

Vj ku'r ci g'kpvkqpcmf 'igh'dncpm

Vj ku'r ci g'kpvkqpcmf 'igh'dncpm

La chimie
des saveurs

Photo de couverture

© Michèle Dernis

Éditions EDK/Groupe EDP Sciences

25, rue Daviel

75013 Paris, France

Tél. : 01581019 05

Fax : 0143 29 32 62

edk@edk.fr

www.edk.fr

EDP Sciences

17, avenue du Hoggar

PA de Courtabœuf

91944 Les Ulis Cedex A,

France

Tél. : 01 69 18 75 75

Fax : 01 69 86 06 78

www.edpsciences.org

© EDP sciences, Paris, 2014

ISBN : 978-2-7598-1137-3

Il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage - loi du 11 mars 1957 - sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris.

La chimie des saveurs

Haim Tapiero



Publications de l'auteur

Livres

H. Tapiero. *Les oligo-éléments*. Prévention des maladies humaines. Collection *Sciences et biomédecine*. Paris : Éditions EDK, 2005.

H. Tapiero. *Stress oxydatif et alicaments*. Prévention des maladies humaines. Collection *Sciences et biomédecine*. Paris : Éditions EDK, 2006.

H. Tapiero. *Acides gras, acides aminés et peptides*. Prévention des maladies humaines. Collection *Sciences et biomédecine*. Paris : Éditions EDK, 2006.

Articles

D.M. Townsend, K.D. Tew, H. Tapiero. Sulfur containing amino acids and human diseases. *Biomed Pharmacother* 2004; 58: 47-55.

H. Tapiero, D.M. Townsend, K.D. Tew. The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. *Biomed Pharmacother* 2004; 58: 100-13.

H. Tapiero, G. Nguyen Ba, K.D. Tew. Estrogens and environmental estrogens. *Biomed Pharmacother* 2002; 56: 36-44.

H. Tapiero, G. Mathé. Diet, constitutional and drug estrogens: common and pleiomorphic receptors. *Biomed Pharmacother* 2002; 56: 63-64.

H. Tapiero, K.D. Tew, G. Nguyen Ba, G. Mathé. Polyphenols: do they play a role in the prevention of human pathologies ? *Biomed Pharmacother* 2002; 56: 200-7.

H. Tapiero, G. Nguyen Ba, P. Couvreur, K.D. Tew. Polyunsaturated fatty acids (PUFA) and eicosanoids in human health and pathologies. *Biomed Pharmacother* 2002; 56: 215-22.

H. Tapiero, G. Mathé, P. Couvreur, K.D. Tew. Free aminoacids in human health and pathologies: arginine. *Biomed Pharmacother* 2002; 56: 439-45.

H. Tapiero, G. Mathé, P. Couvreur, K.D. Tew. Free aminoacids in human health and pathologies: glutamine and glutamate. *Biomed Pharmacother* 2002; 56: 446-57.

H. Tapiero, D.M. Townsend, K.D. Tew. The antioxidant role of selenium and selenocompounds. *Biomed Pharmacother* 2003; 57: 134-44.

H. Tapiero, D.M. Townsend, K.D. Tew. Trace elements in human physiology and pathology: copper. *Biomed Pharmacother* 2003; 57: 386-394.

H. Tapiero, K.D. Tew. Trace elements in human physiology and pathology: zinc and metallothioneins. *Biomed Pharmacother* 2003; 57: 399-411.

D.M. Townsend, K.D. Tew, H. Tapiero. Oxidative stress pathologies and antioxidants: the importance of glutathione in human disease. *Biomed Pharmacother* 2003; 57: 145-55.

L. Gaté, C. Vauthier, P. Couvreur, K.D. Tew, H. Tapiero. Glutathione loaded poly (isobutylcyanoacrylate) nanoparticles and liposomes: comparative effects in murine erythroleukemia and macrophage like-cells. *STP Pharma Sciences* 2001; 11: 355-61.

H. Tapiero, L. Gaté, K.D. Tew. Iron deficiencies and requirements. *Biomed Pharmacother* 2001; 55: 324-32.

H. Tapiero, K.D. Tew, L. Gaté, D. Machover. Prevention of pathologies associated with oxidative stress and dietary intake deficiencies: folate deficiency and requirements. *Biomed Pharmacother* 2001; 55: 381-90.

L. Gaté, J. Paul, Nguyen Ba, K.D. Tew, H. Tapiero. Oxidative stress induced in pathologies: the role of antioxidants. *Biomed Pharmacother* 1999; 53: 169-180.

À ma mère qui nous a transmis le goût

Vj ku'r ci g'kpvkqpcmf 'igh'dncpm

Sommaire

Avant-propos	13
Détection des arômes et des saveurs	15
Composition des aliments	19
Les sucres	19
Les protéines	20
Les huiles et les graisses	21
Les vitamines	23
<i>Les vitamines hydrosolubles</i>	<i>23</i>
Thiamine (B1)	23
Riboflavine (B2)	24
Niacine (B3)	25
Acide pantothénique (B5)	25
Pyridoxine, pyridoxal, pyridoxamine (B6)	26
Biotine (B8)	27
Acide folique (B9)	29
Cyanocobalamine (B12)	30
Acide ascorbique (C)	31
<i>Les vitamines liposolubles</i>	<i>32</i>
Rétinol, rétinol, acide trétinoïque (A1, A2)	32
Cholécalciférol, ergocalciférol (D)	34
Tocophérol (E)	37
Ménaquinone (K1, K2)	38
Bioflavonoïdes (P)	39
Les oligoéléments ou sels minéraux	44
Potassium (K)	44
Calcium (Ca)	45
Magnésium (Mg)	46
Iode (I)	48
Fluor (F)	51
Fer (Fe)	52
Zinc (Zn)	56
Manganèse (Mn)	65
Cuivre (Cu)	67
Sélénium (Se)	70

Extraction des arômes et des saveurs 78

Les huiles végétales 78

Huile d'amande douce ou amère	78
Huile d'arachide	78
Huile d'argan	79
Huile de colza	80
Huile de noix	81
Huile d'olive	82
Huile de sésame	82
Huile de soja	82
Huile de pépins de raisin	83
Huile de tournesol	84

Les herbes aromatiques 86

Aneth	86
Anis vert	88
Basilic	89
Câpres	91
Citronnelle	92
Coriandre	92
Marjolaine	95
Mélicse	96
Menthe verte	96
Menthe poivrée	97
Menthe pouliot	98
Origan	98
Persil	99
Romarin	100
Sauge	102
Thym	104
Verveine	104

Les épices 105

Cannelle	105
Cardamome	106
Cumin	106
Curcuma	107
Gingembre	107
Muscade	109
Paprika	109
Piment ou poivre de la Jamaïque	109
Poivre	110
Safran	110

Les légumes 112

Ail	112
Artichaut	114
Asperges	116
Betterave	116
Blette	117
Carotte	118
Céleri	118
Chou	119
Concombre	120
Courge	120
Citrouille	120
Courgette	120
Épinard	121
Fenouil	121
Fève	121
Haricot	122
Laitue	122
Lentille	123
Maïs	123
Melon	123
Oignon	123
Pastèque	124
Patate douce	124
Petit pois	124
Pissenlit	124
Poireau	125
Pois chiche	125
Poivron	125
Pomme de terre	125
Potiron	126
Radis	126
Seigle	126
Soja	127
Tomate	127
Topinambour	127
Truffe blanche	128

Choix des aliments 129

Les recettes 133

Recettes pour végétariens 135

Les recettes de chefs 135

Laurent Trochain 136

Restaurant Numéro 3,
3, rue du Général De Gaulle
78490 Le Tremblay-sur-Mauldre

Frédéric Vardon 140

Restaurant le 39V
39, avenue Georges V, 75008 Paris

Autres recettes pour végétariens 146

Recettes pour omnivores 171

Les recettes de chefs 171

Laurent Trochain 172

Restaurant Numéro 3,
3, rue du Général De Gaulle
78490 Le Tremblay-sur-Mauldre

Frédéric Vardon 176

Restaurant le 39V
39, avenue Georges V, 75008 Paris

Autres recettes pour omnivores 182

Les viandes 182

Les fibres musculaires 182

Le tissu conjonctif 185

Les graisses 186

L'eau 186

Les recettes 188

Agneau 188

Bœuf 191

Poulet 195

Poissons 200

Avant-propos

La cuisine est une science. Il existe une relation étroite entre élaborer une recette et entreprendre une recherche scientifique. Quelle que soit l'origine d'une recette, d'un livre ou inventée, il faudra faire le choix des ingrédients, les mélanger et les cuire de manière appropriée afin de ne pas altérer les substances actives qui composent les ingrédients. Une fois la cuisson terminée, il faudra analyser le goût et, si nécessaire, prévoir son amélioration. Améliorer une recette nécessite de connaître le (ou les) processus qui interviennent dans le développement des arômes, des saveurs et de la texture. Cette approche est similaire à celle développée par le scientifique.

La relation entre l'élaboration des recettes, les substances nutritives qui composent les ingrédients et la santé de l'homme est issue de plusieurs disciplines de la recherche fondamentale et clinique. Au cours des dernières années, de nombreux travaux scientifiques ont été publiés sur le rôle de la nutrition et la réduction des risques dans les pathologies comme les maladies cardiovasculaires ou les cancers.

Dans de précédents travaux, nous avons étudié les substances nutritives et leur rôle dans la prévention des maladies chroniques et dans l'amélioration de la santé en général. Un grand nombre de ces substances telles que les oligo-éléments, les phyto-œstrogènes et phytostérols, les acides gras saturés et insaturés, les acides aminés, les vitamines et les antioxydants peuvent jouer un rôle non négligeable dans la prévention de nombreuses maladies aiguës et chroniques.

En ce qui concerne les viandes, le choix, la conservation et leur cuisson dépendra de nombreux facteurs. Elles sont constituées de fibres musculaires, de tissu conjonctif, de graisses et d'eau. La texture et la saveur d'une viande dépendra de la manière dont l'animal a été abattu et de sa conservation. Si juste avant l'abattage l'animal a été sujet à une forte activité ou à une forte tension, l'acide lactique formé s'éliminera dans le sang circulant et peu ou pas dans l'environnement musculaire. Il en résultera une viande dure, sans arôme et sans saveur. En revanche, si l'animal était au repos avant l'abattage, les réactions biochimiques se poursuivront après l'abattage et la formation d'acide lactique pourra agir au niveau des muscles. Il en résultera une viande tendre et plus savoureuse. Ainsi, la production d'acide lactique accroît la saveur, rend la viande plus tendre et aussi détruit les bactéries accumulées dans la viande. La viande peut être alors conservée ou mûrir.

Le rapport entre fibres musculaires, tissu conjonctif et graisses diffère selon la partie de l'animal considérée. La préférence pour obtenir une viande tendre est de la choisir avec peu de tissu conjonctif pour une cuisson rapide ou avec un rapport tissu conjonctif/fibres musculaires élevé pour un temps long de cuisson.

L'objectif principal de cet ouvrage est d'identifier la structure chimique des composants actifs des ingrédients utilisés en cuisine (légumes, herbes aromatiques, épices) et qui entrent dans la préparation des recettes pour « végétariens » et « omnivores ».

Détection des arômes et des saveurs

La mémoire des goûts et des arômes nous projette dans un passé immuable que nous aimerions refaire vivre. La cuisine est une science qui consiste à étudier la matière élémentaire composant les ingrédients, pour optimiser les réactions chimiques qui s'opèrent par les mélanges et pour mieux les maîtriser. La préparation et la dégustation d'un mets est un lien traditionnel et intergénérationnel, une activité culturelle liée aux traditions, aux savoir-faire locaux. La préparation nécessite un ensemble de techniques mais aussi un savoir-faire qui dépendra des ressources naturelles locales, de la culture et des croyances, des échanges entre peuples et cultures. En procurant du plaisir, la dégustation peut être considérée comme un art.

L'appréciation des aliments est une expérience de tous les sens

Chez l'homme, il existe plusieurs milliers de papilles réceptrices du goût à la surface de la langue. La papille réceptrice réagit aux substances chimiques des aliments qui se fixent sur les « cils » qui forment la partie centrale de chaque papille. Elles réagissent avec une grande diversité de produits : les papilles du goût salé, par exemple, peuvent réagir avec de nom-

breux composés autres que le sel de table. Le goût sucré est issu de plusieurs substances autres que le sucre et l'amertume des alcaloïdes comme la caféine ou la quinine.

Pour que la première sensation de goût dans la bouche se manifeste, la molécule doit être dissoute et atteindre le « cil » de la papille. Au cours de la mastication, d'autres saveurs apparaissent. Des réactions chimiques prennent place dans la salive où l'action des enzymes sur les protéines des aliments produira de nouvelles molécules. Ainsi, la sensation de goût peut changer au cours de la mastication.

L'odorat joue aussi un rôle important. Alors que nous possédons entre 5 à 10 millions de cellules olfactives, seules quelques douzaines interagiront. La limitation de l'odorat est que nous ne pouvons détecter que les molécules volatiles. Lorsqu'un aliment est introduit dans la bouche, seules les molécules volatiles seront transportées dans la partie postérieure de la bouche vers le nez où elles pourront être détectées. Le goût et l'odorat varient en fonction des individus et avec l'âge.

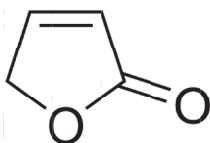
Certains aliments manifestent leurs arômes avant la cuisson, comme par exemple les fruits; d'autres, principalement constitués de protéines, n'ont que peu ou pas d'odeur ni de goût. Lors de la cuisson, des réactions enzymatiques feront apparaître d'autres molécules qui aideront au développement des arômes. Après chauffage, les sucres subiront un processus d'hydrolyse. Des « réactions de dégradation » en aldéhydes et acides se forment. Lorsque la température est suffisamment élevée pour fondre les sucres, des réactions plus complexes d'oxydation ou de « caramélisation » se forment. Le sucrose se transforme en glucose et fructose et en acides organiques, petites molécules aromatiques. Ces molécules sont des polymères de couleur marron qui tendent vers les alcaloïdes d'un goût amer.

La réaction chimique la plus importante qui se manifeste au

cours de la cuisson est la «*réaction de Maillard*», réaction qui intervient entre les acides aminés des protéines et les sucres. Cependant, ces réactions sont complexes du fait qu'il existe différents sucres et plusieurs acides aminés qui sont sous l'influence de la température, l'acidité du milieu et la présence de certaines substances. Les *réactions de Maillard* se manifestent rapidement à des températures supérieures à 140°C et, à des températures supérieures à 200°C, de nouvelles molécules apparaîtront, dont certaines seront cancérigènes.

Quelle que soit la composition des sucres transformés en acides et en aldéhydes, ils réagiront avec les acides aminés pour produire une grande variété de composés chimiques tels que les *pyrazines*, les *furanones* et *furanthiols*.

Furanones



Le *bis-2-méthyl-furyl-disulfite* est responsable des arômes de viande qui se développent au cours de la cuisson. Toutes les molécules générées par la *réaction de Maillard* sont volatiles. Ainsi, à partir de produits d'origine, le contrôle de la température et du milieu génère une palette d'arômes différents.

Du point de vue culinaire, la température de cuisson sera importante dans l'extraction des parfums.

Vj ku'r ci g'kpvkqpcmf 'igh'dncpm

Composition des aliments

Les sucres

Le goût sucré est issu de différentes origines. Le sucre raffiné de table est composé de 98 % de sucrose, lui-même constitué de glucose et de fructose. Il provient de la canne ou de la betterave à sucre. Le miel est composé entièrement de fructose et le lait principalement de lactose composé de galactose et de glucose.

La liaison de plusieurs molécules de sucres peut former de longues chaînes qui portent le nom de « polysaccharides ». Il existe 3 grandes familles de polysaccharides : 1) la *cellulose*, 2) l'*amylose*, 3) l'*amylopectine*. Ces deux dernières étant les principaux composants de l'*amidon*.

1. La *cellulose* est l'un des constituants majeurs des plantes. Elle est insoluble et il n'existe pas d'enzymes capables de la digérer.

2. L'*amidon* est composé de longues chaînes de glucose : *amylose* et *amylopectine*. La différence entre la cellulose et l'amidon réside dans la manière dont les molécules de glucose sont attachées les unes aux autres.

Un grand nombre d'animaux possèdent des enzymes capables de digérer l'amidon et de jouer un rôle important dans l'alimentation.



A series of horizontal dotted lines for writing, consisting of 20 lines.



A series of horizontal dotted lines for writing, spanning the width of the page.