

ARÔMES ALIMENTAIRES

Hubert RICHARD
Professeur à l'E.N.S.I.A.
1, avenue des olympiades
91744 MASSY CEDEX
Tél. : 01 69 93 50 25

I.- DÉFINITIONS ET NATURE DES ARÔMES ALIMENTAIRES

1.- *Différence entre odeur et arôme*

1.1.- *Définitions du LITTRE*

Arôme, *sm*, Principe odorant agréable de certaines substances végétales.

Odeur, *sf*, Impression particulière que certains corps produisent sur l'organe de l'odorat par leur émanations volatiles.

Goût, *sm*, Celui des sens par lequel l'homme et les animaux perçoivent les saveurs. Par abus, odeur. Un goût de renfermé.

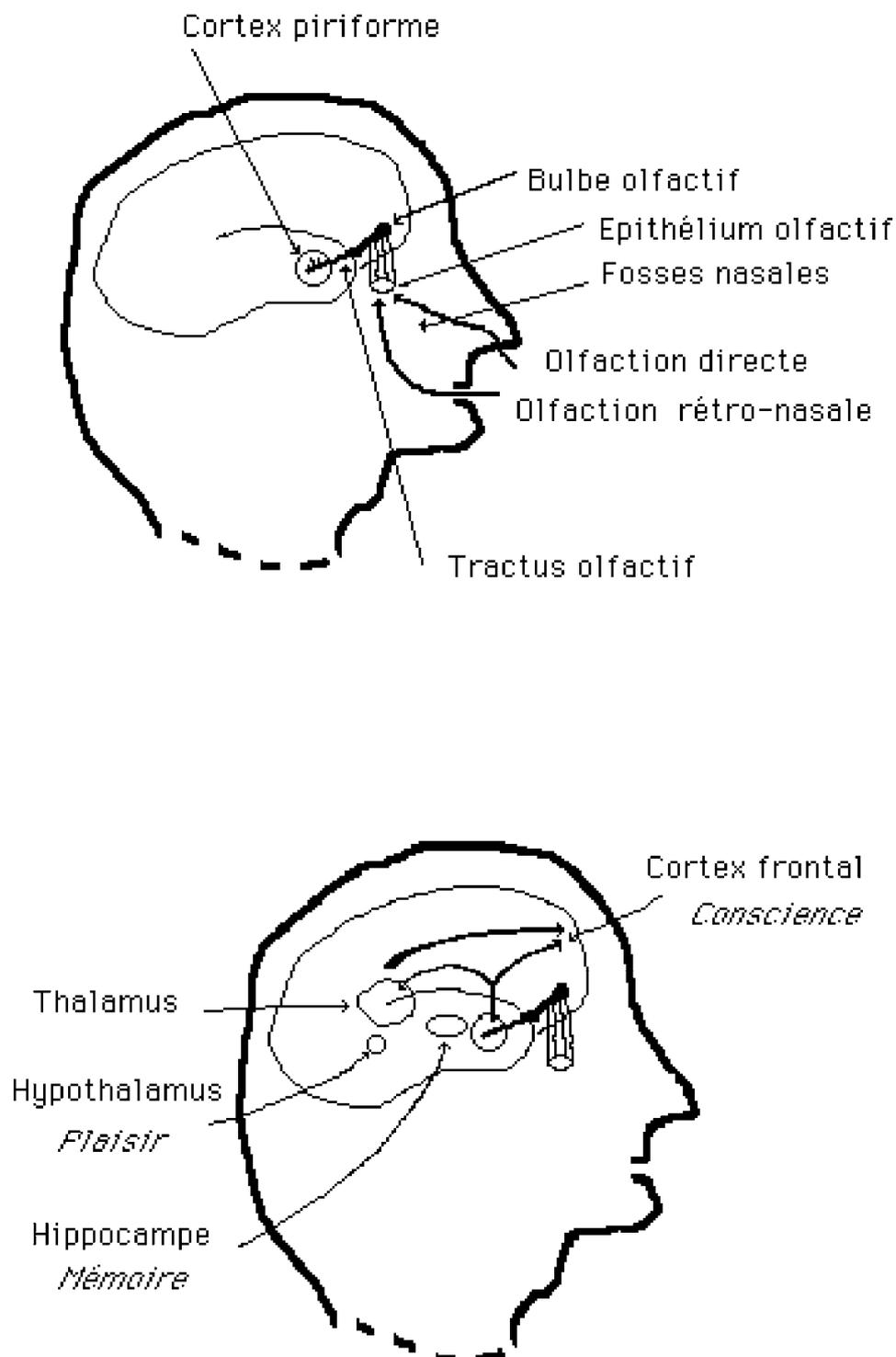
Saveur, *sf*, Qualité qui est perçue par le sens du goût.

1.2.- *Définitions physiologiques*

Quand nous flairons un produit alimentaire, nous aspirons par le nez une portion d'air qui environne le produit et se trouve ainsi chargé en composés odorants; la perception recueillie par l'épithélium olfactif est assez différente de celle obtenue lorsque l'aliment est placé dans la bouche où le produit alimentaire est porté à la température de la cavité buccale et subit une mastication, source de réactions enzymatiques. En fait, la composition de la phase gazeuse à l'intérieur de la cavité buccale se trouve modifiée par rapport à celle de l'air environnant le même produit non ingéré. Ces deux atmosphères gazeuses, quand elles atteignent l'épithélium olfactif par voie directe lors du flairage ou par voie indirecte, dite rétronasale, lors de l'ingestion de l'aliment donnent naissance à deux perceptions différentes : l'**odeur** dans le premier cas et l'**arôme** dans le second. Notons que l'arôme est une des perceptions olfacto-gustatives, dont l'ensemble est désigné sous le nom de **flaveur**, terme qui regroupe la saveur, l'astringence, la pseudo-chaleur et l'arôme.

Le mot arôme désigne également l'ensemble des composés organiques volatils responsables de la perception d'arôme, alors que dans le cas des odeurs, on parlera de parfum. Somme toute, un parfum et un arôme sont tous deux des compositions volatiles; la seule chose qui les différencie est que le parfum est respiré et l'arôme ingéré, ce qui implique des normes plus rigoureuses (Figure 1).

Figure 1.- L'olfaction



2.- Nature des arômes

Les constituants des arômes sont des molécules simples, de faible masse moléculaire ($M < 400$ daltons) et dont la tension de vapeur à la pression atmosphérique et à la température ambiante est suffisamment élevée pour qu'elles se retrouvent en partie à l'état de vapeur dans l'atmosphère gazeuse et puissent au contact de la muqueuse olfactive provoquer un stimulus.

Tous les constituants volatils appartiennent aux différentes classes de la chimie organique; ce sont des hydrocarbures, généralement de nature terpéniques, des composés possédant un ou plusieurs groupements fonctionnels (alcool, éther ou oxyde, aldéhyde, cétone, ester, amine, amide) et divers hétérocycles. Ils n'apportent aucune contribution nutritive à l'aliment dans lequel ils se trouvent.

Sur les figures 2 à 7 sont regroupés quelques molécules caractéristiques d'odeurs ou d'arômes typiques.

Les constituants d'arôme sont parfois sensibles à la chaleur et à la lumière qui provoquent leur dégradation, aussi est-il préférable de les protéger et de les conserver à l'abri de la lumière et de l'humidité, c'est-à-dire dans des récipients opaques et dans des endroits secs et frais.

3.- Les composés caractéristiques d'un arôme

Un arôme naturel est constitué de plusieurs centaines de composés volatils dont la plupart ont été identifiés. Grâce aux puissants moyens analytiques modernes, chaque jour la liste des constituants identifiés s'accroît. Dans l'arôme du café, on compte plus de 650 composés connus qui se répartissent de la façon suivante (Belitz et Grosch, 1987) :

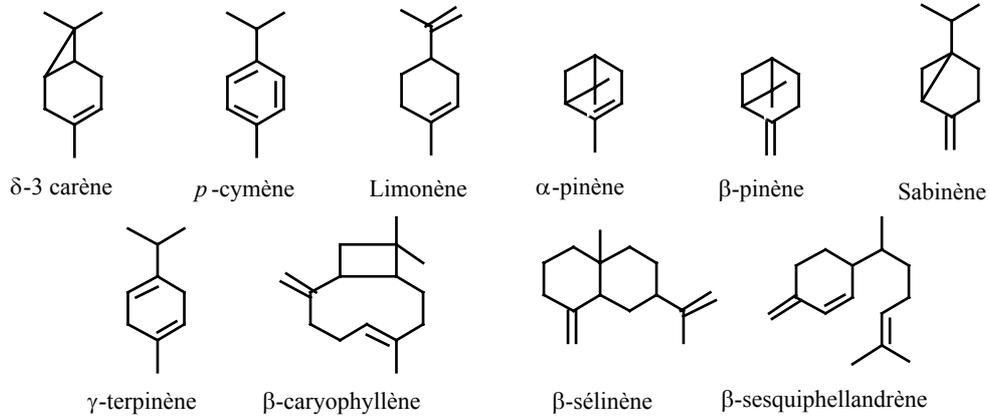
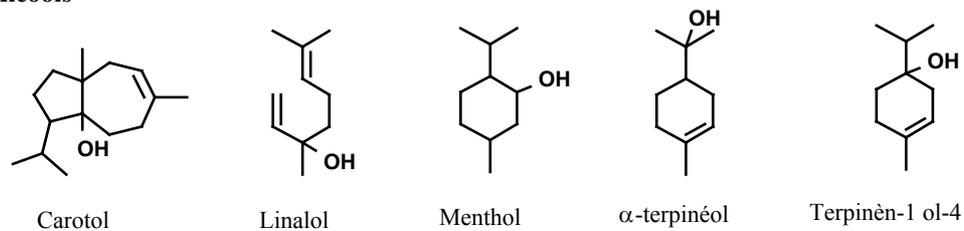
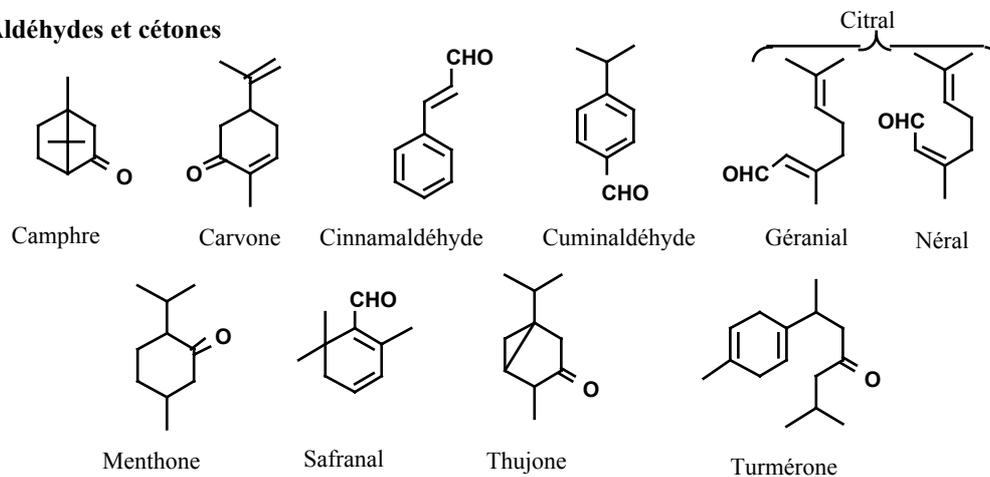
- 148 composés aliphatiques, dont 27 hydrocarbures, 19 alcools et cétoalcools, 17 aldéhydes, 1 acétal, 38 cétones, et dicétones, 1 thiocétone, 13 esters et éthers, 19 acides carboxyliques, 9 composés soufrés et 4 composés aminés,
- 55 composés aromatiques, dont 20 hydrocarbures, 11 phénols, 11 éthers et esters, 11 alcools, aldéhydes et cétones et 2 thioéthers,
- 21 composés alicycliques
- 317 hétérocycles, dont 92 de nature furannique

Parmi cette multitude de constituants, certains jouent un rôle privilégié, car ils représentent à eux seuls la note olfactive du produit alimentaire, ce sont les "composés caractéristiques de l'arôme du produit" ou "character impact compounds" en anglais.

Selon la nature de l'aliment, trois situations peuvent être décrites :

1.- Un seul composé donne la note aromatique typique du produit alimentaire, ou apporte une odeur indésirable (off-flavor en anglais) : *l*-menthol de la menthe poivrée, *l*-carvone de la menthe crépue, eugénol du clou de girofle, *trans*-2,*cis*-4-décadiénoate d'éthyle de la poire, cuminaldéhyde du cumin, anéthole de l'anis, du fenouil ou de la badiane, benzaldéhyde de l'amande amère, cinnamaldéhyde de la cannelle, vanilline de la vanille, estragole de l'estragon responsable de la note anisée de cet aromate, géosmine typique de l'odeur désagréable de terre que l'on retrouve dans la betterave, scatole et son odeur fécale, trichloro-2,2,4-anisole à odeur de moisi, etc...

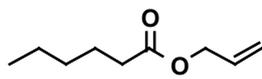
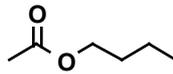
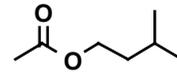
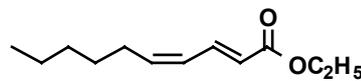
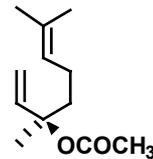
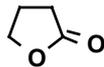
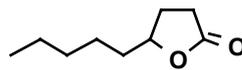
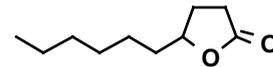
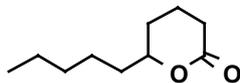
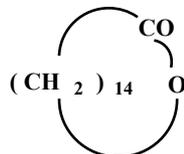
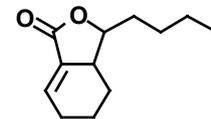
Figure 2.- Quelques composés d'arôme

Hydrocarbures terpéniques**Alcools****Aldéhydes et cétones**

2.- Plusieurs composés peuvent reproduire ou donner l'illusion de l'aliment :

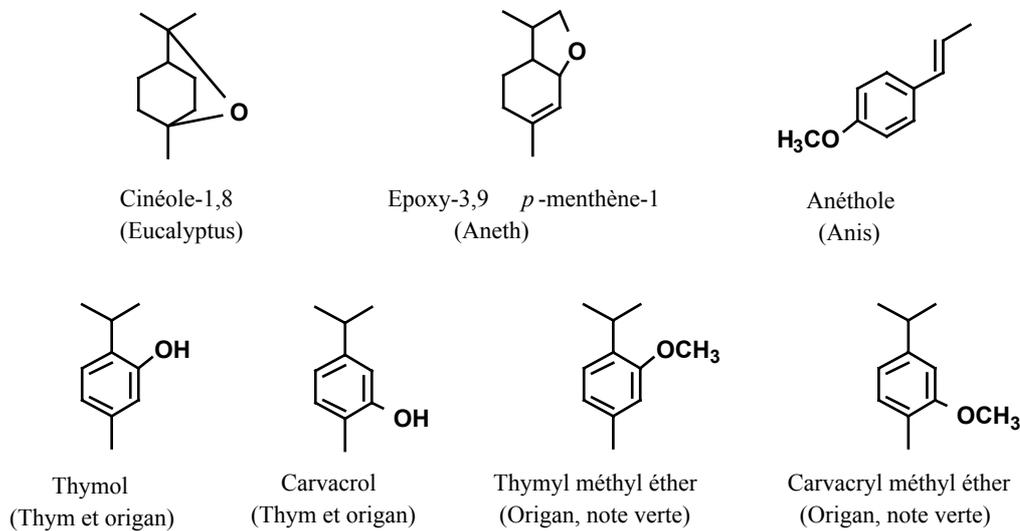
- soit un petit nombre comme dans le cas de l'arôme de pomme avec le 2-éthylbutyrate de méthyle, l'hexanal et le *trans*-2-hexène
- soit un grand nombre comme dans le cas de la pêche avec les α -lactones en C6, C8 et C10, la β -lactone en C10, divers esters, alcools, acides et le benzaldéhyde.

Figure 3.- Quelques esters et lactones

Caproate d'allyle
(Odeur d'ananas)Acétate de butyle
(Pomme)Acétate d' *iso*-amyle
(Banane)*trans*, *cis* decadien-2,4 oate d'éthyle
(Poire)Acétate de linalyle
(Odeur de bergamote)Butanolide-4
(Odeur douce, beurrée)Nonanolide-4
(Odeur de noix de coco)Decanolide-4
(Odeur de pêche)Decanolide-5
(Odeur de pêche)Pentadecanolide-15
(Racine d'Angélique)Sedanolide
(Céleri)

3.- Aucun des composés chimiques volatils identifiés dans un produit ne semble participer à la note caractéristique. En fait, c'est la conjonction de tous les composés qui donne la perception aromatique complète du produit. Tels sont les cas du poivre et des arômes de Maillard; ce qui ne veut pas dire que nous ne trouverons pas dans un avenir proche un composé jouant un rôle clef dans ces saveurs

Figure 4.- Ethers et phénols



Citons quelques exemples d'arômes complexes:

L'Arôme de viande. La viande crue n'a pratiquement pas d'odeur, ce sont les diverses formes de cuisson qui provoquent le développement des arômes à partir de précurseurs (peptides, acides aminés, oses et osides et lipides). Signalons les composés soufrés qui jouent un rôle important dans les notes de viande cuite :

- Méthional
- 2-formyl thiophène
- 5-thiométhylfurfural
- 3,5-diméthyl 1,2,4-trithiolane

L'Arôme de fraise. Cet arôme ne peut être reproduit de façon satisfaisante à partir de ses constituants naturels identifiés.

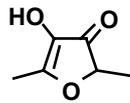
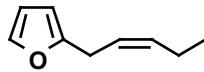
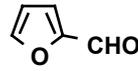
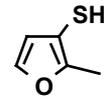
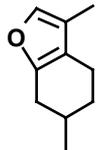
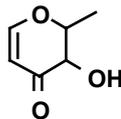
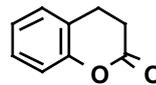
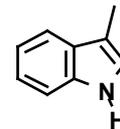
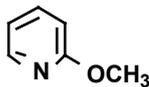
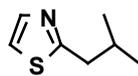
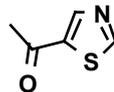
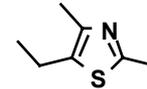
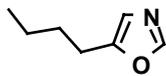
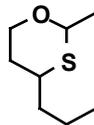
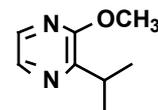
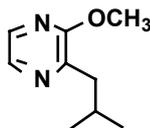
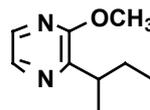
L'Arôme de céleri. Les phtalides et dihydrophtalides sont caractéristiques des notes céleri (3 à 10% dans l'huile essentielle).

L'Arôme de raifort. Le 4-méthyl-thio-*trans*-3-butényl-isothiocyanate produit à partir des glucosinolates est un composé clef.

L'Arôme d'oignons et d'aulx. Citons les alkylsulfonates dans l'oignon frais, les disulfures de propyle et de propenyle dans l'oignon cuit, les diméthylthiophènes dans les oignons frits et le diallylthiosulfinate et le disulfure de diallyle pour l'ail.

L'Arôme de concombre. Deux composés jouent un rôle clef dans l'arôme : *cis*-3-*cis*-6-nonadienal et *trans*-2-*cis*-6-nonadienal.

Figure 5.- Quelques hétérocycles

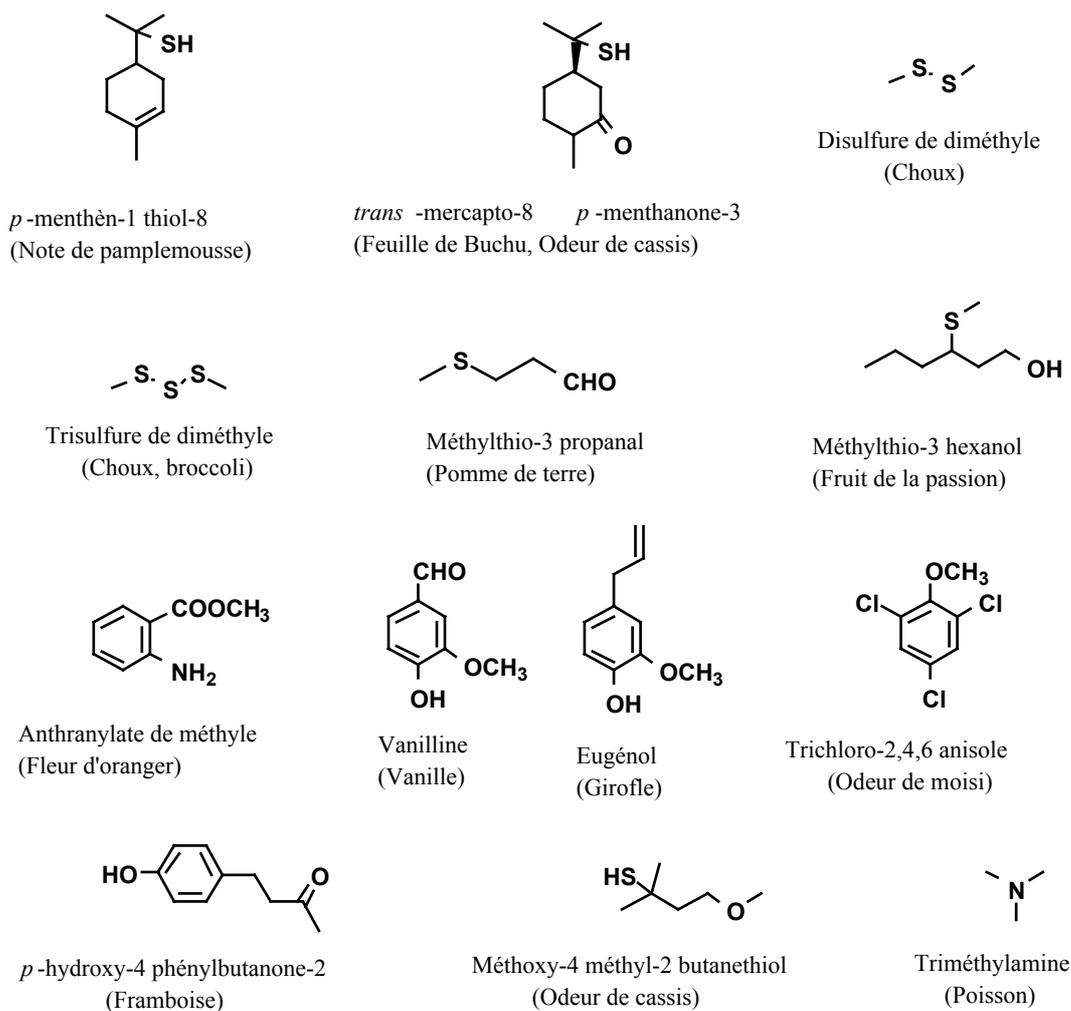
Furanéol
(Fraise)*(cis pentèn-2 yl)-2 furanne*
(Odeur métallique)Furfural
(Caramel)Méthyl-2 furanthiol-3
(Odeur de ros bif)Menthofuranne
(Forte odeur de menthe)Maltol
(Caramel)Coumarine
(Odeur de foin)Scatole
(Odeur fécale)Acétyl-2 pyridine
(Croûte de pain)*Iso -butyl-2*
thiazole (Tomate)Acétyl-5 thiazole
(Viande grillée)Diméthyl-2,4, éthyl-5 thiazole
(Odeur de viande, foie)Butyl-5 oxazole
(Bacon)Méthyl-2 propyl-4 oxathiane-1,3
(Note de fruits tropicaux)Lenthionine
(Champignon)Méthyl pyrazine
(Odeur de brûlé)Diméthyl-2,3 pyrazine
(Odeur de cuir frais)*Iso -propyl-2 méthoxy-3*
pyrazine (Petit pois)*Iso -butyl-2 méthoxy-3*
pyrazine (Poivron)*Sec -butyl-2 méthoxy-3*
pyrazine (Carotte crue)Dithiole-1,2
(Asperge)

L'arôme de fromage. Les notes caractéristiques sont données par des composés suivants : l'oct-1-en-3-ol (champignon), le 2-phényléthanol et le phénylacétaldéhyde (note florale), le 1,6-diméthoxybenzène et l'ester méthylique de l'acide cinnamique (note de

noisette), le 2,4-dithiapentane, le 2,4,5-trithiahexane et le 3-méthylthio-2,4-dithiapentane (note alliacée), le sulfure de méthyle, le disulfure de méthyle, le 3-méthylthiopropenal et le méthanethiol (Epoisse, Vacherin, Pont-l'Evêque, Limburger), parfois l'indole et l'acide propionique et le diacétyle (Swiss cheese).

On peut également noter quelques odeurs indésirables de certains fromages : le 2-mercapto-2-méthylpentan-4-one (odeur de pipi de chat), le *trans*-1,3-pentadiène (odeur de kérosène), le 2-méthoxy-3-isopropylpyrazine (odeur de pomme de terre).

Figure 6.- Quelques composés divers



4.- Une sensation, la pseudo-chaleur

Cette sensation d'un changement de température dans la bouche est un phénomène important bien connu; c'est l'impression de fraîcheur provoquée par le menthol contenu dans la menthe; c'est encore l'effet de feu occasionné par la capsaïcine du piment enragé, ou le côté piquant donné par les glucosinolates de la moutarde.

5.- Seuils de détection des substances odorantes et seuils de reconnaissance

Si nous sommes en mesure de déceler la présence d'un composé volatil dans l'atmosphère gazeuse environnante, cela ne signifie pas pour autant que nous soyons

capables de l'identifier. Pour être en mesure de le faire, il est nécessaire que la concentration de la substance dans l'environnement gazeux dépasse ou soit à la rigueur égale à celle correspondant au seuil de reconnaissance. Ce seuil est très nettement supérieur à celui du seuil de détection.

Figure 7.- Quelques composés responsables de pseudo-chaueur

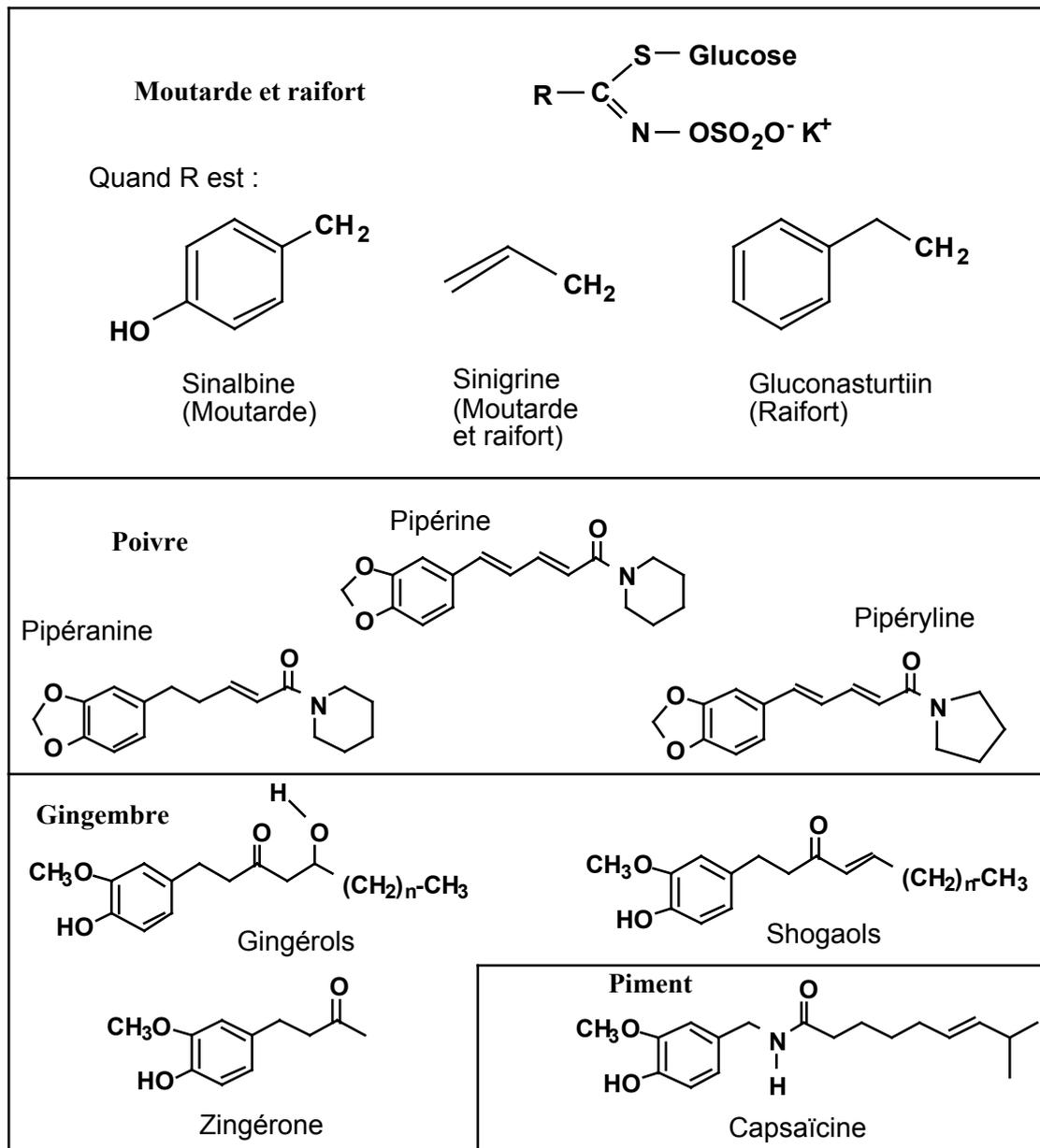


Tableau 1. Seuils de détection

Ces seuils sont tirés de l'ouvrage de MAARSE (1991) et ont été déterminés dans l'eau à 20°C et exprimés en ppb ($\mu\text{g/L}$ ou $\mu\text{g/kg}$, ou mg/tonne).

COMPOSÉS	SEUILS
Ethanol	53.000
Thymol	1.700
Ethylamine	1.600
4-éthylphénol	1.000
□-pinène	1.000
Nootkatone	800
□-terpinéol	300
Lenthionine	270
Limonène	210
5-dodécanolide	160
□-pinène	140
4-hydroxy-3-méthoxybenzaldéhyde	100 - 4.000
(Z) 3-hexénol	70
4-nonanolide	65
Butanoate d'éthyle	59
3-hydroxy-2-butanone (Acétoïne)	55
3-octanone	50
Citral	41
Myristicine	25
N-méthyl anthranylate de méthyle	20
2-acétyl-pyridine	19
3-octanol	18
(E) 2-hexénal	17
Acétyl-2 thiazole	10
2-méthoxy-4-vinyl-phénol	10
Acétate d'éthyle	8,5
2,3-butanedione	6,5 - 7
Eugénol	6
Propionate d'éthyle	5
Phénylacétaldéhyde	4
Linalol	3,8 - 6
□-sinensal	3,8 - 110
Isopropyl-2 thiazole	3,5
1-octèn-3-ol	1,4 - 10
□-ionone	0,4
Sulfure de diméthyle	0,33
Disulfure de diméthyle	0,2
Furanéol	0,04
Mésifuranne	0,03
Géosmine	0,02
(E,Z) 2,6-nonadiénal	0,01
□-ionone	0,007
1-octèn-3-one	0,005 - 0,09
Trisulfure de diméthyle	0,003
□-damascénone	0,002
2-isopropyl-3-méthoxy-pyrazine	0,002
1-p-menthèn-8-thiol	0,0001
2,4,6-trichloro-anisole	0,00005

Par ailleurs, selon leur nature chimique, les substances organiques volatiles présentent des seuils extrêmement différents qui dépendent en outre du milieu dans lequel elles sont dispersées (Tableau 1). Signalons par ailleurs, qu'il existe de grandes

différences de sensibilité d'un individu à l'autre et que quelques personnes peuvent même être incapables de détecter certaines odeurs; tel est le cas de l'anosmie à la *l*-carvone, composé présent dans les essences de menthe crépue et responsable de l'odeur caractéristique de cette plante, que 8% de la population ne perçoit pas.

Enfin mentionnons que dans le domaine des odeurs et des parfums, si nous sommes capables, après entraînement, de discriminer environ 10.000 odeurs, nous faisons preuve de limites déconcertantes pour les décrire.

6.- Les arômes de réaction

Dans cette catégorie, on retrouve toutes les préparations aromatiques obtenues par traitement thermique d'un mélange de précurseurs ou de produits du bois. Ce sont donc des arômes résultant de réactions de Maillard ou de réactions de caramélisation ou de réactions de pyrolyse (arôme de fumée). Selon les précurseurs et les conditions opératoires, on pourra fabriquer une infinité d'arômes de composition plus ou moins bien connue. Signalons que la littérature scientifique regorge de brevets sur la production d'arômes de viande à partir de réactions de Maillard. La grande majorité des composés volatils qui constituent les arômes de Maillard sont des hétérocycles, à un ou plusieurs hétéroatomes : furannes, pyrroles, thiazoles, pyrazines, etc... Enfin à propos de ce type de réactions, soulignons qu'elles sont à l'origine des arômes de café ou de cacao produits lors de la torréfaction des grains de café ou des fèves de cacao.

7.- Les exhausteurs

Mentionnons quelques exhausteurs de goût : le sel, le glutamate de sodium (il ne modifie pas l'arôme à la dose de 0,1 à 2%, améliore la rondeur et communique une légère saveur carnée et une note de bouillon), le maltol (l'addition de 5 à 75 ppm permet de diminuer de 15% la concentration en sucre dans une confiture), l'éthylmaltol (Artificiel, 4 à 5 fois plus puissant que maltol) et le furanéol ou 4-hydroxy-2,5-diméthyl-3-(2H)-furanone à l'odeur d'ananas brûlé.

8.- Les substances toxiques

En fait, à part quelques substances dont la teneur maximale admissible dans les aliments est limitée (Tableau 2), la tradition veut que l'on puisse employer les arômes sans danger.

Tableau 2.- Composés aromatiques potentiellement toxiques et dont la dose d'utilisation est limitée (exprimée en mg/kg d'aliment).

COMPOSES	DOSES LIMITEES A (mg/kg d'aliment)	COMPOSES	DOSES LIMITEES A (mg/kg d'aliment)
α -asarone	0,1	Coumarine	2
α et β -thujones	0,5	Safrole	1
Pulégone (boissons)	100	Pulégone (aliments)	25

II.- EXTRAITS - AROMES NATURELS - AROMES ARTIFICIELS

2.1.- Actualités et Perspectives

La réglementation européenne sur les arômes suscite quelques craintes chez les industries productrices d'arômes alimentaires. En effet, les différentes parties en présence ont des désirs bien peu conciliables.

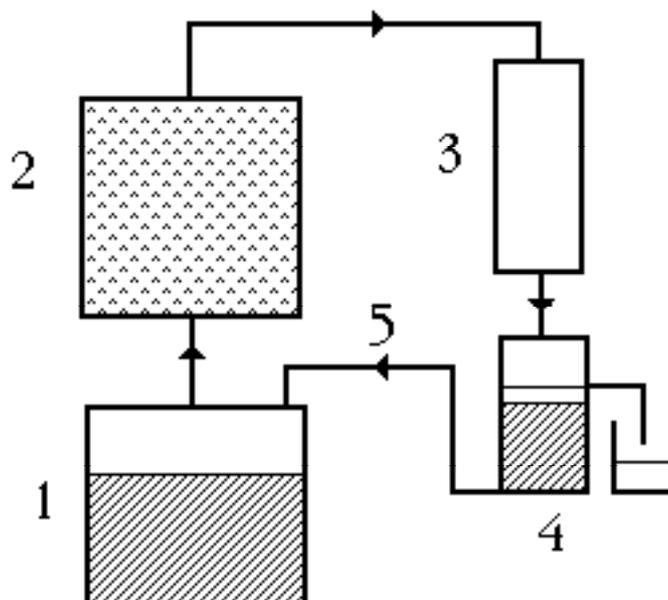
- Les firmes de l'industrie des arômes souhaitent une plus grande liberté dans l'utilisation des matières premières.
- Les industries alimentaires utilisatrices d'arômes réclament délibérément du "Naturel" s'étant mises ainsi du côté des groupements de consommateurs.
- Les pouvoirs publics, quant à eux essaient de concilier les deux tendances précédentes. Les législations actuelles évoluent, mais chaque pays possède sa propre législation, ce qui ne simplifie pas les échanges internationaux. Dans le cadre européen, les commissions du Conseil de l'Europe s'orientent vers la définition de deux catégories :
 - 1 - Arômes et substances aromatisantes naturels.
 - 2 - Substances aromatisantes obtenues par voie de synthèse et désignées sous l'appellation "arôme".

2.2.- Arômes et substances aromatisantes naturelles.

Cette classe comprend les matières premières (les épices et aromates utilisés en l'état, mais aussi les extraits fabriqués par des moyens physico-chimiques :

- Les huiles essentielles obtenues par des moyens mécaniques ou par entraînement à la vapeur d'eau (100°C) (Figure 8).

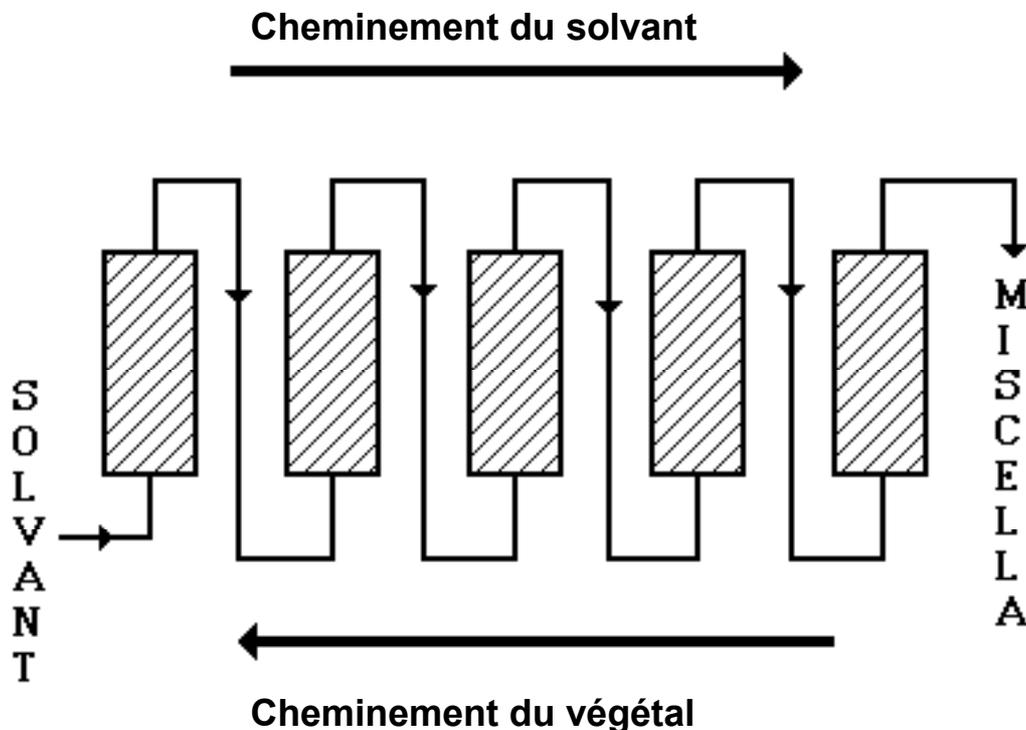
Figure 8.- Schéma de l'entraînement à la vapeur



Légende : 1: Chaudière; 2: Extracteur; 3: Réfrigérant;
4: Séparateur ou vase florentin; 5: Cohobage

- Les Oléorésines, Concrètes et Résinoïdes, extraites au moyen de solvants organiques (Ether de pétrole, éther diéthylique, dioxyde de carbone etc...). En principe, les industriels doivent employer des solvants alimentaires, mais on tolère certains solvants peu dangereux, tel le dichlorométhane, à condition qu'il soit ultérieurement éliminé en totalité de l'extrait. (Figure 9).

Figure 9.- Schéma de l'extraction par solvant



- Les produits de fractionnement obtenus à partir des huiles essentielles, et oléorésines soit par des méthodes d'extraction suivies de distillation sous pression réduite soit par des rectifications : huiles essentielles diterpénées ou disesquiterpénées, huiles essentielles rectifiées et absolues.
- Les concentrés ou extraits de fruits généralement pâteux préparés à partir d'une purée de fruit en éliminant la majeure partie de la phase aqueuse.
- Les compositions réalisées à partir de divers extraits naturels.
- Les préparations élaborées que sont les arômes en poudre obtenus soit par adsorption sur un support alimentaire (cellulose, maltodextrine, amidon, gommes et saccharose) soit par séchage, atomisation, cristallisation, les arômes dispersés par émulsion et les arômes microencapsulés.

L'intérêt de ces produits élaborés à partir d'huiles essentielles et d'oléorésines est lié à l'élimination d'un certain nombre d'inconvénients des épices traditionnelles :

- Variation de la puissance de l'arôme, selon la variété, l'origine, les lots,
- Grande contamination bactériologique,
- Contamination par des matières étrangères,
- Présence d'enzymes (hydrolases et lipoxygénases),
- Dégradation de l'arôme au cours du stockage ou au cours du séchage.

Ces produits plus faciles à disperser de façon homogène peuvent être standardisés, c'est-à-dire avoir une puissance aromatique constante d'un lot à l'autre.

2.3.- Les substances aromatisantes de synthèse

On distingue deux types de substances, celles qui sont identiques à des composés d'arôme trouvés dans la nature et celles qui sont dites artificielles. Dans l'ancienne législation française, les substances "nature-identiques" bénéficiaient de la bienveillance générale à condition toutefois que soit mentionnée clairement leur utilisation sur l'étiquetage. Elles sont produites par voie de synthèse à partir de produits chimiques issus de produits naturels. Les moyens modernes puissants de purification et de contrôle analytique permettent d'obtenir des composés de très grande pureté, dont il est aisé de déterminer la toxicité. Ces substances sont généralement utilisées en renfort soit pour pallier à une perte d'arôme due au traitement technologique presque toujours de nature thermique, soit pour masquer l'apparition d'un défaut d'arômes. Elles peuvent aussi servir à élaborer des compositions complexes.

Les substances aromatisantes artificielles regroupent tous les produits fabriqués par voie de synthèse et utilisés pour leur propriété aromatique, mais qui n'ont jusqu'à ce jour pas été décelés dans un produit naturel. C'est cette catégorie d'arôme qui inquiète le plus le consommateur. Ignorant, méfiant vis-à-vis de tout ce qui touche la chimie, qu'il associe à l'alchimie, à la sorcellerie et aux pratiques diaboliques, le consommateur moyen a une réaction de rejet de ces produits artificiels. Il ne fait pas confiance aux chimistes en blouse blanche travaillant dans des laboratoires aux paillasses garnies d'appareils inquiétants contenant des liquides suspects susceptibles de provoquer toutes sortes d'intoxications. Par contre, la nature possède une bonne image.

Les groupements de consommateurs sont donc accrochés à la notion de "naturel". Cette position est renforcée par l'attitude des industriels qui, soit à juste titre pour des raisons de secrets de fabrication, soit pour des raisons moins avouables refusent de fournir certaines informations.

Le consommateur a alors le sentiment qu'on lui cache la vérité et que l'industriel cherche à le tromper, ce qui décuple sa méfiance.

2.4.- La législation - Son intérêt

Les objectifs prioritaires d'une législation sur les arômes devraient dans l'ordre viser à informer clairement et honnêtement, contrôler les prix et enfin, protéger contre les risques de toxicité.

Parmi les risques alimentaires, les additifs qui font pourtant si peur, sont bien moins dangereux que les microorganismes pathogènes, les toxines naturelles ou les contaminants (pesticides, herbicides etc...). Dans la classe des additifs, les arômes et matières aromatisantes naturelles ou artificielles, sont des produits utilisés en très faible quantité, à des doses homéopathiques et qui par conséquent ne présentent aucun danger. Certes, il est indispensable de s'assurer de l'absence de toxicité d'un nouveau produit, mais n'est-il pas exagéré de freiner le développement des produits de synthèse en imposant des procédures nécessitant des recherches fort onéreuses et souvent peu justifiées ?

Des statistiques publiées aux U.S.A. pour l'année 1980 signalaient que les produits aromatiques de synthèse représentaient environ 42% du marché, contre 58% pour les arômes naturels.

Il est bien évident que l'avenir des produits de synthèse identiques aux naturels ou artificiels est très étroitement connecté à un problème économique que nous pouvons illustrer par quelques exemples.

Cas de la vanille

La production de gousses de vanille est insuffisante pour couvrir les besoins mondiaux. La vanilline synthétisée à partir du bois et les compositions comprenant des composés "identiques nature" sont indispensables, et personne ne remet en cause cette nécessité.

Mais devant la pression des consommateurs et vu l'énorme écart de prix entre le produit naturel et celui de synthèse, frauder devient tentant. Tous les moyens d'analyse même les plus sophistiqués (analyses isotopiques avant ou après déméthylation) ont été déjoués. De telles pratiques sont navrantes, car elles détruisent la confiance des industriels utilisateurs et des consommateurs. Dans ce contexte, l'éthylvanilline à l'odeur douze fois plus puissante que celle de la vanilline, de toxicité équivalente et qui a le malheur de ne pas avoir été trouvée même à l'état de trace dans des gousses de vanille apparaît comme un produit peu recommandable.

Cas des épices et aromates en général

Les constituants des huiles essentielles et des oléorésines sont en majorité des composés terpéniques, que la plante sait mieux synthétiser que nous. Dès lors, les produits de synthèses offrent peu d'intérêt, à part quelques exceptions dont celle du menthol.

Cas des fruits : Myrtille, cerise, framboise, fraise etc.

Fabriquer des arômes à partir de fruits est sur le plan économique un non-sens quand on connaît la très faible teneur en matières odorantes de ces produits. Actuellement, les arômes naturels renforcés, identiques aux naturels ou même les formulations contenant des arômes artificiels représentent la quasi-totalité de ces arômes, dont le côté naturel est souvent seulement apporté par le concentré de fruit peu aromatique qui les accompagne.

Cas des produits animaux : produits de la mer, fromages.

Ici, que le consommateur se rassure, tout est naturel. Et pour cause : le prix des matières premières, qui sont souvent des récupérations de déchets, est extrêmement favorable à l'élaboration d'arôme naturel.

- Arôme issus de réactions de Maillard et de Caramélisation

Dans ce domaine, les arômes issus de ces réactions sont-ils naturels ou synthétique ? Il est bien difficile de le dire. Le fait de chauffer un glucide réducteur (ose ou oside) en présence ou non d'un catalyseur, acide aminé ou ammoniacque, entraîne la formation d'un nombre fantastique de composés d'arômes. Le choix des réactifs et du mode opératoire conduit à la formation de l'arôme désiré. Les brevets sont nombreux.

Avant de conclure, je voudrais mentionner le cas des arômes produits par voie biosynthétique à partir de microorganismes ou de culture de tissu. De nombreuses recherches sont en cours, et la législation ne s'est pas encore penchée sur leur cas. Ils semblent cependant bénéficier d'une bienveillance, car le consommateur voit dans le tissu cultivé ou le microorganisme, un être vivant et occulte l'aspect d'usine chimique qu'il représente. Et pourtant, les problèmes de toxicité des arômes issus des microorganismes ne doivent pas être éludés. En effet si un microorganisme fabrique un arôme rappelant la

pêche par exemple, il ne faut pas oublier que cet arôme est le résultat d'une biosynthèse de plusieurs composés, rarement identiques à ceux que l'on retrouve dans le fruit. Comment alors ne pas se poser la question de l'inocuité des composés étrangers à la pêche ?

J'ai essayé de souligner à travers ce cours sur les arômes, que la notion de "naturel" opposé à "artificiel" ou "synthétique" paraît peu rationnelle. Les firmes productrices d'arômes devraient avant tout garantir l'utilisateur industriel de l'innocuité des arômes vendus et informer loyalement le consommateur.

Pour conclure, je citerai la phrase parue dans un récent numéro de la revue R.I.A. et qui prouve bien que nous glissons vers l'utilisation de plus en plus importante des produits de synthèse "Chassez l'artificiel, il revient au galop".

OUVRAGES GENERAUX ET JOURNAUX SPECIALISES :

ARCTANDER S., 1969

Perfume and flavor chemicals (Aroma chemicals)
Montclair, N.J. (USA), 3.102 composés décrits en deux tomes

CONSEIL DE L'EUROPE, 1981

Substances aromatisantes et sources naturelles de matières aromatisantes.
Conseil de l'Europe, Accord partiel dans le domaine social et de la santé publique, 3^e édition,
Strasbourg 1981

EMBERGER R., 1981

Aspects of the development of industrial flavor materials
in Flavour "81", Walter de Gruyter & Co, Berlin, 619-634

FLAVOUR and FRAGRANCE JOURNAL

John WILEY and Sons, New York (U.S.A.), depuis 1986

FOOD FLAVOURINGS, INGREDIENTS PACKAGING & PROCESSING

Anciennement "The Flavor Industry", puis "International Flavours and Food additives" United Trade Press, 42-43, Gerrard Street, LONDON W1V 7 LP (Grande-Bretagne)

HEATH H.B., REINECCIUS G., 1986

Flavor chemistry and Technology
The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut (USA), 442 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF FLAVOR INDUSTRY (IOFI)

Code des bons usages
IOFI, Genève

MAARSE H., *Volatile compounds in foods and beverages*. Marcel Dekker, Inc., New York, 1991, 764 p.

MAARSE H., VISSCHNER C.A., *Volatile compounds in Food. Qualitative and quantitative data.* Volumes 1 à 3, TNO-CIVO Food Analysis Institute, Utrechtseweg 48, P.O. Box 360, AJ ZEest, The Netherlands, 1337 p.

MACLEOD G., SEYYEDAIN-ARDEBILI M., 1981
Natural and simulated meat flavors
CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 6, (3), 241-270

MARTENS M., DALEN G.A., RUSSWURM H. Jr., 1987
Flavour Science and Technology
Proceedings of the 5th Weurman Flavour Research Symposium
Voksenasen, Oslo, 23-25/04/1987, J. Wiley & Sons, New York, 563 p.

MORTON I.D., MACLEOD A.J., 1982 et 1985
Food Flavors
Part A. Introduction
Part B. The flavour of beverages
Elsevier, Amsterdam, Part A 473 p., Part B 379 p.

OHLOFF G., FLAMENT I., PICKENHAGEN W., 1985
Flavor chemistry
Food Reviews International, 1 (1), 99-148

PERFUMER & FLAVORIST
P.O. Box 318, WHEATON, Illinois 60189-0318 U.S.A.

PARFUMS, COSMETIQUES, AROMES
Anciennement "Rivista Italiana E.P.P.O.S.", Paris (France)

RICHARD H.; LENOIR J., 1987
Le nez des Herbes et des Epices
Editions Jean LENOIR, Carnoux-en-Provence (France), 54 arômes et fiches
et 75 p.

THEIMER E.T., 1982
Fragrance Chemistry. The science of the sense of smell
Academic Press, New York, 635

VERNIN G., 1982
Heterocyclic flavouring and aroma compounds
John Wiley & Sons, New York, 375 p.