

ÉPICES ET HERBES AROMATIQUES

Hubert RICHARD

E.N.S.I.A. - 1, avenue des olympiades - 91744 MASSY Cedex

Les épices et les herbes aromatiques sont des produits d'origine végétale, utilisées dans l'alimentation. Elles sont pour une bonne part responsables des plaisirs de la table et n'ont aucune valeur nutritionnelle.

Très prisées et convoitées depuis la plus Haute Antiquité, les épices furent monnaies d'échange ou espèces, d'où leur nom d'épices. Tour à tour, Grecs, Carthaginois, Romains, Arabes, Portugais, Hollandais, Anglais et Français créeront leurs propres comptoirs, et, pour avoir le monopole des épices, se feront des guerres coloniales sans merci (Delaveau, 1987).

1.- Terminologie

La distinction faite ici entre les épices et les herbes aromatiques est proche de celle de nos voisins anglo-saxons qui ont l'habitude d'employer le terme "*spices*" pour les produits aromatiques dépourvus de chlorophylle et dont la majorité provient de pays tropicaux, et celui d"*herbs*" pour les plantes dont on utilise la partie herbacée à l'état frais ou séchée. Ces **fines herbes** poussent sur tout le pourtour du bassin méditerranéen. Cultivées par des maraîchers, elles sont vendues sur nos marchés à l'état frais. Mais de plus en plus, nous les utilisons à l'état déshydraté. Cette forme est plus adaptée à notre style de vie accélérée qui nous pousse à effectuer nos achats une fois par semaine dans des hypermarchés, réservant aux week-ends, le plaisir des petits marchés et des bons petits plats mijotés.

La terminologie utilisée pour classer ces plantes aromatiques est parfois assez confuse; ainsi, l'oignon peut être considéré comme un aromate ou un légume, la moutarde et le raifort comme des condiments ou des aromates. Définir avec précision les concepts d'épices, d'aromates, ou de condiments n'est pas évident. Les définitions dépendent en fait de l'angle sous lequel on regarde ces produits, c'est-à-dire essentiellement de leurs utilisations. Dans une soupe ou une tarte à l'oignon, l'oignon sera plus perçu en tant que légume, alors que dans la sauce piquante ou la sauce Robert, l'accent est plutôt mis sur son rôle d'aromatisant.

2.- Nature des saveurs contenues dans les herbes et les épices

La popularité des épices et herbes aromatiques a été et reste très liée à leurs propriétés organoleptiques.

La notion de flaveur des épices et aromates recouvre l'ensemble des perceptions olfacto-gustatives (odeurs, arômes et saveurs). Ces perceptions résultent de stimuli générés par une multitude de composés organiques. Certains de ces composés sont volatils et constituent ce que l'on appelle en général l'huile essentielle. Les autres non-volatils sont plus particulièrement responsables de la saveur et de la couleur. Beaucoup sont sensibles à la chaleur et à la lumière qui provoquent leur dégradation, si bien que les épices et leurs extraits se conservent mieux 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.

L'huile essentielle est extraite à partir de l'épice, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des *Citrus*. Elle est constituée de plusieurs centaines de composés. Parmi cette multitude de constituants, certains jouent un rôle privilégié, car ils (Richard et Multon, 1992; Takeoka, 1998 et Belitz et Grosch, 1999), ce sont les composés clés de l'épice (Figure 1).

Quant à l'oléorésine, qui est une concrète si le végétal extrait était frais et un résinoïde s'il était sec, elle est obtenue par extraction de l'épice ou de l'herbe aromatique à l'aide d'un solvant organique apolaire (hexane, dioxyde de carbone, dichlorométhane, etc) qui est ensuite éliminé par distillation sous pression réduite. Cette oléorésine contient non seulement les constituants volatils de l'huile essentielle mais aussi tous les composés sapides et les pigments apolaires (Figures 2 et 3).

Les rendements en huile essentielle et en oléorésine sont élevés et varient selon les épices et herbes aromatiques entre 0,1 et 20 % (Tableau 1).

Figure 1.- Quelques composés volatils des herbes et des épices

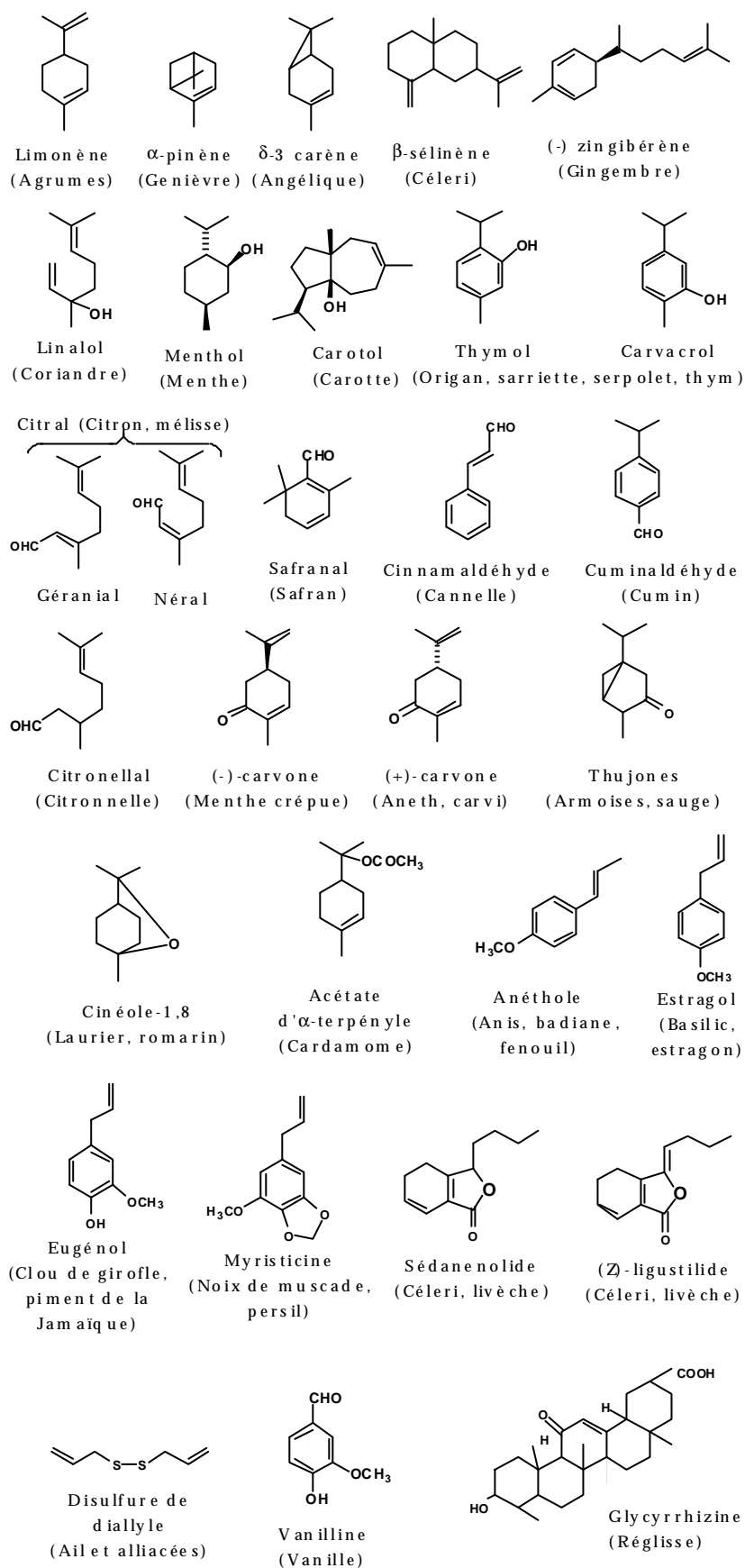
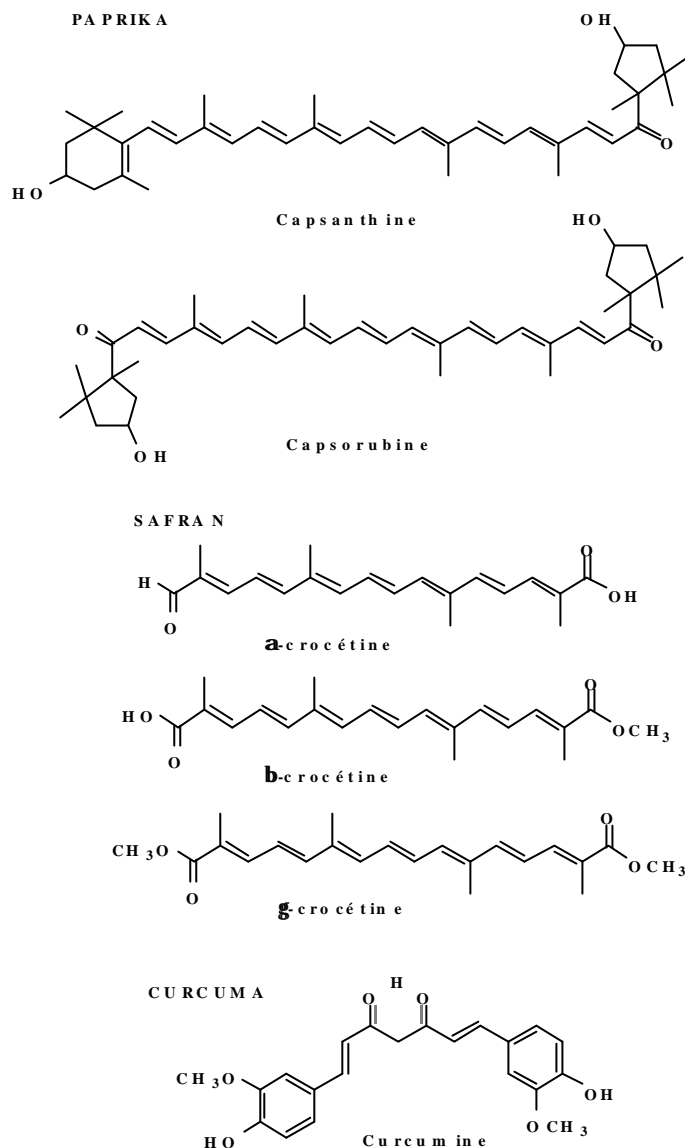


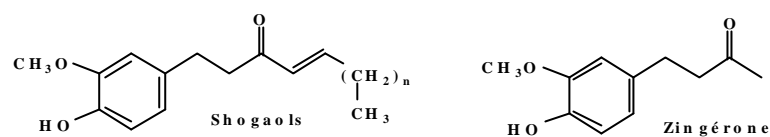
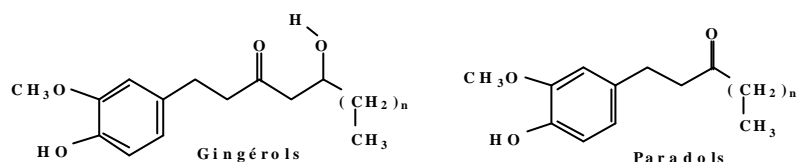
Figure 2.- Pigments des épices



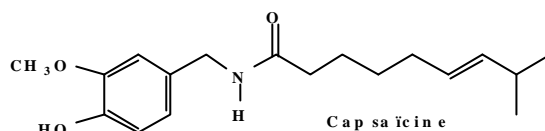
Le pouvoir brûlant et piquant des épices est évalué sensoriellement par la mesure dans une solution à 5% de saccharose de la dilution du principe sapide ne provoquant plus de sensation brûlante (Richard, 1992). Il est exprimé en unité de chaleur Scoville (SHU). La capsïcine avec 10.000.000 SHU est environ 100 fois plus puissante que la pipérine, dont le caractère brûlant est à peu près équivalent à ceux des gingérols (80.0000 SHU), paradols (100.000 SHU) et shogaols (160.000 SHU).

Les industriels préfèrent utiliser des extraits et des préparation élaborées, plutôt que les épices et aromates en l'état. Deux raisons essentielles militent en faveur de ce choix, d'une part, la résolution des problèmes de qualités organoleptiques et microbiologiques, d'autre part, une plus grande facilité de formulation et de dosage permettant une meilleure adaptation à l'automatisation des chaînes de fabrication du produit alimentaire.

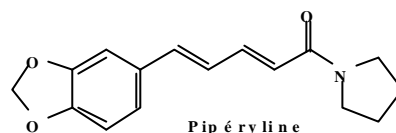
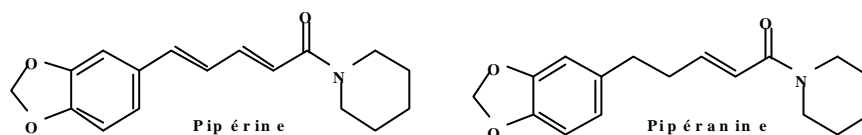
Figure 3.- Composés sapides des épices



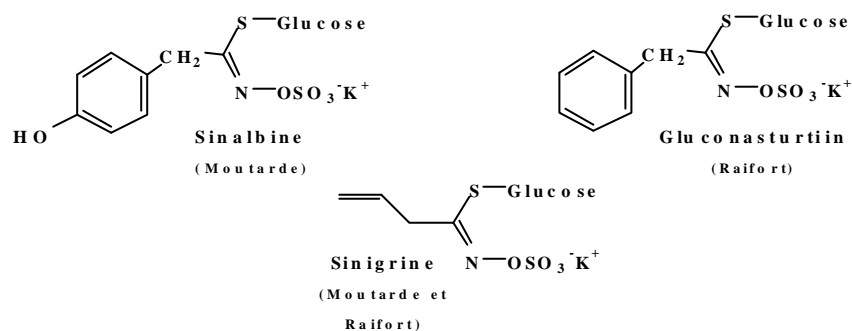
PIMENT



POIVRE



MOUTARDE et RAIFORT



3.- Classification des épices et herbes aromatiques

Certes, la classification la moins critiquable est celle basée sur les caractéristiques morphologiques des plantes. Elle présente cependant l'inconvénient de regrouper des plantes sans aucune proximité de flaveur. Or, dans le domaine des industries alimentaires et de la gastronomie, il est au contraire plus intéressant de regrouper les épices et aromates en fonction de leurs propriétés organoleptiques (couleur, odeur, arôme et saveur), ce qui nous a conduit à proposer la classification (Tableau 1).

Tableau 1.- Teneurs en huiles essentielles et en oléorésines de diverses épices et herbes aromatiques.

Epices	Huiles essentielles (%)	Oléorésines (%)
Ail		0,1 - 0,25
Anis		1 - 4
Basilic doux	0,1	
Cannelle	1,6 - 3,5	7 - 12
Céleri	1,5 - 2,5	9 - 11
Clou de girofle	14 - 21	15 - 18
Coriandre	0,1 - 1	
Cumin	2,5 - 5	
Estragon	0,3 - 1,5	
Fenouil	4 - 6	
Genièvre (baies)	0,5 - 2,5	36
Gingembre	0,3 - 3,5	3,5 - 10,3
Laurier	0,5 - 1	17 - 19
Livèche	0,1 - 1	
Marjolaine	0,2 - 0,3	
Menthe poivrée	0,2 - 0,3	
Noix de muscade	2,6 - 12	18 - 37
Origan	1 environ	
Persil (feuilles)	0,05 - 0,2	
Poivre	1 - 3,5	5 - 15
Romarin	0,5	
Sarriette	0,1 - 0,2	
Sauge		0,6 - 1,2
Thym	0,5 - 1,2	14 - 16
Vanille		29,9 - 47

Tableau 2.- Classification des diverses épices et herbes aromatiques

Epices à saveur piquante et brûlante

Piment	<i>Capsicum sp.</i>	Solanacée	Capsaïcine
Gingembre	<i>Zingiber officinalis</i> Roscoe	Zingiberacée	Gingérols, Shogaols
Poivres	<i>Piper nigrum</i> L.	Piperacée	Pipérine
Moutardes	<i>Brassica alba</i> Boissier <i>Brassica nigra</i> L.	Crucifère	Sinalbine Sinigrine
Raifort	<i>Armoracia lapathifolia</i> Gilibert	Crucifère	Gluconasturtiin

Epices à pouvoir colorant

Paprika	<i>Capsicum annuum</i> L.	Solanée	Capsanthine, Capsorubine
Curcuma	<i>Curcuma longa</i> L.	Zingiberacée	Curcumine

Safran	<i>Crocus sativus</i> L.	Iridacée	Crocétine
--------	--------------------------	----------	-----------

Epices aux notes terpéniques citronnées

Orange	<i>Citrus sinensis</i> L.	Rutacée	Limonène, aldéhydes
Citron	<i>Citrus limon</i> L.	Rutacée	Limonène, Citral
Citronnelle	<i>Cymbopogon nardus</i> <i>Cymbopogon winterianus</i>	Graminée	Citronellal
Coriandre (feuilles)	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Ombellifère	Aldéhydes
Mélicse	<i>Melissa officinalis</i> L.	Labiée	Citral

Epices à note épicée chaude

Cumin	<i>Cuminum cyminum</i> L.	Ombellifère	Cuminaldéhyde
Cannelles	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Nees <i>Cinnamomum cassia</i> Blume	Lauracée	Cinnamaldéhyde
Fenugrec	<i>Trigonella fœnum-græcum</i>	Légumineuse	Lactones
Aneth	<i>Anethum graveolens</i> L.	Ombellifère	(+)-carvone
Carvi	<i>Carum carvi</i> L.	Ombellifère	(+)-carvone

Epices à odeur phénolique

Clou de girofle	<i>Eugenia caryophyllata</i> Thomb.	Myrtacée	Eugénol
Piment de la Jamaïque	<i>Pimenta dioica</i> L.	Myrtacée	Eugénol
Cannelle (feuilles)	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Lauracée	Eugénol

Herbes et épices à notes florale

Basilic doux	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Labiée	Linalol
Coriandre (graines)	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Ombellifère	Linalol

Herbes et épices à odeur anisée

Anis vert	<i>Pimpinella anisum</i> L.	Ombellifère	Anéthole
Badiane	<i>Illicium verum</i> Hookes	Magnoliacée	Anéthole
Fenouil	<i>Fœniculum vulgare</i> Miller	Ombellifère	Anéthole
Estragon	<i>Artemisia dracunculus</i> L.	Composée	Estragole
Basilique exotique	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Labiée	Estragole

Cerfeuil	<i>Anthriscus cerefolium</i> L.	Ombellifère	Estragole
----------	---------------------------------	-------------	-----------

Herbes à sensation de fraîcheur

Cardamome	<i>Elettaria cardamomum</i>	Zingibéracée	Acétate d' α -terpényle
Laurier	<i>Laurus nobilis</i> L.	Lauracée	1,8-cinéole
Menthes	<i>Mentha</i> sp.	Labiée	Menthol et (-)-carvone
Romarin	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Labiée	1,8-cinéole et camphre

Herbes à phthalides

Céleri	<i>Apium graveolens</i> L.	Ombellifère	Senkyunolide et sélinènes
Livèche	<i>Levisticum officinalis</i> Koch.	Ombellifère	Ligustilide

Herbes à odeur terpénique

Angélique	<i>Angelica archangelica</i> L.	Ombellifère	δ -3-carène
Carotte	<i>Daucus carota</i> L.	Ombellifère	Carotol
Gingembre	<i>Zingiber officinalis</i> Roscoe	Zingibéracée	β -zingibérène
Genièvre	<i>Juniperus communis</i> L.	Cupressacée	α -pinène
Muscade et Macis	<i>Myristica fragrans</i> Houtt.	Myristicacée	Terpènes et myristicine
Persil	<i>Petroselinum hortense</i> Hoffm.	Ombellifère	Terpènes et et myristicine

Herbes à phénols

Origan	<i>Origanum vulgare</i> L.	Labiée	Thymol et carvacrol
Sarriette	<i>Satureia montana</i> L.	Labiée	
Serpolet	<i>Thymus serpyllum</i> L.	Labiée	
Thym	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Labiée	

Herbes à thujones

Armoises	<i>Artemisia</i> sp. L.	Composée	α - et β -thujones
Sauge	<i>Salvia officinalis</i> L.	Labiée	
Tanaisie	<i>Tanacetum vulgare</i> L.	Composée	

Autres herbes et épices

Safran	<i>Crocus sativus</i> L.	Iridacée	Safranal
Vanille	<i>Vanilla planifolia</i> Andrews	Orchidée	Vanilline
Réglisse	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	Légumineuse	Glycyrrhizine

Les alliacées

Ail	<i>Allium sativum</i> L.	Liliacée	Disulfures de dipropyle d'allyle, de propényle, etc...
Ciboulette	<i>Allium schænoprasum</i> L.	Liliacée	
Echalote	<i>Allium ascalonicum</i> L.	Liliacée	
Oignon	<i>Allium cepa</i> L.	Liliacée	
Poireau	<i>Allium porum</i> L.	Liliacée	

Le curry est un mélange d'épices.

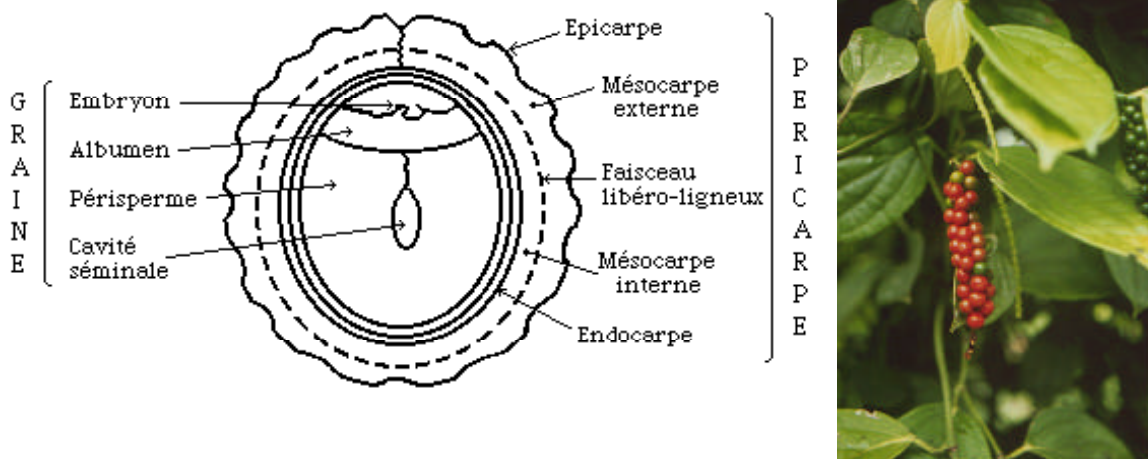
4.- Origine de la saveur des épices et des herbes aromatiques

Une même plante peut être à l'origine de plusieurs épices. Plusieurs cas sont bien connus.

Le poivre

Poivres vert, blanc et noir proviennent tous du même grain de poivre (Figure 4) récolté à divers stade de maturité. Le séchage occasionne le noircissement du poivre noir. L'élimination du tégument externe suite à un trempage permet d'obtenir le poivre blanc après séchage.

Figure 4.- Epi de poivre et schéma du grain



Le fruit du muscadier (Figure 5)

Il donne naissance à la noix de muscade (amande) et au macis (arille enveloppant la partie boisée de la noix).

Figure 5.- Le fruit du muscadier, avec l'arille à moitié détachée sur la noix à gauche où une partie de l'enveloppe en bois a été enlevée.



La cannelle et les feuilles du cannellier

La cannelle est constituée des écorces des jeunes pousses, qui après séchage donne les fameux tuyaux qui s'emboîtent les uns dans les autres et donc l'arôme nous est bien connu. Les feuilles ont par contre un parfum très proche de celui du clou de girofle.

Certaines épices ou herbes aromatiques ne possèdent pratiquement pas d'arôme sans un traitement technologique. Tels sont les cas du safran, des alliées, de la vanille, de la moutarde et du raifort.

Le safran

Le développement de l'arôme se développe au cours du séchage des stigmates (Figure 6) et la qualité de l'épice dépend grandement du soin qui y est apporté.

Figure 6.- Bulbe de *Crocus sativus* en fleur avec les stigmates de couleur rouge.



La vanille

Les gousses récoltées encore vertes sont amères et sans parfum. Le processus de préparation de la vanille est lent et délicat. Il s'étend sur environ quatre mois. Pour que se développe l'arôme, les gousses sont échaudées, puis placées dans des couvertures à l'intérieur de caissons d'étuvage pendant 24 à 48 heures où elles subissent une fermentation enzymatique. Elles deviennent

de couleur brunâtre, signe qu'elles sont mortes.

Figure 7.- Balai de gousses de vanille



Elles sont ensuite séchées d'abord très lentement au soleil ou au four, puis à l'ombre. Elles sont calibrées, mises en petits paquets et laissées dans des malles en bois ou en fer blanc pendant encore deux à huit mois au cours desquels l'arôme continue de s'affiner. Elles sont alors prêtes à la commercialisation. L'épice est commercialisée en gousses, en poudre, en extrait liquide ou sous forme de sucre vanillé. L'arôme fin, persistant et agréable de la vanille provient en grande partie de la vanilline.

La moutarde, le raifort et les alliées.

Chez ces épices pour que l'arôme se développe, il est nécessaire que les précurseurs de ces arômes (glucosinolates ou sulfoxydes de L-cystéine) soient dégradés par les enzymes hydrolytiques de la plante suite à un traitement mécanique, en général un broyage.

5.- Le séchage des épices

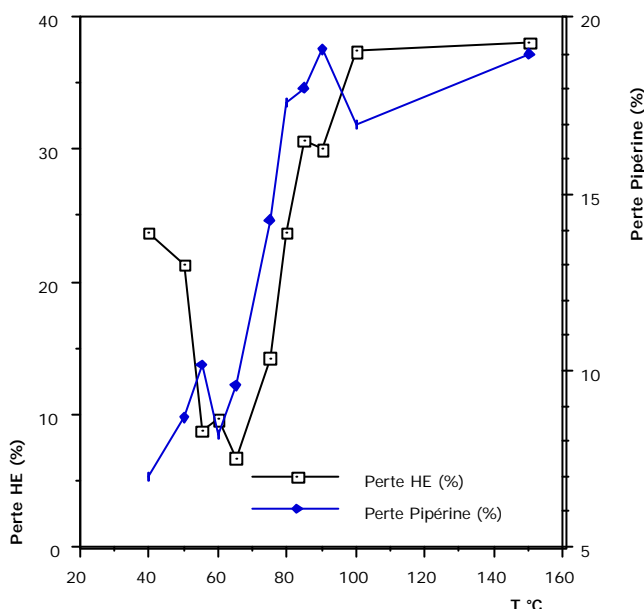
Pour pouvoir être utilisés en toute saison, les épices doivent pouvoir se conserver sans moisir, c'est-à-dire sans être le siège d'un développement microbien. C'est ainsi que depuis une vingtaine d'années se sont développés toute une gamme de produits séchés, épices et aromates en l'état, mélanges prêts à l'emploi comme les herbes pour barbecue, poudres, etc. Les industriels spécialisés dans la commercialisation de ces produits achètent les matières premières sur les lieux de production et les conditionnent.

La qualité des produits séchés dépend énormément des modes de séchage (Figure 8) mais aussi des conditions de transport (hygrométrie et température). Soulignons que le grossiste ou le triturateur d'épices et d'aromates déshydrate rarement lui-même ses produits, les achetant déjà séchés sans avoir la possibilité de porter remède aux défauts de qualité qui se sont développés en amont. Il est en partie tributaire de l'état de ce marché. Aussi, le souci majeur du triturateur sera de maintenir la qualité organoleptique des épices et aromates au cours des transformations dont il est maître, c'est-à-dire : dépoussiérage, triage, parfois séchage, décontamination, broyage et stockage. Parmi ces

opérations, le broyage est l'étape la plus délicate pour le triturateur. En effet, la fabrication de mélanges d'épices en poudres prêts à l'emploi, dont la demande va croissant, est source de pertes d'arômes importantes fonction bien souvent du type de broyeur utilisé. Pour minimiser ces pertes, il est préférable de réaliser un broyage cryogénique sous azote pendant lequel la température de l'épice reste inférieure à -70°C réduisant presque à néant les pertes en arômes et en eau. L'emballage et le stockage jouent également un rôle clef, dont on ne mesure pas toujours l'importance.

On peut avoir également recours à la surgélation qui préserve bien mieux toutes les qualités organoleptiques du produit à condition que la chaîne de froid soit maintenue de la fabrication à l'assiette du consommateur.

Figure 8.- Pertes en huiles essentielles et en pipérine au cours du séchage du poivre à différentes températures



6.- Contamination des épices

Selon l'origine des plantes (espèce, variété), l'écologie du milieu et selon le soin apporté par les pays producteurs (mode de récolte, de collecte, de préparation, de séchage, de stockage, de conditionnement), les épices et herbes aromatiques présentent des variations importantes de qualités hygiéniques (Tableau 3) et nécessitent des traitements de décontamination.

Tableau 3.- Contamination des herbes et des épices
(UFC : Unité Formant Colonies)

ÉPICES	UFC/g	HERBES	UFC/g
CUMIN	$>10^7$	ANETH	$>10^6$
CURCUMA	$>10^7$	BASILIC	$>10^7$
GINGEMBRE	$>10^7$	PERSIL	$>10^5$
PAPRIKA	$>10^7$	THYM	$>10^6$
POIVRE	$>10^8$		

Parmi les microorganismes identifiés dans les épices et herbes aromatiques séchées, on relève : *Aflavus*, *A. flavus*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus coagulans*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, *Clostridium perfringens*, *Yersinia enterocolitica*, etc.

Dans ce domaine, le traitement par les radiations ionisantes, qui se développe de plus en plus, et le traitement à l'oxyde d'éthylène sont les meilleures techniques de décontamination tant sur le plan des qualités organoleptiques que nutritionnelles. Actuellement on peut affirmer que l'état sanitaire des produits sur le marché est à peu près satisfaisant.

7.- Propriétés antiseptiques des extraits d'herbes et d'épices

Dans son livre, "Le miasme et la jonquille", CORBIN nous montre comment aux XVIII et XIXèmes siècles pour lutter contre les mauvaises odeurs des villes et la pollution grandissante, le corps médical préconisait l'utilisation d'aromates auxquels il attribuait les pouvoirs de désinfection de l'air vicié et de stimulation de la défense de l'organisme. On se bardera d'aromates pour éviter les épidémies. Actuellement, l'obsession d'être en danger dans un monde très pollué renaît d'ailleurs avec en parallèle le retour de thérapies douces comme l'aromathérapie, méthode de traitement à base d'huiles essentielles de plantes aromatiques et médicinales.

En fait, plus que les épices et les herbes aromatiques, ce sont les extraits qui possèdent des propriétés antiseptiques vis-à-vis des microorganismes pathogènes. Parmi les extraits les plus étudiés, citons les origans, les armoises (TANTAQUI-ELERAKI *et al.*, 1993), les thymes et la cannelle (FERHOUT, *et al.*, 1999), le clou de girofle, le piment de la Jamaïque, l'oignon, l'ail (CONNER et BEUCHAT, 1984).

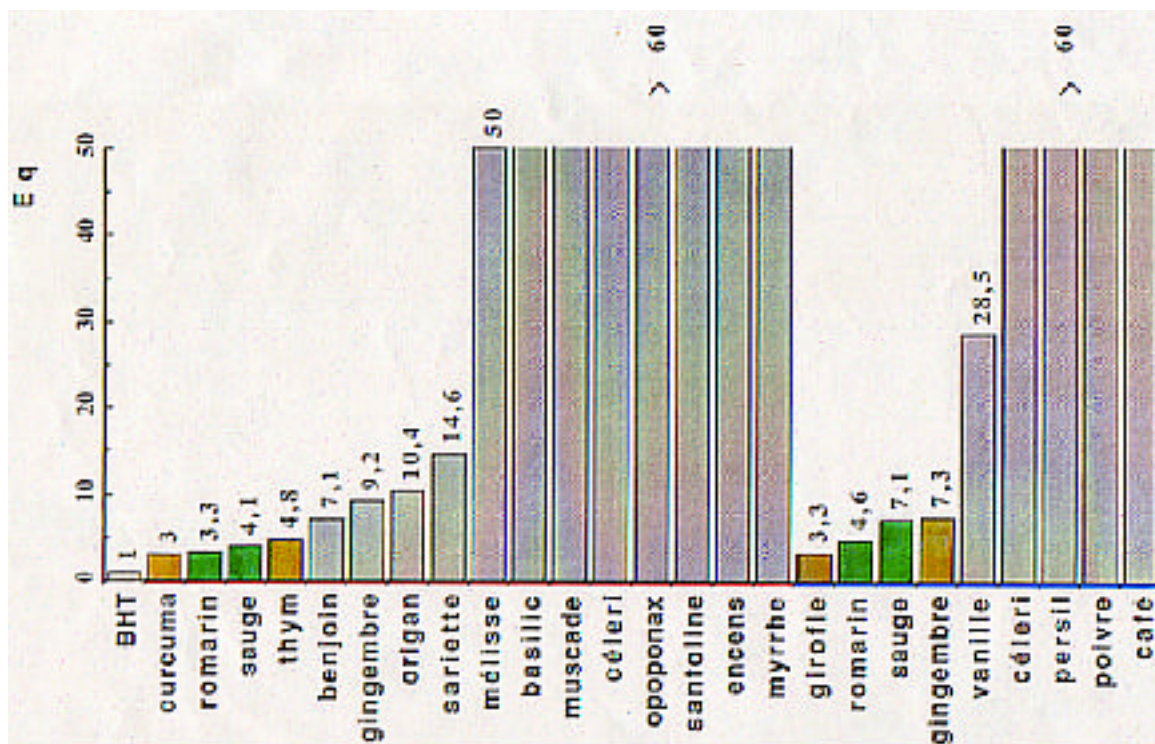
Plusieurs composés sont souvent cités comme responsables des propriétés antiseptiques des huiles essentielles : le thymol, le carvacrol, le cinnamaldéhyde, l'eugénol, le 1,8-cinéol, le camphre et les thujones.

8.- Propriétés antioxydantes des extraits d'herbes et d'épices

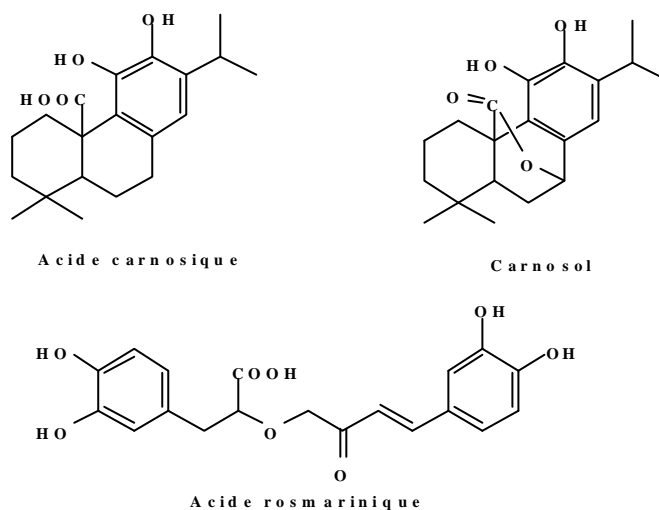
Depuis une quinzaine d'années, la recherche d'antioxydants naturels ou d'extraits à pouvoir antioxydant a suscité beaucoup d'intérêt. C'est ainsi que furent passées en revue toutes une série de plantes, et en particulier les épices (Figure 9).

De nombreux composés responsables du pouvoir antioxydant ont été identifiés. Ce sont surtout des phénols et polyphénols (Figure 10 et tableau 4).

Figure 9.- Pouvoirs antioxydants de quelques extraits de plantes, exprimé en équivalence par rapport au butyl-hydroxy-toluène (BHT)



Figures 10.- Structures de quelques composés d'épices et d'herbes aromatiques dotés de pouvoir antioxydant



D' excellentes capacités à inhiber les réactions oxydatives ont été mises en évidence pour les huiles essentielles ou extraits de romarin, sauge, thym, origan, sarriette, clou de girofle, gingembre et curcuma (CUVELIER *et al.*, 1990, 1992 et 1996). Mais parmi ces plantes, seul le romarin a été l'objet d'un développement industriel. De plus aujourd'hui sous la pression des nutritionnistes, les pouvoirs publics semblent vouloir revenir sur les autorisations de ces produits, considérant que les extraits doivent être l'objet d'étude de toxicité quand leurs doses d'utilisation dépassent celles habituelles de l'épice en l'état.

Tableau 4.- Quelques composés antioxydants

Composés	Présence dans
Carvacrol Thymol	Thym, origan, sarriette, serpolet
Eugénol	Clou de girofle, piment de la Jamaïque, feuilles de cannellier
Vanilline	Vanille
Gingérols Paradols Shogaols Zingérone	Gingembre
Capsaïcine	Piments
Sinalbine	Moutarde
Acide carnosique Acide rosmarinique Carnosol	Romarin, sauge
Curcumine	Curcuma

9.- Composés toxiques des extraits d'herbes et d'épices

Les épices et les herbes aromatiques ne posent aucun problème de toxicité lorsqu'elles sont utilisées en l'état dans les préparations culinaires, leur puissance aromatique limitant naturellement leur dose d'emploi bien en deçà des risques de toxicité. Par contre, il n'en est pas de même des huiles essentielles et des oléorésines, extraits très concentrés, qui peuvent être consommés de façon abusive et où certains composés peuvent présenter des risques de toxicité. Tel a été le cas dans le passé des huiles essentielles d'armoise qui servaient à la confection de l'absinthe. L'abus de cet apéritif entraînait des crises d'épilepsie, concomitante de delirium tremens lié à un alcoolisme profond. Une utilisation imprudente en aromathérapie peut également provoquer des troubles fonctionnels.

Les composés toxiques des herbes et des épices sont bien connus (Tableau 5), ce sont des composés présents naturellement dans les épices, les doses d'utilisation des plus toxiques sont d'ailleurs limitées.

Tableau 5.- Quelques composés d'arôme présentant une certaine toxicité

Composés	Toxicité	Plantes
(Z)-anéthole	Neurotoxique	Anis vert, badiane, fenouil
Apiole	Psychotrope	Persil

Asarones	Cancérogène	Acore
Bergaptène	Mutagène	Citrus (Bergamote)
Capsaïcine	Inflammation	Piment
1,8-cinéole	Brûlure (gorge)	Laurier, eucalyptus
Cinnamaldéhyde	Allergie	Cannelle
Coumarines	Phototoxique	Fève Tonka
Dillapiole	Psychotrope	Aneth
Estragole	Hépatotoxique	Basilic, cerfeuil, estragon
Glycyrrhizine	Hypertension	Réglisse
Isothiocyanate d'allyle	Suffocant	Moutarde
Myristicine	Psychotrope	Carotte, noix de muscade
Pipérine	Inflammation	Poivre
Pulégone	Hépatotoxique	Menthepouliot
Psoralène	Phototoxique	Citrus, panais, rue
Safrole	Cancérogène	Noix de muscade, macis
Thujones	Neurotoxique	Armoise, mélisse, sauge, tanaïs
Xanthotoxine	Mutagène	Citrus

Notons que la Nature n'est pas toujours aussi clémente que l'on veut bien le croire. Et pourtant la législation continue à la notion de "naturel" par opposition au "synthétique ou artificiel" que le consommateur relie à une peur viscérale et peu raisonnée du chimiste.

Références bibliographiques

BARATTA M-T., DORMAN H-J., DEANS S., xxxx, 1998. *Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial essential oils. Flavour Frag.J.*, **13**, 235-244

BELITZ H.D., GROSCH W., 1999. *Food chemistry*. Second edition, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (Allemagne), 992 p.

BRUNETON J., 1993. *Pharmacognosie. Phytochimie. Plantes médicinales*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 915 p

BRUNETON J., 1996. *Plantes toxiques. Végétaux dangereux pour l'homme et les animaux*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 529 p

BULLERMAN L.B., LIEU F.Y., SEIER S.A., 1977. Inhibition of growth and aflatoxin production by cinnamon and clove oils, cinnamic aldehyde and eugenol. *J. Food Sci.*, **42**, 1107-1109 et 1116

CONNER D.E., BEUCHAT L.R., 1984. Sensitivity of heat-stressed yeasts to essential oils of plants. *Appl. Environ. Microbiol.*, **47**, 229-233

CORBIN A., 1986. *Le miasme et la jonquille. L'odorat et l'imaginaire social XVIII^e-XIX^e siècles.* Flammarion, Paris, 336 p.

CUVELIER M-E., 1998. Molécules antioxydantes. Relation structure-activité. *Actes des 16èmes Journées Internationales Huiles essentielles*, Digne-les-Bains, 3-6 septembre 1997, *Rivista Italiana E.P.P.O.S.*, n° spécial, 200-211

CUVELIER M-E., BERSET C., RICHARD H., 1990. Use of a new test for determining comparative antioxidant activity of BHA, BHT, α - and γ -tocopherols and extracts from rosemary and sage. *Sci. Aliments*, **10**, 797-806

CUVELIER M-E., RICHARD H., BERSET C., 1992. Comparison of antioxidant activity of some acid phenols : structure-activity relationship. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **56**, 324-325

CUVELIER M-E., RICHARD H., BERSET C., 1996. Antioxidative activity and phenolic composition of pilot-plant and commercial extracts of sage and rosemary. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **73**, 645-652

DELAVEAU P., 1987. *Les Epices. Histoire, description et usage des différents épices, aromates et condiments.* Albin Michel Editeur, 372 p.

FERHOUT H., BOHATIER J., GUILLOT J., 1999. Antifungal activity of selected essential oils, cinnamaldehyde and carvacrol against *Malasszeria furfur* and *Candida albicans*. *J. Essent. Oil Res.*, **11**, 119-129

McKEE L.H., 1995. Microbial contamination of spices and herbs : a review. *Lebensm.-Wiss. u-Technol.*, **28**, 1-11

MORRIS J.A., KHETTRY A., SEITZ E.W., 1979. Antimicrobial activity of aroma chemicals and essential oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **56**, 595-603

RICHARD H., 1991. Spices and condiments. In : *Volatile compounds in Foods and Beverages*. H. MAARSE (éd). Marcel DEKKER, New-York, Chapter 12, 411-447.

RICHARD H., 1992. *Epices et Aromates*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 339 p

RICHARD H., MULTON J.L., 1992. *Les arômes alimentaires*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 438 p

RICHARD H., LOO A., LENOIR J., 1987. *Le nez des Herbes et des Epices*. Jean LENOIR Ed., Carnoux-en-Provence (France), 1987.

SIONNEAU D., 1993. Séchage du poivre (*Piper nigrum*) et de la cardamome (*Elettaria cardamomum* Maton) : influence sur la qualité et sur la couleur. Thèse en Sciences alimentaires, ENSIA, Massy (France)

TAKEOKA G., 1998. Flavor chemistry of vegetables. In *Flavor chemistry. Thirty years of progress*. Teranishi R. et al. (Ed.), Cluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 287-304

TANTAOUI-ELARAKI A., FERHOUT H., ERRIFI A., Inhibition of the fungal asexual reproduction stages by three Moroccan essential oils. *J. Essent. Oil Res.*, **5**, 535-545