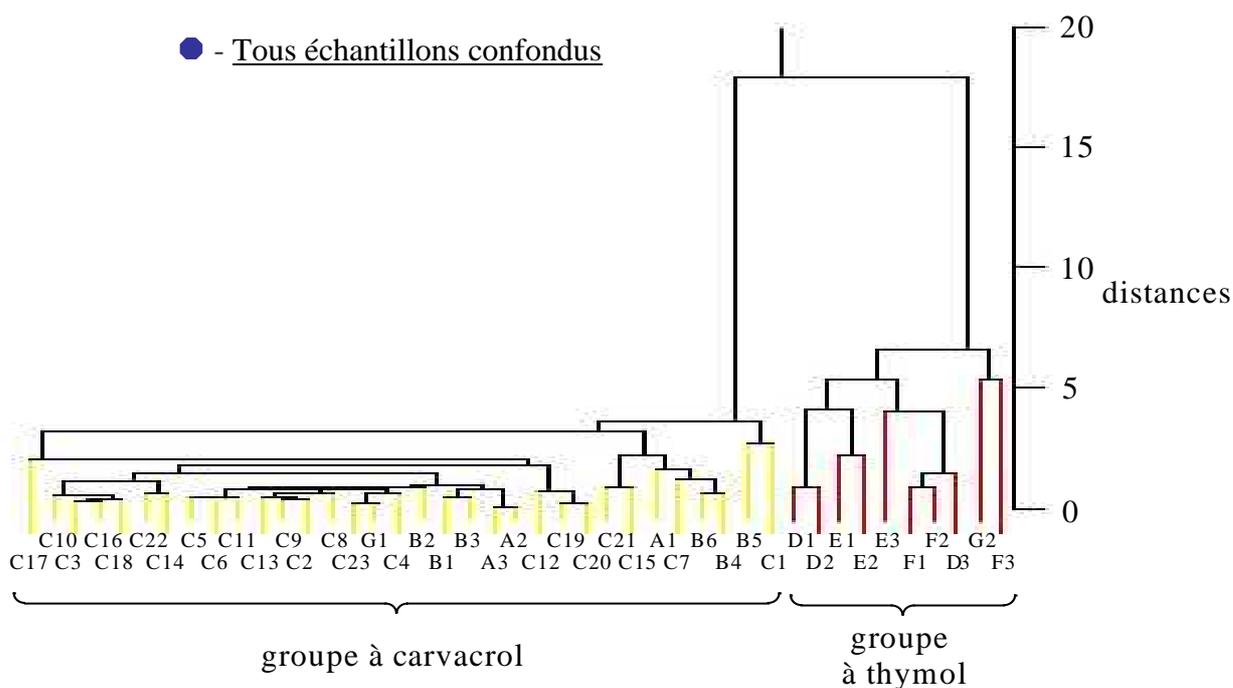


Figure 116a : dendrogramme de la composition des 43 huiles essentielles de *O. ehrenbergii*

Les distances observées sur le dendrogramme (supérieures à 15) montrent la présence de 2 groupes : l'un où le carvacrol (60-89 %) est majoritaire et l'autre où le thymol (30-73 %) est le composé principal, l'étude ACP confirme cette observation (figures 116a et 116b).

Les huiles essentielles de *O. ehrenbergii* sont caractérisées par la présence de 2 chémotypes : l'un à thymol, l'autre à carvacrol.

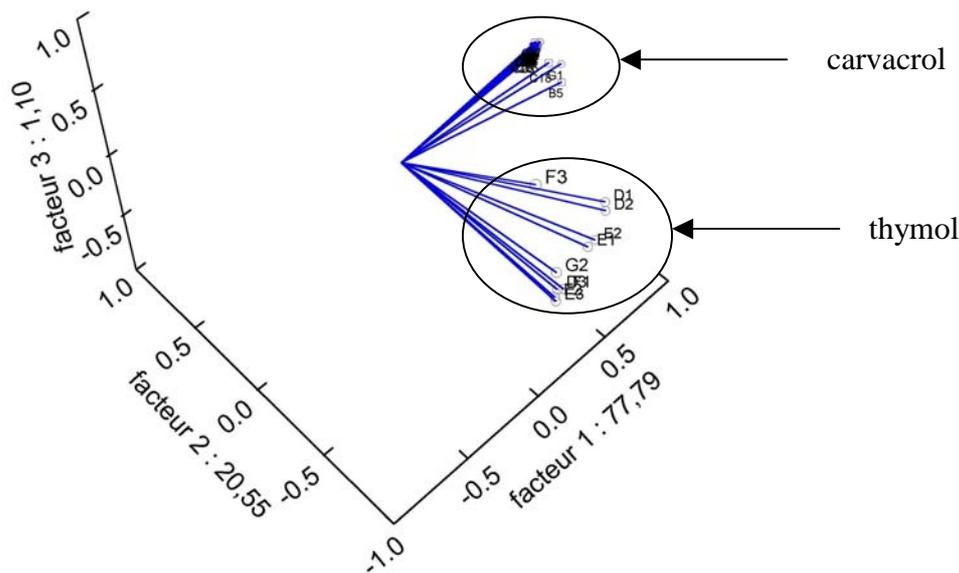


Figure 116b : ACP de la composition des 43 huiles essentielles de *O. ehrenbergii*

4 populations de même origine géographique ont été étudiées. Nous avons comparé les moyennes des teneurs des principaux composés (carvacrol, *para*-cymène et thymol) d’après le test du Student.

Tableau 92 : résultats des tests de Student appliqués aux 4 populations de <i>O. ehrenbergii</i> originaire du Liban						
	entre 98-011 et 98-012		entre 98-011 et 98-034		entre 98-011 et 98-068	
	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique
carvacrol	20,02	1,96	26,59	1,96	8,86	1,96
<i>para</i> -cymène	-7,38		-6,69		-8,33	
thymol	-21,3		-18,15		-9,97	
composés	entre 98-012 et 98-034		entre 98-012 et 98-068		entre 98-034 et 98-068	
	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique
carvacrol	2,19	2,37	-1,32	2,45	-1,89	3,18
<i>para</i> -cymène	-1,55		-1,27		0,46	
thymol	0,17		2,29		1,68	

Les résultats (tableau 92) montrent que les valeurs obtenues pour la population 98-011, comparées aux 3 autres, sont très supérieures aux valeurs théoriques, ce qui confirme que la population 98-011 est différente. Par contre, le test de Student appliqué aux populations (98-012, 98-034 et 98-068) montre des valeurs inférieures aux valeurs théoriques : ces 3 populations sont donc semblables.

Les 3 populations 98-012, 98-034 et 98-068 semblables *a priori*, présentent quand même une hétérogénéité ; en effet, certains échantillons contiennent le carvacrol comme composé majoritaire, tandis que d'autres contiennent le thymol (tableaux 93 et 94).

composés en %	Tableau 93 : principaux composés des huiles essentielles de <i>O. ehrenbergii</i> issus de la population 98-012					
	D1	D2	D3	E1	E2	E3
carvacrol	21,18	22,5	2,11	14,26	24,07	3,63
thymol	35,17	38,34	52,39	49,90	53,65	72,94

Tableau 94 : principaux composés des huiles essentielles de <i>O. ehrenbergii</i> issus des populations 98-034 et 98-068					
composés en %	population 98-068		population 98-034		
	G1	G2	F1	F2	F3
carvacrol	55,14	2,88	4,90	1,56	2,43
thymol	13,11	40,87	59,16	58,75	28,51

Les résultats du test de Student montrent que, malgré des différences de composition portant principalement sur le composé majoritaire, ces populations sont semblables

● - Entre années de culture

Concernant la population 98-011, nous avons aussi comparé, par le test de Student, les valeurs des moyennes obtenues pour le carvacrol et le *para*-cymène, lors des 3 années de récolte (tableau 94).

L'étude des résultats de la composition des 3 répétitions A1, A2 et A3 de la population 98-011 montre qu'elles possèdent un composé majoritaire commun, le carvacrol (76 %). 6 pieds de cette même population ont été récoltés et distillés individuellement en 2000 (B1 à B6) et donnent des huiles essentielles avec des pourcentages de carvacrol élevés (60 - 80 %). Des pieds de cette même population ont été repiqués en 2001 (23 pieds de C1 à C23), tous donnent comme précédemment des huiles essentielles avec des pourcentages de carvacrol élevés (67 - 88 %).

Tableau 95 : résultats des tests de Student appliqués à la population 98-011 de <i>O. ehrenbergii</i> originaire du Liban 3 années successives						
composés	entre 1999 et 2000		entre 1999 et 2001		entre 2000 et 2001	
	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique	valeur trouvée	valeur théorique
carvacrol	0,77	2,37	-1,33	2,06	-2,74	2,05
<i>para</i> -cymène	1,37		2,70		1,72	

Le test de Student (tableau 95) montre que les valeurs obtenues sont inférieures ou proches de la valeur théorique et confirme que la composition d'une huile essentielle obtenue à partir d'une population bien définie ne varie pas d'une année à l'autre.

L'analyse statistique a permis de montrer l'existence de seulement 2 chémotypes (thymol et cavacrol) en faisant apparaître une autre possibilité de composition (*para*-cymène et γ -terpinène).

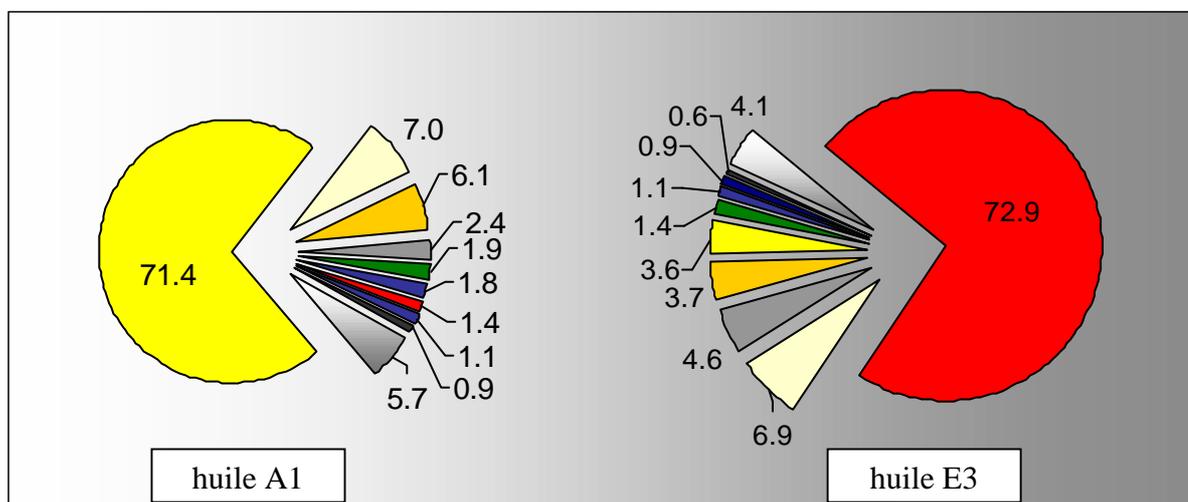
Pour chacun des groupes, nous avons choisi de donner la composition la plus détaillée des échantillons A1 et E3 pour lesquels nous avons identifié le plus grand nombre de composés.

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyses des huiles essentielles

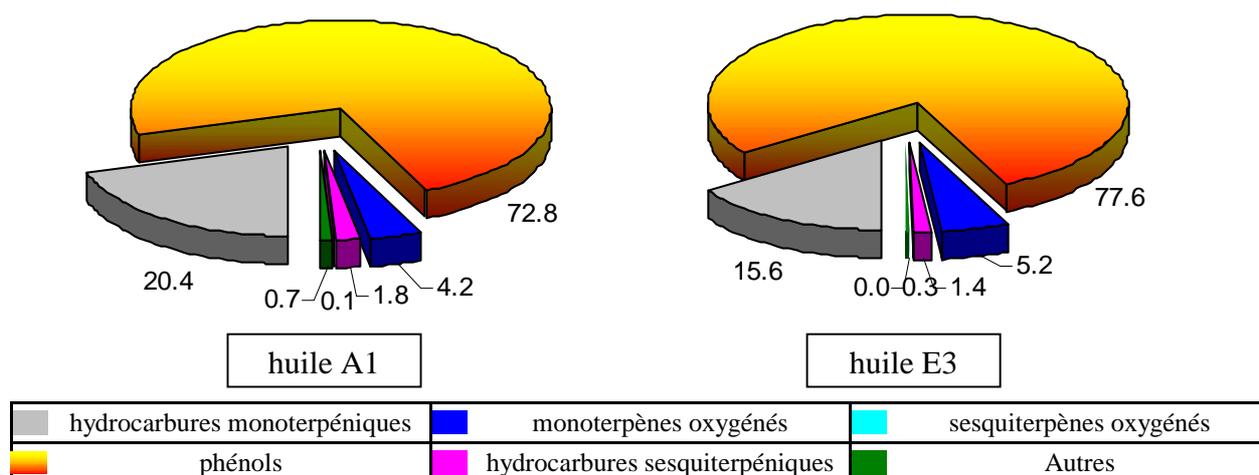
	n ²⁴ D	d ²⁴ 4
huile A1	1,5092	0,961
huile E3	1,4849	0,975

Les compositions détaillées des huiles essentielles A1 et E3 et leurs quantifications obtenues par GC/FID sont consignées en annexe pages 157 et 159 dans les tableaux 96 et 97.

Graphique 70 : répartition en % des principaux composés des huiles essentielles de *O. ehrenbergii*



carvacrol	α -thujène	(Z)- β -ocimène
<i>para</i> -cymène	thymol	(E)- β -ocimène
γ -terpinène	terpinèn-4-ol	β -caryophyllène
carvacrol méthyl-éther	β -bisabolène	<i>trans</i> -oxyde de linalol
myrcène	α -terpinène	autres

Graphique 71 : répartition en % des principales familles de composés des huiles essentielles de *O. ehrenbergii*

◆ - Discussion

60 et 62 composés ont été identifiés représentant respectivement 98,9 % et 98,4 % des huiles A1 et E3. L'huile essentielle A1 se compose principalement de carvacrol (71,4%), de γ -terpinène (6,0 %), de *para*-cymène (7,0 %) et de carvacrol méthyl-éther (2,4 %). De nombreux sesquiterpènes (12) sont présents à l'état de traces, seul le β -bisabolène atteint une teneur de 1,3 %.

Dans l'huile essentielle E3, le thymol est largement majoritaire (72,9 %), avec 3 autres composés, le *para*-cymène (6,9 %), le γ -terpinène (3,7 %) et le carvacrol méthyl-éther (4,6 %). 15 hydrocarbures sesquiterpéniques ont été identifiés, les plus importants sont le β -bisabolène (0,6 %) et le β -caryophyllène (0,4 %), les autres étant seulement présents à l'état de traces.

Aucune donnée bibliographique n'est disponible à ce jour, il est donc difficile de pouvoir donner des conclusions définitives sur cette espèce. Les résultats de nos travaux sembleraient montrer qu'il existe un chémotype à carvacrol et un autre à thymol. Ce dernier contient des pourcentages de thymol variables, associé aux *para*-cymène et γ -terpinène. Cette variabilité de composition pourrait laisser supposer l'existence d'une troisième composition de type hydrocarbures monoterpéniques.

5.3.4.3. - *Origanum laevigatum* Boissier

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

Cet origan croît dans les broussailles et les bois clairs des monts Aman (Turquie-Syrie), à une altitude variant de 300 à 2000 mètres. Il fleurit de mai à juin et présente des qualités ornementales caractérisées par l'échelonnement de la couleur rose-violacé de ses fleurs et l'abondance de sa floraison (figure 117). La culture a été réalisée en pot et un seul échantillon de plante a été obtenu, nous ne possédons donc pas de rendement significatif. De plus, la teneur en huile essentielle est insignifiante (0,3%). Cette espèce est sans intérêt sur le plan aromatique.



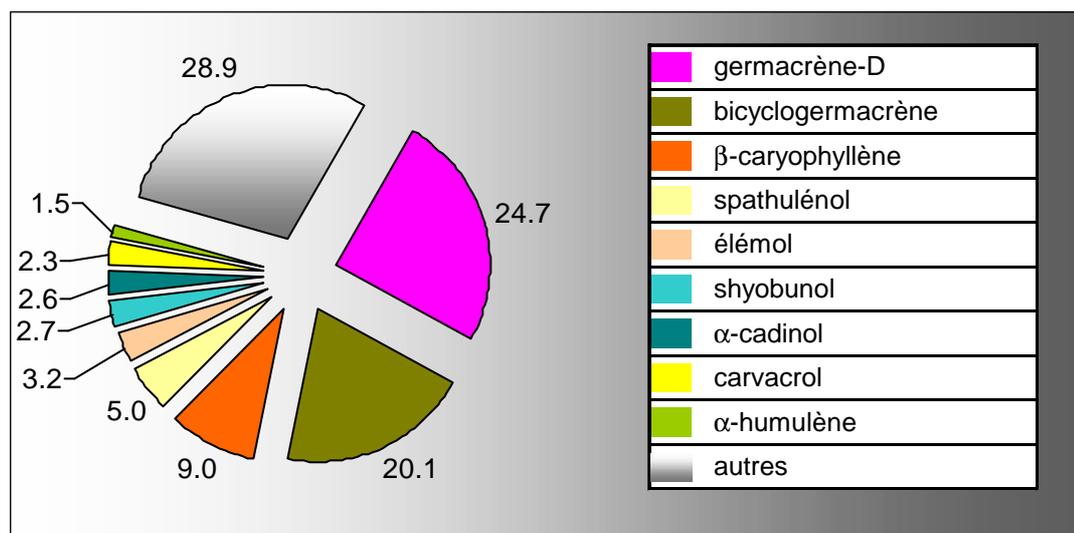
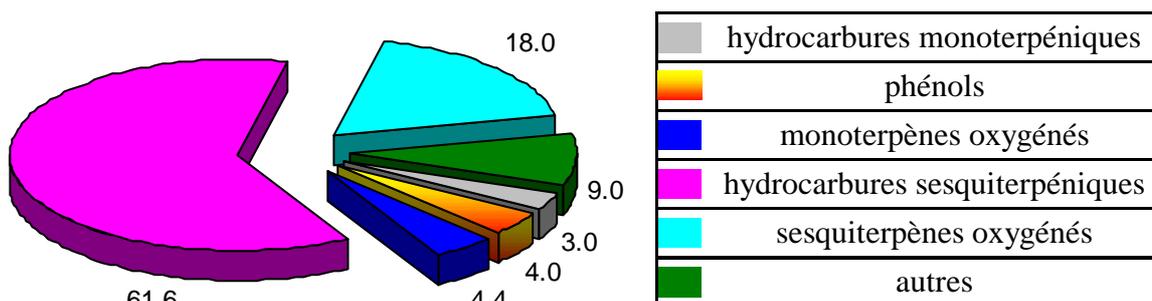
Figure 117 : *O. laevigatum* site naturel

Un seul échantillon d'huile essentielle a pu être obtenu (figure 118).

Figure 118 : origine des populations et types de cultures mis en jeu			
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines	
-	Turquie	près d'Antakya, sud de la Turquie	
année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillon analysé
2002	→ 2002	1 pied	1

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

Compte tenu de la très faible quantité d'huile, aucune détermination physique n'a pu être réalisée. La composition détaillée de l'huile essentielle et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 161 dans le tableau 98.

Graphique 72 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. laevigatum*Graphique 73 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. laevigatum*

◆ - Discussion

66 composés ont été identifiés représentant 91,0 % de l'huile. Dans celle-ci, 2 composés sont majoritaires : le germacrène-D (24,7 %) et le bicyclogermacrène (20,1 %). Il faut noter également la présence de 18 autres sesquiterpènes dont le plus important est le β -caryophyllène (9,0 %). Il faut souligner que la famille des hydrocarbures sesquiterpéniques est rarement présente en quantité aussi importante (61,6 %) dans une huile essentielle du genre *Origanum*.

De plus, cette huile renferme 18 % de sesquiterpènes oxygénés (spathuléol 5,0 %, élémol 3,2 % et α -cadinol 2,6 %). Parmi toutes les espèces étudiées, *O. laevigatum* est celle qui renferme le plus de sesquiterpènes oxygénés.

Les travaux présentés par Baser [155] et Tucker [156] font apparaître des résultats similaires, les sesquiterpènes sont majoritaires : bicyclogermacrène (25-38%), germacrène-D (20-21%) et β -caryophyllène (14 - 17%).

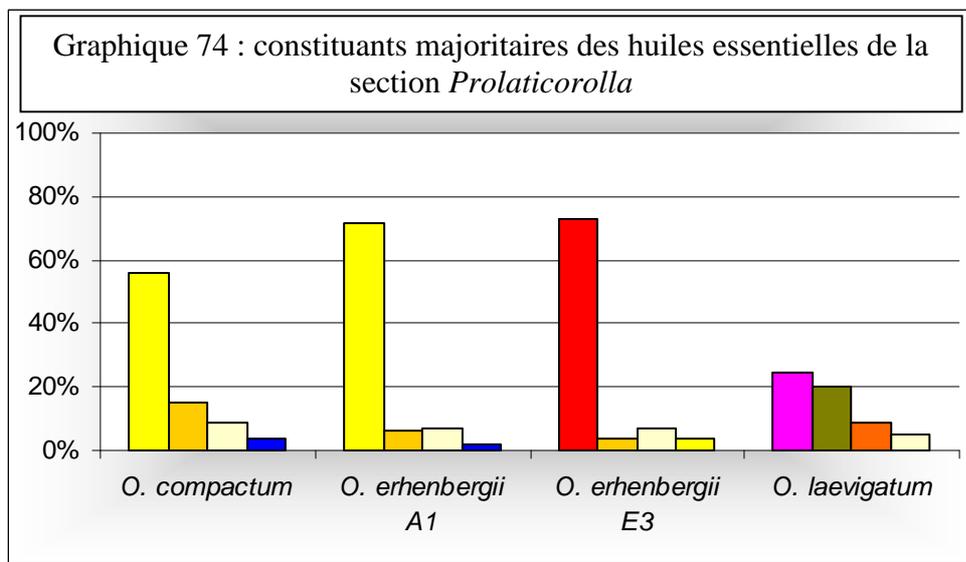
Bien que nous n'ayons analysé qu'un seul échantillon d'huile essentielle de cette espèce, la similitude des résultats permet *a priori* de penser que cette espèce fournit des huiles de composition semblable.

Discussion générale sur la section *Prolaticorolla*

O. compactum est à prédominance de carvacrol, ce qui est confirmé par de nombreux travaux [102], [140] [152], [153] et [154].

O. erenbergii semble montrer 2 chémotypes pour lesquels les pourcentages de carvacrol avoisinent 70 % et ceux du thymol sont plus variables (30-73 %).

O. laevigatum est différente des autres espèces par la présence en quantité importante des sesquiterpénoïdes (environ 80 %) ce qui a été déjà rapporté par d'autres auteurs [155] et [156].



■ carvacrol
 ■ γ -terpinène
 ■ *para*-cymène
 ■ thymol
■ linalol
 ■ germacrène-D
 ■ β -caryophyllène
 ■ bicyclogermacrène

5.4. - Groupe hybrides

5.4.1. - *Origanum X majoricum* Cambessedes

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

O. X majoricum ou fausse marjolaine est un hybride stérile issu d'un croisement entre un origan vert (*O. vulgare* ssp. *virens*) et une marjolaine (*O. majorana* var. *tenuifolium*). C'est une plante qui résiste bien au froid (80% de survivants après l'hiver 1999-2000), qui croît rapidement et fleurit abondamment (figure 119). En début de saison, le feuillage a plutôt une odeur de thym, puis cette odeur évolue insensiblement vers celle de la marjolaine (très caractéristique au moment de la floraison). Les rendements en matière sèche sont de l'ordre de 1170 kg/ha la première année et les teneurs en huile essentielle varient de 3,2 à 5,3 %, ce qui conduit à des rendements en huile essentielle compris entre 53 et 75 l/ha.

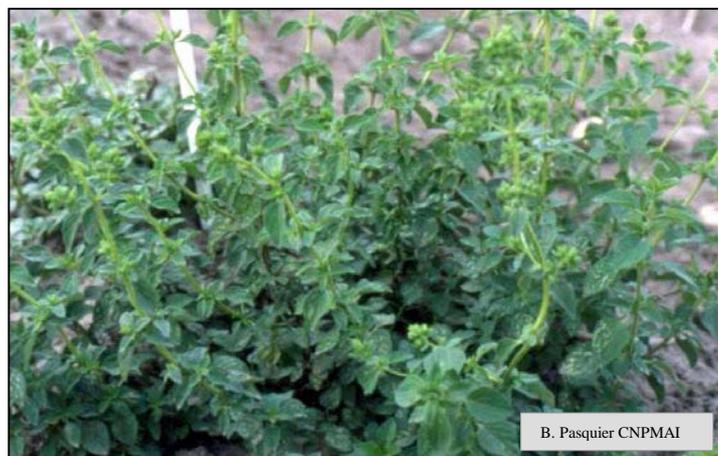


Figure 119 : *O. X majoricum* en culture

L'étude de cette espèce s'est effectuée sur un ensemble de 17 échantillons obtenus à partir d'une seule population (figures 120 et 121).

Figure 120 : origine des populations		
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines
X-maj	France	Sud de la France

Figure 121 : type de cultures mis en jeu				
n° de population	année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
X-maj	1999	→ 1999	4 répétitions	A1 à A4
		→ 2000	13 pieds	B1 à B13

Une étude par groupe hiérarchique et ACP a été entreprise sur les 17 échantillons analysés.

◆ - Analyse statistique

La quantification des principaux composés des 17 échantillons est consignée en annexe page 163 dans les tableaux 99a et 99b.

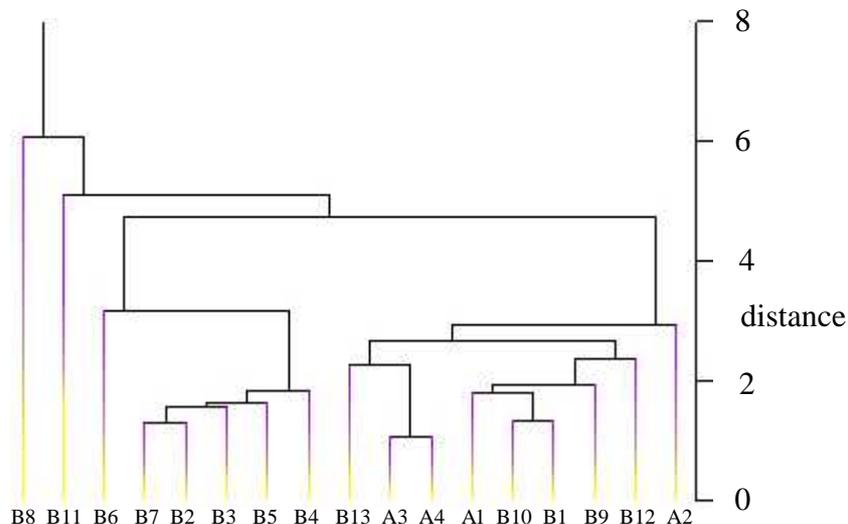


Figure 122a : dendrogramme de la composition de 17 huiles essentielles de *O. x majoricum*

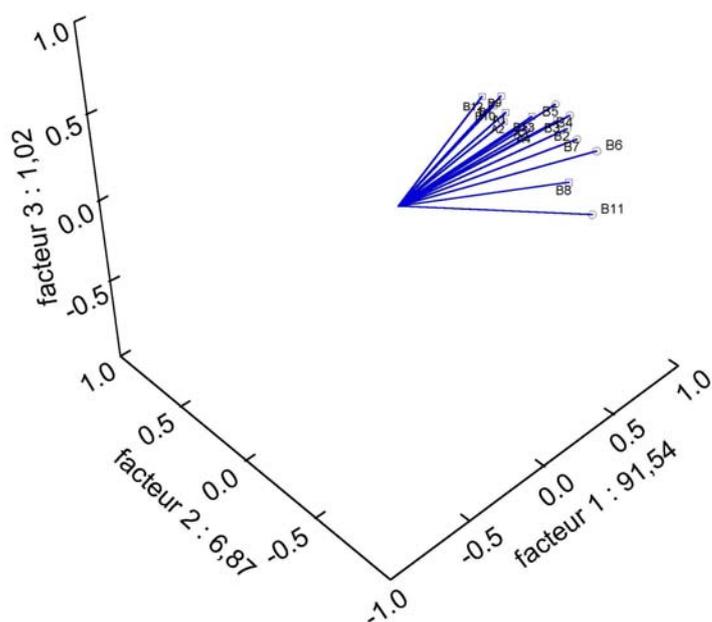


Figure 122b : ACP de la composition de 17 huiles essentielles de *O. x majoricum*

Les faibles distances observées sur le dendrogramme (figure 122a) laissent apparaître un seul groupe, même si 2 échantillons (B8 et B11) sont légèrement détachés ; l'étude ACP confirme cette observation (figure 122b), tous les vecteurs étant dirigés dans la même direction.

Pour cette unique population, nous avons voulu montrer s'il existe ou non une constance de composition en fonction de l'année de récolte. Nous avons réalisé un test de Student appliqué aux 3 principaux composés (*trans*-hydrate de sabinène, carvacrol et terpinène-4-ol).

Tableau 100 : résultats des tests de Student appliqués à la population X-maj pour 2 années successives		
composés	entre 1999 et 2000	valeur théorique
<i>trans</i> -hydrate de sabinène	-2,27	2,13
carvacrol	-3,32	
terpinèn-4-ol	3,63	

Les résultats du test (tableau 100) montrent que les valeurs observées sont légèrement supérieures à la valeur théorique, ce qui prouve que la composition est légèrement différente d'une année sur l'autre.

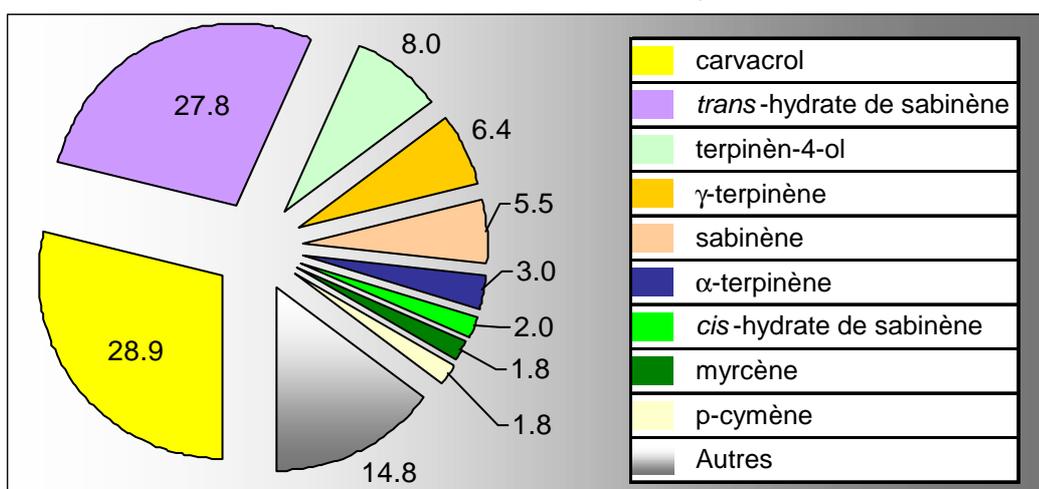
Nous avons ensuite choisi de donner la composition de l'huile essentielle pour laquelle nous avons identifié le plus grand nombre de composés.

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

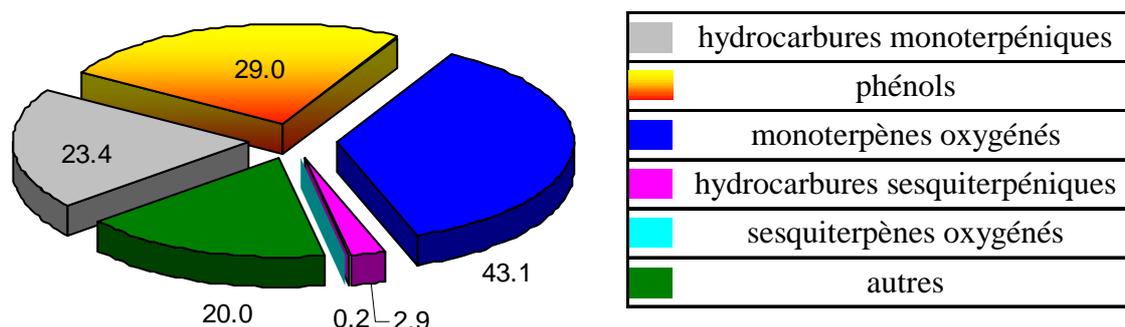
n	24	d	24
D			4
	1,4810		0,940

La composition détaillée de l'huile essentielle A4 et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 165 dans le tableau 101.

Graphique 75 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. X majoricum*



Graphique 76 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. X majoricum*



◆ - Discussion

78 composés ont été identifiés représentant 98,7 % de l'huile. Celle-ci est surtout riche en alcools monoterpéniques (environ 43 %) : *trans*-hydrate de sabinène (27,8 %), terpinèn-4-ol (8,0 %), *cis*-hydrate de sabinène (2,0 %) et α -terpinéol (1,7 %). Le carvacrol (29,0 %) représente l'unique phénol. De nombreux hydrocarbures sont également présents en faible quantité : γ -terpinène (6,4 %), sabinène (5,5 %), *para*-cymène (1,8 %), limonène (1,6 %). 17 sesquiterpènes ont été identifiés dont les plus importants sont le β -bisabolène (0,8 %), le β -caryophyllène (0,8 %) et le germacrène-D (0,5 %).

Aucune donnée bibliographique n'est disponible à ce jour concernant l'analyse de l'huile essentielle de cet hybride.

Nous avons comparé les principaux composés de l'huile essentielle de *O. X majoricum* avec ceux contenus dans les huiles essentielles des 2 "parents" (figure 123).

La figure 123 montre que les principaux composés présents dans les huiles essentielles des "parents" sont aussi présents, mais dans des proportions différentes dans l'huile essentielle de l'hybride. Le pourcentage de *trans* hydrate de sabinène (30 % - 70 %) dans *O. majorana* var. *tenuifolium* varie seulement de 8 à 38 % dans l'hybride. Le carvacrol contenu dans l'huile essentielle de *O. vulgare* ssp. *virens* (34 %) se retrouve en quantité identique dans l'hybride (20 à 32 %). Le thymol (30 %) et le linalol (76 %) identifiés dans les 2 groupes de *O. vulgare* ssp. *virens* ont été quantifiés seulement à 1 % dans l'hybride.

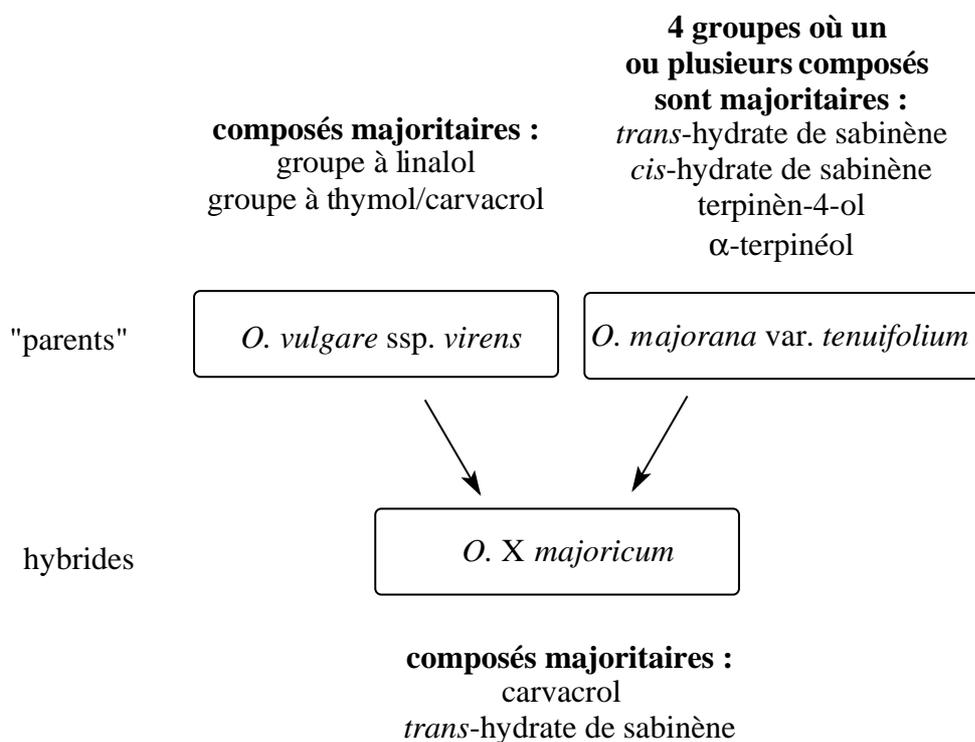


Figure 123 : principaux composés de l'huile essentielle de *O. X majoricum* et de ses parents

Les résultats obtenus sur les huiles essentielles des hybrides analysées montrent que tous les caractères de chacun des deux parents ne sont pas présents.

Compte tenu de l'existence de plusieurs compositions de l'huile essentielle chez *O. vulgare ssp. virens*, la composition de celle identifiée dans nos hybrides indique que la présence du carvacrol est peut être en relation avec le groupe à phénols de l'un des parents.

5.4.2. - *Origanum X minoanum* Davis

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

L'origan de Minos est un hybride fertile obtenu par croisement entre l'origan à petites feuilles (*O. microphyllum*, endémique de Crète) et l'origan grec (*O. vulgare ssp. hirtum*). Il y a peu de chance de l'observer, du fait de la rareté de l'un de ses 2 parents et de la probabilité faible de voir ses parents cohabiter.

Il peut être très variable morphologiquement, la forme la plus courante et la plus facilement identifiable présente des feuilles d'origan grec et les petites fleurs violettes de *O. microphyllum* (figure 124). Certains individus robustes, résistent assez bien au froid et fournissent un rendement en matière sèche d'environ 1500 kg/ha. Les teneurs en huile essentielle varient de 1,5 à 3,0 %, ce qui conduit à des rendements en huile essentielle de 14 à 36 l/ha. Une seule population a été étudiée (figure 125).



Figure 124 : *O. X minoanum*
détail de la fleur

Figure 125 : origine des populations et types de cultures mis en jeu			
n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines	
97-023	Crète	Plateau de Lassithi	
année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
1999	1999	4 répétitions	A1 à A4

La quantification des principaux composés des 4 échantillons est consignée en annexe page 167 dans le tableau 103. Les quatre échantillons possèdent des compositions voisines (tableau 102).

Tableau 102 : principaux composés des huiles essentielles <i>O. X minoanum</i>					
composés en %	carvacrol	γ -terpinène	<i>para</i> -cymène	myrcène	α -thujène
moyenne	77,56	5,13	4,10	1,46	1,48
écart-type	1,77	0,70	0,12	0,19	0,33

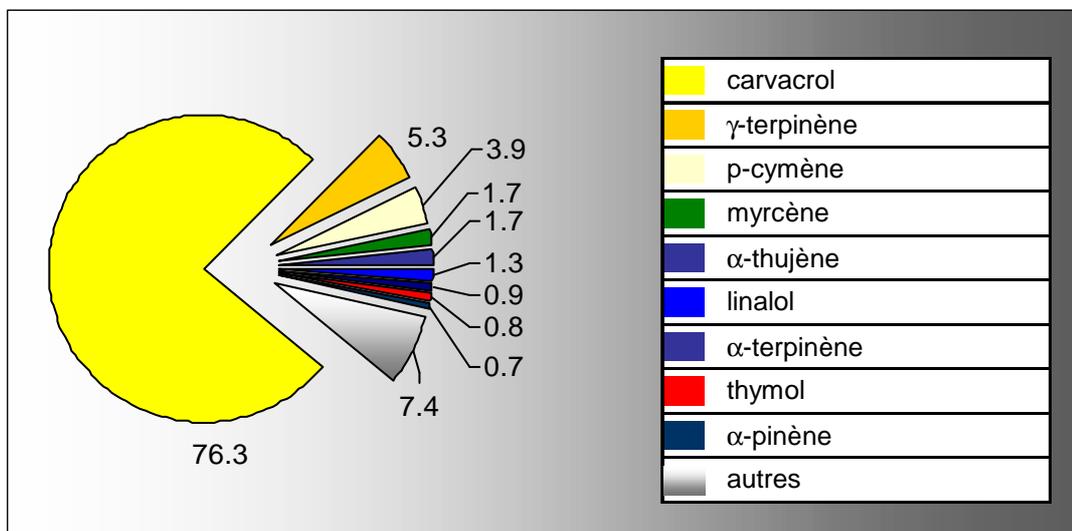
Nous avons ensuite choisi de donner la composition de celui dont nous avons identifié le plus grand nombre de composés.

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

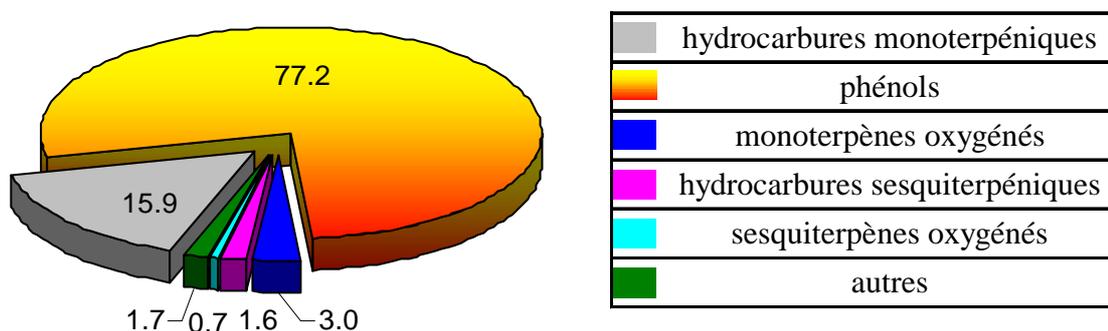
n ²⁴	d ²⁴
D	4
1,5090	0,937

La composition détaillée de l'huile essentielle A4 et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 169 dans le tableau 104.

Graphique 77 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. X minoanum*



Graphique 78 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. X minoanum*



◆ - Discussion

Le carvacrol est le composé largement prépondérant (76,3 %), les autres composés étant représentés par plusieurs hydrocarbures monoterpéniques : γ -terpinène (5,3 %), *para*-cymène (3,9 %), myrcène (1,7 %) et α -thujène (1,7 %).

On peut noter également la présence de nombreux hydrocarbures sesquiterpéniques en faible quantité dont les plus importants sont : le β -bisabolène (0,8 %), le β -caryophyllène (0,4 %) et le germacrène-D (0,1 %).

Les résultats de nos analyses montrent une unique composition où le carvacrol est le composé majoritaire.

Nous pouvons seulement citer les résultats de Skoula [78] obtenus après extraction par solvant : carvacrol (17,1-27,6 %), γ -terpinène (11,6-28,2 %), *para*-cymène (17,2-23,0 %) ; le

cis-hydrate de sabinène, présent seulement à l'état de traces dans notre échantillon a été mentionné par Skoula entre 11,8 et 20,0 %.

Une étude statistique sur de nombreux individus issus de plusieurs populations pourrait peut être mettre en évidence d'autres compositions de l'huile essentielle de cet hybride.

Nous avons comparé les principaux composés de l'huile essentielle de *O. X minoanum* avec ceux contenus dans les huiles essentielles des 2 "parents" (figure 126).

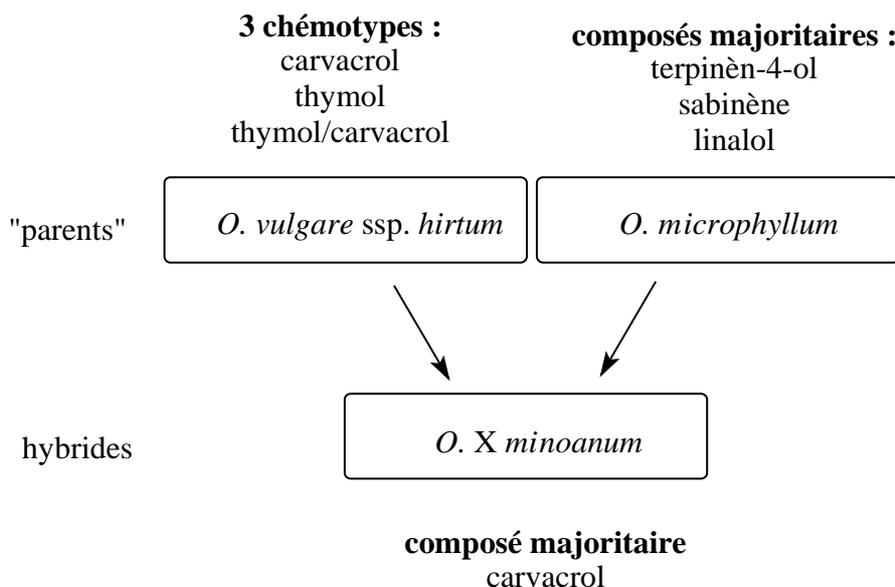


Figure 126 : principaux composés de l'huile essentielle de *O. X minoanum* et de ses parents

Cet hybride se caractérise par la présence importante de carvacrol (76 %), et seul un de ses parents, *O. vulgare ssp. hirtum*, en contient une quantité similaire (62 %) ; l'autre parent, *O. microphyllum*, est différent de l'hybride puisque son huile est constituée majoritairement de terpinèn-4-ol (25 %), de sabinène (14,5 %) et de linalol (11,2 %), composés présents en quantité négligeable dans l'hybride. Il faut noter que Aligiannis [92] a identifié ces composés dans une huile essentielle de *O. microphyllum* (linalol 10,8 %, terpinèn-4-ol 24,9 %), de même que Skoula [78] qui, sur des extraits aux solvants (CH₂Cl₂), a identifié le linalol à 12,2 %.

5.4.3. - *Origanum X intercedens* Rechinger

◆ - Habitats, caractères botaniques, cultures

C'est un hybride fertile entre l'origan grec (*O. vulgare ssp. hirtum*) et l'origan turc (*O. onites*) (figure 127). Il a été très peu observé dans la nature (Turquie, Crète), et croît en

compagnie de ses parents sur sols rocailloux ou rocheux calcaires. Il est utilisé comme condiment au même titre que ses parents.

Les rendements en matière sèche sont de l'ordre de 1000 kg/ha ; on obtient des teneurs en huile essentielle voisines de 2,9 %, ce qui conduit à des rendements en huile essentielle de 29,5 l/ha.

Deux échantillons provenant de 2 populations ont été étudiés (figures 128 et 129).

Figure 127 : *O. X intercedens*
détail de la fleur



Figure 128 : origine des populations

n° de population	pays d'origine	lieu de provenance des graines
97-010	Crète	Monastery Kremaston
99-029	Turquie	Isiklar (entre Odemis et Nazilli)

Figure 129 : type de cultures mis en jeu

n° de population	année du semis	année de récolte de l'échantillon analysé	huile essentielle obtenue à partir de	échantillons analysés
97-010	2000	→ 2000	1 pied	A1
99-029	2004	→ 2004	1 pied	B1

Les 2 échantillons analysés présentent pour les 2 principaux composés des compositions voisines (tableau 105). Nous avons ensuite choisi de donner la composition de celui dont nous avons identifié le plus grand nombre de composés (A1).

Tableau 105 : principaux composés des huiles essentielles de *O. X intercedens*

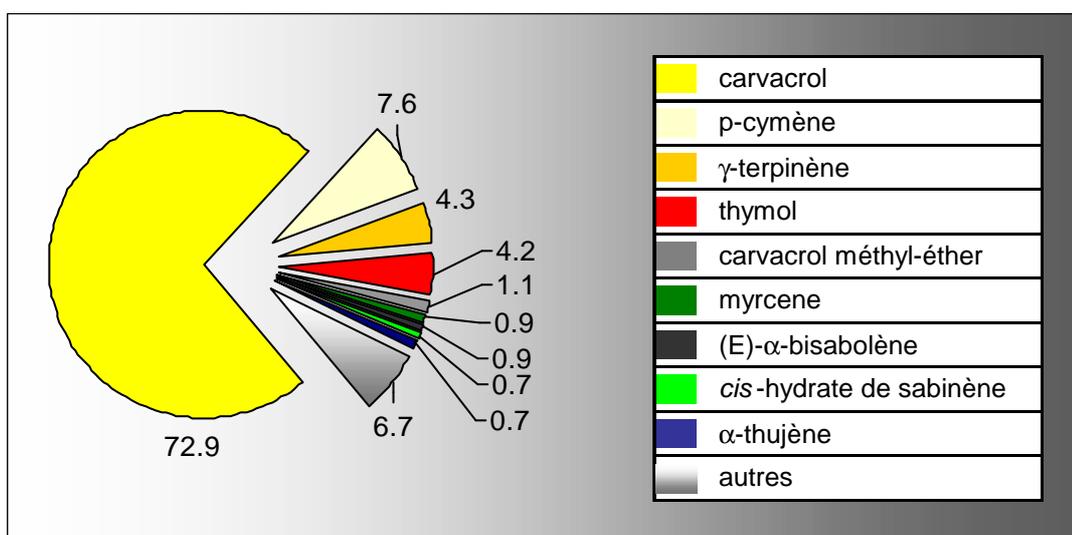
composés en %	A1	B1
carvacrol	72,93	73,03
<i>para</i> -cymène	7,61	7,57

◆ - Caractéristiques physico-chimiques et analyse de l'huile essentielle

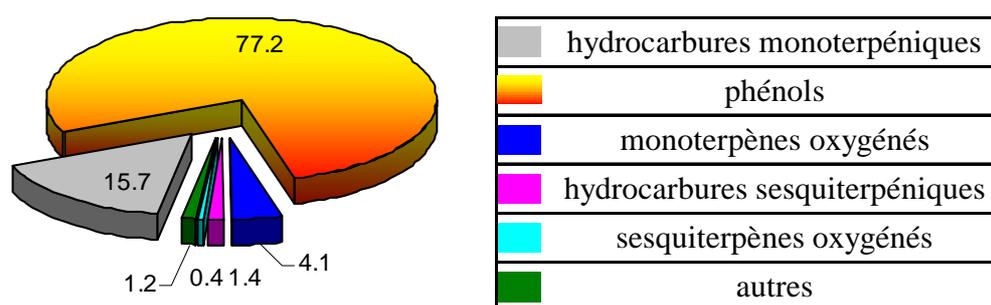
n	24	d	24
D			4
	1,5085		0,932

La composition détaillée de l'huile essentielle A1 et sa quantification obtenue par GC/FID sont consignées en annexe page 171 dans le tableau 106.

Graphique 79 : répartition en % des principaux composés de l'huile essentielle de *O. X intercedens*



Graphique 80 : répartition en % des principales familles de composés de l'huile essentielle de *O. X intercedens*



68 composés ont été identifiés représentant 98,8 % de l'huile. Le carvacrol représente le composé majoritaire (72,9 %). Les hydrocarbures monoterpéniques sont également présents (15,7 %), les plus importants étant le *para*-cymène (7,6 %), le *γ*-terpinène (4,3 %) et le myrcène (0,9 %).

Nos résultats, en ce qui concerne le carvacrol, sont en parfait accord avec ceux publiés par Bosabalidis [157] (pourcentages variant de 79,5 à 83,4). Par contre, les échantillons analysés

par Bosabalidis contiennent du bornéol (4,3 et 3,2%) et peu d'hydrocarbures monoterpéniques : α -pinène (1,4%) et γ -terpinène (0,4%). Les résultats publiés par Skoula [78] montrent que les échantillons étudiés possèdent des pourcentages inférieurs de carvacrol (23,6-54,3 %), tandis que les hydrocarbures monoterpéniques sont plus élevés (γ -terpinène 11,2 - 26,3 % et *para*-cymène 5,4 - 15,4 %). Gounaris [158] a étudié les huiles essentielles de cet hybride et de ses parents respectifs en provenance de Crète ; il constate la prédominance du carvacrol (77,6 %) chez la majorité des échantillons étudiés.

Nous avons comparé les principaux composés de l'huile essentielle de *O. X intercedens* avec ceux contenus dans les huiles essentielles des 2 "parents" (figure 130).

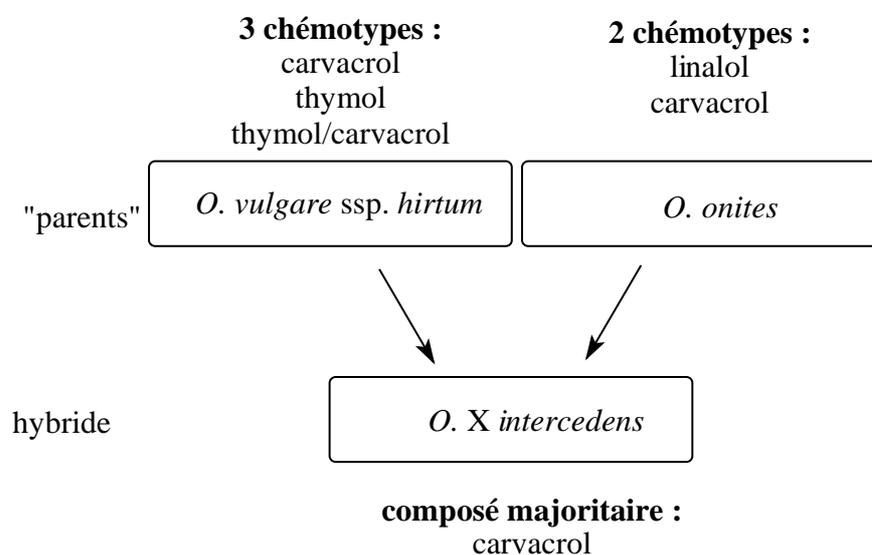


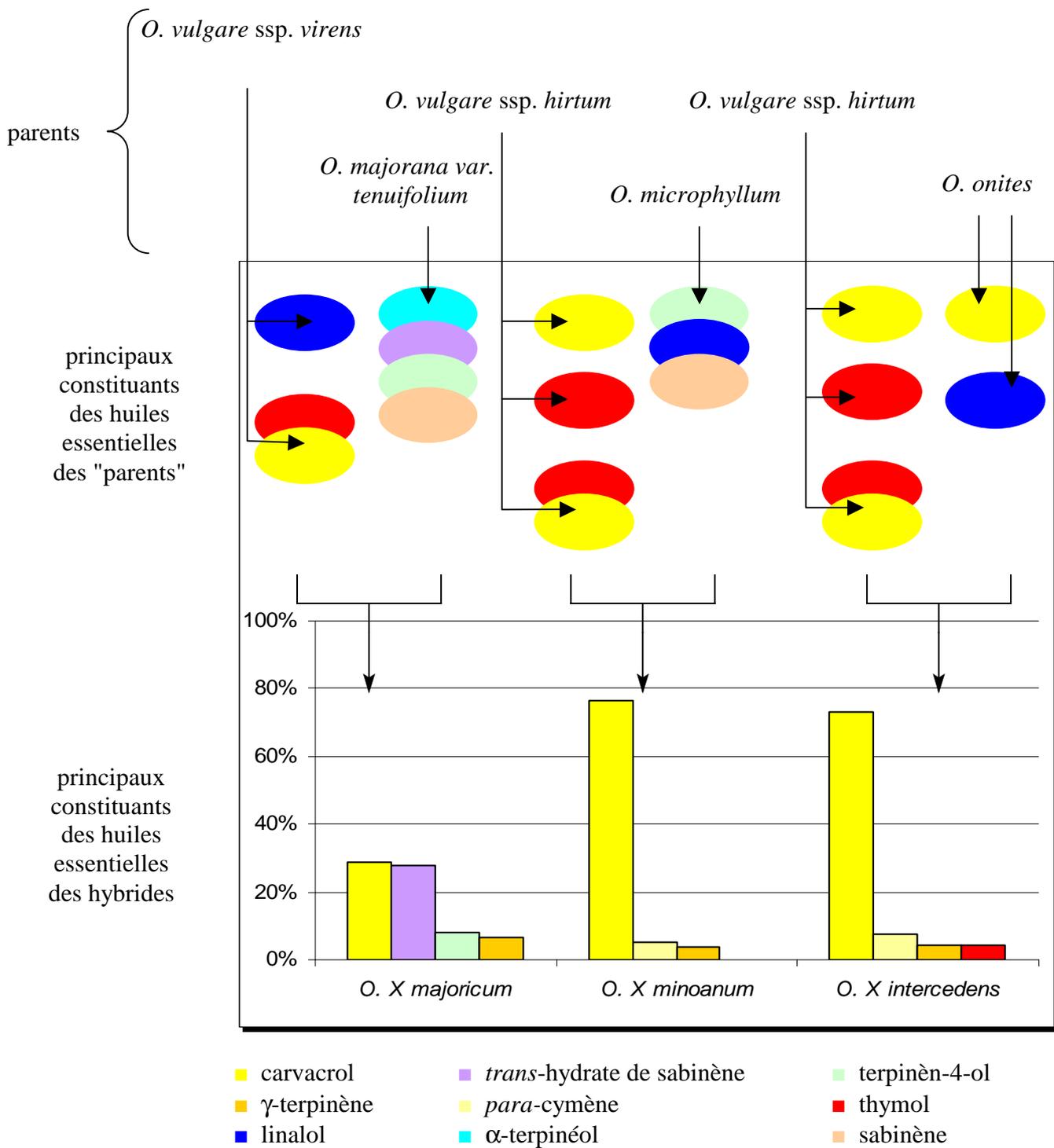
Figure 130 : principaux composés de l'huile essentielle de *O. X intercedens* et de ses parents

L'huile essentielle de cet hybride présente le même "caractère dominant" que ses 2 parents : le carvacrol étant le composé principal (72,9 % dans l'hybride, 62,7 % dans *O. vulgare ssp. hirtum*, 76,3 % dans *O. onites*).

Compte tenu qu'il existe un chémotype à carvacrol pour chacun des parents, la probabilité d'obtenir une composition de l'huile essentielle où le carvacrol est majoritaire semble la plus élevée ; notre étude trop restreinte ne permet pas de savoir si les huiles essentielles des hybrides peuvent présenter d'autres compositions (linalol ou thymol majoritaires).

Discussion générale sur le groupe des hybrides

Graphique 81 : constituants majoritaires des huiles essentielles de la section des hybrides et de leurs parents



Nos résultats, fragmentaires en raison du faible nombre d'échantillon d'huile essentielle analysé, montrent que *O. x minoanum* et *O. x intercedens* contiennent une huile essentielle à prédominance de carvacrol associé le plus souvent au γ -terpinène et au *para*-cymène.

L'huile essentielle de *O. x majoricum* est différente : le carvacrol et le *trans*-hydrate de sabinène, présents en quantités sensiblement équivalentes, représentent la majorité des constituants.

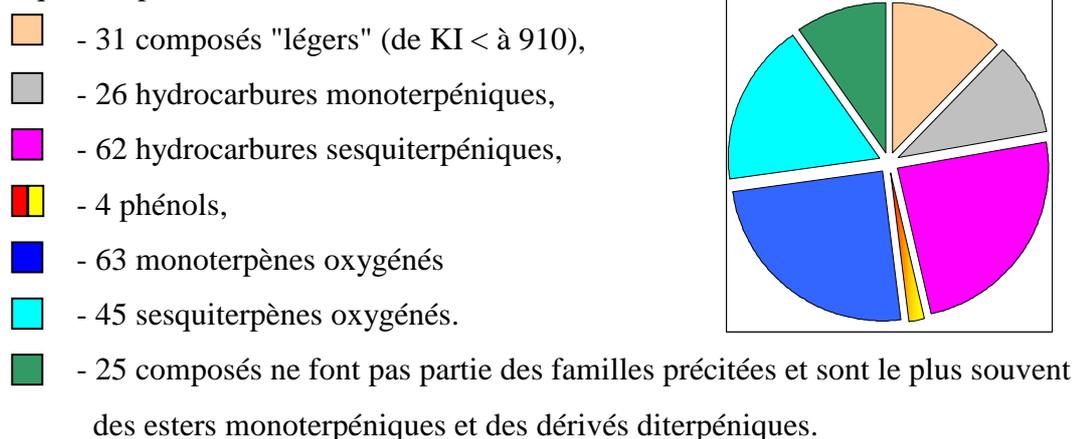
CONCLUSION

L'objectif de ce travail, réalisé en collaboration entre le CNPMAI (Conservatoire National des Plantes à parfum, Médicinales, Aromatiques et Industrielles) et le Laboratoire de Chimie des Huiles Essentielles, était d'analyser les huiles essentielles obtenues à partir d'espèces du genre *Origanum* cultivées au CNPMAI.

L'analyse statistique qui a été réalisée à partir des compositions des huiles essentielles, a permis de mettre en évidence la présence de groupes ou de chémotypes au sein de diverses populations géographiques.

Cette étude portant sur une trentaine d'espèces, sous-espèces ou hybrides a fait ressortir plusieurs caractéristiques des huiles essentielles, *intra* et *inter* espèces.

● Les analyses que nous avons effectuées ont conduit à l'identification de 256 composés, qui se répartissent dans les familles suivantes :



Les composés "légers" sont présents à l'état de traces et leurs pourcentages ne sont jamais supérieurs à 0,02 %.

Les hydrocarbures sont présents en quantité importante dans 2 espèces :

- *O. saccatum* (83 % d'hydrocarbures monoterpéniques dont 73,6 % de *para*-cymène)

- *O. laevigatum* (62 % d'hydrocarbures sesquiterpéniques dont 24,7 % de germacrène-D et 20,1 % de bicyclogermacrène).

Les phénols sont en pourcentages élevés dans la plupart des huiles essentielles étudiées ; le carvacrol (quantifié dans 13 espèces et 2 hybrides) et le thymol (dans 7 espèces) en sont les 2 principaux composés.

espèces à carvacrol			espèces à thymol		
espèces	sous-espèces ou variétés	%	espèces	sous-espèces ou variétés	%
<i>O. minutiflorum</i>	-	86,1	<i>O. syriacum</i>	var. <i>bevanii</i>	77,9
<i>O. syriacum</i>	var. <i>sinaicum</i>	84,3	<i>O. syriacum</i>	var. <i>syriacum</i>	73,9
<i>O. dubium</i>	-	82,7	<i>O. dictamnus</i>	-	73,6
<i>O. elongatum</i>	-	79,2	<i>O. ehrenbergii</i>	-	72,9
<i>O. onites</i>	-	76,3	<i>O. vulgare</i>	ssp. <i>hirtum</i>	63,4
<i>O. X minoanum</i>	-	76,3	<i>O. hypericifolium</i>	-	59,3
<i>O. vulgare</i>	ssp. <i>gracile</i>	73,8	<i>O. leptocladum</i>	-	58,9
<i>O. X intercedens</i>	-	72,9	<i>O. calcaratatum</i>	-	40,6
<i>O. syriacum</i>	var. <i>bevanii</i>	72,3			
<i>O. ehrenbergii</i>	-	71,4			
<i>O. dictamnus</i>	-	70,0			
<i>O. acutidens</i>	-	67,5			
<i>O. bargily</i>	-	62,7			
<i>O. vulgare</i>	ssp. <i>hirtum</i>	62,7			
<i>O. syriacum</i>	var. <i>syriacum</i>	62,0			
<i>O. compactum</i>	-	55,9			
<i>O. viride</i>	-	53,6			
<i>O. grosii</i>	-	47,7			

Le thymol et le carvacrol peuvent aussi être présents en faibles quantités :

- leurs pourcentages sont inférieurs à 1% dans les huiles essentielles de *O. majorana* var. *tenuifolium*, de *O. vulgare* ssp. *vulgare* et de *O. vulgare* ssp. *viride*.

- leurs pourcentages sont compris entre 1 et 5 % dans les huiles essentielles de *O. rotundifolium* et de *O. microphyllum*.

Les monoterpènes oxygénés sont eux aussi représentés de façon significative : les huiles essentielles de 7 espèces en contiennent plus de 50 %.

espèces à monoterpènes oxygénés					
espèces	sous-espèces ou variétés	%	espèces	sous-espèces ou variétés	%
<i>O. dubium</i>	-	90,6	<i>O. ramonense</i>	-	63,4
<i>O. onites</i>	-	87,2	<i>O. majorana</i>	var. <i>tenuifolium</i>	62,3 - 83,3
<i>O. vulgare</i>	ssp. <i>virens</i>	79,9	<i>O. cordifolium</i>	-	61,9
<i>O. dayi</i>	-	64,7	<i>O. majorana</i>	var. <i>majorana</i>	57,6

De nombreux sesquiterpènes oxygénés ont été identifiés, seulement 3 espèces en contiennent plus de 10 % :

- *O. laevigatum* : 18,0 %
- *O. vulgare* ssp. *vulgare* : 15,9 %
- *O. rotundifolium* : 11,3 %

La figure 131 illustre les pourcentages des différentes familles de terpènes identifiés sur l'ensemble des échantillons retenus pour l'identification détaillée : elle montre de façon significative la présence de phénols en forte proportion.

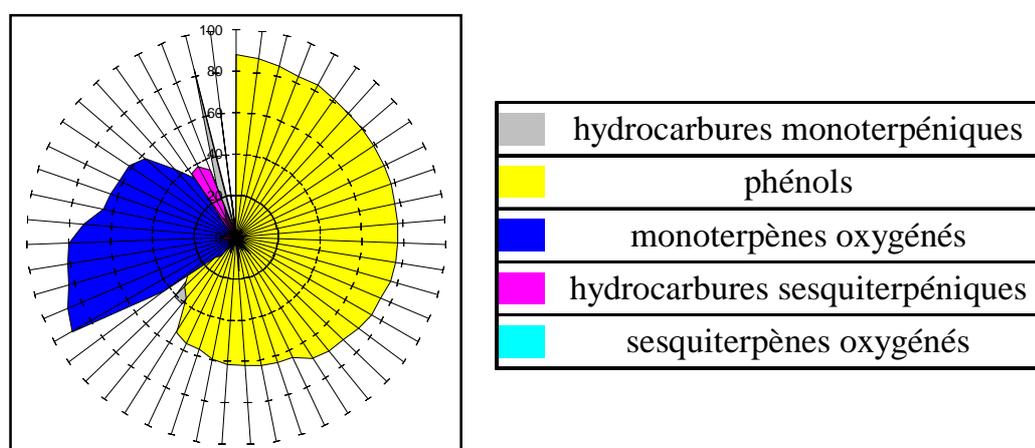


Figure 131 : représentation des différentes classes de terpènes sur l'ensemble des échantillons étudiés

● À la suite des conclusions sur les familles de composés, nous avons noté la présence dans quelques espèces de certains constituants, qui pourraient éventuellement être utilisés comme marqueurs :

- l'intermédiol (2,3 %) dans *O. dayi*, dont l'huile essentielle contient par ailleurs 26 % de 1,8-cinéole,
- le bornéol dans *O. ramonense* dont l'huile essentielle en renferme 13,1 %, cependant sa présence n'a pas été rapportée par les précédents auteurs,
- l' α -terpinéol dans *O. cordifolium* : 46 % du total des constituants,
- le géraniol présent uniquement dans *O. calcaratum* : 3,6 % du total des constituants.

● Nous indiquons pour la première fois dans ce travail la composition d'huiles essentielles d'espèces qui n'avaient jusqu'alors jamais été étudiées :

- *O. cordifolium* dont l'huile essentielle renferme 46 % d' α -terpinéol,
- *O. syriacum* var. *syriacum* présente 3 chémotypes : un à carvacrol (62 %), un à thymol (74 %) et un à thymol-carvacrol (37,1 / 41,2 %),
- *O. elongatum* où le carvacrol, composé majoritaire varie de 63 à 79 %,
- *O. ehrenbergii* présentant 2 chémotypes : un à carvacrol (71 %) et un à thymol où celui-ci varie de 40 à 73 %,
- *O. X majoricum* où le carvacrol (29 %) et le *trans*-hydrate de sabinène (28 %) sont les composés majoritaires de l'huile essentielle.

● Nos travaux ont également permis de lever une ambiguïté relative à *O. majorana* var. *tenuifolium* et *O. dubium*. En effet, les études de Baser s'appuyant sur la classification de Ietswaart, montraient que ces 2 espèces n'étaient pas distinctes ; or les différences morphologiques mises en évidence par Arnold [117] et confirmées par B. Pasquier du CNPMAI, démontrent qu'il s'agit bien de 2 espèces propres. De plus, les résultats des analyses de leurs huiles essentielles étayent cette différenciation, *O. majorana* var. *tenuifolium* renferme principalement du *trans*-hydrate de sabinène et du terpinèn-4-ol, par contre *O. dubium* présente 2 chémotypes, un à carvacrol et un à linalol.

Ainsi, nos résultats confirment que ce sont deux espèces bien distinctes.

● Les résultats des analyses chromatographiques ont permis, lorsque le nombre d'échantillons était suffisant, d'établir des statistiques mettant en évidence l'existence de groupes dont les huiles essentielles présentent des compositions différentes.

Deux chémotypes ont été identifiés pour certaines espèces :

- carvacrol (70,0 %) et thymol (73,6 %) pour *O. dictamnus*,
- carvacrol (82,7 %) et linalol (90,6 %) pour *O. dubium*,
- carvacrol (76,3 %) et linalol (86,1 %) pour *O. onites*,
- carvacrol (62,0 %) et thymol (74,0 %) pour *O. syriacum* var. *syriacum*,
- carvacrol (72,3 %) et thymol (78,0 %) pour *O. syriacum* var. *bevanii*,
- carvacrol (62,7 %) et thymol (63,4 %) pour *O. vulgare* ssp. *hirtum*,
- carvacrol (71,4 %) et thymol (72,9 %) pour *O. ehrenbergii*.

Cependant, les analyses effectuées sur les huiles essentielles obtenues à partir de pieds distincts de certaines variétés ou sous-espèces, montrent qu'il existe également un chémotype avec 2 composés principaux : carvacrol / thymol :

- *O. syriacum* var. *bevanii* 37,8 / 36,9 % ,
- *O. syriacum* var. *syriacum* 41,2 % / 37,1 % ,
- *O. vulgare* ssp. *hirtum* 41,8 % / 40,4 % ,

Sur l'ensemble des chémotypes identifiés, trois le sont pour la première fois, pour des espèces déjà étudiées par d'autres auteurs :

- thymol (73,6 %) pour *O. dictamnus*,
- linalol (90,6 %) pour *O. dubium*,
- carvacrol / thymol (37,8 / 36,9 %) pour *O. syriacum* var. *bevanii*.

● Les résultats précédemment publiés par d'autres auteurs et nos résultats d'analyse statistique ont permis de faire quelques observations sur la composition de l'huile essentielle en relation avec l'origine géographique de la plante.

Ainsi, l'analyse des huiles essentielles issues de nombreuses populations d'une même espèce originaire de Turquie ou du "continent", indique l'existence de plusieurs chémotypes ; par contre pour cette même espèce, les huiles issues de populations de Chypre ou de Crète (isolats géographiques) présentent, le plus souvent, une composition unique.

Nous avons également montré que pour des populations de même origine géographique et issues de répétitions à l'intérieur d'un groupe ou d'un chémotype, la composition de leurs huiles essentielles est le plus souvent homogène. Pour ces mêmes populations, les huiles essentielles obtenues à partir de pieds distincts ont une composition identique et celle-ci reste stable quelle que soit l'année de culture.

Nos travaux complètent ceux des différents auteurs, en particulier Baser, Skoula et Arnold ; s'appuyant sur l'étude statistique, ils ont permis pour certaines espèces, obtenues en cultures à partir de graines, de confirmer la composition de l'huile essentielle considérée et d'affirmer que celle-ci est représentative de l'espèce.

● De nouveaux objectifs pourraient être envisagés. Il serait intéressant de comparer, pour une même espèce, la composition de l'huile essentielle de plants récoltés dans leurs sites naturels (bassin méditerranéen) avec celle de plants cultivés au CNPMAI.

Par ailleurs, il serait nécessaire d'approfondir l'étude de la composition de l'huile essentielle des espèces pour lesquelles nous avons pu seulement analyser quelques échantillons ; pour celles-ci, seule une étude statistique permettrait en effet d'établir une composition représentative de l'espèce.

De plus, le groupe des hybrides, n'a pu être étudié que très partiellement, seulement 3. Une étude plus approfondie des autres, ainsi qu'une comparaison avec leurs parents respectifs serait des plus intéressante, afin de vérifier si les caractères parentaux se retrouvent chez l'hybride.

Enfin, dans le but d'orienter les recherches concernant la relation entre la composition chimique et l'activité des huiles essentielles, il serait intéressant d'étudier plus particulièrement les activités bactéricides de celles ci.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - PARIS R.R., MOYSE H. (1976), Matière médicale, Paris : Masson.
- 2 - DIOSCORIDE, De materia medica, Lib. II, 69.
- 3 - PLINE, Histoire naturelle, Lib. XII, 2 ; Lib. XIII, 3.
- 4 - BEGUIN J., (1624), Les éléments de chymie, Paris, p. 57.
- 5 - BAUME A., (1769), Eléments de pharmacie théorique et pratique, Paris, p. 781 786
- 6 - LEFEVRE N., (1660), Traité de chymie, Paris, II, 8.
- 7 - GEOFFROY C.J., (1707), Mém. Acad. Royale SC. de Paris, p. 517.
- 8 - CHAPTAL J.A., (1801), L'art de faire du vin , Paris.
- 9 - GLAUBER J.R., (1651), Forni novi philosophici, Amsterdam.
- 10 - CHARAS M., (1753), Pharmacopée royale galénique et chymique, Lyon, p. 564.
- 11 - ROBIQUET P., (1835), J. Pharmac., 21, p. 335.
- 12 - LUNDY et IRVINE, (1863), Brevet angl., n° 2315.
- 13 - NAUDIN L. et SCHNEIDER, (1879), Brevet franc., n° 130127 et n° 130873.
- 14 - NAUDIN L., (1879), Brevet franc., n° 130137.
- 15 - AFNOR (Association Française de Normalisation), (1978), Épices et aromates, Paris, NF V00 0001.
- 16 - Conseil de l'Europe (1974), Matières aromatisantes naturelles, leurs sources et matières aromatisantes artificielles ajoutées, Maisonneuves, pp. 17-31.
- 17 - DELAVEAU P., (1987), Les épices : Histoire, description et usage des différents épices, aromates et condiments, Paris, Albin Michel, p. 362.
- 18 - GUYOT L., (1972), Les épices Que sais je ?, Paris, Presse Universitaire de France, N°1040, (2èm édition), p. 128.
- 19 - VAXELAIRE D., (1995), Les chasseurs d'épices, Paris, Payot et Rivage, p. 339.
- 20 - AFNOR (Association Française de Normalisation), (1996), Huiles essentielles, recueil de normes françaises, 5ème éd., 1, échantillonnage et méthode d'analyse, 2, spécifications, Paris.
- 21 - LAWRENCE B.M., (1995), Essential oils, Allured publishing corporation, Carol Stream.
- 22 - SVOBODA K. P., (2000), Secretary structures of Aromatic and medicinal plant. Microscopix Publications. Powys, UK.4.
- 23 - SVOBODA K. P., (2003), Investigation of valatile oil gland of *satureja hortensis* L. (*Summersavory*) and phytochemical comparison of different varieties. *Int. Jour. Arom.*, 13 (4), pp. 196-202.
- 24 - BOSABILIS A. and TSEKOS I., (1982), Glandular scale development and essential oil secretion in *Origanum dictamnus*. L., *Planta*, 156, pp. 496-504.
- 25 - GASPAR F. and JEEKE G., (2004), Essential oil from *Origanum vulgare* L. ssp. *virens* (HOFFM. and LINK) IETSWAART : Content, Composition and Distribution Within the Bracts., *J. Essent. Oil Res.*, 16, pp. 82-84.
- 26 - VERSCHAFFELT and STAHL, (1915), K. gl. Ak. Amsterdam, Gertz, Jahr, Wis. Bot., 56, p. 536.
- 27 - LUTZ, (1940), *Bull. Soc. Chim. Bio.*, 22, p. 497.
- 28 - BOUSQUET A., (1972), Plantes médicinales du Congo Brazzaville : *Uvariopsis pauridiantha*, *Diospyros*. ORSTOM., Paris.
- 29 - NICHOLAS H. J., (1973), *Phytochemistry Organic Metabolites*, Vol. 2, Yonkers, New York.
- 30 - BRUNETON J., (1999), *Pharmacognosie*, 3ème éd., Lassay les Chateaux, Europe Média Duplication S.A., pp. 496 497.

- 31 - CROTEAU F., (1986), Biochemistry of monoterpenes and sesquiterpenes of the essential herbs : spices and medicinal plants, Recent advances in botany, horticulture and pharmacology. Vol., 1, Craken, Simon, Oryx Press, Phoenix.
- 32 - SCHMIDT (1981), Hydrodiffusion SA, brevet suisse n° 2473058.
- 33 - PELLERIN P., (1991), Supercritical fluid extraction of natural raw materials for the flavor and perfume industry, *Perfum. Flavor.*, 16, 4, pp. 37-39.
- 34 - FIGUEREDO. G. CHALCHAT J.C., 2005 XXIV^{ème} congrès international des huiles essentielles, Digne les Bains études des différents extraits de baies roses.
- 35 - MEUNIER E.P., (1950), *Ind. Perfumerie*, (1950), 3, pp. 27-28.
- 36 - TEISSEIRE P., (1952), *Ind. Perfumerie*, (1952), 11, p. 55.
- 37 - GUIGNARD J.L., (1983), *Abrégé de botanique*, Masson 5^{ème} édition, Paris, p. 259.
- 38 - CROUTEAU R., (1988), Catabolism of monoterpenes in essentials oil plants, *Flavour and Fragrance*, A world perspective, Amsterdam (Netherland) : pp. 65-83.
- 39 - BRUNETON J., (1987), *Éléments de phytochimie et de Pharmacognosie*, Tec. et Doc. Lavoisier, Paris p 230.
- 40 - DJERRARI A., BENJILALI B. et CROUZET J., (1992), Effet de la période de coupe sur la composition de la fraction volatile de la verveine de Maroc, *Rivista Italiana EPPOS*, 11, pp. 611-614.
- 41 - FLUCK H., (1963), *Chemical plant taxonomy*, London T. Swain Academic.
- 42 - TUCAROV J., (1964), Influence des facteurs exogènes sur le rendements et la qualité de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L., *La France et ses parfums*, 7, 40, pp. 277-283.
- 43 - STANFORD K. and HEINZ D., (1971), Effects of storage on the volatile composition of nutmeg, *Phytochemistry*, 10, pp. 1245-1250.
- 44 - OGZEWALLA C. and WILLIMS M., (1962), Volatil oil in cardamon seed, *Proc. Okla. Acad.Sci.*, 16, 8, pp. 107-110.
- 45 - DE CLEYN R. and VERZELE M., (1972), Constituents of peppers, *Chromatographia*, 5, pp. 346-350.
- 46 - FISCHER N., NITZ S. and DRAWERT F., (1987), Original flavour compounds and the essential oil composition of marjoram (*Marojana hortensis* MOENCH), *Flavour Fragr. J.*, 2, pp. 55-61.
- 47 - GRANGER R., PASSET J. and LAMY J., (1975), Sur les essences dites de " Marjolaine " *Riv. Ital. Essenza Profumi Plante Officinal. Aromi. Saponi. Cosmetici. Aerosol*, 57 pp. 199-208.
- 48 - WALLACH O., (1907), *Ber. Dtsch. Chem. Kges.*, 40, p. 585.
- 49 - MORIN O. and RICHARD H., (1985), Thermal degradation of linalyl acetate during steam distillation in *Proc.*, 4Fh Weurman Flav. Res. Symp., pp. 563-576.
- 50 - KOEDAM A., (1982), The influence of some distillation conditions on essential oil composition in aromatic plants : Basic and applied aspect, Martinus Nijhoff Publishers, Netherland, pp. 229-226.
- 51 - GARNERO J., (1985), Les problèmes rencontrés au cours de l'obtention des huiles essentielles : le cas des huiles des labiées (1^{ère} partie), *Phytotherapy*, 13, pp. 5-8.
- 52 - CHARLES D. J. et SIMON J. E., (1992), A new geraniol chemotype of *Ocimum gratissimum*, *J. Essent. Oil Res.*, 4, pp. 231-234.
- 53 - CHARCHARI S. et BOUTEKEDJRET C., (1994), Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* assa provenant de différentes régions d'Algérie, *Rivista Italiana EPPOS*, 13, pp. 631-633.
- 54 - FRANCHOMME P., JOLLOIS R., PENOEL D., and MARS J., (1990), *Aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles*, R. JOLLOIS éd., Limoges, France.
- 55 - WALTERS C., (1999), *Guide illustré du bien être, Aromathérapie*, Könemann, Cologne.
- 56 - TRANCHANT J., (1964), *Manuel de chromatographie en phase gazeuse*, Paris, Masson et Cie.
- 57 - VAN DEN DOOL H. and KRATZ P.D., (1963), A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography., *J. chromatogr.*, 11, pp. 463-471.
- 58 - RUZICKA. L., (1953), *Experientia*, 9, p. 357.

- 59 - ARCHER, B. L., BARNARD D., COCKBAIN E. G. GORNFORTH J.W. CORNFORTH R. H., and POPJAK G. (1966), Proc. R. Soc. (Lond), Ser. B, 163, p. 519.
- 60 - RITTERSDORF W., (1965), Angew. Chem (internat. Ed.), 4, p. 444.
- 61 - STANLEY R. G., (1961) Terpene Biogenesis in Pine. U.S. Dept. Agr., Forest Service Tech. Paper 56.
- 62 - MANN J., (1987), secondary metabolism, 2nd Ed., Oxford, Clarendon Press.
- 63 - ROHMER M., (1997), Une nouvelle voie métabolique insoupçonnée pour la formation des terpénoïdes chez les bactéries, les algues vertes et les végétaux, Sciences chimiques, 59, pp. 17-21.
- 64 - EISENREICH W., SAGNER S., ZENK M. H. and BACHER A., (1997), Monoterpenoid Essential Oil are Not of Mevalonoid Origin, Tetrahedron Letters, 38, p. 3889-3892.
- 65 - ATLAN M. (1987). Les labiées : études botaniques, économiques, chimiques et pharmacologiques. Doctorat en Pharmacie. Université de Bordeaux II.
- 66 - MOYSE H., (1971), Matière médicale, Tome III, Ed. Masson et Cie, pp. 255-256.
- 67 - CHADEFAUD M., et EMBERGER L., (1960), Traité de botanique systématique, Les végétaux vasculaires, Tome II, Ed. Masson et Cie pp. 832-833.
- 68 - IETSWAART J.H.A., (1980), Taxonomic Revision of the genus *Origanum* (Labiatae), Leiden Botanical Series, Vol 4, Leiden University Press, The Hague, Netherlands.
- 69 - BARATTA T., DORMAN H.J.D., DEANS S.G., BIONDI D.M. and RUBERTO G., (1998), Chemical composition, antimicrobial and antioxidative activity of Laurel, Sage, Rosemary, Oregano and Coriander essential oils, J. Essent. Oil Res., 10, pp. 618-627.
- 70 - BASER K.H.C., (1995), Essential oils from aromatic plants which are used as herbal tea in Turkey. Actes de la 13ème Conférence internationale sur les saveurs, les parfums et les huiles essentielles tenue à Istanbul, Turquie, 15-19 octobre 1995, pp. 200-201.
- 71 - BASER K.H.C. (1993), Essentials oils of Anatolian Labiateae : A profile., Acta Horticulture, 333, pp. 217-238.
- 72 - GREUTER W., BURDET H. M. and LONG G., (1986) Med Checklist. In Editions du Conservatoire de Jardin Botaniques de la ville de Genève, (Vol 3).
- 73 - ADAMS R.P., (2001), Identification of Essential Oils Components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy. Allured: Carol Stream, IL.
- 74 - HELLER S.R., and MILNE G.W.A., EPA/NIH (1983), Mass spectral data base U.S. government printing office, Washington, (DC).
- 75 - Mc LAFFERTY FW. And Stauffer DB., (1994), Wiley Registry of Mass Spectral Data, 6th edn. Mass spectrometry library search system bench-Top/PBM, Version 3.10d, Palisade Co., Newfield.
- 76 - JENNINGS W.G., and SHIBAMOTO T., (1980), Qualitative analysis of flavour and fragrance volatiles by glass capillary gas chromatography, Academic Press, New York
- 77 - JOULAIN D., KONIG W., (1998), The Atlas of Spectral Data of Sesquiterpene Hydrocarbons. E.B. -Verlag, Hamburg, Germany.
- 78 - SKOULA M., GOTSIOU P., NAXAKIS G. and JOHNSON C. B., (1999), A chemosystematic investigation on the mono and sesquiterpenoids in the genus *Origanum* (Labiatae), Phytochemistry, 52, pp. 649-657.
- 79 - HARVALA C., MENOUNOS P and ARGYRIADOU N., (1986), Essential oil from *Origanum dictamnus*, Progress in Essential Oil Research, pp. 107-108.
- 80 - TÜMEN G., BASER K.H.C., KIRIMER N. and OZËK T., (1995), Essential oil of *Origanum saccatum* P. H. DAVIS., J. Essent. Oil Res., 7, pp. 175-176.
- 81 - SEZİK E. and BASARAN A., (1986), Phytochemical investigations on the plants used as folk medicine and herbal tea in turkey. IV, The volatile oil of *Origanum saccatum*., J. Fac. Pharm. Gazi., 3, pp. 177-184.
- 82 - TÜMEN G., ERMIN N., OZËK T. and BASER K.H.C., (1994), Essential oil of *Origanum solymicum* P. H. Davis, J. Essent. Oil Res., 6, pp. 503-504.

- 83 - ARNOLD N., BELLOMARIA B. and VALENTINI G., (2000), Composition of the essential oil of three different species of *Origanum* in the Eastern Mediterranean, J. Essent. Oil Res., 12, pp. 192-196.
- 84 - BASER K.H.C., ERMIN N., KIRKCUOGLU M. and TÜMEN G., (1994), Essential oil of *Origanum hypericifolium* O. Schwarz et P. H. Davis, J. Essent. Oil Res., 6, pp. 631-633.
- 85 - BASER K.H.C., TÜMEN G., and DUMAN H., (1997), Essential oil of *Origanum acutidens* (Hand.Mazz.) letsvaart, J. Essent. Oil Res., 9, pp. 91-92.
- 86 - SÖKMEN M., SERKEDJIEVA J., DAFERERA D., GULLUCE M., POLISSIOU M., TEPE B., AKPULAT H. A., SAHIN F., and SOKMEN A., (2004), In vitro antioxidant, antimicrobial, and antiviral activities of the essential oil and various extract from herbal parts and callus cultures of *origanum acutidens*, J. Agric. Food Chem. 52, pp. 3309-3312.
- 87 - BASER K.H.C., and DUMAN H., (1998), Composition of the essential oils of *Origanum boissieri* letsvaart and *O. bargyli* Mouterde, J. Essent. Oil Res., 10, pp. 71-72.
- 88 - BASER K.H.C., ERMIN N., OZËK T., DEMIRCAKMAK B., TÜMEN G., and DUMAN H., (1996), Essential oil of *Thymbra sintenisii* Bornm. et Aznav. subsp. *Isaurica* P. H. Davis and *Origanum leptocladum* Boiss., J. Essent. Oil Res., 8, p. 675.
- 89 - BASER K.H.C., OZËK T., and TÜMEN G., (1995), Essential oil of *Origanum rotundifolium* Boiss., J. Essent. Oil Res., 7, pp. 95-96.
- 90 - GOTSIOU P., NAXAKIS G. and SKOULA M., (2001), Diversity in the composition of monoterpenoids of *Origanum microphyllum*, Biochemical Systematics and Ecology, pp. 865-879.
- 91 - KAROUSOU R., (1995), Taxonomic studies on the genus *Origanum* (labiatae). Distribution, morphology, essential oils PhD Thesis, University of Thessaloniki, Greece.
- 92 - ALIGIANNIS N., KALPOUTZAKIS E., MITAKU S. and CHINOI I.B., (2001), Composition and Antimicrobial activity of the essential oils of two *Origanum* species., J. Agric. Food Chem. 49, pp. 4168-4170.
- 93 - BASER K.H.C., OZËK T., TÜMEN G. and SEZİK E., (1993), Composition of the essential oils of Turkish *Origanum* species with commercial importance, J. Essent. Oil Res., 5, pp. 619- 623.
- 94 - BAYDAR H., SAGDIÇ O., ÖZKAN G. and KARADOGAN T., (2004), Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey, Food Control, 15, pp. 169-172.
- 95 - VERA R.R. and CHANE MING ., (1999), Chemical composition of the essential oil marjoram (*Origanum majorana* L.) from Reunion Island, Food Chemistry, 66, pp. 143-145.
- 96 - BASER K.H.C., KIRIMER N. and TÜMEN G., (1993), Composition of the essential oil of *Origanum majorana* L. from Turkey, J. Essent. Oil Res., 5, pp. 577-579.
- 97 - PINO J. A., ROSADO A., ESTARRON M. and FUENTES V., (1997), Essential oil of Majoram (*Origanum majorana* L.) grown in Cuba, J. Essent. Oil Res., 9, pp. 479-480.
- 98 - NYKANEN I., (1986), High resolution gas chromatographic mass spectrometric determination of the flavour composition of marjoram (*Origanum majorana* L.) cultivated in Finland, Z. Lebensm Unters Forsch, 183, pp. 172-176 and pp. 267-272.
- 99 - BARAZANDEH M., (2001), Essential oil composition of *Origanum majorana* L. from Iran, J. Essent. Oil Res., 13, pp. 76-77.
- 100 - ALI A., MAKBOUL M.A., ASSA M. H. and ANTON R., (1986), Constituents of the essential oil of Egyptian marjoram., Bull. Fac. Sci., Assiut Univ., 15, pp. 79-87.
- 101 - CIRCELLA G., FRANZ Ch., NOVAK J. and RESCH H., (1995), Influence of day length and leaf insertion on the composition of Marjoram essential oil, Flavour Fragr. J., 10, pp. 371-374.
- 102 - CHARAI M., MOSADDAK M. and FAID M., (1996), Chemical composition and antimicrobial activities of two aromatic plants : *Origanum majorana* L. and *O. compactum* Benth., J. Essent. Oil Res., 8, pp. 657-664.
- 103- SARER E., SCHEFFER J.J.C. and BAERHEIM SVENDSEN A., (1982), Monoterpenes in the essential Oil of *Origanum majorana*., Planta Medica, 46, pp. 236-239.

- 104 - RAGHAVAN B., RAO L. J., SINGH M. and ABRAHAM K. O., (1997), Effect of drying methods on the flavour quality of majoram (*Origanum majoram* L.) Nahrung, 41, pp. 159-161.
- 105 - NOVAK J., PANK F., LANGBEHN J., BLUTHNER W.D., VENDER C., NIEKERK L.V., JUNGHANNS X. and FRANZ C., (2004), Determination of growing location of majoram (*Origanum majorana* L.) samples by comparison of essential oil profiles, Flavour Fragr. J., 19, pp. 263-264.
- 106 - SURBURG., GUNTER M. and HARDER H., (1993), Volatile compounds from flowers. Analytical and olfactory aspects. In: Bioactive volatile compounds from plants. Edits., TERANISHI R., BUTTERY R. G. and SUGISAWA H., ACS Symp. Series 525, Amer. Chem. Socl., Washington, DC pp. 168-186.
- 107 - LARKOV O., DUNKLEBLUM E., ZADA A., LEWINSOHN E., FREIMAN L., DUDAI N. and RAVID U., (2005), Enantiomeric composition of (E)-and (Z)-sabinene hydrate and their acetates in five *Origanum* spp., Flavour Fragr. J., 20, pp. 109-114.
- 108 - BARANAUSKIENE R., VENSKUTONIS P. R. and DEMYTTEAERE J. C. R., (2005), Sensory and instrumental evaluation of sweet marjoram (*Origanum majorana* L.), Flavour Fragr. J., 20, pp. 492-500.
- 109 - NICOLETTI R. and BAIOSCHI L., (1961), Sul costituenti (ossigenati) dell'olio di origano maggiorana : ritrovamento del *cis*-sabinene i drato, Annali di Chimica, 51 pp. 1265-1271.
- 110 - VASHIST V. N., NIGAM M. C., HANDA K. L. and GUPTA G. N., (1963), Das atherische öl von *Majorana hortensis* Riechstoffe Aromen, 13, pp. 61-62.
- 111 - CROTEAU R., (1977), Site of monoterpenes biosynthesis in *Marjorana hortensis* leaves. Plant Physio., 59, pp. 519-520.
- 112 - ARNOLD N., (1985), Contribution à la connaissance ethnobotanique et médicinale de la flore de Chypre., Université René Descarte de Paris, 3, pp. 1203-1210.
- 113 - NOVAK J., LANGBEHN J., PANK F. and FRANZ C.M., (2002) Essential oil compound in a historical sample of Marjoram (*Origanum majorana* L. Lamiaceae), Flavour Fragr. J., 17, pp. 175-180.
- 114 - NOVAK J., GRAUSGRUBER H., PANK F., LANGBEHN J., BLUTHNER W.D., VENDER C., NIEKERK L. V., JUNGHANNS W. and FRANZ C., (2003), Stability of Hybrid combinations of Marjoram (*Origanum majorana* L.), Flavour Fragr. J., 18, pp. 401-406.
- 115 - EDRIS A.E., SHALABY A. and FADEL H.M., (2003), Effect of organic agriculture practices on the volatile aroma components of some essential oil plants growing in Egypt II: sweet Marjoram (*Origanum majorana* L.) essential oil, Flavour Fragr. J., 18, pp. 345-351.
- 116 - NYKANEN L. and NYKANEN I., (1987), The effect of drying on the composition of the essential oil of some labiatae herbs cultivated in Finland in Flavour Science and technology. Eds. Martens M., DALEN G. A. and RUSSWURM H., J. Wiley & Sons Ltd., pp. 83-88.
- 117 - OBERDIEK R. (1983), Analytik fluchtiger aromastoffe aus krautern und gewurzen dargestellt an der untersuchung von majoram, Fleischwirtschaft, 63, pp. 1-4.
- 118 - ARNOLD N., BELLOMARIA B., VALENTINI G. and ARNOLD H.J., (1993), Comparative study of the essential oils from three species of *Origanum* growing wild in the easter mediterranean region, J. Essent. Oil Res., 5, pp. 71-77.
- 119 - MEIKLE R.D., (1985), Flora of Cyprus, Ed. Royal Botanic Gardens, Kew, Vol. 2 pp. 1262-1270.
- 120 - SOULELES C., (1991), Volatile constituents of *Origanum dubium* leaves and stem bark, Planta Med., 57, pp. 77-78.
- 121 - RUBERTO G., BIONDI D., MELI R. and PIARELLI., (1993), Volatile flavour components of Sicilian *Origanum onites* L., Flavour Fragr. J., 8, pp. 197-200.
- 122 - SCHEFFER J.J.C., LOOMAN A., BAERHEIM SVENDSEN A. and SARER E., (1986), The essential oils of three *Origanum* species grow in Turkey, Progress in Essential Oil Research, pp. 151-156.
- 123 - KOKKINI S., KAROUSOU R. and HANLIDOU E. (2004), Essential Oil Composition of Greek (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) and Turkish (*O. onites*) Oregano : a Tool for Their Distinction., J. Essent. Oil Res., 16, pp. 334-338.
- 124 - SOKOVIC M., TZAKOU O., PITAROKILI D. and COULADIS M., (2002), Antifugal activities of selected aromatic plants growing wild in Greece, Nahrung/Food, 46, pp. 317-320.

- 125 - TEPE B., DAFERERA D., SOKMEN M., POLISSIOU M. And SOKMEN A., The *in vitro* antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil and various extracts of *Origanum syriacum* L var. *bevanii*, J. Sci. Food Agric., 84, pp. 1389-1396.
- 126 - RAVID U., and PUTIEVSKY E., (1983), Essential oils of *Majorana syriaca*, *Coridothymus capitatus* and *Satureja thymbra* plants growing wild in Israël, *Planta medica*, 49, pp.248-249.
- 127 - FLEISHER A. and FLEISHER Z., (1991), Chemical composition of *Origanum syriacum* L. Essential oil., J. Essent. Oil Res., 3, pp. 121-123.
- 128 - BASER K.H.C., KIRKCUOGLU M., DEMIRCI B. and OZËK T., (2003), The Essential oil of *Origanum syriacum* L. var. *sinaicum* (Boiss.) letsvaart, *Flavour Fragr. J.*, 18, pp. 98-99.
- 129 - DUDAI N., LARKOV O., CHAIMOVITSH D., LEWINSOHN E., FREIMAN L. and RAVID U., (2003), Essential oil compounds of *Origanum dayi* Post, *Flavour Fragr. J.*, 18, pp. 334-337.
- 130 - DANIN A., RAVID U., UMANO K. and SHIBAMOTO T., (1997), Essential oil of *Origanum ramonense* DANIN leaves from Israel, J. Essent. Oil Res., 9, pp. 411-417.
- 131 - SAMMOUDI R., (2002), Étude comparative de la composition chimique de l'huile essentielle de trois provenances de l'*Origanum grosii* dans le rif occidental, DESA, Université ABDELMALEK ESSAÂDI, Faculté des sciences, TETOUAN.
- 132 - BASER K.H.C., OZËK T., KIRKCUOGLU M. and TÜMEN G., (1994), The Essential oil of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* of Turkish origin, J. Essent. Oil Res., 6, pp. 31-36.
- 133 - SEZIK E., TÜMEN G., KIRIMER N., OZËK T., and BASER K.H.C., (1993), Essential oil composition of four *Origanum vulgare* Subspecies of Anatolian Origin, J. Essent. Oil Res., 5, pp. 425-431.
- 134 - KOKKINI S., KAROUSOU R., DIARDOTI A., KRIGAS N. and LANARAS T., (1997), Autumn essential oils of Greek oregano, *Phytochemistry*, 44 pp.883-886.
- 135 - MELEGARI M., SEVERI F., BERTOLDI M., BENVENUTI S., CIRCETTA G., MORONE FORTUNATO I., BIANCHI A., LETO C. and CARRUBBA A., (1995), Chemical characterization of essential oils of some *Origanum vulgare* L. sub species of various origin, *EPPOS*, 16, pp. 21-27.
- 136 - MASTELIC J., MILOS M. and JERKOVIC I., (2000), Essential oil and glycosidically bound volatiles of *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) letsvaart, *Flavour Fragr. J.*, 15, pp. 190-194.
- 137 - KULISIC T, RADONIC A, KATALINIC V and MILOS M., (2003), Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil, *Food Chemistry*, 85, pp. 633-640.
- 138 - DORMAN H. J. D., DAMIEN H.J. and G. DEANS S., (2004), Chemical composition, antimicrobial and *in vitro* antioxidant properties of *Monarda citriodora* var. *citriodora*, *Myristica fragrans*, *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*, *Pelargonium* spp. And *Thymus zygis* oils., J. Essent. Oil Res., 16, pp. 145-150.
- 139 - JOHNSON C. B., KAZANTZIS A., SKOULA M, MITTEREGGER U. and NOVAK J., (2004), Seasonal, Populational and Ontogenic Variation in the Volatile Oil Content and Composition of Individuals of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, Assessed by GC Head-space Analysis and by SPME Sampling of Individual Oil Glands, *Phytochemical Analysis*, 15, pp 286-292.
- 140 - NHU-TRANG T-T, CASABIANCA H and GRENIER-LOUSTALOT M.F., (2006), Deuterium/hydrogen ratio analysis of thymol, carvacrol, γ -terpinène and *p*-cymène in thyme, savory and oregano essential oils by gas chromatography-pyrolysis-isotope ratio mass spectrometry, *Journal of Chromatography A*, 1132, pp. 219-227.
- 141 - CHALCHAT J.C. and PASQUIER B., (1999), Chemical studies of *Origanum vulgare* L. ssp. *gracile* (Koch) letsvaart and *Origanum vulgare* L. ssp. *virens* (Hoffm. and Link) letsvaart, J. Essent. Oil Res., 11, pp. 143-144.
- 142 - ALVES PEREIRA I. M., and FERNANDES FERRIERAS M., (1998), Essential oils and hydrocarbons from leaves and calli of *Origanum vulgare* ssp. *virens*, *Phytochemistry*, 48, pp.795-799.
- 143 - KAUL V.K., SINGH B. and SOOD R.P., (1996), Essential oil of *Origanum vulgare* L. from North India, J. Essent. Oil Res., 8, pp. 101-103.

- 144 - CARMO M. M., FRAZAO S. and VENANCIO F., (1989), The chemical composition of Portuguese *Origanum vulgare* oils, J. Essent. Oil Res., 1, pp. 69-71. J. Essent. Oil Res., 1, pp. 69-71.
- 145 - CHALCHAT J.C. and PASQUIER B., (1998), Morphological and Chemical studies of *Origanum* clones : *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare*, J. Essent. Oil Res., 10, pp. 119-125.
- 146 - PANDE C. and MATHELA C. S., (2000), Essential oil composition of *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare* from the Kumaon Himalayas, J. Essent. Oil Res., 12, pp. 441-442.
- 147 - MOCKUTE D., BERNOTIENE G. and JUDZENTIENE A., (2001), The essential oil of *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare* growing wild in Vilnius (Lithuania), Phytochemistry, 57, pp. 65- 69.
- 148 - MOCKUTE D., BERNOTIENE G., and JUDZENTIENE A., (2003), The β -ocimene chemotype of essentials oils of the inflorescences and the leaves with stems from *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare* growing wild in Lithuania, Biochemical Systematics and Ecology, 31, pp. 269-278.
- 149 - SIMANDI B., OSZAGYAN M., LEMBERKOVICS E., KERY A., KASZACS J., THYRION F. and MATYAS T., (1998), Supercritical carbon dioxide extraction and fractionation of oregano oleoresin, Food Research International, 31, pp. 723-728.
- 150 - SAHIN F., GÜLLÜCE M., DAFERERA D., SÖKMEN A., SÖKMEN M., POLISSIOU M., AGAR G. and ÖZER H., (2003), Biological activities of essentials oils and methanol extract of *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* in the Eastern Anatolia region of Turkey, Food Control, 25, pp. 549-557.
- 151 - WERKER E., PUTIEVSKI and RAVID U., (1985), The essential Oils and Glandular Hairs in Different Chemotypes of *Origanum vulgare* L., Annals of Botany Company, 55, pp. 793-801.
- 152 - CHARAI M., FAID M., and CHAOUCH A., (1999), Essential oils from aromatic plants (*Thymus broussonetti* Boiss., *O. compactum* Benth. and *Citrus limon* (L.) N.L. Burm.) as natural antioxidants for Olive oil, J. Essent. Oil Res., 11, pp. 517-521.
- 153 - BOUCHRA C., ACHOURI M., IDRISSE HASSANI L.M. and HMAMOUCHE M., (2003), Chemical composition and antifungal activity of essential oils of seven Moroccan Labiatae against *Botrytis cinerea* Pers: Fr., Journal of Ethnopharmacology, 89, pp. 165-169.
- 154 - JEANNOT V., (2003), *Origanum compactum* BENTHAM: Composition of the Hydrolat Aromatic Fraction, Comparaison with the Essential Oil and its Interest in Aromatherapy, The International Journal of Aromatherapy, 13, pp. 90-94.
- 155 - BASER K.H.C., OZËK T., KIRKCUOGLU M. and TÜMEN G., (1996), Essential oil of *Origanum laevigatum* Boiss., J. Essent. Oil Res., 8, pp. 185-186.
- 156 - TUCKER A. O. and MACIARELLO M. J., (1992), The essential oil of *Origanum laevigatum* Boiss, J. Essent. Oil Res., 4, pp. 419-420.
- 157 - BOSABALIDIS A. M., SKOULA M., (1998), A comparative study of the glandular trichomes on the upper and lower leaf surfaces of *Origanum x intercedens* Rech., J. Essent. Oil Res., 10, pp. 277 286.
- 158 - GOUNARIS Y., SKOULA M., FOURNARAKI C., DRAKAKAKI G. and MAKRIS A. (2002), Comparaison of essential oils and genetic relationship of *Origanum X intercedens* to its parental taxa in the island of Crete, Biochemical Systematics and Ecology, 30, pp.249-258.

ANNEXES

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum calcaratum* Jussieu

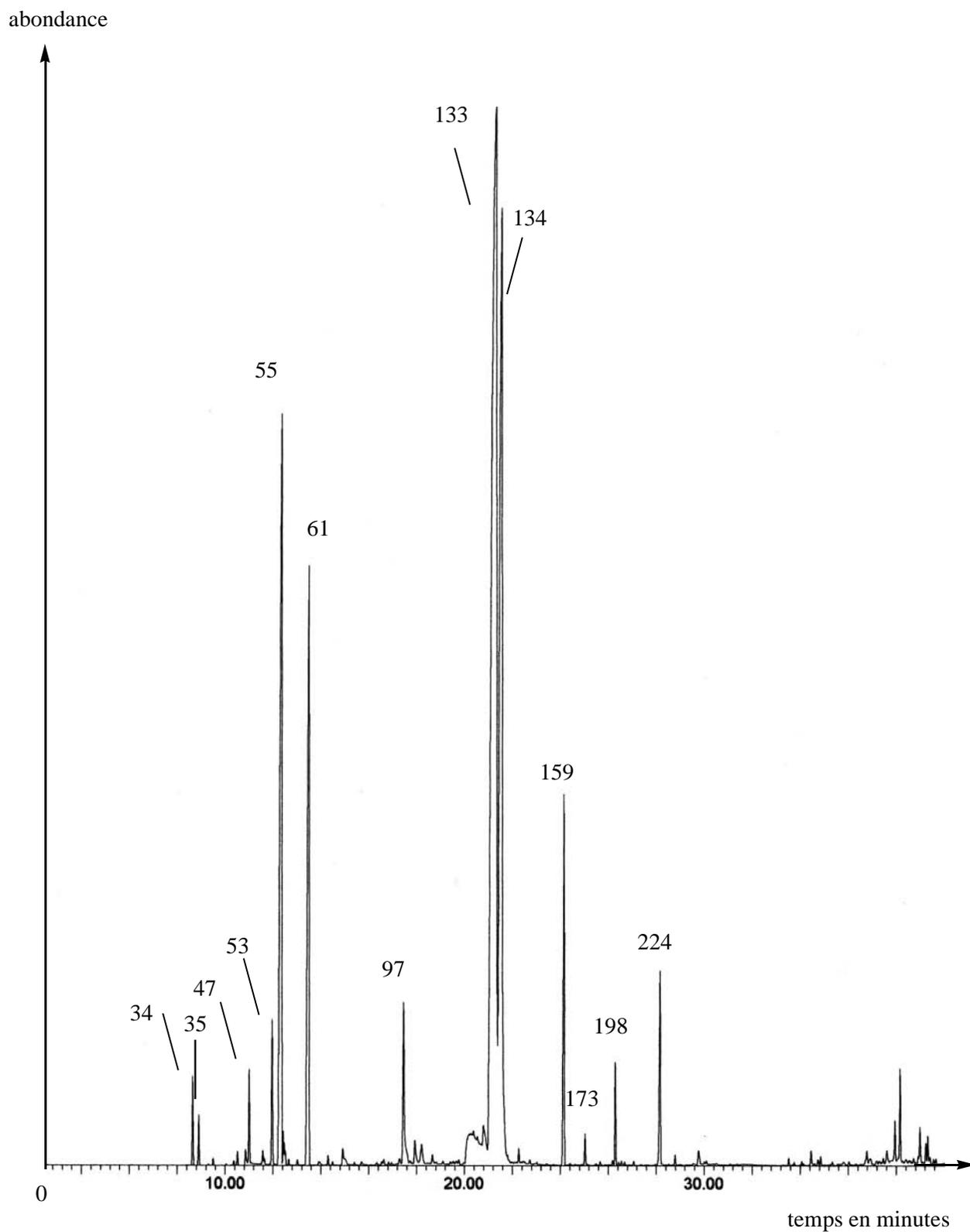


Tableau 5 : composition en % de l'huile essentielle de <i>Origanum calcaratum</i> Jussieu					
n°	nom des composés	%	N°	nom des composés	%
(34)	α -thujène	0,65	(82)	camphre	traces
(35)	α -pinène	0,40	(91)	isopulégone	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(97)	terpinèn-4-ol	3,06
(39)	camphène	0,24	(101)	estragol	traces
(41)	benzaldéhyde	traces	(106)	α -terpinéol	traces
(42)	sabinène	0,02	(108)	<i>para</i> -menth-2-èn-8-ol	traces
(43)	β -pinène	0,14	(126)	géraniol	3,60
(45)	octèn-3-ol	0,41	(131)	cuminol	1,12
(47)	myrcène	0,83	(133)	thymol	40,58
(50)	α -phellandrène	0,21	(134)	carvacrol	16,50
(51)	δ -3-carène	0,06	(141)	acétate de thymyle	traces
(53)	α -terpinène	0,99	(144)	acétate de carvacryle	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	12,01	(159)	β -caryophyllène	2,44
(56)	limonène	0,36	(173)	α -humulène	0,13
(57)	β -phellandrène	traces	(180)	γ -muurolène	traces
(58)	1,8-cinéole	traces	(181)	germacrène-D	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	traces	(198)	β -bisabolène	0,42
(60)	E-(β)-ocimène	traces	(201)	γ -cadinène	traces
(61)	γ -terpinène	9,05	(202)	δ -cadinène	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	traces	(205)	β -sesquiphellandrène	traces
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	traces	(208)	E-(α)-bisabolène	traces
(67)	<i>trans</i> -oxyde de linalol	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	0,87
(72)	<i>cis</i> -thujone	0,08	(230)	humulène-1,2-époxyde	traces
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	traces	(250)	phytone	traces
(74)	<i>trans</i> -thujone	traces	(252)	di-butyl-phtalate	traces
total identifié 94,17%					

Tableau 7 : principaux composés en % de l'huile essentielle de <i>Origanum cordifolium</i> Monbret et Aucher						
n°	nom des composés	éch. A1	éch. A2	éch. A3	éch. B1	éch. B2
(34)	α -thujène	0,59	0,45	0,87	0,63	0,47
(35)	α -pinène	2,25	1,84	3,12	2,72	2,03
(39)	camphène	3,19	2,56	4,15	4,06	3,04
(42)	sabinène	1,63	1,45	2,06	1,82	1,50
(47)	myrcène	1,40	1,28	1,96	1,22	1,26
(53)	α -terpinène	0,88	0,75	1,31	0,79	0,77
(55)	<i>para</i> -cymène	4,33	3,20	5,77	5,07	3,33
(56)	limonène	1,62	1,47	2,07	1,62	1,57
(61)	γ -terpinène	8,68	9,01	17,06	6,02	7,84
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,18	0,19	0,28	0,57	0,08
(65)	terpinolène	0,28	0,26	0,33	0,33	0,26
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	0,28	0,13	0,18	2,15	0,17
(71)	linalol	0,79	1,13	1,62	-	-
(96)	bornéol	6,30	6,20	5,05	8,17	7,69
(97)	terpinèn-4-ol	2,16	0,70	0,88	3,42	1,41
(106)	α -terpinéol	51,32	55,66	45,92	46,54	48,18
(120)	néral	0,18	0,20	0,12	0,18	-
(134)	carvacrol	8,21	6,17	2,23	7,60	13,79
(159)	β -caryophyllène	2,67	4,60	2,96	2,93	2,51
(181)	germacrène-D	0,84	1,12	0,85	0,87	1,27
	total	97,78	98,37	98,79	96,71	97,17

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum cordifolium* Monbret et Aucher

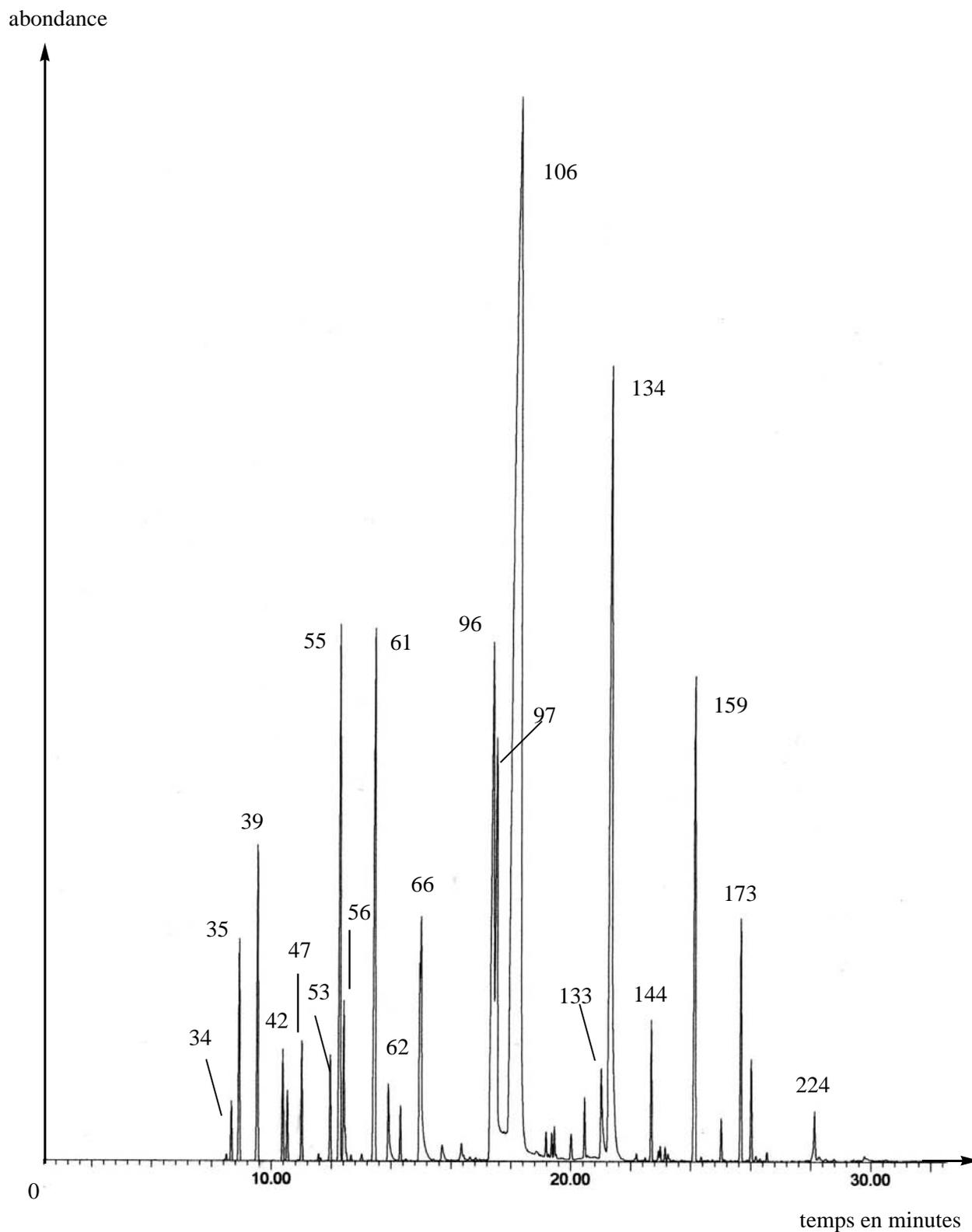


Tableau 9 : composition en % de l'huile essentielle de <i>Origanum cordifolium</i> Monbret et Aucher - échantillon B1					
n°	nom des composés	%	n°	nom des composés	%
(32)	tricyclène	0,06	(97)	terpinèn-4-ol	3,42
(34)	α -thujène	0,63	(106)	α -terpinéol	46,54
(35)	α -pinène	2,72	(117)	thymol méthyl-éther	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(120)	néral	0,18
(39)	camphène	4,06	(128)	géranial	0,37
(41)	benzaldéhyde	traces	(129)	acétate de bornyle	0,12
(42)	sabinène	1,82	(130)	dihydroédulan I	traces
(43)	β -pinène	traces	(131)	cuminol	traces
(47)	myrcène	1,22	(133)	thymol	0,30
(48)	octan-3-ol	traces	(134)	carvacrol	7,60
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(144)	acétate de carvacryle	traces
(50)	α -phellandrène	traces	(147)	acétate de géranyle	traces
(51)	δ -3-carène	traces	(149)	β -bourbonène	traces
(53)	α -terpinène	0,79	(150)	β -cubébène	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	5,07	(151)	β -élémente	traces
(56)	limonène	1,62	(155)	isocaryophyllène	traces
(57)	β -phellandrène	traces	(156)	α -gurjunène	traces
(58)	1,8-cinéole	traces	(159)	β -caryophyllène	2,93
(59)	Z-(β)-ocimène	traces	(160)	β -copaène	traces
(60)	E-(β)-ocimène	traces	(173)	α -humulène	0,87
(61)	γ -terpinène	6,02	(175)	allo-aromadendrène	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,57	(198)	β -bisabolène	traces
(65)	terpinolène	0,33	(199)	germacrène-A	traces
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	2,15	(201)	γ -cadinène	traces
(68)	<i>para</i> -cyménène	traces	(202)	δ -cadinène	traces
(71)	linalol	0,20	(222)	germacrène-D-4-ol	traces
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,20	(224)	oxyde de caryophyllène	0,17
(74)	<i>trans</i> -thujone	traces	(230)	humulène-1,2-époxyde	traces
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces	(241)	épi- α -muurolol	traces
(82)	camphre	traces	(243)	épi- α -cadinol	traces
(96)	bornéol	8,17	(244)	α -cadinol	traces
total identifié 98,13%					

Tableau 10a : principaux composés en % de l'huile essentielle de *Origanum dictamnus* Linnaeus

n°	nom des composés	éch. A1	éch. A2	éch. B1	éch. B2	éch. B3	éch. B4
(34)	α -thujène	0,63	1,10	0,57	0,79	1,33	-
(35)	α -pinène	0,37	0,56	0,32	0,44	0,66	-
(39)	camphène	0,10	-	0,09	0,08	0,08	-
(42)	sabinène	0,21	0,49	0,27	0,14	0,19	-
(43)	β -pinène	0,08	-	0,10	0,57	0,57	0,05
(53)	α -terpinène	0,39	1,12	0,37	0,45	1,25	0,08
(55)	<i>para</i> -cymène	9,42	21,19	14,13	8,48	7,78	0,65
(56)	limonène	0,27	0,42	0,69	0,43	0,50	0,02
(61)	γ -terpinène	0,12	-	-	0,12	4,00	0,26
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,59	-	0,88	1,08	0,73	-
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	0,18	0,31	0,22	0,06	0,07	0,02
(71)	linalol	2,09	0,68	3,50	0,49	1,09	5,23
(97)	terpinèn-4-ol	0,61	0,41	0,28	-	-	2,70
(119)	carvacrol méthyl-éther	0,10	-	0,27	0,02	0,07	-
(125)	thymoquinone	3,75	-	2,84	0,09	-	0,41
(133)	thymol	10,24	8,39	2,47	73,60	61,32	0,52
(134)	carvacrol	66,13	60,06	59,83	3,73	11,65	70,03
(159)	β -caryophyllène	0,93	0,65	0,46	1,78	0,88	2,73
(198)	β -bisabolène	0,13	-	-	0,46	0,58	0,49
(224)	oxyde de caryophyllène	0,38	-	0,15	1,39	0,28	-
	total	96,72	95,38	87,44	94,20	93,03	83,19

Tableau 10b : principaux composés en % de l'huile essentielle de *Origanum dictamnus* Linnaeus

n°	nom des composés	éch. C1	éch. C2
(34)	α -thujène	0,23	0,24
(35)	α -pinène	0,17	0,21
(42)	sabinène	0,29	0,18
(45)	octèn-3-ol	0,10	0,04
(53)	α -terpinène	0,37	0,52
(55))	<i>para</i> -cymène	6,68	8,51
(71)	linalol	1,20	3,53
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,35	0,05
(96)	bornéol	2,46	1,78
(97)	terpinèn-4-ol	4,38	0,02
(125)	thymoquinone	3,64	1,80
(133)	thymol	0,55	0,28
(134)	carvacrol	69,01	76,13
(144)	acétate de carvacryle	0,95	0,57
(159)	β -caryophyllène	1,18	1,66
(198)	β -bisabolène	0,37	0,75
(220)	thymohydroquinone	1,11	0,45
(223)	spathuléol	0,45	0,06
(224)	oxyde de caryophyllène	1,17	0,45
	total	94,66	97,23

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum dictamnus* Linnaeus
chénotype à carvacrol

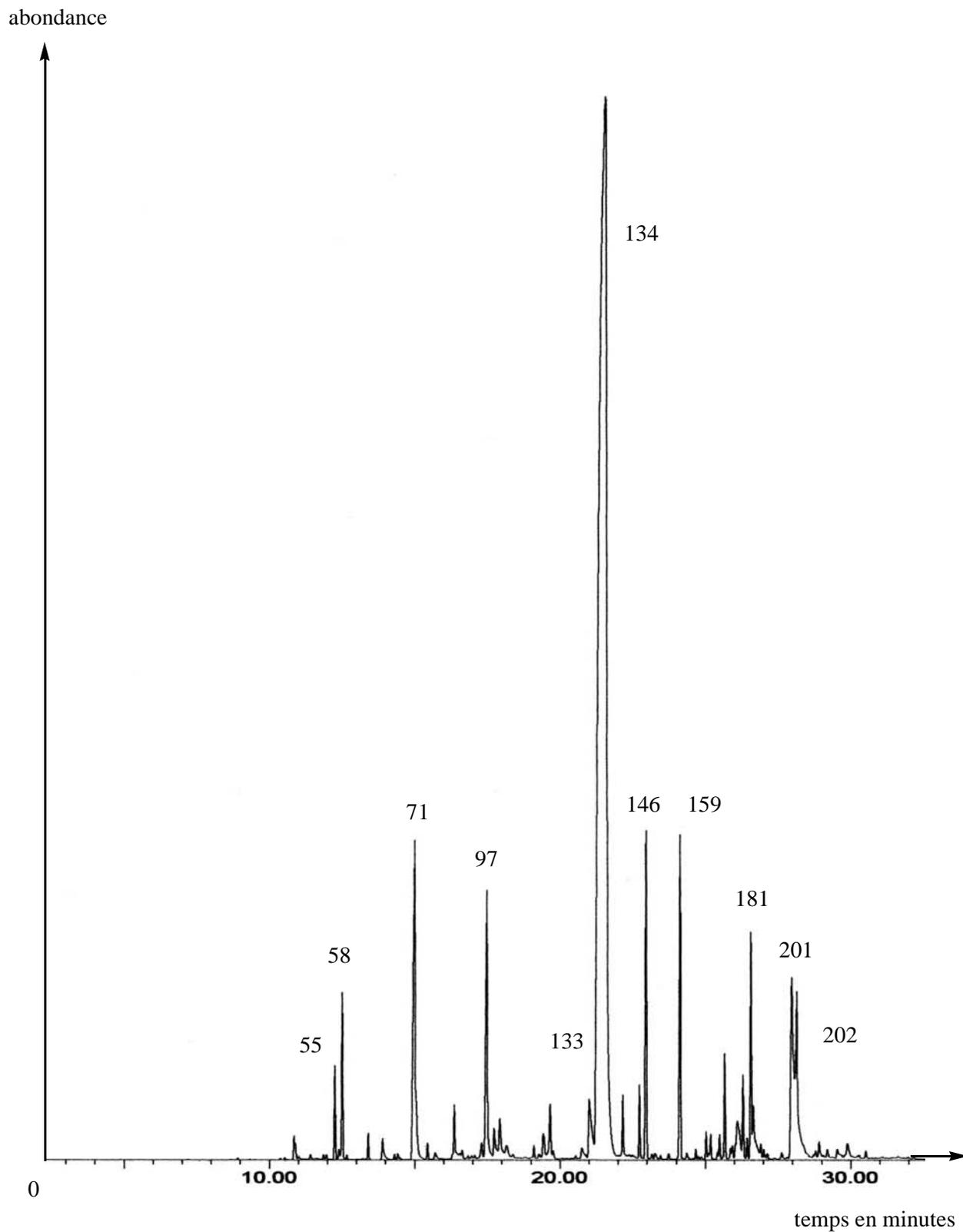
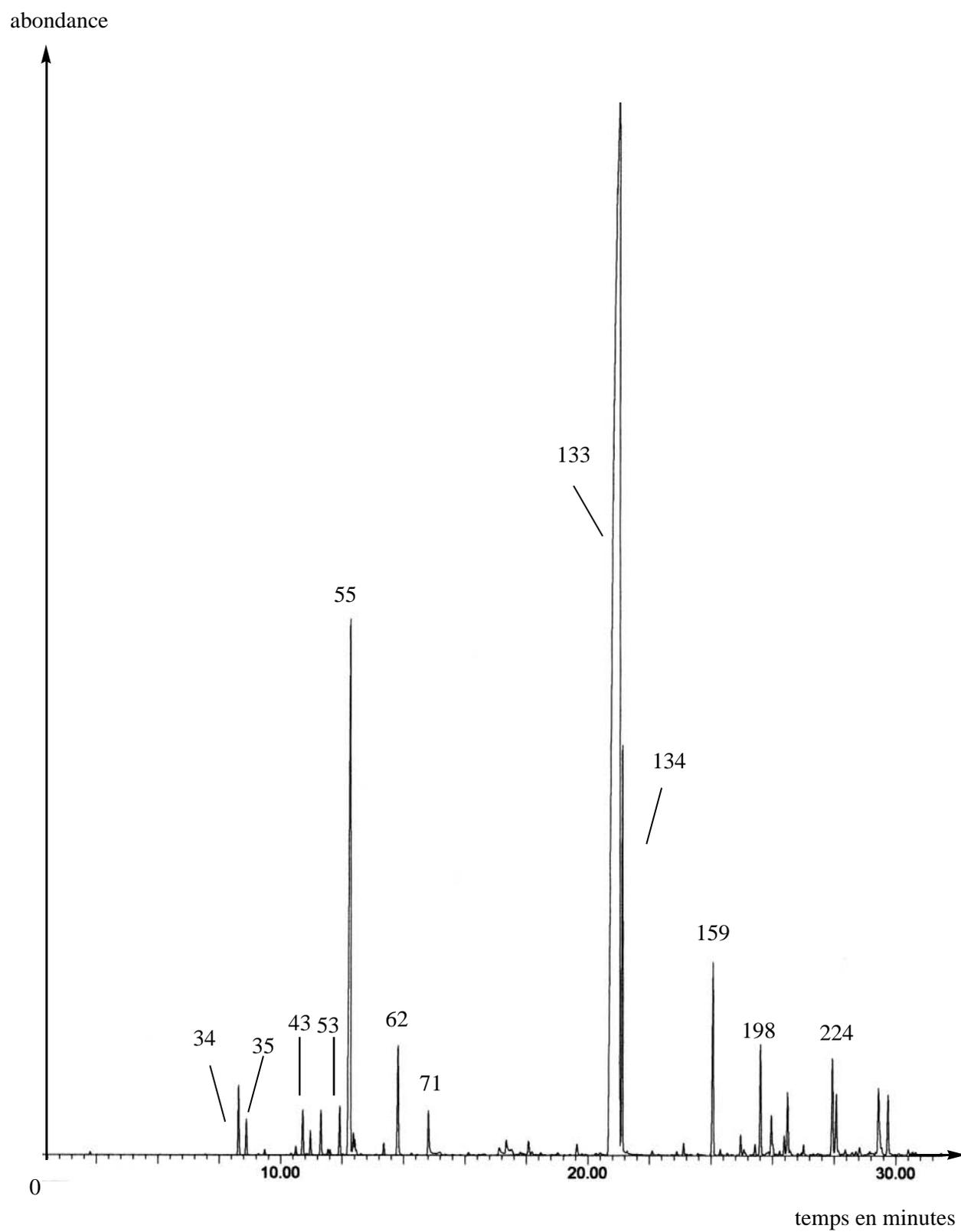


Tableau 12 : composition en % de l'huile essentielle de <i>Origanum dictamnus</i> Linnaeus - échantillon B4					
n°	nom des composés	%	n°	nom des composés	%
(34)	α -thujène	traces	(102)	méta cymène-8-ol	traces
(35)	α -pinène	traces	(106)	α -terpinéol	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(107)	<i>cis</i> -dihydrocarvone	traces
(39)	camphène	traces	(108)	<i>para</i> -menth-2-èn-8-ol	traces
(41)	benzaldéhyde	traces	(117)	thymol méthyl-éther	traces
(42)	sabinène	traces	(121)	cuminaldéhyde	traces
(43)	β -pinène	0,05	(122)	acétate de linalyle	traces
(44)	pentyl-vinyl cétone	0,07	(125)	thymoquinone	0,41
(45)	octèn-3-ol	0,12	(131)	cuminol	0,11
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,36	(133)	thymol	0,52
(47)	myrcène	0,13	(134)	carvacrol	70,03
(48)	octan-3-ol	0,03	(138)	α -cubébène	traces
(52)	acétate de hexyle	0,14	(144)	acétate de carvacryle	0,42
(53)	α -terpinène	0,08	(146)	α -copaène	2,38
(55)	<i>para</i> -cymène	0,65	(149)	β -bourbonène	0,18
(56)	limonène	0,02	(150)	β -cubébène	0,10
(58)	1,8-cinéole	1,39	(159)	β -caryophyllène	2,73
(59)	Z-(β)-ocimène	0,04	(160)	β -copaène	0,14
(60)	E-(β)-ocimène	traces	(173)	α -humulène	0,18
(61)	γ -terpinène	0,26	(178)	épi-bicyclosesquiphellandrène	0,10
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	traces	(180)	γ -muurolène	0,19
(65)	terpinolène	0,19	(181)	germacrène-D	0,54
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	0,02	(189)	γ -bulgarène	0,19
(68)	<i>para</i> -cyménène	0,10	(198)	β -bisabolène	0,49
(71)	linalol	5,23	(201)	γ -cadinène	0,30
(72)	<i>cis</i> -thujone	traces	(202)	δ -cadinène	1,80
(74)	<i>trans</i> -thujone	traces	(203)	<i>cis</i> -calaménène	traces
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,10	(207)	α -cadinène	traces
(82)	camphre	0,20	(209)	α -calacorène	traces
(92)	<i>cis</i> -verbénol	0,13	(220)	thymohydroquinone	3,53
(93)	<i>trans</i> -verbénol	traces	(230)	humulène-1,2-époxyde	traces
(97)	terpinèn-4-ol	2,70	(235)	1-épi-cubénol	traces
total identifié 96,35%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum dictamnus* Linnaeus
chénotype à thymol



**Tableau 13 : composition en % de l'huile essentielle
de *Origanum dictamnus* Linnaeus - échantillon B2**

n°	nom des composés	%	n°	nom des composés	%
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(127)	carvone	traces
(34)	α -thujène	0,79	(133)	thymol	73,60
(35)	α -pinène	0,44	(134)	carvacrol	3,73
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(141)	acétate de thymyle	traces
(39)	camphène	0,08	(146)	α -copaène	traces
(42)	sabinène	0,14	(149)	β -bourbonène	traces
(43)	β -pinène	0,57	(159)	β -caryophyllène	1,78
(45)	octèn-3-ol	traces	(160)	β -copaène	traces
(47)	myrcène	traces	(162)	butanoate de phényl-éthyl	traces
(48)	octan-3-ol	traces	(173)	α -humulène	traces
(50)	α -phellandrène	traces	(175)	allo-aromadendrène	traces
(51)	δ -3-carène	traces	(180)	γ -muurolène	traces
(53)	α -terpinène	0,45	(181)	germacrène-D	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	8,48	(189)	γ -bulgarène	traces
(56)	limonène	0,43	(192)	bicyclogermacrène	traces
(57)	β -phellandrène	traces	(193)	α -muurolène	traces
(58)	1,8-cinéole	traces	(198)	β -bisabolène	0,46
(61)	γ -terpinène	0,12	(201)	γ -cadinène	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	1,08	(202)	δ -cadinène	traces
(65)	terpinolène	traces	(203)	<i>cis</i> -calaménène	traces
(71)	linalol	0,49	(207)	α -cadinène	traces
(80)	isobutyrate de (Z)-hex-3-ényle	0,06	(208)	E-(α)-bisabolène	traces
(96)	bornéol	traces	(210)	<i>cis</i> -muurola-5-èn-4- α -ol	traces
(97)	terpinèn-4-ol	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	1,39
(101)	estragol	traces	(228)	épi-globulol	traces
(106)	α -terpinéol	traces	(230)	humulène-1,2-époxyde	traces
(107)	<i>cis</i> -dihydrocarvone	traces	(231)	1,10-diépïcubénol	traces
(118)	isovalérate de (Z)-hex-3-ényle	traces	(235)	1-épi-cubénol	traces
(119)	carvacrol méthyl-éther	0,02	(236)	phényl-acétate de (Z)-hex-3-ényle	traces
(123)	(Z)-anéthole	traces	(242)	α -muurolol	traces
(125)	thymoquinone	0,09	(243)	épi- α -cadinol	traces
total identifié 94,20%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum saccatum* Davis

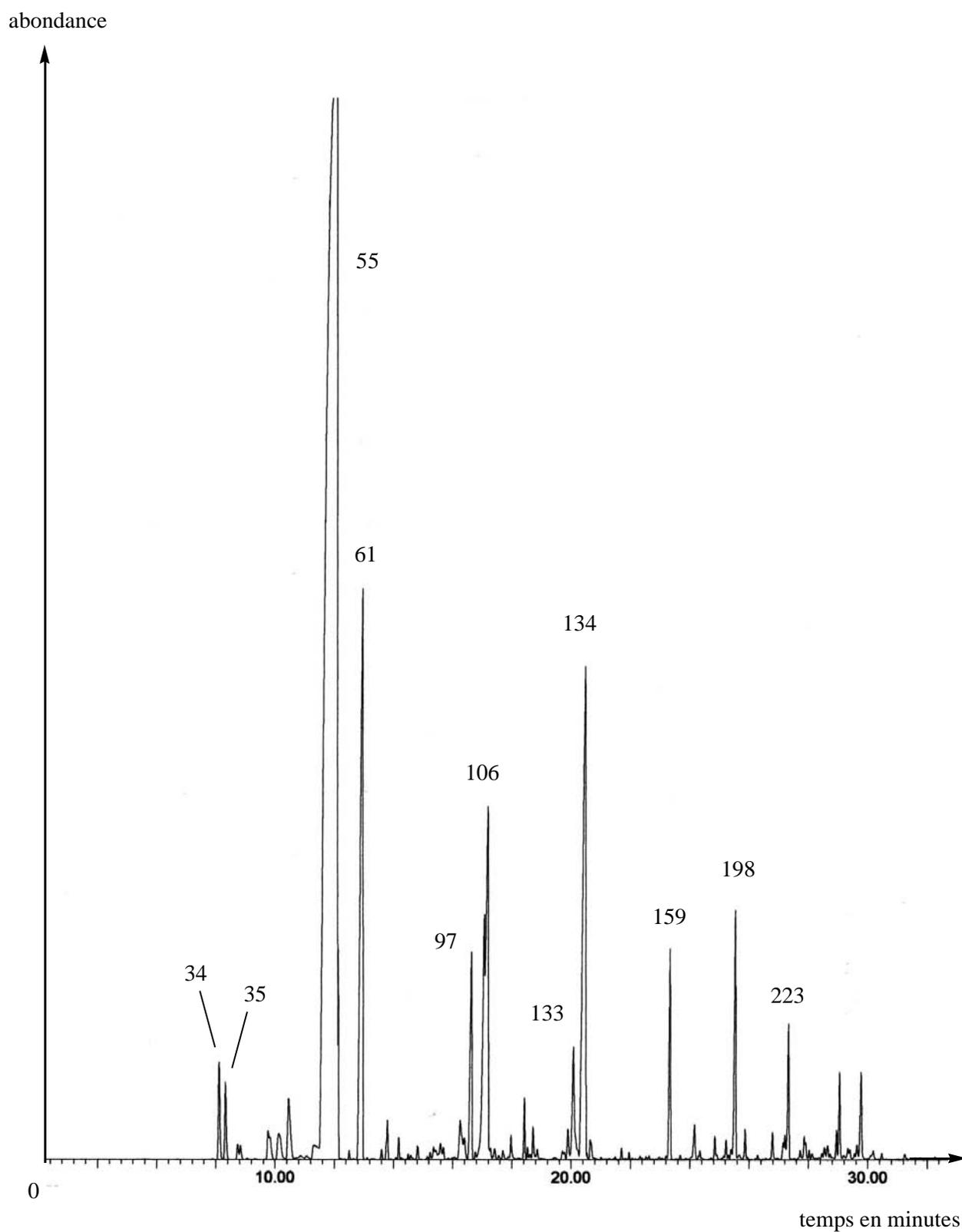


Tableau 14 : composition en % de l'huile essentielle de <i>Origanum saccatum</i> Davis						
n°	nom des composés	%		n°	nom des composés	%
(21)	(E)-hex-2-énol	traces		(113)	<i>trans</i> -pipéritol	traces
(23)	formiate de hexyle	traces		(121)	cuminaldéhyde	0,24
(32)	tricyclène	traces		(122)	acétate de linalyle	traces
(34)	α -thujène	0,61		(125)	thymoquinone	0,13
(35)	α -pinène	0,60		(129)	acétate de bornyle	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	0,10		(130)	dihydroédulan I	traces
(39)	camphène	0,07		(131)	cuminol	0,09
(42)	sabinène	0,22		(133)	thymol	0,24
(43)	β -pinène	0,21		(134)	carvacrol	3,83
(45)	octèn-3-ol	0,43		(159)	β -caryophyllène	0,89
(47)	myrcène	0,91		(173)	α -humulène	0,11
(50)	α -phellandrène	0,13		(175)	allo-aromadendrène	0,04
(53)	α -terpinène	0,36		(181)	germacrène-D	0,08
(55)	<i>para</i> -cymène	73,56		(192)	bicyclogermacrène	0,07
(58)	1,8-cinéole	0,75		(193)	α -muurolène	0,08
(61)	γ -terpinène	6,55		(198)	β -bisabolène	0,94
(71)	linalol	traces		(202)	δ -cadinène	0,07
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	traces		(208)	E-(α)-bisabolène	traces
(74)	<i>trans</i> -thujone	traces		(220)	thymohydroquinone	0,08
(81)	<i>trans</i> -pinocarvéol	traces		(223)	spathulénol	0,34
(96)	bornéol	0,10		(224)	oxyde de caryophyllène	0,16
(97)	terpinèn-4-ol	1,45		(230)	humulène-1,2-époxyde	traces
(106)	α -terpinéol	3,93		(244)	α -cadinol	traces
(107)	<i>cis</i> -dihydrocarvone	0,05		(246)	α -bisabolol	traces
total identifié 97,42%						

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum solymicum* Davis

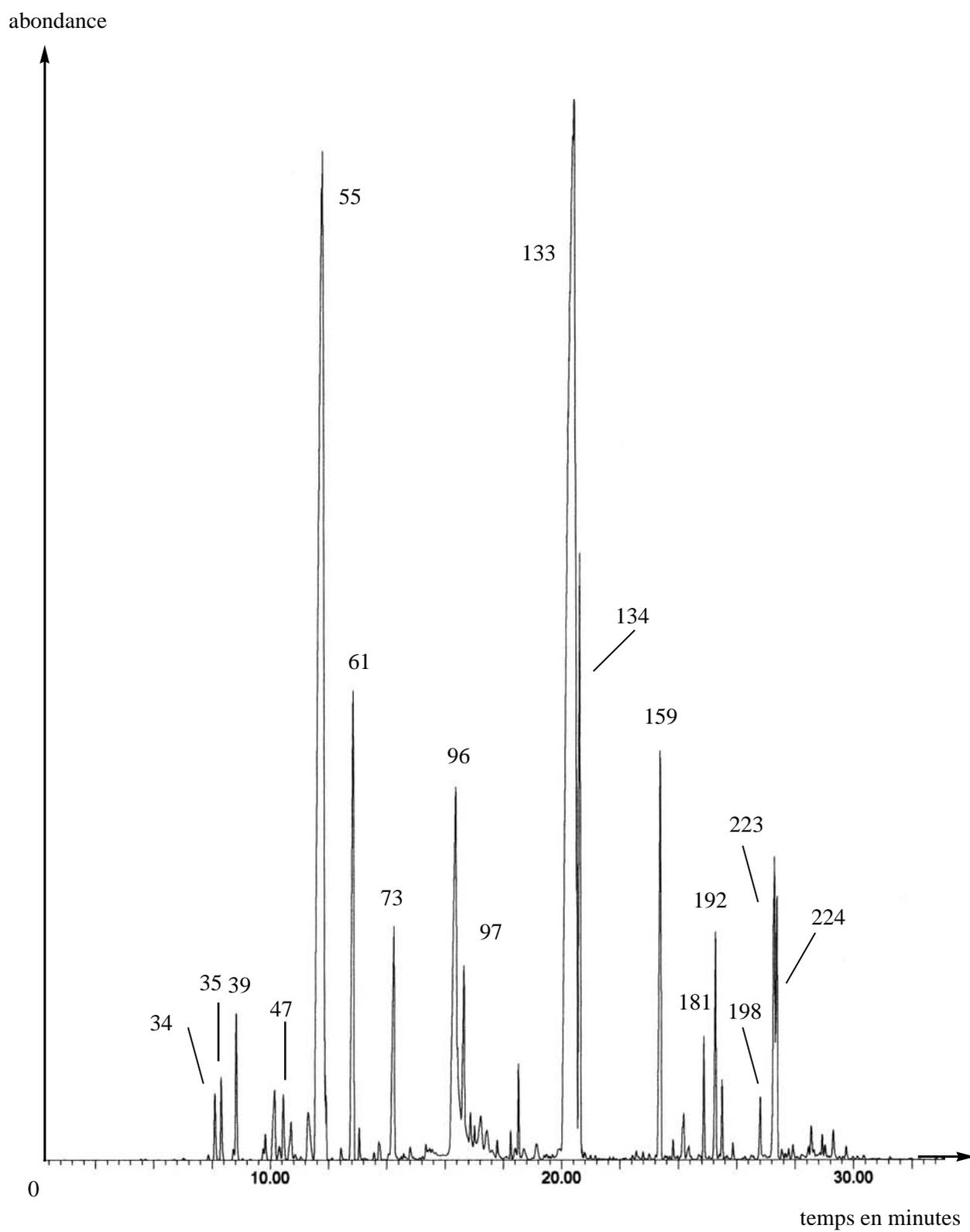
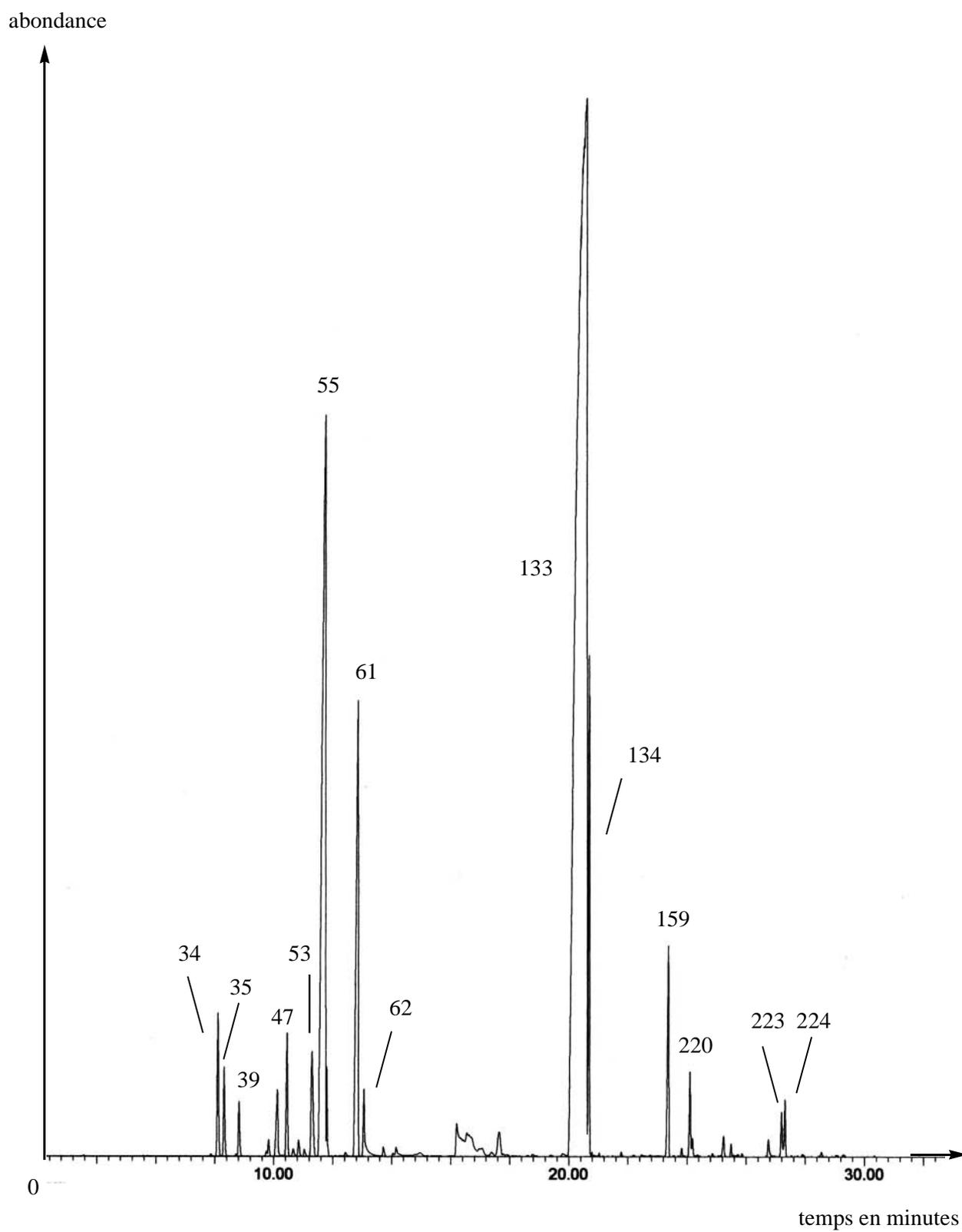


Tableau 15 : composition en % de l'huile essentielle de <i>Origanum solymicum</i> Davis						
n°	nom des composés	%		n°	nom des composés	%
(18)	(E)-hex-2-éнал	traces		(97)	terpinèn-4-ol	2,03
(19)	(Z)-hex-2-éanol	traces		(106)	α -terpinéol	0,72
(28)	butyl-éthyl cétone	traces		(108)	<i>para</i> -menth-2-èn-8-ol	0,31
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces		(117)	thymol méthyl-éter	0,12
(32)	tricyclène	0,03		(119)	carvacrol méthyl-éter	0,38
(34)	α -thujène	0,48		(121)	cuminaldéhyde	0,03
(35)	α -pinène	0,73		(125)	thymoquinone	0,12
(37)	thuja-2,4(10)-diène	0,16		(131)	cuminol	0,50
(39)	camphène	1,31		(133)	thymol	31,21
(42)	sabinène	0,09		(134)	carvacrol	3,35
(43)	β -pinène	0,22		(136)	bicycloélémente	0,15
(45)	octèn-3-ol	0,79		(155)	isocaryophyllène	0,03
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,20		(159)	β -caryophyllène	2,81
(47)	myrcène	0,80		(167)	aromadendrène	0,11
(48)	octan-3-ol	0,38		(173)	α -humulène	0,20
(50)	α -phellandrène	0,10		(175)	allo-aromadendrène	0,07
(53)	α -terpinène	0,67		(181)	germacrène-D	0,39
(55)	<i>para</i> -cymène	30,64		(192)	bicyclogermacrène	0,88
(56)	limonène	0,34		(198)	β -bisabolène	0,26
(58)	1,8-cinéole	0,46		(202)	δ -cadinène	0,05
(61)	γ -terpinène	5,19		(211)	élémol	0,03
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,16		(220)	thymohydroquinone	0,13
(65)	terpinolène	0,21		(223)	spathuléol	1,03
(71)	linalol	0,03		(224)	oxyde de caryophyllène	1,06
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	2,46		(228)	épi-globulol	0,04
(81)	<i>trans</i> -pinocarvéol	0,19		(230)	humulène-1,2-époxyde	0,05
(82)	camphre	0,22		(241)	épi- α -muurolol	traces
(96)	bornéol	6,18		(244)	α -cadinol	traces
total identifié 98,10%						

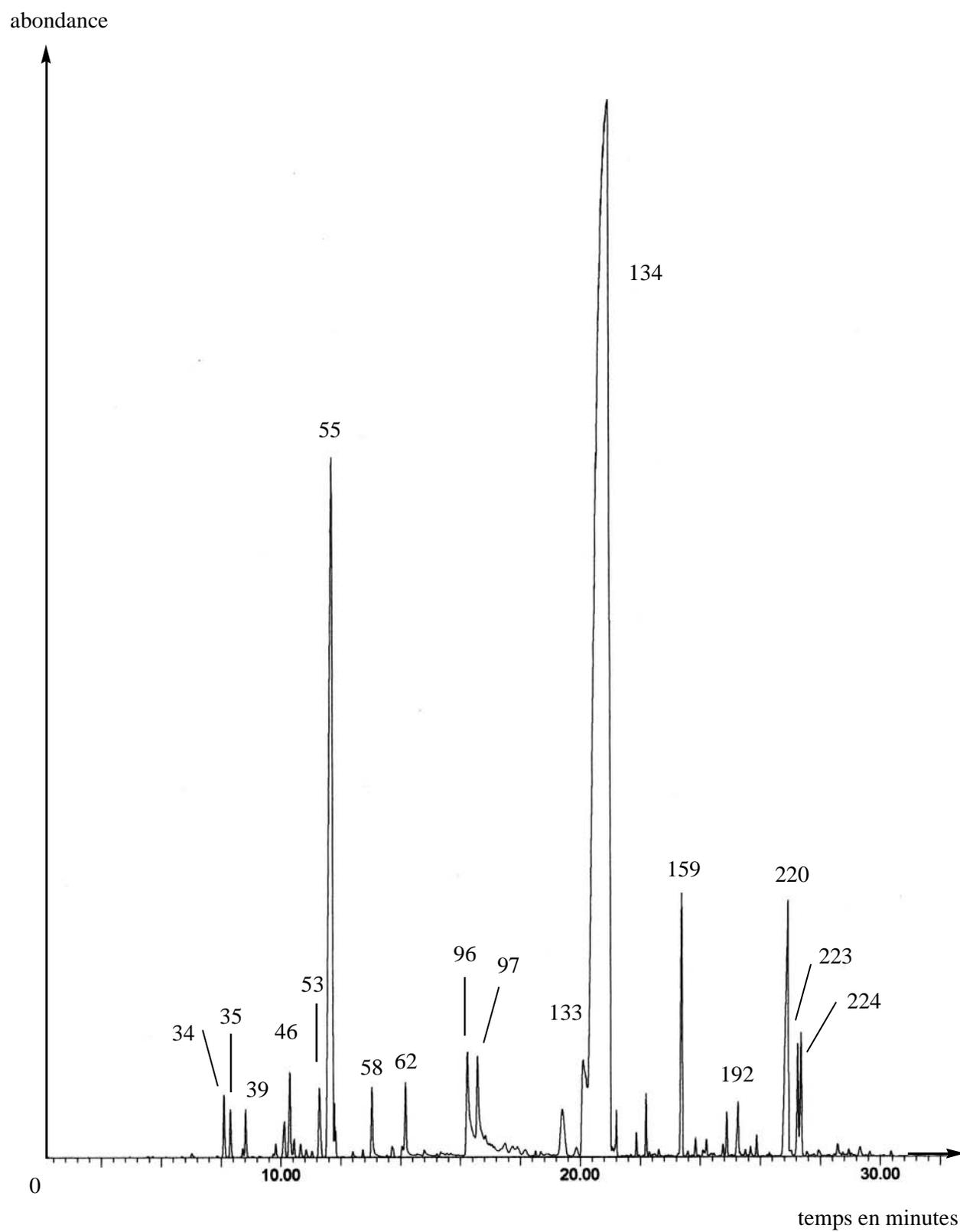
Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum hypericifolium* Schwarz et Davis



**Tableau 16 : composition en % de l'huile essentielle
de *Origanum hypericifolium* Schwarz et Davis**

n°	nom des composés	%	n°	nom des composés	%
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(61)	γ -terpinène	6,92
(18)	(E)-hex-2-éanal	0,02	(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,62
(19)	(Z)-hex-2-éanol	traces	(65)	terpinolène	0,10
(34)	α -thujène	1,50	(71)	linalol	0,19
(35)	α -pinène	1,11	(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,04
(37)	thuja-2,4(10)-diène	0,05	(96)	bornéol	1,13
(39)	camphène	0,62	(106)	α -terpinéol	0,15
(41)	benzaldéhyde	traces	(133)	thymol	59,30
(42)	sabinène	0,08	(134)	carvacrol	2,09
(43)	β -pinène	0,20	(140)	eugénol	0,03
(45)	octèn-3-ol	0,85	(159)	β -caryophyllène	1,45
(47)	myrcène	1,53	(167)	aromadendrène	0,10
(48)	octan-3-ol	0,09	(173)	α -humulène	0,08
(50)	α -phellandrène	0,10	(181)	germacrène-D	0,04
(51)	δ -3-carène	0,18	(192)	bicyclogermacrène	0,08
(53)	α -terpinène	1,41	(198)	β -bisabolène	0,07
(55)	<i>para</i> -cymène	18,06	(220)	thymohydroquinone	0,03
(57)	β -phellandrène	0,35	(223)	spathuléol	0,15
(60)	E-(β)-ocimène	0,03	(224)	oxyde de caryophyllène	0,17
total identifié 98,92%					

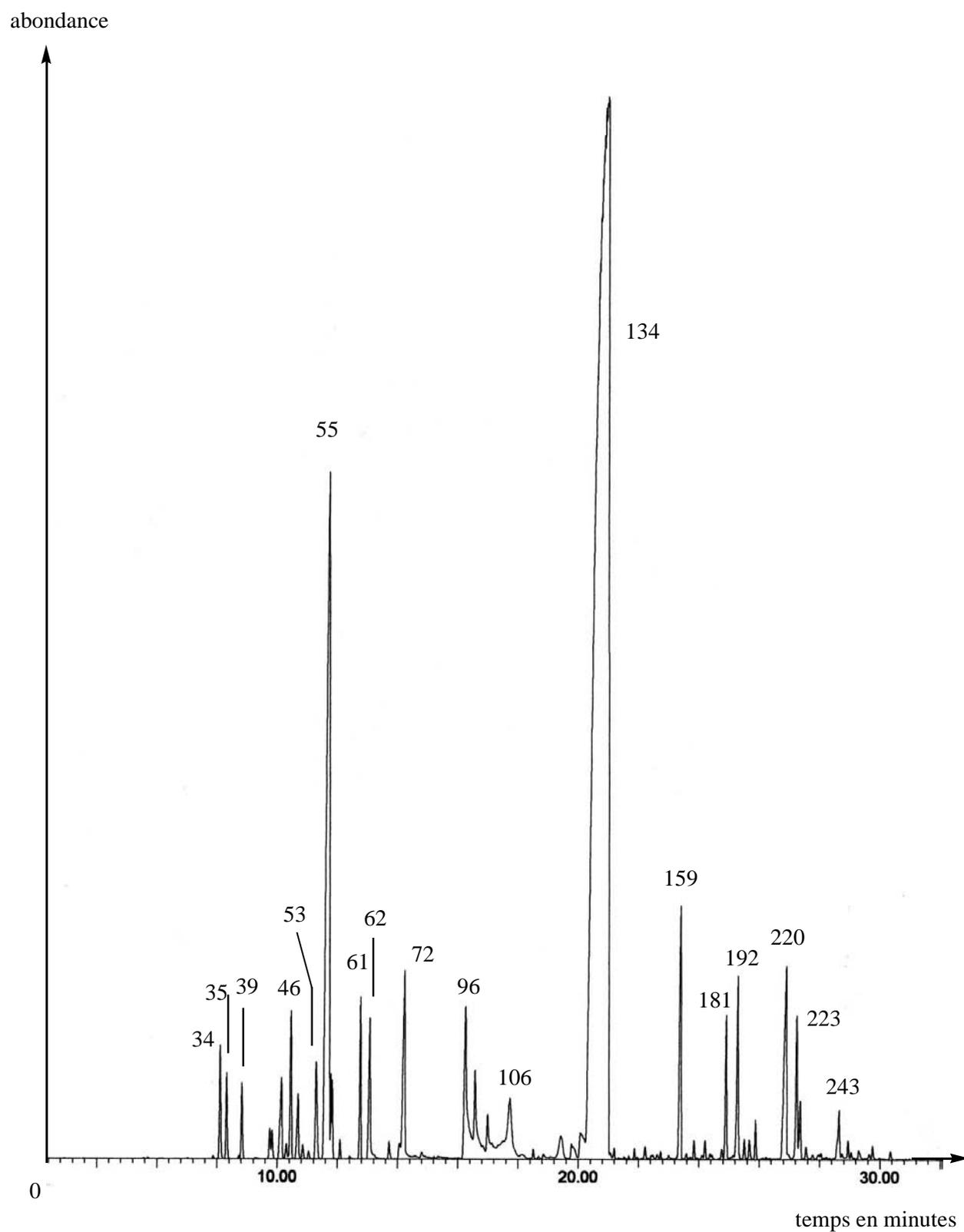
Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum acutidens* Ietswaart



**Tableau 18 : composition en % de l'huile essentielle
de *Origanum acutidens* Ietswaart**

n°	nom des composés	%	n°	nom des composés	%
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(71)	linalol	0,70
(18)	(E)-hex-2-éanal	traces	(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	traces
(19)	(Z)-hex-2-éanol	traces	(96)	bornéol	1,51
(28)	butyl-éthyl cétone	traces	(97)	terpinèn-4-ol	1,42
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces	(107)	<i>cis</i> -dihydrocarvone	traces
(32)	tricyclène	traces	(119)	carvacrol méthyl-éter	traces
(34)	α -thujène	0,50	(125)	thymoquinone	0,58
(35)	α -pinène	0,49	(133)	thymol	0,76
(37)	thuja-2,4(10)-diène	0,11	(134)	carvacrol	67,49
(39)	camphène	0,49	(140)	eugénol	traces
(42)	sabinène	0,06	(159)	β -caryophyllène	1,79
(43)	β -pinène	0,14	(160)	β -copaène	0,12
(45)	octèn-3-ol	0,33	(167)	aromadendrène	0,03
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,70	(175)	allo-aromadendrène	0,08
(47)	myrcène	0,45	(180)	γ -muurolène	0,07
(48)	octan-3-ol	0,08	(181)	germacrène-D	0,16
(50)	α -phellandrène	0,06	(192)	bicyclogermacrène	0,11
(51)	δ -3-carène	0,07	(193)	α -muurolène	0,04
(53)	α -terpinène	0,76	(198)	β -bisabolène	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	14,03	(201)	γ -cadinène	traces
(56)	limonène	0,08	(202)	δ -cadinène	0,07
(57)	β -phellandrène	0,08	(220)	thymohydroquinone	1,20
(58)	1,8-cinéole	0,29	(223)	spathuléol	0,42
(61)	γ -terpinène	0,09	(224)	oxyde de caryophyllène	0,48
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,53	(230)	humulène-1,2-époxyde	traces
(65)	terpinolène	0,12	(244)	α -cadinol	traces
total identifié 96,49%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum bargyli* Mouterde



**Tableau 19 : composition en % de l'huile essentielle
de *Origanum bargyli* Mouterde**

n°	nom des composés	%	n°	nom des composés	%
(6)	3-méthyl-butane-1-ol	traces	(106)	α -terpinéol	0,66
(7)	2-méthyl-butane-1-ol	traces	(108)	<i>para</i> -menth-2-èn-8-ol	0,76
(11)	2-méthyl-butyrate de méthyle	traces	(119)	carvacrol méthyl-éther	0,04
(18)	(E)-hex-2-éнал	traces	(125)	thymoquinone	0,04
(19)	(Z)-hex-2-éanol	traces	(133)	thymol	0,24
(32)	tricyclène	traces	(134)	carvacrol	62,69
(34)	α -thujène	0,85	(138)	α -cubébène	traces
(35)	α -pinène	0,76	(140)	eugénol	0,08
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(146)	α -copaène	traces
(39)	camphène	0,66	(147)	acétate de géranyle	traces
(42)	sabinène	0,24	(149)	β -bourbonène	0,02
(43)	β -pinène	0,28	(159)	β -caryophyllène	1,68
(45)	octèn-3-ol	0,87	(160)	β -copaène	0,05
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,18	(167)	aromadendrène	0,11
(47)	myrcène	1,50	(180)	γ -muurolène	traces
(48)	octan-3-ol	0,55	(181)	germacrène-D	0,58
(50)	α -phellandrène	0,10	(192)	bicyclogermacrène	0,81
(51)	δ -3-carène	0,15	(193)	α -muurolène	traces
(53)	α -terpinène	0,94	(195)	δ -amorphène	0,10
(55)	<i>para</i> -cymène	12,07	(198)	β -bisabolène	0,08
(57)	β -phellandrène	0,34	(201)	γ -cadinène	0,09
(58)	1,8-cinéole	0,38	(207)	α -cadinène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	0,12	(209)	α -calacorène	traces
(61)	γ -terpinène	1,11	(220)	thymohydroquinone	0,71
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	1,04	(223)	spatulénol	0,54
(65)	terpinolène	0,12	(224)	oxyde de caryophyllène	0,18
(71)	linalol	1,98	(228)	épi-globulol	0,05
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,05	(231)	1,10-diépïcubénol	0,06
(96)	bornéol	2,02	(243)	épi- α -cadinol	0,18
(97)	terpinèn-4-ol	1,04	(244)	α -cadinol	0,06
total identifié 97,16%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum leptocladum* Boissier
à carvacrol et *para*-cymène majoritaires

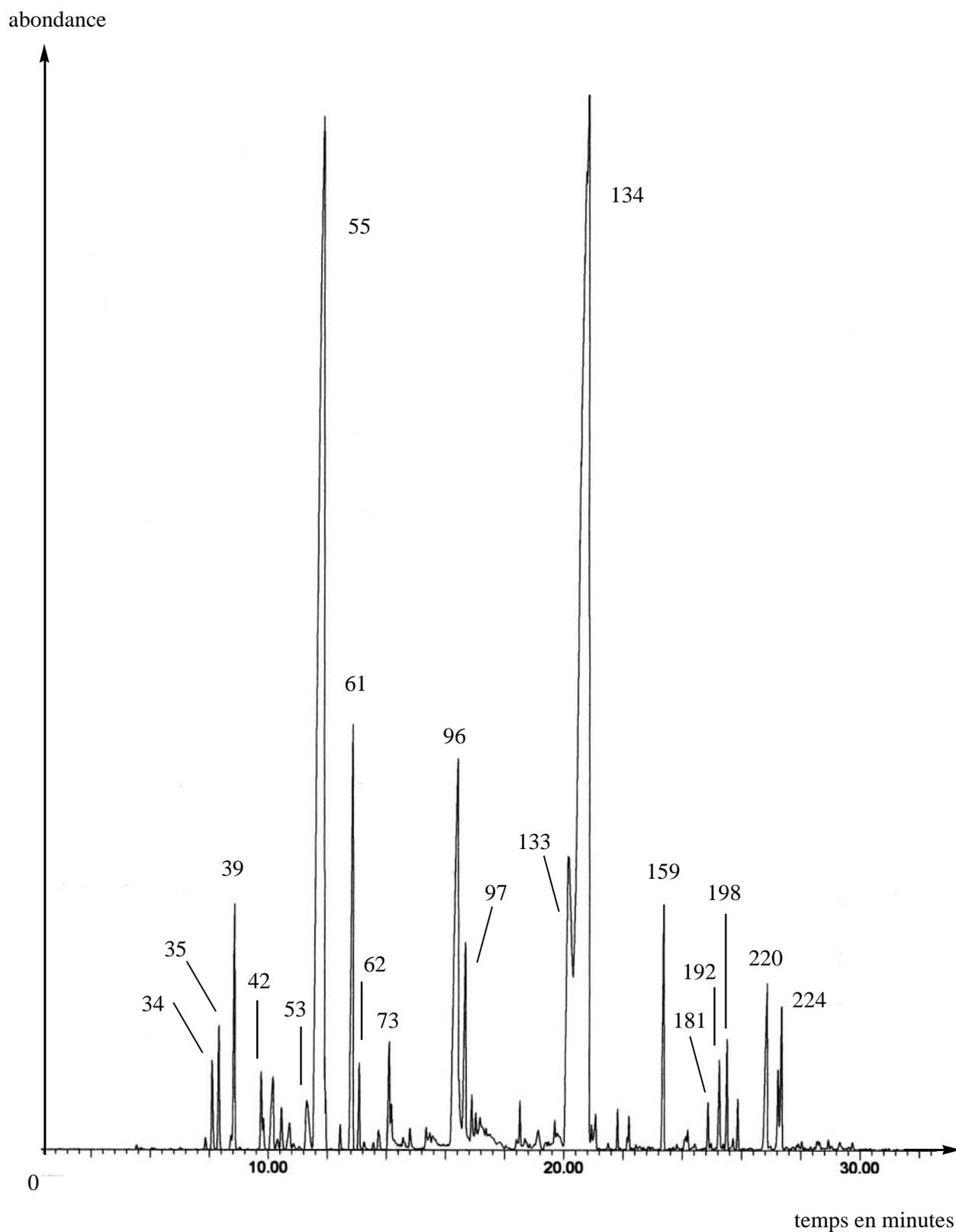


Tableau 20 : composition en % de l'huile essentielle de <i>Origanum leptocladum</i> Boissier - échantillon A1					
n°	nom des composés	%	n°	nom des composés	%
(11)	2-méthyl-butyrate de méthyle	traces	(96)	bornéol	6,00
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(97)	terpinèn-4-ol	2,05
(18)	(E)-hex-2-éanal	traces	(107)	<i>cis</i> -dihydrocarvone	0,18
(19)	(Z)-hex-2-énol	traces	(119)	carvacrol méthyl-éther	0,16
(20)	acide isovalérique	traces	(121)	cuminaldéhyde	0,14
(28)	butyl-éthyl cétone	traces	(122)	acétate de linalyle	0,08
(32)	tricyclène	0,07	(129)	acétate de bornyle	0,22
(34)	α -thujène	0,61	(133)	thymol	5,91
(35)	α -pinène	0,97	(134)	carvacrol	31,76
(37)	thuja-2,4(10)-diène	0,21	(138)	α -cubébène	0,14
(39)	camphène	1,98	(140)	eugénol	0,05
(42)	sabinène	0,53	(149)	β -bourbonène	0,05
(43)	β -pinène	0,33	(150)	β -cubébène	traces
(45)	octèn-3-ol	0,93	(159)	β -caryophyllène	1,26
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,54	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(47)	myrcène	0,26	(167)	aromadendrène	traces
(48)	octan-3-ol	0,16	(180)	γ -muurolène	0,03
(53)	α -terpinène	0,66	(181)	germacrène-D	0,16
(55)	<i>para</i> -cymène	31,53	(192)	bicyclogermacrène	0,32
(56)	limonène	0,10	(193)	α -muurolène	0,09
(58)	1,8-cinéole	0,26	(198)	β -bisabolène	0,40
(60)	E-(β)-ocimène	0,01	(208)	E-(α)-bisabolène	traces
(61)	γ -terpinène	3,89	(220)	thymohydroquinone	0,51
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,46	(223)	spathuléol	0,26
(65)	terpinolène	0,18	(224)	oxyde de caryophyllène	0,47
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,97	(230)	humulène-1,2-époxyde	0,06
(81)	<i>trans</i> -pinocarvéol	0,24	(231)	1,10-diépïcubénol	0,03
(82)	camphre	0,35	(238)	iso-spathuléol	0,02
total identifié 95,59%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum leptocladum* Boissier
à thymol majoritaire

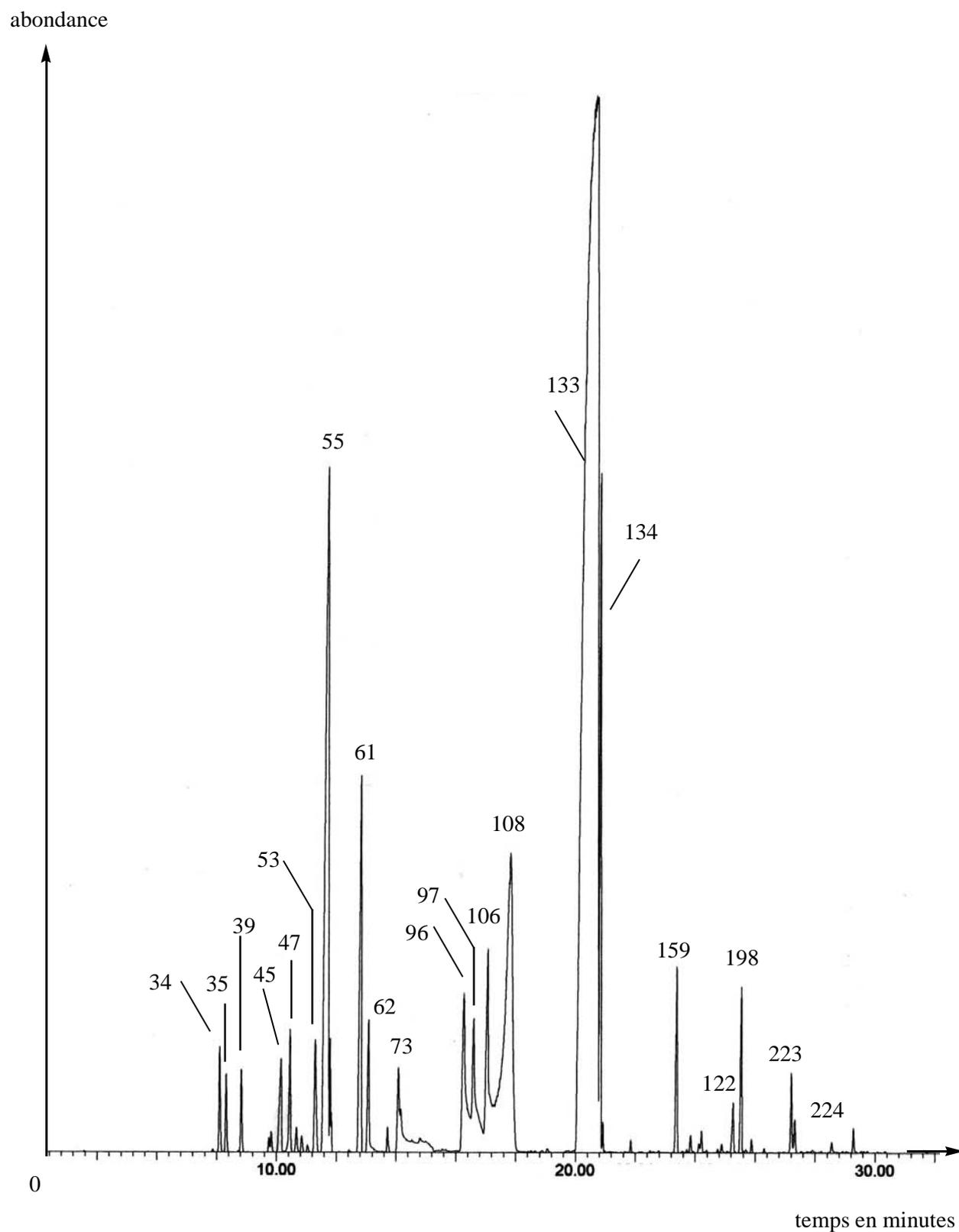
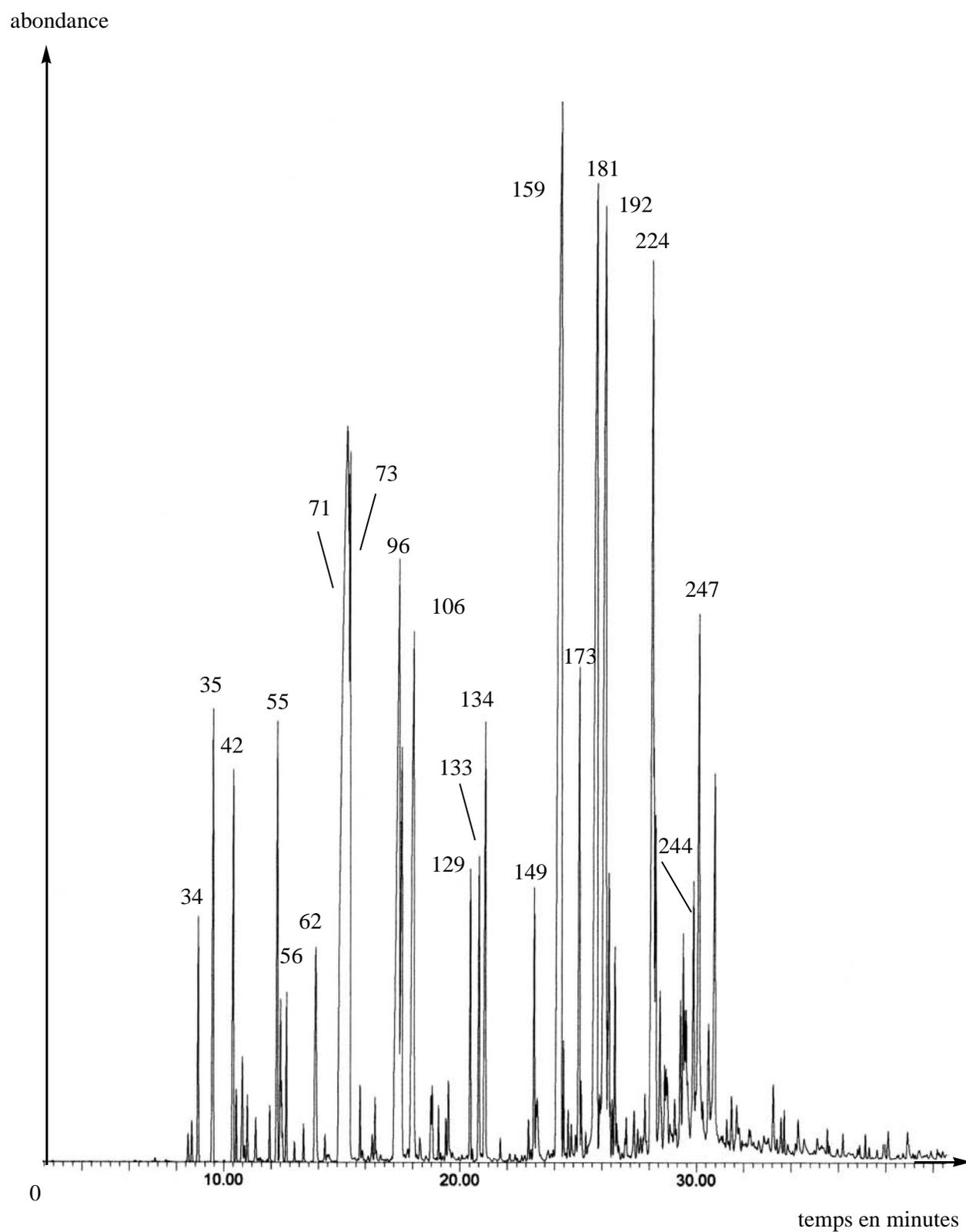


Tableau 21 : composition en % de l'huile essentielle de <i>Origanum leptocladum</i> Boissier - échantillon A2					
n°	nom des composés	%	n°	nom des composés	%
(11)	2-méthyl-butyrate de méthyle	traces	(65)	terpinolène	0,17
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	1,20
(18)	(E)-hex-2-éanal	traces	(96)	bornéol	1,78
(19)	(Z)-hex-2-éno	traces	(97)	terpinèn-4-ol	2,19
(28)	butyl-éthyl cétone	traces	(106)	α -terpinéol	3,78
(30)	heptan-3-ol	traces	(108)	<i>para</i> -menth-2-èn-8-ol	6,03
(32)	tricyclène	traces	(119)	carvacrol méthyl-éter	traces
(34)	α -thujène	0,58	(129)	acétate de bornyle	traces
(35)	α -pinène	0,53	(133)	thymol	58,88
(39)	camphène	0,51	(134)	carvacrol	2,65
(42)	sabinène	0,18	(140)	eugénol	traces
(43)	β -pinène	0,19	(159)	β -caryophyllène	0,87
(45)	octèn-3-ol	0,87	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	0,02
(47)	myrcène	0,96	(167)	aromadendrène	0,08
(48)	octan-3-ol	0,15	(180)	γ -muurolène	0,02
(50)	α -phellandrène	0,08	(181)	germacrène-D	0,03
(51)	δ -3-carène	0,13	(192)	bicyclogermacrène	0,07
(53)	α -terpinène	0,89	(193)	α -muurolène	0,08
(55)	<i>para</i> -cymène	9,44	(198)	β -bisabolène	0,65
(56)	limonène	0,42	(205)	β -sesquiphellandrène	0,02
(58)	1,8-cinéole	0,34	(208)	E-(α)-bisabolène	0,02
(60)	E-(β)-ocimène	0,01	(223)	spathuléol	0,21
(61)	γ -terpinène	3,01	(224)	oxyde de caryophyllène	0,08
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,76	(238)	iso-spathuléol	0,03
total identifié 97,91%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum rotundifolium* Boissier



**Tableau 22 : composition en % de l'huile essentielle
de *Origanum rotundifolium* Boissier - échantillon B1**

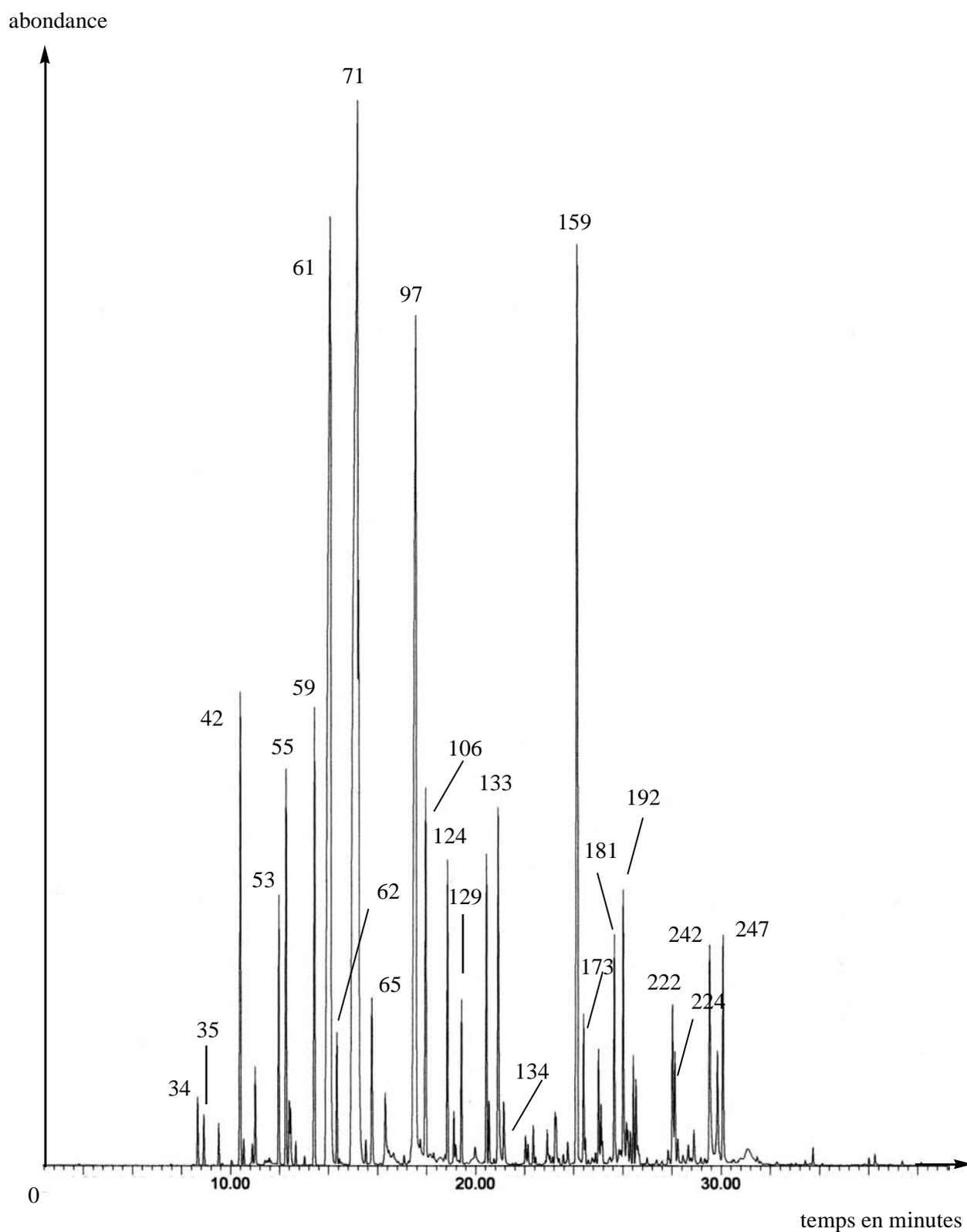
n°	nom des composés	%	n°	nom des composés	%
(1)	3-méthyl-butanal	traces	(119)	carvacrol méthyl-éther	0,33
(3)	2-méthyl-butanal	traces	(122)	acétate de linalyle	traces
(13)	hexanal	traces	(126)	géraniol	traces
(24)	salvène	traces	(128)	géraniol	traces
(26)	2-butyl-furane	traces	(129)	acétate de bornyle	0,61
(28)	butyl-éthyl cétone	traces	(130)	dihydroédulan I	traces
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces	(133)	thymol	1,12
(32)	tricyclène	0,06	(134)	carvacrol	1,81
(34)	α -thujène	0,08	(136)	bicycloélémente	traces
(35)	α -pinène	0,60	(138)	α -cubébène	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(141)	acétate de thymyle	traces
(39)	camphène	1,55	(142)	α -ylangène	traces
(41)	benzaldéhyde	0,03	(145)	iso-lédène	traces
(42)	sabinène	1,39	(146)	α -copaène	0,08
(43)	β -pinène	0,02	(149)	β -bourbonène	0,69
(45)	octèn-3-ol	0,06	(150)	β -cubébène	0,11
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,38	(151)	β -élémente	0,19
(47)	myrcène	0,18	(156)	α -gurjunène	traces
(48)	octan-3-ol	0,13	(159)	β -caryophyllène	15,73
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(160)	β -copaène	0,18
(51)	δ -3-carène	traces	(173)	α -humulène	1,64
(52)	acétate de hexyle	traces	(175)	allo-aromadendrène	0,20
(53)	α -terpinène	0,13	(181)	germacrène-D	8,95
(54)	<i>ortho</i> -cymène	0,02	(186)	lédène	0,07
(55)	<i>para</i> -cymène	1,12	(192)	bicyclogermacrène	7,90
(56)	limonène	0,60	(198)	β -bisabolène	1,09
(57)	β -phellandrène	traces	(199)	germacrène-A	0,16
(58)	1,8-cinéole	traces	(201)	γ -cadinène	0,46
(59)	Z-(β)-ocimène	0,38	(202)	δ -cadinène	traces
(60)	E-(β)-ocimène	0,03	(203)	<i>cis</i> -calaménène	traces
(61)	γ -terpinène	0,09	(207)	α -cadinène	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,87	(208)	E-(α)-bisabolène	0,02
(65)	terpinolène	0,09	(210)	<i>cis</i> -muurola-5-èn-4- α -ol	0,05
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	traces	(214)	bourbonanone	traces
(68)	<i>para</i> -cyménène	traces	(223)	spathuléol	1,48
(69)	périllène	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	2,82
(71)	linalol	8,54	(225)	globulol	2,73
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	13,74	(228)	épi-globulol	0,51
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,14	(230)	humulène-1,2-époxyde	0,27
(82)	camphre	0,19	(231)	1,10-diépïcubénol	0,43
(84)	<i>trans-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces	(238)	iso-spathuléol	0,59
(85)	pentyl-benzène	traces	(239)	caryophylla-4(14)8(13)-diène-5 β -ol	traces
(89)	pinène-oxyde β	traces	(243)	épi- α -cadinol	traces
(96)	bornéol	4,84	(244)	α -cadinol	0,80
(97)	terpinèn-4-ol	1,72	(245)	intermédoal	traces
(106)	α -terpinéol	3,12	(247)	shyobunol	1,59
(113)	<i>trans</i> -pipéritol	0,02	(250)	phytone	traces
(115)	nérol	0,18	(251)	acide palmitique	traces
(117)	thymol méthyl-éther	0,08	(254)	abiétatriène	traces

total identifié 92,99%

n°	nom des composés	éch. A1	éch. A2	éch. B1	éch. C1
(34)	α -thujène	0,80	0,84	0,60	1,02
(35)	α -pinène	1,08	0,97	1,10	1,52
(39)	camphène	0,88	0,42	0,70	1,44
(42)	sabinène	14,67	17,53	15,27	13,58
(47)	myrcène	0,93	1,56	1,04	1,26
(53)	α -terpinène	1,24	3,88	1,65	3,95
(55)	<i>para</i> -cymène	5,91	3,82	3,68	3,91
(56)	limonène	1,36	1,84	1,31	1,13
(61)	γ -terpinène	3,79	6,81	3,66	7,19
(65)	terpinolène	0,70	1,28	0,64	1,36
(71)	linalol	11,15	5,35	13,30	4,19
(97)	terpinèn-4-ol	24,97	27,69	26,32	34,38
(106)	α -terpinéol	6,74	5,30	4,92	1,16
(129)	acétate de bornyle	0,85	0,26	0,22	0,45
(133)	thymol	1,52	1,11	1,47	0,05
(134)	carvacrol	3,51	4,74	1,16	8,97
(159)	β -caryophyllène	4,68	1,28	2,54	3,25
(181)	germacrène-D	0,82	1,49	0,64	0,05
(192)	bicyclogermacrène	2,15	1,82	2,76	0,87
(222)	germacrène-D-4-ol	0,55	0,94	1,51	0,62
	total	88,30	88,93	84,49	90,35

n°	nom des composés	éch. C2	éch. D1	éch. D2	éch. D3
(34)	α -thujène	1,15	1,18	0,73	0,96
(35)	α -pinène	1,52	1,10	1,46	1,44
(39)	camphène	1,33	1,01	0,53	1,87
(42)	sabinène	16,92	11,32	11,87	11,65
(47)	myrcène	1,42	0,95	1,04	0,23
(53)	α -terpinène	4,68	3,89	3,15	4,04
(55)	<i>para</i> -cymène	1,95	2,57	3,95	1,40
(56)	limonène	1,52	1,10	1,19	0,94
(61)	γ -terpinène	9,16	9,35	7,75	8,68
(65)	terpinolène	1,66	1,29	1,25	1,32
(71)	linalol	5,71	2,89	8,43	5,27
(97)	terpinèn-4-ol	29,59	32,01	33,61	26,60
(106)	α -terpinéol	1,60	1,58	1,66	1,34
(129)	acétate de bornyle	-	1,14	0,41	2,17
(133)	thymol	2,12	2,68	1,07	6,72
(134)	carvacrol	1,45	0,78	0,08	1,46
(159)	β -caryophyllène	2,97	4,72	3,23	1,69
(181)	germacrène-D	0,10	0,68	0,17	0,11
(192)	bicyclogermacrène	1,07	3,06	1,54	1,58
(222)	germacrène-D-4-ol	0,36	1,13	0,99	0,85
	total	86,28	84,43	84,11	80,32

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum microphyllum* Vogel



**Tableau 25 : composition de l'huile essentielle
de *Origanum microphyllum* Vogel - échantillon A1**

n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(32)	tricyclène	0,04	(129)	acétate de bornyle	0,85
(34)	α -thujène	0,80	(130)	dihydroédulcan I	traces
(35)	α -pinène	1,08	(133)	thymol	3,51
(39)	camphène	0,88	(134)	carvacrol	1,52
(42)	sabinène	14,67	(138)	α -cubébène	traces
(43)	β -pinène	0,20	(140)	eugénol	traces
(45)	octèn-3-ol	0,06	(141)	acétate de thymyle	traces
(46)	pentyl-éthyl cétone	traces	(144)	acétate de carvacryle	traces
(47)	myrcène	0,93	(146)	α -copaène	traces
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(147)	acétate de géranyle	traces
(50)	α -phellandrène	traces	(149)	β -bourbonène	traces
(51)	δ -3-carène	traces	(150)	β -cubébène	traces
(53)	α -terpinène	1,24	(153)	<i>cis</i> -jasmone	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	5,91	(159)	β -caryophyllène	4,68
(56)	limonène	1,36	(173)	α -humulène	0,32
(57)	β -phellandrène	traces	(175)	allo-aromadendrène	0,52
(59)	Z-(β)-ocimène	0,32	(180)	γ -muurolène	traces
(60)	E-(β)-ocimène	0,05	(181)	germacrène-D	0,82
(61)	γ -terpinène	3,79	(192)	bicyclogermacrène	2,15
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,15	(199)	germacrène-A	0,02
(65)	terpinolène	0,70	(201)	γ -cadinène	0,08
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	0,10	(202)	δ -cadinène	0,28
(67)	<i>trans</i> -oxyde de linalol	traces	(207)	α -cadinène	traces
(71)	linalol	11,15	(221)	benzoate de (Z)-hex-3-ényle	traces
(75)	acétate de oct-3-yle	traces	(222)	germacrène-D-4-ol	0,55
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	0,43
(97)	terpinèn-4-ol	24,97	(228)	épi-globulol	traces
(106)	α -terpinéol	6,74	(242)	α -muurolol	0,21
(113)	<i>trans</i> -pipéritol	traces	(244)	α -cadinol	traces
(117)	thymol méthyl-éther	traces	(245)	intermédeol	traces
(119)	carvacrol méthyl-éther	traces	(247)	shyobunol	traces
(128)	géraniol	traces	(250)	phytone	traces
total identifié 91,08%					

Tableau 27a : principaux composés en % de l'huile essentielle de <i>Origanum minutiflorum</i> Schwarz & Davis								
n°	nom des composés	éch. A1	éch. A2	éch. A3	éch. B1	éch. B2	éch. B3	éch. B4
(34)	α -thujène	0,57	0,55	0,70	0,69	0,54	0,73	0,61
(35)	α -pinène	0,29	0,27	0,34	0,33	0,24	0,30	0,28
(43)	β -pinène	0,11	0,06	0,06	0,17	0,09	0,10	0,08
(44)	octan-3-one	0,48	0,60	0,72	0,11	0,47	0,92	0,36
(45)	octèn-3-ol	0,08	0,20	0,27	0,13	0,06	0,13	0,08
(53)	α -terpinène	3,27	2,88	2,75	0,24	0,19	0,29	0,16
(55)	<i>para</i> -cymène	0,20	0,22	0,20	2,87	2,25	2,33	2,11
(56)	limonène	0,21	0,11	0,17	0,24	0,19	0,24	0,19
(58)	1,8-cinéole	0,04	0,48	0,84	0,36	0,16	0,06	0,10
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	1,14	0,75	0,81	1,39	0,66	0,78	0,79
(71)	linalol	1,47	0,21	0,18	0,12	1,44	1,34	0,03
(96)	bornéol	0,38	0,07	0,12	0,20	0,12	0,15	0,02
(97)	terpinèn-4-ol	0,19	0,13	0,14	0,13	0,09	0,12	0,13
(125)	thymoquinone	2,36	0,23	0,28	0,78	0,10	0,03	0,13
(134)	carvacrol	85,91	90,56	89,51	88,68	86,50	88,94	91,38
(159)	β -caryophyllène	0,63	0,75	1,32	1,15	1,40	0,74	0,67
(181)	germacrène-D	0,02	0,07	0,21	0,12	0,23	0,01	-
(223)	spathuléol	0,15	0,22	0,14	0,12	0,11	0,08	0,09
(224)	oxyde de caryophyllène	0,32	0,18	0,17	0,27	0,20	0,12	0,13
	total	97,82	98,54	98,93	98,10	95,04	97,41	97,34

Tableau 27b : principaux composés en % de l'huile essentielle de <i>Origanum minutiflorum</i> Schwarz & Davis							
n°	nom des composés	éch. B5	éch. B6	éch. B7	éch. B8	éch. B9	éch. B10
(34)	α -thujène	0,73	0,67	0,72	0,69	0,77	0,87
(35)	α -pinène	0,33	0,32	0,32	0,34	0,37	0,41
(43)	β -pinène	0,09	0,02	0,11	0,03	0,10	0,10
(44)	octan-3-one	0,60	0,35	0,46	0,48	0,54	0,49
(45)	octèn-3-ol	0,09	0,12	0,09	0,06	0,13	0,08
(53)	α -terpinène	0,28	0,24	0,36	0,21	0,29	0,32
(55)	<i>para</i> -cymène	2,63	2,87	3,72	2,45	2,88	3,77
(56)	limonène	0,22	0,21	0,25	0,21	0,25	0,25
(58)	1,8-cinéole	0,06	0,08	0,20	0,05	0,05	0,17
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,79	0,86	0,92	0,74	0,77	0,89
(71)	linalol	0,26	0,15	1,51	0,80	0,25	0,19
(96)	bornéol	0,02	0,05	0,26	0,23	0,17	0,17
(97)	terpinèn-4-ol	0,11	0,14	0,15	0,14	0,11	0,15
(125)	thymoquinone	-	-	0,19	0,12	-	0,14
(134)	carvacrol	90,62	88,91	86,07	87,61	89,45	87,56
(159)	β -caryophyllène	0,79	0,59	0,88	0,46	0,55	1,30
(181)	germacrène-D	0,20	0,28	0,10	0,19	0,05	0,09
(223)	spathuléol	0,02	0,10	0,09	0,12	0,07	0,09
(224)	oxyde de caryophyllène	0,13	0,08	0,24	0,18	0,12	0,27
	total	97,97	96,04	96,64	95,11	96,92	97,31

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum minutiflorum* Schwarz et Davis

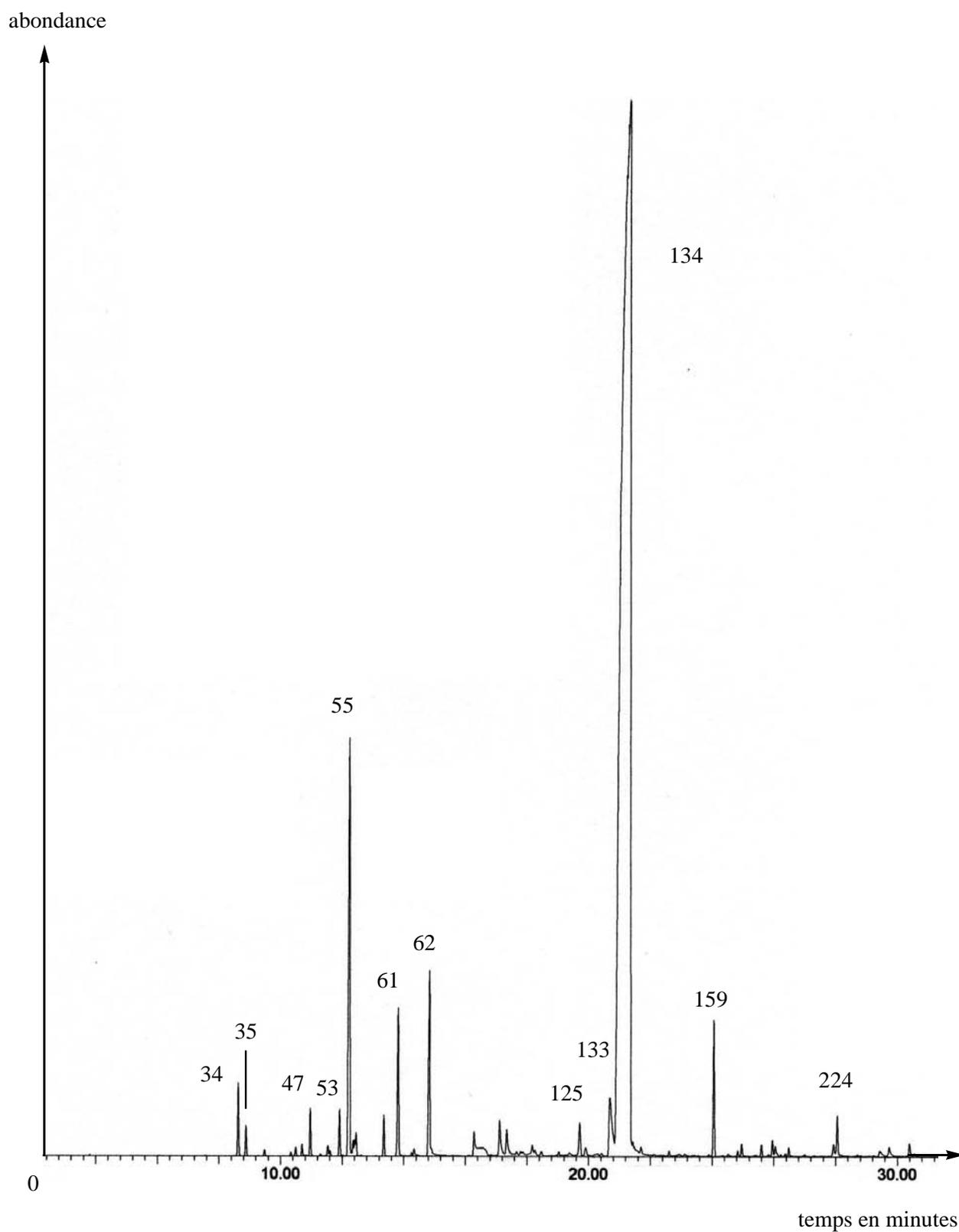


Tableau 29 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum minutiflorum</i> Schwarz et Davis - échantillon B7					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(10)	isovalérate de méthyle	traces	(106)	α -terpinéol	0,05
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(107)	<i>cis</i> -dihydrocarvone	0,03
(17)	isovalérate de éthyle	traces	(108)	<i>para</i> -menth-2-èn-8-ol	0,04
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces	(111)	<i>trans</i> -dihydrocarvone	traces
(32)	tricyclène	traces	(119)	carvacrol méthyl-éther	traces
(34)	α -thujène	0,72	(125)	thymoquinone	0,19
(35)	α -pinène	0,32	(127)	carvone	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	0,01	(133)	thymol	0,66
(39)	camphène	0,06	(134)	carvacrol	86,07
(40)	verbénène	traces	(135)	2-éthyl-5-isopropyl-phénol	traces
(42)	sabinène	0,03	(140)	eugénol	0,02
(43)	β -pinène	0,11	(141)	acétate de thymyle	traces
(45)	octèn-3-ol	0,09	(144)	acétate de carvacryle	traces
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,46	(149)	β -bourbonène	traces
(47)	myrcène	0,02	(159)	β -caryophyllène	0,88
(48)	octan-3-ol	0,10	(160)	β -copaène	traces
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(50)	α -phellandrène	0,05	(163)	Z-(β)-farnesène	traces
(51)	δ -3-carène	traces	(167)	aromadendrène	0,02
(53)	α -terpinène	0,36	(173)	α -humulène	0,04
(54)	<i>ortho</i> -cymène	traces	(180)	γ -muurolène	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	3,72	(181)	germacrène-D	0,10
(56)	limonène	0,25	(186)	lédène	traces
(57)	β -phellandrène	traces	(192)	bicyclogermacrène	traces
(58)	1,8-cinéole	0,20	(198)	β -bisabolène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	traces	(201)	γ -cadinène	traces
(61)	γ -terpinène	0,30	(202)	δ -cadinène	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,92	(203)	<i>cis</i> -calaménène	traces
(65)	terpinolène	0,07	(207)	α -cadinène	traces
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	traces	(208)	E-(α)-bisabolène	traces
(68)	<i>para</i> -cyménène	traces	(223)	spatulénol	0,09
(71)	linalol	1,51	(224)	oxyde de caryophyllène	0,24
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	traces	(230)	humulène-1,2-époxyde	traces
(81)	<i>trans</i> -pinocarvéol	traces	(241)	épi- α -muurolol	traces
(82)	camphre	0,37	(242)	α -muurolol	traces
(92)	<i>cis</i> -verbénol	traces	(243)	épi- α -cadinol	traces
(96)	bornéol	0,26	(244)	α -cadinol	traces
(97)	terpinèn-4-ol	0,15	(246)	α -bisabolol	traces
total identifié 98,51%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum majorana* Linnaeus var. *majorana*

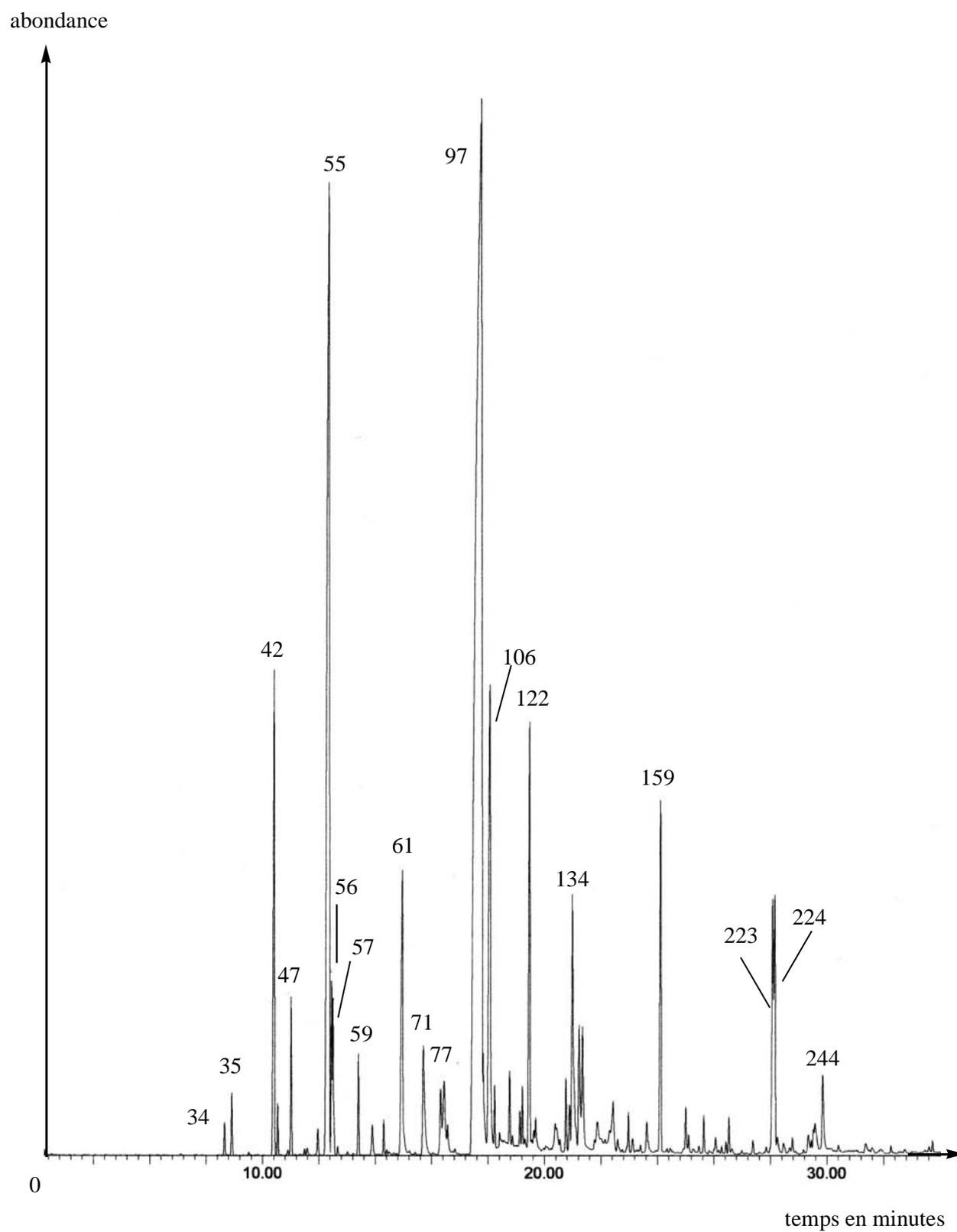


Tableau 30 : composition en % de l'huile essentielle de <i>Origanum majorana</i> Linnaeus var. <i>majorana</i>					
n°	nom des composés	%	n°	nom des composés	%
(34)	α -thujène	0,22	(121)	cuminaldéhyde	traces
(35)	α -pinène	0,44	(122)	acétate de linalyle	2,22
(39)	camphène	traces	(124)	pipéritone	traces
(41)	benzaldéhyde	traces	(133)	thymol	1,65
(42)	sabinène	4,89	(134)	carvacrol	2,72
(43)	β -pinène	traces	(147)	acétate de géranyle	traces
(44)	pentyl-vinyl cétone	traces	(149)	β -bourbonène	traces
(47)	myrcène	1,11	(159)	β -caryophyllène	1,81
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(173)	α -humulène	0,25
(50)	α -phellandrène	traces	(175)	allo-aromadendrène	traces
(53)	α -terpinène	0,07	(181)	germacrène-D	0,23
(55)	<i>para</i> -cymène	14,32	(193)	α -muuroloène	traces
(56)	limonène	0,17	(198)	β -bisabolène	traces
(57)	β -phellandrène	1,80	(201)	γ -cadinène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	0,05	(202)	δ -cadinène	0,15
(60)	E-(β)-ocimène	traces	(203)	<i>cis</i> -calaménène	traces
(61)	γ -terpinène	0,51	(207)	α -cadinène	0,04
(63)	hexanoate de allyle	traces	(209)	α -calacorène	0,13
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	traces	(217)	β -calacorène	0,09
(67)	<i>trans</i> -oxyde de linalol	traces	(221)	benzoate de (Z)-hex-3-ényle	traces
(69)	périllène	traces	(223)	spathuléol	1,54
(71)	linalol	2,29	(224)	oxyde de caryophyllène	1,30
(74)	<i>trans</i> -thujone	traces	(225)	globulol	0,07
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,72	(228)	épi-globulol	0,13
(83)	1,4-diméthylcyclohex-3-ényl-méthyl cétone	traces	(230)	humulène-1,2-époxyde	0,08
(84)	<i>trans-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,18	(235)	1-épi-cubénol	0,18
(97)	terpinèn-4-ol	47,10	(241)	épi- α -muurolol	0,49
(99)	cryptone	0,03	(243)	épi- α -cadinol	0,04
(106)	α -terpinéol	4,56	(244)	α -cadinol	0,09
(113)	<i>trans</i> -pipéritol	traces	(250)	phytone	traces
(117)	thymol méthyl-éther	0,47	(251)	acide palmitique	traces
(119)	carvacrol méthyl-éther	traces	(254)	abiétatriène	traces
total identifié 92,14%					

**Tableau 32a: principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum majorana* var. *tenuifolium* Weston**

n°	nom des composés	éch. A1	éch. A2	éch. A3	éch. C1	éch. C2	éch. C3	éch. E1	éch. E2	éch. E3
(34)	α -thujène	0,54	0,39	0,48	0,59	0,50	0,56	0,31	0,52	0,48
(35)	α -pinène	0,76	0,53	0,68	0,78	0,59	0,65	0,56	0,60	0,68
(39)	camphène	0,26	0,17	0,24	0,23	0,16	0,14	0,25	0,18	0,19
(42)	sabinène	8,37	6,01	7,09	9,93	8,19	8,41	5,57	6,99	7,44
(43)	β -pinène	0,15	1,80	1,92	2,22	1,93	2,20	1,76	1,88	1,87
(53)	α -terpinène	2,80	2,90	3,58	2,70	2,83	4,49	2,18	4,70	3,53
(55)	<i>para</i> -cymène	0,98	0,45	0,72	1,13	0,93	0,70	1,22	0,88	0,76
(56)	limonène	3,61	2,79	3,33	3,90	3,51	3,80	2,82	3,42	3,33
(61)	γ -terpinène	4,85	4,80	5,61	4,74	4,69	7,79	3,66	7,47	5,72
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	4,40	3,41	4,32	4,87	4,58	5,09	3,67	4,40	4,57
(65)	terpinolène	1,05	1,04	1,26	1,04	1,07	1,52	0,78	1,68	1,31
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	46,16	35,58	42,50	46,89	48,13	29,61	24,88	35,90	43,72
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,78	0,72	0,91	0,73	0,93	0,86	0,56	1,16	1,07
(84)	<i>trans-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,41	0,32	0,04	0,75	0,66	0,56	0,79	0,69	0,71
(97)	terpinèn-4-ol	11,43	11,41	12,45	10,19	11,30	21,51	10,67	15,99	13,16
(106)	α -terpinéol	3,92	16,16	4,26	3,03	2,96	3,03	25,49	4,14	3,51
(122)	acétate de linalyle	1,96	2,60	2,94	1,38	1,72	1,67	1,41	2,14	1,96
(134)	carvacrol	0,09	0,07	0,06	-	-	0,97	3,47	1,01	0,71
(159)	β -caryophyllène	1,00	1,66	1,75	1,08	1,48	1,43	1,97	1,33	1,14
(181)	germacrène-D	0,03	0,06	1,40	0,97	1,27	1,50	1,54	1,69	1,11
	total	93,55	92,87	95,54	97,15	97,43	96,49	93,56	96,77	96,97

**Tableau 32b : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum majorana* var. *tenuifolium* Weston**

n°	Nom des composés	éch. B1	éch. D1	n°	nom des composés	éch. F1	éch. F2	éch. F3
(34)	α -thujène	0,38	0,17	(34)	α -thujène	0,28	0,25	0,13
(35)	α -pinène	0,34	0,20	(35)	α -pinène	0,40	0,45	0,21
(42)	sabinène	5,07	3,00	(42)	sabinène	5,59	5,35	2,67
(47)	myrcène	1,13	1,04	(47)	myrcène	1,37	1,11	0,59
(53)	α -terpinène	0,66	0,61	(53)	α -terpinène	0,79	0,27	0,23
(55)	<i>para</i> -cymène	1,88	0,33	(55)	<i>para</i> -cymène	1,25	1,00	0,99
(56)	limonène	1,97	1,71	(56)	limonène	2,59	2,05	1,47
(61)	γ -terpinène	1,45	1,08	(61)	γ -terpinène	1,21	0,54	0,17
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	4,41	2,63	(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	4,76	4,38	3,88
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	49,68	37,57	(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	59,84	68,00	56,39
(77)	<i>cis para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,48	0,30	(96)	bornéol	0,33	0,57	0,84
(96)	bornéol	0,33	0,51	(97)	terpinèn-4-ol	5,22	3,37	3,49
(97)	terpinèn-4-ol	6,00	3,43	(106)	α -terpinéol	2,74	2,15	2,63
(106)	α -terpinéol	2,74	36,11	(122)	acétate de linalyle	4,25	2,77	3,62
(119)	carvacrol méthyl-éther	1,76	2,34	(134)	carvacrol	1,93	0,10	14,08
(133)	thymol	7,49	0,04	(159)	β -caryophyllène	2,10	2,49	2,17
(134)	carvacrol	5,52	3,18	(192)	bicyclogermacrène	2,36	2,15	2,87
(159)	β -caryophyllène	0,83	1,03	(198)	β -bisabolène	0,14	0,18	0,06
(192)	bicyclogermacrène	0,44	1,57	(223)	spatulénol	0,10	0,12	0,31
(238)	isopatulénol	1,01	0,23	(224)	oxyde de caryophyllène	0,15	0,21	0,36
	total	93,57	97,08		total	97,4	97,51	97,16

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum majorana* var. *tenuifolium* Weston
à *trans*-hydrate de sabinène et α terpinéol majoritaires

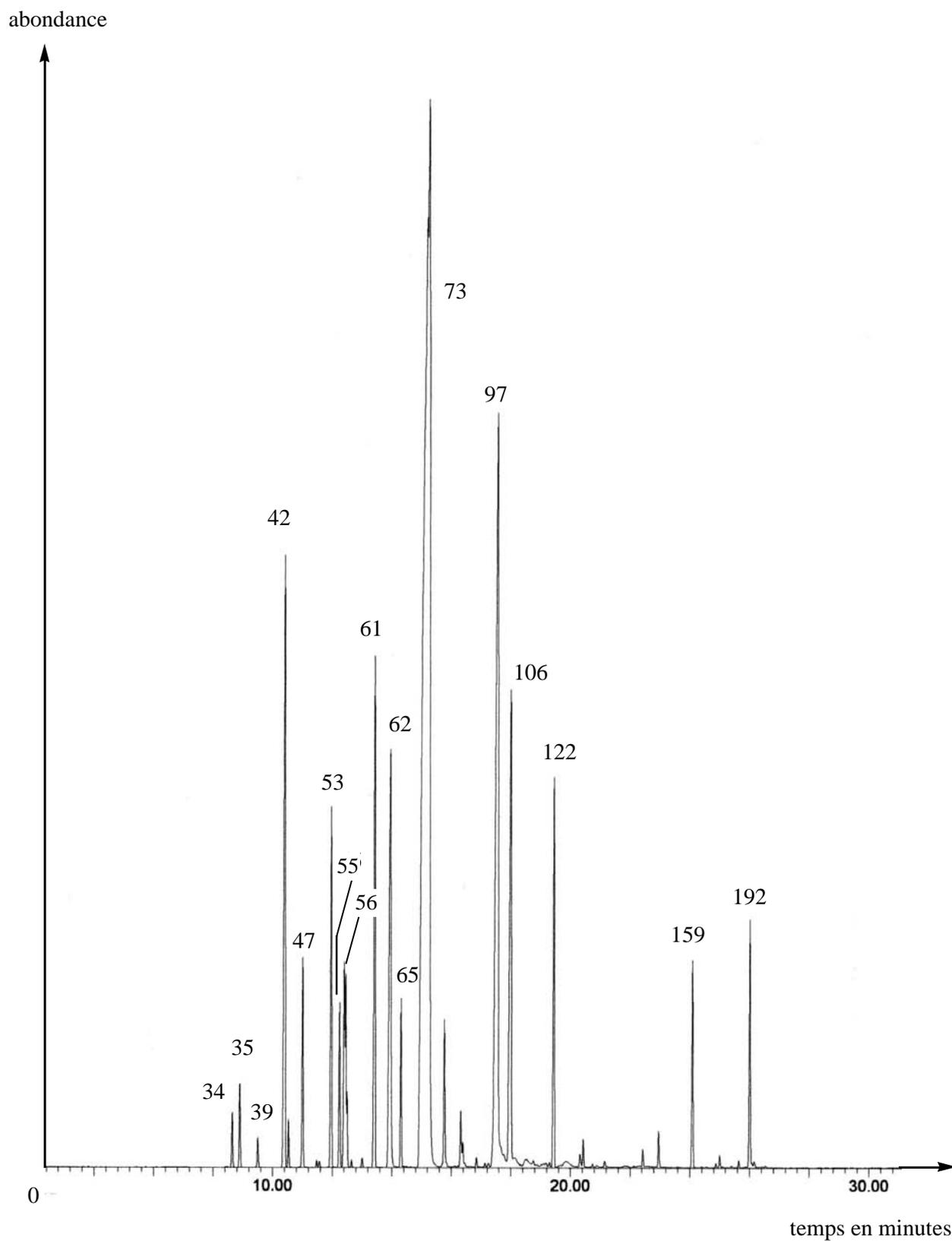


Tableau 34 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum majorana</i> var. <i>tenuifolium</i> Weston - échantillon D1					
N°	Nom du composé	% FID	N°	Nom du composé	% FID
(34)	α -thujène	0,17	(106)	α -terpinéol	36,11
(35)	α -pinène	0,20	(110)	<i>cis</i> -pipéritol	traces
(39)	camphène	0,09	(113)	<i>trans</i> -pipéritol	traces
(42)	sabinène	3,00	(119)	carvacrol méthyl-éther	2,34
(43)	β -pinène	traces	(126)	géraniol	traces
(47)	myrcène	1,04	(127)	carvone	traces
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(129)	acétate de bornyle	traces
(50)	α -phellandrène	traces	(134)	carvacrol	3,18
(53)	α -terpinène	0,61	(139)	acétate de néryle	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	0,33	(147)	acétate de géranyle	0,15
(56)	limonène	1,71	(159)	β -caryophyllène	1,03
(57)	β -phellandrène	traces	(163)	Z-(β)-farnesène	traces
(58)	1,8-cinéole	traces	(173)	α -humulène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	traces	(175)	allo-aromadendrène	traces
(60)	E-(β)-ocimène	traces	(181)	germacrène-D	traces
(61)	γ -terpinène	1,08	(186)	lédène	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	2,63	(192)	bicyclogermacrène	1,57
(65)	terpinolène	0,28	(201)	γ -cadinène	traces
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	traces	(202)	δ -cadinène	traces
(68)	<i>para</i> -cyménène	traces	(223)	spathuléol	0,12
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	37,57	(224)	oxyde de caryophyllène	0,15
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,30	(228)	épi-globulol	traces
(82)	camphre	traces	(238)	iso-spathuléol	0,23
(84)	<i>trans-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces	(241)	épi- α -muurolol	traces
(90)	pinocarvone	traces	(243)	épi- α -cadinol	traces
(96)	bornéol	0,51	(246)	α -bisabolol	traces
(97)	terpinèn-4-ol	3,43	(252)	di-butyl-phtalate	traces
total identifié 97,83%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum majorana* var. *tenuifolium* Weston
à *trans*-hydrate de sabinène, terpinèn-4-ol et α -terpinéol majoritaires

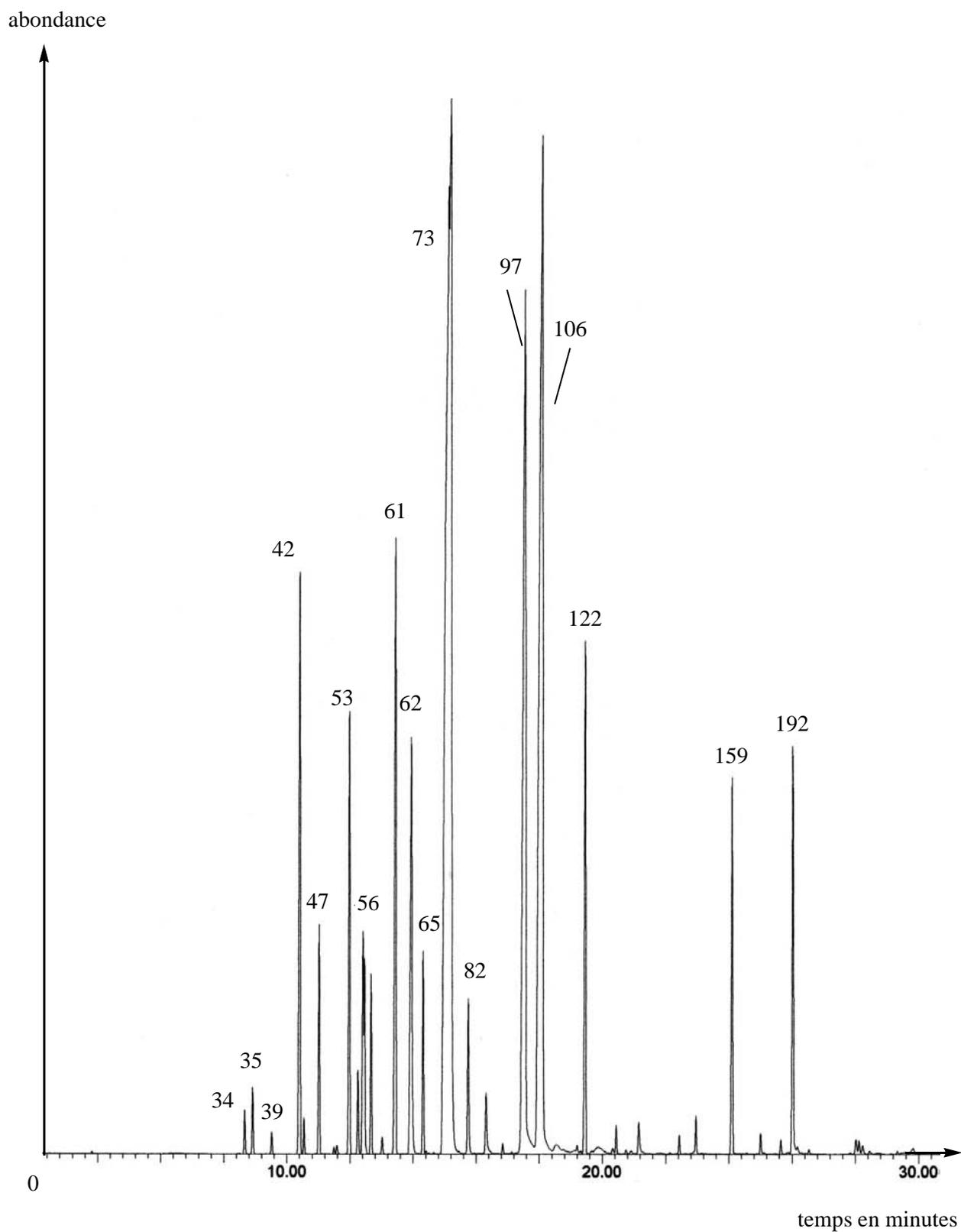


Tableau 35 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum majorana</i> var. <i>tenuifolium</i> Weston - échantillon A2					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(3)	2-méthyl-butanal	traces	(106)	α -terpinéol	16,16
(18)	(E)-hex-2-éanal	traces	(113)	<i>trans</i> -pipéritol	0,14
(19)	(Z)-hex-2-énoï	traces	(122)	acétate de linalyle	2,60
(32)	tricyclène	traces	(126)	géraniol	traces
(34)	α -thujène	0,39	(129)	acétate de bornyle	traces
(35)	α -pinène	0,53	(131)	cuminol	traces
(39)	camphène	0,17	(133)	thymol	0,22
(42)	sabinène	6,01	(134)	carvacrol	0,07
(43)	β -pinène	1,80	(147)	acétate de géranyle	0,11
(47)	myrcène	0,15	(149)	β -bourbonène	traces
(48)	octan-3-ol	traces	(150)	β -cubébène	traces
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(151)	β -élémente	traces
(50)	α -phellandrène	traces	(153)	<i>cis</i> -jasmone	traces
(53)	α -terpinène	2,90	(159)	β -caryophyllène	1,66
(55)	<i>para</i> -cymène	0,45	(167)	aromadendrène	traces
(56)	limonène	2,79	(173)	α -humulène	0,08
(57)	β -phellandrène	traces	(175)	allo-aromadendrène	traces
(58)	1,8-cinéole	traces	(181)	germacrène-D	0,06
(59)	Z-(β)-ocimène	1,04	(184)	(Z,E)- α -farnésène	traces
(60)	E-(β)-ocimène	0,08	(186)	lédène	traces
(61)	γ -terpinène	4,80	(192)	bicyclogermacrène	1,80
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	3,41	(197)	(E,E)- α -farnésène	traces
(65)	terpinolène	1,04	(198)	β -bisabolène	traces
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	traces	(201)	γ -cadinène	traces
(71)	linalol	2,15	(202)	δ -cadinène	traces
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	35,58	(221)	benzoate de (Z)-hex-3-ényle	traces
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,72	(223)	spatulénol	0,06
(84)	<i>trans-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,32	(224)	oxyde de caryophyllène	0,09
(90)	pinocarvone	0,67	(241)	épi- α -muurolol	traces
(96)	bornéol	traces	(243)	épi- α -cadinol	traces
(97)	terpinèn-4-ol	11,41	(244)	α -cadinol	traces
total identifié 99,46%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum majorana* var. *tenuifolium* Weston
à *trans*-hydrate de sabinène et terpinèn-4-ol majoritaires

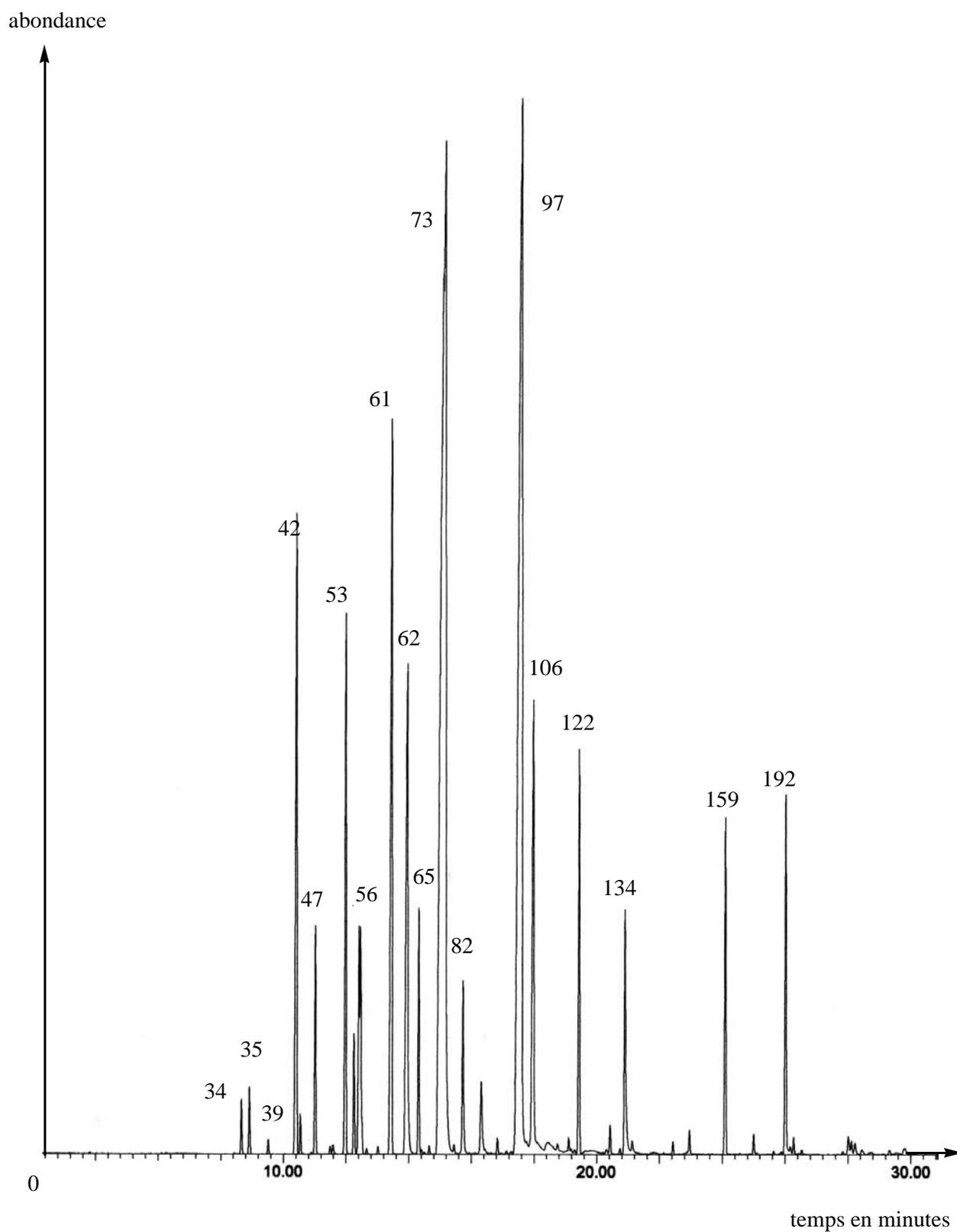


Tableau 36 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum majorana</i> var. <i>tenuifolium</i> Weston - échantillon C3					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(97)	terpinèn-4-ol	21,51
(34)	α -thujène	0,56	(106)	α -terpinéol	3,03
(35)	α -pinène	0,65	(110)	<i>cis</i> -pipéritol	traces
(39)	camphène	0,14	(113)	<i>trans</i> -pipéritol	traces
(42)	sabinène	8,41	(122)	acétate de linalyle	1,67
(43)	β -pinène	2,20	(126)	géraniol	traces
(47)	myrcène	traces	(127)	carvone	traces
(48)	octan-3-ol	traces	(129)	acétate de bornyle	traces
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(133)	thymol	traces
(50)	α -phellandrène	traces	(134)	carvacrol	0,97
(53)	α -terpinène	4,49	(139)	acétate de néryle	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	0,70	(147)	acétate de géranyle	traces
(56)	limonène	3,80	(159)	β -caryophyllène	1,43
(57)	β -phellandrène	traces	(167)	aromadendrène	traces
(58)	1,8-cinéole	traces	(173)	α -humulène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	traces	(175)	allo-aromadendrène	traces
(60)	E-(β)-ocimène	traces	(181)	germacrène-D	traces
(61)	γ -terpinène	7,79	(186)	lédène	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	5,09	(192)	bicyclogermacrène	1,50
(65)	terpinolène	1,52	(197)	(E,E)- α -farnésène	traces
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	traces	(198)	β -bisabolène	traces
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	29,61	(202)	δ -cadinène	traces
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,86	(221)	benzoate de (Z)-hex-3-ényle	traces
(84)	<i>trans-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,56	(223)	spatulénol	traces
(90)	pinocarvone	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	traces
(96)	bornéol	traces	(228)	épi-globulol	traces
total identifié 96,49%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum majorana* var. *tenuifolium* Weston
à *trans*-hydrate de sabinène majoritaire

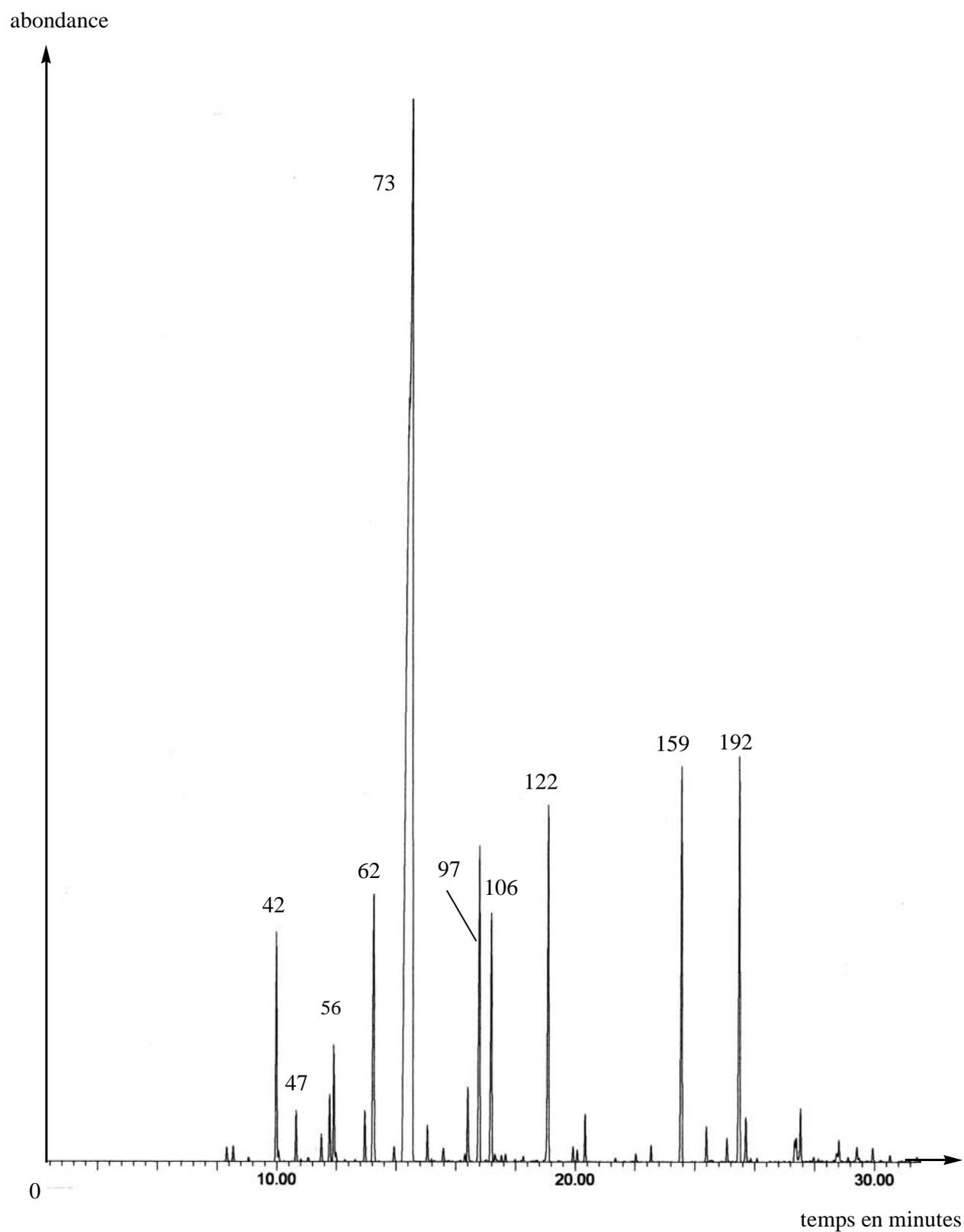


Tableau 37 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum majorana</i> var. <i>tenuifolium</i> Weston - échantillon F2						
n°	nom des composés	% fid		n°	nom des composés	% fid
(34)	α -thujène	0,25		(99)	cryptone	traces
(35)	α -pinène	0,45		(106)	α -terpinéol	2,15
(39)	camphène	traces		(110)	<i>cis</i> -pipéritol	traces
(42)	sabinène	5,35		(112)	<i>trans</i> -carvéol	traces
(43)	β -pinène	traces		(113)	<i>trans</i> -pipéritol	traces
(47)	myrcène	1,11		(115)	nérol	traces
(48)	octan-3-ol	traces		(122)	acétate de linalyle	2,77
(50)	α -phellandrène	traces		(129)	acétate de bornyle	traces
(53)	α -terpinène	0,27		(133)	thymol	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	1,00		(134)	carvacrol	0,09
(56)	limonène	2,05		(136)	bicycloélémente	traces
(58)	1,8-cinéole	traces		(159)	β -caryophyllène	2,49
(59)	Z-(β)-ocimène	traces		(181)	germacrène-D	0,14
(60)	E-(β)-ocimène	traces		(192)	bicyclogermacrène	2,15
(61)	γ -terpinène	0,54		(198)	β -bisabolène	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	4,38		(201)	γ -cadinène	traces
(65)	terpinolène	traces		(202)	δ -cadinène	traces
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	68,00		(222)	germacrène-D-4-ol	traces
(76)	α -campholénal	traces		(223)	spathuléol	0,12
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces		(224)	oxyde de caryophyllène	0,21
(81)	camphre	traces		(231)	1,10-diépïcubénol	traces
(84)	<i>trans-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces		(243)	épi- α -cadinol	traces
(90)	pinocarvone	traces		(257)	oxyde de manoyl	0,02
(96)	bornéol	0,57		(254)	abiétatriène	traces
(97)	terpinèn-4-ol	3,37		(256)	palustrol	0,05
total identifié 97,53%						

n°	nom des composés	éch. A1	éch. A2	éch. B1	éch. B2	éch. B3	éch. B4	éch. C1
(34)	α -thujène	2,35	1,88	2,15	2,83	1,86	1,21	1,38
(35)	α -pinène	0,92	0,65	0,75	0,90	0,81	0,53	1,61
(39)	camphène	0,15	0,12	0,11	0,10	0,13	0,05	0,08
(42)	sabinène	0,83	0,47	0,40	0,79	0,48	0,23	0,48
(43)	β -pinène	-	0,02	0,27	-	0,09	0,07	-
(47)	myrcène	2,42	2,08	0,07	-	0,04	0,05	1,68
(50)	α -phellandrène	0,30	0,25	0,34	0,10	0,22	0,07	0,22
(53)	α -terpinène	1,06	0,92	1,57	0,96	0,99	0,86	0,73
(55))	<i>para</i> -cymène	4,07	3,38	11,76	8,52	5,74	6,17	2,88
(56)	limonène	-	-	0,59	0,60	0,55	0,47	-
(57)	β -phellandrène	0,63	0,47	-	-	0,69	0,72	0,46
(61)	γ -terpinène	4,22	3,34	4,21	2,02	3,01	2,07	2,87
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	1,28	0,90	0,43	1,13	1,38	0,82	0,88
(71)	linalol	-	-	0,39	0,18	0,09	0,35	0,99
(98)	δ -terpinéol	0,02	0,03	-	-	0,31	0,19	0,01
(96)	bornéol	0,11	0,02	-	-	-	-	0,07
(97)	terpinèn-4-ol	0,07	-	0,48	0,36	0,27	1,81	0,20
(133)	thymol	0,37	0,24	4,22	5,84	5,45	1,64	0,38
(134)	carvacrol	76,91	81,79	61,5	64,55	68,77	76,12	82,72
(159)	β -caryophyllène	1,06	0,95	1,01	1,34	0,94	1,60	0,53
	total	96,77	97,51	90,25	90,22	91,82	95,03	98,17

n°	nom des composés	éch. C2	éch. C3	éch. C4	éch. D1	éch. D2	éch. D3	éch. D4	éch. D5
(34)	α -thujène	1,81	1,74	1,90	1,48	1,32	1,10	1,64	1,34
(35)	α -pinène	0,79	0,72	0,81	0,84	0,71	0,52	0,81	0,48
(39)	camphène	0,12	0,15	0,14	0,31	0,09	0,09	0,09	0,07
(42)	sabinène	0,57	0,29	0,51	-	0,23	0,19	0,21	0,20
(43)	β -pinène	0,27	0,12	0,12	-	0,10	0,21	0,10	0,14
(47)	myrcène	2,19	1,88	2,09	-	-	0,95	1,79	1,43
(50)	α -phellandrène	0,28	0,25	0,27	-	0,18	0,16	0,15	0,13
(53)	α -terpinène	1,21	0,97	1,13	1,02	0,63	0,41	0,68	0,50
(55))	<i>para</i> -cymène	3,55	3,87	4,12	7,20	5,97	4,11	4,74	3,15
(56)	limonène	-	-	-	0,72	0,42	0,34	0,43	0,32
(57)	β -phellandrène	-	-	-	-	0,12	0,17	0,26	0,16
(61)	γ -terpinène	5,52	4,55	5,31	3,06	1,11	1,08	2,25	1,78
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,87	0,78	0,74	0,90	1,00	0,88	1,03	0,92
(71)	linalol	0,16	0,09	0,22	-	0,15	0,38	0,58	0,40
(98)	δ -terpinéol	0,02	0,02	0,04	-	-	-	0,18	0,06
(96)	bornéol	-	0,11	0,04	0,02	-	0,07	0,09	0,09
(97)	terpinèn-4-ol	0,04	0,02	-	-	0,14	0,18	0,24	0,29
(133)	thymol	3,58	0,48	0,36	5,7	1,03	3,77	1,26	0,93
(134)	carvacrol	75,75	80,79	79,04	72,19	84,16	81,85	79,70	85,62
(159)	β -caryophyllène	0,79	0,80	0,93	1,00	0,09	0,68	0,53	0,24
	total	97,52	97,63	97,77	94,44	97,45	97,14	96,76	98,25

**Tableau 39c : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum dubium* Boissier**

n°	nom des composés	éch. E1	éch. E2	éch. E3	éch. F1	éch. F2	éch. F3	éch. F4	éch. F5
(34)	α -thujène	1,65	1,97	2,17	1,35	1,62	1,44	1,11	1,50
(35)	α -pinène	0,69	0,84	0,92	0,63	0,76	0,72	0,43	0,77
(39)	camphène	0,13	0,16	0,14	0,12	0,02	0,14	0,07	0,11
(42)	sabinène	0,34	0,58	0,44	0,19	0,46	0,18	0,27	0,21
(43)	β -pinène	0,07	0,12	0,05	0,02	0,04	0,03	0,05	0,06
(47)	myrcène	1,87	2,26	2,38	0,04	1,85	0,03	0,02	0,05
(50)	α -phellandrène	0,21	0,30	0,30	0,18	0,23	0,16	0,15	0,23
(53)	α -terpinène	0,90	1,40	1,13	0,90	0,96	0,57	0,47	0,85
(55)	<i>para</i> -cymène	3,02	3,51	3,52	5,34	4,00	3,93	2,44	3,50
(56)	limonène	0,46	0,54	0,53	0,45	0,45	0,35	0,34	0,46
(57)	β -phellandrène	-	-	-	0,43	0,25	0,26	0,34	0,17
(61)	γ -terpinène	3,72	6,83	4,90	3,47	3,45	2,02	0,83	3,19
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,81	0,90	0,62	1,36	1,11	1,14	1,42	0,89
(71)	linalol	0,39	0,06	0,04	1,07	0,25	0,02	0,78	0,24
(98)	δ -terpinéol	0,02		0,07	0,04	0,16	0,05	0,05	0,11
(96)	bornéol	0,02	0,07	0,02	0,05	-	0,04	0,02	-
(97)	terpinèn-4-ol	0,04	-	-	0,22	0,17	0,02	0,56	0,18
(133)	thymol	0,37	0,43	0,70	0,59	0,56	0,21	0,37	0,90
(134)	carvacrol	82,55	76,35	79,02	79,08	80,05	83,78	82,65	80,10
(159)	β -caryophyllène	0,36	0,44	0,87	0,29	0,48	0,34	1,16	0,55
	total	97,62	96,76	97,82	95,82	96,87	95,43	93,53	94,07

**Tableau 39d : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum dubium* Boissier**

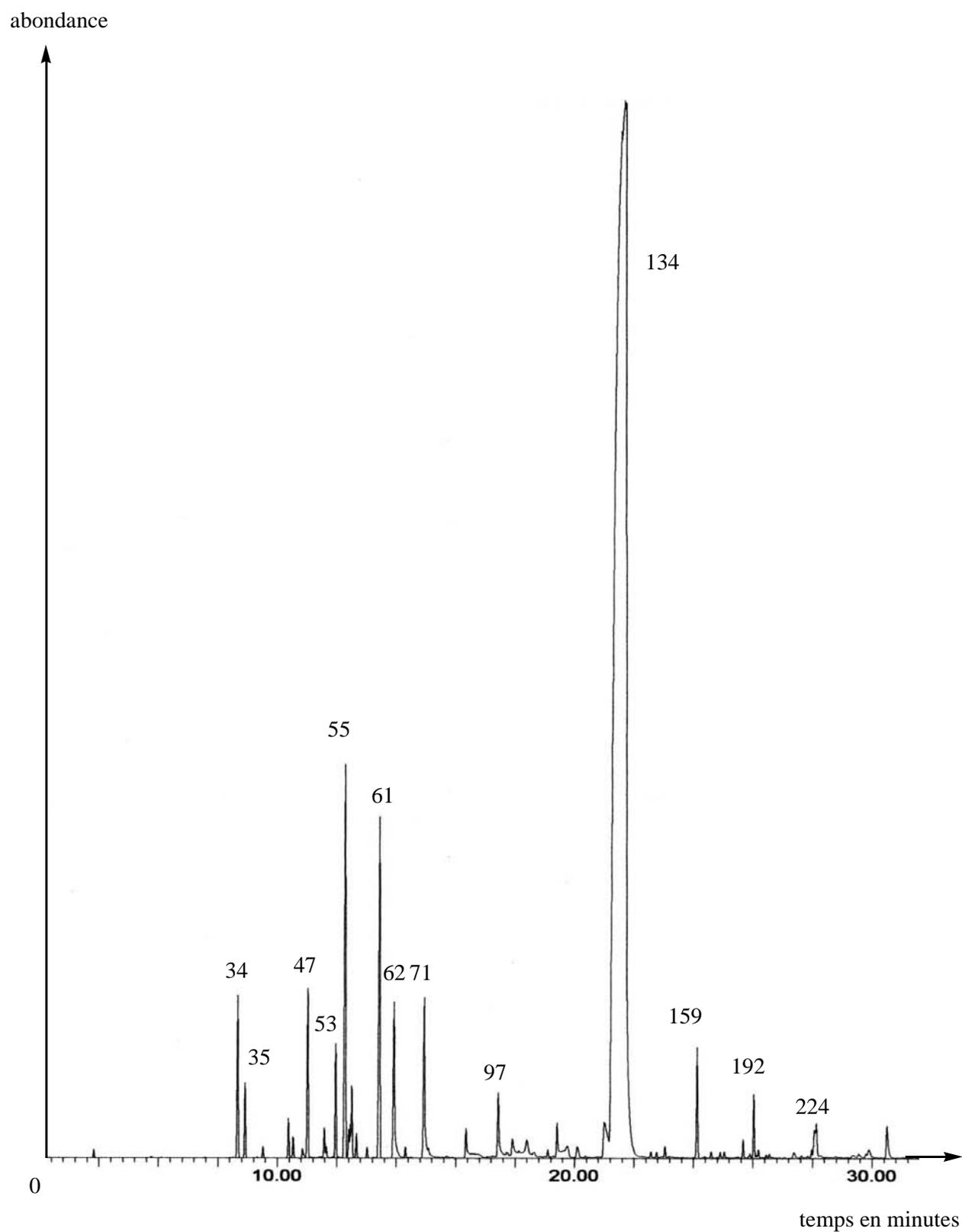
n°	nom des composés	éch. G1	éch. G2	éch. G3	éch. G4	éch. G5	éch. H1	éch. H2	éch. H3	éch. H4
(34)	α -thujène	0,81	2,06	0,89	1,36	0,20	0,97	0,90	0,18	0,11
(35)	α -pinène	0,48	1,20	0,48	0,84	0,10	0,60	0,50	0,09	0,06
(45)	octèn-3-ol	0,56	0,69	0,25	0,80	0,17	0,57	0,43	0,34	0,39
(47)	myrcène	0,55	1,78	0,72	1,09	0,35	1,04	0,85	0,24	0,26
(53)	α -terpinène	0,50	0,98	0,62	0,83	0,19	0,27	0,31	0,05	0,07
(55)	<i>para</i> cymène	6,03	12,58	7,24	8,86	1,80	1,34	1,36	0,06	0,64
(57)	β -phellandrène	0,40	0,60	0,33	0,40	0,13	0,13	0,06	0,08	0,07
(58)	1,8-cinéole	0,50	0,50	0,35	0,75	0,19	0,09	0,50	0,06	0,07
(61)	γ -terpinène	0,34	2,62	1,23	1,25	0,78	1,13	1,35	0,17	0,27
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	2,30	1,99	1,57	2,39	1,12	0,52	0,47	0,23	0,21
(71)	linalol	1,05	1,12	0,50	1,24	0,17	75,69	75,21	82,83	81,55
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	2,75	0,14	0,12	0,27	0,06	-	-	0,05	0,07
(96)	bornéol	0,34	0,34	0,28	0,49	0,20	-	-	0,10	0,11
(97)	terpinèn-4-ol	1,21	0,22	0,25	0,39	0,18	-	-	0,09	0,09
(133)	thymol	0,29	0,35	0,71	0,47	0,27	-	-	0,08	0,62
(134)	carvacrol	76,11	68,15	79,98	73,40	89,85	13,64	15,41	12,50	11,03
(159)	β -caryophyllène	0,86	0,58	1,04	0,85	0,58	0,71	0,73	0,55	1,43
(192)	bicyclgermacrène	0,53	0,25	0,35	0,22	0,61	0,58	0,92	0,66	0,87
(223)	spathuléol	0,22	-	-	0,25	0,92	-	-	0,02	0,10
(224)	oxyde de caryophyllène	0,23	0,22	0,29	0,11	0,13	-	-	0,05	0,07
	total	96,06	96,37	97,2	96,26	98	97,28	99	98,43	98,09

Tableau 39e : principaux composés en % de l'huile essentielle de <i>Origanum dubium</i> Boissier											
n°	nom des composés	éch. l1	éch. l2	éch. l3	éch. l4	éch. l5	éch. l6	éch. l7	éch. l8	éch. l9	éch. l10
(34)	α -thujène	1,31	0,82	1,65	0,13	0,10	0,31	0,15	0,12	1,35	1,29
(35)	α -pinène	0,55	0,35	0,72	0,04	0,03	0,10	0,05	0,06	0,62	0,58
(43)	β -pinène	0,16	-	0,20	0,04	0,08	0,09	0,02	0,01	0,14	0,18
(47)	myrcène	1,54	0,99	1,72	0,15	0,16	0,34	0,24	0,20	1,40	1,55
(50)	α -phellandrène	0,17	0,11	0,20	-	-	0,01	0,02	-	0,17	0,17
(53)	α -terpinène	0,61	0,45	0,58	0,02	0,04	0,04	0,05	0,05	0,74	0,51
(55)	<i>para</i> -cymène	2,85	3,15	3,35	0,20	0,16	0,51	0,37	0,31	3,79	2,72
(56)	limonène	0,29	0,25	0,34	0,01	0,02	0,05	0,03	0,02	0,30	0,30
(57)	β -phellandrène	0,13	0,07	0,10	-	0,06	0,03	0,02	0,04	0,07	0,06
(61)	γ -terpinène	2,35	-	1,89	0,05	0,04	0,04	0,24	0,05	2,69	1,89
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	1,03	1,49	0,95	0,11	0,13	0,25	0,14	0,15	0,96	0,77
(71)	linalol	1,47	0,60	2,45	90,49	89,63	78,35	79,03	86,55	2,54	0,47
(97)	terpinèn-4-ol	0,15	0,11	0,29	-	0,04	0,06	0,02	0,03	0,22	0,15
(98)	δ -terpinéol	0,14	0,13	0,23	-	-	0,02	-	0,02	0,13	0,15
(107)	<i>cis</i> -dihydrocarvone	0,11	0,11	0,10	-	-	-	-	-	0,08	0,14
(133)	thymol	1,01	0,92	1,05	0,31	0,28	0,41	0,28	0,29	0,80	0,68
(134)	carvacrol	83,41	86,18	81,73	6,64	7,05	17,18	17,33	10,23	82,09	85,94
(159)	β -caryophyllène	0,59	0,77	0,47	0,37	0,59	0,53	0,29	0,56	0,29	0,35
(192)	bicyclogermacrène	0,33	0,64	0,12	0,27	0,70	0,45	0,65	0,46	0,11	0,39
(223)	spathuléol	0,14	0,15	0,03	0,03	0,09	0,06	0,08	0,03	0,07	0,10
	Total	98,34	97,29	98,17	98,86	99,2	98,83	99,01	99,18	98,56	98,39

Tableau 39f : principaux composés en % de l'huile essentielle de <i>Origanum dubium</i> Boissier											
n°	nom des composés	éch. l11	éch. l12	éch. l13	éch. l14	éch. l15	éch. l16	éch. l17	éch. l18	éch. l19	éch. l20
(34)	α -thujène	1,59	0,23	0,18	0,21	0,29	0,13	-	1,02	1,48	1,58
(35)	α -pinène	0,65	0,09	0,08	0,08	0,11	0,06	0,05	0,46	0,62	0,66
(43)	β -pinène	0,15	-	-	-	0,02	-	-	0,13	0,14	0,14
(47)	myrcène	1,98	0,21	0,21	0,25	0,37	0,19	0,19	1,30	1,76	1,71
(50)	α -phellandrène	0,19	-	-	-	-	0,01	0,02	0,17	0,19	0,19
(53)	α -terpinène	0,69	0,02	0,06	0,03	0,05	0,01	0,03	0,96	0,81	0,92
(55)	<i>para</i> -cymène	4,63	0,33	0,21	0,32	0,62	0,20	0,19	4,19	3,73	3,30
(56)	limonène	0,39	0,02	0,03	-	0,05	0,02	-	0,33	0,37	0,35
(57)	β -phellandrène	0,21	0,01	0,09	0,01	0,03	0,04	-	0,09	0,18	0,09
(61)	γ -terpinène	2,11	0,06	0,07	0,05	0,18	0,06	0,05	4,04	2,85	3,72
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	2,01	0,15	0,16	0,11	0,22	0,13	0,08	0,90	0,92	0,93
(71)	linalol	3,57	84,71	91,96	86,76	76,75	90,68	89,88	5,03	11,32	2,60
(97)	terpinèn-4-ol	0,29	0,14	0,04	0,04	0,07	0,03	0,05	0,10	0,26	0,19
(98)	δ -terpinéol	0,20	-	-	-	0,06	-	-	0,14	0,11	0,24
(107)	<i>cis</i> -dihydrocarvone	0,14	-	-	-	-	-	-	0,08	0,10	0,09
(133)	thymol	0,72	0,34	0,33	0,24	0,33	0,26	0,22	1,14	0,62	0,94
(134)	carvacrol	75,41	11,47	4,70	9,97	19,37	6,44	7,09	77,26	72,68	80,32
(159)	β -caryophyllène	0,53	0,22	0,20	0,43	0,27	0,59	0,88	0,86	0,22	0,22
(192)	bicyclogermacrène	0,08	0,22	0,15	0,38	0,19	0,42	0,19	0,37	0,13	0,33
(223)	spathuléol	0,12	0,03	-	0,04	0,03	0,06	0,03	0,09	0,16	0,12
	Total	95,66	98,25	98,47	98,92	99,01	99,33	98,95	98,66	98,65	98,64

Tableau 39g : principaux composés en % de l'huile essentielle de <i>Origanum dubium</i> Boissier										
n°	nom des composés	éch. I21	éch. I22	éch. I23	éch. I24	éch. J1	éch. J2	éch. J3	éch. J4	éch. J5
(34)	α -thujène	0,17	0,16	0,09	0,15	1,28	1,35	1,32	1,13	0,10
(35)	α -pinène	0,08	0,07	0,03	0,05	0,58	0,63	0,55	0,51	0,06
(43)	β -pinène	-	-	-	-	0,15	0,14	0,14	0,10	0,03
(47)	myrcène	0,23	0,21	0,14	0,16	1,27	1,53	1,30	0,79	0,17
(50)	α -phellandrène	0,06	-	-	-	0,16	0,22	0,19	0,10	-
(53)	α -terpinène	0,06	0,05	-	-	0,54	1,49	0,88	0,24	-
(55)	<i>para</i> -cymène	0,29	0,26	0,16	0,18	3,02	4,84	3,90	2,80	0,22
(56)	limonène	0,05	0,04	0,03	0,04	0,32	0,48	0,39	0,25	0,03
(57)	β -phellandrène	0,11	0,04	-	0,05	0,12	0,19	0,05	0,05	0,10
(61)	γ -terpinène	0,14	0,16	-	0,07	1,40	7,64	2,43	0,32	0,05
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,21	0,10	-	0,14	0,83	1,13	0,83	0,86	0,18
(71)	linalol	83,53	85,71	89,24	87,91	0,31	0,17	0,23	0,17	84,65
(97)	terpinèn-4-ol	0,07	0,05	0,07	-	0,16	0,20	0,17	0,12	0,05
(98)	δ -terpinéol	-	-	-	-	0,24	0,21	0,12	0,28	-
(107)	<i>cis</i> -dihydrocarvone	-	-	-	-	0,09	-	-	0,08	-
(133)	thymol	0,27	0,24	0,24	0,30	0,73	0,56	1,74	0,98	0,77
(134)	carvacrol	12,70	11,24	6,85	8,45	86,67	74,66	82,68	88,63	9,96
(159)	β -caryophyllène	0,22	0,36	0,54	0,59	0,37	0,86	0,56	0,64	0,45
(192)	bicyclogermacrène	0,49	0,35	0,53	0,40	0,20	0,69	0,34	0,32	0,76
(223)	spathuléol	0,05	0,03	0,11	0,06	0,08	0,18	0,24	0,18	0,15
	total	98,73	99,07	98,03	98,55	98,52	97,17	98,06	98,55	97,73

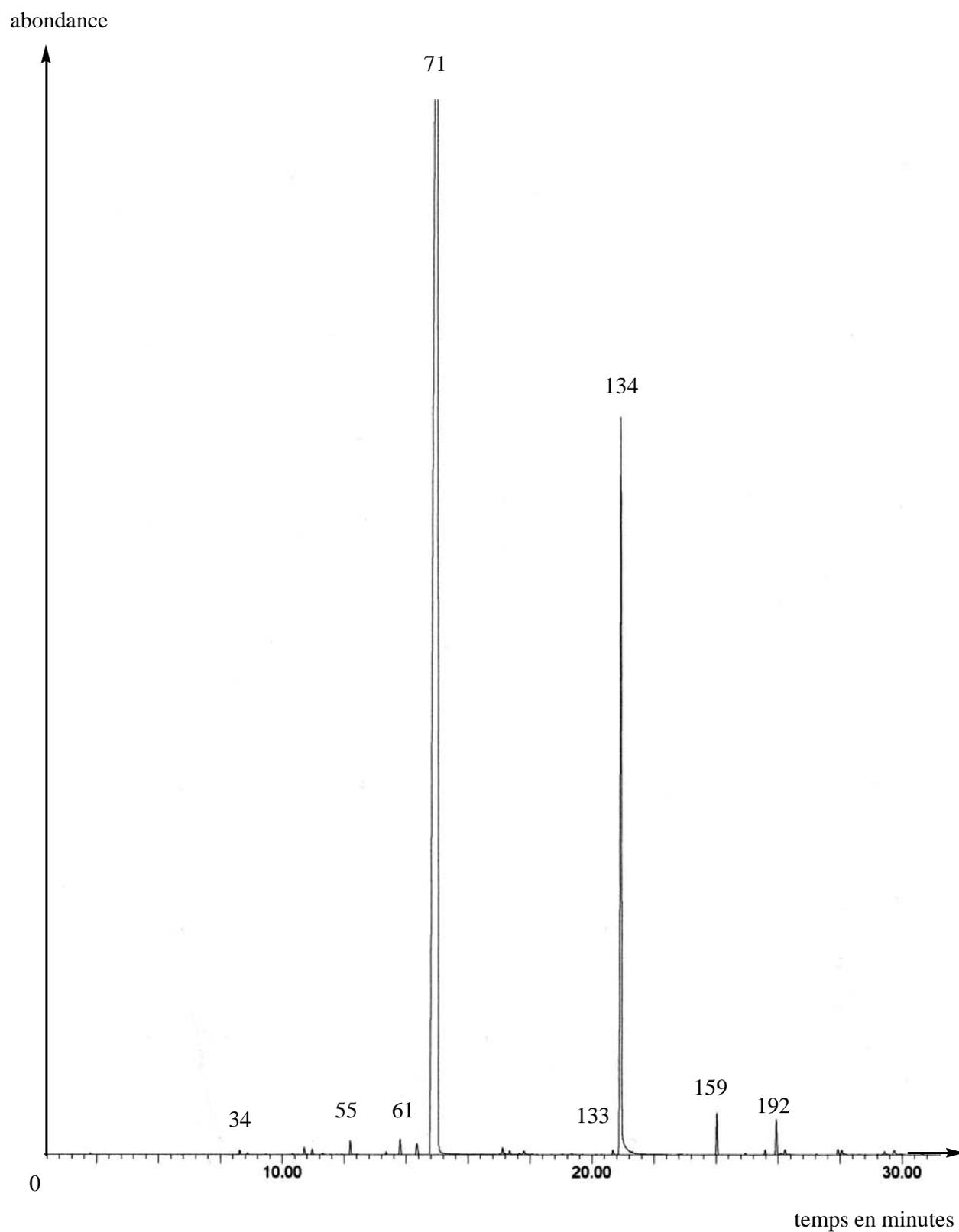
Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum dubium* Boissier
chénotype à carvacrol



**Tableau 42 : composition de l'huile essentielle
de *Origanum dubium* Boissier - échantillon C1**

n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(10)	isovalérate de méthyle	traces	(106)	α -terpinéol	traces
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(108)	<i>para</i> -menth-2-èn-8-ol	traces
(32)	tricyclène	traces	(111)	<i>trans</i> -dihydrocarvone	traces
(34)	α -thujène	1,38	(119)	carvacrol méthyl-éther	traces
(35)	α -pinène	1,61	(122)	acétate de linalyle	0,01
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(133)	thymol	0,38
(39)	camphène	0,08	(134)	carvacrol	82,72
(42)	sabinène	0,48	(140)	eugénol	traces
(43)	β -pinène	traces	(144)	acétate de carvacryle	traces
(44)	pentyl-vinyl cétone	traces	(147)	acétate de géranyle	traces
(45)	octèn-3-ol	traces	(149)	β -bourbonène	0,04
(47)	myrcène	1,68	(159)	β -caryophyllène	0,53
(48)	octan-3-ol	traces	(160)	β -copaène	traces
(50)	α -phellandrène	0,22	(167)	aromadendrène	traces
(51)	δ -3-carène	0,07	(173)	α -humulène	traces
(52)	acétate de hexyle	traces	(175)	allo-aromadendrène	traces
(53)	α -terpinène	0,73	(178)	épi-bicyclosesquiphellandrène	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	2,88	(180)	γ -muurolène	traces
(56)	limonène	traces	(181)	germacrène-D	traces
(57)	β -phellandrène	0,46	(186)	lédène	traces
(58)	1,8-cinéole	0,28	(192)	bicyclogermacrène	0,28
(59)	Z-(β)-ocimène	0,17	(198)	β -bisabolène	traces
(60)	E-(β)-ocimène	0,08	(201)	γ -cadinène	traces
(61)	γ -terpinène	2,87	(202)	δ -cadinène	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,88	(211)	élémol	traces
(65)	terpinolène	traces	(215)	(E)-nérolidol	traces
(71)	linalol	0,99	(221)	benzoate de (Z)-hex-3-ényle	traces
(72)	<i>cis</i> -thujone	traces	(223)	spathuléol	0,10
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	0,12
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces	(237)	γ -eudesmol	traces
(82)	camphre	traces	(243)	épi- α -cadinol	traces
(97)	terpinèn-4-ol	0,20	(244)	α -cadinol	traces
total identifié 99,24%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum dubium* Boissier
chénotype à linalol



**Tableau 43 : composition de l'huile essentielle
de *Origanum dubium* Boissier – échantillon I4**

n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(34)	α -thujène	0,13	(97)	terpinèn-4-ol	traces
(35)	α -pinène	0,04	(106)	α -terpinéol	0,11
(43)	β -pinène	0,04	(111)	<i>trans</i> -dihydrocarvone	traces
(45)	octèn-3-ol	traces	(133)	thymol	0,31
(47)	myrcène	0,15	(134)	carvacrol	6,64
(48)	octan-3-ol	traces	(159)	β -caryophyllène	0,37
(53)	α -terpinène	0,02	(173)	α -humulène	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	0,20	(181)	germacrène-D	traces
(56)	limonène	0,01	(192)	bicyclogermacrène	0,27
(61)	γ -terpinène	0,05	(198)	β -bisabolène	traces
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	traces	(211)	élémol	traces
(71)	linalol	90,49	(221)	benzoate de hex-3-ényle	0,03
(96)	bornéol	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	traces
total identifié 98,86%					

**Tableau 44a : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum onites* Linnaeus**

n°	nom des composés	éch, A1	éch, A2	éch, A3	éch, B1	éch, C1	éch, C2	éch, C3	éch, C4
(34)	α -thujène	1,29	1,97	1,90	1,16	1,58	1,82	1,30	1,66
(35)	α -pinène	0,49	0,79	0,80	0,72	0,69	0,79	0,54	0,59
(39)	camphène	0,18	0,17	0,30	0,55	0,29	0,20	0,10	0,17
(47)	myrcène	1,56	2,09	2,07	0,99	1,71	1,96	1,57	1,86
(53)	α -terpinène	0,83	0,99	1,13	0,67	0,88	1,15	0,97	1,11
(55)	<i>para</i> -cymène	3,08	3,32	4,37	5,56	5,53	3,64	3,58	3,26
(56)	limonène	0,43	0,52	0,59	0,41	0,59	0,47	0,43	0,47
(61)	γ -terpinène	3,54	3,57	4,45	1,99	3,29	4,59	3,96	4,53
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,82	0,99	0,72	0,92	0,64	0,54	0,93	0,50
(71)	linalol	0,47	0,34	0,46	0,55	0,44	0,21	0,18	2,77
(97)	terpinèn-4-ol	0,48	0,48	0,59	0,88	0,79	0,51	0,68	0,88
(133)	thymol	0,73	0,26	0,29	0,93	0,17	0,63	0,39	0,49
(134)	carvacrol	79,31	77,25	74,23	77,12	74,64	76,96	76,33	70,22
(138)	α cubébène	0,37	0,17	0,10	-	0,12	0,31	1,09	0,13
(144)	acétate de carvacryle	0,25	0,05	0,06	-	0,30	0,37	0,54	0,30
(159)	β -caryophyllène	0,55	0,77	0,84	0,56	0,62	0,43	0,68	0,82
(192)	bicyclogermacrène	0,16	0,07	0,17	0,08	0,22	0,26	0,35	0,33
(198)	β -bisabolène	0,77	1,08	1,40	-	1,50	1,37	1,74	2,66
(223)	spathuléol	0,17	0,03	0,12	0,25	0,24	0,17	0,23	0,16
(224)	oxyde de caryophyllène	0,20	0,15	0,15	0,46	0,15	0,12	0,14	0,10
	total	95,68	95,06	94,74	93,80	94,39	96,50	95,73	93,01

**Tableau 44b : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum onites* Linnaeus**

n°	nom des composés	éch, C5	éch, D1	éch, D2	éch, D3	éch, D4	éch, D5	éch, D6	éch, D7
(34)	α -thujène	1,63	0,85	1,30	1,53	1,30	1,08	1,44	1,99
(35)	α -pinène	0,56	0,50	0,62	0,66	0,68	0,56	0,66	0,83
(39)	camphène	0,19	0,36	0,16	0,11	0,24	0,02	0,07	0,53
(42)	sabinène	1,86	0,33	0,27	0,21	0,22	0,14	0,23	0,70
(47)	myrcène	1,14	0,53	1,40	1,62	1,41	1,08	1,22	2,03
(53)	α -terpinène	3,23	0,64	1,00	0,75	0,81	0,41	0,91	0,92
(55)	<i>para</i> -cymène	0,46	3,69	3,74	5,52	4,40	5,50	7,11	7,42
(56)	limonène	4,97	0,34	0,40	0,47	0,05	0,33	0,72	1,68
(61)	γ -terpinène	0,72	2,21	4,08	1,69	2,87	0,34	2,87	0,48
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	-	2,06	0,89	0,71	0,35	1,04	0,79	1,23
(71)	linalol	0,44	0,62	0,49	0,30	0,55	0,59	1,39	0,43
(96)	bornéol	0,27	0,98	0,31	0,06	0,26	0,25	1,41	-
(97)	terpinèn-4-ol	73,00	0,62	0,42	0,34	0,76	0,85	0,56	-
(133)	thymol	0,26	0,81	0,89	0,86	6,55	0,97	1,14	5,03
(134)	carvacrol	0,44	79,23	80,02	81,89	74,24	74,47	70,07	68,51
(141)	acétate de thymyle	0,68	0,64	0,26	0,24	0,17	0,43	0,12	-
(159)	β -caryophyllène	0,33	0,90	0,28	0,28	0,54	1,52	0,84	0,51
(192)	bicyclogermacrène	2,72	0,29	0,12	0,16	0,01	-	0,45	-
(223)	spathuléol	0,18	0,40	0,15	0,28	0,18	0,64	0,50	-
(224)	oxyde de caryophyllène	0,11	0,31	0,09	0,20	0,19	0,55	0,34	-
	total	93,19	96,31	96,89	97,88	95,78	90,77	92,84	92,29

**Tableau 44c : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum onites* Linnaeus**

n°	nom des composés	éch, D8	éch, D9	éch, D10	éch, E1	éch, E2	éch, E3	éch, E4	éch, E5
(34)	α -thujène	1,24	1,20	1,37	1,54	1,75	1,53	1,39	1,54
(35)	α -pinène	0,60	0,61	0,64	0,52	0,94	0,83	0,69	0,73
(39)	camphène	0,20	0,03	0,17	0,14	0,46	0,40	0,27	0,28
(42)	sabinène	0,18	0,12	0,17	-	1,73	0,29	0,21	0,28
(47)	myrcène	1,46	1,11	1,27	1,71	1,81	1,51	-	-
(53)	α -terpinène	1,15	0,37	0,47	1,06	1,11	0,77	0,91	0,96
(55)	<i>para</i> -cymène	5,09	4,50	3,98	3,03	4,25	4,67	2,96	3,18
(56)	limonène	0,47	0,36	-	0,47	0,64	0,47	0,41	0,44
(61)	γ -terpinène	5,14	0,81	1,20	4,80	3,94	2,75	3,55	3,87
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	1,29	0,91	0,96	0,78	0,95	0,74	0,45	0,62
(71)	linalol	0,45	1,97	4,04	0,03	-	0,03	0,04	-
(96)	bornéol	0,39	0,38	0,42	0,79	0,74	0,28	0,35	0,45
(97)	terpinèn-4-ol	0,41	0,33	0,56	0,55	1,56	0,40	0,64	0,61
(133)	thymol	8,66	1,06	0,97	0,23	1,37	0,14	0,51	2,70
(134)	carvacrol	68,13	76,81	76,28	76,55	71,41	79,47	79,04	75,75
(141)	acétate de thymyle	0,14	0,17	0,95	-	-	-	-	-
(159)	β -caryophyllène	0,71	0,84	0,41	0,69	0,38	0,48	0,43	0,43
(192)	bicyclogermacrène	0,17	0,12	0,43	0,33	0,17	0,16	0,17	0,15
(223)	spathuléol	0,22	0,32	0,42	0,16	0,20	0,34	0,12	0,10
(224)	oxyde de caryophyllène	0,15	0,40	0,20	0,11	0,13	0,22	0,13	0,12
	total	96,25	92,42	94,91	93,49	93,54	95,48	92,27	92,21

**Tableau 44d : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum onites* Linnaeus**

n°	nom des composés	éch, F1	éch, F2	éch, F3	éch, F4	éch, G1	éch, G2	éch, G3	éch, G4
(34)	α -thujène	0,86	1,08	0,96	0,71	0,57	1,45	1,16	0,80
(35)	α -pinène	0,46	0,59	0,56	0,41	0,55	0,53	0,52	0,49
(39)	camphène	0,14	0,14	0,26	0,18	0,03	0,09	0,14	0,12
(42)	sabinène	0,14	0,15	0,16	0,12	11,93	2,93	0,14	7,34
(47)	myrcène	1,18	1,00	0,69	0,54	0,70	1,52	1,42	0,79
(53)	α -terpinène	0,45	0,25	0,38	0,22	-	1,31	1,29	0,52
(55)	<i>para</i> -cymène	3,97	3,68	4,06	2,91	5,32	9,06	9,16	10,42
(56)	limonène	0,28	0,26	0,28	0,23	1,04	0,55	0,43	0,46
(61)	γ -terpinène	1,33	0,11	0,64	0,48	0,90	5,08	8,44	0,84
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,77	0,87	1,07	0,94	0,75	1,10	0,32	0,69
(71)	linalol	0,27	0,28	0,67	0,34	0,37	3,80	0,94	16,10
(96)	bornéol	0,25	0,17	0,48	0,61	0,51	0,04	0,42	0,48
(97)	terpinèn-4-ol	0,18	0,32	0,16	0,14	0,44	0,56	1,03	0,64
(133)	thymol	0,25	0,43	8,71	1,17	0,74	9,31	0,55	11,93
(134)	carvacrol	82,11	86,32	75,63	87,42	60,27	47,44	48,11	30,03
(141)	acétate de thymyle	0,45	0,32	0,29	0,06	0,05	0,17	0,13	-
(159)	β -caryophyllène	0,40	0,42	0,63	0,71	1,38	2,35	3,26	1,71
(192)	bicyclogermacrène	0,24	0,08	0,12	0,13	0,10	0,02	0,41	0,35
(223)	spathuléol	0,26	0,21	0,27	0,28	1,40	1,21	1,90	2,22
(224)	oxyde de caryophyllène	0,18	0,29	0,31	-	0,70	1,17	0,90	1,01
	total	94,17	96,97	96,33	97,60	87,75	89,69	80,67	86,94

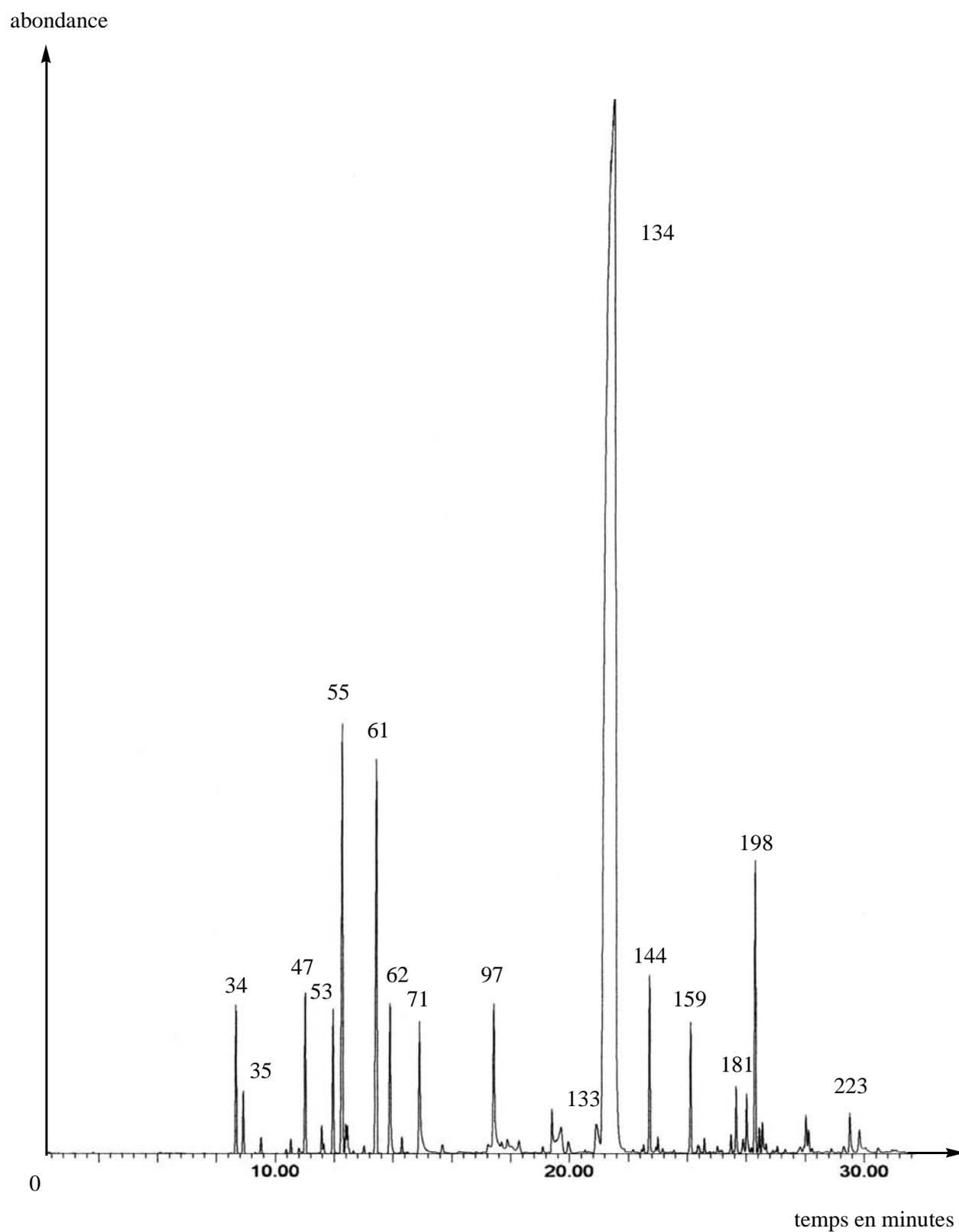
**Tableau 44e : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum onites* Linnaeus**

n°	nom des composés	éch. J1	éch. J2	éch. J3	éch. H1	éch. H2
(34)	α -thujène	1,09	1,04	3,63	0,05	0,05
(35)	α -pinène	0,78	0,73	2,10	0,06	0,08
(39)	camphène	0,37	0,38	0,82	0,08	0,14
(43)	β -pinène	0,30	0,79	1,18	-	-
(47)	myrcène	1,03	1,25	2,85	-	-
(55)	<i>para</i> cymène	7,22	7,23	10,14	-	-
(57)	β -phellandrène	0,41	0,59	0,90	-	-
(58)	1.8-cinéole	1,00	0,50	0,56	-	-
(61)	γ -terpinène	0,22	0,13	2,38	-	-
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	3,95	2,53	2,74	0,34	0,45
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	1,29	1,24	0,68	-	-
(71)	linalol	0,36	0,91	0,64	86,49	86,86
(96)	bornéol	0,89	0,89	0,42	0,28	0,43
(97)	terpinèn-4-ol	1,09	1,08	0,74	0,37	0,45
(133)	thymol	0,89	1,00	0,25	0,24	0,03
(134)	carvacrol	69,80	72,45	64,10	2,61	1,45
(159)	β -caryophyllène	0,89	0,77	0,51	2,26	1,62
(198)	β -bisabolène	0,99	0,81	-	1,91	3,38
(224)	oxyde de caryophyllène	0,36	0,29	-	0,24	0,17
(243)	épi- α -cadinol	1,83	1,32	-	0,77	0,30
	total	94,76	95,93	94,64	95,7	95,41

Tableau 44f : principaux composés en % de l'huile essentielle de <i>Origanum onites</i> Linnaeus								
n°	nom des composés	éch. I1	éch. I2	éch. I3	éch. I4	éch. I5	éch. I6	éch. I7
(39)	camphène	0,05	0,18	0,05	0,11	0,02	0,34	0,09
(45)	octen-3-ol	0,22	0,10	0,04	0,25	0,24	0,65	0,13
(47)	myrcène	0,11	0,08	0,16	0,15	0,15	0,30	0,15
(48)	octan-3-ol	0,12	0,04	0,20	0,08	0,10	0,16	0,13
(55)	<i>para</i> -cymène	0,27	0,06	0,27	0,30	0,55	8,18	0,38
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,05	0,09	0,07	0,06	0,12	0,88	0,09
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	0,14	0,13	0,08	0,13	0,11	-	0,14
(71)	linalol	80,03	86,14	72,72	74,48	67,5	4,15	70,55
(96)	bornéol	0,13	0,55	0,20	0,26	0,28	1,15	0,06
(97)	terpinèn-4-ol	0,20	0,20	0,17	0,16	0,11	0,30	0,12
(106)	α -terpinéol	0,10	0,05	0,03	0,06	0,02	0,06	0,04
(133)	thymol	0,31	0,13	0,30	-	0,36	0,34	0,29
(134)	carvacrol	12,74	6,38	20,40	19,37	25,64	73,45	22,99
(591)	β -caryophyllène	1,32	1,60	1,24	0,99	1,24	0,93	0,51
(173)	α -humulène	0,08	0,08	0,06	0,07	0,07	0,06	0,02
(181)	germacrène-D	0,09	0,14	0,32	0,14	0,12	0,11	0,11
(159)	bicyclogermacrène	0,32	0,46	0,61	0,37	0,52	0,25	0,27
(192)	β -bisabolène	0,87	0,84	0,93	0,89	0,80	1,46	0,94
(223)	spathuléol	0,07	0,11	0,13	0,15	0,23	0,36	0,11
(224)	oxyde de caryophyllène	0,26	0,29	0,22	0,29	0,36	0,60	0,17
	total	97,48	97,65	98,2	98,31	98,54	93,73	97,29

Tableau 44g : principaux composés en % de l'huile essentielle de <i>Origanum onites</i> Linnaeus								
n°	nom des composés	éch. I8	éch. I9	éch. I10	éch. I11	éch. I12	éch. I13	éch. I14
(39)	camphène	0,04	0,20	0,09	0,13	0,07	0,11	0,12
(45)	octen-3-ol	0,19	0,10	0,03	0,19	0,02	0,31	0,01
(47)	myrcène	0,11	0,94	0,49	1,10	0,84	0,87	0,80
(48)	octan-3-ol	0,11	-	0,02	0,02	0,03	0,02	-
(55)	<i>para</i> -cymène	0,22	3,97	2,82	3,73	2,94	4,13	3,05
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,06	1,58	1,18	1,67	0,88	1,41	2,57
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	0,14	-	-	0,01	-	-	-
(71)	linalol	82,05	0,22	1,28	0,36	0,10	2,11	0,21
(96)	bornéol	0,27	0,49	0,22	0,23	0,11	0,20	0,51
(97)	terpinèn-4-ol	0,18	0,35	0,20	0,40	0,15	0,23	0,44
(106)	α -terpinéol	0,06	0,02	0,04	0,09	0,03	-	0,07
(133)	thymol	-	0,28	0,89	0,98	0,47	1,70	-
(134)	carvacrol	13,44	82,35	84,90	79,44	90,09	80,05	78,89
(591)	β -caryophyllène	0,59	0,47	0,47	0,26	0,54	0,33	0,78
(173)	α -humulène	0,04	0,04	0,05	-	0,03	0,03	0,05
(181)	germacrène-D	0,07	-	-	-	0,04	0,01	0,01
(159)	bicyclogermacrène	0,13	0,02	0,05	0,02	0,09	0,06	0,03
(192)	β -bisabolène	0,67	0,45	0,84	0,89	0,08	0,19	1,29
(223)	spathuléol	0,06	0,04	0,06	0,05	0,07	0,17	-
(224)	oxyde de caryophyllène	0,17	0,20	0,26	0,13	0,13	0,27	0,39
	total	98,60	91,72	93,89	89,70	96,71	92,20	89,22

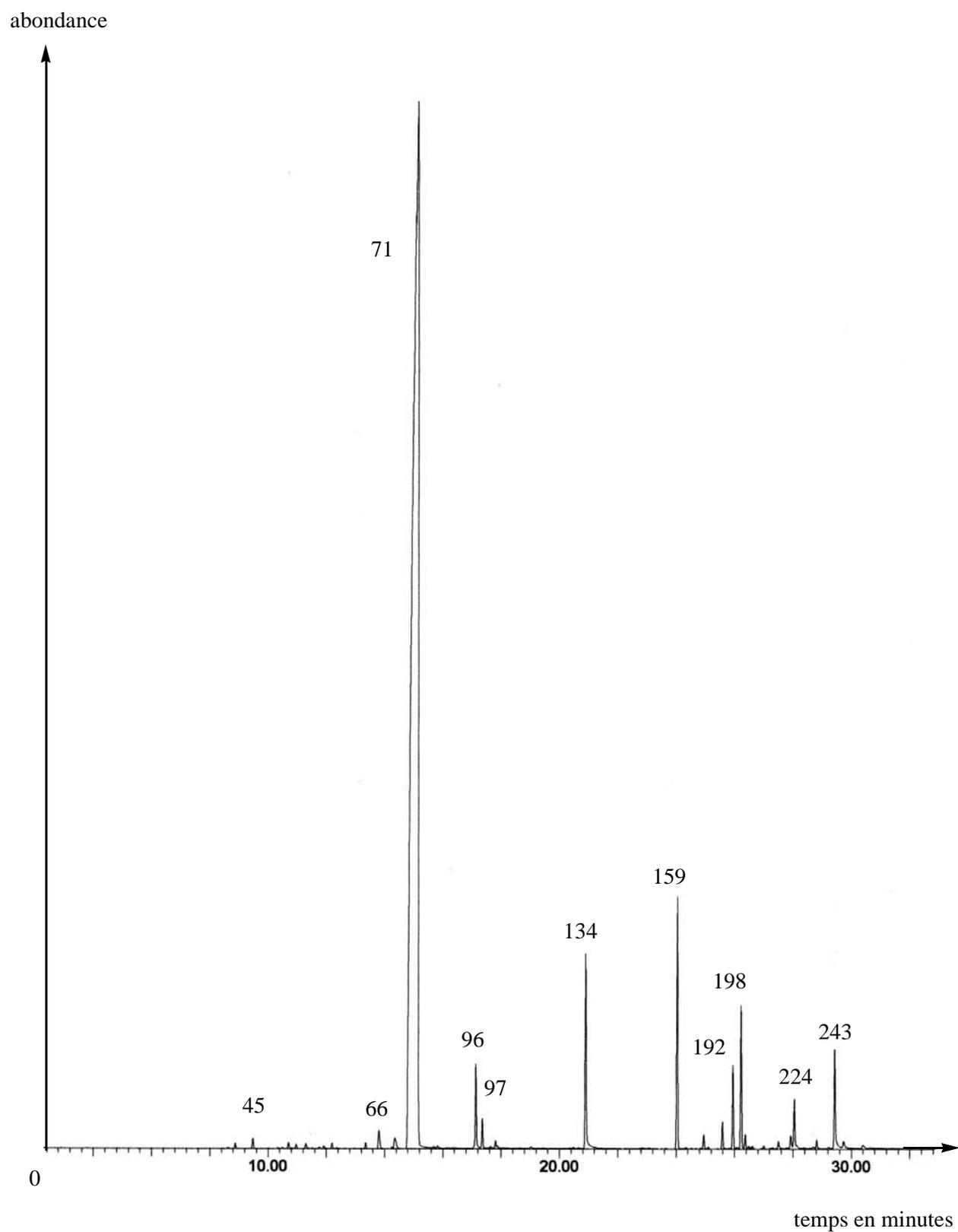
Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum onites* Linnaeus
chémotype à carvacrol



**Tableau 47 : composition de l'huile essentielle
de *Origanum onites* Linnaeus - échantillon C3**

n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(1)	3-méthyl-butanal	traces	(106)	α -terpinéol	traces
(3)	2-méthyl-butanal	traces	(117)	thymol méthyl-éther	traces
(9)	butyrate de méthyle	traces	(119)	carvacrol méthyl-éther	traces
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(122)	acétate de linalyle	traces
(32)	tricyclène	traces	(131)	cuminol	traces
(34)	α -thujène	1,30	(133)	thymol	0,39
(35)	α -pinène	0,54	(134)	carvacrol	76,33
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(138)	α -cubébène	1,09
(39)	camphène	0,10	(140)	eugénol	traces
(41)	benzaldéhyde	traces	(144)	acétate de carvacryle	0,54
(42)	sabinène	traces	(146)	α -copaène	traces
(43)	β -pinène	0,09	(147)	acétate de géranyle	0,09
(45)	octèn-3-ol	traces	(149)	β -bourbonène	traces
(47)	myrcène	1,57	(153)	<i>cis</i> -jasmone	traces
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(159)	β -caryophyllène	0,68
(50)	α -phellandrène	traces	(160)	β -copaène	0,04
(51)	δ -3-carène	traces	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	0,10
(53)	α -terpinène	0,97	(167)	aromadendrène	0,03
(54)	<i>ortho</i> -cymène	traces	(168)	cadina-3,5-diène	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	3,58	(169)	iso-germacrène d	traces
(56)	limonène	0,43	(173)	α -humulène	traces
(57)	β -phellandrène	traces	(175)	allo-aromadendrène	traces
(58)	1,8-cinéole	traces	(180)	γ -muurolène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	0,02	(181)	germacrène-D	0,28
(60)	E-(β)-ocimène	0,06	(186)	lédène	traces
(61)	γ -terpinène	3,96	(192)	bicyclogermacrène	0,35
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,93	(198)	β -bisabolène	1,74
(65)	terpinolène	traces	(201)	γ -cadinène	0,19
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	0,12	(202)	δ -cadinène	0,04
(68)	<i>para</i> -cyménène	traces	(203)	<i>cis</i> -calaménène	traces
(70)	<i>para</i> -menth-3-èn-9-ol	traces	(205)	β -sesquiphellandrène	traces
(71)	linalol	0,18	(220)	thymohydroquinone	traces
(76)	α -campholénal	traces	(223)	spathuléol	0,23
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	0,14
(84)	<i>trans-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces	(225)	globulol	traces
(96)	bornéol	0,28	(243)	épi- α -cadinol	traces
(97)	terpinèn-4-ol	0,68	(244)	α -cadinol	traces
total identifié 97,07%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum onites* Linnaeus
chénotype à linalol



**Tableau 48 : composition de l'huile essentielle
de *Origanum onites* Linnaeus - échantillon I2**

n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(34)	α -thujène	traces	(134)	carvacrol	6,38
(35)	α -pinène	traces	(149)	β -bourbonène	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	0,18	(159)	β -caryophyllène	1,60
(45)	octèn-3-ol	0,10	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(47)	myrcène	0,08	(173)	α -humulène	0,08
(48)	octan-3-ol	0,04	(181)	germacrène-D	0,14
(53)	α -terpinène	traces	(192)	bicyclogermacrène	0,46
(55)	<i>para</i> -cymène	0,06	(198)	β -bisabolène	0,84
(56)	limonène	traces	(201)	γ -cadinène	traces
(58)	1,8-cinéole	traces	(202)	δ -cadinène	traces
(61)	γ -terpinène	traces	(203)	<i>cis</i> -calaménène	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,09	(205)	β -sesquiphellandrène	traces
(65)	terpinolène	traces	(221)	benzoate de (Z)-hex-3-ényle	traces
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	0,13	(223)	spathuléol	0,11
(71)	linalol	86,14	(224)	oxyde de caryophyllène	0,29
(96)	bornéol	0,55	(231)	1,10-diépïcubénol	traces
(97)	terpinèn-4-ol	0,20	(238)	iso-spathuléol	traces
(106)	α -terpinéol	0,05	(243)	épi- α -cadinol	traces
(111)	<i>trans</i> -dihydrocarvone	traces	(244)	α -cadinol	traces
(133)	thymol	0,13	(246)	α -bisabolol	traces
total identifié 97,65%					

**Tableau 49a : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum syriacum* var. *bevanii* letswaart**

n°	nom composé	éch. A1	éch. A2	éch. A3	éch. A4	éch. C1	éch. C2	éch. C3	éch. C4
(34)	α -thujène	1,77	1,49	1,49	1,41	1,40	1,44	1,38	1,53
(35)	α -pinène	0,76	0,65	0,63	0,63	0,61	0,62	0,61	0,67
(39)	camphène	0,11	0,08	0,09	0,07	0,09	0,08	0,07	0,11
(42)	sabinène	0,39	0,28	0,33	0,29	0,26	0,28	0,26	0,33
(43)	β -pinène	0,84	1,01	1,03	0,93	0,63	0,41	0,60	0,58
(47)	Myrcène	2,09	1,75	1,80	1,81	1,67	1,67	1,56	1,66
(48)	octan-3-ol	0,84	0,65	0,65	0,76	0,63	0,45	0,45	0,49
(50)	α -phellandrène	0,29	0,23	0,24	0,26	0,23	0,23	0,18	0,24
(53)	α -terpinène	1,88	1,32	1,31	1,47	1,06	0,97	0,97	1,07
(55)	<i>para</i> -cymène	4,74	4,43	4,61	3,57	3,22	3,23	4,03	4,31
(56)	limonène	0,52	0,47	0,46	0,42	0,39	0,38	0,41	0,46
(61)	γ -terpinène	11,29	5,93	5,94	8,55	6,02	4,59	4,80	4,89
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,78	0,65	0,65	0,65	0,69	0,59	0,68	0,75
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,10	0,15	0,13	0,16	0,17	0,12	0,14	0,20
(97)	terpinèn-4-ol	0,22	0,12	0,15	0,15	0,11	0,12	0,12	0,27
(133)	thymol	7,32	31,50	29,45	1,00	0,40	0,61	4,77	6,93
(134)	carvacrol	63,04	46,03	47,76	75,27	79,15	81,88	75,63	72,30
(159)	β -caryophyllène	1,18	1,32	1,13	1,43	1,49	1,02	1,32	1,35
(202)	δ -cadinène	0,18	0,10	0,11	0,18	0,09	0,03	0,07	0,06
(224)	oxyde de caryophyllène	0,17	0,18	0,21	0,14	0,18	0,10	0,33	0,24
	total	98,51	98,34	98,17	98,15	98,49	98,82	98,38	98,44

**Tableau 49b : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum syriacum* var. *bevanii* letswaart**

n°	nom des composés	éch. F1	éch. F2	éch. F3	éch. I1	éch. I2	éch. I3
(34)	α -thujène	1,32	1,30	1,35	1,69	1,76	1,58
(35)	α -pinène	0,59	0,56	0,57	0,71	0,75	0,68
(39)	camphène	0,08	0,01	0,07	0,08	0,08	0,09
(42)	sabinène	0,24	0,29	0,15	0,32	0,32	0,19
(43)	β -pinène	0,87	0,65	0,13	0,65	0,60	0,73
(47)	myrcène	1,57	1,58	1,74	2,07	2,11	2,05
(48)	octan-3-ol	0,67	0,48	0,02	0,84	0,83	0,90
(50)	α -phellandrène	0,22	0,21	0,18	0,31	0,31	0,30
(53)	α -terpinène	0,93	1,06	0,72	1,64	1,58	1,79
(55)	<i>para</i> -cymène	3,70	3,58	2,92	5,40	5,77	5,03
(56)	limonène	0,44	0,40	0,38	0,51	0,67	0,51
(61)	γ -terpinène	5,11	6,26	2,83	7,26	6,04	7,59
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,67	0,75	0,49	0,53	0,54	0,42
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,45	0,63	0,64	0,13	0,23	0,19
(97)	terpinèn-4-ol	0,10	0,15	0,14	0,09	0,09	0,10
(133)	thymol	0,28	0,22	0,16	68,78	70,51	69,33
(134)	carvacrol	79,75	78,7	85,24	6,00	4,91	5,70
(159)	β -caryophyllène	0,94	1,43	0,45	1,14	1,37	1,08
(202)	δ -cadinène	0,05	0,04	0,01	-	0,04	-
(224)	oxyde de caryophyllène	0,20	0,24	0,06	0,12	0,03	0,07
	total	98,18	98,54	98,25	98,27	98,54	98,33

**Tableau 49c : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum syriacum* var. *bevanii* letsvaart rt**

n°	nom des composés	éch. K1	éch. K2	éch. K3	éch. I1	éch. I2	éch. I3
(34)	α -thujène	1,37	1,13	1,79	2,09	1,41	1,82
(35)	α -pinène	0,59	0,54	0,74	0,93	0,60	0,73
(39)	camphène	0,06	0,06	0,10	0,18	0,10	0,09
(42)	sabinène	0,29	0,25	0,33	0,40	0,28	0,31
(43)	β -pinène	0,67	0,76	0,74	0,99	0,66	0,72
(47)	myrcène	1,78	1,31	2,08	2,45	1,76	1,98
(48)	octan-3-ol	0,40	0,49	0,38	0,70	0,82	0,57
(50)	α -phellandrène	0,23	0,21	0,29	0,36	0,28	0,33
(53)	α -terpinène	1,54	1,05	2,02	2,58	1,79	1,92
(55)	<i>para</i> -cymène	4,64	6,82	5,28	6,21	4,78	5,64
(56)	limonène	0,48	0,61	0,57	0,74	0,53	0,67
(61)	γ -terpinène	9,82	8,07	9,67	12,01	8,85	8,01
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,73	1,19	0,51	0,83	0,58	0,70
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,15	1,23	0,28	1,06	0,27	0,14
(97)	terpinèn-4-ol	0,07	0,02	0,04	0,05	0,04	0,07
(133)	thymol	19,00	0,77	52,15	57,32	55,36	64,56
(134)	carvacrol	55,69	67,83	20,06	4,07	17,34	7,80
(159)	β -caryophyllène	1,05	1,42	0,93	1,65	2,05	1,88
(202)	δ -cadinène	0,02	0,03	0,04	0,06	0,04	-
(224)	oxyde de caryophyllène	0,18	0,75	0,05	0,19	0,16	0,12
	total	98,76	94,54	98,05	94,87	97,7	98,06

**Tableau 49d : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum syriacum* var. *bevanii* letsvaart**

n°	nom des composés	éch. B1	éch. B2	éch. B3	éch. G1	éch. G2	éch. G3	éch. G4	éch. G5	éch. G6
(34)	α -thujène	1,34	0,99	1,00	1,11	1,16	0,67	1,34	0,79	1,04
(35)	α -pinène	0,66	0,49	0,47	0,55	0,58	0,39	0,61	0,41	0,57
(43)	β -pinène	0,11	0,17	0,21	0,20	0,16	0,11	0,19	0,13	0,14
(45)	octèn-3-ol	0,82	1,01	1,37	0,84	0,57	0,47	0,71	0,69	1,71
(47)	myrcène	1,50	1,03	1,04	0,63	0,95	0,05	1,43	0,05	0,60
(48)	octan-3-ol	0,73	0,70	0,79	1,08	0,61	0,53	0,67	0,75	1,31
(50)	α -phellandrène	0,27	0,20	0,20	0,16	0,17	0,03	0,18	0,06	0,18
(53)	α -terpinène	1,57	1,31	1,25	0,71	0,99	0,36	0,64	0,58	1,04
(55)	<i>para</i> -cymène	7,22	7,48	6,91	7,54	8,19	5,51	4,22	9,45	14,23
(56)	limonène	0,49	0,40	0,46	0,40	0,48	0,29	-	0,37	0,42
(61)	γ -terpinène	7,03	4,91	4,75	0,74	2,51	0,15	1,88	0,09	1,29
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,71	0,59	0,76	0,74	0,50	0,48	0,55	0,84	0,59
(71)	linalol	0,29	0,51	2,55	0,34	2,91	0,38	0,67	0,28	0,30
(97)	terpinèn-4-ol	0,23	0,15	1,42	0,22	0,32	0,29	0,18	0,16	0,37
(133)	thymol	1,67	36,92	37,82	2,08	0,64	1,56	1,17	3,31	0,41
(134)	carvacrol	69,74	37,87	32,07	78,46	72,66	83,56	78,84	76,33	68,96
(159)	β -caryophyllène	1,18	1,40	1,58	0,89	1,59	1,79	0,99	1,47	1,29
(181)	germacrène-D	0,35	0,17	0,03	-	0,22	0,02	0,06	0,02	-
(198)	β -bisabolène	0,09	0,17	0,09	0,02	0,35	0,15	0,06	0,04	0,03
(224)	oxyde de caryophyllène	0,19	0,27	0,32	0,30	0,34	0,53	0,17	0,35	0,41
	total	96,19	96,74	95,09	97,01	95,90	97,32	94,56	96,17	94,89

**Tableau 49e : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum syriacum* var. *bevanii* letsvaart**

n°	nom des composés	éch. J1	éch. J2	éch. J3	éch. J4	éch. J5	éch. J6	éch. J7	éch. J8	éch. J9
(34)	α -thujène	1,16	1,16	1,24	1,06	1,26	1,02	1,23	1,05	1,44
(35)	α -pinène	0,54	0,56	0,57	0,47	0,62	0,50	0,58	0,54	0,70
(43)	β -pinène	0,16	0,19	0,30	0,17	0,18	0,14	0,15	0,12	0,26
(45)	octèn-3-ol	0,22	0,79	0,47	0,45	0,62	0,56	0,54	0,48	1,15
(47)	myrcène	1,41	0,93	1,02	1,27	1,28	1,09	1,24	0,81	1,59
(48)	octan-3-ol	0,19	1,40	0,87	0,71	0,83	0,78	0,80	0,93	0,74
(50)	α -phellandrène	0,63	-	0,20	0,21	0,26	0,19	0,24	0,18	0,30
(53)	α -terpinène	1,06	1,02	0,90	0,86	1,26	1,15	1,00	0,72	1,85
(55)	<i>para</i> -cymène	7,04	9,42	7,20	5,23	7,77	7,66	7,20	6,86	10,08
(56)	limonène	0,36	0,45	0,40	0,41	0,52	0,42	0,38	0,46	0,57
(61)	γ -terpinène	2,98	1,30	1,52	2,41	3,86	3,61	2,39	0,97	7,00
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,14	0,81	0,67	0,65	0,60	0,63	0,65	0,77	0,75
(71)	linalol	0,04	0,23	0,38	0,23	0,36	1,60	0,13	0,25	0,44
(97)	terpinèn-4-ol	-	0,06	-	0,10	0,12	0,08	0,14	-	0,15
(133)	thymol	77,96	72,24	66,87	69,50	70,83	71,53	76,31	76,47	58,88
(134)	carvacrol	2,59	4,19	6,52	13,31	5,11	3,99	4,03	5,48	7,56
(159)	β -caryophyllène	1,00	1,51	0,73	1,02	1,86	1,76	1,04	1,25	1,80
(181)	germacrène-D	0,01	0,01	1,08	0,05	0,08	0,09	-	0,03	0,36
(198)	β -bisabolène	-	0,03	0,10	-	0,08	0,11	0,07	0,10	0,15
(224)	oxyde de caryophyllène	0,17	0,30	0,27	0,16	0,34	0,35	-	0,31	0,31
	total	97,66	96,60	91,31	98,27	97,84	97,26	98,12	97,78	96,08

**Tableau 49f : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum syriacum* var. *bevanii* letsvaart**

n°	nom des composés	éch. B4	éch. B5	éch. B6	éch. B7	éch. D1	éch. D2	éch. G7	éch. J10	éch. J11	éch. J12
(34)	α -thujène	1,08	0,95	0,92	0,40	0,94	0,08	0,65	0,86	0,77	0,97
(35)	α -pinène	0,53	0,49	0,49	0,25	0,46	0,06	0,38	0,45	0,46	0,49
(43)	β -pinène	0,32	0,17	0,17	0,08	0,11	-	0,13	0,13	0,14	0,14
(45)	octèn-3-ol	0,76	0,90	0,68	0,95	0,63	0,87	1,45	0,76	0,94	0,72
(47)	myrcène	0,88	1,20	0,27	0,11	0,72	0,06	0,09	1,20	0,55	1,11
(48)	octan-3-ol	0,66	1,02	0,27	0,99	0,78	0,97	0,84	1,43	1,24	0,80
(50)	α -phellandrène	0,18	0,21	0,10	0,08	0,16	-	0,08	0,22	0,12	0,17
(53)	α -terpinène	0,98	1,38	0,56	0,68	0,79	-	0,59	1,19	0,91	0,85
(55)	<i>para</i> -cymène	7,94	10,48	7,90	8,75	6,96	1,71	8,33	10,11	9,41	8,44
(56)	limonène	0,45	0,46	0,38	0,33	0,37	-	0,52	0,67	0,49	0,43
(61)	γ -terpinène	1,56	6,35	0,29	0,37	0,73	0,27	0,50	0,86	0,85	2,33
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	1,03	0,52	0,87	-	0,05	0,02	-	-	0,05	0,62
(71)	linalol	0,27	0,23	-	-	0,41	9,51	0,71	0,13	0,33	-
(97)	terpinèn-4-ol	0,24	0,41	0,16	0,58	0,14	2,74	0,58	0,18	0,25	0,10
(133)	thymol	0,99	0,54	0,44	31,46	0,23	1,81	2,18	63,17	54,80	64,59
(134)	carvacrol	77,88	67,27	81,44	46,13	79,33	70,15	72,33	8,46	21,21	14,34
(159)	β -caryophyllène	1,10	1,62	1,09	1,66	1,06	1,02	1,89	2,11	1,73	0,88
(181)	germacrène-D	0,01	0,02	0,02	0,02	0,33	0,02	0,03	0,05	0,04	0,02
(198)	β -bisabolène	0,36	0,54	0,05	0,10	0,06	0,09	0,20	-	-	0,41
(224)	oxyde de caryophyllène	0,31	0,46	0,63	0,81	0,32	0,61	0,67	0,46	0,33	0,41
	total	97,53	95,22	96,73	93,75	94,58	89,99	92,15	92,44	94,62	97,82

Tableau 49g : principaux composés en % de l'huile essentielle de <i>Origanum syriacum</i> var. <i>bevanii</i> letsvaart										
n°	nom des composés	éch. J13	éch. J14	éch. B8	éch. M1	éch. M2	éch. M3	éch. M4	éch. M5	éch. M6
(34)	α -thujène	1,71	0,93	0,74	1,19	0,62	0,56	0,55	1,66	0,49
(35)	α -pinène	0,86	0,52	0,44	0,62	0,39	0,33	0,34	0,80	0,26
(43)	β -pinène	0,23	0,15	0,17	0,18	0,09	0,12	0,45	0,27	0,24
(45)	octèn-3-ol	0,79	0,59	1,39	1,48	1,18	1,15	1,27	1,27	0,92
(47)	myrcène	1,69	0,17	0,35	1,54	0,47	0,40	0,12	1,54	0,50
(48)	octan-3-ol	1,35	1,16	1,13	1,29	1,10	1,05	1,37	1,18	1,20
(50)	α -phellandrène	0,28	0,14	0,09	0,29	0,14	0,12	0,05	0,33	0,11
(53)	α -terpinène	1,46	0,75	0,86	2,02	1,20	0,82	0,60	2,26	0,69
(55)	<i>para</i> -cymène	13,88	10,51	9,30	9,54	12,51	8,43	8,38	15,38	6,54
(56)	limonène	0,67	0,53	0,32	0,55	0,34	0,39	0,30	0,70	0,36
(61)	γ -terpinène	3,42	-	-	8,07	3,08	1,06	3,77	4,63	1,21
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,89	0,65	1,09	0,99	0,82	0,11	0,06	1,43	1,17
(71)	linalol	0,39	0,18	0,36	5,87	0,41	-	-	0,36	8,88
(97)	terpinèn-4-ol	0,25	0,27	0,23	0,13	0,07	2,35	3,33	0,11	0,26
(133)	thymol	53,33	63,56	4,64	51,13	50,46	53,50	55,17	55,19	56,68
(134)	carvacrol	10,61	13,46	74,58	5,88	16,57	12,06	8,17	6,28	8,00
(159)	β -caryophyllène	1,98	1,27	1,35	1,93	3,02	2,10	2,96	3,11	2,90
(181)	germacrène-D	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,05	0,02	0,04
(198)	β -bisabolène	-	0,03	0,19	0,86	1,93	0,23	0,29	0,11	0,12
(224)	oxyde de caryophyllène	0,69	1,07	0,26	0,35	0,37	0,53	0,41	0,50	0,40
	total	94,51	95,98	97,53	93,94	94,79	85,33	87,64	97,13	90,97

Tableau 49h : principaux composés en % de l'huile essentielle de <i>Origanum syriacum</i> var. <i>bevanii</i> letsvaart				
n°	nom des composés	éch. H1	éch. E1	éch. E2
(34)	α -thujène	0,31	0,32	0,45
(35)	α -pinène	0,19	0,21	0,26
(45)	octèn-3-ol	0,81	1,11	0,68
(48)	octan-3-ol	1,19	1,34	0,96
(53)	α -terpinène	0,10	0,24	0,39
(55)	<i>para</i> -cymène	3,94	5,77	4,54
(61)	γ -terpinène	0,02	0,02	1,05
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	1,34	1,20	0,73
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,33	0,08	0,07
(71)	linalol	0,46	1,63	0,80
(96)	bornéol	0,21	0,34	0,20
(97)	terpinèn-4-ol	0,48	0,30	0,20
(119)	carvacrol méthyl-éther	0,56	0,07	0,01
(125)	thymoquinone	5,58	0,18	0,13
(133)	thymol	0,12	7,65	0,39
(134)	carvacrol	79,95	73,32	85,06
(159)	β -caryophyllène	1,06	1,28	0,69
(198)	β -bisabolène	0,47	0,11	0,34
(223)	spathuléol	0,06	0,18	0,06
(224)	oxyde de caryophyllène	0,79	0,56	0,21
	total	97,97	95,91	97,22

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum syriacum* var. *bevanii* Ietswaart
chénotype à carvacrol

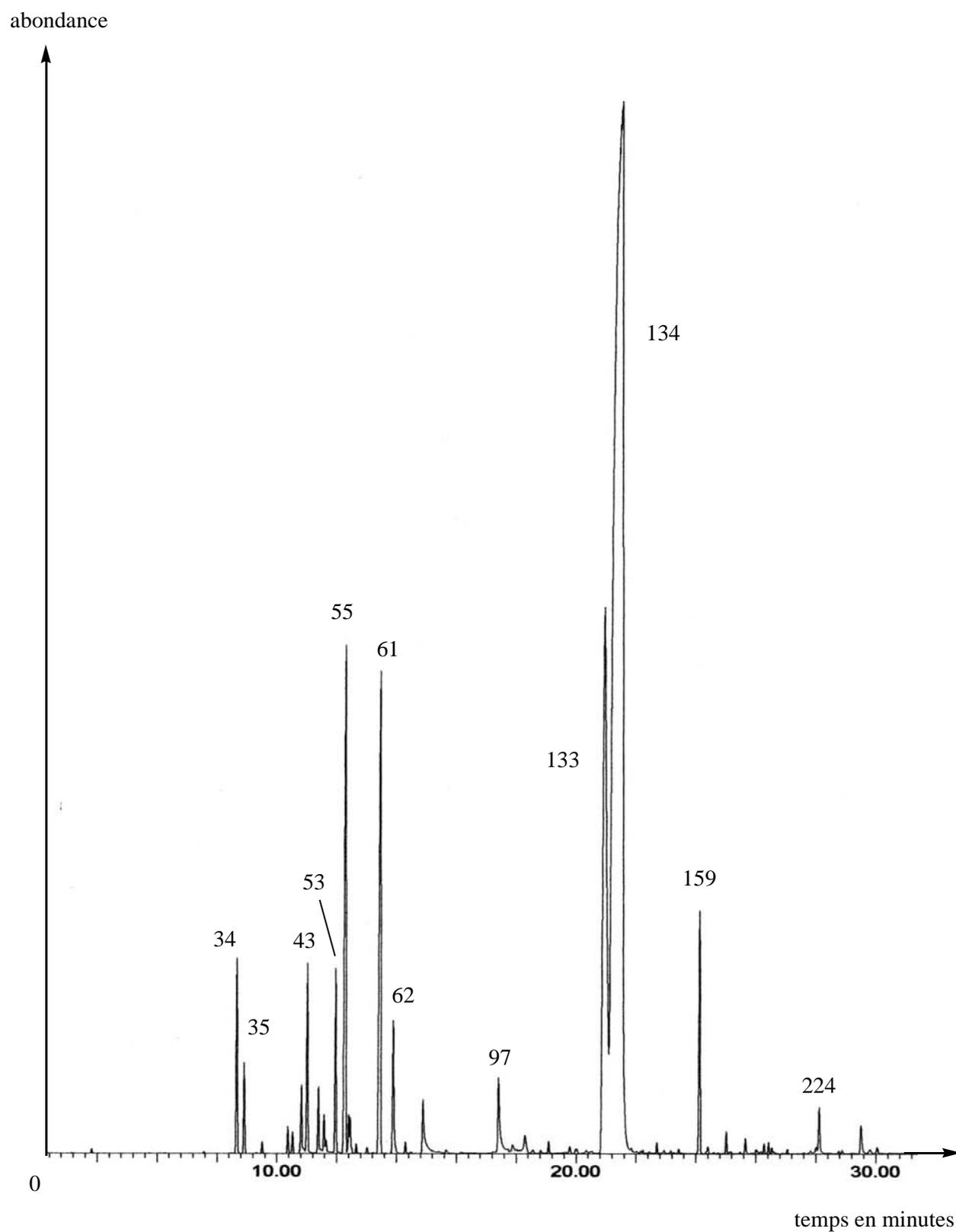


Tableau 55 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum syriacum</i> var. <i>bevanii</i> letswaart- échantillon C4					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(1)	3-méthyl-butanal	traces	(96)	bornéol	traces
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(97)	terpinèn-4-ol	0,27
(18)	(E)-hex-2-éanal	traces	(103)	salicylate de méthyle	traces
(19)	(Z)-hex-2-énoal	traces	(106)	α -terpinéol	0,12
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces	(108)	<i>para</i> -menth-2-èn-8-ol	traces
(32)	tricyclène	traces	(111)	<i>trans</i> -dihydrocarvone	traces
(34)	α -thujène	1,53	(117)	thymol méthyl-éther	traces
(35)	α -pinène	0,67	(119)	carvacrol méthyl-éther	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(125)	thymoquinone	traces
(39)	camphène	0,11	(127)	carvone	traces
(40)	verbénène	traces	(131)	cuminol	traces
(41)	benzaldéhyde	traces	(133)	thymol	6,93
(42)	sabinène	0,33	(134)	carvacrol	72,30
(43)	β -pinène	0,58	(138)	α -cubébène	traces
(45)	octèn-3-ol	traces	(140)	eugénol	traces
(47)	myrcène	1,66	(141)	acétate de thymyle	traces
(48)	octan-3-ol	0,49	(144)	acétate de carvacryle	traces
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(146)	α -copaène	traces
(50)	α -phellandrène	0,24	(149)	β -bourbonène	traces
(51)	δ -3-carène	0,08	(153)	<i>cis</i> -jasmone	traces
(53)	α -terpinène	1,07	(159)	β -caryophyllène	1,35
(54)	<i>ortho</i> -cymène	traces	(160)	β -copaène	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	4,31	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(56)	limonène	0,46	(173)	α -humulène	traces
(57)	β -phellandrène	traces	(174)	γ -gurjunène	traces
(58)	1,8-cinéole	traces	(180)	γ -muuroène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	0,06	(181)	germacrène-D	traces
(60)	E-(β)-ocimène	0,04	(192)	bicyclogermacrène	traces
(61)	γ -terpinène	4,89	(198)	β -bisabolène	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,75	(201)	γ -cadinène	traces
(65)	terpinolène	0,06	(202)	δ -cadinène	0,06
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	traces	(203)	<i>cis</i> -calaménène	traces
(67)	<i>trans</i> -oxyde de linalol	traces	(208)	E-(α)-bisabolène	traces
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,20	(220)	thymohydroquinone	traces
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces	(221)	benzoate de (Z)-hex-3-ényle	traces
(80)	isobutyrate de (Z)-hex-3-ényle	traces	(223)	spathuléol	traces
(82)	camphre	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	0,24
(83)	1,4-diméthylcyclohex-3-ényl-méthyl cétone	traces	(230)	humulène-1,2-époxyde	traces
(84)	<i>trans-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces	(231)	1,10-diépïcubénol	traces
(94)	benzoate de éthyle	traces	(243)	épi- α -cadinol	traces
total identifié 98,80%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum syriacum* var. *bevanii* Ietswaart
chénotype à thymol

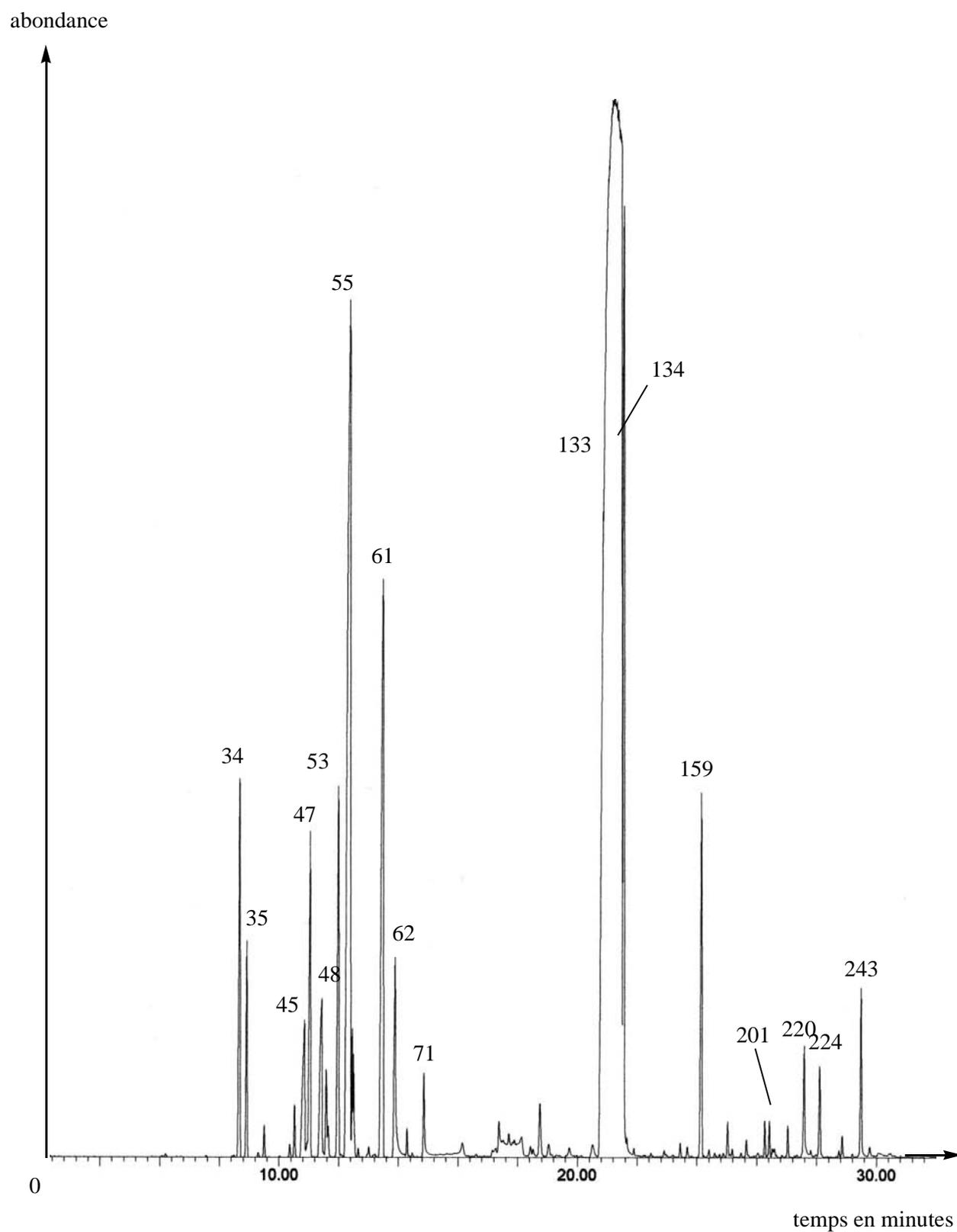


Tableau 56 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum syriacum</i> var. <i>bevanii</i> letsvaart- échantillon J1					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(1)	3-méthyl-butanal	traces	(97)	terpinèn-4-ol	traces
(18)	(E)-hex-2-éanal	traces	(106)	α -terpinéol	traces
(19)	(Z)-hex-2-énol	traces	(133)	thymol	77,96
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces	(134)	carvacrol	2,59
(32)	tricyclène	traces	(140)	eugénol	traces
(34)	α -thujène	1,16	(153)	<i>cis</i> -jasmone	traces
(35)	α -pinène	0,54	(159)	β -caryophyllène	1,00
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(39)	camphène	traces	(162)	butanoate de phényl-éthyl	traces
(42)	sabinène	traces	(168)	cadina-3,5-diène	traces
(43)	β -pinène	0,16	(173)	α -humulène	traces
(45)	octèn-3-ol	0,22	(176)	<i>cis</i> -muurola-4,14(5)-diène	traces
(47)	myrcène	1,41	(180)	γ -muurolène	traces
(48)	octan-3-ol	0,19	(181)	germacrène-D	0,01
(50)	α -phellandrène	0,63	(190)	tiglate de benzyle	traces
(51)	δ -3-carène	traces	(201)	γ -cadinène	traces
(53)	α -terpinène	1,06	(202)	δ -cadinène	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	7,04	(203)	<i>cis</i> -calaménène	traces
(56)	limonène	0,36	(208)	E-(α)-bisabolène	traces
(57)	β -phellandrène	traces	(220)	thymohydroquinone	traces
(58)	1,8-cinéole	traces	(221)	benzoate de (Z)-hex-3-ényle	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	0,17
(60)	E-(β)-ocimène	traces	(230)	humulène-1,2-époxyde	traces
(61)	γ -terpinène	2,98	(231)	1,10-diépïcubénol	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,14	(236)	phényl-acétate de (Z)-hex-3-ényle	traces
(65)	terpinolène	traces	(243)	épi- α -cadinol	traces
(67)	<i>trans</i> -oxyde de linalol	traces	(244)	α -cadinol	traces
(71)	linalol	0,04	(249)	benzoate de benzyle	traces
(96)	bornéol	traces	(252)	di-butyl-phtalate	traces
total identifié 97,66%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum syriacum* var *bevanii* Ietswaart
chémotype à thymol / carvacrol

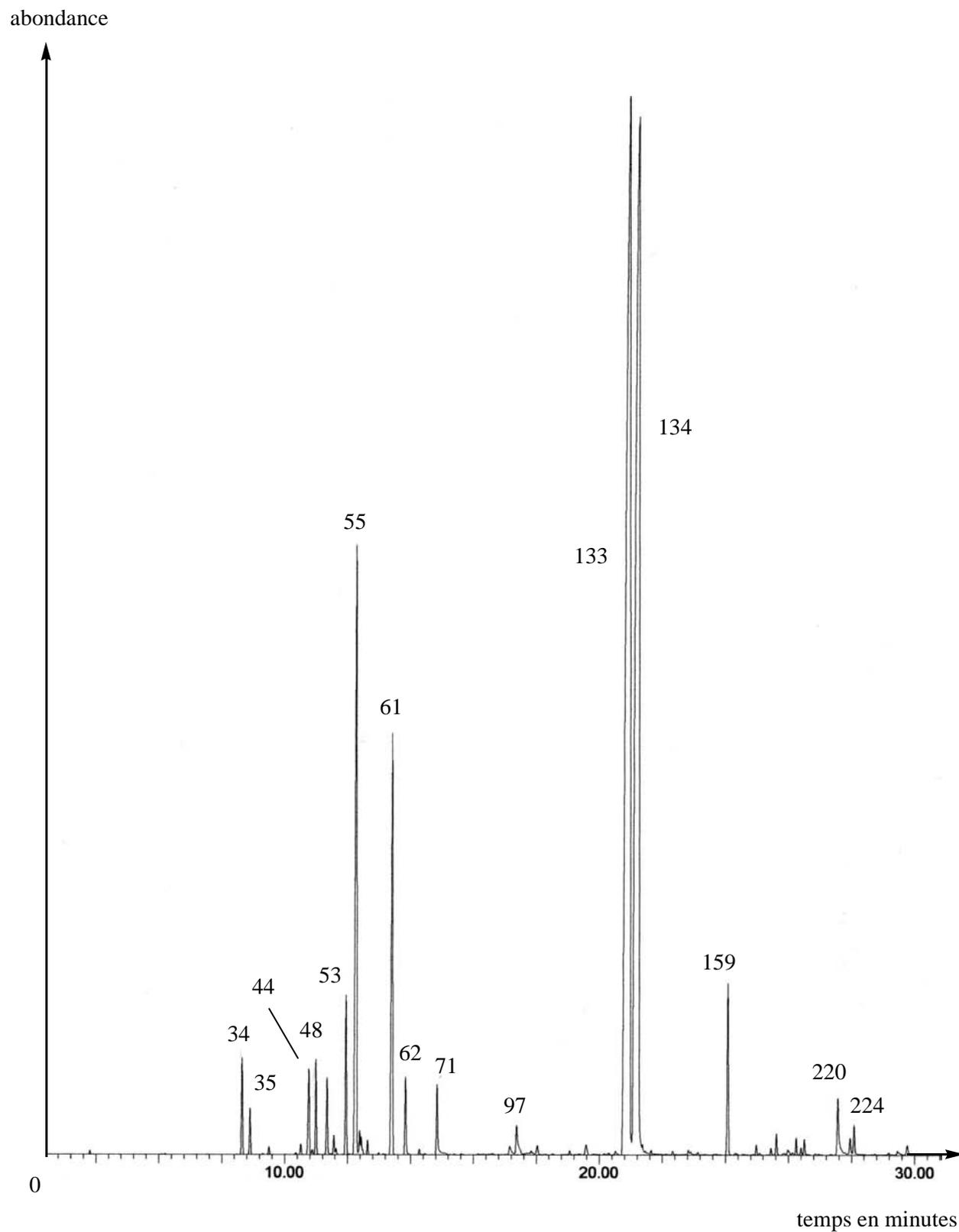


Tableau 57 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum syriacum</i> var. <i>bevanii</i> letswaart- échantillon B2					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(1)	3-méthyl-butanal	traces	(71)	linalol	0,51
(18)	(E)-hex-2-éanal	traces	(96)	bornéol	traces
(19)	(Z)-hex-2-éanol	traces	(97)	terpinèn-4-ol	0,15
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces	(119)	carvacrol méthyl-éther	traces
(34)	α -thujène	0,99	(127)	carvone	traces
(35)	α -pinène	0,49	(130)	dihydroédulan I	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(133)	thymol	36,92
(39)	camphène	traces	(134)	carvacrol	37,87
(42)	sabinène	traces	(140)	eugénol	traces
(43)	β -pinène	0,17	(146)	α -copaène	traces
(45)	octèn-3-ol	1,01	(149)	β -bourbonène	traces
(46)	pentyl-éthyl cétone	traces	(159)	β -caryophyllène	1,40
(47)	myrcène	1,03	(160)	β -copaène	traces
(48)	octan-3-ol	0,70	(173)	α -humulène	traces
(50)	α -phellandrène	0,20	(175)	allo-aromadendrène	traces
(51)	δ -3-carène	traces	(180)	γ -muurolène	traces
(53)	α -terpinène	1,31	(181)	germacrène-D	0,17
(55)	<i>para</i> -cymène	7,48	(189)	γ -bulgarène	traces
(56)	limonène	0,40	(192)	bicyclogermacrène	traces
(57)	β -phellandrène	traces	(198)	β -bisabolène	0,17
(58)	1,8-cinéole	traces	(201)	γ -cadinène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	traces	(202)	δ -cadinène	traces
(60)	E-(β)-ocimène	traces	(220)	thymohydroquinone	0,20
(61)	γ -terpinène	4,91	(224)	oxyde de caryophyllène	0,27
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,59	(244)	α -cadinol	traces
(65)	terpinolène	traces	(254)	abiétatriène	traces
total identifié 96,94%					

Tableau 58a : principaux composés en % de l'huile essentielle de *Origanum syriacum* Linnaeus var. *syriacum*

n°	nom des composés	éch. A1	éch. A2	éch. A3	éch. C1	éch. C2	éch. C3	éch. E1
(34)	α -thujène	1,36	3,65	1,35	4,18	2,32	3,61	2,48
(35)	α -pinène	0,58	1,59	0,60	1,80	1,02	1,65	1,10
(43)	β -pinène	0,12	0,12	0,12	0,32	0,21	0,40	0,05
(45)	octèn-3-ol	0,26	0,45	0,28	0,40	0,33	0,41	0,10
(47)	myrcène	1,58	3,69	1,38	3,97	2,49	3,81	2,96
(48)	octan-3-ol	0,23	0,13	0,16	0,30	0,46	0,25	0,03
(50)	α -phellandrène	0,23	0,34	0,19	0,42	0,38	0,48	0,34
(53)	α -terpinène	0,89	2,13	0,90	1,60	1,31	2,42	2,45
(55)	<i>para</i> -cymène	3,69	8,02	4,77	6,68	4,08	6,11	9,75
(56)	limonène	0,50	0,72	0,51	0,55	0,68	0,86	0,98
(61)	γ -terpinène	3,39	8,70	4,28	5,83	5,66	10,31	8,90
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,91	0,62	0,99	0,77	0,92	0,66	0,85
(71)	linalol	0,43	0,02	0,35	0,25	0,24	0,09	0,10
(97)	terpinèn-4-ol	0,11	0,04	0,65	0,23	0,53	0,42	0,13
(133)	thymol	20,99	11,05	1,18	4,20	0,61	2,75	52,42
(134)	carvacrol	62,02	55,50	78,96	66,67	75,80	63,80	15,42
(159)	β -caryophyllène	1,06	0,66	0,95	0,85	-	1,11	0,70
(192)	bicyclogermacrène	0,02	0,03	0,30	0,05	0,05	0,06	0,07
(198)	β -bisabolène	0,03	0,40	0,02	0,05	0,07	0,02	0,06
(223)	spathulénol	0,04	0,05	0,18	0,04	0,03	0,05	0,04
	total	98,44	97,91	98,12	99,16	97,19	99,27	98,93

Tableau 58b : principaux composés en % de l'huile essentielle de *Origanum syriacum* Linnaeus var. *syriacum*

n°	nom des composés	éch. E2	éch. E3	éch. F1	éch. F2	éch. F3	éch. H1	éch. H2
(34)	α -thujène	2,62	2,69	1,91	4,12	4,12	1,58	1,63
(35)	α -pinène	1,15	1,25	0,86	1,93	1,93	0,67	0,75
(43)	β -pinène	0,27	0,25	0,18	0,37	0,33	0,17	0,15
(45)	octèn-3-ol	0,13	0,09	0,12	0,24	0,26	0,08	0,08
(47)	myrcène	2,74	2,81	2,16	4,98	4,26	1,67	1,94
(48)	octan-3-ol	0,05	0,20	0,13	0,17	0,60	0,11	0,13
(50)	α -phellandrène	0,37	0,42	0,36	0,66	1,00	0,24	0,35
(53)	α -terpinène	2,31	2,58	2,14	4,42	4,92	1,25	1,84
(55)	<i>para</i> -cymène	10,46	12,93	4,88	13,46	10,84	4,24	5,38
(56)	limonène	1,26	1,35	0,76	1,29	2,76	0,58	0,80
(61)	γ -terpinène	11,99	9,67	10,13	19,06	22,68	5,86	8,32
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	1,71	1,89	1,32	1,05	2,50	0,95	1,00
(71)	linalol	0,17	0,32	0,09	0,20	0,09	0,05	0,14
(97)	terpinèn-4-ol	0,37	0,22	0,08	0,16	0,47	0,09	0,23
(133)	thymol	46,08	51,67	58,97	32,08	30,62	17,83	54,98
(134)	carvacrol	13,31	7,61	13,54	11,62	9,31	62,47	18,73
(159)	β -caryophyllène	-	1,15	0,58	0,81	0,57	0,70	0,68
(192)	bicyclogermacrène	0,09	0,02	0,04	0,07	0,06	0,08	0,04
(198)	β -bisabolène	0,07	0,05	0,04	0,07	0,02	0,01	0,02
(223)	spathulénol	0,13	0,13	0,08	-	-	0,05	0,14
	total	95,28	97,30	98,37	96,76	97,34	98,68	97,33

Tableau 58c : principaux composés en % de l'huile essentielle de *Origanum syriacum* Linnaeus var. *syriacum*

n°	nom des composés	éch. H3	éch. B1	éch. B2	éch. B3	éch. B4	éch. B5	éch. B6
(34)	α -thujène	2,05	0,92	0,91	1,26	0,95	0,86	0,97
(35)	α -pinène	0,90	0,50	0,53	0,67	0,46	0,45	0,52
(43)	β -pinène	0,02	0,15	0,14	0,17	0,13	0,15	0,13
(45)	octèn-3-ol	0,07	0,46	0,75	0,34	0,50	0,53	0,57
(47)	myrcène	1,97	0,03	0,40	0,90	0,21	0,61	0,87
(48)	octan-3-ol	0,31	0,59	0,58	0,12	0,01	0,11	0,16
(50)	α -phellandrène	0,03	0,06	0,10	0,20	0,03	0,04	0,05
(53)	α -terpinène	1,51	0,41	0,54	0,99	0,46	0,72	0,70
(55)	<i>para</i> -cymène	5,72	7,38	14,90	7,75	7,41	7,57	6,07
(56)	limonène	0,64	0,35	0,69	0,47	0,32	0,34	0,36
(61)	γ -terpinène	5,12	0,02	0,34	1,14	-	0,66	1,16
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,68	0,87	1,09	0,86	0,96	0,82	0,63
(71)	linalol	0,06	0,15	0,18	0,44	0,14	0,12	0,04
(97)	terpinèn-4-ol	0,11	0,32	0,35	0,77	0,20	0,16	0,16
(133)	thymol	37,12	0,59	56,45	0,57	0,68	0,45	1,98
(134)	carvacrol	41,17	79,38	3,80	77,70	81,06	79,02	79,80
(159)	β -caryophyllène	0,78	1,47	3,73	0,98	1,09	1,06	1,47
(192)	bicyclogermacrène	0,05	0,10	0,59	0,18	0,23	0,24	0,04
(198)	β -bisabolène	-	0,02	1,44	0,06	-	0,27	0,21
(223)	spathuléol	0,04	0,18	0,35	0,13	0,10	0,24	0,13
	total	98,35	93,95	87,86	95,70	94,94	94,42	96,02

Tableau 58d : principaux composés en % de l'huile essentielle de *Origanum syriacum* Linnaeus var. *syriacum*

n°	nom des composés	éch. B7	éch. D4	éch. D1	éch. D2	éch. D3	éch. G1	éch. I1
(34)	α -thujène	1,13	0,49	1,39	0,76	0,98	1,23	0,82
(35)	α -pinène	0,49	0,30	0,72	0,40	0,47	0,62	0,35
(43)	β -pinène	0,16	0,98	0,15	0,15	0,14	0,17	0,11
(45)	octèn-3-ol	0,31	0,59	0,52	0,27	0,18	0,12	0,20
(47)	myrcène	1,39	0,49	1,59	0,56	0,36	1,40	0,96
(48)	octan-3-ol	0,24	0,05	0,18	0,19	0,06	0,10	0,14
(50)	α -phellandrène	0,06	0,02	0,24	0,13	0,13	0,18	0,18
(53)	α -terpinène	1,50	0,38	1,45	1,05	0,62	1,44	1,49
(55)	<i>para</i> -cymène	7,40	6,10	6,28	6,66	5,88	7,51	8,60
(56)	limonène	0,47	0,38	0,45	0,56	0,31	0,46	0,45
(61)	γ -terpinène	5,50	0,54	5,71	1,11	0,20	4,30	3,57
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,80	1,20	0,78	1,03	0,52	0,09	0,92
(71)	linalol	0,03	0,25	-	1,04	0,04	0,07	0,40
(97)	terpinèn-4-ol	0,05	0,47	0,12	1,92	0,20	-	0,05
(133)	thymol	71,00	1,16	2,92	60,29	1,28	73,98	64,60
(134)	carvacrol	4,89	71,11	72,53	16,96	82,29	4,59	13,65
(159)	β -caryophyllène	1,17	1,43	1,17	1,08	0,74	0,86	1,00
(192)	bicyclogermacrène	0,09	0,70	0,34	0,14	0,17	0,07	0,10
(198)	β -bisabolène	0,05	0,14	0,03	0,24	0,10	0,02	0,14
(223)	spathuléol	0,10	1,88	0,20	0,14	0,14	0,08	0,08
	total	96,83	88,66	96,77	94,68	94,81	97,29	97,81

n°	nom des composés	éch. 12	éch. 13	éch. 14	éch. 15	éch. 16	éch. 17
(34)	α -thujène	0,96	1,52	0,99	0,84	0,46	1,08
(35)	α -pinène	0,44	0,67	0,45	0,38	0,22	0,47
(43)	β -pinène	0,10	0,17	0,09	0,09	0,05	0,11
(45)	octèn-3-ol	-	0,02	0,05	0,06	0,06	0,05
(47)	myrcène	1,21	1,66	1,02	0,95	0,10	1,27
(48)	octan-3-ol	-	0,01	0,02	0,03	0,10	0,04
(50)	α -phellandrène	0,18	0,32	0,15	0,14	0,05	0,21
(53)	α -terpinène	0,87	2,07	0,99	0,84	0,36	1,42
(55)	<i>para</i> -cymène	3,83	11,16	6,82	5,59	4,51	5,80
(56)	limonène	0,34	0,64	0,42	0,53	0,25	0,41
(61)	γ -terpinène	2,62	3,80	1,66	2,14	-	3,86
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,75	1,49	0,66	0,67	0,76	0,61
(71)	linalol	0,09	0,33	0,12	0,15	1,39	0,05
(97)	terpinèn-4-ol	0,08	0,14	0,01	0,06	0,11	0,03
(133)	thymol	0,45	46,50	74,30	69,08	0,99	69,84
(134)	carvacrol	84,37	24,13	10,46	14,75	86,47	11,13
(159)	β -caryophyllène	1,37	1,75	0,53	0,77	0,52	0,84
(192)	bicyclogermacrène	0,27	0,32	0,10	0,05	0,17	0,07
(198)	β -bisabolène	0,01	0,02	0,02	0,18	0,53	0,11
(223)	spathuléol	0,05	0,11	0,04	0,06	0,08	0,01
	total	97,99	96,83	98,90	97,36	97,18	97,41

n°	Nom des composés	éch. 18	éch. 19	éch. 110	éch. 111	éch. 112	éch. 113	éch. 114
(34)	α -thujène	1,31	0,86	0,74	1,15	0,52	0,86	1,22
(35)	α -pinène	0,56	0,35	0,33	0,47	0,22	0,39	0,53
(43)	β -pinène	0,11	0,09	0,09	0,09	0,06	0,13	0,01
(45)	octèn-3-ol	0,08	0,12	-	0,04	0,02	0,01	0,18
(47)	myrcène	1,23	0,93	0,97	1,27	0,45	-	1,62
(48)	octan-3-ol	0,09	0,04	0,15	0,02	-	0,86	0,16
(50)	α -phellandrène	0,20	0,14	-	0,22	0,07	0,15	0,23
(53)	α -terpinène	0,82	0,78	0,77	1,21	0,45	0,87	1,17
(55)	<i>para</i> -cymène	4,24	5,43	3,86	6,73	3,78	6,70	7,21
(56)	limonène	0,40	0,37	0,33	0,49	0,22	0,42	0,54
(61)	γ -terpinène	2,02	1,03	2,28	3,13	0,38	1,50	2,57
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,72	0,66	0,65	0,72	0,96	0,70	1,14
(71)	linalol	0,20	0,42	-	0,76	0,05	0,13	0,08
(97)	terpinèn-4-ol	0,14	0,03	0,11	0,06	0,14	0,07	0,16
(133)	thymol	4,74	72,10	0,93	66,09	0,90	73,02	53,83
(134)	carvacrol	80,30	12,56	86,19	14,48	89,06	10,37	24,28
(159)	β -caryophyllène	0,81	1,49	0,89	0,46	0,90	0,82	1,97
(192)	bicyclogermacrène	0,16	0,11	0,11	0,05	0,18	0,11	0,20
(198)	β -bisabolène	0,03	0,06	0,02	0,18	0,06	0,03	0,02
(223)	spathuléol	0,05	0,03	0,03	0,06	0,04	0,14	0,24
	total	98,21	97,60	98,45	97,68	98,46	97,28	97,36

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum syriacum* var *syriacum* Ietswaart
chénotype à carvacrol

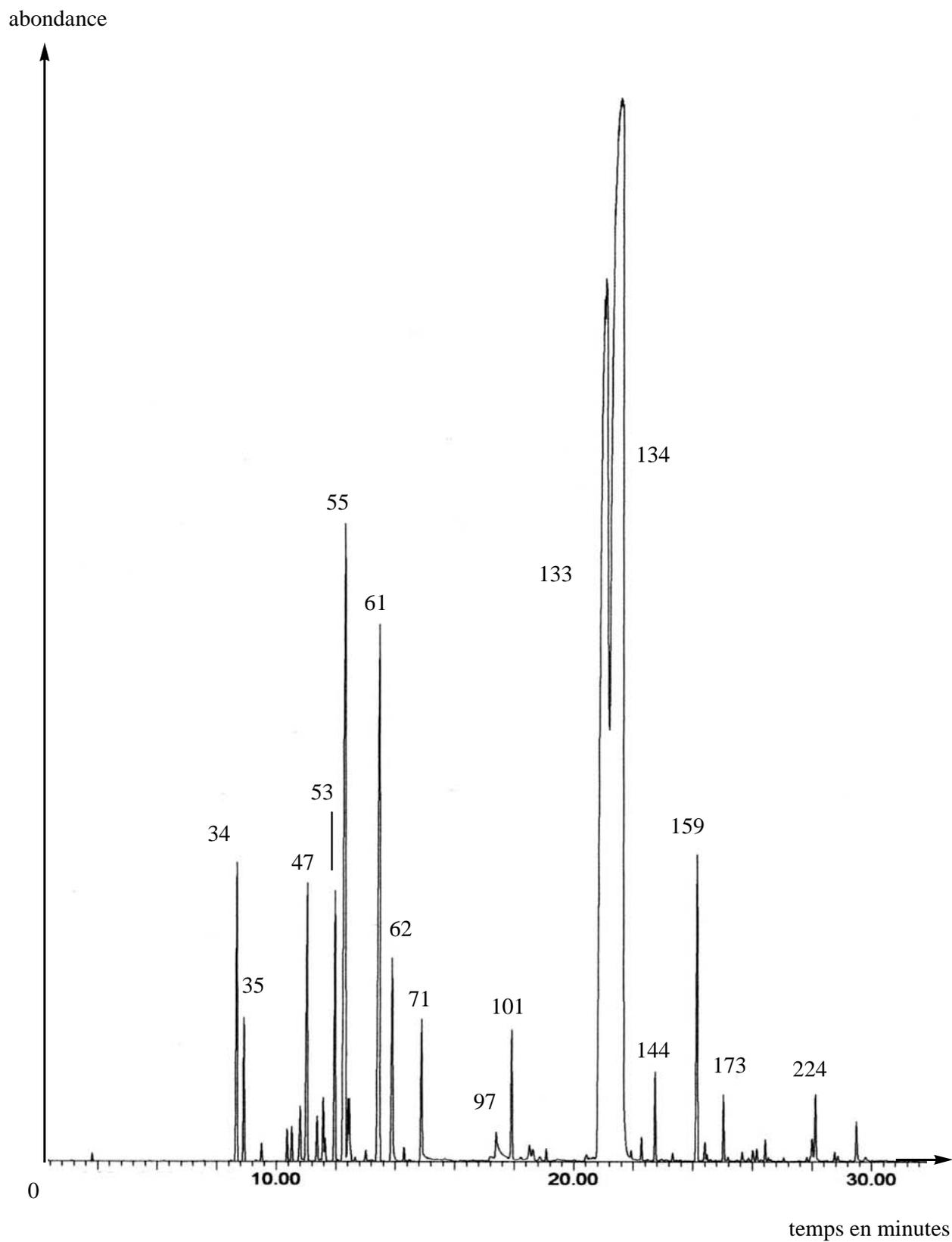


Tableau 61 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum syriacum</i> Linnaeus var. <i>syriacum</i> - échantillon A1					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(1)	3-méthyl-butanal	traces	(97)	terpinèn-4-ol	0,11
(3)	2-méthyl-butanal	traces	(101)	estragol	0,28
(5)	vinyl-méthyl cétone	traces	(108)	<i>para</i> -menth-2-èn-8-ol	traces
(10)	isovalérate de méthyle	traces	(111)	<i>trans</i> -dihydrocarvone	traces
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(119)	carvacrol méthyl-éther	traces
(18)	(E)-hex-2-éanal	traces	(122)	acétate de linalyle	traces
(19)	(Z)-hex-2-énol	traces	(124)	pipéritone	traces
(22)	cyclohexanol	traces	(125)	thymoquinone	traces
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces	(127)	carvone	traces
(32)	tricyclène	traces	(130)	dihydroédulan I	traces
(34)	α -thujène	1,36	(131)	cuminol	traces
(35)	α -pinène	0,58	(133)	thymol	20,99
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(134)	carvacrol	62,02
(39)	camphène	0,06	(139)	acétate de néryle	traces
(42)	sabinène	0,11	(144)	acétate de carvacryle	0,15
(43)	β -pinène	0,12	(147)	acétate de géranyle	traces
(45)	octèn-3-ol	0,26	(153)	<i>cis</i> -jasmone	traces
(47)	myrcène	1,58	(159)	β -caryophyllène	1,06
(48)	octan-3-ol	0,23	(160)	β -copaène	traces
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(50)	α -phellandrène	0,23	(173)	α -humulène	0,20
(51)	δ -3-carène	0,07	(176)	<i>cis</i> -muurola-4,14(5)-diène	traces
(53)	α -terpinène	0,89	(180)	γ -muurolène	traces
(54)	<i>ortho</i> -cymène	traces	(181)	germacrène-D	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	3,69	(186)	lédène	traces
(56)	limonène	0,50	(192)	bicyclogermacrène	traces
(57)	β -phellandrène	traces	(198)	β -bisabolène	traces
(58)	1,8-cinéole	traces	(201)	γ -cadinène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	traces	(202)	δ -cadinène	traces
(60)	E-(β)-ocimène	traces	(203)	<i>cis</i> -calaménène	traces
(61)	γ -terpinène	3,39	(207)	α -cadinène	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,91	(208)	E-(α)-bisabolène	traces
(65)	terpinolène	0,04	(210)	<i>cis</i> -muurola-5-èn-4- α -ol	traces
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	traces	(213)	<i>cis</i> -muurola-5-èn-4- β -ol	traces
(68)	<i>para</i> -cyménène	0,04	(223)	spathuléol	0,04
(71)	linalol	0,43	(224)	oxyde de caryophyllène	0,13
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	traces	(225)	globulol	traces
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces	(235)	1-épi-cubénol	traces
(84)	<i>trans-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces	(243)	épi- α -cadinol	traces
(96)	bornéol	traces	(244)	α -cadinol	traces
total identifié 99,47%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum syriacum* var. *syriacum* Ietswaart
chénotype à thymol

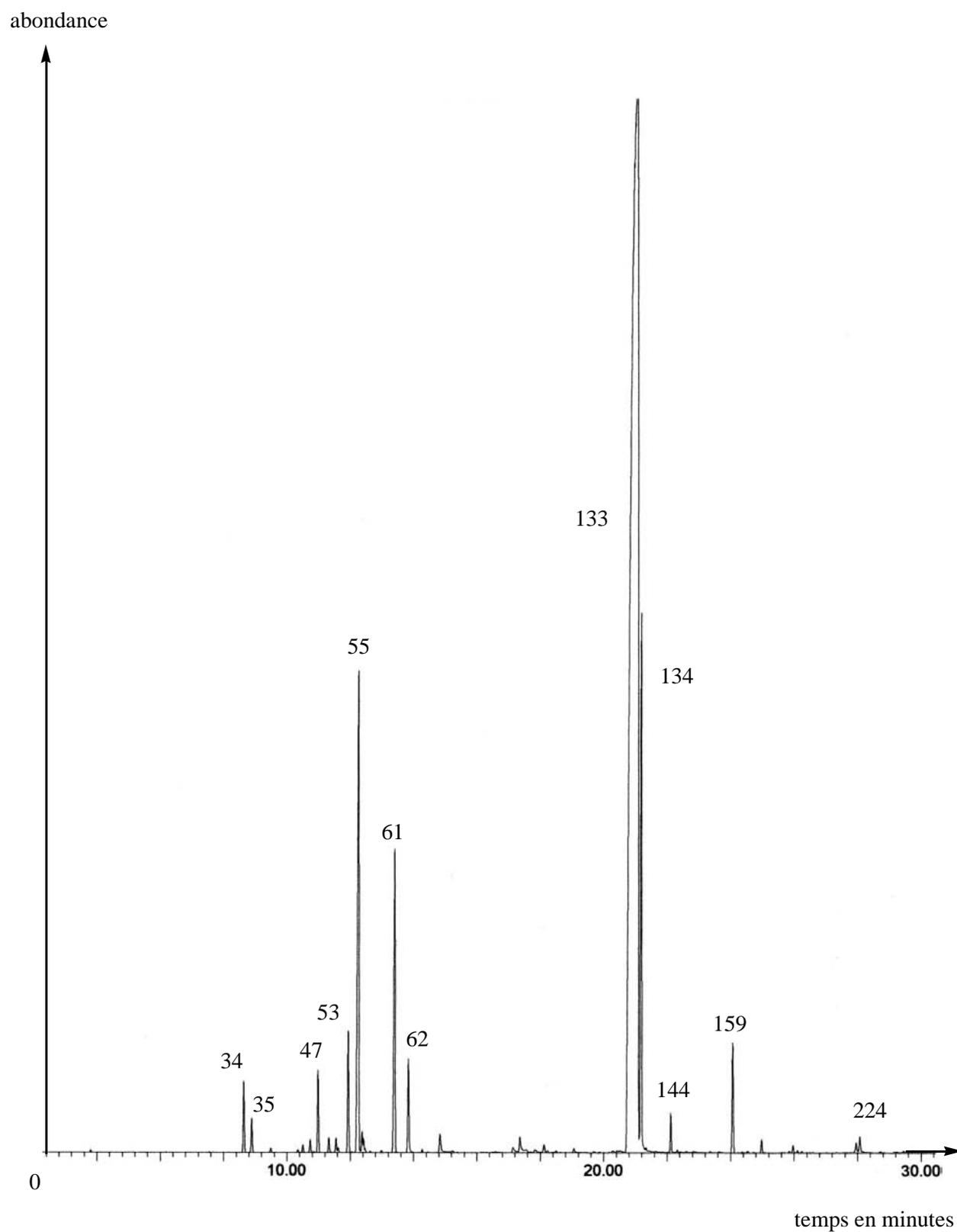


Tableau 62 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum syriacum</i> Linneaus var. <i>syracum</i> - échantillon G1					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(65)	terpinolène	traces
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces	(68)	<i>para</i> -cyménène	traces
(32)	tricyclène	traces	(71)	linalol	0,07
(34)	α -thujène	1,23	(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,22
(35)	α -pinène	0,62	(96)	bornéol	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(97)	terpinèn-4-ol	traces
(39)	camphène	traces	(106)	α -terpinéol	traces
(42)	sabinène	traces	(107)	<i>cis</i> -dihydrocarvone	traces
(43)	β -pinène	0,17	(111)	<i>trans</i> -dihydrocarvone	traces
(45)	octèn-3-ol	0,12	(117)	thymol méthyl-éther	traces
(47)	myrcène	1,40	(133)	thymol	73,98
(48)	octan-3-ol	0,10	(134)	carvacrol	4,59
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(141)	acétate de thymyle	traces
(50)	α -phellandrène	traces	(144)	acétate de carvacryle	traces
(51)	δ -3-carène	traces	(159)	β -caryophyllène	0,86
(53)	α -terpinène	1,44	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	7,51	(173)	α -humulène	0,09
(56)	limonène	0,46	(181)	germacrène-D	traces
(57)	β -phellandrène	traces	(192)	bicyclogermacrène	0,07
(58)	1,8-cinéole	traces	(208)	E-(α)-bisabolène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	traces	(223)	spathulénol	0,08
(60)	E-(β)-ocimène	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	0,18
(61)	γ -terpinène	4,30	(230)	humulène-1,2-époxyde	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,09	(254)	abiétatriène	traces
total identifié 97,58%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum syriacum* var. *syriacum* Ietswaart
chénotype à thymol / carvacrol

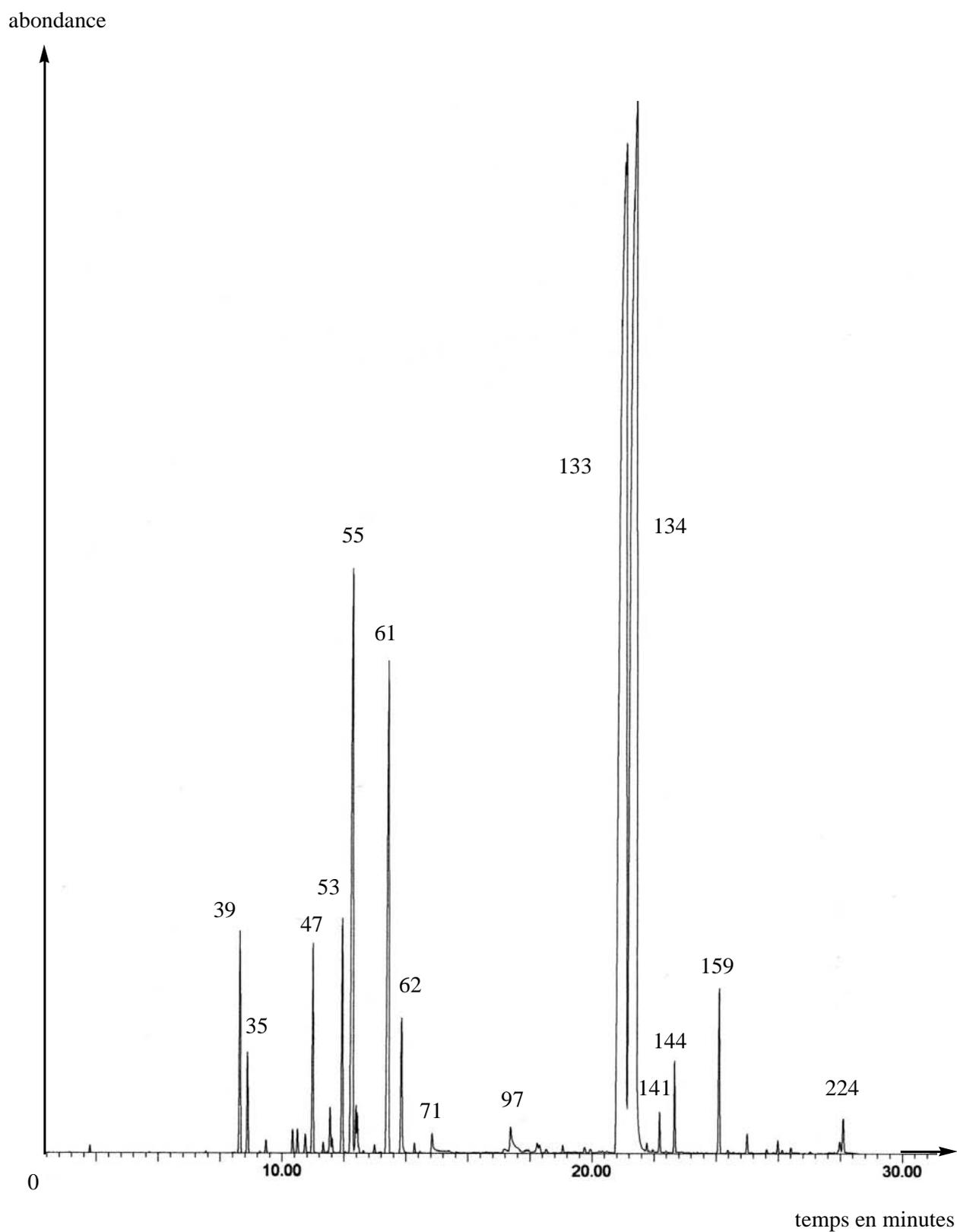


Tableau 63 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum syriacum</i> Linneaus var. <i>syriacum</i> - échantillon H3						
n°	nom des composés	% fid		n°	nom des composés	% fid
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces		(61)	γ -terpinène	5,12
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces		(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,68
(34)	α -thujène	2,05		(65)	terpinolène	traces
(35)	α -pinène	0,90		(96)	bornéol	traces
(39)	camphène	0,11		(97)	terpinèn-4-ol	traces
(42)	sabinène	0,05		(106)	α -terpinéol	traces
(43)	β -pinène	traces		(107)	<i>cis</i> -dihydrocarvone	traces
(45)	octèn-3-ol	traces		(111)	<i>trans</i> -dihydrocarvone	traces
(47)	myrcène	1,97		(133)	thymol	37,12
(48)	octan-3-ol	0,31		(134)	carvacrol	41,17
(50)	α -phellandrène	traces		(140)	eugénol	traces
(51)	δ -3-carène	0,11		(141)	acétate de thymyle	traces
(53)	α -terpinène	1,51		(144)	acétate de carvacryle	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	5,72		(159)	β -caryophyllène	0,78
(56)	limonène	0,64		(173)	α -humulène	0,09
(57)	β -phellandrène	traces		(186)	lédène	traces
(58)	1,8-cinéole	traces		(192)	bicyclogermacrène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	traces		(223)	spathuléol	traces
(60)	E-(β)-ocimène	traces		(224)	oxyde de caryophyllène	traces
total identifié 98,33%						

Tableau 64 : principaux composés en % de l'huile essentielle de <i>Origanum syriacum</i> var. <i>sinaicum</i> letsvaart				
n°	nom des composés	éch. A1	éch. A2	éch. A3
(34)	α -thujène	1,48	1,58	1,69
(35)	α -pinène	0,63	0,74	0,72
(39)	camphène	0,07	0,05	0,07
(43)	β -pinène	0,25	0,26	0,17
(45)	octèn-3-ol	0,15	0,08	0,10
(47)	myrcène	1,53	1,63	1,89
(50)	α -phellandrène	0,14	0,14	0,20
(51)	δ -3-carène	0,07	0,08	0,07
(53)	α -terpinène	0,50	0,65	0,75
(55)	<i>para</i> -cymène	3,03	2,64	2,99
(56)	limonène	0,39	0,46	0,46
(61)	γ -terpinène	2,05	2,94	2,80
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,55	0,52	0,49
(71)	linalol	0,15	0,16	0,58
(97)	terpinèn-4-ol	0,02	0,03	0,19
(133)	thymol	4,70	0,94	0,69
(134)	carvacrol	82,6	85,20	84,30
(144)	acétate de carvacryle	0,01	-	0,29
(159)	β -caryophyllène	0,30	0,54	0,44
(223)	spathuléol	0,08	0,05	0,03
	total	98,70	98,69	98,92

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum syriacum* var. *sinaicum* Ietswaart

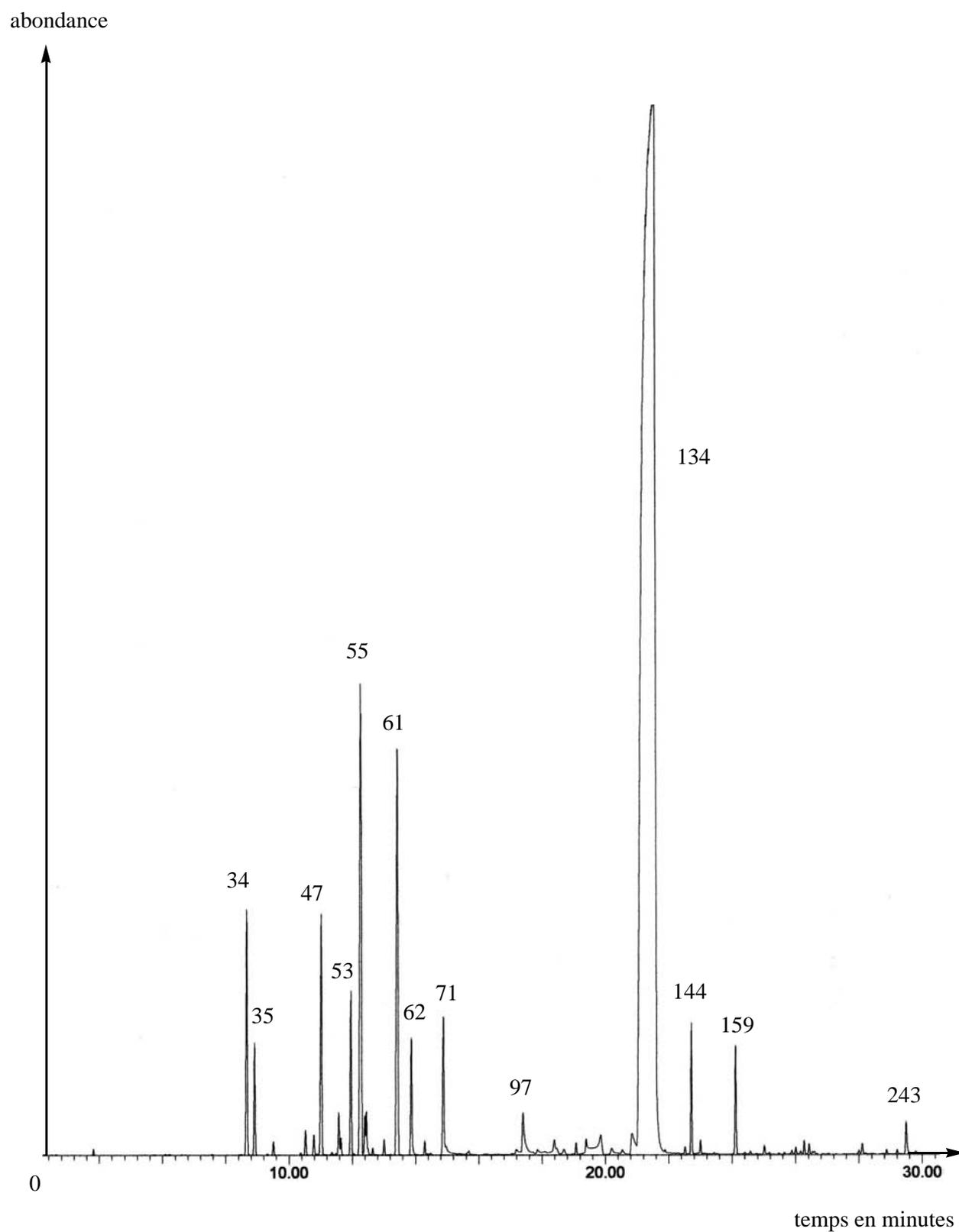
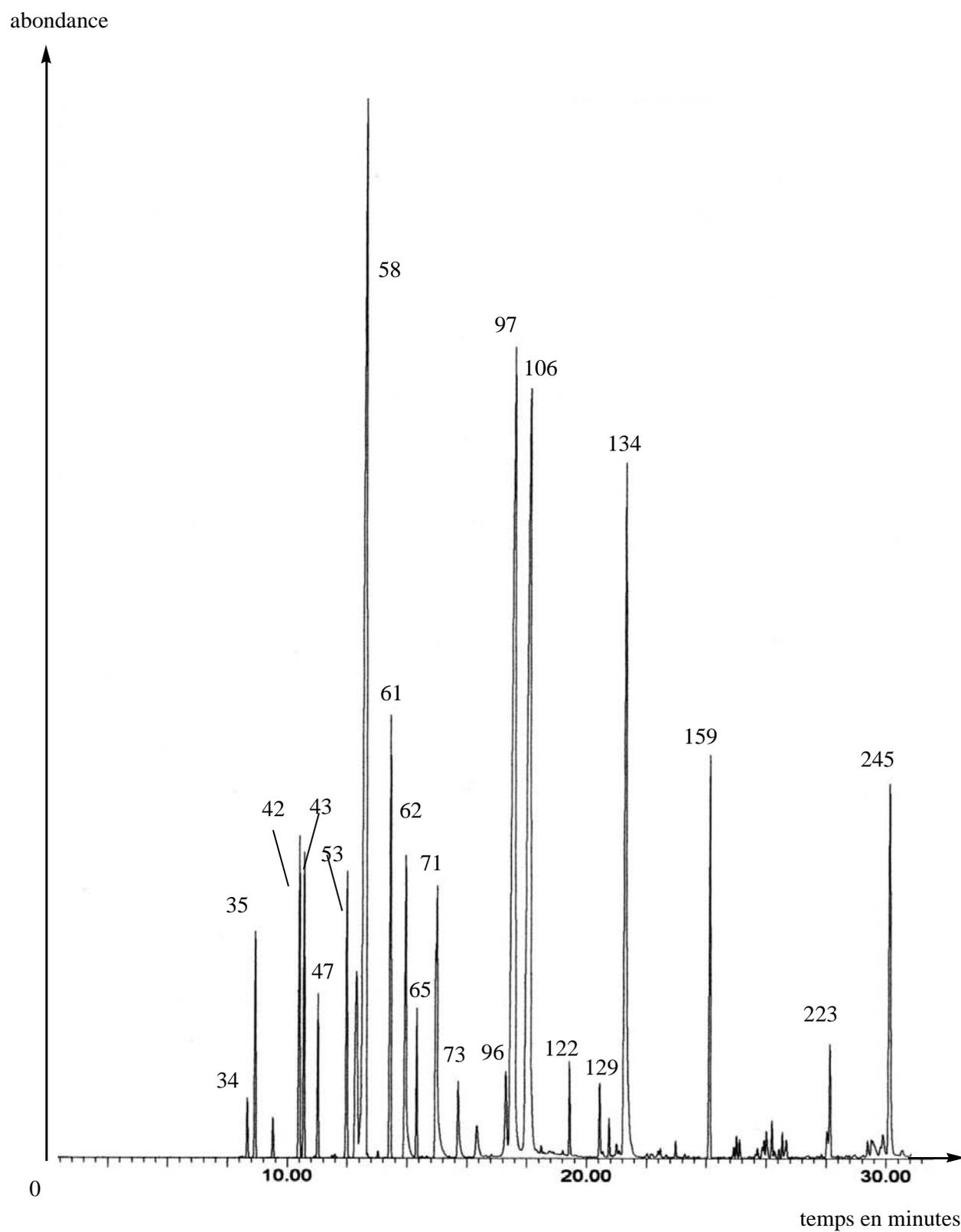


Tableau 65 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum syriacum</i> var. <i>sinaicum</i> Ietswaart - échantillon A3					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(1)	3-méthyl-butanal	traces	(97)	terpinèn-4-ol	0,19
(3)	2-méthyl-butanal	traces	(107)	<i>cis</i> -dihydrocarvone	traces
(5)	vinyl-méthyl cétone	traces	(108)	<i>para</i> -menth-2-èn-8-ol	0,06
(10)	isovalérate de méthyle	traces	(119)	carvacrol méthyl-éther	traces
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(122)	acétate de linalyle	traces
(18)	(E)-hex-2-éanal	traces	(124)	pipéritone	traces
(19)	(Z)-hex-2-énol	traces	(127)	carvone	traces
(22)	cyclohexanol	traces	(130)	dihydroédulan I	traces
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces	(131)	cuminol	traces
(32)	tricyclène	traces	(133)	thymol	0,69
(34)	α -thujène	1,69	(134)	carvacrol	84,31
(35)	α -pinène	0,72	(139)	acétate de néryle	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(144)	acétate de carvacryle	0,29
(39)	camphène	0,07	(147)	acétate de géranyle	0,06
(42)	sabinène	traces	(153)	<i>cis</i> -jasmone	traces
(43)	β -pinène	0,17	(159)	β -caryophyllène	0,44
(45)	octèn-3-ol	0,10	(160)	β -copaène	traces
(47)	myrcène	1,89	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(48)	octan-3-ol	0,02	(173)	α -humulène	0,03
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(176)	<i>cis</i> -muurola-4,14(5)-diène	traces
(50)	α -phellandrène	0,20	(180)	γ -muurolène	traces
(51)	δ -3-carène	0,07	(181)	germacrène-D	traces
(53)	α -terpinène	0,75	(186)	lédène	traces
(54)	<i>ortho</i> -cymène	traces	(192)	bicyclogermacrène	0,05
(55)	<i>para</i> -cymène	2,99	(198)	β -bisabolène	0,03
(56)	limonène	0,46	(201)	γ -cadinène	traces
(57)	β -phellandrène	traces	(202)	δ -cadinène	traces
(58)	1,8-cinéole	traces	(203)	<i>cis</i> -calaménène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	0,02	(207)	α -cadinène	traces
(60)	E-(β)-ocimène	0,07	(208)	e-(α)-bisabolène	traces
(61)	γ -terpinène	2,80	(210)	<i>cis</i> -muurola-5-èn-4- α -ol	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,49	(213)	<i>cis</i> -muurola-5-èn-4- β -ol	traces
(65)	terpinolène	traces	(223)	spathuléol	0,03
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	traces
(68)	<i>para</i> -cyménène	traces	(225)	globulol	traces
(71)	linalol	0,58	(235)	1-épi-cubénol	traces
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	traces	(243)	épi- α -cadinol	traces
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces	(244)	α -cadinol	traces
(96)	bornéol	traces	(246)	α -bisabolol	traces
total identifié 99,27%					

**Tableau 66 : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum dayi* Post**

n°	nom des composés	éch. A1	éch. A2	éch. A3
(35)	α -pinène	2,29	2,50	2,35
(39)	camphène	0,38	0,40	0,86
(42)	sabinène	4,21	3,81	3,65
(43)	β -pinène	2,16	2,40	1,81
(47)	myrcène	1,49	1,55	1,31
(53)	α -terpinène	2,24	2,60	3,56
(55)	<i>para</i> -cymène	2,17	1,54	1,07
(58)	1,8-cinéole	25,87	26,80	19,06
(61)	γ -terpinène	3,72	5,69	4,18
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	2,75	0,33	0,28
(65)	terpinolène	0,86	1,11	0,93
(71)	linalol	2,44	0,56	0,54
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,64	0,84	0,64
(96)	bornéol	0,74	0,77	1,61
(97)	terpinèn-4-ol	16,13	19,88	21,59
(106)	α -terpinéol	14,52	16,83	12,87
(122)	acétate de linalyle	0,44	1,02	0,51
(134)	carvacrol	5,54	0,13	6,37
(159)	β -caryophyllène	2,22	2,62	2,62
(245)	intermédiol	2,28	2,35	2,15
	total	93,09	93,73	87,96

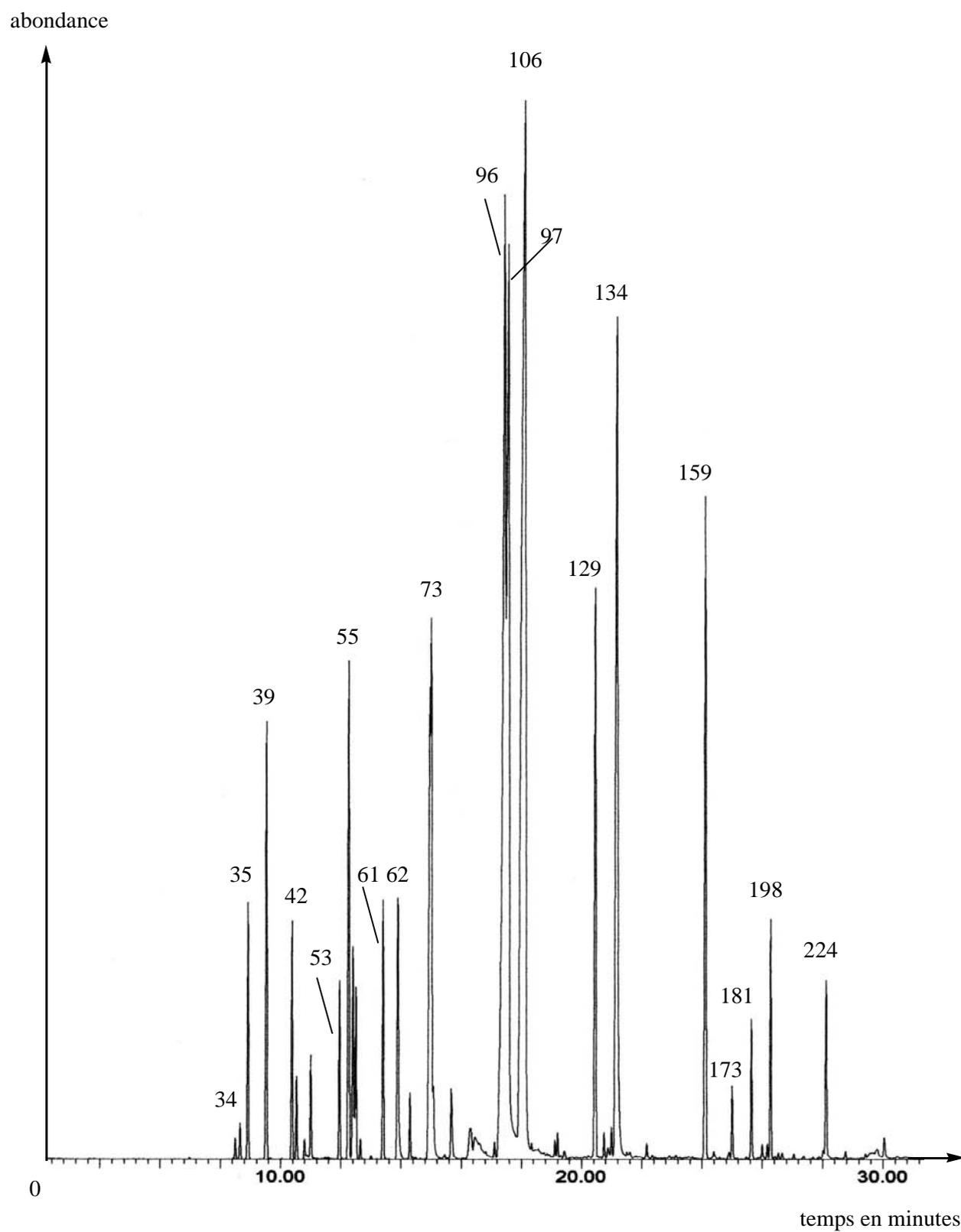
Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum dayi* Post



**Tableau 67 : composition de l'huile essentielle
de *Origanum dayi* Post - échantillon A1**

n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(32)	tricyclène	traces	(131)	cuminol	traces
(34)	α -thujène	0,55	(133)	thymol	0,11
(35)	α -pinène	2,29	(134)	carvacrol	5,54
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(140)	eugénol	traces
(39)	camphène	0,38	(144)	acétate de carvacryle	traces
(41)	benzaldéhyde	traces	(147)	acétate de géranyle	0,06
(42)	sabinène	4,21	(149)	β -bourbonène	traces
(43)	β -pinène	2,16	(153)	<i>cis</i> -jasmone	traces
(47)	myrcène	1,49	(154)	eugénol-méthyl-éther	traces
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(156)	α -gurjunène	traces
(50)	α -phellandrène	traces	(159)	β -caryophyllène	2,22
(53)	α -terpinène	2,24	(173)	α -humulène	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	2,17	(175)	allo-aromadendrène	traces
(56)	limonène	0,01	(181)	germacrène-D	traces
(58)	1,8-cinéole	25,87	(182)	sélina-4,11-diène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	traces	(185)	érémophillène	traces
(60)	E-(β)-ocimène	traces	(188)	valencène	traces
(61)	γ -terpinène	3,72	(192)	bicyclogermacrène	0,14
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	2,75	(193)	α -muurolène	0,04
(65)	terpinolène	0,86	(198)	β -bisabolène	0,13
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	traces	(201)	γ -cadinène	0,13
(68)	<i>para</i> -cyménène	traces	(202)	δ -cadinène	0,13
(71)	linalol	2,44	(203)	<i>cis</i> -calaménène	0,06
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,64	(205)	β -sesquiphellandrène	traces
(74)	<i>trans</i> -thujone	traces	(212)	butyrate de géranyle	traces
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,53	(222)	germacrène-D-4-ol	0,13
(84)	<i>trans-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,33	(224)	oxyde de caryophyllène	0,49
(90)	pinocarvone	traces	(225)	globulol	traces
(96)	bornéol	0,74	(226)	2-méthyl-butyrat de géranyle	traces
(97)	terpinèn-4-ol	16,13	(230)	humulène-1,2-époxyde	traces
(106)	α -terpinéol	14,52	(236)	phényl-acétate de (Z)-hex-3-ényle	traces
(108)	<i>para</i> -menth-2-èn-8-ol	traces	(240)	<i>cis</i> -jasmonate de méthyle	traces
(122)	acétate de linalyle	0,44	(245)	intermédiol	2,28
(129)	acétate de bornyle	0,28	(246)	α -bisabolol	traces
total identifié 96,21%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum ramonense* Danin



**Tableau 68 : composition de l'huile essentielle
de *Origanum ramonense* Danin**

n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(32)	tricyclène	0,20	(86)	phellandral	traces
(34)	α -thujène	0,33	(96)	bornéol	13,13
(35)	α -pinène	2,52	(97)	terpinèn-4-ol	15,05
(38)	fenchène	traces	(106)	α -terpinéol	21,93
(39)	camphène	4,85	(119)	carvacrol méthyl-éther	0,05
(40)	verbénène	0,03	(122)	acétate de linalyle	0,04
(41)	benzaldéhyde	traces	(129)	acétate de bornyle	2,56
(42)	sabinène	2,77	(131)	cuminol	0,06
(43)	β -pinène	0,21	(133)	thymol	0,11
(47)	myrcène	0,89	(134)	carvacrol	6,75
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(159)	β -caryophyllène	3,81
(50)	α -phellandrène	0,05	(160)	β -copaène	traces
(51)	δ -3-carène	traces	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(53)	α -terpinène	1,12	(170)	sesquisabinène-B	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	3,47	(173)	α -humulène	0,28
(56)	limonène	2,96	(181)	germacrène-D	0,48
(57)	β -phellandrène	traces	(192)	bicyclogermacrène	0,05
(58)	1,8-cinéole	traces	(197)	(E,E)- α -farnésène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	0,13	(198)	β -bisabolène	0,97
(60)	E-(β)-ocimène	traces	(201)	γ -cadinène	0,05
(61)	γ -terpinène	1,65	(202)	δ -cadinène	0,03
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	1,70	(205)	β -sesquiphellandrène	0,03
(65)	terpinolène	0,36	(207)	α -cadinène	traces
(71)	linalol	0,48	(208)	E-(α)-bisabolène	traces
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	6,35	(223)	spathuléol	0,05
(74)	<i>trans</i> -thujone	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	0,81
(75)	acétate de oct-3-yle	0,81	(230)	humulène-1,2-époxyde	0,04
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,81	(241)	épi- α -muurolol	0,12
(82)	camphre	0,38	(244)	α -cadinol	0,11
(84)	<i>trans-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,02	(253)	manool oxyde	0,10
total identifié 98,70%					

Tableau 69a : principaux composés en % de l'huile essentielle de *Origanum elongatum* Emberger et Maire

n°	nom des composés	éch. A1	éch. A2	éch. A3	éch. B1	éch. B2	éch. B3	éch. B4
(34)	α -thujène	1,09	1,29	1,49	1,31	0,63	0,98	1,03
(35)	α -pinène	0,54	0,61	0,78	0,69	0,38	0,62	0,60
(39)	camphène	0,06	0,09	0,10	0,10	0,05	0,12	0,09
(47)	myrcène	1,22	1,60	1,76	1,51	0,08	0,60	0,92
(51)	δ -3-carène	0,06	-	0,07	0,15	0,01	0,07	0,07
(53)	α -terpinène	0,59	0,89	1,17	1,25	0,29	0,75	0,66
(55)	<i>para</i> -cymène	5,23	5,32	7,01	10,99	8,10	16,91	11,10
(56)	limonène	0,47	0,43	0,72	0,49	0,28	0,47	0,44
(61)	γ -terpinène	3,67	6,96	7,35	9,59	0,55	2,02	3,48
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,39	0,23	0,43	0,41	0,29	1,65	0,21
(65)	terpinolène	0,09	0,07	1,47	0,01	-	0,02	-
(71)	linalol	2,44	2,53	2,05	2,44	3,31	5,15	1,55
(97)	terpinèn-4-ol	0,23	0,28	0,10	0,56	0,14	1,93	0,21
(133)	thymol	0,24	0,48	0,23	5,14	1,46	0,72	0,68
(134)	carvacrol	79,2	75,8	62,80	55,94	77,82	56,41	72,95
(159)	β -caryophyllène	0,70	0,91	1,92	1,57	0,92	1,29	0,80
(173)	α -humulène	0,04	0,02	0,14	-	0,05	0,05	-
(198)	β -bisabolène	0,09	-	-	0,30	0,37	0,18	0,23
(223)	spathulénol	0,18	0,09	0,59	0,19	0,05	0,20	0,06
(224)	oxyde de caryophyllène	0,41	0,42	0,04	0,33	0,51	0,90	0,46
	total	96,94	98,02	90,22	92,97	95,29	91,04	95,54

Tableau 69b: principaux composés en % de l'huile essentielle de *Origanum elongatum* Emberger et Maire

n°	nom des composés	éch. B5	éch. B6	éch. B7	éch. B8	éch. B9	éch. B10	éch. C1
(34)	α -thujène	0,85	1,08	0,55	0,80	0,74	0,36	0,18
(35)	α -pinène	0,45	0,75	0,34	0,47	0,47	0,27	0,19
(39)	camphène	0,09	0,09	-	0,07	0,09	0,08	0,08
(47)	myrcène	0,79	0,66	0,38	0,65	0,63	0,21	0,03
(51)	δ -3-carène	0,08	0,08	0,06	0,09	0,05	0,03	0,07
(53)	α -terpinène	0,57	0,33	0,24	0,95	0,60	0,15	0,08
(55)	<i>para</i> -cymène	7,25	13,01	5,67	12,12	12,32	6,06	0,89
(56)	limonène	0,40	0,42	0,24	0,46	0,34	0,21	0,12
(61)	γ -terpinène	2,98	0,49	0,80	2,25	2,69	0,30	0,25
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,12	0,33	0,52	0,58	0,47	0,38	0,09
(65)	terpinolène	-	0,17	0,04	-	0,05	0,02	0,02
(71)	linalol	8,08	3,30	4,51	3,59	4,19	3,60	1,52
(97)	terpinèn-4-ol	0,20	0,20	0,69	3,06	0,80	0,15	0,10
(133)	thymol	0,33	13,55	1,25	0,26	0,30	17,21	0,77
(134)	carvacrol	72,14	56,12	74,24	65,28	67,88	63,91	89,49
(159)	β -caryophyllène	1,27	1,00	0,69	1,26	0,92	1,10	1,14
(173)	α -humulène	0,01	0,12	-	0,09	0,07	0,13	0,09
(198)	β -bisabolène	0,28	0,53	0,29	0,60	0,36	1,14	2,03
(223)	spathulénol	-	0,05	0,99	0,22	0,18	0,18	0,07
(224)	oxyde de caryophyllène	0,27	0,49	-	0,52	0,89	0,67	0,35
	total	96,16	92,77	91,50	93,32	94,04	96,16	97,56

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum elongatum* Emberger et Maire
à carvacrol majoritaire

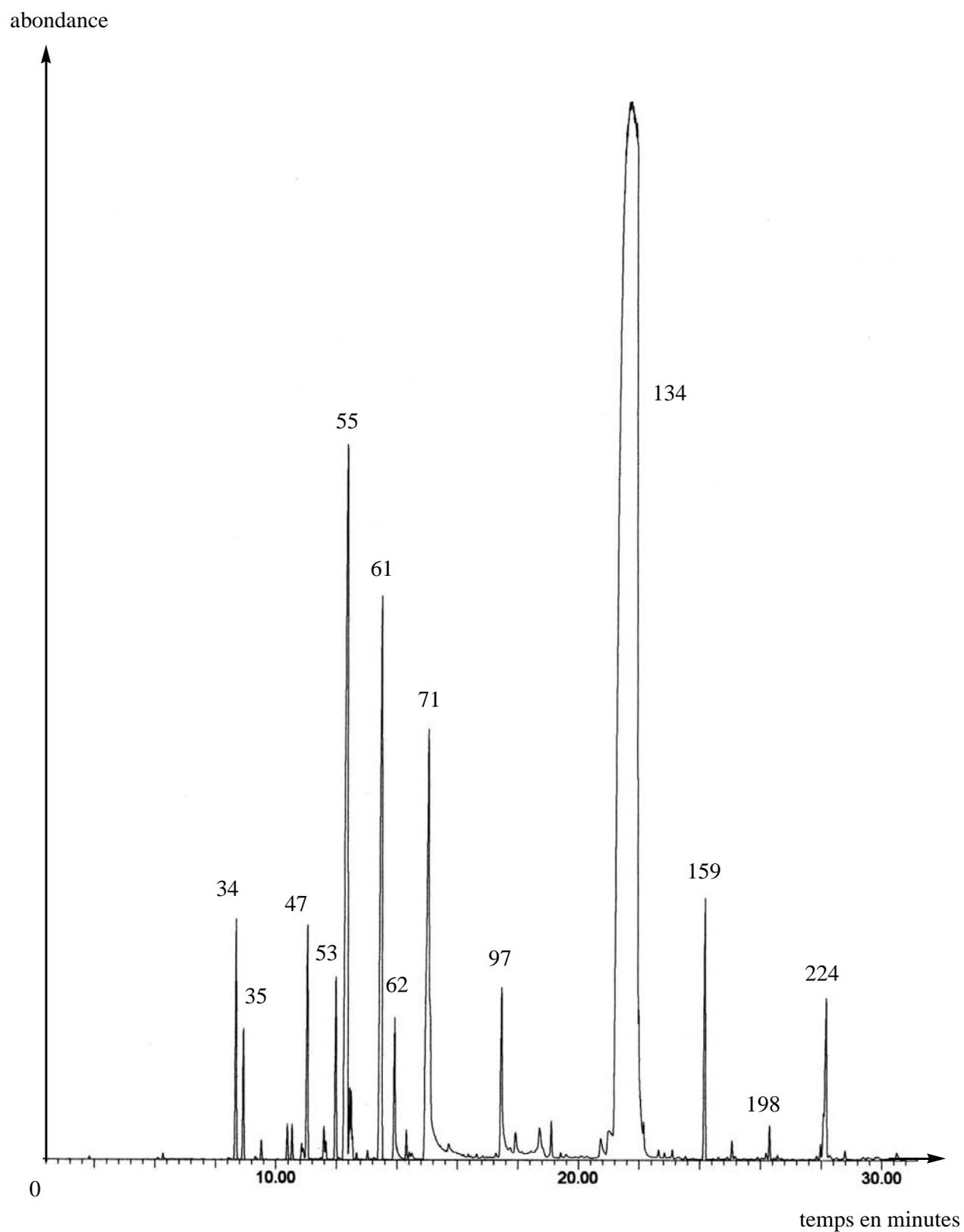


Tableau 70 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum elongatum</i> Emberger et Maire - échantillon A1					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(10)	isovalérate de méthyle	traces	(71)	linalol	2,44
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,50
(16)	cyclopent-2-en-1-one-3,5,5 triméthyl	traces	(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces
(17)	isovalérate de éthyle	traces	(82)	camphre	traces
(18)	(E) hex-2-éнал	traces	(92)	<i>cis</i> -verbénol	traces
(19)	(Z) hex-2-éнол	traces	(97)	terpinèn-4-ol	0,23
(34)	α -thujène	1,09	(107)	<i>cis</i> -dihydrocarvone	traces
(35)	α -pinène	0,54	(119)	carvacrol méthyl-éter	0,21
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(122)	acétate de linalyle	traces
(39)	camphène	0,06	(131)	cuminol	0,15
(41)	benzaldéhyde	traces	(133)	thymol	0,24
(42)	sabinène	0,13	(134)	carvacrol	79,19
(43)	β -pinène	0,14	(144)	acétate de carvacryle	traces
(45)	octèn-3-ol	traces	(147)	acétate de géranyle	traces
(46)	octan-3-one	traces	(153)	<i>cis</i> -jasmone	traces
(47)	myrcène	1,22	(159)	β -caryophyllène	0,70
(48)	octan-3-ol	traces	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(50)	α -phellandrène	0,12	(167)	aromadendrène	traces
(51)	δ -3-carène	0,06	(173)	α -humulène	0,04
(52)	acétate de hexyle	traces	(177)	α -patchoulène	traces
(53)	α -terpinène	0,59	(186)	lédène	traces
(54)	<i>ortho</i> -cymène	traces	(192)	bicyclogermacrène	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	5,23	(198)	β -bisabolène	0,09
(56)	limonène	0,47	(201)	γ -cadinène	traces
(57)	β -phellandrène	traces	(202)	δ -cadinène	traces
(58)	1,8-cinéole	traces	(223)	spathuléнол	0,18
(59)	Z-(β)-ocimène	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	0,41
(60)	E-(β)-ocimène	traces	(225)	globulol	traces
(61)	γ -terpinène	3,67	(241)	épi- α -muurolol	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,39	(243)	épi- α -cadinol	traces
(65)	terpinolène	0,09	(246)	α -bisabolol	traces
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	traces	(249)	benzoate de benzyle	traces
(68)	<i>para</i> -cyménène	traces	(250)	phytone	traces
total identifié 98,18%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum elongatum* Emberger et Maire
à thymol et carvacrol majoritaires

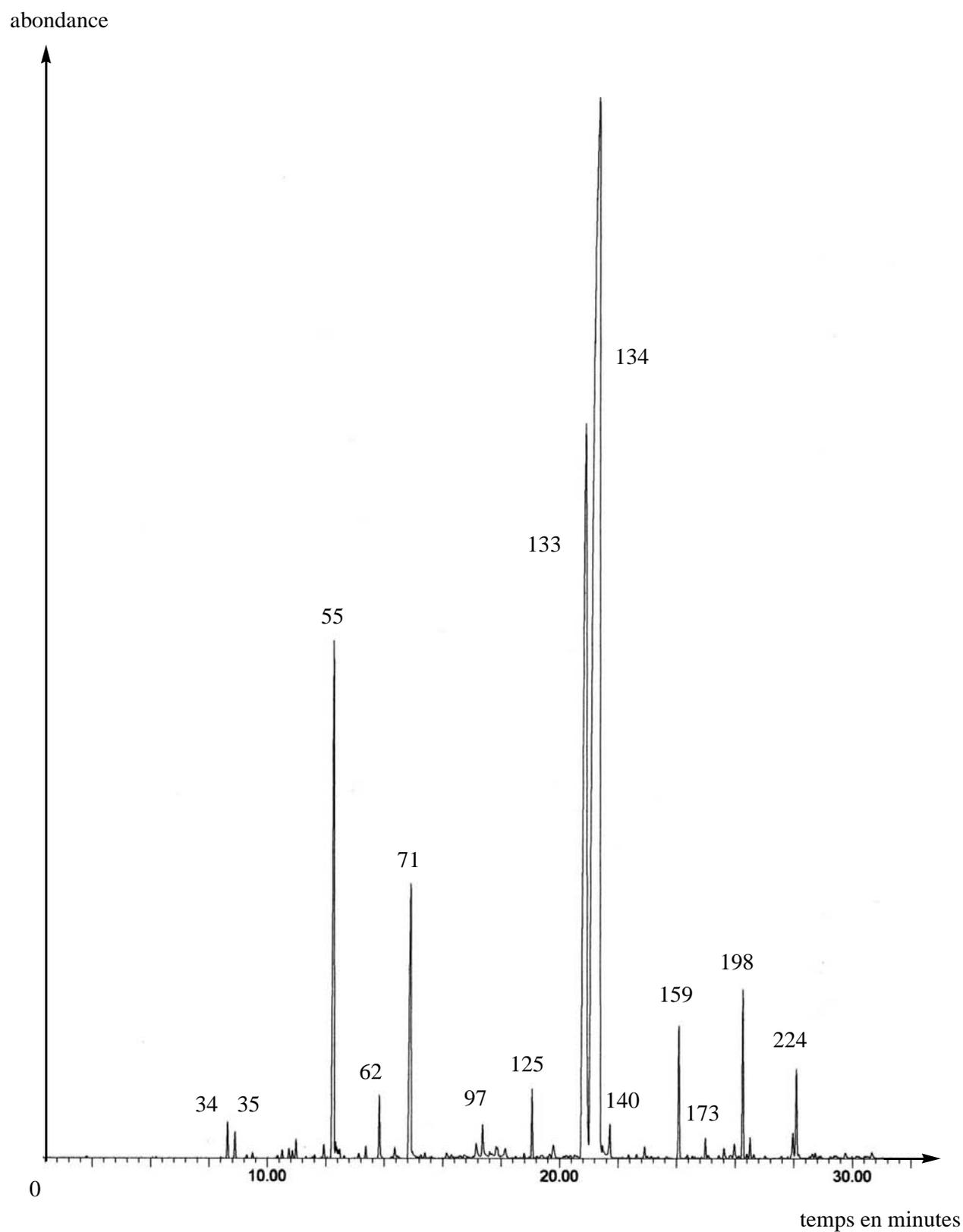


Tableau 71 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum elongatum</i> Emberger et Maire - échantillon B10					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(82)	camphre	traces
(22)	cyclohexanol	traces	(92)	<i>cis</i> -verbénol	traces
(28)	butyl-éthyl cétone	traces	(93)	<i>trans</i> -verbénol	traces
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces	(96)	bornéol	traces
(32)	tricyclène	traces	(97)	terpinèn-4-ol	0,15
(34)	α -thujène	0,36	(103)	salicylate de méthyle	traces
(35)	α -pinène	0,27	(106)	α -terpinéol	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(117)	thymol méthyl-éther	traces
(39)	camphène	traces	(119)	carvacrol méthyl-éther	0,32
(41)	benzaldéhyde	traces	(125)	thymoquinone	traces
(42)	sabinène	traces	(127)	carvone	traces
(43)	β -pinène	traces	(133)	thymol	17,21
(45)	octèn-3-ol	traces	(134)	carvacrol	63,91
(46)	octan-3-one	traces	(140)	eugénol	0,31
(47)	myrcène	0,21	(144)	acétate de carvacryle	traces
(48)	octan-3-ol	traces	(146)	α -copaène	traces
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(159)	β -caryophyllène	1,10
(50)	α -phellandrène	traces	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(51)	δ -3-carène	traces	(173)	α -humulène	0,04
(52)	acétate de hexyle	traces	(175)	allo-aromadendrène	traces
(53)	α -terpinène	0,15	(180)	γ -muurolène	traces
(54)	<i>ortho</i> -cymène	traces	(181)	germacrène-D	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	6,06	(186)	lédène	traces
(56)	limonène	0,21	(192)	bicyclogermacrène	0,19
(57)	β -phellandrène	traces	(198)	β -bisabolène	1,14
(58)	1,8-cinéole	traces	(201)	γ -cadinène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	traces	(202)	δ -cadinène	traces
(61)	γ -terpinène	0,30	(205)	β -sesquiphellandrène	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,38	(208)	E-(α)-bisabolène	traces
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	traces	(223)	spathuléol	0,18
(71)	linalol	3,60	(224)	oxyde de caryophyllène	0,67
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	traces	(230)	humulène-1,2-époxyde	traces
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces	(244)	α -cadinol	traces
total identifié 96,76%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum grosii* Pau et Font Quer

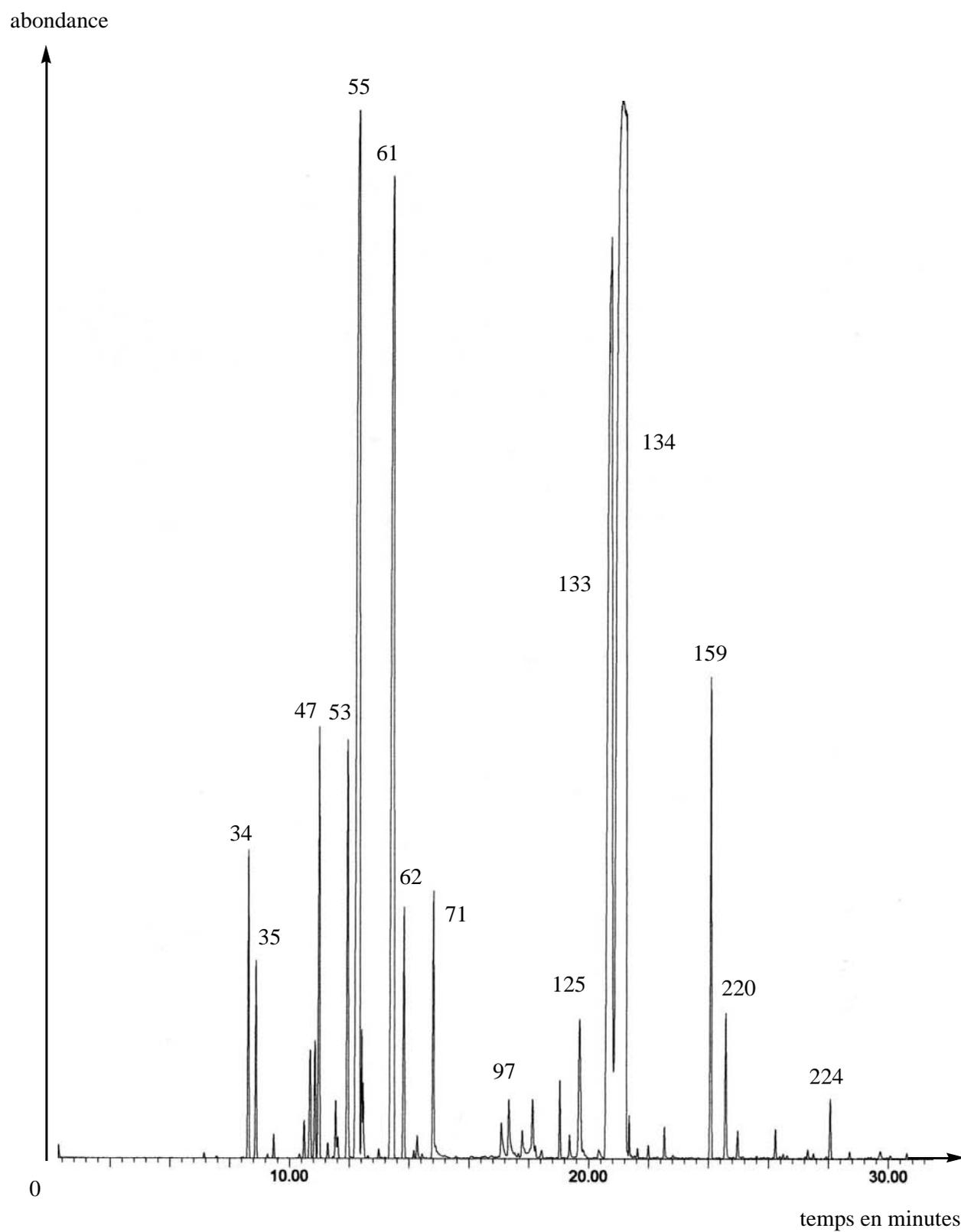


Tableau 72 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum grosii</i> Pau & Font Quer						
n°	nom des composés	% fid		n°	nom des composés	% fid
(32)	tricyclène	traces		(65)	terpinolène	0,10
(34)	α -thujène	1,18		(68)	<i>para</i> -cyménène	traces
(35)	α -pinène	0,62		(71)	linalol	0,95
(37)	thuja-2,4(10)-diène	0,02		(73)	<i>trans</i> hydrate de sabinène	traces
(39)	camphène	0,10		(92)	<i>cis</i> -verbénol	traces
(42)	sabinène	0,02		(96)	bornéol	traces
(43)	β -pinène	0,16		(97)	terpinèn-4-ol	0,27
(45)	octèn-3-ol	0,53		(102)	salicylate de méthyle	traces
(46)	pentyl-éthyl cétone	traces		(106)	α -terpinéol	traces
(47)	myrcène	1,66		(117)	thymol méthyl-éther	0,19
(48)	octan-3-ol	0,54		(125)	thymoquinone	0,20
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces		(133)	thymol	12,48
(50)	α -phellandrène	0,24		(134)	carvacrol	47,67
(51)	δ -3-carène	traces		(140)	eugénol	traces
(53)	α -terpinène	1,83		(159)	β -caryophyllène	1,74
(54)	<i>o</i> -cymène	traces		(173)	α -humulène	0,10
(55)	<i>para</i> -cymène	13,68		(198)	β -bisabolène	0,05
(56)	limonène	0,57		(201)	γ -cadinène	traces
(57)	β -phellandrène	traces		(211)	élémol	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	traces		(220)	thymohydroquinone	traces
(60)	E-(β)-ocimène	0,05		(224)	oxyde de caryophyllène	0,10
(61)	γ -terpinène	10,39		(243)	épi- α -cadinol	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,86		(244)	α -cadinol	traces
total identifié 96,30 %						

n°	nom des composés	éch. A1	éch. A2	éch. A3	éch. A4	éch. A5	éch. A6
(34)	α -thujène	0,29	0,19	0,11	2,06	0,94	0,33
(35)	α -pinène	0,16	0,12	-	1,05	0,50	0,18
(47)	myrcène	0,43	0,17	0,04	1,82	0,99	0,48
(48)	octan-3-ol	0,03	-	0,02	0,08	0,07	0,04
(50)	α -phellandrène	0,02	0,03	0,04	0,06	0,01	0,30
(53)	α -terpinène	0,27	0,01	2,10	0,62	0,53	0,26
(55)	<i>para</i> -cymène	5,32	1,30	0,10	9,28	6,21	2,39
(56)	limonène	0,12	0,17	0,08	0,11	0,01	0,13
(57)	β -phellandrène	0,09	0,02	0,03	0,67	0,35	0,20
(59)	Z-(β)-ocimène	0,03	0,05	0,06	0,04	0,02	0,09
(61)	γ -terpinène	1,38	0,06	0,32	2,33	2,83	1,00
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,26	0,32	0,07	0,45	0,40	0,68
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,09	0,12	0,18	0,22	0,34	0,02
(96)	bornéol	0,90	0,23	0,22	0,26	0,39	0,19
(97)	terpinèn-4-ol	0,68	0,21	-	0,36	0,36	1,78
(133)	thymol	0,20	0,27	1,58	0,39	0,24	0,15
(134)	carvacrol	78,06	92,94	90,83	74,50	80,76	84,74
(159)	β -caryophyllène	0,32	0,27	0,11	0,26	0,24	0,58
(198)	β -bisabolène	0,28	0,40	1,03	0,59	0,75	0,76
(224)	oxyde de caryophyllène	0,38	0,30	0,20	0,18	-	0,21
	total	89,31	97,18	97,12	95,33	95,94	94,51

n°	nom des composés	éch. B1	éch. B2	éch. B3	éch. B4	éch. C1	éch. C2	éch. C3	éch. C4	éch. C5
(34)	α -thujène	2,17	3,33	3,18	1,94	1,45	1,00	1,38	-	1,21
(35)	α -pinène	1,02	1,51	1,47	0,88	0,76	0,56	0,72	0,02	0,59
(47)	myrcène	2,36	3,47	3,25	2,07	1,61	0,84	1,24	0,21	1,37
(48)	octan-3-ol	0,12	0,08	0,03	-	0,02	0,05	0,04	0,07	0,05
(50)	α -phellandrène	0,13	0,22	0,18	0,07	0,12	0,08	0,11	0,01	0,11
(53)	α -terpinène	0,99	2,26	2,55	1,63	0,94	0,34	1,61	0,10	0,75
(55)	<i>para</i> -cymène	6,16	5,03	6,20	4,06	8,18	7,28	6,46	1,82	4,48
(56)	limonène	0,58	0,50	0,61	0,56	0,38	0,34	0,48	0,11	0,41
(57)	β -phellandrène	0,11	0,12	0,03	0,08	0,12	0,20	0,24	-	0,28
(59)	Z-(β)-ocimène	-	0,35	0,51	0,34	0,06	0,02	0,02	0,05	0,03
(61)	γ -terpinène	6,73	12,51	15,67	10,23	5,48	0,93	3,56	3,24	3,05
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,73	3,68	3,87	4,75	0,46	0,80	11,40	0,53	10,57
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,10	0,30	0,25	0,14	0,51	0,32	0,47	2,58	0,30
(96)	bornéol	0,06	0,05	0,09	0,04	0,09	0,06	0,06	0,15	0,16
(97)	terpinèn-4-ol	0,91	1,17	1,08	1,54	0,41	0,34	6,27	0,20	1,16
(133)	thymol	4,33	7,03	6,90	0,59	6,76	0,19	0,50	0,71	1,02
(134)	carvacrol	68,77	54,71	49,38	66,67	68,59	83,59	57,00	84,75	68,65
(159)	β -caryophyllène	0,31	0,41	0,41	0,25	0,54	0,22	0,46	0,28	0,15
(198)	β -bisabolène	0,55	0,41	0,53	0,95	0,81	0,48	0,54	1,31	0,38
(224)	oxyde de caryophyllène	0,03	0,02	-	0,13	0,20	0,28	0,28	0,43	0,07
	total	96,16	97,16	96,19	96,92	97,49	97,92	92,84	96,57	94,79

Tableau 73c: principaux composés en % de l'huile essentielle de *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* letsvaart

n°	nom des composés	éch. D1	éch. D2	éch. D3	éch. D4	éch. D5	éch. E1	éch. E2	éch. E3
(34)	α -thujène	2,72	0,47	0,24	0,44	0,68	2,04	3,31	2,92
(35)	α -pinène	1,66	0,30	0,15	0,28	0,37	0,95	1,49	1,27
(47)	myrcène	2,33	0,34	0,39	0,61	0,70	2,29	3,29	2,77
(48)	octan-3-ol	0,21	0,03	0,04	0,04	0,08	0,05	0,04	0,03
(50)	α -phellandrène	0,03	0,02	0,06	0,04	0,05	0,11	0,15	0,14
(53)	α -terpinène	1,33	0,19	0,26	0,30	0,50	1,23	1,52	1,20
(55)	<i>para</i> -cymène	15,58	3,36	5,05	6,98	5,40	5,73	5,16	5,25
(56)	limonène	0,11	0,12	0,14	0,15	0,12	0,62	0,55	0,61
(57)	β -phellandrène	0,73	0,17	0,16	0,18	0,22	0,07	0,20	0,02
(59)	Z-(β)-ocimène	0,10	0,11	0,12	0,04	0,05	0,05	-	0,14
(61)	γ -terpinène	6,27	0,46	1,76	1,82	2,67	9,04	7,66	5,64
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,71	0,79	0,45	0,48	0,25	0,64	0,25	0,33
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,02	0,22	0,32	0,27	0,26	0,27	0,26	0,31
(96)	bornéol	0,97	0,21	0,19	0,30	0,25	0,05	0,07	0,06
(97)	terpinèn-4-ol	0,41	0,55	0,32	0,18	0,39	0,37	0,24	0,37
(133)	thymol	0,43	0,17	0,23	0,09	0,26	1,92	2,64	2,56
(134)	carvacrol	60,85	85,97	86,59	80,55	83,33	71,76	70,65	72,40
(159)	β -caryophyllène	0,33	0,29	0,40	0,31	0,52	0,28	0,45	0,51
(198)	β -bisabolène	0,44	1,14	0,78	1,34	1,44	0,59	0,83	0,99
(224)	oxyde de caryophyllène	-	0,33	0,41	0,28	0,32	0,12	-	0,03
	total	95,23	95,24	98,06	94,68	97,86	98,18	98,76	97,55

Tableau 73d : principaux composés en % de l'huile essentielle de *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* letsvaart

n°	nom des composés	éch. F1	éch. F2	éch. G1	éch. G2	éch. G3	éch. G4	éch. H1	éch. H2	éch. H3
(34)	α -thujène	0,92	1,30	2,36	2,94	2,53	2,95	1,05	1,19	1,14
(35)	α -pinène	0,55	0,72	1,14	1,39	1,18	1,36	0,53	0,68	0,62
(47)	myrcène	0,55	1,46	2,33	3,14	2,68	2,95	1,14	1,29	1,19
(48)	octan-3-ol	0,09	-	0,04	0,08	0,03	0,10	0,05	0,04	0,20
(50)	α -phellandrène	0,07	0,11	0,10	0,17	0,15	0,20	0,06	0,14	0,09
(53)	α -terpinène	0,27	0,48	1,63	2,08	1,66	2,10	0,52	1,06	0,66
(55)	<i>para</i> -cymène	5,86	5,15	8,10	11,93	9,41	10,03	7,88	10,79	12,78
(56)	limonène	0,28	0,38	0,78	0,61	0,65	0,70	0,37	0,52	0,43
(57)	β -phellandrène	0,17	0,30	0,01	0,12	0,18	0,10	0,15	0,13	0,21
(59)	Z-(β)-ocimène	-	0,07	0,27	0,64	0,41	0,46	0,03	0,08	0,12
(61)	γ -terpinène	0,42	2,30	12,94	13,92	10,91	14,37	2,20	6,31	3,37
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,23	0,36	0,96	0,29	0,71	0,46	0,88	0,47	0,94
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,18	0,10	0,28	0,05	0,08	-	1,26	0,34	0,12
(96)	bornéol	-	0,09	0,06	0,04	0,01	-	0,08	0,22	0,09
(97)	terpinèn-4-ol	0,12	0,17	0,37	0,63	-	0,21	0,87	0,63	0,26
(133)	thymol	1,26	0,58	0,74	3,56	1,86	2,97	0,53	0,50	0,38
(134)	carvacrol	85,39	83,03	62,72	51,80	62,47	55,66	75,91	68,05	72,34
(159)	β -caryophyllène	0,45	0,35	0,51	0,66	0,47	0,39	0,55	0,70	0,31
(198)	β -bisabolène	1,08	0,99	0,63	0,69	0,77	0,61	0,40	0,88	1,24
(224)	oxyde de caryophyllène	0,26	0,14	0,14	-	0,15	0,06	0,24	0,26	0,25
	total	98,15	98,08	96,11	94,74	96,31	95,68	94,70	94,28	96,74

n°	nom des composés	éch. I1	éch. I2	éch. I3	éch. I4	éch. I5	éch. I6	éch. I7	éch. I8
(34)	α -thujène	0,90	-	0,09	0,17	0,37	0,04	0,04	0,06
(35)	α -pinène	0,48	0,04	0,05	0,10	0,25	0,01	0,07	0,01
(47)	myrcène	1,38	0,02	0,23	0,24	1,82	0,03	0,05	0,01
(48)	octan-3-ol	0,06	0,02	0,09	0,11	0,63	0,02	0,07	0,01
(50)	α -phellandrène	0,01	0,02	0,04	0,08	0,07	0,02	0,04	0,05
(53)	α -terpinène	0,48	1,19	0,44	0,28	0,30	2,48	0,42	5,29
(55)	<i>para</i> -cymène	12,37	0,46	0,15	3,98	5,42	0,11	0,04	0,23
(56)	limonène	0,14	0,13	0,18	0,14	0,12	0,11	0,14	0,18
(57)	β -phellandrène	0,47	0,28	0,21	0,15	0,17	0,09	0,05	0,09
(59)	Z-(β)-ocimène	0,03	0,07	0,13	0,15	0,02	0,06	0,12	0,09
(61)	γ -terpinène	1,69	2,37	1,10	2,06	2,25	0,59	1,00	1,07
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	1,65	0,17	0,20	0,82	0,60	0,35	0,42	0,39
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,28	0,14	0,35	0,41	0,32	0,31	0,28	0,26
(96)	bornéol	0,25	0,68	0,24	0,17	0,15	0,43	0,22	0,04
(97)	terpinèn-4-ol	0,39	0,06	0,05	0,63	0,37	0,23	-	0,03
(133)	thymol	63,44	66,57	40,43	41,17	5,92	60,66	47,82	66,39
(134)	carvacrol	7,56	14,65	41,79	35,99	58,00	27,00	42,44	17,01
(159)	β -caryophyllène	0,64	0,03	0,75	0,68	1,31	0,03	0,50	0,29
(198)	β -bisabolène	1,02	0,11	0,16	1,16	0,43	1,39	0,80	1,48
(224)	oxyde de caryophyllène	0,11	0,51	0,88	0,23	0,47	0,38	0,43	0,45
	total	93,35	87,52	87,56	88,72	78,99	94,34	94,95	93,43

n°	nom des composés	éch. J1	éch. J2	éch. J3	éch. J4	éch. J5	éch. J6	éch. J7	éch. J8
(34)	α -thujène	0,26	0,35	2,29	1,46	0,29	0,12	0,32	0,25
(35)	α -pinène	0,25	-	1,27	1,62	0,20	0,04	0,25	0,18
(47)	myrcène	0,68	-	2,76	2,28	0,57	0,03	0,55	0,42
(48)	octan-3-ol	0,16	-	0,44	0,30	0,07	0,50	0,07	0,05
(50)	α -phellandrène	0,08	0,02	0,03	0,04	0,05	0,02	0,06	0,04
(53)	α -terpinène	0,54	0,16	2,28	2,35	0,42	0,10	0,42	0,35
(55)	<i>para</i> -cymène	3,71	4,53	11,44	15,24	3,42	-	6,30	2,46
(56)	limonène	0,21	0,20	0,18	0,15	0,24	0,17	0,24	0,18
(57)	β -phellandrène	0,32	1,27	0,90	0,57	0,18	-	1,48	0,13
(59)	Z-(β)-ocimène	0,03	0,02	0,04	0,05	0,06	0,07	0,04	0,02
(61)	γ -terpinène	2,31	1,14	17,15	13,15	2,74	-	1,70	2,48
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,21	-	0,50	0,46	0,10	-	0,03	-
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,36	-	0,30	0,12	0,41	0,32	0,46	0,28
(96)	bornéol	0,12	-	-	0,30	0,11	0,19	0,34	0,12
(97)	terpinèn-4-ol	0,74	-	-	0,93	0,53	0,51	0,61	0,48
(133)	thymol	1,19	53,57	42,99	43,08	0,99	2,41	4,71	0,87
(134)	carvacrol	80,03	17,93	9,27	11,97	85,23	89,28	68,27	86,90
(159)	β -caryophyllène	2,65	0,92	2,44	1,33	1,70	0,95	1,71	1,70
(198)	β -bisabolène	0,31	2,35	1,71	0,91	0,35	1,20	0,61	0,51
(224)	oxyde de caryophyllène	0,33	1,03	0,55	-	0,47	0,74	0,65	0,47
	total	94,49	83,49	96,54	96,31	98,13	96,65	88,82	97,89

**Tableau 73g : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* letsvaart**

n°	nom des composés	éch. J9	éch. J10	éch. J11	éch. J12	éch. J13	éch. J14	éch. J15	éch. J16
(34)	α -thujène	0,14	0,22	2,61	1,26	0,88	0,17	0,33	0,25
(35)	α -pinène	0,14	0,23	1,57	0,96	1,01	0,58	0,27	0,28
(47)	myrcène	0,14	0,44	2,98	1,54	1,65	0,14	0,51	0,34
(48)	octan-3-ol	0,08	0,05	0,35	0,17	0,25	-	0,27	-
(50)	α -phellandrène	0,07	0,05	0,03	0,02	0,03	0,06	0,07	0,02
(53)	α -terpinène	-	0,30	3,37	1,13	1,43	0,32	0,19	0,24
(55)	<i>para</i> -cymène	2,54	4,47	19,15	10,02	10,67	6,60	5,70	3,39
(56)	limonène	0,24	0,26	0,17	0,31	0,21	0,25	0,28	0,26
(57)	β -phellandrène	0,12	0,16	1,07	0,08	0,56	0,36	0,17	0,05
(59)	Z-(β)-ocimène	0,05	0,08	0,04	0,01	0,06	0,02	0,08	0,02
(61)	γ -terpinène	0,21	1,96	23,88	5,64	7,86	0,10	0,98	0,40
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	-	-	0,40	0,08	0,13	-	0,15	0,23
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,16	0,26	0,23	0,18	0,17	0,22	0,31	0,19
(96)	bornéol	0,63	0,09	0,32	0,16	0,33	1,19	0,31	0,42
(97)	terpinèn-4-ol	1,18	0,10	0,91	-	0,73	1,25	0,86	0,77
(133)	thymol	84,70	82,61	31,74	67,94	57,87	6,44	18,33	1,65
(134)	carvacrol	4,15	3,44	4,46	3,79	12,34	75,18	66,20	84,11
(159)	β -caryophyllène	0,57	1,09	0,63	1,14	0,66	1,04	0,76	2,89
(198)	β -bisabolène	1,32	1,64	1,33	0,99	1,10	1,65	0,91	0,65
(224)	oxyde de caryophyllène	0,59	0,59	-	0,15	-	0,38	0,80	0,15
	total	97,03	98,04	95,24	95,57	97,94	95,95	97,48	96,31

**Tableau 73h: principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* letsvaart**

n°	nom des composés	éch. J17	éch. J18	éch. J19	éch. J20	éch. J21	éch. J22	éch. J23	éch. J24	éch. J25
(34)	α -thujène	1,82	1,00	0,65	0,37	0,95	0,22	0,30	2,62	1,04
(35)	α -pinène	1,29	0,85	0,64	0,32	0,71	0,22	0,20	1,53	0,53
(47)	myrcène	2,15	1,23	1,03	0,82	1,27	0,32	0,67	3,20	1,04
(48)	octan-3-ol	0,36	0,10	0,14	0,14	0,13	0,03	0,10	0,46	0,07
(50)	α -phellandrène	0,02	0,02	0,08	0,01	0,05	0,09	0,04	-	0,07
(53)	α -terpinène	1,58	0,69	0,07	0,92	0,82	0,12	0,74	2,56	0,64
(55)	<i>para</i> -cymène	8,71	8,17	7,62	7,38	7,11	2,77	5,09	16,16	5,68
(56)	limonène	0,14	0,20	0,12	0,16	0,17	0,15	0,14	0,25	0,26
(57)	β -phellandrène	0,72	0,41	0,40	0,31	0,05	0,16	0,23	0,09	0,16
(59)	Z-(β)-ocimène	0,02	0,04	0,03	0,05	0,07	0,06	0,02	0,04	0,10
(61)	γ -terpinène	8,72	1,93	3,32	5,85	3,15	0,26	5,76	13,91	4,23
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,27	-	-	0,14	0,16	0,02	0,21	0,39	0,57
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,22	0,34	0,27	0,24	0,19	0,12	0,24	0,23	0,06
(96)	bornéol	0,20	1,34	0,09	0,76	0,12	0,19	0,03	0,39	0,08
(97)	terpinèn-4-ol	0,79	0,75	0,57	0,83	0,65	0,54	0,11	1,42	0,06
(133)	thymol	33,65	6,73	3,72	55,31	35,75	67,03	71,29	41,08	40,98
(134)	carvacrol	36,11	70,28	75,99	10,48	42,11	23,34	6,83	7,33	39,64
(159)	β -caryophyllène	0,75	1,53	1,19	2,87	1,07	0,73	0,69	1,75	1,16
(198)	β -bisabolène	0,39	1,41	1,36	5,17	0,67	0,61	3,75	1,18	0,30
(224)	oxyde de caryophyllène	-	-	-	0,63	0,21	0,61	0,05	0,25	0,43
	total	97,91	97,02	97,29	92,76	95,41	97,59	96,49	94,84	97,10

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* Ietswaart
chénotype à carvacrol

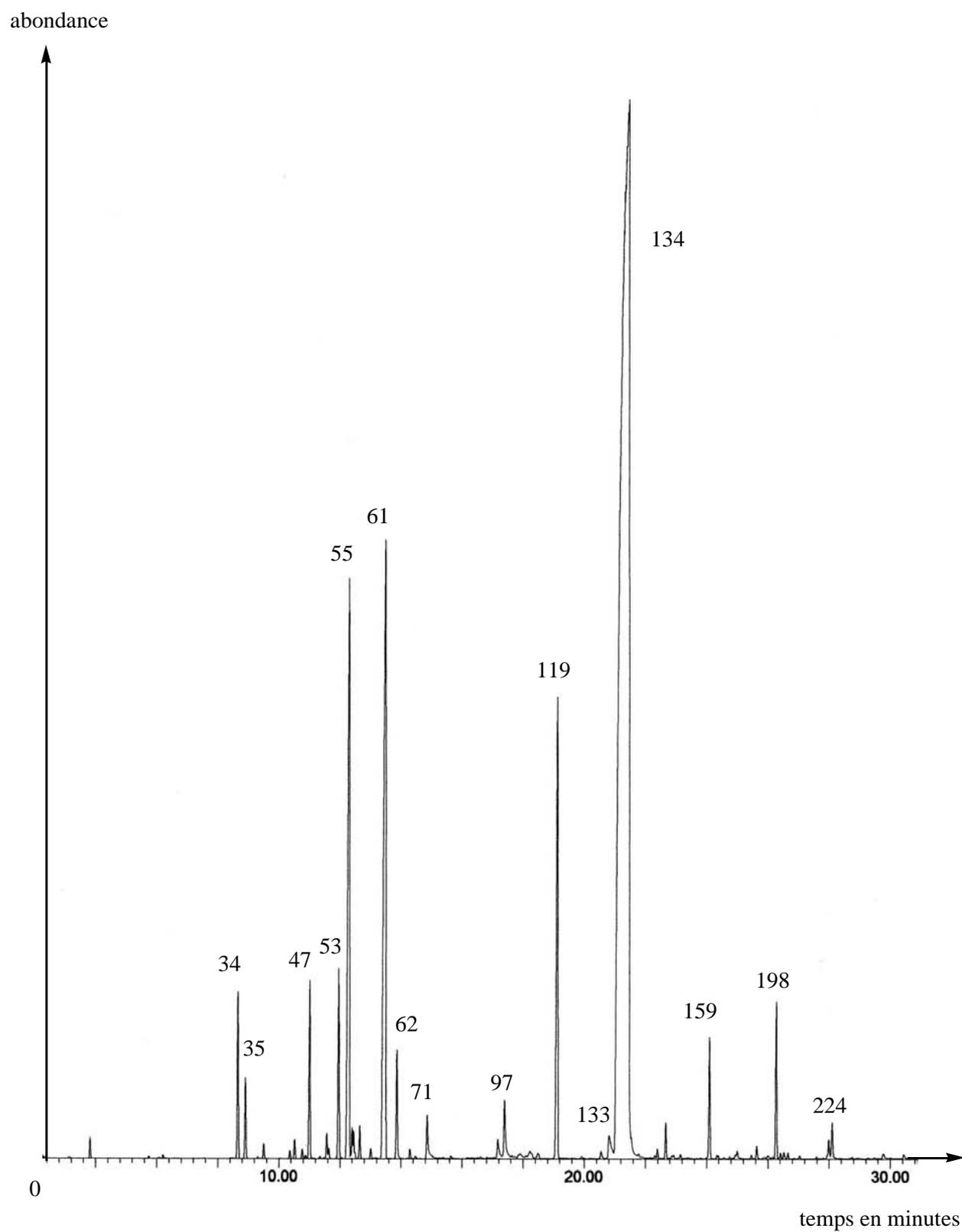


Tableau 76 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> letsvaart - échantillon G1					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(1)	3-méthyl-butanal	traces	(74)	<i>trans</i> -thujone	traces
(3)	2-méthyl-butanal	traces	(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces
(10)	isovalérate de méthyle	traces	(82)	camphre	traces
(11)	2-méthyl-butyrate de méthyle	traces	(96)	bornéol	traces
(17)	isovalérate de éthyle	traces	(97)	terpinèn-4-ol	0,37
(19)	(Z)-hex-2-énol	traces	(106)	α -terpinéol	traces
(27)	n-pentyl-méthyl cétone	traces	(107)	<i>cis</i> -dihydrocarvone	traces
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces	(108)	<i>para</i> -menth-2-èn-8-ol	traces
(32)	tricyclène	traces	(111)	<i>trans</i> -dihydrocarvone	traces
(34)	α -thujène	2,36	(119)	carvacrol méthyl-éther	1,92
(35)	α -pinène	1,14	(127)	carvone	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(131)	cuminol	traces
(38)	fenchène	traces	(133)	thymol	0,74
(39)	camphène	0,21	(134)	carvacrol	62,72
(40)	verbénène	traces	(140)	eugénol	traces
(41)	benzaldéhyde	traces	(144)	acétate de carvacryle	traces
(42)	sabinène	0,31	(146)	α -copaène	traces
(43)	β -pinène	traces	(149)	β -bourbonène	traces
(45)	octèn-3-ol	0,08	(159)	β -caryophyllène	0,51
(47)	myrcène	2,33	(160)	β -copaène	traces
(48)	octan-3-ol	traces	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(49)	mentha-1(7),8-diène	0,22	(167)	aromadendrène	traces
(50)	α -phellandrène	0,10	(173)	α -humulène	traces
(51)	δ -3-carène	traces	(180)	γ -muurolène	traces
(53)	α -terpinène	1,63	(181)	germacrène-D	traces
(54)	<i>ortho</i> -cymène	traces	(191)	<i>trans</i> - β -guaiène	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	8,10	(193)	α -muurolène	traces
(56)	limonène	0,78	(198)	β -bisabolène	0,63
(58)	1,8-cinéole	traces	(201)	γ -cadinène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	0,27	(205)	β -sesquiphellandrène	traces
(60)	E-(β)-ocimène	0,14	(206)	cadina-1,4-diène	traces
(61)	γ -terpinène	12,94	(221)	benzoate de (Z)-hex-3-ényle	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,96	(223)	spathuléol	0,07
(65)	terpinolène	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	0,14
total identifié 98,67%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* Ietswaart
chénotype à thymol

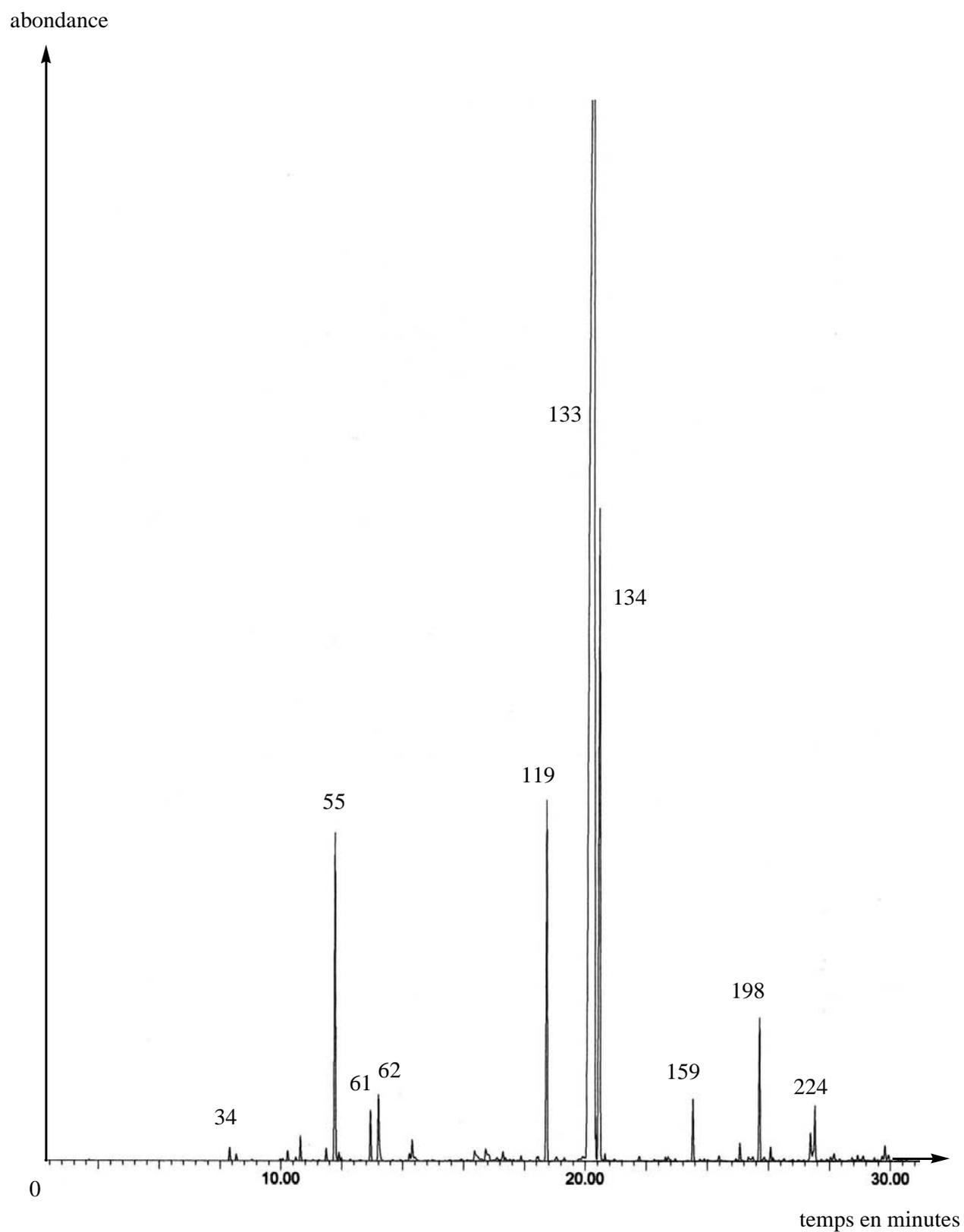


Tableau 77 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> letsvaart - échantillon I1					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(34)	α -thujène	0,90	(101)	estragol	traces
(35)	α -pinène	0,48	(106)	α -terpinéol	traces
(39)	camphène	traces	(107)	<i>cis</i> -dihydrocarvone	traces
(42)	sabinène	0,47	(111)	<i>trans</i> -dihydrocarvone	traces
(43)	β -pinène	traces	(117)	thymol méthyl-éther	traces
(45)	octèn-3-ol	0,30	(119)	carvacrol méthyl-éther	0,50
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,10	(122)	acétate de linalyle	traces
(47)	myrcène	1,38	(133)	thymol	63,44
(48)	octan-3-ol	0,06	(134)	carvacrol	7,56
(50)	α -phellandrène	traces	(141)	acétate de thymyle	traces
(51)	δ -3-carène	traces	(144)	acétate de carvacryle	traces
(53)	α -terpinène	0,48	(149)	β -bourbonène	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	12,37	(153)	<i>cis</i> -jasmone	traces
(56)	limonène	traces	(159)	β -caryophyllène	0,64
(58)	1,8-cinéole	traces	(173)	α -humulène	0,12
(59)	Z-(β)-ocimène	traces	(180)	γ -muurolène	traces
(60)	E-(β)-ocimène	traces	(181)	germacrène-D	traces
(61)	γ -terpinène	1,69	(198)	β -bisabolène	1,02
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	1,65	(201)	γ -cadinène	traces
(65)	terpinolène	traces	(205)	β -sesquiphellandrène	traces
(71)	linalol	traces	(223)	spathuléol	traces
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	0,11
(96)	bornéol	0,25	(246)	α -bisabolol	traces
(97)	terpinèn-4-ol	0,39	(249)	benzoate de benzyle	traces
total identifié 93,91%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* Ietswaart
chénotype à thymol / carvacrol

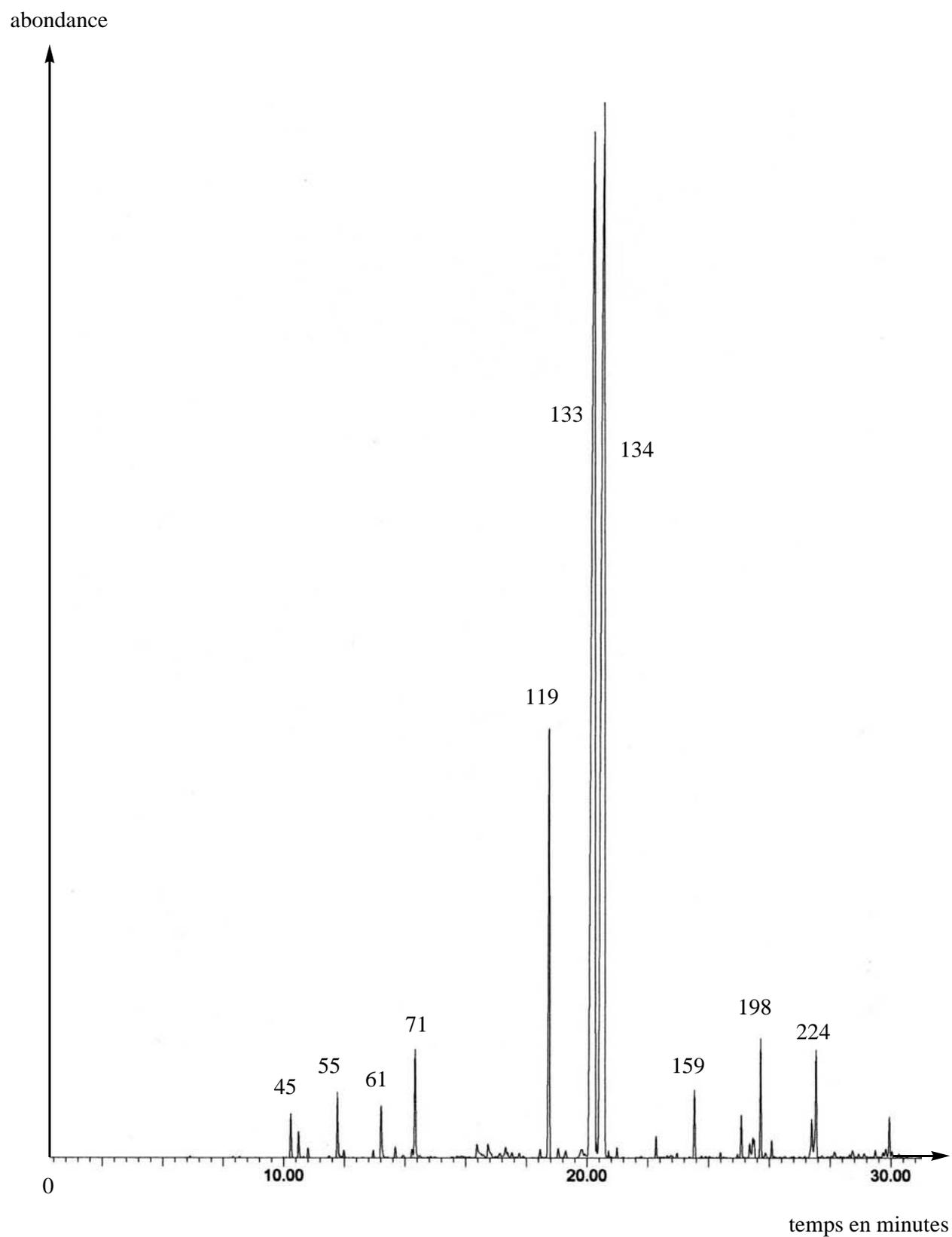


Tableau 78 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> letswaart - échantillon I3					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(34)	α -thujène	traces	(103)	salicylate de méthyle	traces
(35)	α -pinène	traces	(106)	α -terpinéol	0,23
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(107)	<i>cis</i> -dihydrocarvone	traces
(39)	camphène	traces	(111)	<i>trans</i> -dihydrocarvone	traces
(41)	benzaldéhyde	traces	(117)	thymol méthyl-éther	traces
(42)	sabinène	traces	(119)	carvacrol méthyl-éther	5,75
(43)	β -pinène	traces	(122)	acétate de linalyle	traces
(45)	octèn-3-ol	0,50	(133)	thymol	40,43
(46)	pentyl-éthyl cétone	traces	(134)	carvacrol	41,79
(47)	myrcène	0,23	(141)	acétate de thymyle	traces
(48)	octan-3-ol	0,09	(144)	acétate de carvacryle	traces
(50)	α -phellandrène	traces	(149)	β -bourbonène	traces
(51)	δ -3-carène	traces	(153)	<i>cis</i> -jasmone	traces
(53)	α -terpinène	0,44	(159)	β -caryophyllène	0,75
(55)	<i>para</i> -cymène	0,15	(160)	β -copaène	traces
(56)	limonène	traces	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(58)	1,8-cinéole	traces	(173)	α -humulène	0,05
(59)	Z-(β)-ocimène	traces	(180)	γ -muurolène	traces
(60)	E-(β)-ocimène	traces	(181)	germacrène-D	traces
(61)	γ -terpinène	1,10	(198)	β -bisabolène	0,16
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,20	(201)	γ -cadinène	traces
(65)	terpinolène	traces	(202)	δ -cadinène	traces
(71)	linalol	1,40	(208)	E-(α)-bisabolène	traces
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	traces	(220)	thymohydroquinone	traces
(82)	camphre	traces	(223)	spathuléol	0,28
(96)	bornéol	0,64	(224)	oxyde de caryophyllène	0,88
(97)	terpinèn-4-ol	0,05	(230)	humulène-1,2-époxyde	traces
total identifié 95,12%					

**Tableau 79a : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *origanum vulgare ssp. virens* letsvaart**

n°	Nom des composés	éch. A1	éch. A2	éch. B1	éch. B2	éch. B3	éch. B4	éch. C1	éch. D1
(34)	α -thujène	0,29	0,20	0,07	-	0,07	0,04	0,15	0,03
(35)	α -pinène	0,11	0,16	0,02	0,11	0,07	0,03	0,11	0,03
(42)	sabinène	0,88	0,66	0,04	0,15	0,09	0,06	0,42	0,05
(45)	octèn-3-ol	0,94	0,35	0,49	0,11	0,19	0,63	1,11	0,78
(47)	myrcène	0,65	0,51	0,14	0,13	0,06	0,10	0,54	0,41
(53)	α -terpinène	0,23	0,19	0,04	0,06	0,04	0,04	0,10	0,30
(59)	Z-(β)-ocimène	4,09	2,28	0,43	0,21	-	1,93	5,46	1,51
(60)	E-(β)-ocimène	2,16	7,16	0,04	-	0,09	0,20	0,61	0,13
(61)	γ -terpinène	0,66	0,50	0,21	0,16	0,04	0,29	0,76	0,20
(71)	linalol	62,28	52,96	69,80	51,33	69,52	66,19	71,50	68,51
(97)	terpinèn-4-ol	0,79	0,23	0,15	0,70	0,17	0,16	0,26	4,11
(133)	thymol	2,35	5,64	0,57	7,88	2,04	1,78	0,82	0,52
(134)	carvacrol	8,72	22,55	17,83	5,92	9,85	8,58	5,01	10,86
(159)	β -caryophyllène	3,80	1,40	2,74	6,30	2,32	5,70	2,72	1,81
(173)	α -humulène	-	0,12	0,42	1,44	0,10	0,60	0,14	0,18
(181)	germacrène-D	2,03	1,04	1,26	2,51	1,68	2,62	1,67	0,24
(192)	bicyclogermacrène	2,01	0,40	0,94	0,33	1,09	2,98	2,23	0,91
(198)	β -bisabolène	0,09	0,10	0,97	2,56	1,59	0,57	1,98	2,12
(223)	spathuléol	0,22	0,09	0,51	6,69	0,69	1,16	0,27	0,75
(224)	oxyde de caryophyllène	0,16	0,06	0,53	4,31	0,59	0,87	0,15	0,52
	total	92,46	96,6	97,20	90,90	90,29	94,53	96,01	93,97

**Tableau 79b : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *origanum vulgare ssp. virens* letsvaart**

n°	nom des composés	éch. E1	éch. E2	éch. F1	éch. F2	éch. F3	éch. F4	éch. F5	éch. F6	éch. F7
(34)	α -thujène	0,06	0,06	0,04	0,09	0,03	0,02	0,03	0,03	0,07
(35)	α -pinène	0,07	0,07	0,07	0,10	0,03	0,03	0,02	0,05	-
(42)	sabinène	0,29	0,22	0,15	1,30	0,45	0,05	0,08	0,07	1,43
(45)	octèn-3-ol	0,53	0,46	0,64	0,42	0,68	0,53	0,87	0,46	0,35
(47)	myrcène	0,31	0,30	0,09	0,14	0,14	0,06	0,10	0,04	0,10
(53)	α -terpinène	0,05	0,06	0,05	0,10	0,03	-	0,01	0,03	0,01
(59)	Z-(β)-ocimène	2,22	1,50	0,50	0,42	0,58	0,78	1,96	0,68	1,54
(60)	E-(β)-ocimène	2,10	1,09	0,20	2,64	5,82	0,15	0,25	0,08	5,58
(61)	γ -terpinène	0,13	0,19	0,03	0,12	0,16	0,04	0,27	0,03	0,13
(71)	linalol	78,53	76,79	71,58	60,45	70,71	78,37	79,77	74,70	66,02
(97)	terpinèn-4-ol	0,26	-	0,21	0,19	0,19	0,10	0,78	0,18	0,46
(133)	thymol	0,58	0,41	1,24	17,94	1,46	0,53	0,50	0,47	2,16
(134)	carvacrol	1,66	3,70	13,90	1,58	7,23	6,31	3,51	1,44	1,78
(159)	β -caryophyllène	0,49	0,87	0,55	1,76	0,44	3,06	0,41	5,36	2,31
(173)	α -humulène	0,03	-	0,07	0,35	0,05	0,54	0,04	0,73	0,14
(181)	germacrène-D	2,95	2,22	1,63	1,27	2,47	2,43	3,98	3,15	3,25
(192)	bicyclogermacrène	3,20	2,86	0,48	1,29	1,84	0,88	1,92	0,82	4,55
(198)	β -bisabolène	2,06	1,95	0,76	1,98	3,36	1,78	1,34	1,05	4,06
(223)	spathuléol	0,18	0,18	0,69	1,00	0,40	0,25	0,32	0,35	0,76
(224)	oxyde de caryophyllène	0,11	0,12	0,36	0,80	0,17	0,46	0,13	0,90	0,51
	total	95,81	93,05	93,24	93,94	96,24	96,37	96,29	90,62	95,21

Tableau 79c : principaux composés en % de l'huile essentielle de <i>origanum vulgare</i> ssp. <i>virens</i> letsvaart										
n°	nom des composés	éch. F8	éch. F9	éch. G1	éch. H1	éch. I1	éch. J1	éch. K1	éch. L1	éch. M1
(34)	α -thujène	0,02	0,09	2,20	1,96	1,96	0,20	4,43	1,00	0,65
(35)	α -pinène	0,02	0,13	0,93	0,81	0,86	-	1,11	0,44	0,45
(42)	sabinène	0,09	1,82	0,26	0,28	0,72	3,08	1,90	0,27	0,13
(45)	octèn-3-ol	-	0,32	0,20	0,30	-	0,61	0,49	0,63	-
(47)	myrcène	0,76	0,08	2,38	2,19	2,08	0,65	2,84	1,46	-
(53)	α -terpinène	0,13	0,04	2,27	2,04	2,39	0,27	4,23	1,43	0,83
(59)	Z-(β)-ocimène	0,47	1,85	1,07	0,77	0,37	4,88	2,54	4,96	0,36
(60)	E-(β)-ocimène	0,06	3,49	0,15	0,57	1,27	6,54	0,53	0,58	0,06
(61)	γ -terpinène	-	0,46	11,81	14,30	14,17	0,79	15,47	9,55	3,73
(71)	linalol	66,06	51,45	0,23	5,89	0,18	18,95	7,14	38,20	0,46
(97)	terpinèn-4-ol	0,40	1,79	-	0,54	0,47	1,15	9,82	0,92	0,45
(133)	thymol	0,25	0,06	14,85	2,09	34,84	0,93	1,73	14,19	29,90
(134)	carvacrol	23,79	21,23	38,86	44,56	11,14	18,75	15,72	1,35	34,11
(159)	β -caryophyllène	0,95	1,35	0,86	0,77	1,22	14,85	3,03	3,14	2,43
(173)	α -humulène	0,02	0,02	0,14	0,13	0,20	2,19	0,44	0,33	0,49
(181)	germacrène-D	0,67	2,27	0,64	0,84	0,74	2,96	0,38	2,05	1,47
(192)	bicyclogermacrène	0,97	-	-	0,21	0,33	0,80	0,24	1,09	0,26
(198)	β -bisabolène	0,04	2,83	1,06	0,68	1,45	2,61	1,26	0,76	2,10
(223)	spathuléol	1,27	1,21	0,08	-	0,12	-	0,11	0,05	1,07
(224)	oxyde de caryophyllène	0,38	0,37	0,09	-	0,20	2,98	0,21	0,14	-
	total	96,35	90,86	78,08	78,93	74,71	83,19	73,62	82,54	78,96

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum vulgare* ssp. *virens* Ietswaart
à linalol majoritaire

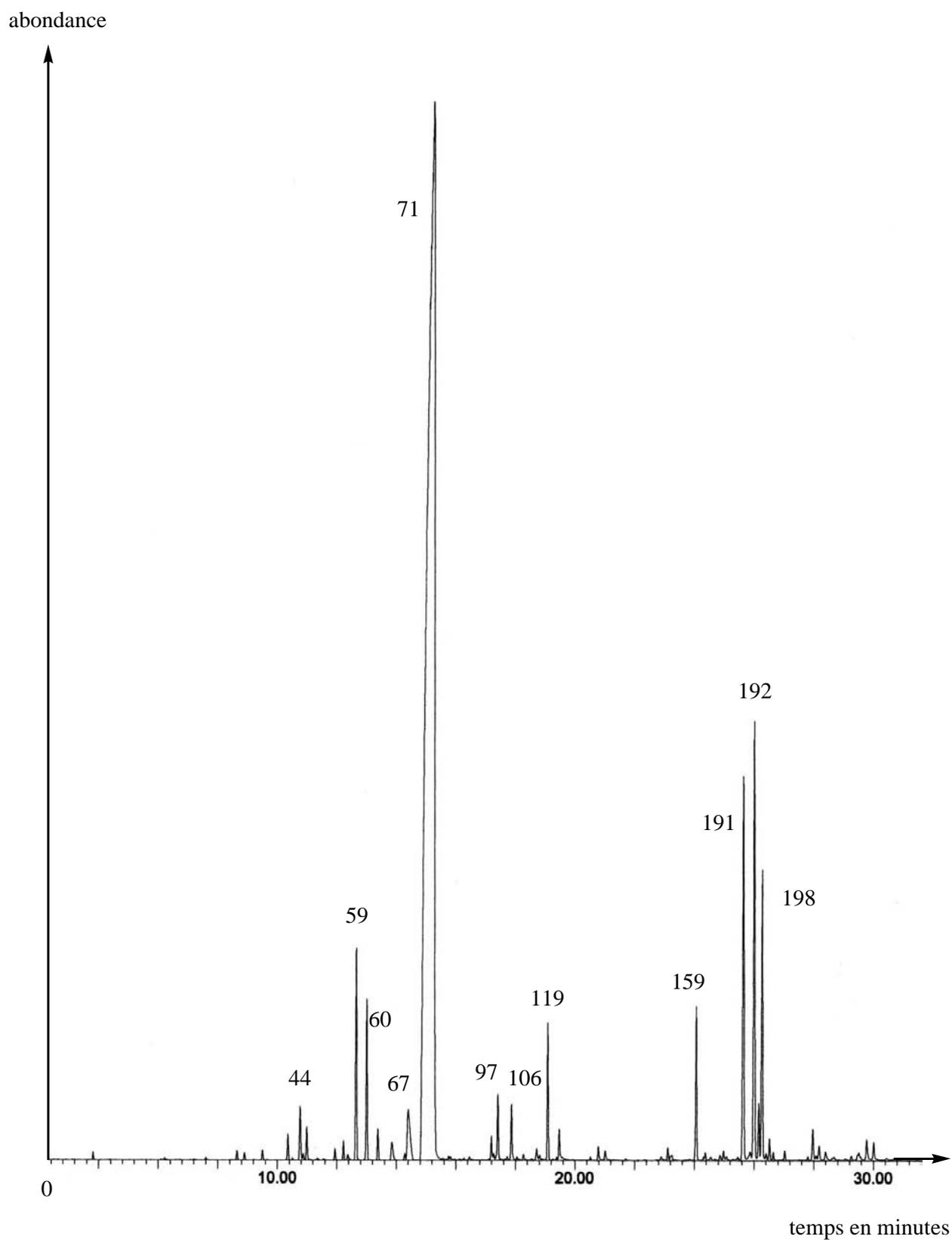


Tableau 81 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>virens</i> letsvaart - échantillon E2					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(1)	3-méthyl-butanal	traces	(115)	nérol	0,08
(3)	2-méthyl-butanal	traces	(117)	thymol méthyl-éther	traces
(4)	2-éthyl furane	traces	(119)	carvacrol méthyl-éther	0,44
(6)	3-méthyl-butane-1-ol	traces	(122)	acétate de linalyle	0,24
(7)	2-méthyl-butane-1-ol	traces	(126)	géraniol	traces
(9)	butyrate de méthyle	traces	(130)	dihydroédulan I	0,47
(18)	(E)-hex-2-éanal	traces	(133)	thymol	0,41
(19)	(Z)-hex-2-énol	traces	(134)	carvacrol	3,70
(20)	acide isovalérique	traces	(136)	bicycloélémente	traces
(21)	(E)-hex-2-énol	traces	(140)	eugénol	traces
(23)	formiate de hexyle	traces	(146)	α -copaène	traces
(28)	butyl-éthyl cétone	traces	(147)	acétate de géranyle	traces
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces	(148)	(Z)- β -damascone	traces
(32)	tricyclène	traces	(149)	β -bourbonène	0,07
(34)	α -thujène	0,06	(151)	β -élémente	0,06
(35)	α -pinène	0,07	(158)	italicène	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(159)	β -caryophyllène	0,87
(39)	camphène	0,26	(160)	β -copaène	traces
(40)	verbénène	traces	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(42)	sabinène	0,22	(170)	sesquisabinène-B	traces
(43)	β -pinène	traces	(173)	α -humulène	traces
(44)	pentyl-vinyl cétone	0,46	(175)	allo-aromadendrène	traces
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,05	(180)	γ -muurolène	traces
(47)	myrcène	0,30	(181)	germacrène-D	2,22
(48)	octan-3-ol	0,02	(186)	lédène	traces
(50)	α -phellandrène	0,08	(192)	bicyclogermacrène	2,86
(53)	α -terpinène	0,06	(197)	(E,E)- α -farnésène	0,03
(55)	<i>para</i> -cymène	0,20	(198)	β -bisabolène	1,95
(56)	limonène	0,05	(201)	γ -cadinène	0,04
(57)	β -phellandrène	traces	(202)	δ -cadinène	0,17
(58)	1,8-cinéole	traces	(208)	E-(α)-bisabolène	0,05
(59)	Z-(β)-ocimène	1,50	(223)	spathulénol	0,18
(60)	E-(β)-ocimène	1,09	(224)	oxyde de caryophyllène	0,12
(61)	γ -terpinène	0,19	(225)	globulol	0,06
(65)	terpinolène	0,78	(228)	épi-globulol	0,03
(67)	<i>trans</i> -oxyde de linalol	0,84	(238)	iso-spathulénol	0,03
(71)	linalol	76,79	(241)	épi- α -muurolol	0,01
(96)	bornéol	0,24	(242)	α -muurolol	0,11
(97)	terpinèn-4-ol	traces	(243)	épi- α -cadinol	0,07
(106)	α -terpinéol	0,27	(244)	α -cadinol	0,10
total identifié 97,90%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum vulgare* ssp. *virens* Ietswaart
à thymol / carvacrol majoritaires

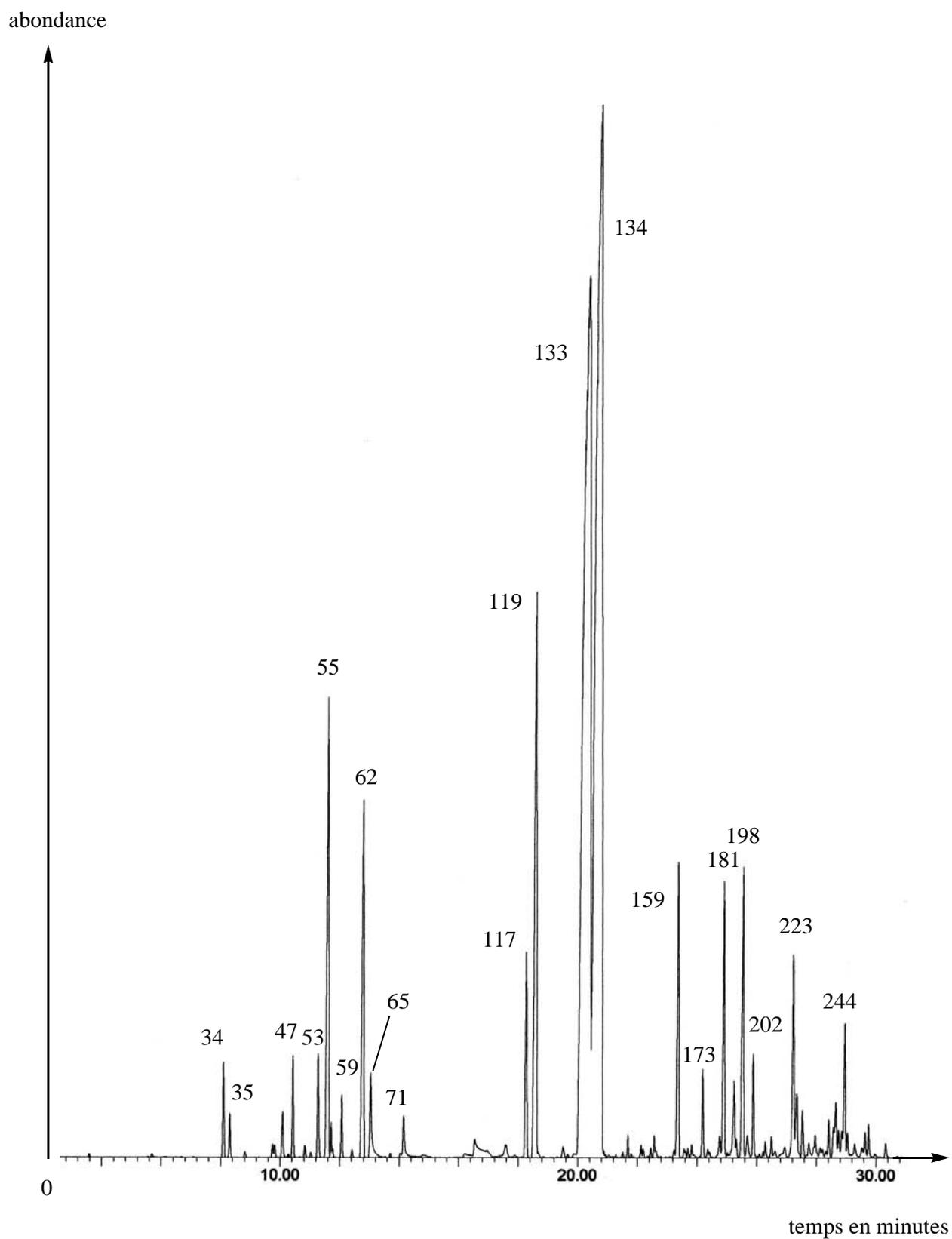
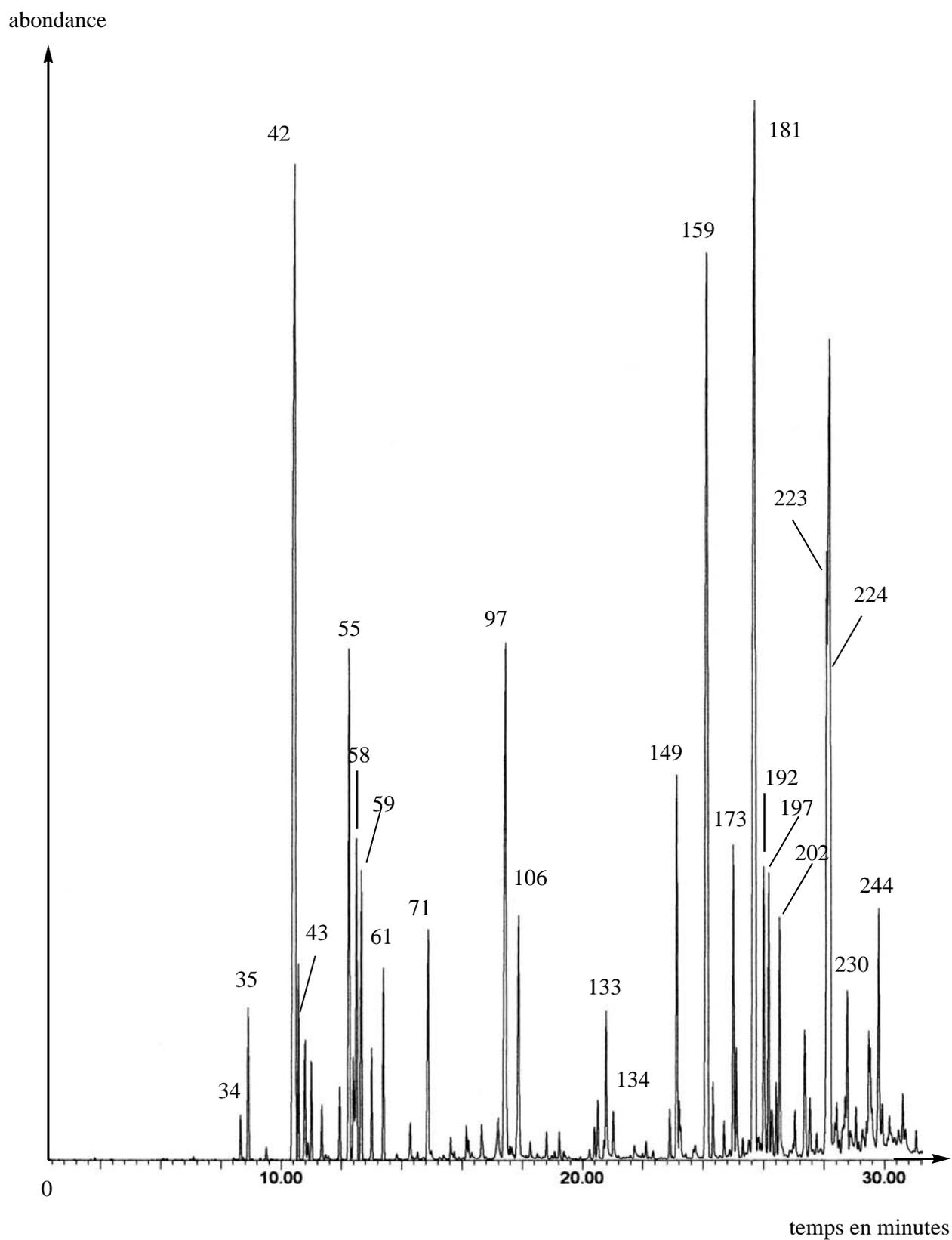


Tableau 82 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>virens</i> letsvaart - échantillon M1					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(9)	butyrate de méthyle	traces	(134)	carvacrol	34,11
(18)	(E)-hex-2-éanal	traces	(140)	eugénol	0,04
(19)	(Z)-hex-2-éanol	traces	(141)	acétate de thymyle	0,12
(21)	(E)-hex-2-éanol	traces	(144)	acétate de carvacryle	0,02
(34)	α -thujène	0,65	(146)	α -copaène	0,06
(35)	α -pinène	0,45	(159)	β -caryophyllène	2,43
(39)	camphène	0,04	(160)	β -copaène	0,04
(41)	benzaldéhyde	traces	(167)	aromadendrène	0,10
(42)	sabinène	0,13	(171)	(E)- β -farnésène	0,17
(43)	β -pinène	0,14	(173)	α -humulène	0,49
(44)	pentyl-vinyl cétone	0,40	(175)	allo-aromadendrène	traces
(47)	myrcène	0,92	(180)	γ -muurolène	0,22
(50)	α -phellandrène	0,07	(181)	germacrène-D	1,47
(51)	δ -3-carène	0,09	(192)	bicyclogermacrène	0,26
(53)	α -terpinène	0,83	(194)	β -sélinène	0,02
(55)	<i>para</i> -cymène	5,44	(195)	δ -amorphène	0,46
(57)	β -phellandrène	traces	(198)	β -bisabolène	2,10
(59)	Z-(β)-ocimène	0,36	(201)	γ -cadinène	0,19
(60)	E-(β)-ocimène	0,06	(202)	δ -cadinène	0,49
(61)	γ -terpinène	3,73	(207)	α -cadinène	0,11
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,78	(208)	E-(α)-bisabolène	traces
(65)	terpinolène	0,05	(211)	élémol	0,12
(71)	linalol	0,46	(223)	spathuléol	1,07
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	traces	(225)	globulol	0,28
(97)	terpinèn-4-ol	0,45	(228)	épi-globulol	0,20
(106)	α -terpinéol	0,11	(235)	1-épi-cubéol	0,07
(117)	thymol méthyl-éther	1,29	(237)	γ -eudesmol	0,28
(119)	carvacrol méthyl-éther	4,79	(238)	iso-spathuléol	0,12
(127)	carvone	0,09	(244)	α -cadinol	0,68
(133)	thymol	29,90	(246)	α -bisabolol	0,04
total identifié 96,99%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum vulgare* Linnaeus ssp. *vulgare* Ietswaart



**Tableau 83 : composition de l'huile essentielle
de *Origanum vulgare* Linnaeus ssp. *vulgare***

n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(1)	3-méthyl-butanal	traces	(121)	cuminaldéhyde	traces
(3)	2-méthyl-butanal	traces	(122)	acétate de linalyle	traces
(9)	butyrate de méthyle	traces	(126)	géraniol	traces
(13)	hexanal	traces	(129)	acétate de bornyle	traces
(18)	(E)-hex-2-éanal	traces	(131)	cuminol	traces
(33)	cumène	traces	(133)	thymol	0,96
(34)	α -thujène	0,20	(134)	carvacrol	0,56
(35)	α -pinène	0,69	(137)	mentha-1,4-diène-7-ol	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(138)	α -cubébène	traces
(39)	camphène	0,06	(146)	α -copaène	0,19
(40)	verbénène	traces	(149)	β -bourbonène	1,94
(42)	sabinène	16,34	(150)	β -cubébène	0,13
(43)	β -pinène	1,02	(152)	diépibourbonène	0,14
(45)	octèn-3-ol	0,20	(159)	β -caryophyllène	10,69
(46)	pentyl-éthyl cétone	traces	(160)	β -copaène	0,28
(47)	myrcène	0,53	(167)	aromadendrène	0,05
(48)	octan-3-ol	0,28	(169)	iso-germacrène-D	0,15
(49)	mentha-1(7),8-diène	0,06	(173)	α -humulène	1,68
(50)	α -phellandrène	0,01	(175)	allo-aromadendrène	0,53
(51)	δ -3-carène	0,01	(176)	<i>cis</i> -muuro-la-4,14(5)-diène	traces
(53)	α -terpinène	0,25	(180)	γ -muurolène	0,12
(54)	<i>ortho</i> -cymène	traces	(181)	germacrène-D	13,33
(55)	<i>para</i> -cymène	2,28	(183)	allo-aromadendr-9-ène	0,03
(56)	limonène	0,43	(184)	(Z,E)- α -farnésène	0,12
(57)	β -phellandrène	traces	(187)	bicyclosesquiphellandrène	0,13
(58)	1,8-cinéole	1,56	(192)	bicyclogermacrène	1,59
(59)	Z-(β)-ocimène	1,47	(197)	(E,E)- α -farnésène	1,74
(60)	E-(β)-ocimène	0,48	(198)	β -bisabolène	0,33
(61)	γ -terpinène	0,75	(201)	γ -cadinène	0,13
(64)	1-non-èn-3-ol	0,01	(202)	δ -cadinène	0,93
(65)	terpinolène	0,01	(203)	<i>cis</i> -calaménène	0,05
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	0,01	(207)	α -cadinène	0,07
(68)	<i>para</i> -cyménène	0,02	(208)	E-(α)-bisabolène	0,22
(71)	linalol	4,05	(214)	bourbonanone	traces
(72)	<i>cis</i> -thujone	0,09	(218)	1,5-époxy salvial-4(14)-ène	traces
(74)	<i>trans</i> -thujone	0,03	(219)	lédol	0,36
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,10	(222)	germacrène-D-4-ol	0,03
(78)	<i>trans</i> -sabinol	0,23	(223)	spatulénol	8,64
(82)	camphre	0,04	(224)	oxyde de caryophyllène	5,64
(84)	<i>trans-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,01	(225)	globulol	traces
(88)	sabinacétone	0,23	(227)	salvial-4(14)-èn-1-one	traces
(89)	pinène-oxyde β	0,02	(228)	épi-globulol	traces
(95)	umbellulone	0,01	(229)	β -oplopénone	traces
(96)	bornéol	0,26	(230)	humulène-1,2-époxyde	1,21

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum vulgare* ssp. *gracile* Ietswaart

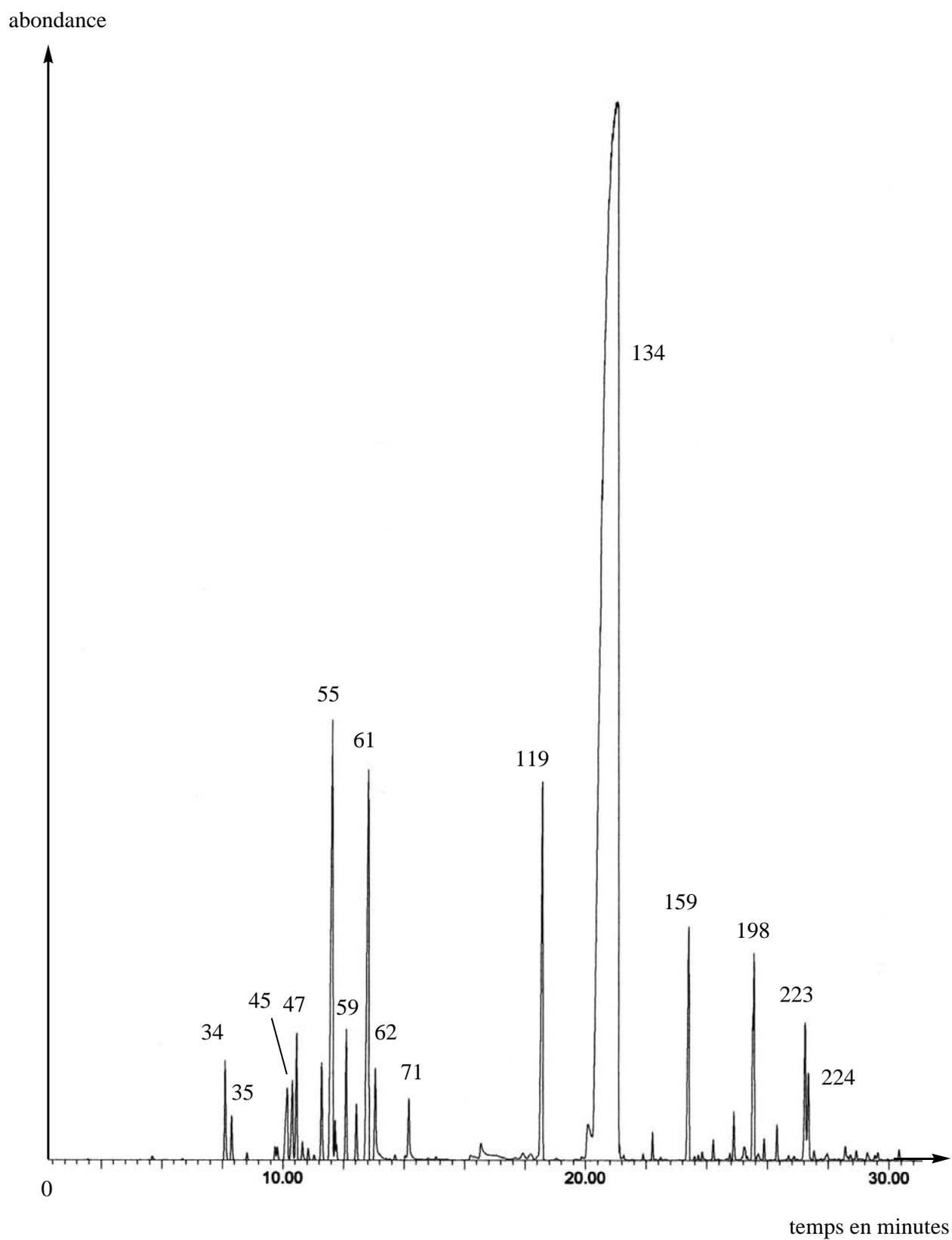


Tableau 83 suite: composition de l'huile essentielle de <i>Origanum vulgare</i> Linnaeus ssp. <i>vulgare</i>			
(97) terpinèn-4-ol	4,78	(231) 1,10-diépicubénol	traces
(99) cryptone	traces	(233) eudesma-4(15),7-diène-3-β-ol	traces
(100) <i>para</i> -cymène-9-ol	traces	(234) norcopaanone	0,17
(106) α-terpinéol	1,41	(235) 1-épi-cubénol	0,09
(112) <i>trans</i> -carvéol	traces	(239) caryophylla -4(14),8(13)-diène-5-β-ol	traces
(113) <i>trans</i> -pipéritol	traces	(241) épi-α-muurolol	traces
(114) <i>cis</i> -carvéol	traces	(242) α-muurolol	0,14
(117) thymol méthyl-éter	traces	(243) épi-α-cadinol	0,89
(118) isovalérate de (Z)-hex-3-ényle	traces	(244) α-cadinol	1,24
total identifié 92,43%			

Tableau 85: composition de l'huile essentielle de <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>gracile</i> Letswaart					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(11)	2-méthyl-butyrate de méthyle	traces	(65)	terpinolène	0,06
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(71)	linalol	0,58
(18)	(E)-hex-2-éнал	traces	(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	traces
(19)	(Z)-hex-2-énol	traces	(96)	bornéol	0,15
(22)	cyclohexanol	traces	(97)	terpinèn-4-ol	0,42
(34)	α-thujène	0,75	(119)	carvacrol méthyl-éter	2,41
(35)	α-pinène	0,51	(133)	thymol	0,57
(39)	camphène	0,03	(134)	carvacrol	73,81
(42)	sabinène	0,13	(144)	acétate de carvacryle	traces
(43)	β-pinène	0,15	(159)	β-caryophyllène	1,58
(45)	octèn-3-ol	0,69	(160)	β-copaène	0,05
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,59	(161)	α- <i>trans</i> -bergamotène	traces
(47)	myrcène	1,54	(167)	aromadendrène	traces
(48)	octan-3-ol	0,08	(173)	α-humulène	0,08
(50)	α-phellandrène	0,04	(180)	γ-muurolène	traces
(51)	δ-3-carène	0,09	(181)	germacrène-D	0,15
(53)	α-terpinène	0,81	(198)	β-bisabolène	0,96
(55)	<i>para</i> -cymène	5,43	(201)	γ-cadinène	0,04
(57)	β-phellandrène	traces	(202)	δ-cadinène	0,06
(58)	1,8-cinéole	traces	(208)	E-(α)-bisabolène	0,11
(59)	Z-(β)-ocimène	0,74	(223)	spathuléol	0,46
(60)	E-(β)-ocimène	0,47	(224)	oxyde de caryophyllène	0,24
(61)	γ-terpinène	4,62	(238)	iso-spathuléol	0,03
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,69	(244)	α-cadinol	traces
total identifié 99,12%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum vulgare* ssp. *viride* Hayek
à carvacrol majoritaire

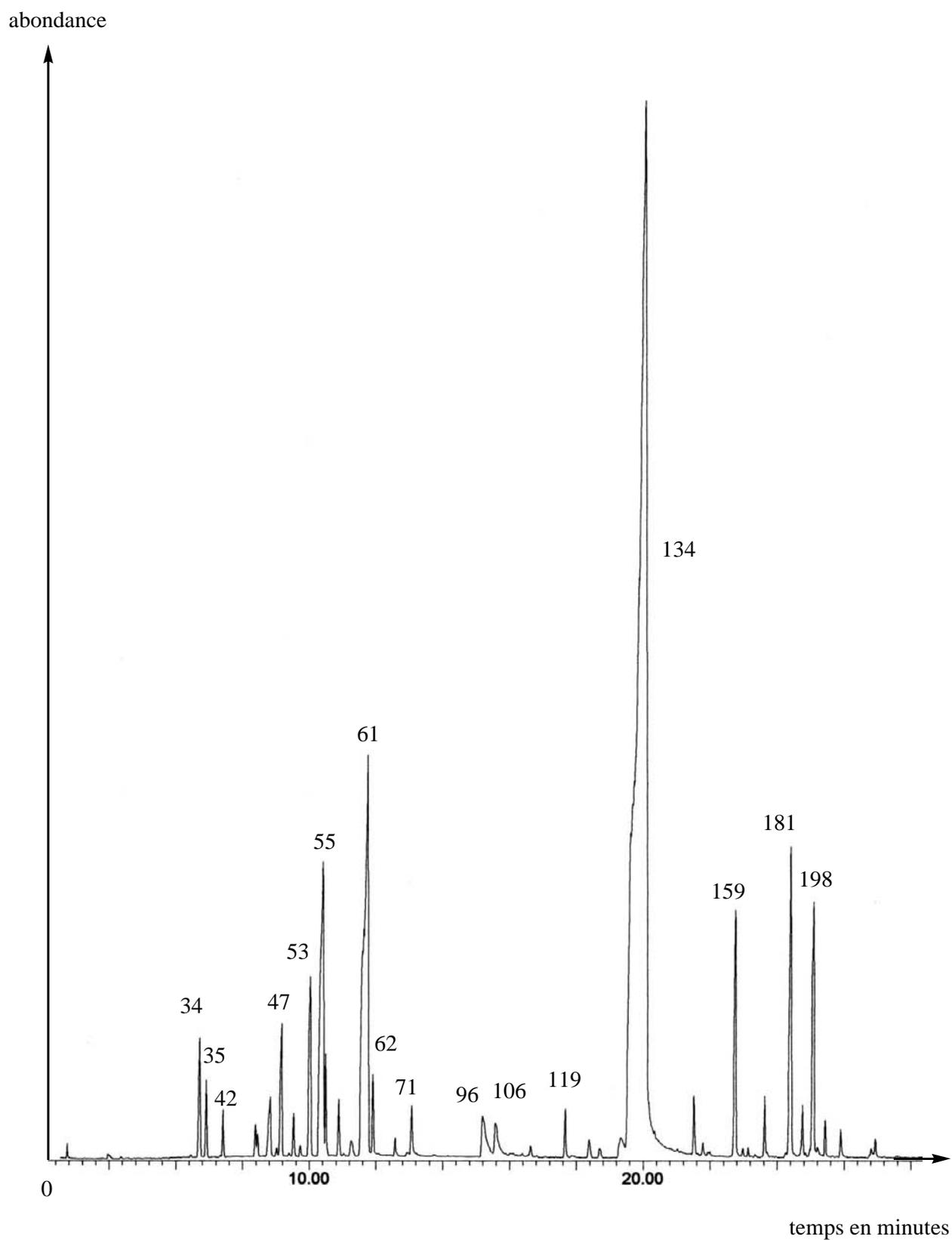


Tableau 86 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>viride</i> Hayek - échantillon A1						
n°	nom des composés	% fid		n°	nom des composés	% fid
(34)	α -thujène	1,84		(71)	linalol	0,37
(35)	α -pinène	0,88		(96)	bornéol	0,72
(39)	camphène	0,41		(97)	terpinèn-4-ol	0,50
(42)	sabinène	0,25		(106)	α -terpinéol	traces
(43)	β -pinène	0,19		(117)	thymol méthyl-éter	0,23
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,87		(125)	thymoquinone	0,17
(47)	myrcène	2,33		(127)	carvone	traces
(50)	α -phellandrène	0,28		(133)	thymol	0,37
(51)	δ -3-carène	traces		(134)	carvacrol	53,58
(53)	α -terpinène	2,52		(149)	β -bourbonène	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	7,98		(159)	β -caryophyllène	1,58
(57)	β -phellandrène	0,56		(173)	α -humulène	0,27
(59)	Z-(β)-ocimène	0,43		(181)	germacrène-D	2,18
(60)	E-(β)-ocimène	traces		(192)	bicyclogermacrène	0,30
(61)	γ -terpinène	17,55		(198)	β -bisabolène	1,67
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,47		(202)	δ -cadinène	0,15
(65)	terpinolène	0,10		(208)	E-(α)-bisabolène	0,12
total identifié 98,87%						

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum vulgare* ssp. *viride* Hayek
à sesquiterpènes majoritaires

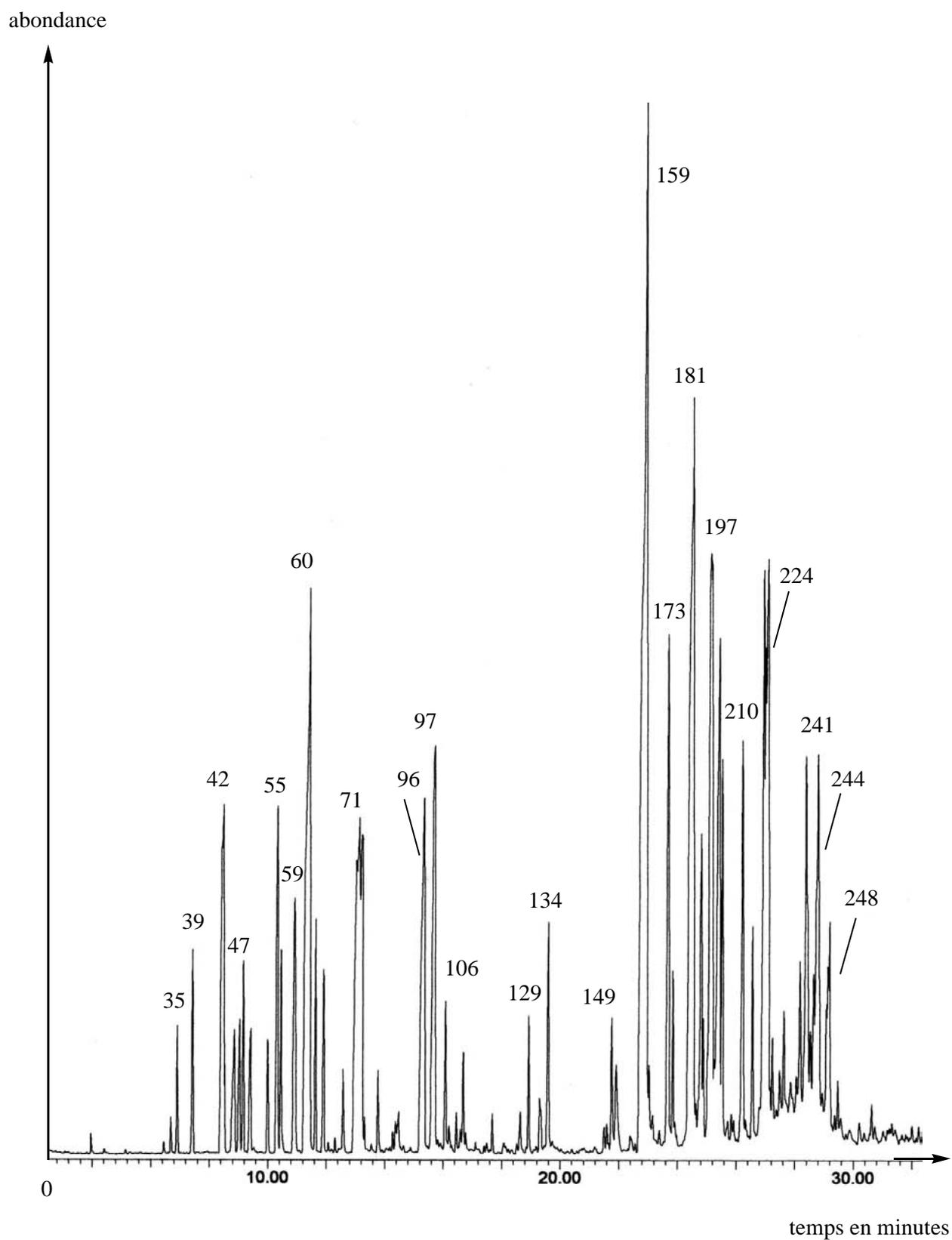


Tableau 87 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>viride</i> Hayek - échantillon B1					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(34)	α -thujène	0,12	(133)	thymol	0,12
(35)	α -pinène	0,48	(134)	carvacrol	0,65
(39)	camphène	1,03	(146)	α -copaène	0,07
(42)	sabinène	5,28	(149)	β -bourbonène	0,57
(44)	pentyl-vinyl cétone	0,85	(159)	β -caryophyllène	16,88
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,79	(173)	α -humulène	1,70
(47)	myrcène	0,88	(175)	allo-aromadendrène	0,42
(48)	octan-3-ol	0,55	(181)	germacrène-D	8,51
(53)	α -terpinène	0,35	(192)	bicyclogermacrène	1,27
(55)	<i>para</i> -cymène	1,53	(193)	α -muurolène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	1,78	(194)	β -sélinène	traces
(60)	E-(β)-ocimène	13,26	(197)	(E,E)- α -farnésène	5,88
(61)	γ -terpinène	0,77	(202)	δ -cadinène	0,95
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,60	(210)	<i>cis</i> -muurola-5-èn-4- α -ol	2,67
(65)	terpinolène	0,23	(211)	élémol	1,30
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	traces	(215)	(E)-nérolidol	0,50
(71)	linalol	1,77	(222)	germacrène-D-4-ol	traces
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	4,44	(224)	oxyde de caryophyllène	4,03
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,20	(228)	épi-globulol	0,32
(89)	pinène-oxyde β	traces	(230)	humulène-1,2-époxyde	traces
(96)	bornéol	2,56	(237)	γ -eudesmol	0,66
(97)	terpinèn-4-ol	2,84	(241)	épi- α -muurolol	1,54
(106)	α -terpinéol	0,30	(244)	α -cadinol	1,39
(119)	carvacrol méthyl-éther	0,07	(248)	oplopanone	0,04
(129)	acétate de bornyle	0,22	(255)	phytol	traces
total identifié 90,37%					

Tableau 89 : principaux composés en % de l'huile essentielle de <i>Origanum compactum</i> Bentham				
n°	nom des composés	éch. A1	éch. B1	éch. B2
(34)	α -thujène	1,98	1,03	1,09
(35)	α -pinène	0,87	0,54	0,70
(39)	camphène	0,09	0,06	0,10
(43)	β -pinène	0,54	0,15	0,19
(44)	octan-3-one	-	0,32	0,21
(45)	octen-3-ol	0,54	1,18	0,31
(47)	myrcène	2,08	1,04	1,15
(50)	α -phellandrène	0,06	0,19	0,13
(53)	α -terpinène	1,56	1,40	0,99
(55)	<i>para</i> -cymène	8,57	11,42	11,99
(61)	γ -terpinène	15,09	8,66	7,16
(62)	<i>cis</i> hydrate de sabinène	0,41	0,49	0,16
(71)	linalol	3,80	0,82	3,64
(133)	thymol	0,16	0,52	0,23
(134)	carvacrol	55,91	60,95	60,56
(159)	β -caryophyllène	1,23	2,26	1,56
(198)	β -bisabolène	0,37	0,66	0,09
(202)	δ -cadinène	0,02	0,13	0,02
(223)	spathuléol	0,15	0,74	0,05
(224)	oxyde de caryophyllène	0,15	0,48	0,57
	total	93,58	93,04	90,90

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum compactum* Bentham

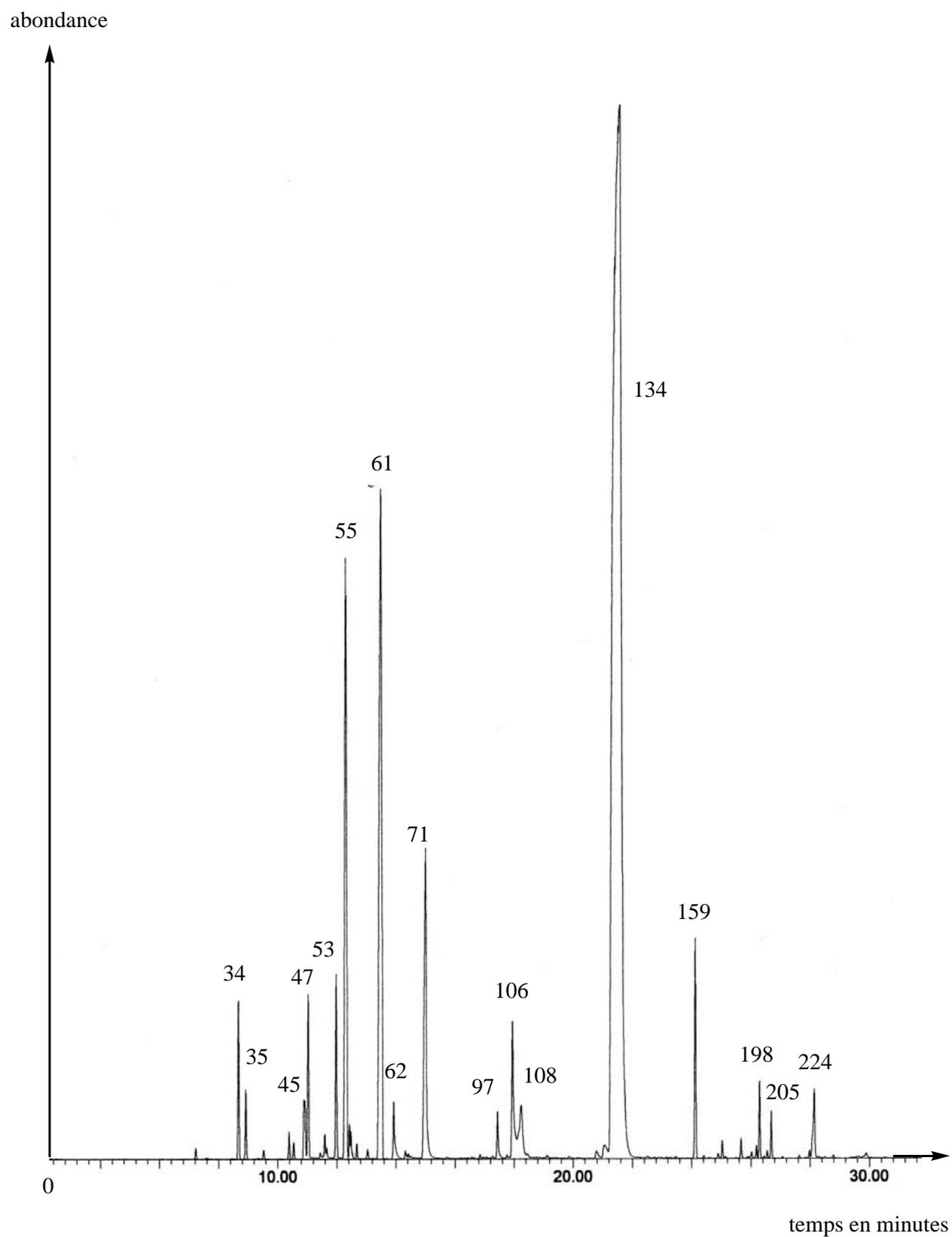


Tableau 90 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum compactum</i> Benthall - échantillon A1					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(34)	α -thujène	1,98	(108)	<i>para</i> -menth-2-èn-8-ol	1,30
(35)	α -pinène	0,87	(119)	carvacrol méthyl-éther	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(131)	cuminol	traces
(39)	camphène	0,09	(133)	thymol	0,16
(41)	benzaldéhyde	traces	(134)	carvacrol	55,91
(42)	sabinène	0,49	(140)	eugénol	traces
(43)	β -pinène	0,54	(144)	acétate de carvacryle	traces
(45)	octèn-3-ol	0,54	(153)	<i>cis</i> -jasmone	traces
(47)	myrcène	2,08	(159)	β -caryophyllène	1,23
(48)	octan-3-ol	traces	(163)	Z-(β)-farnésène	traces
(49)	mentha-1(7),8-diène	0,20	(173)	α -humulène	traces
(50)	α -phellandrène	0,06	(175)	allo-aromadendrène	traces
(51)	δ -3-carène	0,19	(180)	γ -muurolène	traces
(53)	α -terpinène	1,56	(181)	germacrène-D	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	8,57	(186)	lédène	traces
(56)	limonène	0,60	(193)	α -muurolène	traces
(58)	1,8-cinéole	traces	(197)	(E,E)- α -farnésène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	traces	(198)	β -bisabolène	0,37
(60)	E-(β)-ocimène	0,11	(201)	γ -cadinène	traces
(61)	γ -terpinène	15,09	(202)	δ -cadinène	0,02
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,41	(205)	β -sesquiphellandrène	0,26
(65)	terpinolène	traces	(223)	spathuléol	0,15
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	0,07	(224)	oxyde de caryophyllène	0,15
(68)	<i>para</i> -cyménène	0,06	(225)	globulol	0,36
(71)	linalol	3,80	(230)	humulène-1,2-époxyde	0,63
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces	(241)	épi- α -muurolol	0,24
(97)	terpinèn-4-ol	0,20	(244)	α -cadinol	0,32
(106)	α -terpinéol	0,60	(246)	α -bisabolol	0,27
total identifié 99,48%					

**Tableau 91a : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum ehrenbergii* Boissier**

n°	nom des composés	éch. A1	éch. A2	éch. A3	éch. B1	éch. B2	éch. B3	éch. B4	éch. B5	éch. B6
(34)	α -thujène	1,83	1,60	1,60	0,42	0,89	0,54	0,48	0,04	0,46
(35)	α -pinène	0,88	0,75	0,75	0,36	0,55	0,46	0,41	0,03	0,40
(42)	sabinène	-	0,34	0,34	0,85	0,15	0,14	0,25	0,02	0,18
(43)	β -pinène	0,17	0,09	0,03	0,17	0,07	0,16	0,18	0,25	0,14
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,92	0,47	0,46	0,65	0,29	0,56	0,44	-	0,81
(47)	myrcène	1,87	1,59	1,58	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02
(48)	octan-3-ol	0,28	0,22	0,22	0,03	0,07	0,01	0,15	0,03	0,71
(53)	α -terpinène	1,13	0,59	0,59	0,20	0,20	0,14	0,05	0,07	0,23
(55)	<i>para</i> -cymène	7,03	5,05	5,05	4,32	5,26	5,78	3,96	1,52	5,69
(56)	limonène	0,54	0,34	0,40	0,22	0,29	0,22	0,40	0,11	0,34
(61)	γ -terpinène	6,05	2,85	2,85	0,11	0,14	0,21	0,11	0,09	0,04
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,38	0,31	0,37	1,35	0,54	0,70	1,20	0,73	1,17
(97)	terpinèn-4-ol	0,20	0,12	0,16	0,71	0,23	0,23	2,40	0,35	2,33
(119)	carvacrol méthyl-éther	2,37	2,75	2,78	2,63	0,38	1,71	2,38	4,22	2,81
(133)	thymol	1,35	0,99	0,95	0,72	0,72	0,20	0,26	13,54	0,66
(134)	carvacrol	71,44	78,43	78,09	78,68	82,12	78,14	65,75	59,61	68,68
(159)	β -caryophyllène	0,38	0,43	0,43	0,38	0,43	0,27	0,87	0,68	0,44
(198)	β -bisabolène	1,33	1,60	1,59	0,79	1,07	1,31	1,96	1,85	2,18
(223)	spathuléol	0,06	0,04	0,06	0,40	0,15	0,09	0,42	0,32	0,60
(224)	oxyde de caryophyllène	0,06	0,04	0,09	0,17	0,20	0,56	0,77	0,33	0,47
	total	98,27	98,60	98,39	93,18	93,80	91,45	82,46	83,81	88,36

**Tableau 91b : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum ehrenbergii* Boissier**

n°	nom des composés	éch. C1	éch. C2	éch. C3	éch. C4	éch. C5	éch. C6	éch. C7	éch. C8	éch. C9
(34)	α -thujène	1,20	1,13	0,93	0,38	0,94	0,99	0,94	1,22	0,94
(35)	α -pinène	0,61	0,57	0,50	0,22	0,48	0,47	0,50	0,65	0,50
(42)	sabinène	0,13	0,11	0,06	0,03	0,07	0,09	0,06	0,14	0,10
(43)	β -pinène	0,14	0,14	0,12	0,06	0,11	0,11	0,15	0,14	0,11
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,06	0,07	1,48	0,48	1,12	0,87	0,08	0,94	1,19
(47)	myrcène	1,19	1,15	0,45	0,14	0,54	0,93	0,60	1,18	0,56
(48)	octan-3-ol	1,16	1,10	0,39	0,08	0,17	0,35	1,34	0,26	0,47
(53)	α -terpinène	0,41	0,36	0,21	0,12	0,17	0,17	0,17	0,37	0,17
(55)	<i>para</i> -cymène	4,29	4,22	4,63	2,97	3,58	2,53	3,35	5,89	3,83
(56)	limonène	0,38	0,14	0,32	0,19	0,24	0,28	0,27	0,50	0,25
(61)	γ -terpinène	1,12	1,12	0,08	0,02	0,13	0,41	0,14	0,58	0,11
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,30	0,31	0,59	0,59	0,60	0,17	0,87	0,70	0,82
(97)	terpinèn-4-ol	0,15	0,15	0,15	0,14	0,11	0,08	0,16	0,35	0,18
(119)	carvacrol méthyl-éther	2,15	2,16	3,72	1,25	1,67	4,35	3,07	2,87	4,70
(133)	thymol	0,67	0,87	0,47	0,56	0,46	0,50	0,22	0,51	0,36
(134)	carvacrol	80,52	81,55	80,36	87,13	82,27	83,87	84,28	70,01	79,41
(159)	β -caryophyllène	0,18	0,18	0,33	0,58	0,37	0,31	0,18	0,98	0,45
(198)	β -bisabolène	0,71	0,68	1,81	0,83	0,69	0,80	0,79	1,37	0,71
(223)	spathuléol	0,07	0,06	0,09	0,14	0,09	0,03	0,08	0,08	0,04
(224)	oxyde de caryophyllène	0,14	0,12	0,22	0,20	0,14	0,11	0,18	0,20	0,28
	total	95,58	96,19	96,91	96,11	93,95	97,42	97,43	88,94	95,18

**Tableau 91c : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum ehrenbergii* Boissier**

n°	nom des composés	éch. C10	éch. C11	éch. C12	éch. C13	éch. C14	éch. C15	éch. C16	éch. C17	éch. C18
(34)	α -thujène	0,81	0,60	1,10	1,26	0,49	0,67	0,78	0,83	0,68
(35)	α -pinène	0,45	0,38	0,57	0,59	0,28	0,38	0,39	0,45	0,37
(42)	sabinène	0,09	0,06	0,08	0,12	0,04	0,08	0,11	0,06	0,05
(43)	β -pinène	0,08	0,10	0,13	0,12	0,08	0,08	0,08	0,12	0,09
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,07	0,87	1,27	0,12	0,14	0,23	0,55	0,04	0,38
(47)	myrcène	0,42	0,27	0,61	1,09	0,33	0,03	0,73	0,29	0,15
(48)	octan-3-ol	0,48	0,18	0,20	-	0,04	0,03	0,08	0,80	0,04
(53)	α -terpinène	0,14	0,12	0,25	0,28	0,14	2,92	2,72	0,12	0,08
(55)	<i>para</i> -cymène	4,37	4,64	4,36	3,47	3,95	0,27	0,22	3,11	2,92
(56)	limonène	0,10	0,25	0,28	0,30	0,22	0,13	0,03	0,23	0,18
(61)	γ -terpinène	0,12	0,04	0,25	0,53	0,04	-	0,48	0,06	0,06
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,63	0,73	0,50	0,50	0,59	0,75	-	0,25	0,20
(97)	terpinèn-4-ol	0,13	0,23	0,18	0,23	0,13	0,14	0,16	0,13	0,15
(119)	carvacrol méthyl-éther	4,44	0,01	2,94	0,14	4,87	2,88	3,01	1,55	0,62
(133)	thymol	0,32	0,69	0,25	0,32	0,53	1,50	0,59	0,28	8,86
(134)	carvacrol	81,49	85,74	82,89	79,15	80,21	83,34	68,59	87,64	78,18
(159)	β -caryophyllène	0,09	0,23	0,37	0,30	0,54	0,32	0,69	0,18	0,83
(198)	β -bisabolène	1,36	0,61	0,81	0,87	1,53	0,97	0,85	1,16	0,94
(223)	spathuléol	0,12	0,05	0,05	0,07	0,11	0,10	0,16	0,06	0,12
(224)	oxyde de caryophyllène	0,05	0,11	0,20	0,07	0,27	0,13	0,08	0,10	0,36
	total	95,76	95,91	97,29	89,53	94,53	94,95	80,30	97,46	95,26

**Tableau 91d : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum ehrenbergii* Boissier**

n°	nom des composés	éch. C19	éch. C20	éch. C21	éch. C22	éch. C23	éch. D1	éch. D2	éch. D3
(34)	α -thujène	0,89	0,97	0,98	0,76	0,43	1,94	1,81	2,13
(35)	α -pinène	0,46	0,49	0,51	0,39	0,19	0,88	0,85	0,97
(42)	sabinène	0,19	0,10	0,14	0,11	0,15	0,19	0,34	0,32
(43)	β -pinène	0,01	0,14	0,12	0,08	0,12	0,15	0,10	0,17
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,60	0,04	0,04	0,73	0,21	0,82	0,61	1,00
(47)	myrcène	0,02	0,50	0,52	0,61	0,10	2,31	2,22	2,53
(48)	octan-3-ol	0,09	0,79	0,81	0,20	0,02	0,63	0,71	0,35
(53)	α -terpinène	0,25	0,17	0,17	4,85	2,14	2,12	1,84	2,42
(55)	<i>para</i> -cymène	3,52	3,68	3,78	0,04	0,14	10,63	8,97	10,56
(56)	limonène	0,25	0,29	0,29	0,49	-	0,67	0,64	0,72
(61)	γ -terpinène	0,29	0,14	0,13	0,42	0,48	14,49	12,10	14,66
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,49	0,58	0,58	0,04	-	0,32	0,62	0,40
(97)	terpinèn-4-ol	0,10	0,23	0,25	0,22	-	0,16	0,23	0,21
(119)	carvacrol méthyl-éther	0,88	1,74	1,79	4,20	2,37	3,80	3,60	3,44
(133)	thymol	0,26	0,35	0,65	0,56	1,25	35,17	38,34	52,39
(134)	carvacrol	88,55	76,62	75,67	67,26	86,06	21,18	22,50	2,11
(159)	β -caryophyllène	0,29	0,40	0,41	1,02	0,26	0,59	0,51	1,19
(198)	β -bisabolène	1,06	0,85	0,84	1,15	1,06	1,17	1,40	1,36
(223)	spathuléol	-	0,15	0,15	0,14	0,12	0,08	0,20	0,07
(224)	oxyde de caryophyllène	0,09	0,16	0,16	0,29	0,10	0,08	0,18	0,09
	total	98,29	88,39	87,99	83,56	95,20	97,38	97,77	97,09

Tableau 91e : principaux composés en % de l'huile essentielle de <i>Origanum ehrenbergii</i> Boissier									
n°	nom des composés	éch. E1	éch. E2	éch. E3	éch. F1	éch. F2	éch. F3	éch. G1	éch. G2
(34)	α -thujène	1,50	0,83	1,13	1,81	2,04	2,51	1,89	2,43
(35)	α -pinène	0,83	0,42	0,54	0,79	0,88	1,30	1,07	1,22
(42)	sabinène	0,22	0,15	0,19	0,41	0,28	0,43	0,10	-
(43)	β -pinène	0,16	0,15	0,04	0,31	0,23	0,36	0,02	-
(46)	pentyl-éthyl cétone	1,33	0,79	0,37	0,85	0,55	0,88	2,81	3,19
(47)	myrcène	0,16	0,13	1,40	2,08	2,33	2,35	1,68	2,55
(48)	octan-3-ol	0,18	0,15	0,03	0,78	0,48	0,83	0,18	0,35
(53)	α -terpinène	1,19	0,56	0,94	1,81	2,29	1,59	0,83	2,30
(55)	<i>para</i> -cymène	15,45	7,03	6,90	9,59	8,54	33,06	9,45	16,65
(56)	limonène	0,66	0,39	0,33	0,63	0,67	1,13	-	0,10
(61)	γ -terpinène	3,20	1,07	3,74	11,10	13,94	10,61	2,82	11,45
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,02	0,02	0,03	0,37	0,45	0,99	0,36	0,42
(97)	terpinèn-4-ol	0,33	0,06	-	0,14	0,26	0,52	0,22	1,74
(119)	carvacrol méthyl-éther	4,05	3,61	4,64	2,12	2,71	4,17	3,82	4,33
(133)	thymol	49,90	53,65	72,94	59,16	58,75	28,51	13,11	40,87
(134)	carvacrol	14,26	24,07	3,63	4,90	1,56	2,43	55,14	2,88
(159)	β -caryophyllène	1,05	0,94	0,44	0,07	0,10	0,09	0,16	0,91
(198)	β -bisabolène	0,18	0,43	0,62	0,83	1,38	2,48	1,15	1,30
(223)	spathuléol	0,22	0,17	0,02	0,14	0,03	-	0,04	0,10
(224)	oxyde de caryophyllène	0,56	0,35	0,05	0,05	0,05	-	0,02	0,10
	total	95,45	94,97	97,98	97,94	97,52	94,24	94,87	92,89

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum erhenbergii* Boissier
chénotype à carvacrol

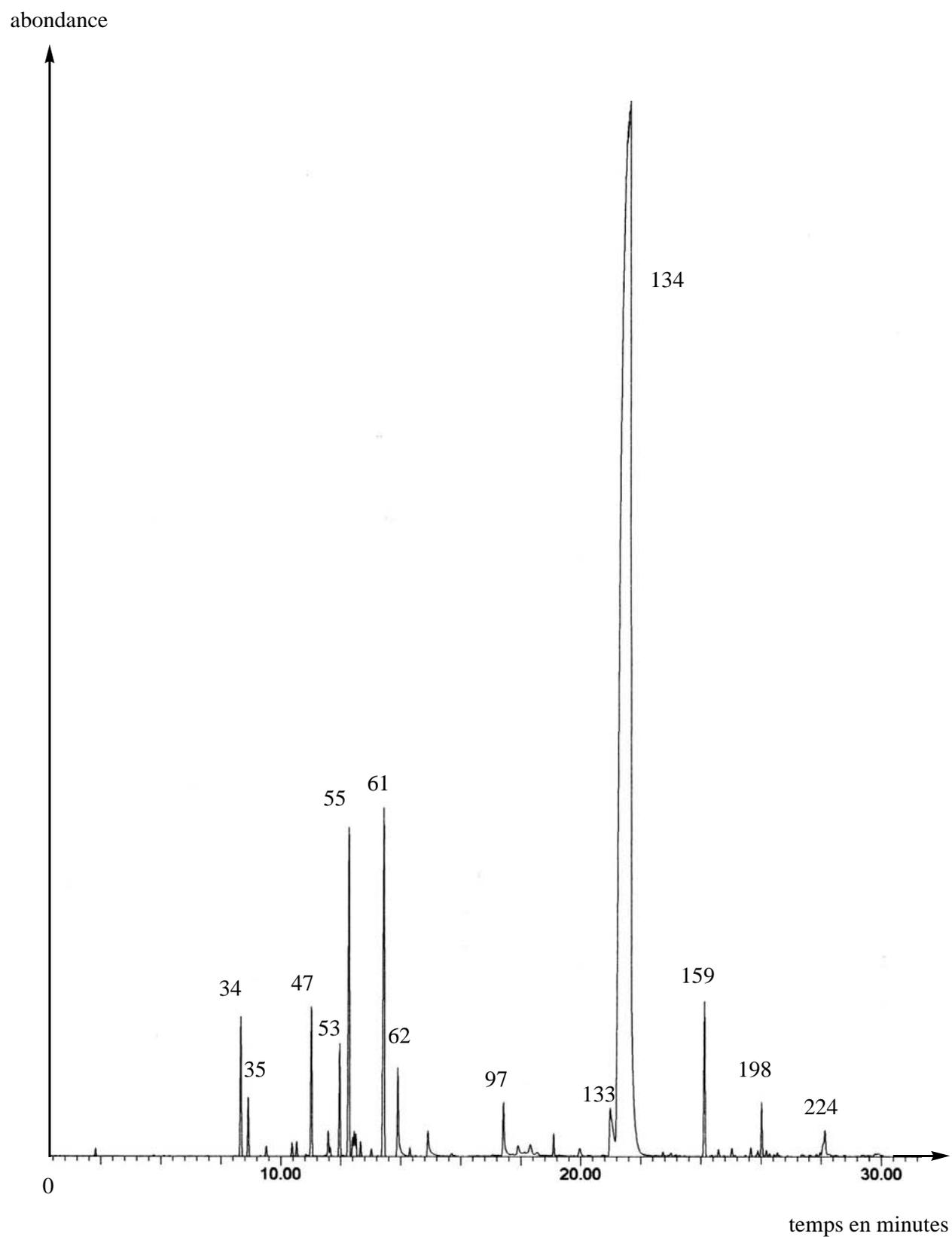


Tableau 96 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum erhenbergii</i> Boissier - échantillon A1					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(11)	2-méthyl-butyrate de méthyle	traces	(74)	<i>trans</i> -thujone	traces
(18)	(E)-hex-2-éanal	traces	(97)	terpinèn-4-ol	0,2
(19)	(Z)-hex-2-énol	traces	(103)	salicylate de méthyle	traces
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces	(105)	myrténol	traces
(32)	tricyclène	traces	(106)	α -terpinéol	traces
(34)	α -thujène	1,83	(111)	<i>trans</i> -dihydrocarvone	traces
(35)	α -pinène	0,88	(119)	carvacrol méthyl-éther	2,37
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(120)	néral	traces
(39)	camphène	0,12	(131)	cuminol	traces
(42)	sabinène	traces	(132)	formiate de géranyle	traces
(43)	β -pinène	0,17	(133)	thymol	1,35
(45)	octèn-3-ol	traces	(134)	carvacrol	71,44
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,92	(141)	acétate de thymyle	traces
(47)	myrcène	1,87	(144)	acétate de carvacryle	0,05
(48)	octan-3-ol	0,28	(159)	β -caryophyllène	0,38
(50)	α -phellandrène	0,25	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(51)	δ -3-carène	0,10	(163)	Z-(β)-farnésène	traces
(53)	α -terpinène	1,13	(167)	aromadendrène	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	7,03	(171)	(E)- β -farnésène	traces
(56)	limonène	0,54	(173)	α -humulène	traces
(57)	β -phellandrène	traces	(186)	lédène	traces
(58)	1,8-cinéole	traces	(192)	bicyclogermacrène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	traces	(197)	(E,E)- α -farnésène	traces
(60)	E-(β)-ocimène	traces	(198)	β -bisabolène	1,33
(61)	γ -terpinène	6,05	(202)	δ -cadinène	0,09
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,38	(208)	E-(α)-bisabolène	traces
(65)	terpinolène	0,06	(221)	benzoate de (Z)-hex-3-ényle	traces
(68)	<i>para</i> -cyménène	traces	(223)	spathuléol	0,06
(71)	linalol	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	0,06
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	traces	(246)	α -bisabolol	traces
total identifié 98,94%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum erhenbergii* Boissier
chénotype à thymol

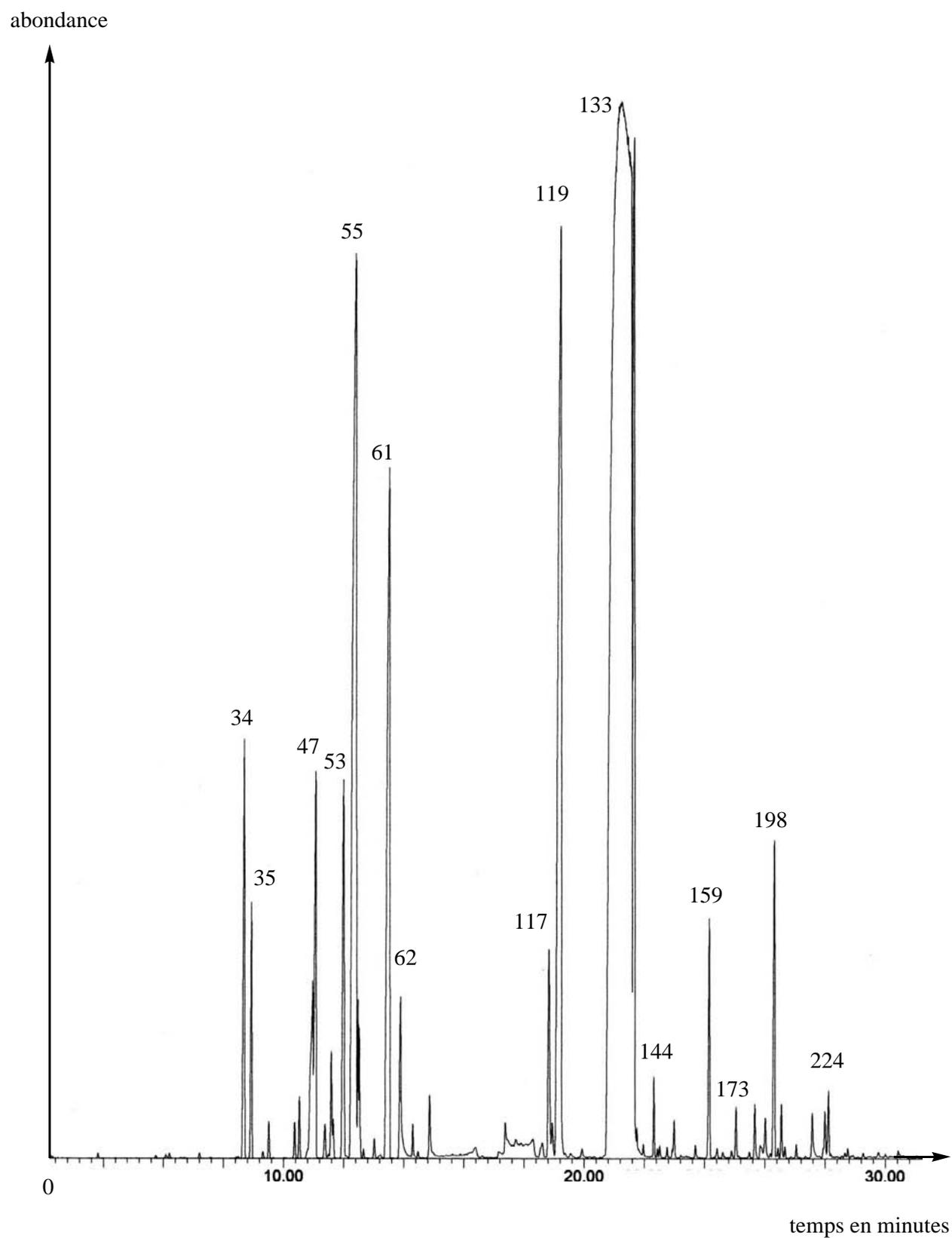
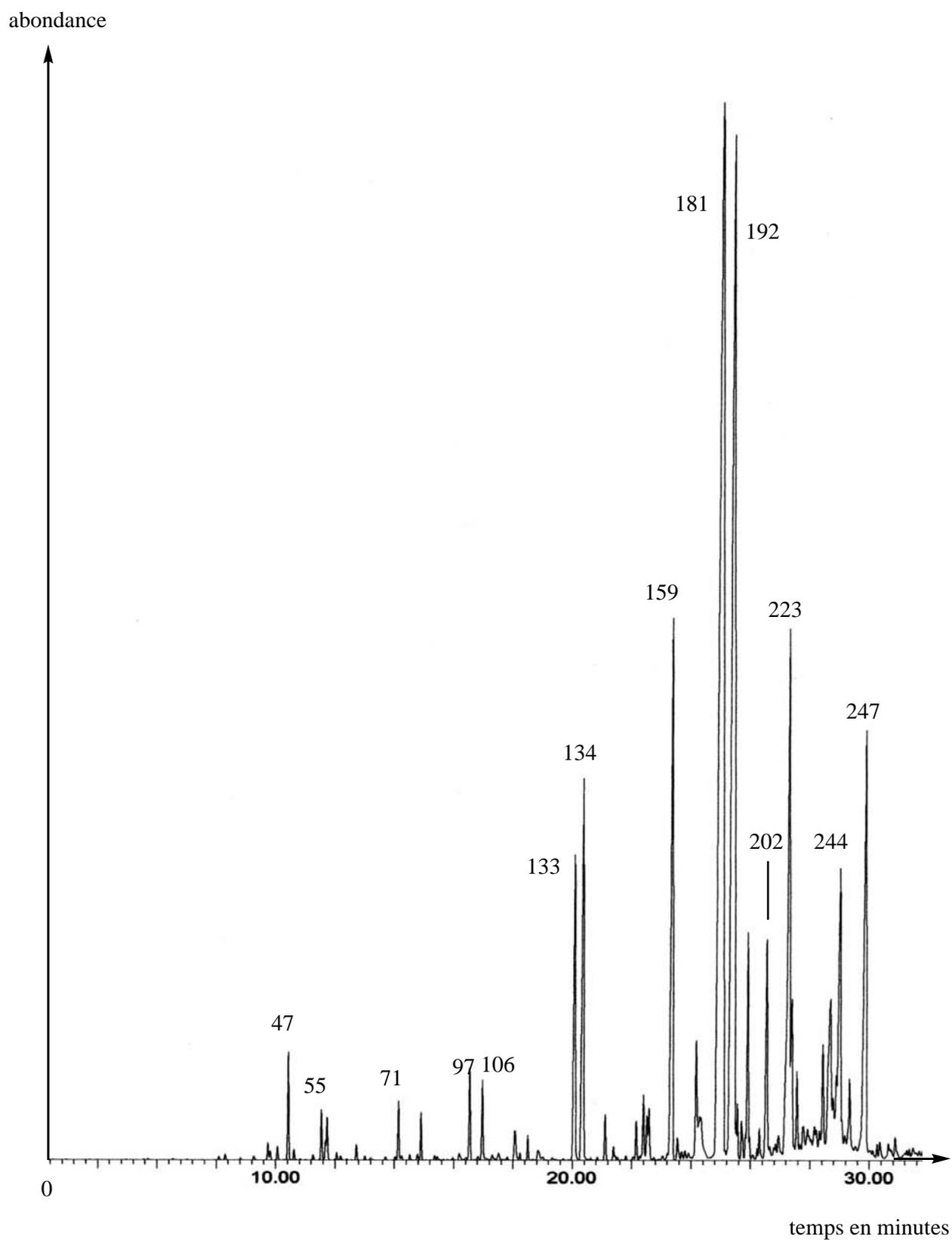


Tableau 97 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum erhenbergii</i> Boissier - échantillon E3					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(10)	isovalérate de méthyle	traces	(68)	<i>para</i> -cyménène	traces
(11)	2-méthyl-butyrate de méthyle	traces	(71)	linalol	0,02
(18)	(E)-hex-2-éanal	traces	(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	traces
(19)	(Z)-hex-2-énol	traces	(96)	bornéol	traces
(21)	(E)-hex-2-énol	traces	(117)	thymol méthyl-éther	traces
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces	(119)	carvacrol méthyl-éther	4,64
(32)	tricyclène	traces	(133)	thymol	72,94
(34)	α -thujène	1,13	(134)	carvacrol	3,63
(35)	α -pinène	0,54	(140)	eugénol	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(141)	acétate de thymyle	traces
(39)	camphène	0,09	(144)	acétate de carvacryle	traces
(40)	verbénène	traces	(146)	α -copaène	traces
(42)	sabinène	0,19	(149)	β -bourbonène	traces
(43)	β -pinène	traces	(159)	β -caryophyllène	0,44
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,37	(167)	aromadendrène	traces
(47)	myrcène	1,40	(171)	(E)- β -farnésène	traces
(48)	octan-3-ol	0,13	(173)	α -humulène	0,08
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(177)	α -patchoulène	traces
(50)	α -phellandrène	0,21	(180)	γ -muurolène	traces
(51)	δ -3-carène	traces	(181)	germacrène-D	traces
(53)	α -terpinène	0,94	(192)	bicyclogermacrène	traces
(54)	<i>ortho</i> -cymène	traces	(197)	(E,E)- α -farnésène	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	6,90	(198)	β -bisabolène	0,62
(56)	limonène	0,33	(202)	δ -cadinène	traces
(57)	β -phellandrène	traces	(205)	β -sesquiphellandrène	traces
(58)	1,8-cinéole	traces	(208)	E-(α)-bisabolène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	traces	(220)	thymohydroquinone	traces
(60)	E-(β)-ocimène	traces	(223)	spathulénol	traces
(61)	γ -terpinène	3,74	(224)	oxyde de caryophyllène	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	traces	(230)	humulène-1,2-époxyde	traces
(65)	terpinolène	0,08	(246)	α -bisabolol	traces
total identifié 98,42%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum laevigatum* Boissier



**Tableau 98 : composition de l'huile essentielle
de *Origanum laevigatum* Boissier**

n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(18)	(E)-hex-2-éanal	traces	(146)	α -copaène	0,38
(19)	(Z)-hex-2-énol	traces	(149)	β -bourbonène	0,61
(31)	(E,E)-hexa-2,4-diéanal	traces	(150)	β -cubébène	traces
(34)	α -thujène	0,02	(151)	β -élémente	1,36
(35)	α -pinène	0,06	(156)	α -gurjunène	0,07
(39)	camphène	0,05	(159)	β -caryophyllène	9,04
(40)	verbénène	traces	(160)	β -copaène	traces
(41)	benzaldéhyde	0,04	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(42)	sabinène	0,28	(167)	aromadendrène	traces
(43)	β -pinène	0,21	(169)	iso-germacrène d	traces
(45)	octèn-3-ol	0,09	(171)	(E)- β -farnésène	traces
(47)	myrcène	1,37	(173)	α -humulène	1,52
(48)	octan-3-ol	0,07	(181)	germacrène-D	24,73
(52)	acétate de hexyle	traces	(192)	bicyclogermacrène	20,12
(53)	α -terpinène	0,10	(199)	germacrène-A	0,70
(55)	<i>para</i> -cymène	0,47	(201)	γ -cadinène	0,63
(57)	β -phellandrène	0,15	(202)	δ -cadinène	1,75
(58)	1,8-cinéole	1,04	(207)	α -cadinène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	0,11	(208)	E-(α)-bisabolène	0,33
(61)	γ -terpinène	0,18	(211)	élémol	3,18
(71)	linalol	0,68	(212)	butyrate de géranyle	0,09
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces	(215)	(E)-nérolidol	0,18
(80)	isobutyrate de (Z)-hex-3-ényle	0,43	(223)	spathuléol	5,01
(84)	<i>trans-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces	(225)	globulol	0,91
(96)	bornéol	0,12	(228)	épi-globulol	0,58
(97)	terpinèn-4-ol	1,03	(232)	eudesmol-10-épi- γ	0,56
(106)	α -terpinéol	0,89	(235)	1-épi-cubéol	0,07
(117)	thymol méthyl-éther	traces	(237)	γ -eudesmol	0,86
(119)	carvacrol méthyl-éther	0,05	(238)	iso-spathuléol	1,25
(122)	acétate de linalyle	traces	(244)	α -cadinol	2,55
(133)	thymol	1,74	(245)	intermédeol	traces
(134)	carvacrol	2,29	(247)	shyobunol	2,72
(136)	bicycloélémente	0,35	(249)	benzoate de benzyle	traces
total identifié 91,02%					

**Tableau 99a : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum X majoricum* Cambessedes**

n°	nom des composés	éch. A1	éch. A2	éch. A3	éch. A4	éch. B1	éch. B2	éch. B3	éch. B4	éch. B5
(34)	α -thujène	0,77	0,57	0,76	0,91	0,66	0,67	0,85	0,82	0,73
(35)	α -pinène	0,65	0,48	0,62	0,73	0,58	0,60	0,72	0,70	0,65
(42)	sabinène	5,29	4,07	4,76	5,52	4,24	3,71	4,54	4,17	4,09
(43)	β -pinène	0,31	0,30	0,30	0,31	0,43	0,40	0,40	0,43	0,48
(47)	myrcène	1,59	1,22	1,55	1,80	1,44	1,28	1,52	1,50	1,37
(53)	α -terpinène	2,04	1,31	2,61	3,03	1,69	3,79	4,58	5,00	3,79
(55)	<i>para</i> -cymène	1,69	1,94	1,59	1,76	2,81	2,90	3,23	3,12	3,87
(56)	limonène	1,15	1,19	1,41	1,60	1,43	1,37	1,63	1,68	1,45
(61)	γ -terpinène	4,52	2,75	5,64	6,39	4,38	7,05	7,67	8,53	6,92
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	1,89	1,79	1,99	1,99	1,67	2,69	2,80	2,81	3,08
(65)	terpinolène	0,64	0,43	0,86	0,95	0,51	1,29	1,51	1,65	1,29
(71)	linalol	1,10	0,25	0,84	1,03	1,59	1,97	2,52	2,10	3,26
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	34,60	37,71	29,67	27,81	38,00	20,77	21,65	19,75	23,04
(97)	terpinèn-4-ol	6,19	5,17	8,57	8,01	4,99	15,38	13,06	15,80	15,17
(106)	α -terpinéol	1,48	1,23	1,51	1,65	1,52	2,02	1,75	2,10	1,96
(122)	acétate de linalyle	2,27	1,11	2,21	1,75	1,70	1,70	2,00	2,06	1,72
(133)	thymol	0,05	0,02	0,04	0,05	2,29	0,29	0,27	0,12	0,14
(134)	carvacrol	27,29	32,24	29,25	28,96	24,79	24,63	22,79	20,66	20,77
(129)	β -caryophyllène	0,95	0,51	0,82	0,82	0,57	0,65	0,68	0,61	0,62
(198)	β -bisabolène	0,76	0,37	0,74	0,78	0,51	0,58	0,71	0,59	0,52
	total	95,23	94,66	95,74	95,85	95,80	93,74	94,88	94,20	94,92

**Tableau 99b : principaux composés en % de l'huile essentielle
de *Origanum X majoricum* Cambessedes**

n°	nom des composés	éch. B6	éch. B7	éch. B8	éch. B9	éch. B10	éch. B11	éch. B12	éch. B13
(34)	α -thujène	0,74	0,80	0,53	0,61	0,67	0,97	0,85	0,55
(35)	α -pinène	0,64	0,70	0,48	0,54	0,55	0,92	0,79	0,49
(42)	sabinène	4,01	4,38	2,91	3,73	4,28	4,90	4,90	3,39
(43)	β -pinène	0,47	0,47	0,39	0,47	0,38	0,32	0,41	0,40
(47)	myrcène	1,38	1,50	1,00	1,18	1,49	1,70	1,34	0,98
(53)	α -terpinène	4,26	3,94	2,23	1,94	1,64	5,08	1,11	2,28
(55)	<i>para</i> -cymène	4,08	3,60	3,60	3,34	1,36	3,98	5,79	3,43
(56)	limonène	1,44	1,54	1,01	1,30	0,05	2,09	1,45	1,16
(61)	γ -terpinène	8,03	7,14	4,20	3,77	4,55	9,03	1,36	3,52
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	2,34	2,89	2,47	3,04	1,59	2,60	2,21	2,51
(65)	terpinolène	1,39	1,30	0,73	0,69	0,52	1,53	0,11	0,75
(71)	linalol	2,40	2,02	2,18	1,81	2,30	2,07	2,57	1,14
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	13,98	18,24	17,45	36,60	37,51	8,58	40,18	30,60
(97)	terpinèn-4-ol	19,96	16,32	14,58	7,90	4,61	12,90	4,81	11,93
(106)	α -terpinéol	2,04	1,77	1,21	1,87	1,67	1,08	1,57	1,85
(122)	acétate de linalyle	1,58	1,71	0,89	1,30	1,74	1,22	1,19	1,22
(133)	thymol	3,04	0,30	0,29	0,20	0,44	9,51	1,49	0,41
(134)	carvacrol	21,92	24,97	37,81	24,03	26,22	19,71	23,51	28,07
(129)	β -caryophyllène	0,62	0,65	0,53	0,54	0,68	0,56	0,40	0,30
(198)	β -bisabolène	0,56	0,62	0,53	0,49	0,77	0,35	0,33	0,29
	total	94,88	94,86	95,02	95,35	93,02	89,10	96,37	95,27

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum X majoricum* Cambessedes

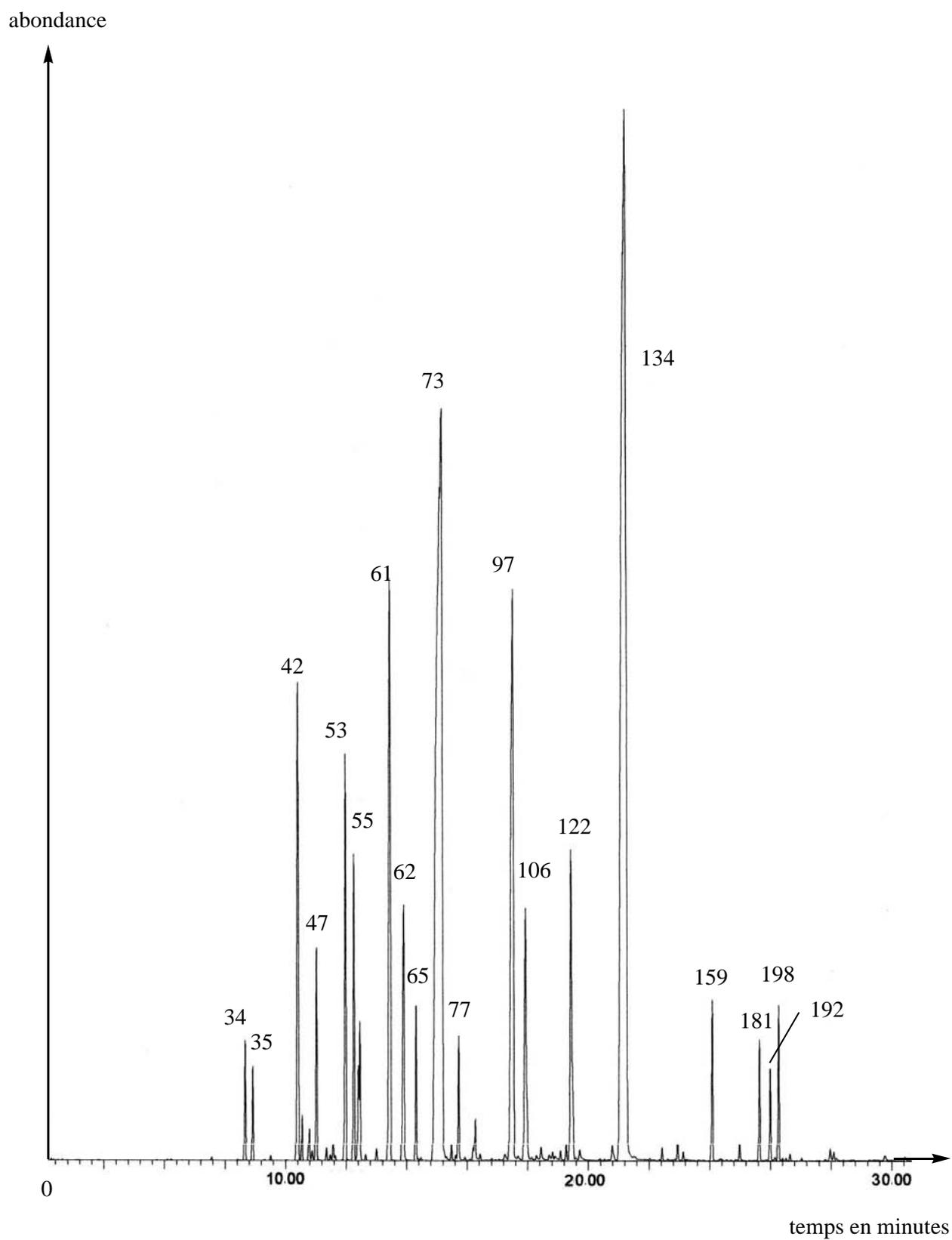
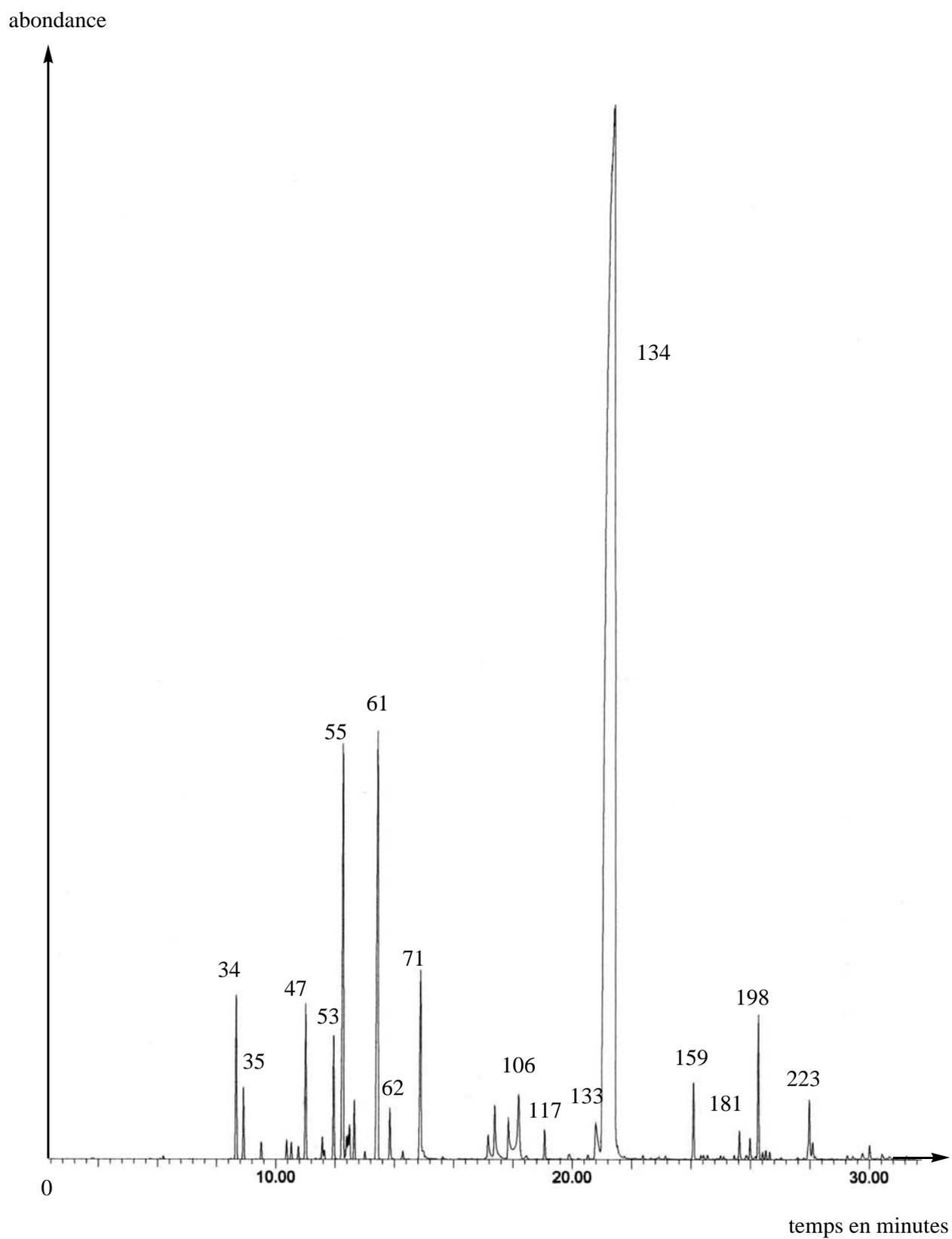


Tableau 101 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum X majoricum</i> Cambessedes - échantillon A4					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(4)	2-éthyl furane	traces	(106)	α -terpinéol	1,65
(6)	3-méthyl-butane-1-ol	traces	(110)	<i>cis</i> -pipéritol	0,37
(7)	2-méthyl-butane-1-ol	traces	(113)	<i>trans</i> -pipéritol	traces
(10)	isovalérate de méthyle	traces	(115)	nérol	traces
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(116)	<i>trans</i> -acétate de chrysanthényle	traces
(28)	butyl-éthyl cétone	traces	(119)	carvacrol méthyl-éther	0,32
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces	(122)	acétate de linalyle	1,75
(32)	tricyclène	traces	(126)	géraniol	0,10
(34)	α -thujène	0,91	(127)	carvone	traces
(35)	α -pinène	0,73	(131)	cuminol	0,31
(37)	thuja-2,4(10)-diène	0,03	(132)	formiate de géranyle	traces
(39)	camphène	traces	(134)	carvacrol	28,96
(41)	benzaldéhyde	traces	(139)	acétate de néryle	traces
(42)	sabinène	5,52	(141)	acétate de thymyle	traces
(43)	β -pinène	0,31	(147)	acétate de géranyle	traces
(45)	octèn-3-ol	0,10	(149)	β -bourbonène	0,14
(46)	pentyl-éthyl cétone	traces	(151)	β -élémente	traces
(47)	myrcène	1,80	(153)	<i>cis</i> -jasnone	traces
(48)	octan-3-ol	0,07	(159)	β -caryophyllène	0,82
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(160)	β -copaène	traces
(50)	α -phellandrène	0,20	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(51)	δ -3-carène	0,02	(169)	iso-germacrène-D	traces
(53)	α -terpinène	3,03	(171)	(E)- β -farnésène	traces
(55)	<i>para</i> -cymène	1,76	(173)	α -humulène	0,08
(56)	limonène	1,60	(180)	γ -muurolène	traces
(57)	β -phellandrène	traces	(181)	germacrène-D	0,54
(58)	1,8-cinéole	traces	(186)	lédène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	0,05	(192)	bicyclogermacrène	0,46
(60)	E-(β)-ocimène	0,09	(193)	α -muurolène	traces
(61)	γ -terpinène	6,39	(197)	(E,E)- α -farnésène	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	1,99	(198)	β -bisabolène	0,78
(65)	terpinolène	0,95	(200)	sesquicinéole	0,02
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	traces	(205)	β -sesquiphellandrène	0,05
(68)	<i>para</i> -cyménène	traces	(208)	E-(α)-bisabolène	0,02
(71)	linalol	1,03	(215)	(E)-nérolidol	traces
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	27,81	(221)	benzoate de (Z)-hex-3-ényle	0,01
(75)	acétate de oct-3-yle	0,15	(223)	spatulénol	0,06
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,62	(224)	oxyde de caryophyllène	0,06
(97)	terpinèn-4-ol	8,01	(246)	α -bisabolol	traces
total identifié 99,67%					

Tableau 103: principaux composés en % de l'huile essentielle de <i>Origanum X minoanum</i> Davis					
n°	nom des composés	éch. A1	éch. A2	éch. A3	éch. A4
(34)	α -thujène	1,84	1,15	1,26	1,66
(35)	α -pinène	0,61	0,56	0,67	0,71
(39)	camphène	0,17	0,22	0,30	0,17
(42)	sabinène	0,90	0,15	0,22	0,22
(43)	β -pinène	0,13	0,14	0,14	0,13
(44)	pentyl vinyl cétone	0,21	0,39	0,17	0,10
(47)	myrcène	1,51	1,24	1,41	1,69
(53)	α -terpinène	0,92	0,74	0,94	0,92
(55)	<i>para</i> -cymène	4,11	4,24	4,12	3,94
(56)	limonène	0,43	0,33	0,33	0,38
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,45	0,31	0,36	0,26
(64)	γ -terpinène	4,41	4,82	6,04	5,25
(96)	bornéol	0,17	0,35	0,32	0,09
(97)	terpinèn-4-ol	0,19	0,15	0,26	0,29
(133)	thymol	0,26	0,76	0,28	0,84
(134)	carvacrol	75,92	79,73	78,25	76,34
(159)	β -caryophyllène	0,88	0,45	0,58	0,44
(198)	β -bisabolène	0,50	0,89	0,35	0,83
(223)	spathuléol	0,13	0,43	0,12	0,12
(224)	oxyde de caryophyllène	0,28	0,12	0,01	0,01
	total	94,02	97,17	96,13	94,39

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum X minoanum* Davis



**Tableau 104 : composition de l'huile essentielle
de *Origanum X minoanum* Davis - échantillon A4**

n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(9)	butyrate de méthyle	traces	(106)	α -terpinéol	0,18
(11)	2-méthyl-butyrate de méthyle	traces	(107)	<i>cis</i> -dihydrocarvone	traces
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(108)	<i>para</i> -menth-2-èn-8-ol	0,52
(17)	isovalérate de éthyle	traces	(110)	<i>cis</i> -pipéritol	traces
(18)	(E)-hex-2-éнал	traces	(111)	<i>trans</i> -dihydrocarvone	0,11
(19)	(Z)-hex-2-énol	traces	(113)	<i>trans</i> -pipéritol	traces
(28)	butyl-éthyl cétone	traces	(117)	thymol méthyl-éther	traces
(32)	tricyclène	traces	(119)	carvacrol méthyl-éther	0,07
(34)	α -thujène	1,66	(127)	carvone	traces
(35)	α -pinène	0,71	(132)	formiate de géranyle	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(133)	thymol	0,84
(39)	camphène	0,17	(134)	carvacrol	76,34
(40)	verbénène	traces	(144)	acétate de carvacryle	traces
(42)	sabinène	0,22	(146)	α -copaène	traces
(43)	β -pinène	0,13	(147)	acétate de géranyle	traces
(45)	octèn-3-ol	traces	(149)	β -bourbonène	traces
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,10	(159)	β -caryophyllène	0,44
(47)	myrcène	1,69	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(48)	octan-3-ol	0,03	(167)	aromadendrène	0,04
(49)	mentha-1(7),8-diène	traces	(170)	sesquisabinène-B	traces
(50)	α -phellandrène	0,19	(173)	α -humulène	0,03
(51)	δ -3-carène	0,08	(175)	allo-aromadendrène	traces
(53)	α -terpinène	0,92	(180)	γ -muurolène	traces
(54)	<i>ortho</i> -cymène	traces	(181)	germacrène-D	0,12
(55)	<i>para</i> -cymène	3,94	(186)	lédène	traces
(56)	limonène	0,38	(192)	bicyclogermacrène	traces
(57)	β -phellandrène	traces	(198)	β -bisabolène	0,83
(58)	1,8-cinéole	traces	(201)	γ -cadinène	0,04
(59)	Z-(β)-ocimène	0,48	(202)	δ -cadinène	0,09
(60)	E-(β)-ocimène	0,06	(205)	β -sesquiphellandrène	traces
(61)	γ -terpinène	5,25	(206)	cadina-1,4-diène	traces
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,26	(207)	α -cadinène	traces
(64)	1-non-èn-3-ol	traces	(208)	E-(α)-bisabolène	0,02
(65)	terpinolène	0,05	(221)	benzoate de (Z)-hex-3-ényle	0,43
(66)	<i>cis</i> -oxyde de linalol	traces	(223)	spathuléol	0,12
(68)	<i>para</i> -cyménène	traces	(224)	oxyde de caryophyllène	0,01
(71)	linalol	1,33	(225)	globulol	traces
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	traces	(238)	iso-spathuléol	traces
(77)	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	traces	(240)	<i>cis</i> -jasmonate de méthyle	traces
(82)	camphre	0,09	(244)	α -cadinol	0,06
(84)	<i>trans-para</i> -menth-2-èn-1-ol	0,29	(246)	α -bisabolol	0,03
total identifié 98,35%					

Chromatogramme de l'huile essentielle
de *Origanum X intercedens* Rechinger

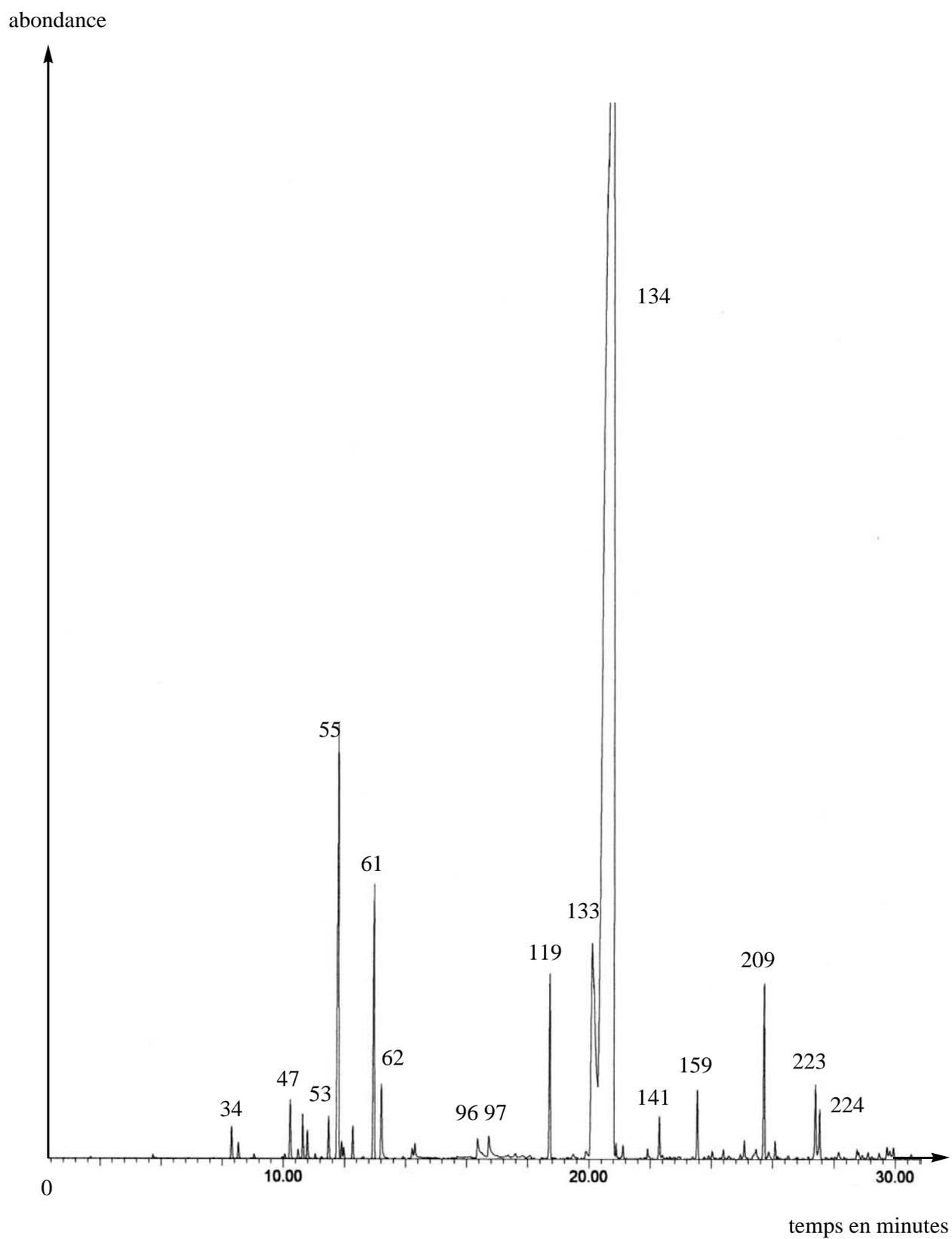


Tableau 106 : composition de l'huile essentielle de <i>Origanum vulgare</i> X <i>intercedens</i> Rechinger - échantillon A1					
n°	nom des composés	% fid	n°	nom des composés	% fid
(1)	3-méthyl-butanal	traces	(101)	estragol	traces
(15)	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle	traces	(106)	α -terpinéol	traces
(18)	(E)-hex-2-énal	traces	(108)	<i>para</i> -menth-2-èn-8-ol	0,03
(19)	(Z)-hex-2-énol	traces	(119)	carvacrol méthyl-éther	1,07
(21)	(E)-hex-2-énol	traces	(125)	thymoquinone	traces
(28)	butyl-éthyl cétone	traces	(127)	carvone	traces
(29)	2,5-di-éthyl-tétrahydrofurane	traces	(131)	cuminol	0,10
(32)	tricyclène	traces	(133)	thymol	4,24
(34)	α -thujène	0,70	(134)	carvacrol	72,93
(35)	α -pinène	0,38	(138)	α -cubébène	traces
(37)	thuja-2,4(10)-diène	traces	(140)	eugénol	0,02
(39)	camphène	0,11	(141)	acétate de thymyle	0,12
(41)	benzaldéhyde	traces	(146)	α -copaène	traces
(42)	sabinène	0,03	(149)	β -bourbonène	traces
(43)	β -pinène	0,11	(153)	<i>cis</i> -jasmone	traces
(45)	octèn-3-ol	0,82	(159)	β -caryophyllène	0,42
(46)	pentyl-éthyl cétone	0,12	(160)	β -copaène	traces
(47)	myrcène	0,88	(161)	α - <i>trans</i> -bergamotène	traces
(48)	octan-3-ol	0,32	(173)	α -humulène	traces
(50)	α -phellandrène	0,08	(180)	γ -muurolène	traces
(53)	α -terpinène	0,63	(181)	germacrène-D	0,09
(55)	<i>para</i> -cymène	7,61	(198)	β -bisabolène	traces
(56)	limonène	0,31	(201)	γ -cadinène	traces
(58)	1,8-cinéole	0,14	(202)	δ -cadinène	traces
(59)	Z-(β)-ocimène	0,51	(208)	E-(α)-bisabolène	0,88
(60)	E-(β)-ocimène	0,01	(220)	thymohydroquinone	traces
(61)	γ -terpinène	4,29	(223)	spathuléol	0,18
(62)	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	0,67	(224)	oxyde de caryophyllène	0,19
(65)	terpinolène	0,02	(238)	iso-spathuléol	traces
(71)	linalol	0,16	(243)	épi- α -cadinol	traces
(73)	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	0,08	(244)	α -cadinol	traces
(82)	camphre	traces	(246)	α -bisabolol	0,05
(96)	bornéol	0,22	(247)	shyobunol	traces
(97)	terpinèn-4-ol	0,25	(249)	benzoate de benzyle	traces
total identifié 98,77%					

Tableau 107 : liste des composés en formules développées identifiés dans la totalité des espèces étudiées

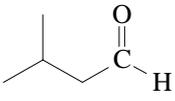
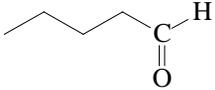
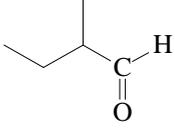
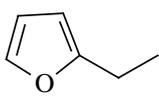
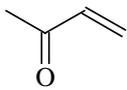
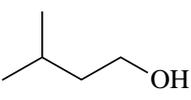
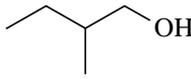
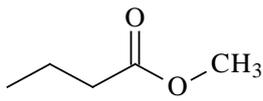
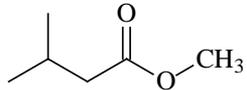
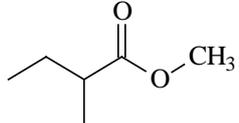
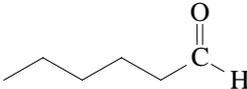
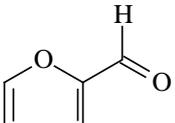
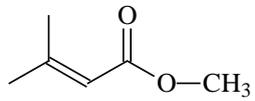
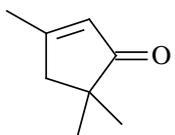
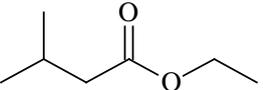
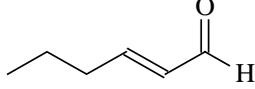
 3-méthyl-butanal 1	 pentanal 2	 2-méthyl-butanal 3
 2-éthyl-furanne 4	 but-3-èn-2-one 5	 3-méthyl-butanol 6
 2-méthyl-butanol 7	 pentanol 8	 butanoate de méthyle 9
 isovalérate de méthyle 10	 2-méthyl-butyrate de méthyle 11	 octane 12
 hexanal 13	 furfural 14	 3-méthyl-but-2-énoate de méthyle 15
 3,5,5-triméthyl cyclopent-2-èn-1-one 16	 isovalérate d'éthyle 17	 (E)-hex-2-éнал 18

Tableau 107 suite : liste des composés en formules développées identifiés dans la totalité des espèces étudiées

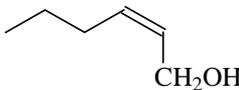
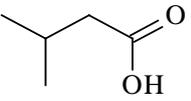
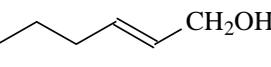
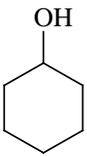
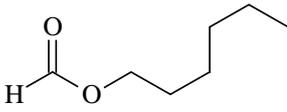
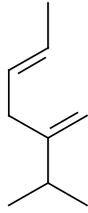
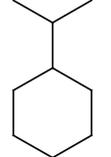
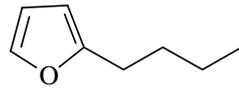
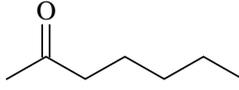
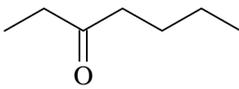
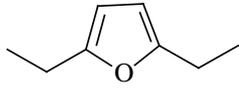
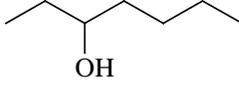
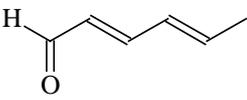
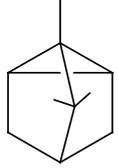
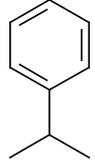
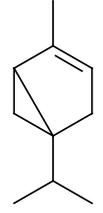
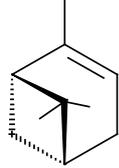
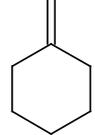
 (Z)-hex-2-énol 19	 acide isovalérique 20	 (E)-hex-2-énol 21
 cyclohexanol 22	 formate d'héxyle 23	 salvène (E) 24
 isopropyl- cyclohexane 25	 2-butyl-furanne 26	 heptan-2-one 27
 heptan-3-one 28	 2,5-diéthyl-furanne 29	 heptan-3-ol 30
 (E,E)-hexa-2,4-diéнал 31	 tricyclène 32	 cumène 33
 α-thujène 34	 α-pinène 35	 méthylidène cyclohexane 36

Tableau 107 suite : liste des composés en formules développées identifiés dans la totalité des espèces étudiées

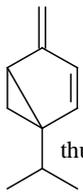
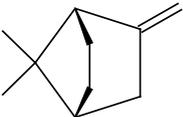
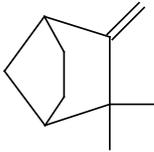
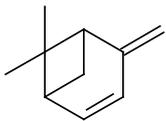
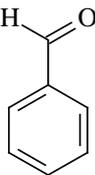
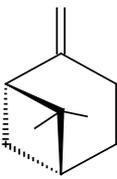
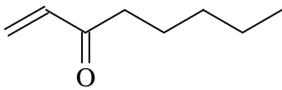
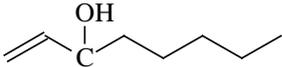
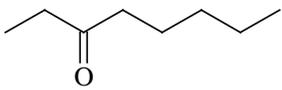
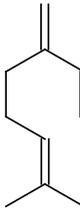
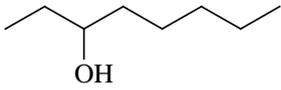
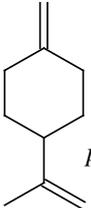
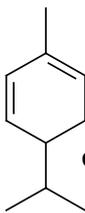
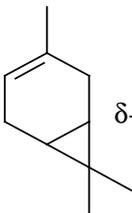
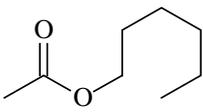
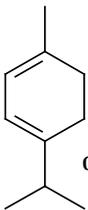
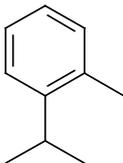
 <p>thuja-2,4(10)-diène</p> <p style="text-align: right;">37</p>	 <p>α-fenchène</p> <p style="text-align: right;">38</p>	 <p>camphène</p> <p style="text-align: right;">39</p>
 <p>verbénène</p> <p style="text-align: right;">40</p>	 <p>benzaldéhyde</p> <p style="text-align: right;">41</p>	 <p>sabinène</p> <p style="text-align: right;">42</p>
 <p>β-pinène</p> <p style="text-align: right;">43</p>	 <p>octène-3-one</p> <p style="text-align: right;">44</p>	 <p>oct-1-èn-3-ol</p> <p style="text-align: right;">45</p>
 <p>octan-3-one</p> <p style="text-align: right;">46</p>	 <p>myrcène</p> <p style="text-align: right;">47</p>	 <p>octan-3-ol</p> <p style="text-align: right;">48</p>
 <p><i>para</i>-mentha-1(7),8 diène</p> <p style="text-align: right;">49</p>	 <p>α-phellandrène</p> <p style="text-align: right;">50</p>	 <p>δ-3-carène</p> <p style="text-align: right;">51</p>
 <p>acétate d'hexyle</p> <p style="text-align: right;">52</p>	 <p>α-terpinène</p> <p style="text-align: right;">53</p>	 <p>ortho-cymène</p> <p style="text-align: right;">54</p>

Tableau 107 suite : liste des composés en formules développées identifiés dans la totalité des espèces étudiées

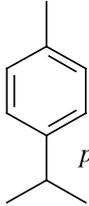
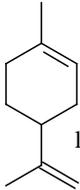
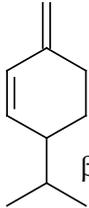
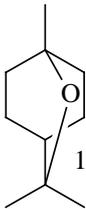
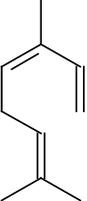
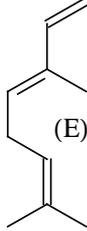
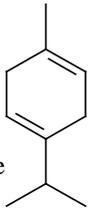
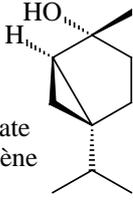
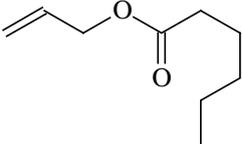
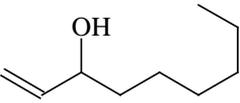
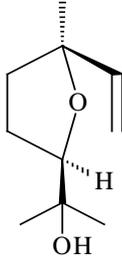
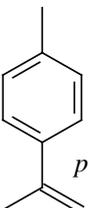
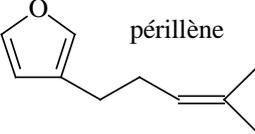
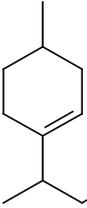
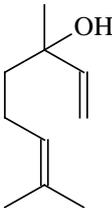
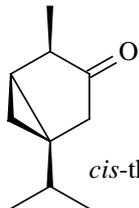
 <p><i>para</i>-cymène</p> <p style="text-align: right;">55</p>	 <p>limonène</p> <p style="text-align: right;">56</p>	 <p>β-phellandrène</p> <p style="text-align: right;">57</p>
 <p>1,8-cinéole</p> <p style="text-align: right;">58</p>	 <p>(Z) β-ocimène</p> <p style="text-align: right;">59</p>	 <p>(E) β-ocimène</p> <p style="text-align: right;">60</p>
 <p>γ-terpinène</p> <p style="text-align: right;">61</p>	 <p><i>cis</i>-hydrate de sabinène</p> <p style="text-align: right;">62</p>	 <p>hexanoate d'allyle</p> <p style="text-align: right;">63</p>
 <p>non-1-èn-3-ol</p> <p style="text-align: right;">64</p>	 <p>terpinolène</p> <p style="text-align: right;">65</p>	 <p><i>cis</i>-oxyde de linalol</p> <p style="text-align: right;">66</p>
 <p><i>trans</i>-oxyde de linalol</p> <p style="text-align: right;">67</p>	 <p><i>para</i>-cyménène</p> <p style="text-align: right;">68</p>	 <p>périllène</p> <p style="text-align: right;">69</p>
 <p><i>para</i>-menth-3-èn-9-ol</p> <p style="text-align: right;">70</p>	 <p>linalol</p> <p style="text-align: right;">71</p>	 <p><i>cis</i>-thujone</p> <p style="text-align: right;">72</p>

Tableau 107 suite : liste des composés en formules développées identifiés dans la totalité des espèces étudiées

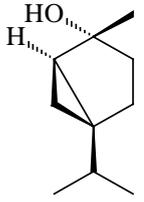
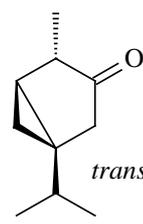
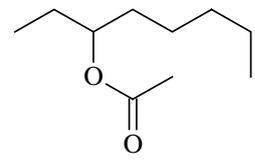
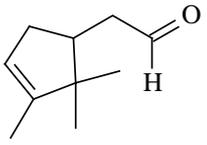
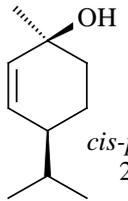
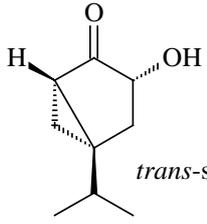
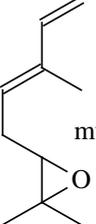
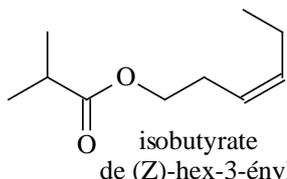
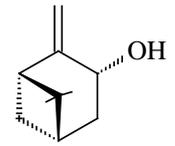
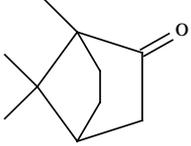
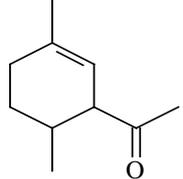
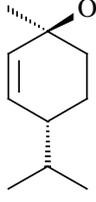
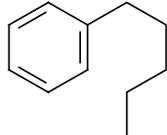
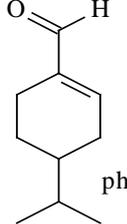
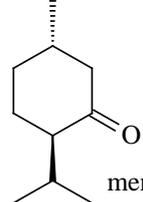
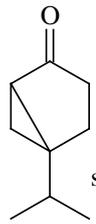
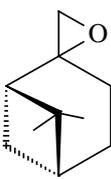
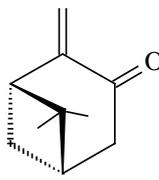
 <p><i>trans</i>-hydrate de sabinène</p> <p style="text-align: right;">73</p>	 <p><i>trans</i>-thujone</p> <p style="text-align: right;">74</p>	 <p>acétate d'oct-3-yle</p> <p style="text-align: right;">75</p>
 <p>α-campholénal</p> <p style="text-align: right;">76</p>	 <p><i>cis</i>-<i>para</i>-menth 2-èn-1-ol</p> <p style="text-align: right;">77</p>	 <p><i>trans</i>-sabinol</p> <p style="text-align: right;">78</p>
 <p>muroxyde (E)</p> <p style="text-align: right;">79</p>	 <p>isobutyrate de (Z)-hex-3-ényle</p> <p style="text-align: right;">80</p>	 <p><i>trans</i>-pinocarvéol</p> <p style="text-align: right;">81</p>
 <p>camphre</p> <p style="text-align: right;">82</p>	 <p>1,4-diméthylcyclohex- 3-ényle-méthyl cétone</p> <p style="text-align: right;">83</p>	 <p><i>trans</i>-<i>para</i>-menth 2-èn-1-ol</p> <p style="text-align: right;">84</p>
 <p>pentyl-benzène</p> <p style="text-align: right;">85</p>	 <p>phellandral</p> <p style="text-align: right;">86</p>	 <p>menthone</p> <p style="text-align: right;">87</p>
 <p>sabinacétone</p> <p style="text-align: right;">88</p>	 <p>pinène oxyde β</p> <p style="text-align: right;">89</p>	 <p>pinocarvone</p> <p style="text-align: right;">90</p>

Tableau 107 suite : liste des composés en formules développées identifiés dans la totalité des espèces étudiées

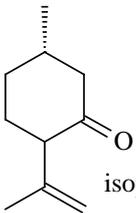
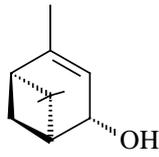
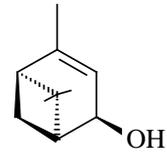
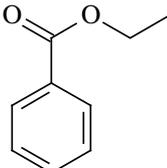
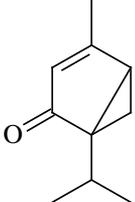
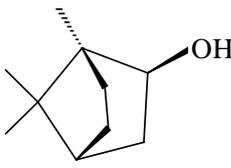
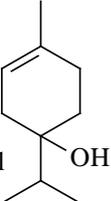
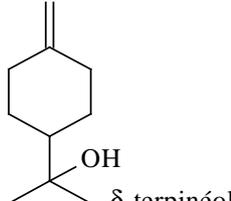
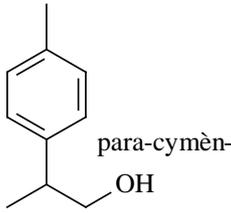
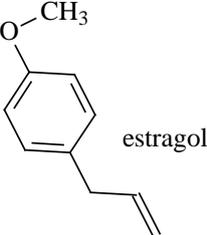
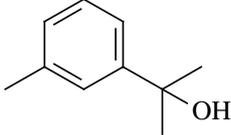
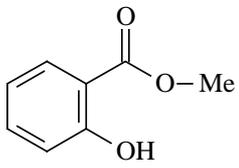
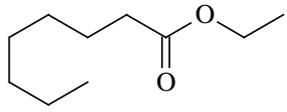
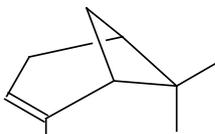
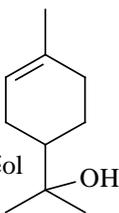
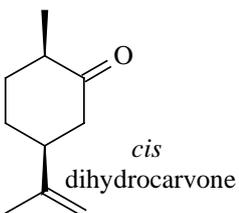
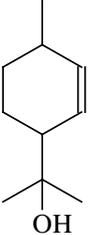
 <p>isopulégone</p> <p>91</p>	 <p><i>cis</i>-verbénol</p> <p>92</p>	 <p><i>trans</i>-verbénol</p> <p>93</p>
 <p>benzoate d'éthyle</p> <p>94</p>	 <p>umbellulone</p> <p>95</p>	 <p>bornéol</p> <p>96</p>
 <p>terpinèn-4-ol</p> <p>97</p>	 <p>δ-terpinéol</p> <p>98</p>	 <p>cryptone</p> <p>99</p>
 <p>para-cymèn-9-ol</p> <p>100</p>	 <p>estragol</p> <p>101</p>	 <p>méta-cymèn-8-ol</p> <p>102</p>
 <p>salicylate de méthyle</p> <p>103</p>	 <p>octanoate d'éthyle</p> <p>104</p>	 <p>HO myrténol</p> <p>105</p>
 <p>α-terpinéol</p> <p>106</p>	 <p><i>cis</i> dihydrocarvone</p> <p>107</p>	 <p><i>para</i>-menth 2-èn-8-ol</p> <p>108</p>

Tableau 107 suite : liste des composés en formules développées identifiés dans la totalité des espèces étudiées

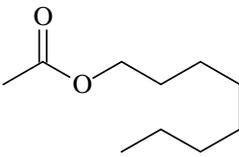
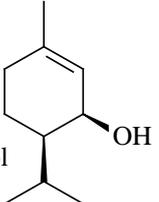
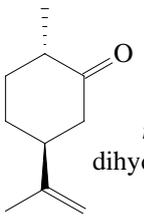
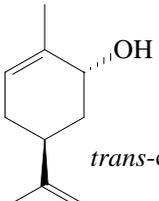
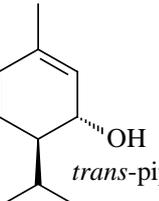
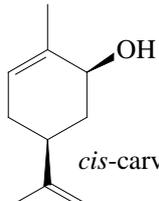
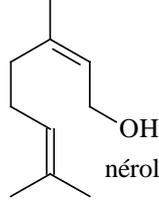
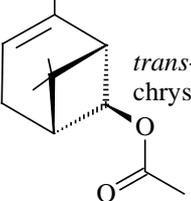
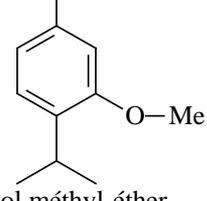
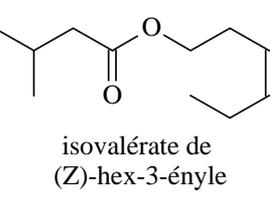
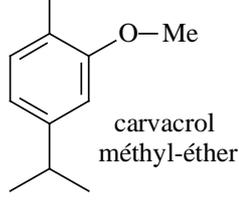
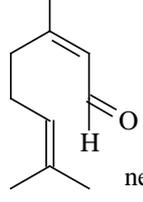
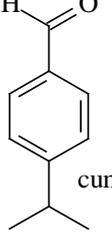
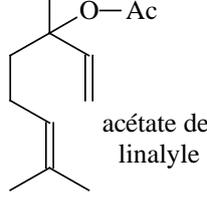
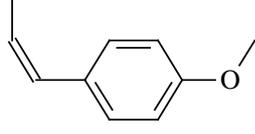
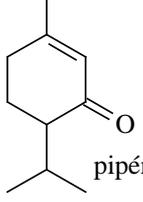
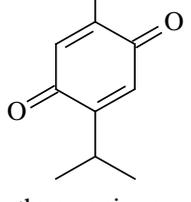
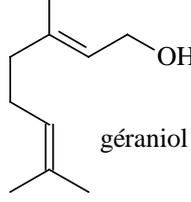
 acétate de n-octyle 109	 <i>cis</i> -pipéritol 110	 <i>trans</i> dihydrocarvone 111
 <i>trans</i> -carvéol 112	 <i>trans</i> -pipéritol 113	 <i>cis</i> -carvéol 114
 nérol 115	 <i>trans</i> -acétate de chrysanthényle 116	 thymol méthyl-éther 117
 isovalérate de (Z)-hex-3-ényle 118	 carvacrol méthyl-éther 119	 néral 120
 cuminaldéhyde 121	 acétate de linalyle 122	 (Z)-anéthole 123
 pipéritone 124	 thymoquinone 125	 géraniol 126

Tableau 107 suite : liste des composés en formules développées identifiés dans la totalité des espèces étudiées

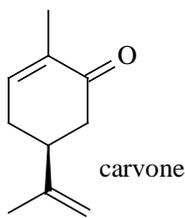
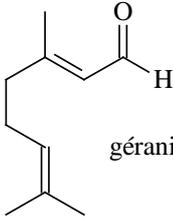
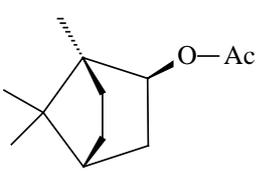
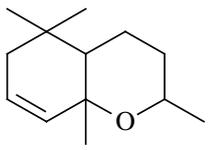
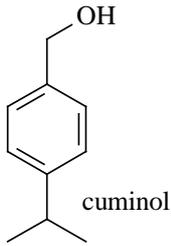
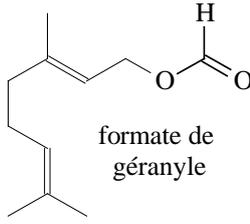
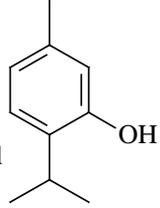
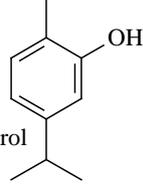
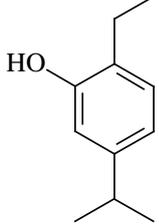
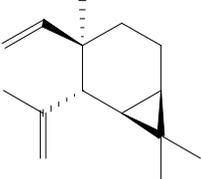
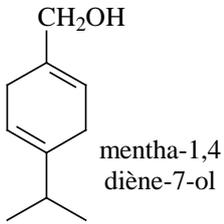
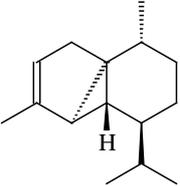
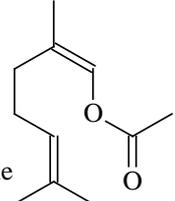
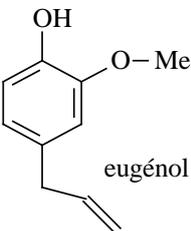
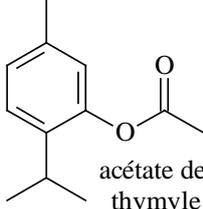
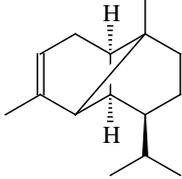
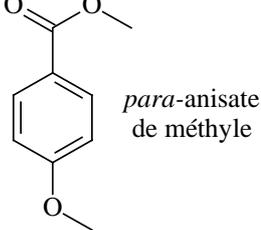
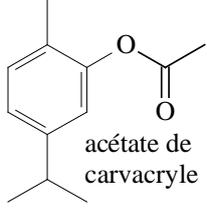
 <p>carvone</p> <p>127</p>	 <p>géraniel</p> <p>128</p>	 <p>acétate de bornyle</p> <p>129</p>
 <p>dihydroédulan I</p> <p>130</p>	 <p>cuminol</p> <p>131</p>	 <p>formate de géranyle</p> <p>132</p>
 <p>thymol</p> <p>133</p>	 <p>carvacrol</p> <p>134</p>	 <p>2-éthyl 5-isopropyl phénol</p> <p>135</p>
 <p>bicycloélémente</p> <p>136</p>	 <p>CH₂OH</p> <p>mentha-1,4 diène-7-ol</p> <p>137</p>	 <p>H</p> <p>α-cubébène</p> <p>138</p>
 <p>acétate de néryle</p> <p>139</p>	 <p>OH</p> <p>O-Me</p> <p>eugénol</p> <p>140</p>	 <p>acétate de thymyle</p> <p>141</p>
 <p>H</p> <p>H</p> <p>α-ylangène</p> <p>142</p>	 <p>para-anisate de méthyle</p> <p>143</p>	 <p>acétate de carvacryle</p> <p>144</p>

Tableau 107 suite : liste des composés en formules développées identifiés dans la totalité des espèces étudiées

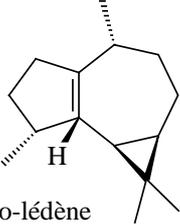
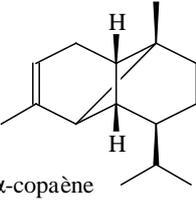
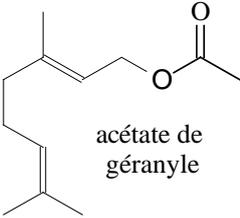
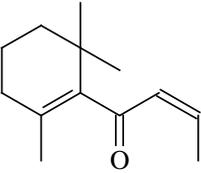
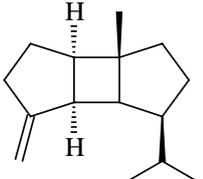
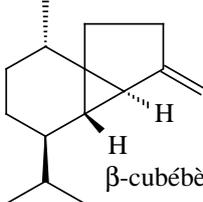
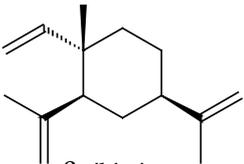
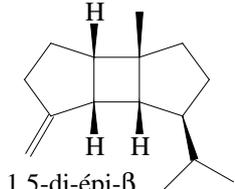
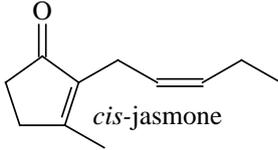
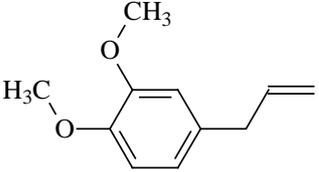
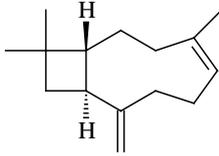
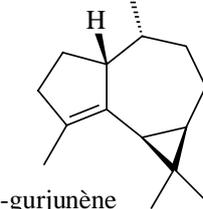
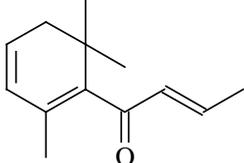
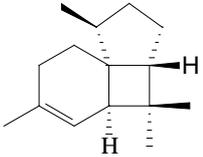
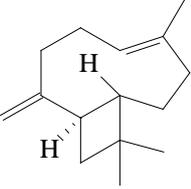
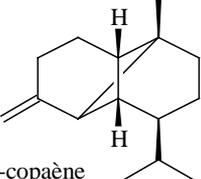
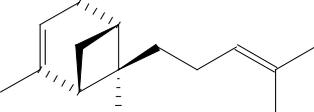
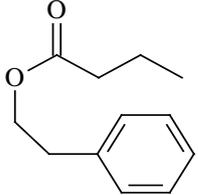
 <p>iso-lédène</p> <p style="text-align: right;">145</p>	 <p>α-copaène</p> <p style="text-align: right;">146</p>	 <p>acétate de géranyle</p> <p style="text-align: right;">147</p>
 <p>(Z)-β-damascone</p> <p style="text-align: right;">148</p>	 <p>β-bourbonène</p> <p style="text-align: right;">149</p>	 <p>β-cubébène</p> <p style="text-align: right;">150</p>
 <p>β-éléménène</p> <p style="text-align: right;">151</p>	 <p>1,5-di-épi-β bourbonène</p> <p style="text-align: right;">152</p>	 <p>cis-jasmone</p> <p style="text-align: right;">153</p>
 <p>eugénol méthyl-éter</p> <p style="text-align: right;">154</p>	 <p>isocaryophyllène</p> <p style="text-align: right;">155</p>	 <p>α-gurjunène</p> <p style="text-align: right;">156</p>
 <p>(E)-β-damascone</p> <p style="text-align: right;">157</p>	 <p>italicène</p> <p style="text-align: right;">158</p>	 <p>β-caryophyllène</p> <p style="text-align: right;">159</p>
 <p>β-copaène</p> <p style="text-align: right;">160</p>	 <p>α-trans-bergamotène</p> <p style="text-align: right;">161</p>	 <p>butanoate de phényle-éthyle</p> <p style="text-align: right;">162</p>

Tableau 107 suite : liste des composés en formules développées identifiés dans la totalité des espèces étudiées

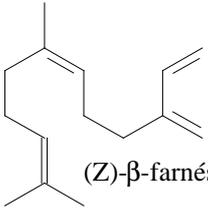
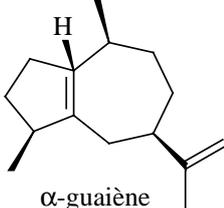
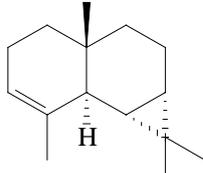
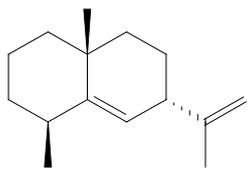
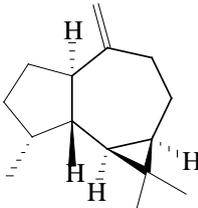
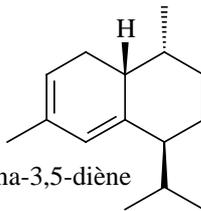
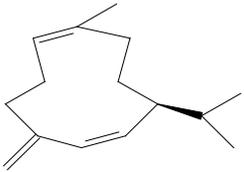
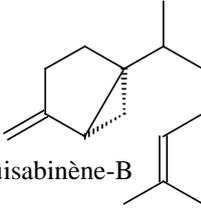
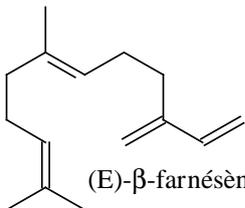
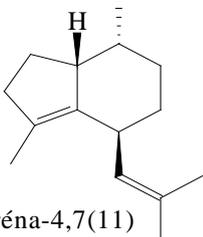
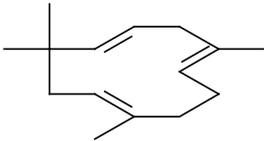
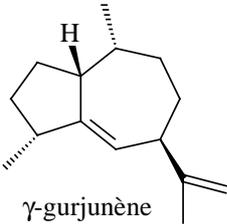
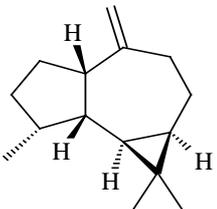
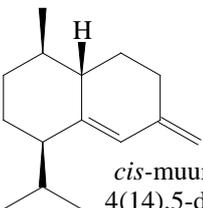
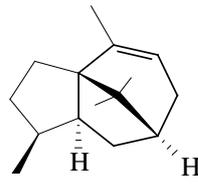
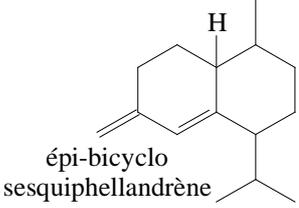
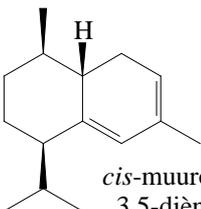
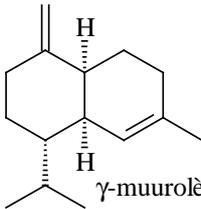
 <p>(Z)-β-farnésène</p> <p>163</p>	 <p>α-guaiène</p> <p>164</p>	 <p>α-maaliène</p> <p>165</p>
 <p>sélina-5,11-diène</p> <p>166</p>	 <p>aromadendrène</p> <p>167</p>	 <p>cadina-3,5-diène</p> <p>168</p>
 <p>iso-germacrène-D</p> <p>169</p>	 <p>sesquisabinène-B</p> <p>170</p>	 <p>(E)-β-farnésène</p> <p>171</p>
 <p>valérina-4,7(11) diène</p> <p>172</p>	 <p>α-humulène</p> <p>173</p>	 <p>γ-gurjunène</p> <p>174</p>
 <p>allo-aromadendrène</p> <p>175</p>	 <p><i>cis</i>-muurolo 4(14),5-diène</p> <p>176</p>	 <p>α-patchoulène</p> <p>177</p>
 <p>épi-bicyclo sesquiphellandrène</p> <p>178</p>	 <p><i>cis</i>-muurolo 3,5-diène</p> <p>179</p>	 <p>γ-muuroloène</p> <p>180</p>

Tableau 107 suite : liste des composés en formules développées identifiés dans la totalité des espèces étudiées

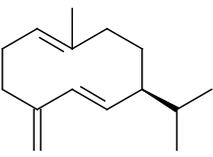
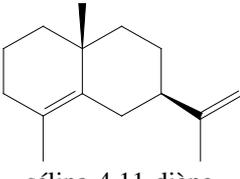
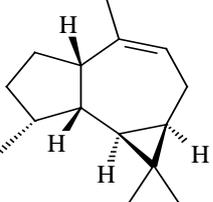
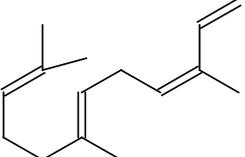
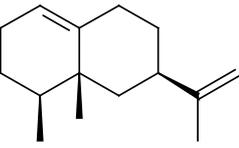
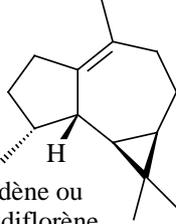
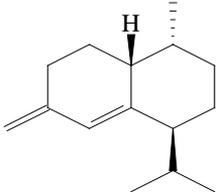
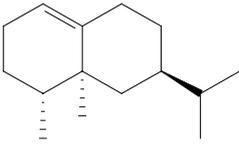
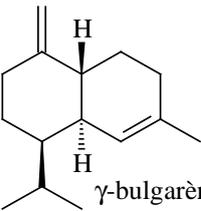
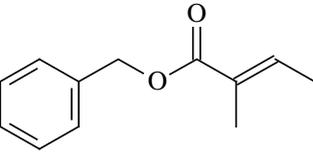
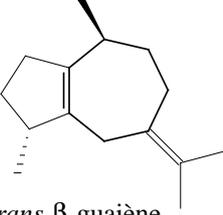
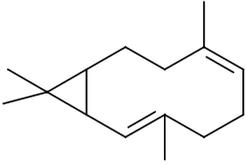
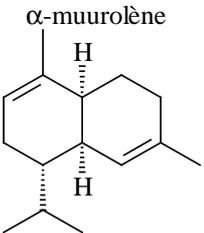
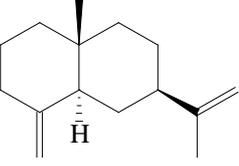
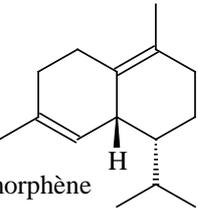
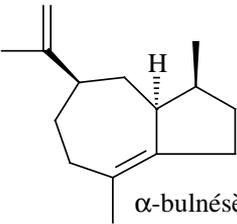
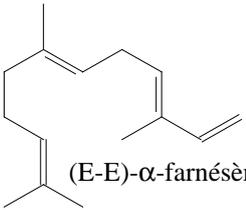
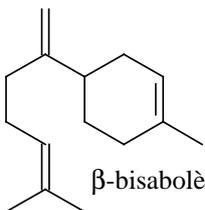
 germacrène-D 181	 sélina-4,11-diène 182	 allo-aromadendr-9-ène 183
 (Z,E)-α-farnésène 184	 éremophilène 185	 lédène ou viridiflorène 186
 bicyclo sesquiphellandrène 187	 valencène 188	 γ-bulgarène 189
 tiglate de benzyle 190	 <i>trans</i> -β-guaiène 191	 bicyclogermacrène 192
 α-muuroloène 193	 β-sélinène 194	 δ-amorphène 195
 α-bulnésène 196	 (E-E)-α-farnésène 197	 β-bisabolène 198

Tableau 107 suite : liste des composés en formules développées identifiés dans la totalité des espèces étudiées

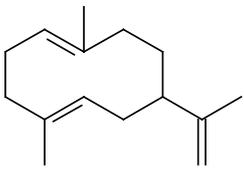
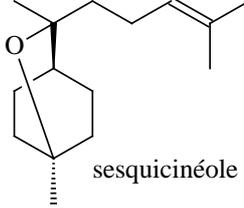
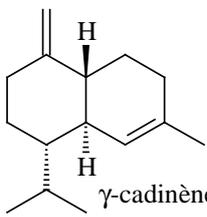
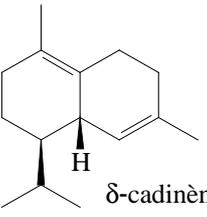
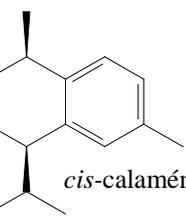
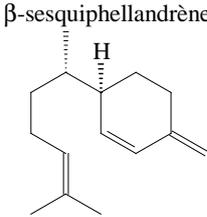
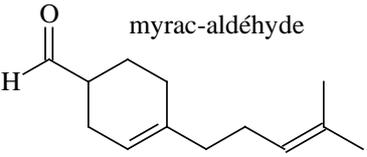
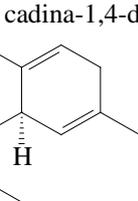
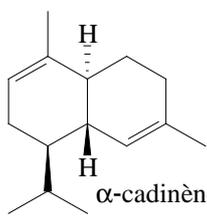
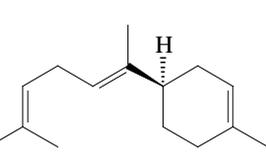
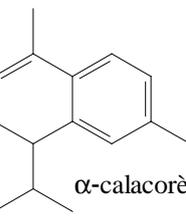
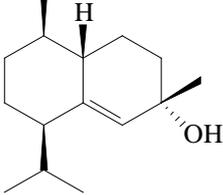
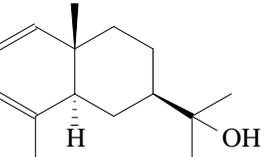
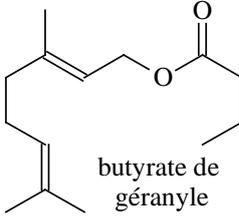
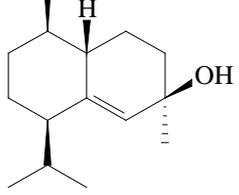
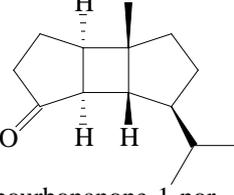
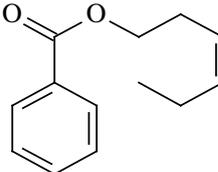
 germacrène-A 199	 sesquicinéole 200	 γ-cadinène 201
 δ-cadinène 202	 cis-calaménène 203	 β-sesquiphellandrène 205
 myrac-aldéhyde 204		 cadina-1,4-diène 206
 α-cadinène 207	 (E)-α-bisabolène 208	 α-calacorène 209
 cis-muurool-5-èn-4-α-ol 210	 élémol 211	 butyrate de géranyle 212
 cis-muurool-5-èn-4-β-ol 213	 bourbonanone-1-nor 214	 (E)-nérolidol 215

Tableau 107 suite : liste des composés en formules développées identifiés dans la totalité des espèces étudiées

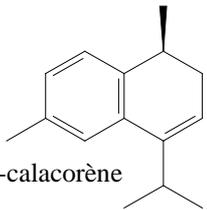
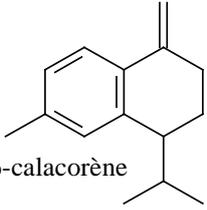
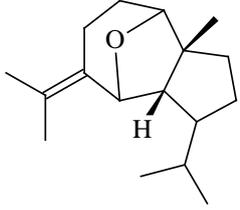
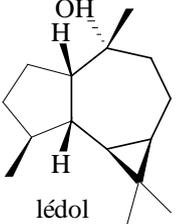
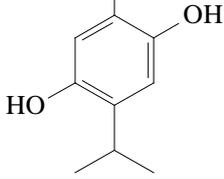
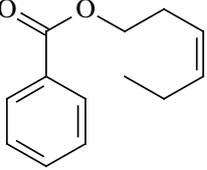
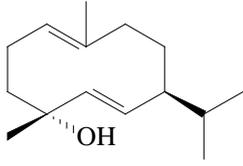
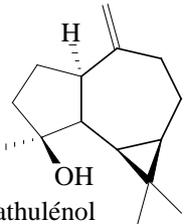
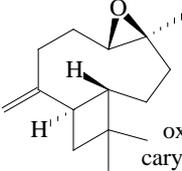
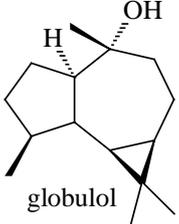
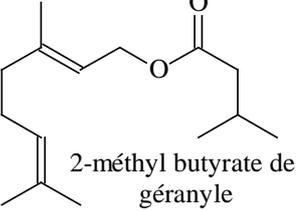
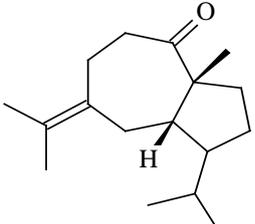
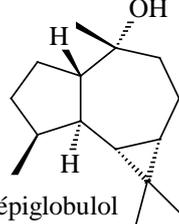
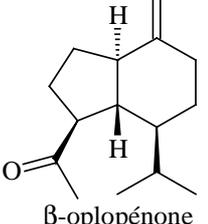
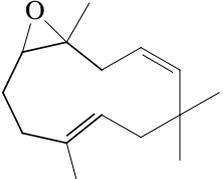
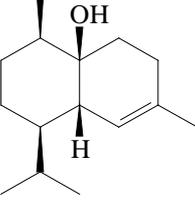
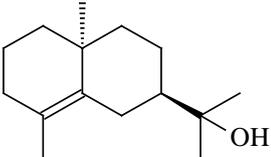
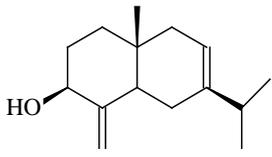
 <p>γ-calacorène</p> <p>216</p>	 <p>β-calacorène</p> <p>217</p>	 <p>1,5-époxy-salvial-4(14)-ène</p> <p>218</p>
 <p>lédol</p> <p>219</p>	<p>thymohydroquinone</p>  <p>220</p>	 <p>benzoate de (Z)-hex-3-ényle</p> <p>221</p>
 <p>germacrène-D-4-ol</p> <p>222</p>	 <p>spathuléol</p> <p>223</p>	 <p>oxyde de caryophyllène</p> <p>224</p>
 <p>globulol</p> <p>225</p>	 <p>2-méthyl butyrate de géranyle</p> <p>226</p>	 <p>salvial-4(14)-ène-1-one</p> <p>227</p>
 <p>épiglobulol</p> <p>228</p>	 <p>β-oplopénone</p> <p>229</p>	 <p>humulène-1,2-époxyde</p> <p>230</p>
 <p>1,10-di-épi-cubénol</p> <p>231</p>	 <p>eudesmol-10-épi-γ</p> <p>232</p>	 <p>eudesma-4(15),7-diène-3-β-ol</p> <p>233</p>

Tableau 107 suite : liste des composés en formules développées identifiés dans la totalité des espèces étudiées

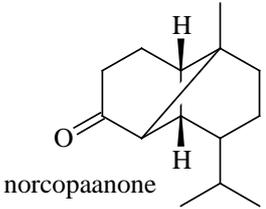
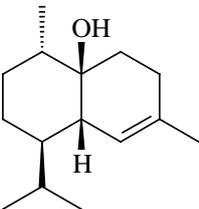
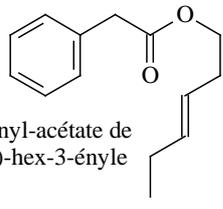
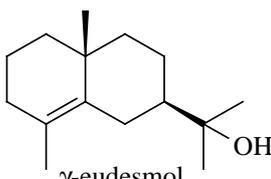
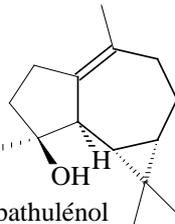
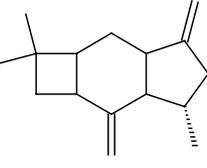
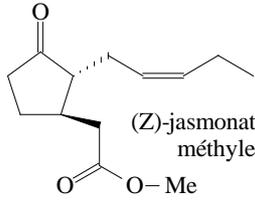
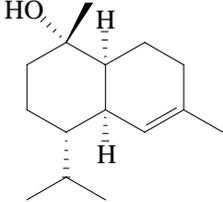
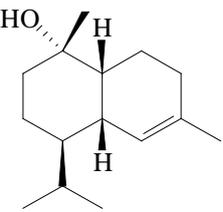
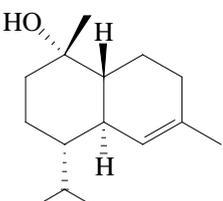
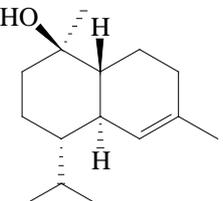
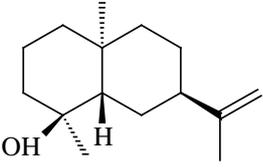
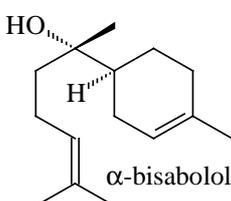
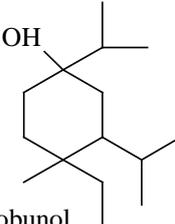
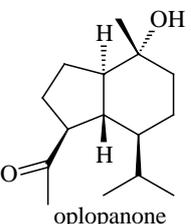
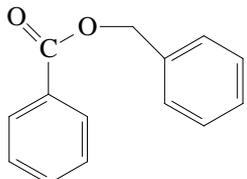
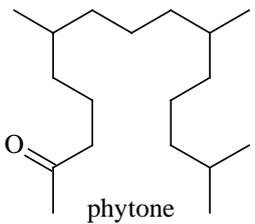
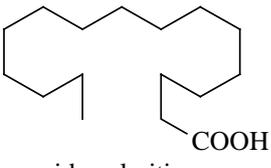
 <p>norcopaanone</p> <p style="text-align: right;">234</p>	 <p>1-épi-cubénol</p> <p style="text-align: right;">235</p>	 <p>phényl-acétate de (Z)-hex-3-ényle</p> <p style="text-align: right;">236</p>
 <p>γ-eudesmol</p> <p style="text-align: right;">237</p>	 <p>isospathuléol</p> <p style="text-align: right;">238</p>	 <p>caryophylla-4(14),8(13) diène-5-β-ol</p> <p style="text-align: right;">239</p>
 <p>(Z)-jasmonate de méthyle</p> <p>O—Me</p> <p style="text-align: right;">240</p>	 <p>épi-α-muurolol</p> <p style="text-align: right;">241</p>	 <p>α-muurolol</p> <p style="text-align: right;">242</p>
 <p>épi-α-cadinol</p> <p style="text-align: right;">243</p>	 <p>α-cadinol</p> <p style="text-align: right;">244</p>	 <p>intermédiol</p> <p style="text-align: right;">245</p>
 <p>α-bisabolol</p> <p style="text-align: right;">246</p>	 <p>shyobunol</p> <p style="text-align: right;">247</p>	 <p>oplopanone</p> <p style="text-align: right;">248</p>
 <p>benzoate de benzyle</p> <p style="text-align: right;">249</p>	 <p>phytone</p> <p style="text-align: right;">250</p>	 <p>acide palmitique</p> <p style="text-align: right;">251</p>

Tableau 107 suite : liste des composés en formules développées identifiés dans la totalité des espèces étudiées

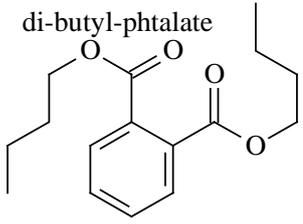
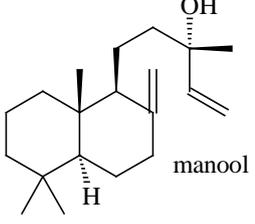
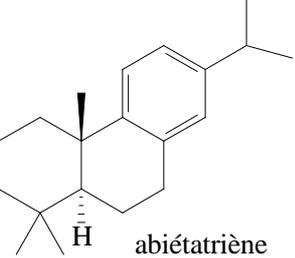
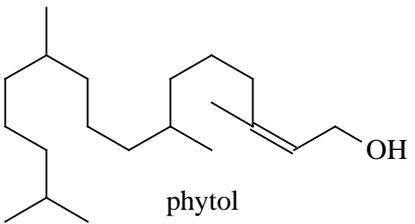
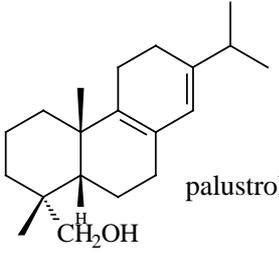
 <p>di-butyl-phthalate</p> <p>252</p>	 <p>manool</p> <p>253</p>	 <p>abiétatriène</p> <p>254</p>
 <p>phytol</p> <p>255</p>		 <p>palustrol</p> <p>256</p>

Tableau 108 : Liste des composés identifiés dans la totalité des espèces étudiées				
N° du pic	Temps de rétention (mn)	Nom du composé	Indice de KOVATS calculé	Indice de KOVATS littérature
1	2,25	3-méthyl-butanal	678	674
2	2,26	pentanal	678	687
3	2,32	2-méthyl-butanal	682	682
4	2,62	2-éthyl furane	700	704
5	3,10	but-3-en-2-one*	727	-
6	3,10	3-méthyl-butane-1-ol	727	731
7	3,11	2-méthyl-butane-1-ol	728	734
8	3,67	pentanol	760	768
9	3,82	butyrate de méthyle*	769	-
10	3,83	isovalérate de méthyle*	770	-
11	3,86	2-méthyl-butyrate de méthyle	772	775
12	4,34	octane	799	800
13	4,38	hexanal	801	800
14	5,42	furfural	832	830
15	5,75	3-méthyl-but-2-énoate de méthyle*	842	-
16	6,05	3,5,5 triméthyl -cyclopent-2-en-1-one*	851	-
17	6,07	isovalérate de éthyle	851	856
18	6,09	(E)-hex-2-éanal	852	854
19	6,23	(Z)-hex-2-énol	856	856
20	6,49	acide isovalérique	864	863
21	6,52	(E)-hex-2-énol	865	862
22	6,60	cyclohexanol*	867	-
23	6,70	formiate de hexyle*	870	-
24	6,95	salvène	877	875
25	6,97	isopropyl cyclohexane*	878	-
26	7,08	2-butyl-furane	879	889
27	7,20	heptan-2-one	885	888
28	7,23	heptan-3-one	886	890
29	7,56	2,5-diéthyltétrahydrofurane	896	895
30	7,66	heptan-3-ol*	899	-
31	8,17	(E,E)-hexa-2,4-diéanal	913	909
32	8,50	tricyclène	922	926
33	8,56	cumène	923	926
34	8,65	α -thujène	926	935
35	8,90	α -pinène	933	939
36	9,04	méthylidène cyclohexane*	936	-
37	9,33	thuja-2,4(10)-diène	944	957
38	9,37	fenchène	945	951
39	9,50	camphène	949	953

Tableau 108 suite : Liste des composés identifiés dans la totalité des espèces étudiées

N° du pic	Temps de rétention (mn)	Nom du composé	Indice de KOVATS calculé	Indice de KOVATS littérature
40	9,66	verbénène	953	967
41	10,05	benzaldéhyde	964	961
42	10,35	sabinène	972	976
43	10,54	β-pinène	977	980
44	10,59	octèn-3-one	978	962
45	10,86	octèn-3-ol	986	978
46	10,89	octan-3-one	987	986
47	11,02	myrcène	990	991
48	11,44	octan-3-ol	1002	993
49	11,49	<i>para</i> -mentha 1-(7)-8-diène	1003	999
50	11,58	α-phellandrène	1006	1005
51	11,63	δ-3-carène	1007	1011
52	11,85	acétate d'hexyle	1014	1008
53	11,97	α-terpinène	1017	1018
54	12,08	<i>ortho</i> -cymène	1020	1022
55	12,36	<i>para</i> -cymène	1029	1026
56	12,43	limonène	1031	1031
57	12,48	β-phellandrène	1032	1031
58	12,50	1,8-cinéol	1033	1033
59	12,68	Z-(β)-ocimène	1038	1040
60	13,04	E-(β)-ocimène	1048	1050
61	13,50	γ-terpinène	1062	1062
62	13,87	<i>cis</i> -hydrate de sabinène	1073	1068
63	13,90	hexanoate d'allyle	1073	1080
64	14,20	1-nonèn-3-ol*	1082	-
65	14,32	terpinolène	1085	1088
66	13,88	<i>cis</i> -oxyde de linalol	1073	1074
67	14,40	<i>trans</i> -oxyde de linalol	1088	1088
68	14,51	<i>para</i> -cyménène	1091	1089
69	14,76	périllène	1099	1099
70	14,79	<i>para</i> -menth-3-èn-9-ol*	1099	-
71	15,03	linalol	1103	1098
72	15,06	<i>cis</i> -thujone	1108	1102
73	15,08	<i>trans</i> -hydrate de sabinène	1109	1097
74	15,40	<i>trans</i> -thujone	1119	1114
75	15,52	acétate d'oct-3-yle-	1122	1124
76	15,68	α-campholénal	1128	1125
77	15,68	<i>cis-para</i> -menth-2-èn-1-ol	1128	1121
78	16,03	<i>trans</i> -sabinol	1139	1140

Tableau 108 suite : Liste des composés identifiés dans la totalité des espèces étudiées

N° du pic	Temps de rétention (mn)	Nom du composé	Indice de KOVATS calculé	Indice de KOVATS littérature
79	16,11	(E)-muuroxyde	1142	1142
80	16,15	isobutyrate de (Z)-hex-3-ényle	1142	1145
81	16,17	<i>trans</i> -pinocarvéol	1143	1139
82	16,34	camphre	1148	1136
83	16,44	1,4-diméthylcyclohex-3-ényl méthyl cétone*	1152	-
84	16,45	<i>trans-para</i> -menth-2-èn-1-ol	1152	1141
85	16,60	pentyl-benzène	1156	1168
86	16,62	phellandral*	1157	-
87	16,65	menthone	1158	1154
88	16,66	sabinacétone	1159	1159
89	16,71	pinène oxyde β	1160	1156
90	16,82	pinocarvone	1164	1162
91	16,83	isopulégone*	1164	-
92	16,85	<i>cis</i> -verbénol	1165	1140
93	16,96	<i>trans</i> -verbénol	1168	1144
94	17,06	benzoate d'éthyle	1171	1170
95	17,07	umbellulone	1172	1171
96	17,23	bornéol	1177	1176
97	17,46	terpinèn-4-ol	1184	1175
98	17,49	δ -terpinéol	1185	1179
99	17,59	cryptone	1188	1190
100	17,64	<i>para</i> -cymène-9-ol	1190	1206
101	17,72	estragol	1192	1195
102	17,74	méta-cymène-8-ol	1193	1180
103	17,74	salicylate de méthyle	1193	1190
104	17,80	octanoate de éthyle	1195	1195
105	17,85	myrténol	1195	1192
106	17,93	α -terpinéol	1195	1197
107	18,12	<i>cis</i> -dihydrocarvone	1205	1193
108	18,21	<i>para</i> -menth-2-èn-8-ol*	1208	-
109	18,28	acétate de n-octyle	1211	1214
110	18,31	<i>cis</i> -pipéritol	1212	1196
111	18,49	<i>trans</i> -dihydrocarvone	1218	1200
112	18,51	<i>trans</i> -carvéol	1219	1217
113	18,55	<i>trans</i> -pipéritol	1220	1208
114	18,60	<i>cis</i> -carvéol	1222	1229
115	18,71	nérol	1225	1228
116	18,71	<i>trans</i> -acétate de chrysanthényle	1225	1235
117	18,88	thymol-méthyl éther	1231	1235

Tableau 108 suite : Liste des composés identifiés dans la totalité des espèces étudiées

N° du pic	Temps de rétention (mn)	Nom du composé	Indice de KOVATS calculé	Indice de KOVATS littérature
118	18,99	isovalérate de (Z)-hex-3-ényle	1235	1240
119	19,11	carvacrol-méthyl-éther	1239	1244
120	19,16	néral	1241	1240
121	19,27	cuminaldéhyde	1245	1239
122	19,43	acétate de linalyle	1249	1246
123	19,51	(Z)-anéthole	1251	1251
124	19,63	pipéritone	1257	1252
125	19,66	thymoquinone	1258	1249
126	19,86	géraniol	1265	1255
127	19,87	carvone	1265	1246
128	20,00	géranial	1270	1267
129	20,46	acétate de bornyle	1286	1279
130	20,51	dihydroédulan I	1287	1289
131	20,68	cuminol	1295	1287
132	20,82	formiate de géranyle	1298	1300
133	21,04	thymol	1304	1290
134	21,20	carvacrol	1312	1298
135	21,69	2-éthyl-5-isopropyl-phénol*	1330	-
136	21,70	bicycloélémente	1330	1338
137	21,72	mentha-1,4-diène-7-ol*	1331	-
138	22,16	α -cubébène	1347	1355
139	22,43	acétate de néryle	1357	1362
140	22,52	eugénol	1358	1356
141	22,61	acétate de thymyle	1364	1371
142	22,70	α -ylangène	1367	1376
143	22,71	<i>para</i> -anisate de méthyle	1368	1367
144	22,72	acétate de carvacryle	1368	1373
145	22,76	iso-lédène	1370	1382
146	22,96	α -copaène	1376	1376
147	22,98	acétate de géranyle	1378	1383
148	22,99	(Z)- β -damascone	1378	1384
149	23,15	β -bourbonène	1384	1384
150	23,25	β -cubébène	1387	1390
151	23,29	β -élémente	1389	1391
152	23,42	1,5-di-épi- β -bourbonène	1394	1390
153	23,46	<i>cis</i> -jasmone	1394	1396
154	23,56	eugénol-méthyl-éther	1399	1401
155	23,69	isocaryophyllène	1404	1409
156	23,77	α -gurjunène	1407	1413

Tableau 108 suite : Liste des composés identifiés dans la totalité des espèces étudiées

N° du pic	Temps de rétention (mn)	Nom du composé	Indice de KOVATS calculé	Indice de KOVATS littérature
157	23,80	(E)- β -dasmacone	1408	1409
158	23,88	italicène	1411	1408
159	24,15	β -caryophyllène	1422	1421
160	24,35	β -copaène	1430	1430
161	24,41	α - <i>trans</i> -bergamotène	1432	1434
162	24,41	butanoate de phényl-éthyle	1432	1435
163	24,42	Z-(β)-farnésène	1433	1443
164	24,43	α -guaiène	1433	1440
165	24,46	α -maaliène	1435	1440
166	24,59	sélina-5,11-diène	1439	1444
167	24,60	aromadendrène	1439	1443
168	24,74	cadina-3,5-diène	1445	1448
169	24,74	iso-germacrène-D	1445	1448
170	24,85	sesquisabinène-B	1449	1446
171	24,89	(E)- β -farnésène	1451	1458
172	24,91	valéréna-4,7(11)-diène	1452	1456
173	25,03	α -humulène	1456	1454
174	25,09	γ gurjunène	1459	1472
175	25,14	allo-aromadandrène	1460	1462
176	25,15	<i>cis</i> -muurola-4,14(5)-diène	1462	1460
177	25,16	α -patchoulène	1462	1467
178	25,19	épi-bicyclosesquiphellandrène*	1463	-
179	25,35	<i>cis</i> -muurola-3,5-diène	1469	1450
180	25,48	γ -muurolène	1474	1477
181	25,67	germacrène-D	1481	1480
182	25,70	sélina-4,11-diène	1483	1475
183	25,82	allo-aromadendr-9-ène	1487	1489
184	25,84	(Z,E)- α -farnésène	1488	1480
185	25,87	érémosphillène	1489	1486
186	25,90	lédène	1491	1493
187	25,91	bicyclosesquiphellandrène	1491	1487
188	25,93	valencène	1492	1494
189	25,93	γ -bulgarène	1492	1494
190	25,96	tiglate de benzyle	1495	1496
191	26,00	<i>trans</i> - β -guaiène	1495	1500
192	26,03	bicyclogermacrène	1496	1494
193	26,08	α -muurolène	1498	1499
194	26,10	β -sélinène	1498	1486
195	26,12	δ -amorphène	1499	1499

Tableau 108 suite : Liste des composés identifiés dans la totalité des espèces étudiées

N° du pic	Temps de rétention (mn)	Nom du composé	Indice de KOVATS calculé	Indice de KOVATS littérature
196	26,15	α -bulnésène	1500	1505
197	26,19	(E,E)- α -farnésène	1502	1508
199	26,30	β -bisabolène	1507	1509
199	26,30	germacrène-A	1507	1503
200	26,40	sesquicinéole	1511	1514
201	26,44	γ -cadinène	1512	1507
202	26,55	δ -cadinène	1517	1520
203	26,60	<i>cis</i> -calaménène	1519	1517
204	26,61	myrac-aldéhyde	1520	1516
205	26,69	β -sesquiphellandrène	1523	1524
206	26,77	cadina-1,4-diène	1526	1532
207	27,00	α -cadinène	1536	1538
208	27,05	E-(α)-bisabolène	1538	1530
209	27,12	α -calacorène	1541	1527
210	27,33	<i>cis</i> -muurola-5-èn-4- α -ol	1549	1555
211	27,38	élémol	1551	1549
212	27,41	butyrate de géranyle	1553	1562
213	27,46	<i>cis</i> -muurola-5-èn-4- β -ol	1555	1545
214	27,58	bourbonanone	1560	1558
215	27,62	(E)-nérolidol	1561	1564
216	27,63	γ -calacorène	1562	1554
217	27,63	β -calacorène	1562	1563
218	27,76	1,5-époxy salvial-4(14)-ène	1567	1560
219	27,81	lédol	1569	1565
220	27,83	thymohydroquinone	1569	1555
221	27,85	benzoate de-(Z)-hex-3-ényle	1571	1570
222	28,04	germacrène-D-4-ol	1579	1574
223	28,06	spathuléol	1578	1578
224	28,14	oxyde de caryophyllène	1584	1581
225	28,23	globulol	1587	1595
226	28,39	2-méthyl-butyrates de géranyle	1593	1601
227	28,39	salvial-4(14)-èn-1-one	1593	1595
228	28,48	épi-globulol	1597	1606
229	28,59	β -oplopénone	1602	1606
230	28,78	humulène 1,2 époxyde	1610	1606
231	28,88	1,10 di-épi-cubénol	1614	1614
232	28,89	eudesmol-10-épi- γ	1614	1615
233	28,90	eudema-4(15),7-diène-3- β -ol*	1615	-
234	29,06	norcopaanone*	1622	-

Tableau 108 suite : Liste des composés identifiés dans la totalité des espèces étudiées

N° du pic	Temps de rétention (mn)	Nom du composé	Indice de KOVATS calculé	Indice de KOVATS littérature
235	29,19	1-épi-cubénol	1628	1627
236	29,24	phényl-acétate de (Z)-hex-3-ényle	1630	1634
237	29,24	γ -eudesmol	1630	1630
238	29,26	isospathulénol	1631	1626
239	29,34	caryophylla -4(14),8(13)-diène-5- β -ol	1635	1641
240	29,51	<i>cis</i> -jasmonate de méthyle	1642	1647
241	29,57	épi- α -muurolol	1645	1641
242	29,57	α -muurolol	1645	1645
243	29,65	épi- α -cadinol	1642	1640
244	29,83	α -cadinol	1656	1653
245	30,06	intermédéol	1666	1667
246	30,53	α -bisabolol	1687	1683
247	30,77	shyobunol*	1697	-
248	31,62	oplopanone	1736	1740
249	32,67	benzoate de benzyle	1785	1762
250	33,75	phytone, 6,10,14-triméthyl-2-pentadécanone	1836	-
251	36,26	acide palmitique	1961	1966
252	36,03	di-butyl-phtalate	1949	1955
253	36,26	manool oxyde	1971	1990
254	37,97	abiétatriène	2050	2054
255	39,47	phytol	2131	2130
256	42,65	palustrol	2313	2314

Résumé

Plante présente dans de nombreux pays méditerranéens, l'Origan (genre *Origanum*) a été classé par Ietswaart en 74 espèces, sous-espèces, variétés ou hybrides.

La composition chimique des huiles essentielles (HE) d'une trentaine d'espèces a été étudiée dans ce travail. Le matériel végétal a été fourni par le CNPMAI de Milly-la-Forêt qui a réalisé des cultures à partir de semis de graines collectées dans les pays d'origine. Les plants ainsi obtenus ont été récoltés, séchés, et les HE ont été extraites par hydrodistillation selon le procédé décrit par la Pharmacopée Européenne 5^{ème} éd.

L'analyse des 457 échantillons d'HE a été effectuée au moyen des techniques de CPG, soit couplée à la spectrométrie de masse pour l'identification des composés, soit couplée à un détecteur à ionisation de flamme pour leur quantification.

L'analyse des résultats montre que les phénols sont présents dans la quasi-totalité des espèces étudiées, le carvacrol est le plus représenté puisque les HE de 22 espèces en renferment plus de 40 %, tandis que le thymol atteint des teneurs de plus de 40 % dans les HE de 8 espèces. Les monoterpènes oxygénés sont présents à plus de 50 % dans 7 espèces, les plus importants étant le linalol, l' α -terpinéol, le *trans*-hydrate de sabinène et le terpinène-4-ol. Une seule espèce fournit une HE renfermant une quantité importante d'hydrocarbures monoterpéniques.

Ce travail a permis d'une part d'indiquer des compositions d'HE non encore étudiées à ce jour et d'autre part de mettre en évidence des spécificités *intra* et *inter* espèces.

En effet, lorsque le nombre d'échantillons d'HE analysés était suffisant, une étude statistique par ACP et test de Student a permis de montrer la présence de plusieurs chémotypes au sein d'une même espèce. L'origine géographique serait une variable importante puisque les HE de certaines espèces natives d'isolats géographiques (Ile de Chypre) possèdent généralement une composition unique contrairement à celles originaires du continent où la présence de 2 ou 3 chémotypes a parfois été montrée.

Ce travail a aussi permis d'établir que *O. dubium* et *O. majorana* var. *tenuifolium*, initialement confondus, sont en fait 2 espèces botaniquement distinctes. La composition de leurs HE confirme cette différenciation : la première présente 2 chémotypes (1 à thymol et 1 à carvacrol), alors que l'HE de la seconde se compose principalement d' α -terpinéol, de *trans*-hydrate de sabinène et de terpinène-4-ol.

Il n'a par contre pas été possible d'établir de manière formelle une relation chimiotaxonomique entre la composition chimique des HE d'Origan et la classification proposée par Ietswaart.

Mots-clés : Origan, *Origanum*, huile essentielle, chémotypes, carvacrol, thymol, linalol

Abstract

Present in numerous Mediterranean countries, the plant Origan (*Origanum* genre) has been classed in 74 species, under species, varieties or hybrids.

The chemical composition of the essential oils (EO) of around thirty species has been studied in this work. The vegetable material has been furnished by the CNPMAI at Milly-la-Forêt, who realized cultures from seedlings collected in their original countries. Plants thus obtained have been gathered and dried, and the EO have been extracted by hydrodistillation, according to the process described in the Pharmacopée Européenne (5th edition).

Analysis of the 457 EO samples has been carried out using GC techniques, coupled with either mass spectrometry for compound identification, or with a flame ionisation detector for their quantification.

Analysis of the results shows that phenols are present in almost all of the studied species, carvacrol being the most represented, making up more than 40% of the EO in 22 species, while the thymol content reaches more than 40% in the EO of 8 species. Oxygenated monoterpenes are present at more than 50% in 7 species, with linalool, α -terpineol, sabinene *trans*-hydrate and terpinen-4-ol being the most significant. Only one species renders an EO containing monoterpene hydrocarbons in important quantities.

This work has allowed the identification of EO compositions not previously studied, as well highlighting some *intra* and *inter* species specificities.

In fact, when enough EO samples could be analysed, a statistical study, by PCA and Student's test showed the presence of different chemotypes within the same species. The geographical origin could be an important variable, since the EO of some species native to geographically isolated areas (Cyprus) generally have an unique composition, as opposed to the EO of continental species, where the presence of 2 or 3 chemotypes has at times been shown.

This work has also shown that the species *O. dubium* and *O. majorana* var. *tenuifolium*, initially confused, are in fact 2 different botanic species. The composition of their EO confirms this distinction : the EO of the first species presents 2 chemotypes (one thymol, the other carvacrol), whereas the EO of the second is principally composed by α -terpineol, sabinene *trans*-hydrate and terpinen-4-ol.

However, it was not possible to formally establish a chimiotaxonomic link between the chemical composition of Origan's EO and the classification proposed by Ietswaart.

Key words: Origan, *Origanum*, essential oil, chemotype, carvacrol, thymol, linalool