Zeitschrift: Candollea : journal international de botanique systématique = international journal of systematic botany

Herausgeber: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève

Band: 24 (1969)

Heft: 1

Artikel: La chimiotaxonomie en rapport avec la production des huiles essentielles

Autor: Naves, Yves-René

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-880174

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Candollea 24/1: 35-43. 1969.

La chimiotaxonomie en rapport avec la production des huiles essentielles[1]

YVES-RENÉ NAVES

RÉSUMÉ.

L'auteur relève l'importance de la connaissance des constituants chimiques pour la taxonomie végétale. La composition de l'huile essentielle peut varier parallèlement à la variation morphologique des plantes ou indépendamment d'elle. Le grand intérêt des différences chimiques infraspécifiques est souligné, exemples à l'appui. Les principaux problèmes de l'extraction, de l'analyse chimique, d'une nomenclature normalisée sont mentionnés.

ZUSAMMENFASSUNG.

Verfasser weist auf die Bedeutung der Kenntnis der chemischen Inhaltsstoffe für die Pflanzentaxonomie hin. Die Zusammensetzung des ätherischen Öles kann parallel zu den morphologischen Merkmalen oder unabhängig von ihnen variieren. Das grosse Interesse der infraspezifischen Unterschiede des Chemismus wird unterstrichen und durch Beispiele belegt. Die wichtigsten Probleme der Extraktion, der chemischen Analyse und einer standardisierten Benennung werden erwähnt.

SUMMARY.

The author stresses the importance of a knowledge of the chemical constituents for the purposes of phytotaxonomy. The composition of an essential oil can vary with the morphological criteria of a plant or else vary quite independently thereof. By means of examples, the interesting features in the realm of chemical differences at an infraspecific level are further underlined. The main problems encountered in the extraction and analysis of chemical constituents and in the adoption of a standardised nomenclature are mentioned.

---

[1]Conférence lue devant la Société botanique de Genève le 18 novembre 1968.

Avant tout, je ne voudrais pas que vous vous méprenniez sur l'intérêt que j'attache aux huiles essentielles. Je ne les considère pas comme figurant une classe de constituants végétaux. La composition de l'huile essentielle est notamment fonction de sa volatilité dans la vapeur d'eau et de phénomènes de partage entre l'huile essentielle et l'eau distillées. On ne peut en considérer les constituants indépendamment des autres constituants de la plante, structuralement voisins, et avec lesquels existent des parentés biologiques démontrables, sinon vraisemblables. Cependant, dans de nombreux cas, l'étude de l'huile essentielle est actuellement beaucoup plus avancée que celle d'autres extractifs, de sorte qu'on est conduit à la considérer isolément dans sa portée pour la chimiotaxonomie.

Il semble qu'il existe, en général, une relation entre la composition chimique de l'huile essentielle et la position systématique attribuée à la plante par les botanistes. En effet, les huiles essentielles ne sont pas répandues uniformément dans le règne végétal; elles caractérisent certaines familles, comme les labiées, les rutacées, les myrtacées, les zingibéracées, les pinacées.

Parmi les chercheurs qui ont le plus contribué à mettre cette relation en évidence, l'un des plus dignes d'être mentionné est certes Yasuji Fujita. On trouvera dans la revue *The Koryo* (1) les listes des publications de ce savant; un certain nombre d'entre elles concernent le système dit "cubique" de classification des plantes d'après leurs constituants chimiques et notamment d'après ceux de leurs huiles essentielles.

Toutefois, la position de nombreux taxons dans un système naturel de classification demeure hautement incertaine et la valeur d'éclaircissement liée aux caractères chimiques peut se trouver restreinte. Il peut y avoir convergence entre la chimiotaxonomie et les classifications basées sur la morphologie; il peut aussi y avoir divergence.

Dans les cas de convergence, l'étude des caractères chimiques peut aider à préciser la position d'un taxon dans la classification naturelle et la phylogénie des espèces (2). Par ailleurs, la position d'un taxon dans la classification peut servir de guide pour la recherche de nouvelles espèces productrices d'huile essentielle de composition analogue. Il est toutefois possible que la convergence ne soit qu'apparente, les processus biogénétiques étant différents, avec des implications taxonomiques distinctes.

Les cas de divergence sont rencontrés non seulement dans le cadre d'une famille, d'un genre, mais encore, et de plus en plus, dans celui d'espèces. L'étude des caractères de l'huile essentielle au niveau infraspécifique devient alors fascinante.

Parmi les premiers chercheurs qui ont été mis en présence de divergences, certains ont été portés à attribuer le statut d'espèce, en s'attachant à des différenciations morphologiques en fait illusoires, à ce que nous considérons aujourd'hui comme des formes distinguées par leur biochimie. C'est ainsi que Baker et Smith ont distingué comme des espèces *Melaleuca smithii* et *Melaleuca maidenii* (1913), *Eucalyptus australiana* (1915), *Eucalyptus phellandra* et *E. australiana* var. *latifolia* (1920). Les *Melaleuca smithii* et *maidenii* ne sont pas des espèces distinctes mais, selon Cheel et White, des formes de *M. viridiflora* Gaertn. (= *M. quinquinervia* (Cav.) S. T. Blake). L'*Eucalyptus australiana* et l'*E. phellandra* sont des formes d'*E. radiata* Sieber ex DC. et l'*E. australiana* var. *latifolia* est une des formes d'*E. dives* Schau.

L'existence de différenciations infraspécifiques ne peut être admise que s'il y a des différences fondamentales dans les compositions des huiles essentielles, ces différences étant d'un tout autre ordre que celles qui dépendent de conditions géographiques ou climatiques ou qui résultent d'hybridations. Il convient de noter que, bien souvent, en matière d'huiles essentielles, les apparentes variabilités des constituants chimiques liées à des erreurs d'identification de la plante par des collecteurs ou le mélange de plusieurs espèces ont contribué à obscurcir cette existence de différenciations infraspécifiques.

Par différence fondamentale de composition, on ne saurait requérir l'absence du constituant hautement caractéristique de l'une des divisions infraspécifiques dans l'autre. L'illusion de cette absence a bien souvent résulté de l'insuffisance de la technique analytique et c'est à juste titre que Flück a pu dire (3): "Reports of qualitative variation characterized by the fact that one or more sbustances are completely absent in one or more subdivisions of the taxon should always be regarded with suspicion."

L'existence de distinctions chimiques infraspécifiques peut être rencontrée dans l'étude de peuplements géographiquement localisés, exempts d'individus appartenant à une autre forme chimique de l'espèce; elle peut être recherchée par l'étude attentive de caractères individuels reproduits dans la descendance.

Ces différences de composition trop marquées pour être attribuées à des fluctuations naturelles ont trait soit à des constituants structuralement fort différents, soit à des constituants qui ne sont distingués que par les degrés d'insaturation ou d'oxydation, ou qui sont enchaînés par des réactions hydrolytiques. L'existence de ces parentés peut être expliquée par l'addition ou par la suppression d'étapes de la biosynthèse qui ont leur origine soit dans des modifications du code génétique, soit dans des influences écologiques et l'adaptation au milieu. La polyploïdie qui est parfois invoquée ne correspond le plus souvent en fait qu'à une modification du rendement en huile essentielle et à des différences dans les rapports quantitatifs entre constituants, et non à des distinctions qualitatives.

Une spécialisation écologique peut expliquer la rencontre par Glichitch et moi-même (4) de chimiotypes d'*Ocimum canum* Sims. et d'*O. gratissimum* L. dont les études botaniques ont été faites par Guillaumin (5). *Ocimum canum* à cinnamate de méthyle a été trouvé aux Comores et en Afrique équatoriale, celui à camphre en Afrique orientale et aux Indes. Ce dernier a été propagé, en vue de la production de camphre, en Ukraine, au nord du Caucasse et en Floride. On a reconnu plus tard, en Erythrée et aux Indes, l'existence d'une autre forme qui donne une huile essentielle riche en citrals (6). L'*O. gratissimum* L. à thymol a été rencontré aux Comores et en Afrique équatoriale, l'*O. gratissimum* à eugénol aux Indes et à Formose. Ce dernier a été introduit, en raison de son intérêt économique, en URSS et au Brésil notamment. Un type riche en citrals a été trouvé aux Indes.

Alors que la spécialisation écologique a joué un rôle déterminant pour la découverte des types chimiques de ces *Ocimum*, c'est le plus souvent l'étude des caractères individuels qui a permis aux chercheurs australiens, en tout premier à Penfold et Morrison (1920-1942), de reconnaître l'existence de plusieurs types chimiques chez de nombreuses espèces des genres *Eucalyptus, Leptospermum, Geijera, Boronia, Zieria, Evodia, Calytrix*. Ces types existent souvent côte à côte dans

les peuplements. Ils peuvent s'effacer du fait de croisements et l'on rencontre alors de nombreuses formes intermédiaires. La recherche des formes limites a exigé des chercheurs un travail parfois considérable.

Un exposé excellent des résultats atteints a paru sous la signature de H. H. G. MacKern (7) et, vu l'ampleur de ces résultats, je me dispenserai, en renvoyant à cet exposé, d'entrer dans leurs détails, sauf à mentionner ci-après, à titre d'illustrations, quelques-uns d'entre eux.

Il est des cas où les constituants caractéristiques des types chimiques sont structuralement apparentés. C'est ainsi que l'un des types de *Backhousia citriodora* F. v. M. donne une huile essentielle qui renferme 95 à 97% de citrals, l'autre une huile essentielle riche en citronellal, en citronellol et en isopulégol (8). Au premier de ces types correspond un blocage du processus de réduction des citrals en citronellal. Un autre exemple est donné par *Leptospermum liversidgei* R. T. Bak. (9). Il en est encore de même des types de *Nepeta transcaucasica* Grossh. étudiés par Gourvitch (10): l'huile essentielle de l'un contient 30 à 40% de citrals, celle d'un autre 84 à 90% d'acétate de géranyle et celle d'un troisième 75 à 99% de citronellol.

Nous retrouvons des exemples du même ordre, notamment chez les labiées. C'est ainsi que parmi les quatre types de *Micromeria abyssinica* Benth. distingués par Rovesti (11), l'un donne une huile essentielle riche en menthones, un autre une huile essentielle riche en pulégone. L'huile essentielle que j'ai étudiée en 1948, avec 42% d'isomenthone et 48% de pulégone, était d'un type intermédiaire ou résultait du mélange de plantes appartenant aux deux types chimiques (12). Ici encore se trouve réalisée une étape complémentaire de la synthèse: la réduction de la pulégone en menthones.

L'une des huiles essentielles de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. (précédemment *L. geminata* H.B.K.) renferme de la carvone, l'autre de la pulégone. Il en est de même pour *Mentha spicata* Huds. (13). On peut supposer une origine commune pour les deux cétones, les processus terminaux étant différents.

Le *Backhousia myrtifolia* Hook. et Harv. donne, suivant le chimiotype, des huiles essentielles qui renferment de l'élémicine, ou de l'isoélémicine, ou du méthyl-eugénol, ou du méthyl-iso-eugénol (14). L'isomérisation allylique établit un lien entre ces types, deux à deux: la présence d'un méthyle éther complémentaire, en position 5, lie ceux à élémicine et isoélémicine avec ceux à méthyl-eugénol et méthyl-iso-eugénol. Tous croissent côte à côte dans le Queensland. On retrouve des cas semblables chez le *Melaleuca bracteata* F.v.M. (15).

Dans de nombreux autres cas, aucun rapport simple ne paraît exister entre les constituants caractéristiques de divers types. Ceci est illustré dans le cas du *Cinnamomum camphora* Sieb. (16). Le constituant caractéristique des huiles essentielles de feuille est le camphre, ou le cinéole, ou le linalol, ou le bornéol, ou le safrole; une huile essentielle est riche en sesquiterpènes et alcools sesquiterpéniques. On a noté que dans les premières feuilles domine toujours le safrole, plus tard apparaissent le ou les constituants caractéristiques. Dans le fruit, le safrole est toujours présent et prédomine sur les autres constituants.

Chez le *Boronia ledifolia* Gray, l'un des types donne une huile essentielle riche en terpènes et en sesquiterpènes, l'autre en nonanone-3 et en undécanone-3. Chez le *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) S. T. Blake (17), un type renferme du nérolidol et l'autre du cinéole, de l'α-pinène, du limonène, du viridiflorol: les deux croissent côte à côte.

Le cas des huiles essentielles du *Myoporum deserti* A. Cunn. (28) est des plus intéressants. On a distingué neuf types. Aucune corrélation entre la composition de l'huile essentielle et un caractère morphologique n'a pu être détectée. Il n'y a pas non plus de dépendance de la source géographique ni de facteurs climatiques. Certains constituants sont structuralement liés, par exemple les cis- et trans-dihydro-n-ngaïone et les cis et trans n-ngaïone, le myodésertal et son éther méthylique (myodésertine); pour d'autres un lien n'apparaît pas.

On peut expliquer l'apparition de types chimiques de plusieurs manières. Ils peuvent résulter d'une mutation (19), de l'existence d'hybrides de retour (20); pour G. Dillemann (21) et chez les espèces allogames, le mécanisme le plus courant de la formation naturelle serait l'isolement géographique. Hegnauer (22) considère la possibilité de l'établissement d'un type chimique par le jeu de la sélection naturelle, si le nouveau caractère offre un avantage écologique aux plantes qui l'ont acquis. Pour qu'il y ait isolement par des barrières géographiques ou écologiques, l'espèce doit posséder un caractère chimique fluctuant ou qui ne se trouve que chez certains individus.

Cependant, la voie la plus féconde pour l'isolement des types chimiques semble bien devoir être la sélection artificielle, basée sur l'étude des caractères individuels et l'usage d'une discipline expérimentale stricte. Toutefois, l'extraction d'un type chimique de son milieu naturel est assortie de risques. Il peut éventuellement s'hybrider avec des plantes d'un autre type infraspécifique ou avec d'autres espèces présentes dans l'aire nouvelle. Le contrôle doit être le fait du cytologiste aussi bien que du chimiste.

En matière d'huile essentielle, ni la sélection des types infraspécifiques, ni leur caractérisation ne sont des choses simples, à supposer que l'identité botanique (espèce) de la plante soit bien connue et que l'on n'ait pas affaire à un hybride.

Chez la plupart des végétaux, la composition de l'huile essentielle dépend étroitement de sa localisation dans un organe. On considère aujourd'hui comme insoutenable la théorie, si généralement admise au début du siècle, de la migration des constituants de l'huile essentielle, théorie qui, appliquée à l'interprétation de résultats de travaux analytiques médiocres, a conduit à de fausses conclusions (23). Chez le cannelier de Ceylan, *Cinnamomum zeylanicum* Nees, l'huile essentielle de la racine est riche en camphre, celle de l'écorce en cinnamaldéhyde et celle de la feuille en eugénol. L'huile essentielle de l'herbe de coriandre, *Coriandrum sativum* L., renferme 65 à 72% d'aldéhydes, principalement du n-décanal et du n-décène-2-al tandis que celle de la graine, à peu près exempte d'aldéhydes, contient 60 à 70% de linalol. Alors que la feuille du mandarinier, *Citrus nobilis* var. *deliciosa* Swingle, donne une huile essentielle renfermant 50 à 60% de N-méthyl-anthranilate de méthyle, celle du fruit est constituée, à côté d'environ 1% de cet ester, principalement de terpènes. On a aussi relevé de grands écarts dans la composition de l'huile essentielle selon l'âge de l'organe, en particulier lorsqu'il s'agit du feuillage. Des parasitismes peuvent favoriser l'accumulation de certains constituants. On l'observe par exemple au sujet du menthofuranne dans l'huile essentielle du *Mentha piperita* L. parasitée par l'*Eriophyes menthae* Molliard (24).

Il est important donc que la partie de la plante utilisée à la production de l'huile essentielle, l'état de la végétation, l'intégrité physiologique soient exactement définis. Quant aux variations de la composition de l'huile essentielle

qui dépendent de facteurs externes, conditions climatiques ou édaphiques, elles sont en général d'ordre quantitatif et non d'ordre qualitatif et d'une ampleur restreinte.

D'autres modifications de la composition de l'huile essentielle peuvent résulter d'altérations survenues après la cueillette et au cours du magasinage précédant la distillation ou durant cette dernière; ce dernier point doit être particulièrement considéré.

Il est en effet bien connu que l'extraction directe de l'huile essentielle par la distillation dans la vapeur d'eau est plus ou moins incomplète et qu'elle est accompagnée de pertes et de modifications chimiques. Parmi celles-ci les plus déterminantes sont des hydrolyses, des oxydations, des condensations. Mais je ne m'étendrai pas ici sur ces considérations qu'on trouvera largement explicitées dans un autre exposé, fait en 1964 devant les participants au Centre européen de recherches sur les substances naturelles, à Bruxelles (25).

Dans tous les cas où l'on doit redouter des altérations profondes en cours de distillation, il convient de soumettre le végétal à l'extraction par un solvant (28). On utilisera de préférence un solvant neutre tel que le butane, le pentane ou l'hexane et les fractions volatiles de l'extrait seront ensuite séparées de l'extrait, fort avantageusement, en recourant à la distillation dans la vapeur d'eau surchauffée sous pression réduite, et à l'appareil que j'ai inventé il y a plus de trente ans (26).

L'intérêt présenté par ces considérations ressort particulièrement bien des cas de l'ylang-ylang et de la rose. Avec Glichitch, j'ai montré que le distillat de l'extrait de l'ylang-ylang, *Cananga odorata* Hook.f. et Thomson, ne renferme, fait vérifé par d'autres auteurs, que de faibles proportions de sesquiterpènes tandis que l'huile essentielle en contient près de 70%. Les sesquiterpènes sont des artefacts (27). Des faits analogues ont été constatés au sujet du girofle, *Eugenia caryophyllata* Thunb. (28), et du poivre noir, *Piper nigrum* L. (29). Dans le cas de la rose, alors que l'huile essentielle distillée renferme environ 1% de β-phényl-éthanol, le distillat de l'extrait éthéro-pétrolique en contient plus de 60% (30). Le produit manquant à l'huile essentielle se trouve en partie dans les eaux d'alambic et pour le reste dans l'eau distillée.

Ainsi donc, les comparaisons entre huiles essentielles doivent être effectuées en usant d'une technique éprouvée. La meilleure, j'y insiste, peut être l'extraction par un solvant volatil inerte suivie de la distillation dans la vapeur d'eau surchauffée sous pression réduite.

La connaissance de la composition de l'huile essentielle est facilitée par l'usage des méthodes analtyiques modernes; mais elle demeure dans bien des cas fort imparfaite. La complexité réelle de cette composition est encore bien souvent sous-estimée.

L'étude de l'huile essentielle d'un individu ou d'un organe est rendue possible par l'usage des techniques de la chromatographie sur couche mince et de la chromatographie en phase gazeuse. L'usage de la première est illustré par les travaux de Stahl (31), celui de la seconde par ceux de v.Rudloff (32) et de v.Schantz (33) notamment.

Nombre d'auteurs utilisent abusivement la chromatographie en phase gazeuse: les identifications n'étant basées que sur des temps de rétention sont incertaines. Il convient d'identifier les effluents par les spectrographies infra-rouge, de résonance magnétique protonique ou de masse et de déterminer, chaque fois qu'il est possible, les caractères de l'activité rotatoire optique.

Il est sage de ne recourir aux données de la littérature concernant les compositions ou les différences de compositions d'huiles essentielles que sur la base d'une bonne connaissance des techniques analytiques et de leur utilisation, et avec un esprit critique sans défaillance.

On a avancé qu'il ne convient d'attribuer un statut taxonomique aux types chimiques de l'espèce qu'à la condition qu'ils offrent des différences morphologiques ou géographiques, le statut dépendant du degré de différenciation (sous-espèce, variété ou forme) (34). Toutefois, la majorité des auteurs sont d'avis, même en l'absence de différences morphologiques ou de localisation géographique, de leur donner un rang infraspécifique et l'on parle couramment de variété physiologique, de race chimique, de forme biochimique. Le problème de nomenclature a été débattu de façon fort étendue par Tétényi (35). Une première réunion de la Commission de taxonomie végétale chimique s'est tenue à Stockholm, en juin 1966, dans le cadre de l'Union internationale de chimie pure et appliquée, à l'occasion d'un symposium sur les substances naturelles.

L'intérêt d'une désignation précise de l'origine d'une huile essentielle, impliquant certains caractères qualitatifs et quantitatifs de la composition, présente une importance commerciale. L'huile essentielle doit être désignée en se référant à l'espèce botanique dont elle provient et à la partie de la plante mise en œuvre. Cette pratique est sanctionnée par les organismes de normalisation. C'est ainsi que la Commission française a récemment établi un fascicule de documentation: Nomenclature botanique des huiles essentielles, assorti de la référence NF T-75-005., juillet 1968, lequel donne les désignations usuelles d'huiles essentielles en langues française et anglaise, la dénomination botanique conforme à la nomenclature, établie au cours des congrès internationaux de botanique, des plantes dont elles sont extraites, la partie de la plante utilisée et, lorsque ceci apparaît nécessaire, l'aire de végétation ou de culture.

Dans le cas où il existe des huiles essentielles correspondant à des subdivisions biochimiques infraspécifiques, elles sont identifiées dans les monographies par la mention du ou des constituants caractéristiques (Fascicule de documentation NF T-75-004, juin 1967). Exemples: huile essentielle d'*Eucalyptus dives* Ait. (riche en cinéole), huile essentielle d'*Eucalyptus dives* Ait. (riche en pipéritone).

Cependant, si la nomenclature botanique des plantes productrices des huiles essentielles les plus importantes est généralement acceptée, tel n'est pas le cas de beaucoup d'espèces dont les huiles essentielles ne sont que peu ou point commercialisées. Nombreuses sont les plantes qui croissent dans les régions tropicales qui sont mal connues, n'ayant été étudiées que très superficiellement du point de vue de la taxonomie. Il en résulte que la littérature est pleine d'erreurs dans l'identification et dans la désignation des plantes. C'est vraisemblablement la cause de contradictions dans les caractères, dans la composition d'huiles essentielles rapportées à une espèce, contradictions qu'on pourrait être porté à expliquer par l'existence de différenciation infraspécifique. La botanique systématique est tout aussi intéressée que la phytochimie à l'élimination de ces erreurs.

En soulignant combien l'étude de l'huile essentielle au niveau infraspécifique est fascinante et peut être la source d'enrichissements pour le botaniste, le physiologiste, le chimiste et pour l'économie, je ne sous-estime nullement l'intérêt de l'étude des autres constituants secondaires de la plante tels que les terpénoïdes d'ordre supérieur, les stéroïdes, les glucosides, les pigments, les

alcaloïdes. Cette étude est tout aussi délicate, mais elle appartient généralement aux domaines d'autres spécialistes et je terminerai par ce vœu exprimé par mon excellent collègue dans l'étude des huiles essentielles, H. H. G. MacKern: "Some coordination between workers in different classes of products is required" (36).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) *The Koryo (Osaka)* 86: 93. 1967 et 87: 85. 1968.

(2) Voyez à ce sujet: R. T. Baker et H. G. Smith, *A research on the Pines of Australia* Govern. Printer, Sydney 1910, et *A research on the Eucalyptus, especially in regard to their essential oils.* Govern. Printer, Sydney 1920.

(3) H. Flück, *Chemical Plant Taxonomy* (p. 169) T. Swain Editor, Academic Press, London 1963.

(4) L. S. Glichitch et Y.-R. Naves, *Chimie et industrie* 29: 1029. 1933; *Les parfums de France* 11: 258, 283. 1933.

(5) O. Guillaumin, *Bull. Sc. Pharmacol.* 37: 431. 1930.

(6) Bibliogr. voyez H. Gildemeister u. Fr. Hoffmann, *Die aetherischen Oele,* 4ème éd. par W. Treibs (vol. 7, p. 493). Akademie Verlag, Berlin 1961.

(7) H. H. G. MacKern, *J. Proc. Roy. Soc. New South Wales* 98: 1. 1965.

(8) A. R. Penfold, F. R. Morrison, J. L. Willis, H. H. G. MacKern and M. C. Spiess, *ibid.* 84: 44. 1950: 85: 123. 1962; *Austr. J. Sc.* 13: 24. 1950.

(9) A. R. Penfold, *J. Proc. Roy. Soc. New South Wales* 56: 80. 1922; 65: 185. 1931; H. H. G. MacKern, *Thesis.* School of Chemistry, The University of New South Wales, 1956.

(10) N. L. Gourvitch, *Comptes-rendus du IIIème congrès international des huiles essentielles.* Plovdiv 1964.

(11) P. Rovesti, *Industries de la Parfumerie* 7: 166. 1952.

(12) Y.-R. Naves, *Helv. Chim. Acta* 31: 932. 1948.

(13) G. A. Fester, *Rev. Fac. Ing. Quim. Santa Fé (Argent.)* 31: 39. 1962.

(14) R. O. Hellyer and J. L. Willis, *J. Proc. Roy. Soc. New South Wales* 89: 30. 1955.

(15) A. R. Penfold, R. F. Morrison, H. H. G. MacKern and J. L. Willis, *Bull. Techn. Museum Sidney* 2: 5. 1950.

(16) N. Hirota, *Mem. Ehime Univ. (Japan) Sect. II, Sciences* 1: 1, 91. 1951-1952; B. J. Youngman, *Kew Bull.* 1952: 61.

(17) R. O. Hellyer & H. H. G. MacKern, *J. Proc. Roy. Soc. New South Wales* 89: 188. 1955.

(18) M. D. Sutherland & R. J. Park in J. D. Pridham, *Terpenoids in plants* (pp. 146-157). Academic Press, London & New York 1967.

(19) F. H. L. van Os, *Pharm. Weekbl.* 92: 846. 1957.

(20) G. Dillemann, *Planta medica* 8: 268. 1960.

(21) voir (20), p. 166.

(22) R. Hegnauer, in *The chemistry of natural products* (vol. 4, p. 182). Butterworths, London 1967.

(23) Y.-R. Naves et R. Cortési, *Ann. Pharm. Franç.* 4: 112. 1946.

(24) G. Igolen, L. Benezet et Y.-R. Naves, *Parfumerie moderne* 46: 28. 1954.

(25) Y.-R. Naves: Qu'est-ce qu'une huile essentielle?? *Ind. Chim. Belge* 1964: 1165.

(26) Y.-R. Naves et G. Mazuyer, *Les parfums Naturels* (p. 173). Gauthier-Villars, Paris 1939;

(27) Bibliogr. voyez: Y.-R. Naves et P. Ardizio, *Helv. Chim. Acta* 47: 113. 1964.

(28) Y.-R. Naves, *Helv. Chim. Acta* 31: 380. 1948.

(29) T. Hasselstrom, E. J. Hewitt & K. S. Königsbacher, *J. Agr. Food Chem.* 5: 53. 1957.

(30) Y.-R. Naves er G. Mazuyer, loc. cit: 271.

(31) E. Stahl, *Pharm. Weekbl.* 92: 840. 1957

(32) E. v. Rudloff, Newsletter nr 10, *Chemical plant taxonomy.* Phytochem. Unit. Dept. of Botany, University of Liverpool, June lst 1968; E. v. Rudloff, *Canad. J. Chem.* 42: 1057. 1964.

(33) M. v. Schantz et S. Juvonen, *Planta medica* 15: 337. 1967; *Acta Bot. Fenn.* 73: 38. 1966; S. Juvonen & M. Laks, *Farmaceutisk notisblad* 76: 126. 1967.

(34) G. Dillemann, *loc. cit*: 269.

(35) P. Tétényi, *Planta medica* 11: 287. 1963; voy. ég. Davis & Heywood, *Principles of Angiosperm taxonomy* (pp. 231 & sq.) London & Edinburgh 1963.

(36) H. H. G. MacKern, *J. Proc. Roy Soc. New South Wales* 98: 9. 1965.

Adresse de l'auteur: Yves-René Naves, chemin des Erables 14, CH-1213 Petit-Lancy.