

Notes Académiques de l'Académie d'agriculture de France

Academic Notes of the French Academy of agriculture

Authors

Jean-Marc Boussard

Title of the work

A propos des coûts externes des pesticides

Year 2016, Volume 1, Number 1, pp. 1-7

Published online:

11 May 2016,

<https://www.academie-agriculture.fr/publications/notes-academiques/n3af-commentaire-douvrage-propos-des-couts-externes-des-pesticides>

[A propos des coûts externes des pesticides](#) © 2016 by Jean-Marc Boussard is licensed under

Attribution 4.0 International 

De quelques molécules odorantes

On some odorant compounds

Hubert Richard

Correspondance :

drahcir38hh@orange.fr

Résumé : La détection et l'identification des composés odorants a considérablement progressé, dans les dernières décennies. Ces avancées analytiques ont conduit au développement d'une branche de la parfumerie : l'aromatique.

Abstract: The detection and identification of odorant compounds made considerable advances, in the last decades. These advances led to the development of a branch of the perfume industry : aromatics.

Introduction

Pour préserver ou améliorer les qualités organoleptiques des produits industriels, les firmes alimentaires sont obligées d'avoir recours à des préparations élaborées à partir d'extraits végétaux et de composés de synthèse presque toujours identiques aux produits odorants naturels. C'est ainsi qu'est née en parallèle de la parfumerie, la branche de l'industrie de l'aromatique, qui fabrique des compositions odorantes prêtes à l'emploi pour l'aromatization des aliments.

Depuis plusieurs décennies, les innombrables études scientifiques et technologiques sur les arômes ont conduit à des résultats qu'il est vain de vouloir

décrire dans une note académique de taille raisonnable. Aussi avons-nous choisi de prendre quelques exemples qui nous ont paru importants, et dont nous donnons ici une « histoire naturelle ».

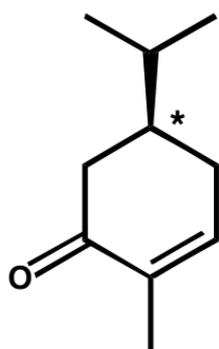
Nous percevons chaque composé odorant ou mélange de composés odorants, aussi complexe soit-il, comme une image. Il nous est donc impossible de dire si nous venons de sentir un composé pur ou un ensemble de composés. Lorsque nous décrivons nos perceptions olfactives, obtenues par voie directe (odeur) ou par voie rétro-nasale (« arôme »), nous utilisons des termes représentatifs de produits que nous connaissons et dont nous avons mémorisé l'odeur. Les molécules des centaines de composés purs volatils présents dans un produit et perçues au même instant ne vont donner qu'une image, celle du produit, que nous associons à un message hédonique de plaisir ou de danger. Parmi l'ensemble de ces composés, un seul (souvent le plus abondant, mais pas toujours) peut évoquer le produit pour un ensemble d'individus, mais la règle n'est pas générale, car les appréciations de l'univers sensoriel diffèrent selon les individus.

Un des exemples les plus connus est celui des deux carvones. La (R)-(-)-carvone rappelle, pour 80 % des individus, l'odeur

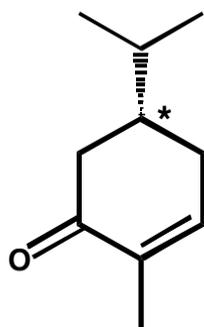
Note de synthèse / Review

de la menthe crépue, tandis que 20 % des individus ne distinguent pas ce composé de son énantiomère, la (S)-(+)-carvone, principal composé du carvi. Pourtant, si l'on fait sentir une huile essentielle de menthe douce à ceux qui confondent les deux carvones, ils identifieront sans problème l'odeur de la menthe crépue et ne la confondront pas avec celle du carvi. La (R)-(-)-carvone à elle seule ne peut représenter la plante dont elle est issue.

Cette constatation est bien connue des aromaticiens, qui, dans l'élaboration de leurs compositions aromatiques, s'inspirent de ce que fait la nature et utilisent avec libéralité la redondance. Ainsi, pour obtenir la note verte d'une pomme, ils n'hésitent pas à inclure dans leur formulation plusieurs molécules possédant cette caractéristique de verdeur. « Lorsqu'on voit des aromaticiens qui écartent certaines molécules jugées similaires en s'obligeant à un choix héroïque entre deux composés chimiques présentant des notes proches, on reste confondu » (Chataignier et Richard, 2003).



(S)-(+)-carvone



(R)-(-)-carvone

Aussi, dans ce qui suit, faut-il prendre avec un certain recul la description de l'odeur qui est faite de chaque composé, cette description étant variable selon les

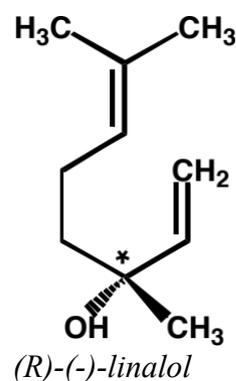
observateurs. En réalité, la carvone sent la carvone, et non la menthe douce (Richard et Hossenlopp, 2006).

1. Les alcools monoterpéniques

Les alcools monoterpéniques sont des composés volatils à dix atomes de carbone que l'on rencontre très fréquemment dans les huiles essentielles de plantes. Ils dérivent de la bio-synthèse du phosphate d'isopentényle, lui-même élaboré à partir de l'acétyl co-enzyme A (Lamarti *et al.*, 1994).

Ils possèdent des odeurs, le plus souvent florales et très agréables.

1.1.- Linalol



(R)-(-)-linalol

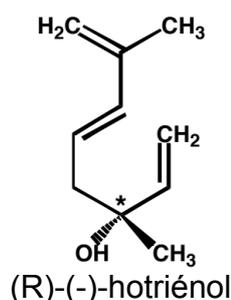
Le linalol, ou 3,7-diméthyl-1,6-octadién-3-ol, est un indicateur de la qualité des huiles essentielles de lavande et de lavandin grosso. A ce titre, son dosage permet de suivre les bonnes pratiques de distillation (Pichard *et al.*, 1986). Le linalol est peu soluble dans l'eau. Il en existe deux énantiomères possédant une odeur florale rappelant le muguet, le petit-grain avec un caractère épicé.

Le linalol est très répandu dans la nature, où il est bio-synthétisé par plus de 200

Note de synthèse / Review

espèces de plantes. C'est le composé majoritaire des huiles essentielles de graines de coriandre (*Coriandrum sativum* L.), très utilisées dans l'aromatization des champignons à la grecque. On le retrouve dans les essences de bois de rose, de cannelle, de poivre, de basilic doux (*Ocimum basilicum* L.), de Citrus (Fleurs d'orange douce) et même chez certains champignons comme le clitocybe nébuleux (Audouin *et al.*, 1989). Le linalol est peu toxique, mais peut avoir chez certaines personnes des effets allergisants.

1.2.- Hotriénol



Le hotriénol joue un rôle clef dans l'aromaticité et la typicité de divers vins. Avec le linalol, l' α -terpinéol, le nérol, le géraniol et le citronellol, il participe à la forte aromaticité des vins issus des cépages de muscat (muscat à petits grains et muscat d'Alexandrie...) et des cépages alsaciens (Riesling, Pinot gris et Gewurztraminer).

Or, il arrive que certaines mauvaises années, les vins de muscat présentent une faiblesse sur le plan aromatique. Il est alors tentant de vinifier les raisins en ajoutant dans les cuves de fermentation des fleurs de sureau séchées dont les arômes renforcent la note « muscat ». Cette pratique est bien connue et légale en Italie avec les moscatels. Elle est rigoureusement interdite en France.

L'utilisation de fleurs de sureau en vinification est considérée comme une fraude.

Initialement le problème posé était de savoir si nous retrouvions, dans les huiles essentielles de fleurs de sureau séchées, les mêmes composés que dans les raisins de muscat et si l'on pouvait relever des différences. C'est ainsi qu'un travail préalable sur l'identification du hotriénol dans les huiles essentielles extraites du muscat de Frontignan (Bayonove *et al.*, 1976) fut à l'origine de l'étude des composés volatils de la fleur de sureau. Par cette étude (Toulemonde et Richard, 1983), tous les alcools terpéniques du muscat ont pu être identifiés, ce qui justifie la pratique italienne. Ce travail a aussi permis de déterminer, à partir de l'analyse des composés volatils mineurs, les fraudes éventuelles sur les vins de muscat français.

Ce composé ou (5E)-3,7-dimethylocta-1,5,7-trien-3-ol doit son nom au camphrier, ou Ho, dont il a été extrait des feuilles. Il possède une odeur florale rappelant le tilleul.

1.3. Bornéol



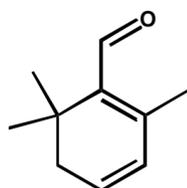
Rechercher et doser un composé particulier est un moyen efficace pour détecter des pratiques illégales. Ainsi, sur le marché français, le thym de Provence (*Thymus vulgaris* L.) fut l'objet de fraudes. Pour identifier les délinquants, le

Note de synthèse / Review

laboratoire de la Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF) effectuait à l'époque un contrôle de la qualité en réalisant un tri du matériel végétal sous loupe binoculaire. Cette méthode longue et fastidieuse était totalement inefficace lorsque le thym de Provence se trouvait sous forme pulvérulente. La fraude consistait à remplacer totalement ou partiellement le thym de Provence par du thym du Maroc, *Thymus satureioides*, bien moins cher. Or l'huile essentielle de ce dernier thym possède des teneurs en bornéol variant entre 20 et 27 %, bien supérieures à celles de l'huile essentielle de thym de Provence. Le dosage du bornéol fut un bon moyen pour détecter ce type de fraudes (Miquel *et al.*, 1976), quelle que soit la forme sous laquelle était commercialisé ce produit. Le bornéol ou camphre de Bornéo est un alcool terpénique solide qui s'oxyde assez facilement en camphre. Son goût est décrit comme brûlant et rappelant la menthe.

2. Les aldéhydes et cétones monoterpéniques

2.1. Safranal

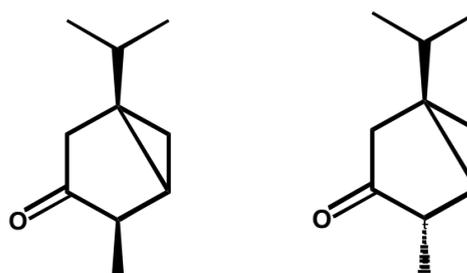


Autre exemple de fraude et non des moindres, celle du safran, épice la plus chère au monde. Une des pistes de recherche pour identifier les fraudeurs fut

de mettre au point des analyses simples permettant de déterminer la teneur en composés caractéristiques de cette épice (Giampaoli *et al.*, 1993). Ce travail fut facilité par les publications de Zarghami et Heinz (1971), qui avaient isolé et identifié la plupart des composés volatils du safran. Ils avaient également montré que le safranal, composé majoritaire responsable de la typicité de l'arôme du safran, se développe au cours du séchage à partir d'un précurseur glycosidique, la picrocrocine.

Dire que le safranal possède une odeur de safran est peu original. La teneur du safran en composés volatils étant très faible, de l'ordre de 5 g/kg de stigmates de safran, il n'existe pas sur le marché d'huile essentielle de safran dont le prix serait exorbitant (autour de 500 000 €/kg). Aussi toutes les préparations aromatiques sont élaborées à partir de safranal de synthèse peu cher, habillé de quelques autres molécules.

2.2. α -thuyone et β -thuyone



(-)- α -thuyone (+)- β -thuyone

Devant la grande diversité des huiles essentielles d'armoise blanche du Maroc, dont certaines n'avaient pas grand intérêt auprès des parfumeurs, une étude systématique des peuplements d'*Artemisia herba-alba* fut entreprise (Benjilali *et al.*, 1985). Ce travail permit de caractériser, au sein de cette espèce

Note de synthèse / Review

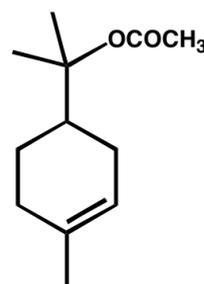
d'armoise, toute une série de chémotypes, dont certains riches en α - et β -thuyones, cétones terpéniques que l'on trouve en quantité abondante dans toutes les différentes espèces d'armoises, ainsi que dans le génépi, la tanaïsie et la sauge.

Ces composés qui marquent fortement l'odeur de ces plantes, présentent une certaine neurotoxicité. Rappelons que la législation européenne en limite actuellement la teneur à 35 mg/kg dans les boissons alcoolisées. Au début du XX^{ème} siècle, pour lutter contre l'alcoolisme ces deux cétones ont pu servir de boucs émissaires pour rassurer les bouilleurs de cru. L'alcoolisme n'existait pas, les problèmes venaient de ces deux malheureuses thuyones ! C'est ainsi que l'absinthe ou fée verte élaborée à partir de deux plantes riches en ces cétones, *Artemisia absinthium* (Grande absinthe) et *Atemisia pontica* (Petite absinthe) fut condamnée.

phénomènes d'hydrolyse. Dans le cas de la fabrication des huiles essentielles de lavandin grosso, pour déterminer l'ampleur de cette dégradation, il suffit de suivre l'évolution de l'acétate de linalyle au cours de l'entraînement à la vapeur d'eau et de sa transformation en linalol. Plus la teneur en acétate de linalyle est élevée, meilleures sont les essences de lavande (Pichard *et al.*, 1986).

L'acétate de linalyle possède une odeur douce et florale qui rappelle un peu le parfum des champs de lavande.

3.2. Acétate d' α -terpényle

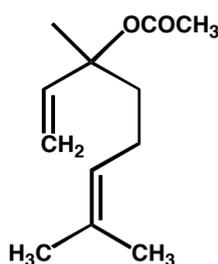


La cardamome verte, *Elettaria cardamomum* Maton, est une épice dont la teneur en huile essentielle est très élevée, de l'ordre de 8 %. L'essence possède des propriétés odorantes et une note de fraîcheur très intéressante, proche de celle d'une menthe crépue. Le composé associé à cette perception trigéminal est un ester, l'acétate d' α -terpényle, responsable du caractère olfactif dominant de cette épice. Il fait partie d'un ensemble de molécules caractéristiques des notes de fraîcheur : menthol, eucalyptol, camphre...

Dans les huiles essentielles de cardamome verte, la concentration en acétate d' α -terpényle est élevée, entre 20 et 50 % (Noleau *et al.*, 1987).

3. Les esters monoterpéniques

3.1. Acétate de linalyle



Acétate de linalyle

Dans l'obtention d'huiles essentielles, l'hydrodistillation est une des techniques les plus utilisées. Or elle n'est pas sans inconvénient : notamment elle modifie la composition de l'essence recueillie par des

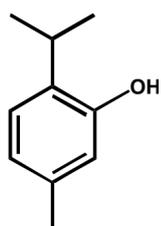
Note de synthèse / Review

4. Les phénols monoterpéniques, thymol et carvacrol

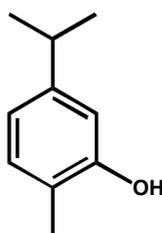
Les thyms et les origans sont des plantes très répandues sur tout le pourtour du bassin méditerranéen. Elles sont utilisées depuis des temps immémoriaux pour leurs propriétés anti-oxydantes et bactéricides en parfumerie, en cosmétologie, en aromathérapie et, bien-entendu, par l'industrie de l'aromatique.

Leurs extraits ont fait les beaux jours de la pharmacopée au Moyen-Âge et jouissent encore, de nos jours, d'une grande popularité dans de nombreux sirops pour la toux. Ces propriétés sont liées à la présence de deux phénols monoterpéniques, le thymol et le carvacrol. Ces deux phénols, dont la teneur dans les huiles essentielles est variable selon les espèces et les lieux de récolte, ont été caractérisés dans diverses huiles essentielles (Richard *et al.*, 1985 ; Benjlali *et al.*, 1986) : certains chémotypes de thym de Provence (*Thymus vulgaris*) et de thym du Maroc (*Thymus zygis*), origans (*Origanum vulgare* L. et *Origanum compactum* Benth. *Origanum elongatum* Emb. et Maire ou « thym de Terguiste), marjolaine (*Origanum majorana* L.) et monarde (*Monarda didyma* L.).

La solubilité du thymol et du carvacrol dans l'eau est faible, de l'ordre d'un gramme par litre d'eau, alors qu'ils se dissolvent très bien dans l'alcool éthylique, les huiles et les graisses.



Thymol

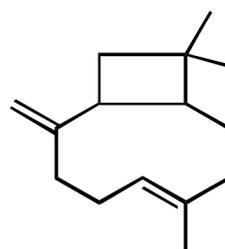


Carvacrol

Ces deux phénols ont une odeur médicinale, herbacée rappelant le thym avec des notes âcres et piquantes en bouche.

5. Les composés sesquiterpéniques

5.1. Un hydrocarbure, le β -caryophyllène

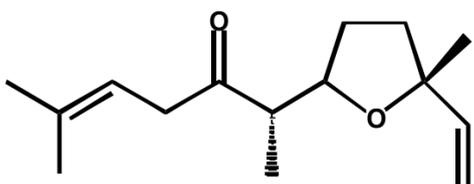


Le poivre est l'épice la plus répandue, et peut-être, cependant la moins connue. Selon les pratiques culturales et les techniques de transformation et de séchage, cette espèce, (*Piper nigrum* L.) donne des produits dont les qualités organoleptiques sont des plus variables, tant sur le plan du piquant et du brûlant que sur l'aspect odorant et aromatique.

La composition des huiles essentielles des différents crus de poivre montre une diversité étonnante (Richard *et al.*, 1971). Leur point commun est une richesse en hydrocarbures monoterpéniques et sesquiterpéniques. Parmi ces composés, le β -caryophyllène est le composé le plus abondant, sa teneur variant selon les origines du poivre entre 10 et 30 %. L'odeur de ce composé rappelle un peu celle de la carotte. Il joue vraisemblablement un rôle important dans la perception de l'odeur des poivres. Cependant, à ce jour, on ne connaît pas de molécule typique de la note de poivre. Il est fort probable que ce caractère résulte de l'association de plusieurs composés odorants.

Note de synthèse / Review

5.2. Une cétone, la davanone

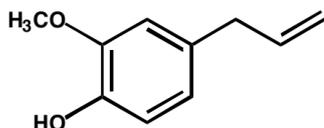


Dans les études des divers peuplements d'armoise blanche du Maroc, *Artemisia herba-alba*, un chémotype particulier a été découvert sur les pentes du Saghro, dans le Haut-Atlas, en altitude supérieure à 2000 mètres. Son huile essentielle contient de fortes teneurs en davanone, comprises entre 20 et 70 % (Benjilali *et al.*, 1985).

La davanone est une cétone sesquiterpénique qui intéresse particulièrement les parfumeurs et l'industrie du tabac. Son odeur épicée, peu puissante mais très persistante rappelle quelque peu celle de l'armoise avec des notes boisées et de foin.

6. Les composés du métabolisme de la phénylalanine

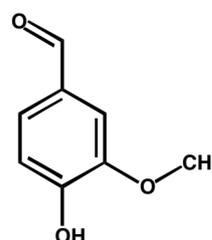
6.1. Eugénol



L'eugénol est le principal composé odorant du clou de girofle. On le retrouve en forte proportion dans l'huile essentielle extraite des feuilles du cannelier et dans une épice, le piment de la Jamaïque (*Eugenia pimenta* de Candolle), que l'on dénomme encore « Tout épice », car son arôme rappelle à la fois le clou de girofle, le poivre, la muscade et la cannelle (Richard, 1991 ; Hossenlopp et Richard, 2003).

L'eugénol est un composé doté de propriétés anti-oxydantes et d'un fort pouvoir antiseptique, mis à profit par les dentistes. Sa puissante odeur implique un dosage rigoureux si l'on veut éviter qu'il ne domine dans l'aromatization d'un plat. Sa teneur se situe entre 80 et 90 % dans les huiles essentielles de clou de girofle qui est l'épice la plus riche en essence (150 g/kg de clou de girofle).

6.2. Vanilline



La vanilline, ou 3-méthoxy-4-hydroxybenzaldéhyde, est le principal composé odorant parmi le grand nombre de composés volatils - plus de 150 - qui constituent l'arôme de la gousse de vanille. A température ambiante, la vanilline est un solide. Elle peut donner, à la surface des gousses, de petits cristaux blancs. On dit que la gousse a givré. La teneur en vanilline des gousses se situe entre 2 et 4 %.

Quand on pense qu'au milieu du XIXe siècle, on n'exploitait ni cette molécule, ni l'épice, il est surprenant de voir combien la vanilline et les extraits de vanille sont devenus indispensables dans l'aromatization de nombreux aliments (chocolat, crèmes en tous genres, yaourts, biscuits, viandes et poissons...), de boissons, de tabacs, dans la création de parfums et cosmétiques. Or, la production très locale de gousses de vanille et d'extraits obtenus à partir des gousses ne peut satisfaire qu'un dixième des

Note de synthèse / Review

demandes. Si bien que ce sont les préparations aromatiques élaborées à partir de vanille de synthèse ou d'un substitut, l'éthylvanilline, qui fournissent l'essentiel du marché. Le synthétique côtoie le naturel et, compte tenu des différences de prix, les fraudes se sont longtemps multipliées avant le développement des méthodes d'analyse par résonance magnétique nucléaire (Remaud *et al.*, 1994).

Les cristaux blancs de vanilline, faiblement solubles dans l'eau, se dissolvent bien dans l'alcool éthylique, dans les huiles et les graisses. Ils possèdent une odeur agréable, douce, typique de la vanille, présentant toutefois des nuances médicinales (Arctander, 1969). Sur le plan olfactif, les meilleurs extraits sont ceux obtenus par extraction au dioxyde de carbone à l'état supercritique (Vidal *et al.*, 1989). Ils ont cependant l'inconvénient d'être difficiles à disperser ultérieurement dans un milieu alimentaire.

Conclusion

La plupart des travaux cités dans cet article appartiennent à la période faste au cours de laquelle l'identification de nouvelles molécules odorantes dans les produits alimentaires battait son plein. D'immenses progrès dans la connaissance de la composition des arômes furent réalisés. Avant 1965 nous connaissions à peine une dizaine de composés volatils dans le poivre noir, et 30 ans plus tard leur nombre dépassait largement la centaine de molécules. Au cours de ces années, le gigantesque bond en avant a résulté du développement de la chromatographie en phase gazeuse, des spectrométries de masse, infra-rouge et de résonance

magnétique nucléaire à transformée de Fourier. Dès qu'apparurent les techniques de couplage, en particulier celle de la chromatographie en phase gazeuse et de la spectrométrie de masse, et grâce aussi à l'extraordinaire développement des outils informatiques, l'analyse de la composition d'une huile essentielle prit un essor considérable. Dans les années 1970, déterminer la composition de l'huile essentielle d'une épice faisait l'objet d'une thèse, travail qui aujourd'hui prend moins d'une heure. Un ouvrage régulièrement réactualisé (Maarse et Visscher, 1994) rassemble les données de la composition en composés volatils de la plupart des aliments et donne une idée de la masse impressionnante de connaissances acquises en une trentaine d'années.

Les recherches dans le domaine des arômes évoluent. Maintenant, il s'agit plutôt de comprendre les relations de ces composés olfactifs entre eux, de leur impact olfactif en mélange et au sein de milieux divers. Parmi les retombées envisagées, on peut espérer améliorer nos connaissances relatives aux lois des mélanges, mieux prendre en compte l'aspect aromatique dans les sélections variétales, réduire considérablement l'empirisme dans la formulation d'arômes, mieux appréhender la perception des molécules odorantes, suivre leur devenir au cours des divers traitements technologiques et ainsi pouvoir mieux maîtriser la qualité organoleptique de nos préparations alimentaires.

Références bibliographiques

Arctander S. 1969. *Perfume and flavor chemicals (Aroma chemicals)*. Montclair, N.J. (USA).

Note de synthèse / Review

- Audouin P, Vidal JP, Richard H. 1989. Composés volatils de l'arôme de quelques champignons sauvages comestibles : la morille (*Morchella conica*), le pied bleu (*Lepista nuda*), le clitocybe nébuleux (*Clitocybe nebularis*) et le clitocybe orangé (*Hygrophoropsis aurantiaca*), *Science des aliments*, 9, 185-193.
- Bayonove C, Richard H, Cordonnier R. 1976. Isolement et identification du diméthyl-3,7 octatriène-1,5,7 ol-3 constituant à odeur de tilleul de l'huile essentielle de muscat de Frontignan. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 283, 549-551.
- Benjlali B, Richard H. Liddle P. 1985. Chemotypes d'Armoise blanche du Maroc, *Artemisia herba-alba*, Artemizie Ricerca e Applicazione. Saint-Vincent (Italia) 26-27 aprile 1984. 2. *Supplemento al « Quaderno Agricolo »*, 131-151
- Benjlali B, Richard H, Baritoux O. 1986. Etude des huiles essentielles de deux espèces d'Origan du Maroc : *Origanum compactum* Benth. et *Origanum elongatum* Emb. et Maire. *Lebensm.- Wiss. U.- Technol.*, 19, 22-26.
- Chataigner Y, Richard HMJ. 2003. Formulation d'arômes : une expérience pédagogique. *Sciences de l'aliment*, 23(3), 331-348.
- Giampaoli P, Petrov M, Thiercelin JM, Richard H. 1993. Etude de la fraction aromatique de safran de diverses origines. Actes des XIèmes Journées Internationales Huiles Essentielles, Digne-les-Bains, Septembre 1992. *Rivista Italiana EPPOS*, N° spécial, 615-621.
- Hossenlopp J, Richard H. 2003. Le monde merveilleux des molécules odorantes dans les aliments. *Découverte*, 311, 14-25.
- Lamarti A, Badoc A, Deffieux G, Carde JP. 1994. Biogénèse des monoterpènes. II- La chaîne isoprénique. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 133, 79-99.
- Maarse H, Visschne RCA. 1994. Volatile compounds in foods. Qualitative and quantitative data. TNO – CIVO, *Food Analysis Institute, Zeist, Pays-Bas*.
- Miquel J, Richard HMJ, Sandret FG. 1976. Volatile constituents of Moroccan Thyme oil. *Agric. Food Chem.*, 24, 833-835.
- Noleau I, Toulemonde B, Richard H. 1987. Volatile constituents of Cardamom (*Ellettaria cardamomum* Maton) cultivated in Costa-Rica. *Flavour Fragrance J.*, 2, 123-127.
- Pichard H, Touche J, Morin P, Richard H. 1986. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau de l'huile essentielle de Lavandin. Influence de la pression sur la cinétique d'extraction. *Cahiers C.E.A.M.S.*, 2, 118-131.
- Remaud G, Martin G, Martin GJ, Richard H. 1994. Characterization of the natural origin of saffron oil by the SNIFF-NMR method. *Actes des XII° Journées Internationales Huiles Essentielles*, Digne-les-Bains, 2-4 septembre 1993, n° spécial, 369.
- Richard H, Russell GF, Jennings WG. 1971. The volatile components of black pepper varieties. *J. Chromatogr. Sci.*, 17, 560-566.
- Richard H. 1991. Spices and condiments.

Note de synthèse / Review

In Maarse H (ed) *Volatile compounds in Foods and Beverages*. Marcel Dekker, New-York, Chapter 12, 411-447.

Richard H, Benjilali B, Banquour N, Baritoux O. 1985. Etude de diverses huiles essentielles de Thym du Maroc. *Lebensm.-Wiss. U.- Technol.*, 18, 105-110.

Richard H, Hossenlopp J. 2006. Constituants des arômes : chimie et perception. *Industries Alimentaires et Agricoles*, 123, *Dossier spécial arômes alimentaires : réglementation, tendances, constituants, assurance qualité*, 6, 20-29.

Toulemonde B, Richard H. 1983. Volatile constituents of dry elder (*Sambucus nigra* L.) flowers. *J. Agric. Food Chem.*, 31, 365-370.

Vidal JP, Fort JJ, Gaultier P, Richard H. 1989. Vanilla aroma extraction by dense carbon dioxide. *Sci. Alim.*, 9, 89-100.

Zarghami NS, Heinz DE. 1971. The volatile constituents of saffron. *Wiss. Technol.*, 4, 43-45.

Wescott P, Hansen J. 2016. *Long-term Projections*, USDA Washington.

Edité par :

Hervé This,
AgroParisTech-Inra International Centre for
Molecular Gastronomy, Paris,
France

Rapporteurs :

1 Pierre Giampaoli, Professeur de chimie
des arômes, AgroParisTech, France
2. Dominique Job,

Membre de l'Académie d'agriculture de France

Rubrique :

Cet article a été publié dans la rubrique
« Médailles d'or » des *Notes académiques
de l'Académie d'agriculture de France*.

Reçu:

27 avril 2015

Accepté:

7 mai 2016

Publié :

11 mai 2016

Citation:

Richard H. 2016. De quelques composés
odorants / *On some odorant compounds*.
*Notes Académiques de l'Académie
d'agriculture de France / Academic Notes
from the French Academy of Agriculture*,
3, 1-10. [https://doi.org/10.58630/
pubac.not.a958199](https://doi.org/10.58630/pubac.not.a958199)



Hubert Richard a été professeur de chimie
des substances naturelles à l'Ecole
nationale supérieure des industries
agricoles et alimentaires (ENSIA), intégrée
au sein d'AgroParisTech, spécialiste des
composés odorants.