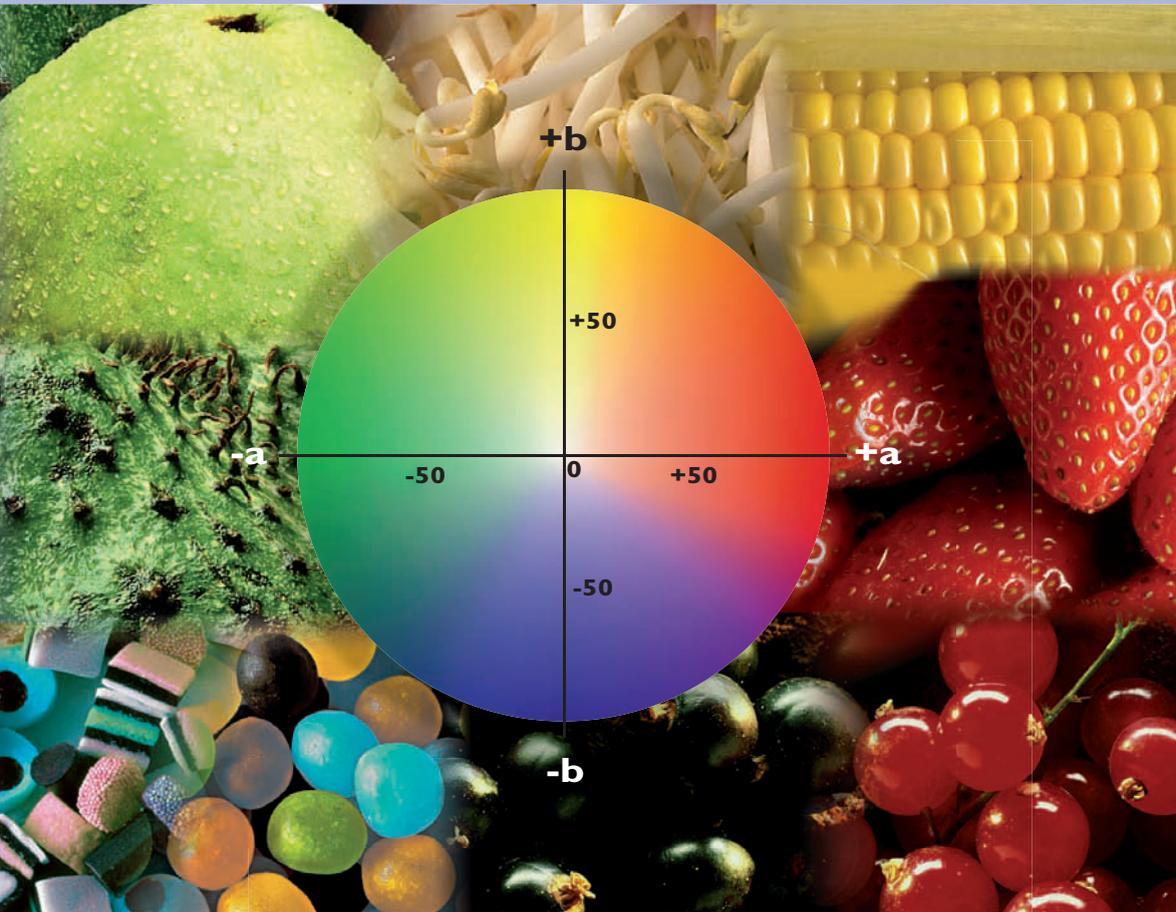




COLLECTION  
SCIENCES & TECHNIQUES  
AGROALIMENTAIRES

Muriel Jacquot • Philippe Fagot • Andrée Voilley  
coordonnateurs



# La couleur des aliments

## De la théorie à la pratique

Editions  
**TEC**  
& **DOC**

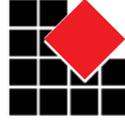
*Lavoisier*



La couleur des aliments  
De la théorie à la pratique



COLLECTION  
SCIENCES & TECHNIQUES  
AGROALIMENTAIRES



Président du Directoire : J.-L. MULTON

# La couleur des aliments

## De la théorie à la pratique

Sous la direction de

**Muriel Jacquot**  
**Philippe Fagot**  
**Andrée Voilley**

Préface

**Claudette Berset**



11, rue Lavoisier  
75008 Paris

## Dans la même collection

*Science et technologie de l'œuf – Production et qualité, volume 1*

F. Nau, C. Guérim-Dubiard, F. Baron, J.-L. Thapon<sup>†</sup> (coord.), 2010

*Science et technologie de l'œuf – De l'œuf aux ovoproduits, volume 2*

F. Nau, C. Guérim-Dubiard, F. Baron, J.-L. Thapon<sup>†</sup> (coord.), 2010

*Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires*

B. de Reynal, J.-L. Multon (coord.), 4<sup>e</sup> éd. 2009

*Évaluation sensorielle – Manuel méthodologique*

F. Depledts (coord.), SSHA, 3<sup>e</sup> éd. 2009

*Aliments fonctionnels*

M. Roberfroid, B. Coxam, N. Delzenne (coord.), 2008

*Les polyphénols en agroalimentaire*

P. Sarni-Manchado (coord.), V. Cheynier, 2006

*La spectroscopie infrarouge et ses applications analytiques*

B. Bertrand, E. Dufour (coord.), 2<sup>e</sup> éd., 2006

*Gestion des problèmes environnementaux dans les industries agroalimentaires*

R. Moletta (coord.), 2006

*Analyses des risques alimentaires*

M. Feinberg, P. Bertail, J. Tressou, P. Verger (coord.), 2006

*Bactéries lactiques et probiotiques*

F.-M. Luquet, G. Corrieu (coord.), 2005

*Risques et crises alimentaires*

C. Lahellec (coord.), 2005

**Voir tous les titres de la collection : [www.tec-et-doc.com](http://www.tec-et-doc.com) (Chercher : staa)**



© LAVOISIER, 2012

ISBN : 978-2-7430-1367-7

ISSN : 0243-5624

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands-Augustins - 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1<sup>er</sup> juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code pénal art. 425).

## Liste des auteurs

### **Akbaraly Tasnime**

Docteur en science PhD  
Épidémiologiste  
Inserm Unité 888  
Pathologies du système nerveux :  
Recherche épidémiologique et clinique  
Université Montpellier I  
Hôpital La Colombière  
Montpellier

### **Arab-Tehrany Elmira**

Enseignant-chercheur  
LiBio (Laboratoire d'ingénierie  
des biomolécules)  
Nancy université  
Institut national polytechnique  
de Lorraine  
École nationale supérieure d'agronomie  
et des industries alimentaires  
Vandœuvre-les-Nancy

### **Berr Claudine**

Docteur en médecine  
Docteur en science PhD  
Directrice de recherches Inserm  
Inserm Unité 888  
Pathologies du système nerveux :  
Recherche épidémiologique et clinique  
Université Montpellier I  
Hôpital La Colombière  
Montpellier

### **Berset Claudette**

Professeuse de biochimie industrielle (e.r.)  
École nationale supérieure des industries  
alimentaires – AgroParisTech  
Massy

### **Bertrand-Bar Sonia**

Spécialiste en analyse sensorielle  
et recherche consommateurs  
Sensory & Consumer Preference Network  
Nestle Research Center  
Lausanne (Suisse)

### **Body Laurence**

Consultante marketing stratégique  
AOC Performance  
Tours

### **Boisier Bertrand**

Le2i (Laboratoire d'électronique,  
informatique et image)  
Université de Bourgogne  
Dijon

### **Brochet Frédéric**

Docteur en œnologie  
UMR Sciences pour l'œnologie  
INRA  
Montpellier

### **Callet Patrick**

Enseignant chercheur  
Laboratoire de mathématiques appliquées  
aux systèmes  
École centrale de Paris  
Châtenay-Malabry

### **Cavassilas Marina**

Docteur en sciences du langage  
Directrice Sté Sémiopolis  
Paris

**Cayot Philippe**

Professeur  
Département Chimie de l'aliment  
AgroSup Dijon  
Dijon

**Chrisment Alain**

Ingénieur conseil  
Gérant de 2C  
Color & Consulting  
Brunoy

**Comte Alexandre**

Ingénieur de recherche  
Département recherche en imagerie  
fonctionnelle  
Hôpital Jean Minjot  
Centre hospitalier universitaire  
Besançon

**Coves Sara**

Diététicienne nutritionniste  
Responsable communication  
nutritionnelle  
Unilever France  
Rueil-Malmaison

**Dalla Rosa Marco**

Professeur de technologie et science  
des aliments  
Campus des sciences alimentaires  
Université de Bologne  
Cesena (Italie)

**Defraigne Jean-Olivier**

Professeur  
Chef de service de chirurgie cardio-  
vasculaire  
Credec (Centre de recherche  
expérimentale du département  
de chirurgie)  
Centre hospitalier universitaire  
Université de Liège  
Liège (Belgique)

**Denoyelle Christophe**

Ingénieur agronome  
Responsable du service Qualité  
de la viande  
Institut de l'élevage  
Villers-Bocage

**Dupont Gérard**

Cuisinier  
Président de l'Académie culinaire  
de France  
Paris

**Escargueil Paule**

Ingénieur ENSBANA (e.r.)

**Fagot Philippe**

Consultant en management de la couleur  
Dijon

**Faurion Annick**

Docteur ès sciences en neurophysiologie  
CNRS, FRC 2118 – Gif-sur-Yvette  
Laboratoire de neurobiologie sensorielle,  
Inra  
Jouy-en-Josas  
Présidente de l'European  
Chemoreception Research Organization

**Gaiani Claire**

Enseignant-chercheur  
LiBio (Laboratoire d'ingénierie  
des biomolécules)  
Nancy université  
Institut national polytechnique  
de Lorraine  
École nationale supérieure d'agronomie  
et des industries alimentaires  
Vandœuvre-les-Nancy

**Gallen Céline**

Maître de conférences  
Institut d'économie et de management  
Université de Nantes  
Nantes

**Geoffriau Emmanuel**

Docteur en biologie moléculaire et  
cellulaire  
Maître de conférences en filière légumière  
et semencière  
Agrocampus Ouest, centre d'Angers  
INHP  
Angers

**Giboreau Agnès**

Directrice de recherches  
Institut Paul Bocuse  
Écully

**Gouton Pierre**

Professeur  
Le2i (Laboratoire d'électronique,  
informatique et image)  
Université de Bourgogne  
Dijon

**Gouttefangeas Cécile**

Ingénieur Ensia Massy  
Responsable recherche et développement  
Sté Nigay  
Feurs

**Grosjean Muriel**

Designer culinaire  
Paris

**Hardy Joël**

Professeur émérite  
LiBio-ENSAIA  
Institut national polytechnique de  
Lorraine  
Nancy Université

**Jacquot Muriel**

Enseignant-chercheur  
LiBio (Laboratoire d'ingénierie  
des biomolécules)  
Nancy Université  
Institut national polytechnique  
de Lorraine  
École nationale supérieure d'agronomie  
et des industries alimentaires  
Vandœuvre-les-Nancy

**Le Rohellec Jean**

Centre de recherches sur la conservation  
des collections  
Muséum national d'histoire naturelle  
Paris

**Lorthios Marielys**

Styliste culinaire – Photographe  
Photographic  
www.marielys-lorthios.com  
Dijon

**Masson Gilles**

Docteur ès sciences des aliments  
Œnologue  
Directeur du Centre de recherches  
et d'expérimentation des vins rosés  
Vidauban

**Menozzi Christophe**

Maître sommelier  
Besançon

**Didier Michel**

Chromaticien  
Espace Coloris  
Chalençon

**Mignot Catherine**

Responsable des affaires réglementaires  
DSM Nutritional Product France  
Présidente SYNPA  
(Syndicat national des producteurs  
d'additifs et ingrédients de la chaîne  
alimentaire)

**Moulin Thierry**

Professeur des universités  
Praticien hospitalier  
Service de neurologie  
Centre hospitalier universitaire  
Besançon

**Nigay Henri**

Docteur en chimie organique  
Directeur technique  
Sté Nigay  
Feurs

**Parent-Massin Dominique**

Docteur d'État  
Professeur de toxicologie alimentaire  
à l'université de Bretagne occidentale  
Directrice du laboratoire de toxicologie  
alimentaire et cellulaire EA 3880  
Présidente du CES additifs, arômes,  
auxiliaires technologiques de l'Afssa,  
2000-2006  
Expert Panel Additives and Nutrient  
Sources, Autorité européenne de sécurité  
alimentaire

**Pazart Lionel**

Praticien hospitalier  
Centre d'investigation clinique  
en innovation technologique  
Inserm CIT 808  
Besançon

**Petitfour Sébastien**

*Le2i (Laboratoire d'électronique,  
informatique et image)  
Université de Bourgogne  
Dijon*

**Pincemail Joël**

*Docteur en sciences biomédicales  
Directeur de recherches au service  
de chirurgie cardio-vasculaire  
et au Credec (Centre de recherche  
expérimentale du département de  
chirurgie)  
Centre hospitalier universitaire  
Université de Liège  
Liège (Belgique)*

**Ratsimba Valérie**

*Doctorante en science des aliments –  
SupAgro Dijon  
Service recherche et développement  
Sté Nigay  
Feurs*

**Schweitzer Paul**

*Directeur  
Laboratoire d'analyse et d'écologie  
apicole  
CETAM Centre d'études techniques  
apicoles de Moselle  
Guenange*

**Sensidoni Alessandro**

*Professeur de technologie et science  
des aliments  
Département des sciences alimentaires  
Università degli Studi di Udine  
Udine (Italie)*

**This Hervé**

*Physicochimiste  
Directeur scientifique de la fondation  
Science & Culture alimentaire  
(Académie des Sciences)  
Équipe Inra gastronomie moléculaire  
Laboratoire de chimie  
AgroParis Tech  
Paris*

**Trollat Philippe**

*Œnologue  
Bureau interprofessionnel des vins  
de Bourgogne  
Beaune*

**Voilley Andrée**

*Professeur émérite de physico-chimie  
des aliments et des procédés (e.r.)  
Département de chimie et physico-chimie  
des aliments  
AgroSup  
Dijon*

**Voirol-Baliguet Elisabeth**

*Spécialiste en analyse sensorielle (e.r.)  
Sensory Science Group  
Nestlé Research Center  
Lausanne (Suisse)*

## Préface

*« La Couleur est un élément vital, essentiel, comme l'eau et le feu ;  
c'est une matière utile comme le blé. Un rouge, un bleu,  
c'est l'équivalent d'un bifteck et c'est aussi nécessaire.  
L'on ne peut vivre sans elle.*

Fernand Léger

On ne saurait mieux résumer l'importance de la couleur dans la vie des hommes, qui ne se révèle à la conscience que lorsqu'on en est privé. La couleur agit sur la psyché. Ainsi la tristesse des jours gris nous rend moroses alors qu'un rayon de soleil qui se glisse sous la porte suffit à alléger le poids du jour. L'association couleur-aliments fait partie du rapport intime que nous entretenons avec notre environnement, elle gouverne pour une part le choix de notre nourriture et la sensation que nous en éprouvons. Nous mangeons en couleurs tout autant qu'en saveurs. Sur tous les marchés du monde, quelles que soient les traditions culinaires ou les conditions climatiques, les verts, les rouges, les jaunes, les violets, les oranges ou les blancs se côtoient, s'interpellent et se rehaussent, formant des palettes de tons vifs qui ont inspiré les plus grands peintres.

Cette proximité entre la couleur et l'aliment se révèle au travers du grand nombre de mots empruntés au domaine des fruits et légumes pour nommer les teintes : les termes aubergine, prune, pêche, figue, orange, mandarine, miel, safran, paprika, chocolat, marron, saumon, poivre, rouge cerise, rouge framboise, abricot, mangue, épinard, lie de vin, vert pomme, jaune citron... ont été récupérés dans les domaines du textile, de l'ameublement, de la mode, du design ou de l'automobile.

Dans toutes les civilisations, manger est un plaisir et, particulièrement en France, le repas est un moment de convivialité qui fait partie d'un certain art de vivre. Manger des yeux ajoute à ce plaisir. C'est parce que la couleur est indissociable de notre relation à l'aliment que les colorants ont de tout temps été présents dans notre univers culinaire, pour exciter notre envie. Mais la gourmandise, dénoncée par la religion, est le luxe des populations rassasiées. Ainsi, on rapporte que pendant les périodes de disette qui sévissaient souvent au Moyen Âge, les clercs de l'église condamnaient l'usage des colorants en cuisine. Il fallait éviter de rendre la nourriture attrayante et comme le dit Harpagon, « manger pour vivre et

non pas vivre pour manger ». La chère se devait d'être triste... Mais peut-on interdire aux cerises d'être rouges ?

Notre mode de vie, au XXI<sup>e</sup> siècle, accorde une place prépondérante aux aliments manufacturés et standardisés, tandis que les produits de la nature sont eux-mêmes normalisés, calibrés, domestiqués. Dans l'éventail pléthorique de nourriture offerte à notre convoitise, les yeux sont les outils de mesure de notre cerveau qui juge, évalue et choisit, au moment de l'achat. Dès lors, il n'est pas étonnant que les problèmes d'apparence soient primordiaux et prennent souvent le pas, pendant la mise au point des produits, sur les aspects gustatifs. L'aliment doit avoir « la bonne couleur », celle qui est supposée nous garantir le plaisir sensoriel, et malgré les déceptions que nous avons pu éprouver antérieurement, nous revenons obstinément vers l'abricot orange vif ou la tomate rouge vermeil.

D'après le sociologue Claude Fischler, « l'omnivore » EST ce qu'il mange, c'est-à-dire qu'il s'approprie les qualités qu'il prête à son alimentation (la force et l'énergie de la viande rouge par exemple). D'où notre défiance si nous ignorons de quoi sont faits nos aliments ou si nous suspectons certains ingrédients d'être préjudiciables à notre santé. Ainsi les décennies précédentes ont été secouées par des crises de confiance du consommateur : veaux aux hormones, vache folle, OGM... et on se souvient de la chasse aux colorants de synthèse pratiquée au cours des années 1970. En général, le feu s'éteint assez rapidement mais il couve sous la cendre et peut repartir. Ainsi ces dernières années ont vu surgir des interrogations liées à une éventuelle liaison entre la consommation de certains colorants et l'augmentation des cas d'hyperactivité chez les enfants. Pour redorer leur blason, les industriels ont été contraints de surfer sur la vague du naturel et de mettre en avant des molécules colorantes jouissant d'une bonne réputation. Les anthocyanes et les caroténoïdes ont ainsi été propulsés (provisoirement ?) dans la catégorie très convoitée des ingrédients à effets bénéfiques.

Mais ces préoccupations sont celles des sociétés pléthoriques. Les questions actuelles posées par le devenir écologique incertain de la planète, la surconsommation des pays riches au détriment des pays les plus pauvres, le développement ultrarapide des pays émergents à forte population, le souci d'une agriculture moins intensive pour préserver l'environnement vont-ils changer la donne ?

Les promoteurs du livre « *La Couleur des aliments* » ont voulu relever un défi. Il n'existait en effet pas à ce jour d'ouvrage en français entièrement dédié à ce domaine. Le livre se donne pour objectif d'analyser les différents angles sous lesquels la couleur intervient en alimentation. Or le champ est immense, il englobe les aspects physiques et chimiques ainsi que la physiologie de la vision colorée et les neurosciences, permettant de comprendre la nature de la couleur et de sa perception par l'homme, mais également l'impact de la technologie et des procédés de fabrication ou de conservation des aliments, les aspects sensoriels, la mesure, le marketing, la réglementation et les aspects santé, sans oublier la gastronomie. Tous ces domaines sont abordés dans le livre. Au final, cela donne un ouvrage très dense, où chaque auteur apporte sa pierre à la construction d'un édifice à multiples facettes.

Il faut souligner le côté didactique de ce livre dont la construction repose sur trois grandes parties : Comprendre/Évaluer/Innover, chacune divisée en plusieurs sous-parties. Des articles de fond explorent chacun des grands thèmes et sont illustrés par des études de cas ou des témoignages ciblés. On pourrait ainsi à l'infini ajouter d'autres champs d'expérience, chaque produit constituant un modèle unique. Mais nous sommes en France, et ce n'est pas un hasard si une grande place a été faite au vin...

L'originalité de ce livre est d'avoir donné la parole à des professionnels appartenant à des horizons divers : universitaires et chercheurs, médecins, syndicat professionnel, ingénieurs en marketing, industriels, designers, cuisinier... Ceci crée une large palette de points de vue et... certaines ruptures de ton.

Cet ouvrage s'adresse à tous ceux qui s'intéressent à la démarche des industriels et des chercheurs de l'alimentaire dans la conception, le contrôle de qualité et la valorisation des produits, et aux stratégies marketing qui sont mises en œuvre pour tenter de séduire et de « réenchanter » un consommateur étudié à la loupe, fouillé dans son moi intime mais qui reste inconstant.

*Claudette Berset*



# Avant-propos

*Muriel Jacquot, Philippe Fagot et Andrée Voilley*

*« Un mauve, un jaune, un blanc nacré,  
un vert céladon, un orange perlé m'inspirent.  
Je procède par touches. Le geste technique vient après. »*

Alain Passard<sup>1</sup>

La couleur des aliments est un sujet d'intérêt qui s'est manifesté de longue date autant chez les producteurs que chez les consommateurs. Historiquement, on trouve dans les textes de recettes culinaires anciennes des modes de préparation ou des modes de cuisson, voire des consignes de présentation des mets en fonction de leurs tonalités. Il semble donc acquis que la couleur des aliments peut être considérée comme étant modifiable à souhait, afin de répondre à un idéal, celui de l'agriculteur, de l'industriel, du cuisinier, voire, et surtout même, du consommateur. Ces modifications se traduisent par différentes factures : maintenance des tonalités de type « naturelles » en ce que l'on cherche à préserver le niveau de coloration originel des produits, survalorisation des tonalités en ce qu'on travestit leur apparence *via* des adjuvants, métatonalités de type « artificielles » en intégrant dans les produits des composés exogènes dont l'objectif est de modifier leur aspect en cherchant à se conformer à l'idée que le consommateur s'en fait.

Peu à peu, au regard de l'histoire, d'autres compétences, notamment avec des objectifs et des démarches scientifiques ou technoscientifiques, sont venues s'agglomérer aux anciennes approches, plus empiriques, pour aborder cette question :

- chimistes et biochimistes, en cherchant à comprendre les processus inhérents aux structures moléculaires des produits ;
- qualitaticiens pour tendre à maintenir des niveaux de production industrielle conforme à des standards ;
- marketeurs pour modéliser les goûts des cibles de consommateurs, et orienter les formulations en concordance ;
- etc.

---

1. Chef et propriétaire du restaurant L'Arpège (trois étoiles) à Paris.

Ces dernières décennies, de nouvelles disciplines, plus centrées sur le sujet consommant que sur l'objet consommé, se sont emparées de notre thème de travail, en cherchant, *via* leurs spécificités, à apporter des pièces nouvelles à l'édifice de la transdisciplinarité :

- la toxicologie a mis en évidence les limites d'acceptabilité et de tolérance des matières colorantes additionnelles en matière de santé publique ;
- la médecine commence à intégrer le rôle de certains pigments ou de certains colorants dans le fonctionnement ou le dysfonctionnement de l'organisme humain ;
- la médecine nutritionnelle, investie d'une mission de veille des dérives consuméristes, et chargée d'investigations en matière de prévention, notamment de l'obésité, cherche à réinsérer des dimensions hédoniques et culturelles à l'acte ordinaire de l'alimentation ;
- etc.

Enfin, à ces disciplines rationnelles et objectives, les arts et les sciences humaines sont venus compléter l'édifice avec des réorientations vers de nouvelles voies de recherche et d'innovation :

- le design alimentaire et le design d'apparence explorent les intermodalités sensorielles et exploitent l'image des produits *via* le packaging ou la publicité visuelle ;
- la psychologie comportementaliste investit les préférences et les aversions alimentaires en croisant les différentes sensations ;
- la sociologie et l'anthropologie tentent de tracer ressemblances et différences interculturelles dans les modes alimentaires ;
- etc.

L'objet de cet ouvrage collectif est de faire un état des lieux des connaissances et expériences en matière de recherche et d'applications de la couleur dans l'univers des aliments. Il récuse d'emblée le projet d'exhaustivité ou le recensement des diverses approches par leur compilation. Nous n'avons pas construit le sommaire par catégories d'aliments avec les solides d'une part, puis les liquides, ou les produits transformés et non transformés, ou les cuits et les crus... Nous avons, *via* les entrées des trois grandes parties découpant le sommaire, COMPRENDRE, ÉVALUER, APPRÉCIER ET INNOVER, cherché à montrer la diversité et l'originalité des recherches en faisant appel aux personnalités principalement francophones, non par souci du soutien d'une recherche prioritairement nationaliste, posture insoutenable actuellement, mais parce que les laboratoires français ont largement contribué, il y a trente, voire quarante ans, à introduire ce questionnement. Par respect pour leurs travaux, et parce que ce sont la plupart du temps leurs élèves qui sont présentement à la direction des laboratoires, nous avons souhaité montrer quels étaient les prolongements de leurs investigations initiales. Rappelons-nous les articles sur le rôle des  $\beta$ -carotènes sur la coloration des chairs des saumons

d'élevage ou de truites (Abdul Malak, 1975)<sup>2</sup>, celui de l'inventaire des robes de champagne commandité par le Comité interprofessionnel des vins de Champagne (Gustin *et al.*, 1985)<sup>3</sup>, les multiples papiers relatifs à la couleur des fruits et des légumes produits par les équipes de l'Inra, les études prototypales sur la couleur de la viande bovine (Renner et Valin, 1979)<sup>4</sup> ou avine (Ferrando et Maingy, 1970)<sup>5</sup>, celles relatives à la métrologie appliquée aux miels (Aubert, 1983)<sup>6</sup>, ou celles sur les comportements des consommateurs (Aubert et Gonnet, 1976)<sup>7</sup>, etc. Ou les publications de synthèses (Berset, 1990)<sup>8</sup>, entre autres.

Bien évidemment les thèmes de recherche ont évolué durant ces décennies. Mais ce sont sur ces études maintenant considérées comme anciennes que se sont élaborées les présentes. Actuellement, la couleur des aliments interroge toujours et interpelle encore. Le sujet est loin d'avoir livré tous ses tenants et aboutissants. Il est orchestré autour d'une problématique globale et complexe, énoncée dans un rapport rédigé par les experts internationaux de la FAO et de l'OMS relatif à la qualité des aliments et à leur rôle dans le système de sécurité sanitaire. *Ex abrupto*, cette problématique est celle-ci : « *La qualité désigne toutes les [...] caractéristiques qui déterminent la valeur d'un produit pour le consommateur. Parmi celles-ci figurent des caractéristiques tant négatives — telles que l'état de détérioration, la souillure, la décoloration, les odeurs — que des caractéristiques positives telles que l'origine, la couleur, la saveur, la texture, ainsi que la méthode de traitement de l'aliment considéré* »<sup>9</sup>. Cette stricte subdivision des propriétés négatives et positives de la couleur des aliments mérite quelques nuances, le nuancement étant l'une

2. Abdul Malak N (1975). *Influence de certains facteurs nutritionnels et écologiques sur le métabolisme d'un pigment caroténoïde : la canthaxanthine, chez la truite (Salmo gairdneri R.)*. Thèse de doctorat de 3<sup>e</sup> cycle, Lyon.

3. Gustin A, Moulin JP, Feneuil A, Mourcely L (1985). La couleur des vins de Champagne – Mesure et interprétation. *Mondial Couleur* 85, t. I, n° 84. Centre Français de la Couleur, Paris.

4. Rennere M et Valin C (1979). Influence de l'âge sur les caractéristiques de la couleur des viandes bovines de race Limousine. *Ann Technol agric*, 28.

5. Ferrando R, Maingy P (1970). *La couleur du poulet de chair, compte-rendu d'expérimentation*. Hoffmann-La Roche Cie, Paris.

6. Aubert S, Gonnet M (1983). Mesure de la couleur des miels. *Apidologie*.

7. Aubert S (1976). Influence de la couleur des aliments et boissons sur leur acceptabilité : quelques exemples. *Cahiers Nutrition et Diététique*, 1.

8. Berset C (1990). État des recherches sur les colorants alimentaires naturels. *IAA*, 11.

9. Extrait du rapport publié par la FAO et l'OMS, « *Garantir la sécurité sanitaire et la qualité des aliments – Directives pour le renforcement des systèmes nationaux de contrôle alimentaire* », 2003, p. 4 : § 3.1 *Sécurité sanitaire et qualité des aliments, et protection des consommateurs. Les termes de sécurité sanitaire et de qualité des aliments risquent parfois d'induire en erreur. La sécurité sanitaire des aliments tient compte de tous les risques, chroniques ou aigus, susceptibles de rendre les aliments préjudiciables à la santé du consommateur. Cet impératif n'est pas négociable. La qualité désigne toutes les autres caractéristiques qui déterminent la valeur d'un produit pour le consommateur. Parmi celles-ci figurent des caractéristiques tant négatives — telles que l'état de détérioration, la souillure, la décoloration, les odeurs — que des caractéristiques positives telles que l'origine, la couleur, la saveur, la texture, ainsi que la méthode de traitement de l'aliment considéré. La distinction entre sécurité sanitaire et qualité a des implications pour l'action des pouvoirs publics et détermine la nature et la teneur du système de contrôle alimentaire le mieux adapté à des objectifs nationaux préalablement déterminés.*

des spécificités de la chromaticité. C'est ce que nous avons tenté d'apporter par la réunion des contributions en cet ouvrage.

**La première partie** intitulée « Comprendre » va s'intéresser aux origines de la couleur : pourquoi un produit nous apparaît coloré, quelles sont les bases physiques, chimiques et physiologiques actuellement connues de ce phénomène complexe ?

Dans la sous-partie 1, Philippe Cayot rappelle les bases physiques et chimiques de la couleur avec des exemples originaux et parfois surprenants des colorants naturels et artificiels. Deux études de cas (les couleurs des miels avec Paul Schweitzer, l'inventaire des robes de vins rosés par Gilles Masson) nous montrent la grande diversité de la couleur des aliments et leur importance sur la qualité sensorielle des produits.

La sous-partie 2 est consacrée à l'étude de l'influence des procédés aussi bien de transformation que de conservation sur la couleur des aliments. Il a également été rédigé par Philippe Cayot qui fournit les explications physico-chimiques des phénomènes observés. Le cas particulier de la viande fraîche ou pendant une conservation « ménagère » traité par Christophe Denoyelle montre le rôle important de la couleur dans l'acte d'achat par le consommateur.

Dans la sous-partie 3, Joël Hardy présente d'autres conditions de la formation de la couleur avec la réaction de Maillard et le brunissement ; il conclut sur une nécessaire optimisation des procédures technologiques et culinaires. Plus pragmatiques, d'autres études ont été réalisées par les collègues italiens Marco Dalla Rosa et Alessandro Sensidoni, qui, après avoir revu en détail les facteurs impliqués dans le changement de coloration, portent leur attention sur une série de cas spécifiques, ordinaires, ceux des pâtes, des biscuits et des frites.

Cette partie « Comprendre » ne peut être complète sans une étude sur la toxicité des matières colorantes et la législation. La sous-partie 4 porte donc sur les risques sanitaires engendrés par la consommation abusive de certains colorants. L'analyse, détaillée et commentée par Dominique Parent-Massin, des principaux textes législatifs les plus récents réglementant, en Europe, les usages et pratiques de la coloration additionnelle met l'accent sur cette action de prévention de la santé publique. La sous-partie 5 complétée d'une étude de cas fictive relative à un projet d'élaboration d'une boisson aromatisée sans alcool, permet de saisir la complexité des derniers dispositifs réglementaires concernant les colorants. Et de prendre en compte l'évolution continue de ces textes. Il a été rédigé par deux éminentes spécialistes, Paule Escargueil et Catherine Mignot

**La deuxième partie** de l'ouvrage s'intitule « Évaluer ». Elle s'intéresse à la compréhension et à la mesure des phénomènes colorés.

La sous-partie 1 présente tout d'abord un rappel de la physiologie de la perception de la couleur. Jean Le Rohellec, chercheur en neurosciences, revient sur la nature de la stimulation visuelle, l'organisation de la rétine jusqu'à la construction cérébrale des attributs visuels. Cet état de l'art est ensuite illustré par plusieurs études de cas. Tout d'abord, Frédéric Brochet nous présente une étude de psychologie expérimentale démontrant que la couleur — la « robe » — des vins influence

la perception des odeurs et du goût du vin même pour un public averti. Ensuite, Annick Faurion attire l'attention sur l'intermodalité sensorielle en focalisant notre intérêt sur la compréhension de la gustation. Dans une troisième étude de cas, Thierry Moulin revient sur les principes de l'imagerie par résonance magnétique et son apport dans la compréhension du fonctionnement de la vision et de la perception de la couleur. Il démontre ainsi toute la difficulté de sa mesure malgré les progrès de l'imagerie cérébrale. Pour compléter ces études de cas, le témoignage de Christophe Menozzi, synesthète, aborde toute la complexité de la polysensorialité de la réponse cérébrale, surtout pour un sommelier. Le chapitre se termine avec un exemple d'application de la progression de ces connaissances au design d'emballage, par une étude menée par Muriel Jacquot et ses collègues.

La sous-partie 2 suivante présente les méthodes physiques de la mesure de la couleur et des phénomènes colorés. Alain Chrisment nous propose un état des lieux des méthodes colorimétriques actuelles permettant une mesure de la couleur la plus représentative possible de la physiologie visuelle. Deux études de cas, respectivement proposées par Paul Schweitzer et Philippe Trollat, viennent illustrer l'intérêt d'une mesure fiable des phénomènes colorés afin de référencer par exemple des produits alimentaires tels que le miel ou le vin où la couleur est un élément de qualité discriminant.

La sous-partie 3 aborde la mesure sensorielle de la couleur. Muriel Jacquot présente les bases et les fondements de la discipline, ses règles et l'organisation de la mesure sensorielle. Cette méthodologie est illustrée par deux études de cas. Pour le premier, les modèles sont appliqués d'abord à l'optimisation de l'apparence colorée de confiseries afin de les rendre plus appétantes pour le consommateur, c'est la contribution d'Élisabeth Voirol-Baliguet et de Sonia Bertrand-Bar, qui nous font partager leur expérience de la confiserie industrielle. Cet apport est complété par le travail de mise en œuvre d'un nuancier des vins rosés, formidable outil de repérage et de formation pour les professionnels mais aussi pour le grand public, développé par Gilles Masson du Centre de recherches et d'expérimentations sur les vins Rosés.

**La troisième partie** cherche à ouvrir la voie du sens, des significations, des images, à introduire différentes pistes d'innovation et de conceptions nouvelles. Orchestrée autour des deux mots clefs APPRÉCIER et INNOVER, elle place l'humain au centre de ses préoccupations.

Appréhendant les conceptions symboliques à partir de leurs origines cognitives, intimement liées au développement des représentations psychologiques des contemporains, et les mettant en perspective sociétale, Philippe Fagot présente les constantes et les dérives sémantiques de certains produits alimentaires, en montrant l'omniprésence de cette relation entre l'image idéale et idyllique du produit, et l'évolution de leur symbolique.

Considérant que près de deux emballages sur trois sont consacrés aux produits alimentaires, Marina Cavassilas passe au crible de la sémiologie le corpus du packaging. Elle propose un ensemble de grilles de lecture pragmatique permettant d'appréhender la question de la couleur adaptée aux produits de consommation

courante, et en particulier le principe de l'établissement d'une codification chromatique, destinée à améliorer la communication des marques *via* l'image de leurs produits.

Avec une approche teintée de marketing, et dans l'objectif d'une reconnaissance des caractéristiques cognitives et esthétiques développées par cette nouvelle branche qu'est le « design culinaire », Céline Gallen examine conjointement et l'objet, et le sujet. L'objet en tant que produit d'une conceptualisation, et vecteur de nouveaux goûts et de nouvelles apparences, et le sujet en tant que consommateur plus ou moins « néophile »<sup>10</sup> acceptant ou refusant ces innovations.

Digne héritière d'un Antonin Carême (Fagot, 2003)<sup>11</sup>, représentative de cette nouvelle génération de designers culinaires, audacieux, iconoclastes pour certains, attirés par les composants alimentaires inhabituels, Muriel Grosjean fait part de son expérience dans l'élaboration de gammes de chocolats de dégustation élaborés comme des... bijoux à consommer et des réactions des premiers dégustateurs de ces produits développés en séries limitées.

Autre approche cruciale, abondamment développée ces dernières décennies par la croissance d'intérêt du public pour l'édition et la médiatisation des recettes, conjoncturelle à la « starisation » de certains chefs de cuisine, et à l'esthétisation des images des facings d'emballages : celle de la mise en scène des ingrédients, du dressage des préparations culinaires. La photographe Marielys Lorthios s'est fait une spécialité de cette autre nouvelle activité, celle du stylisme culinaire, qui valorise le visuel comme préambule au gustatif, la « pupille avant la papille ».

Forte d'une expérience multidisciplinaire, l'expérience proposée par Agnès Giboreau, Laurence Body et Sara Coves, présente le rapprochement entre trois disciplines. En premier celle du marketing, de ses lois, de ses objectifs, de ses contraintes, puis celle de la recherche et du développement, avec sa culture de l'innovation, du décalage, de la créativité, et enfin celle des études, permettant d'évaluer les risques des produits nouveaux, dans le sens d'un risque économique et commercial, face à la réception des cibles de consommateurs. Une gamme de soupes en couleurs servira d'appui et d'exemple à leur démonstration.

Didier Michel, *via* sa sensibilité, *via* ses interprétations, traduit des impressions sensorielles en impressions chromatiques : il dessine et désigne des organisations tonales selon des schémas destinés à évoquer la signature sensible des produits alimentaires, telle une subtile et complexe carte d'identité spécifique à tel ou tel terroir, ou tel et tel mets. Il nous fait part de son expérience.

Dans un registre notablement différent, et revenant à des dimensions de nature plus scientifique, deux contributions à caractère médical. En introduction, Joël Pincemail et Jean-Olivier Defraigne font le point sur l'état des connaissances quant aux propriétés antioxydantes des fruits et des légumes, en axant leurs propos sur la

---

10. Sont considérées comme « néophiles » les catégories de consommateurs sensibles aux innovations exprimant une certaine avidité à tester les produits nouveaux.

11. Fagot P (2006). Antonin Carême, ou l'exploration de la rétine gourmande. *In* Seppia, n° 3, Couleurs en mouvement. Éd. du Rouergue, Rodez.

chromaticité. Sujet d'actualité, enraciné sur des recherches théoriques préalables, cette reconnaissance de l'interaction des matières colorantes constitutives des produits alimentaires sur la santé des consommateurs commence à poindre dans le comportement des Européens.

Relayant cette introduction générale, Tasmine Akbaraly et Claudine Berr de l'Inserm, axent le contenu de leur contribution commune à l'action démontrée des pigments caroténoïdiens sur le vieillissement cellulaire, et à leurs conséquences sur le plan des performances cognitives des personnes âgées. Si leurs conclusions quant à ces influences demeurent prudentes, malgré les nombreuses recherches internationales tendant à prouver l'interaction, elles sont plus affirmatives sur la maintenance de la sensibilité rétinienne — siège et origine de la vision en couleurs — à des périodes de vie avancées, grâce à l'absorption de pigments contenus en certains aliments.

En matière de contrôle de la coloration ou de décoloration des ingrédients alimentaires, les apports de la gastronomie moléculaire ont été déterminants en ce qu'ils se situent au cœur même des produits lors de leurs transformations dans les laboratoires de chimie et les cuisines des restaurants. Revisiter les pratiques corporatives au regard de la science, tel est l'un des objectifs d'Hervé This qui nous livre ici quelques démonstrations éloquentes.

Enfin, en guise de conclusion, par la plume de Gérard Dupont, président de l'Académie culinaire de France, quelques propos empruntés aux pratiques picturales qui ne peuvent fermer définitivement le dossier, mais esquissent un éloge savoureux de l'alliance entre la couleur et l'aliment, alliance élaborée dans les perspectives de la saveur, de la nuance, du plaisir, alliance nécessitant la conjugaison du savoir, de l'expérience, et du talent !



# Table des matières

Liste des auteurs .....	VI
Préface (Claudette Berset).....	XI
Avant-propos (Muriel Jacquot, Philippe Fagot et Andrée Voilley) .....	XIII
Introduction – La complexité de la couleur (Patrick Callet) .....	1
1. La physique et la modélisation de la matière et des matériaux .....	3
2. La coloration des verres .....	4
3. Les symboles, comme les peintures, se posent en couche. La lumière, l'enluminure et l'or .....	4
4. Vers les couleurs sans colorant.....	8
Références bibliographiques .....	9

## Première partie

### Comprendre

#### Sous-partie 1

#### Chimie et physicochimie de la couleur

##### Chapitre 1

Pigments et colorants, naturels et artificiels (Philippe Cayot).....	13
1. Introduction .....	13
2. Bases physiques et chimiques de la couleur .....	14

2.1. Le spectre du visible du rayonnement électromagnétique . . . . .	14
2.1.1. Ultraviolet, visible, infrarouge et autres domaines . . . . .	15
2.1.2. L'émission de lumière « colorée » et de lumière blanche . . . . .	15
2.1.3. Lumière naturelle et lumière artificielle . . . . .	16
2.2. Définitions d'un colorant, d'un pigment . . . . .	17
2.3. Couleur des objets et des solutions . . . . .	17
2.3.1. L'absorption et la transition électronique . . . . .	19
2.3.2. Couleur, fluorescence et phosphorescence . . . . .	20
2.3.3. Bases chimiques de l'absorption lumineuse . . . . .	21
2.3.4. L'art de mélanger les couleurs : la synthèse soustractive pour obtenir une teinte . . . . .	23
2.3.5. Solutions et dispersions : pourquoi le lait est-il blanc même avec un peu de sirop ? . . . . .	23
3. Les colorants, naturels ou artificiels : quelques exemples . . . . .	25
3.1. Classification des colorants . . . . .	25
3.2. Les mélanges de colorants artificiels . . . . .	27
3.2.1. La couleur des fleurs . . . . .	27
3.2.2. Le vert des végétaux si difficile à obtenir . . . . .	27
3.2.3. Les tomates du vert au rouge . . . . .	28
3.2.4. La couleur orange : des mélanges de colorants oranges... ou du rouge et du jaune . . . . .	28
4. Conclusion : innocuité des colorants ? . . . . .	29
Références bibliographiques . . . . .	30

## Chapitre 2

<b>La couleur des miels</b> ( <i>Paul Schweitzer</i> ) . . . . .	33
Introduction . . . . .	33
1. Les miels . . . . .	33
1.1. Les miels de nectar . . . . .	33
1.2. Les miels de miellat . . . . .	34
1.3. D'autres sources sucrées . . . . .	34
2. La couleur des miels . . . . .	34
2.1. Les composés colorés des miels . . . . .	34
2.1.1. Les composés phénoliques . . . . .	35
2.1.2. Autres composés . . . . .	37
2.2. Modifications de la couleur et traitement thermique des miels . . . . .	38
2.3. Modifications de la couleur et lumière . . . . .	39
2.4. Modifications de la couleur et cristallisation . . . . .	40
Références bibliographiques . . . . .	41

## Chapitre 3

<b>Diversité de couleur des vins Rosés, constat et origine</b> ( <i>Gilles Masson</i> ) . . . . .	43
1. Le vin Rosé est-il un vin rose ? . . . . .	43
1.1. Couleur rose et vin Rosé . . . . .	43

1.2. Ni un vin blanc, ni un vin rouge, ni un mélange de blanc et de rouge. . . . .	44
2. La couleur moyenne des vins Rosés. . . . .	45
3. La palette de couleur des vins Rosés du monde. . . . .	45
4. Les sources de variabilité de la couleur des vins Rosés. . . . .	47
4.1. La macération pelliculaire : durée et température. . . . .	47
4.2. Les cépages. . . . .	48
4.3. Terroir d'origine. . . . .	48
4.4. Maturité des raisins. . . . .	49
4.5. Autres sources de variabilité. . . . .	49
Références bibliographiques . . . . .	50

## Sous-partie 2

### *Influence des procédés sur la couleur*

#### Chapitre 4

<b>Altération des couleurs d'un aliment lors de sa conservation ou sous l'action d'un procédé de transformation (Philippe Cayot) . . . . .</b>	<b>53</b>
1. Dégradation des pigments par la lumière . . . . .	54
1.1. Scissions radicalaires : disparitions de conjugaison . . . . .	54
1.2. La peroxydation : un aliment coloré est sensible à la lumière et à l'oxygène. . . . .	55
2. Complexation et décomplexation des pigments : des changements de teinte en perspectives . . . . .	56
2.1. Complexes protéine-colorant . . . . .	57
2.2. La « décomplexation » du pigment du homard à la cuisson . . . . .	58
2.3. Teinter les tissus avec différents ions . . . . .	59
2.4. Changement de valence de l'ion d'un noyau porphyrique ou substitution ionique . . . . .	59
3. Coloration ou décoloration par réactions chimiques. . . . .	60
3.1. La loi d'action de masse et le changement de couleur : des fleurs roses en Bourgogne, bleues en Bretagne. . . . .	60
3.2. Peroxydation du pigment non excité. . . . .	62
3.3. Scission radicalaire lors du chauffage (en absence de matière grasse). . . . .	63
3.4. Coloration par addition nucléophile . . . . .	63
3.5. L'hydrolyse lors du chauffage . . . . .	64
3.6. La polycondensation des phénols. . . . .	65
4. Altération de la teinte par un changement de l'état physique. . . . .	66
4.1. Une vinaigrette à la framboise qui se décolore : une affaire d'émulsion . . . . .	66
4.2. L'importance de l'état de surface . . . . .	66
Références bibliographiques . . . . .	67

### Chapitre 5

#### Exemple d'application au domaine de la viande

<i>(Christophe Denoyelle)</i> . . . . .	71
1. Les composantes de la couleur de la viande . . . . .	72
2. Les facteurs de variation . . . . .	73
3. La mesure instrumentale de la couleur de la viande . . . . .	74
Références bibliographiques . . . . .	76

### Chapitre 6

#### La couleur des caramels *(Cécile Gouttefangeas, Valérie Ratsimba et Henri Nigay)* . . . . .

<i>(Cécile Gouttefangeas, Valérie Ratsimba et Henri Nigay)</i> . . . . .	77
1. Les matières premières . . . . .	77
2. Les différentes gammes de caramel . . . . .	77
3. Les procédés de cuisson . . . . .	80
3.1. Les procédés de cuisson discontinus . . . . .	80
3.2. Les procédés en continu . . . . .	81
Références bibliographiques . . . . .	82

## Sous-partie 3

### Formation, dégradation de la couleur

### Chapitre 7

#### Réaction de Maillard, caramélisation et brunissement des produits alimentaires *(Joël Hardy)* . . . . .

<i>(Joël Hardy)</i> . . . . .	85
1. La réaction de Maillard : mécanismes généraux et enchaînements réactionnels, intérêt sensoriel et risques sanitaires . . . . .	87
2. La caramélisation des sucres . . . . .	89
3. Les constituants colorés néoformés lors du brunissement non enzymatique . . . . .	89
4. La cinétique de formation des constituants colorés et l'influence de la composition initiale et des facteurs technologiques (temps, température, pH, $a_w$ , pression...) . . . . .	90
5. Les colorants caramel : production, classification et réglementation, utilisation . . . . .	93
Références bibliographiques . . . . .	95

### Chapitre 8

#### La couleur influencée par la réaction de Maillard dans les aliments

<i>(Marco Dalla Rosa et Alessandro Sensidoni)</i> . . . . .	97
1. Études de cas : développement de couleur et changements de qualités associés . . . . .	98
1.1. Pâte alimentaire . . . . .	98

1.2. Produits de cuisson . . . . .	101
1.3. Pommes frites. . . . .	102
Références bibliographiques . . . . .	104

## Sous-partie 4

### *Toxicité des matières colorantes*

#### Chapitre 9

#### Évaluation du risque toxicologique des colorants alimentaires

<i>(Dominique Parent-Massin)</i> . . . . .	109
1. Notions d'analyse du risque . . . . .	109
2. Évaluation du risque des colorants alimentaires . . . . .	110
2.1. L'identification du danger. . . . .	110
2.2. La caractérisation du danger . . . . .	111
2.3. Évaluation de l'exposition. . . . .	113
2.4. Caractérisation du risque . . . . .	114
3. La procédure de réévaluation des colorants alimentaires par l'EFSA . . . . .	114
Références bibliographiques . . . . .	117

## Sous-partie 5

### *Législation sur les colorants*

#### Chapitre 10

#### Colorants : aspects réglementaires *(Catherine Mignot et Paule Escargueil)* . . . . .

	121
1. Le principe des listes positives . . . . .	122
1.1. En France . . . . .	122
1.2. Au niveau communautaire . . . . .	122
2. La réglementation actuelle . . . . .	123
2.1. Directive cadre sur les additifs alimentaires. . . . .	123
2.2. Directive n° 94/36/CE relative aux colorants. . . . .	124
2.2.1. Dispositions générales. . . . .	124
2.2.2. Conditions d'emploi des colorants alimentaires . . . . .	125
2.3. Directive établissant des critères de pureté spécifiques pour les colorants . . . . .	126
2.4. La réglementation nationale . . . . .	126
3. Présentation du nouveau dispositif communautaire en cours de mise en application . . . . .	128
3.1. Règlement relatif à la procédure uniforme d'autorisation des additifs, des enzymes et des arômes . . . . .	129
3.2. Règlement relatif aux additifs alimentaires. . . . .	130
3.2.1. Dispositions générales. . . . .	130
3.2.2. Dispositions spécifiques aux colorants alimentaires . . . . .	131

4. Les travaux internationaux .....	132
Références bibliographiques .....	133

### Chapitre 11

<b>Réglementation des colorants : cas pratique</b> ( <i>Catherine Mignot et Paule Escargueil</i> ) .....	135
1. Dans l'attente de la publication des annexes du règlement 1333/2008 ...	135
2. Lorsque le règlement 1333/2008 sera pleinement applicable .....	139
3. Utilisation du qualificatif « naturel » .....	139
4. Incorporation dans la recette de denrées alimentaires à propriétés colorantes .....	140
Références bibliographiques .....	141

## Deuxième partie

### Évaluer

#### Sous-partie 1

#### *Physiologie de la perception en couleur*

### Chapitre 12

<b>Couleur et neurosciences</b> ( <i>Jean Le Rohellec</i> ) .....	145
1. Nature de la stimulation visuelle .....	146
1.1. À l'interface entre l'environnement et le système nerveux .....	146
1.2. Réception de la lumière .....	147
1.3. Origine physiologique de la couleur .....	148
1.4. Origine phylogénétique de la vision en couleur .....	149
2. Organisation rétinienne .....	151
2.1. Notion de champ récepteur du neurone .....	152
2.2. Origine électrophysiologique de deux voies distinctes de la rétine au cortex. ....	153
2.3. Codage du contraste .....	154
2.4. Variété des cellules bipolaires .....	155
2.5. Trois voies nerveuses au sortir de la rétine .....	156
2.6. Particularité fonctionnelle de la voie parvo-cellulaire (P) .....	157
3. Construction des attributs visuels .....	158
3.1. Premier niveau : niveau réceptoral .....	159
3.2. Deuxième niveau : antagonisme de cône .....	159
3.3. Troisième niveau : antagonisme perceptif .....	160
4. Voir en couleur .....	161
Références bibliographiques .....	166

### Chapitre 13

<b>Récit d'une expérience : influence de la couleur sur les perceptions olfactives et gustatives du vin</b> (Frédéric Brochet) . . . . .	169
1. L'expérience. . . . .	170
1.1. Les sujets. . . . .	170
1.2. Le lieu . . . . .	170
1.3. Les vins . . . . .	171
1.4. Les tests . . . . .	171
2. Résultats . . . . .	171
Références bibliographiques . . . . .	174
Annexe 1 . . . . .	175
Annexe 2 . . . . .	175
Annexe 3 . . . . .	176

### Chapitre 14

<b>Le pouvoir de discrimination du système gustatif</b> (Annick Faurion) . . . . .	177
Trois systèmes sensoriels contribuent au « goût » . . . . .	178
1. Les informations chimiques exogènes (extérieures à l'organisme) . . . . .	179
2. Les différences de sensibilité interindividuelles chez l'homme . . . . .	180
3. L'évaluation des différences de sensibilité interindividuelle par la méthode quantitative . . . . .	181
4. L'espace gustatif est un concept bien utile . . . . .	182
5. Un récepteur ou plusieurs pour détecter une molécule sapide ? . . . . .	183
6. Les apports de l'électrophysiologie . . . . .	183
7. Au niveau supraliminaire : le goût sucré et le goût amer font partie d'un même continuum, arguments d'évaluation des sensibilités <i>in vivo</i> . . . . .	184
8. Quel niveau de spécificité des récepteurs pour les stimulus ? . . . . .	185
9. Un modèle de fonctionnement par combinaison de récepteurs : l'hypothèse des récepteurs multiples pour rendre compte du pouvoir de discrimination du système gustatif. . . . .	186
10. Décrypter la combinatoire des récepteurs sensibles à un ensemble de composés perçus sucrés ou amers ou autre . . . . .	189
11. Le goût sucré et le goût amer font partie d'un même continuum . . . . .	190
12. Le codage. . . . .	190
13. Comment interprète-t-on le « goût » d'une molécule ? . . . . .	191
14. Aux frontières des catégories. . . . .	192
15. Le pouvoir discriminatoire du système gustatif est sous-estimé. . . . .	193
16. La sémantique. Combien de catégories perceptuelles seraient nécessaires si ce doit être plus de 4 ? . . . . .	193
Références bibliographiques . . . . .	194

### Chapitre 15

#### L'imagerie par résonance magnétique (IRM) dans l'exploration de la vision de la couleur (Thierry Moulin, Lionel Pazart et Alexandre Comte)

	199
1. L'imagerie par résonance magnétique (IRM)	200
1.1. Introduction	200
1.2. Principes de la résonance magnétique nucléaire	201
1.3. Équipements	202
1.4. L'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle	202
1.4.1. Le signal BOLD	203
1.4.2. Propriétés magnétiques de l'hémoglobine	203
1.4.3. La variation du signal	203
1.4.4. Acquisition et traitement du signal	204
2. Utilisation de l'IRM dans l'exploration de la vision en couleur	205
2.1. Le cortex visuel	205
2.2. Interprétation du message visuel	206
2.3. Traitement de l'information « couleur »	207
3. Un exemple de recherche avec la couleur du vin pour modèle	208
3.1. Les modèles de la mémoire	208
3.2. Vin, mémoire et IRMf	210
Références bibliographiques	212

### Chapitre 16

#### Témoignage d'un sommelier synesthète : l'homme et la mémoire en couleurs (Christophe Menozzi)

215

### Chapitre 17

#### Relation odeurs/couleurs, compréhension et application pour le design d'emballage (Muriel Jacquot, Didier Michel, Claire Gaiani, Elmira Arab-Tehrany et Joël Hardy)

221

1. Résultat des associations odeur/couleur	223
2. Résultat des associations cartes colorées/fromages	225
Références bibliographiques	226

## Sous-partie 2

### Analyses instrumentales

### Chapitre 18

#### Qualité de la couleur et nouvelles applications à l'apparence colorée (Alain Chrismont)

229

1. Différences de couleur dans l'espace des couleurs CIE 1976	230
2. Formules d'acceptabilité de couleur CMC à CIE94	231

3. Modèle de différence de couleur CIE DE2000. . . . .	235
3.1. Calculs CIE DE2000. . . . .	235
3.2. Remarques générales . . . . .	239
4. Futur et modèle d'apparence colorée CIECAM. . . . .	239
5. L'instrumentation scientifique de mesure de la couleur . . . . .	241
5.1. Instrumentation . . . . .	241
5.2. Technologie des appareils . . . . .	242
Références bibliographiques . . . . .	245

## Chapitre 19

<b>Mesure de la couleur des miels</b> ( <i>Paul Schweitzer</i> ) . . . . .	247
1. Mesure de la couleur . . . . .	247
1.1. Le système PFUND . . . . .	247
1.2. L'appareil Lovibond® . . . . .	248
1.3. Les limites du système PFUND. . . . .	249
1.4. D'autres techniques. . . . .	250
1.4.1. Méthodologie tristimulaire d'analyse spectrophotométrique . . .	250
1.4.2. Utilisation du système CIELAB 1976. . . . .	250
1.4.3. Analyse des courbes de transmissions spectrophotométriques . .	250
2. Couleur des miels et appellations monoflorales. . . . .	253
3. Couleur des miels et analyse sensorielle . . . . .	255
Références bibliographiques . . . . .	256
Pour en savoir plus . . . . .	256

## Chapitre 20

<b>Élaboration du nuancier référence des vins de Bourgogne</b> ( <i>Philippe Trollat, Sébastien Petitfourg, Pierre Gouton et Bertrand Boisier</i> ) . .	259
1. Étapes de la réalisation du nuancier . . . . .	260
2. Mesure spectrale des vins. . . . .	260
3. Reconstitution de la couleur des vins . . . . .	261
4. Quantification des couleurs . . . . .	262
5. Réalisation du modèle physique . . . . .	264
Références bibliographiques . . . . .	266

## Sous-partie 3

### Évaluation sensorielle

## Chapitre 21

<b>Méthodologie de l'évaluation sensorielle</b> ( <i>Muriel Jacquot</i> ). . . . .	269
1. Bases de physiologie sensorielle . . . . .	270
1.1. Le goût . . . . .	272
1.2. L'odorat . . . . .	272

1.3. La vue	273
1.4. L'ouïe	274
1.5. La somesthésie	274
2. Formulation de la réponse sensorielle	275
3. Mise en place d'une mesure sensorielle	278
4. Organisation de la mesure sensorielle	279
4.1. Les locaux	279
4.2. Les jurys	280
4.3. Les échantillons	281
5. Les tests d'évaluation sensorielle	282
5.1. Les tests d'analyse sensorielle discriminatifs	283
5.1.1. Le test triangulaire	283
5.1.2. Le test duo-trio	284
5.1.3. Le test 2 sur 5	285
5.1.4. Le test A – non A	286
5.2. Les tests descriptifs	287
5.2.1. Le classement	288
5.2.2. La catégorisation	290
5.2.3. Les épreuves d'intervalle	290
5.2.4. Le profil	291
5.3. Les tests hédoniques	292
5.3.1. Les tests d'acceptabilité	292
5.3.2. Les tests de préférence	295
5.4. La cartographie des préférences	296
Références bibliographiques	297
Normes citées	298

## Chapitre 22

<b>Couleur et apparence de confiseries à enrobage de sucre coloré – Optimisation du temps de polissage</b> (Élisabeth Voirol-Baliguet et Sonia Bertrand-Bar)	299
1. Méthodologie	300
1.1. Les échantillons	300
1.2. Analyse sensorielle de la couleur et de l'aspect de surface des confiseries	300
1.3. Mesures instrumentales	301
2. Résultats	302
Références bibliographiques	304

## Chapitre 23

<b>Le nuancier des vins Rosés – Genèse, mise au point et développement</b> (Gilles Masson)	305
1. Une première phase sur papier	306
2. Le nuancier liquide	306
2.1. Tri statistique des couleurs et choix des références	306

2.2. Choix des colorants et du solvant . . . . .	308
2.3. Premier essai de contre typage . . . . .	308
2.4. Le premier coffret . . . . .	309
2.5. Le choix des mots . . . . .	310
2.6. Les tests de stabilité sur couleurs définitives . . . . .	310
3. Le nuancier gel . . . . .	311
3.1. Les avantages et les inconvénients du gel de bougie . . . . .	311
3.2. Le choix des colorants . . . . .	312
3.3. Le contre typage à base de gel et colorants spécial gel . . . . .	312
3.4. Le nouveau nuancier gel . . . . .	312
Références bibliographiques . . . . .	314

### Troisième partie

#### *Apprécier et innover Comportements sociologiques et création*

#### Sous-partie 1

#### *Imaginaire chromatique et packaging*

#### Chapitre 24

<b>La pensée comestible : couleur et symbolique chromatique des aliments</b> ( <i>Philippe Fagot</i> ) . . . . .	317
1. Sur quel corpus l'étude porte ? . . . . .	318
2. La question du système symbolique des apparentés . . . . .	319
3. Un exemple emblématique : la blancheur du lait . . . . .	321
4. La possibilité de superposer les systèmes symboliques alimentaires et chromatiques est-elle pertinente ? . . . . .	324
4.1. « Couleurs chaudes » vs « Couleurs froides ». . . . .	325
4.2. « Chromatisme » vs « Achromatisme ». . . . .	325
4.3. « Naturalité » vs « Artificialité ». . . . .	325
5. Le bénéfice sanitaire de la couleur des aliments . . . . .	326
6. Un exemple de programme d'éveil sensoriel et cognitif mettant en exergue la chromaticité des aliments. . . . .	330
7. La notion de sublimation de la chromaticité des aliments, fondement des représentations mentales . . . . .	331
Références bibliographiques . . . . .	332

## Chapitre 25

### Quelles sont les questions à se poser lors du choix d'une couleur pour un emballage alimentaire ? Proposition d'un modèle

<i>(Marina Cavassilas)</i> .....	335
1. La première étape. ....	336
2. Les modes de signification de la couleur .....	338
3. Les moyens pour établir les sens d'une couleur sur le plan sémiologique. ....	339
3.1. Les systèmes d'appartenance de la couleur .....	339
3.2. Les types de systèmes .....	340
3.3. Le corpus exhaustif .....	341
4. Les classes cognitives .....	342
4.1. Les effets sensoriels de la couleur. ....	342
4.2. Les effets émotionnels de la couleur .....	343
4.3. Les effets thymiques de la couleur .....	343
4.4. Les effets affectifs de la couleur .....	343
4.5. Les effets conceptuels de la couleur .....	344
5. La question de la visibilité .....	344
Références bibliographiques .....	345

## Sous-partie 2

### *Design alimentaire et culture du visuel*

## Chapitre 26

<b>Le design est-il comestible ?</b> ( <i>Céline Gallen</i> ) .....	349
1. Les effets du design alimentaire sur la perception du consommateur à travers trois exemples .....	350
1.1. Le design visuel active l'imaginaire .....	352
1.2. La formation d'attentes sur le produit. ....	353
1.3. Le pouvoir des stimuli visuels sur la préférence. ....	353
2. Décryptage : les « réponses esthétiques » du consommateur .....	355
2.1. L'activation des représentations mentales par le design visuel .....	355
2.2. Les effets de la perception du design sur les inférences, les attentes et les attitudes .....	356
3. Le design visuel comme source de distance perçue .....	357
3.1. La dissonance cognitive et ses effets .....	358
3.2. Une nécessaire appropriation par le mangeur .....	359
Références bibliographiques .....	361

## Chapitre 27

<b>Témoignage : couleurs sensorielles</b> ( <i>Muriel Grosjean</i> ) .....	363
1. Prémices sensorielles : l'évocation .....	364

2. Prélude à la dégustation : l'envie . . . . .	365
3. L'avant-goût émotionnel : l'appréhension . . . . .	367

### Chapitre 28

#### Mise en scène des aliments – Témoignage d'une photographe spécialisée en prises de vues et stylisme culinaire

(Marielys Lorthios). . . . .	371
1. Les oxymores. . . . .	372
2. Stylisme et modes de « consommation » . . . . .	372
3. Le rôle du superflu et la valeur du défaut . . . . .	374
4. Hallucination collective et choix individuels. . . . .	376

### Sous-partie 3

#### Marketing sensoriel

### Chapitre 29

#### Du marketing sensoriel à l'innovation produit (Agnès Giboreau,

Laurence Body et Sara Coves). . . . .	381
1. Consommation et marketing : les évolutions récentes . . . . .	381
2. La démarche opérationnelle . . . . .	383
3. Les problématiques marketing sensoriel. . . . .	384
3.1. La création de concept multisensoriel . . . . .	385
3.2. Le développement du produit en réponse au concept. . . . .	386
3.3. Le suivi des gammes sur leur marché . . . . .	387
4. La mise en œuvre du marketing sensoriel . . . . .	388
4.1. Les explorations qualitatives. . . . .	388
4.2. Les mesures quantitatives . . . . .	388
4.3. La description sensorielle . . . . .	389
5. Étude de cas : la création d'une gamme de soupes au positionnement coloré (témoignage Unilever) . . . . .	389
5.1. Le concept . . . . .	390
5.2. Du concept à l'expérience produits . . . . .	391
5.3. Résultats . . . . .	392
Références bibliographiques . . . . .	393

### Chapitre 30

#### Témoignage : l'univers couleur alimentaire (Didier Michel) . . . . .

1. Premier constat . . . . .	396
2. Deuxième constat . . . . .	396
3. Troisième constat . . . . .	397
4. Les couleurs de notre faim. . . . .	397
5. Le marketing coloriel . . . . .	400
5.1. Le produit traditionnel . . . . .	400

5.2. Le produit affectif .....	401
5.3. Le produit de luxe .....	401

## Sous-partie 4

### Couleur et nutrition

#### Chapitre 31

<b>Propriétés antioxydantes des fruits et légumes : une question de couleur</b> (Joël Pincemail et Jean-Olivier Defraigne) .....	405
1. L'oxygène et son paradoxe. ....	406
2. Les antioxydants : les protecteurs de la vie. ....	407
3. Le stress oxydant. ....	408
4. Les fruits et légumes : notre meilleure défense antioxydante .....	409
5. Manger coloré, c'est manger antioxydant .....	411
6. La valeur ORAC des fruits et légumes .....	413
Références bibliographiques .....	414

#### Chapitre 32

<b>Caroténoïdes et vieillissement cérébral</b> (Tasnim Akbaraly et Claudine Berr) .....	417
1. Les caroténoïdes, des pigments naturels. ....	419
2. Caroténoïdes et mortalité, les résultats de l'étude EVA (Épidémiologie du Vieillissement Artériel) .....	420
3. Caroténoïdes et vieillissement cognitif .....	423
Références bibliographiques .....	426

## Sous-partie 5

### Innovation et coloration des produits alimentaires

#### Chapitre 33

<b>Apprenons enfin à cuisiner de la couleur !</b> (Hervé This) .....	431
1. Couleurs et gastronomie moléculaire .....	432
2. Définitions culinaires et couleur .....	433
3. Des précisions à foison, à propos des couleurs .....	438
Références bibliographiques .....	443

#### Chapitre 34

<b>Étude de cas : perspectives colorées</b> (Hervé This) .....	445
--	-----

## Chapitre 35

<b>Valorisation et acceptation de nouvelles couleurs en fruits et légumes : étude de cas de la carotte</b> ( <i>Emmanuel Geoffriau</i> ) . . . . .	449
1. Intérêt de la couleur pour la consommation de fruits et légumes . . . . .	450
1.1. La couleur est un attribut de la qualité . . . . .	450
1.2. Une innovation continue dynamique. . . . .	450
1.3. Manger coloré pour une meilleure santé. . . . .	451
2. Impact de la couleur sur l'évolution des usages. . . . .	452
3. Exploitation de la diversité de couleur chez la carotte . . . . .	454
3.1. La carotte n'a pas toujours été orange . . . . .	454
3.2. La couleur est un objectif de sélection. . . . .	454
3.3. Caractérisation de la diversité disponible . . . . .	455
3.4. La couleur structure la diversité . . . . .	455
3.5. Une opportunité pour de nouveaux produits . . . . .	456
4. Acceptation par les consommateurs de nouveaux types colorés de carotte . . . . .	456
4.1. Perception sensorielle de carottes de couleur . . . . .	457
4.2. Acceptation de carottes non orange . . . . .	458
5. Acceptation de nouveaux produits en fruits et légumes. . . . .	458
Références bibliographiques . . . . .	459
<b>Conclusion : les couleurs de la cuisine</b> ( <i>Gérard Dupont</i> ) . . . . .	463
<b>Index</b> . . . . .	467



Parmi toutes les caractéristiques qui déterminent la valeur d'un aliment pour le consommateur figurent les caractéristiques tant négatives que positives de la couleur du produit.

L'objet de cet ouvrage collectif est de faire un état des lieux des connaissances et expériences en matière de recherche et d'applications de la couleur dans l'univers des aliments.

Dans un esprit de transdisciplinarité, inédit à ce jour, l'ouvrage a été élaboré selon 3 grandes parties :

### **Comprendre – Évaluer – Apprécier et Innover**

cherchant ainsi à montrer la diversité et l'originalité des recherches.

*La couleur des aliments* expose les fondamentaux (biochimie, biologie, chimie et physique de la couleur) associés à des illustrations présentant des études de cas récents. Les aspects de toxicologie, de réglementation et de santé n'ont pas été négligés. Les applications de marketing, de design sensoriel et les aspects psychosociologiques de ces connaissances complètent ce panorama dans un sens d'ouverture.

Ce manuel offre une vision globale sans précédent aux professionnels de l'agroalimentaire, services R&D et marketing ainsi qu'aux ingénieurs, étudiants des IUT, licence, master, doctorant ou lors de formation continue.

**Muriel Jacquot**, maîtresse de conférences à l'ENSAIA (Nancy Université), effectue sa recherche dans le domaine de la qualité et de la sécurité alimentaires. Organisatrice en 2005 du colloque international « IRIS, Sens et essence des couleurs », elle est membre du bureau du Centre français de la Couleur.

**Philippe Fagot**, consultant en management de la couleur, développe des programmes de culture d'entreprise pour la mise en œuvre de politiques d'innovation tous secteurs industriels confondus. Il a été pendant 10 ans administrateur du Centre français de la Couleur et a coordonné le congrès AIC Mondial Couleur de 1985.

**Andrée Voilley**, professeur des universités émérite à AgroSup Dijon et université de Bourgogne, est membre de l'Académie d'Agriculture.



978-2-7430-1367-7