



COLLECTION
SCIENCES & TECHNIQUES
AGROALIMENTAIRES

Félix Depledt • SSHA
coordonateur



3^e édition

Évaluation sensorielle

Manuel méthodologique

TEC
& **DOC**

Lavoisier

Évaluation sensorielle

Manuel méthodologique

3^e édition
revue et augmentée

COLLECTION
SCIENCES & TECHNIQUES
AGROALIMENTAIRES



Président du Directoire : J.-L. MULTON

Évaluation sensorielle

Manuel méthodologique

3^e édition
revue et augmentée

coordonnateurs

Félix Depledt (2^e et 3^e éditions)

Florence Strigler (1^{re} édition)

Société scientifique d'hygiène alimentaire

Editions
TEC
& **DOC**

11, rue Lavoisier
75008 Paris

Chez le même éditeur

Précis des risques alimentaires

M. Moll, N. Moll, coord., 2^e édition, 2008

Consommations et comportements alimentaires en France (CCAF 2004)

P. Hébel, coord., 2007

Analyse des risques alimentaires

collection « Sciences et techniques agroalimentaires »

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

Droit communautaire et international de la sécurité des aliments

M. Lewandowski-Arbitre, 2006

Risques et crises alimentaires

collection « Sciences et techniques agroalimentaires »

C. Lahellec, coord., 2005

Physiologie sensorielle à l'usage des IAA

collection « Sciences et techniques agroalimentaires »

A. Faurion, coord., 2004

Les comportements alimentaires

collection « Sciences et techniques agroalimentaires »

D. Chapelot, J. Louis-Sylvestre, coord., 2004

Sécurité alimentaire du consommateur

collection « Sciences et techniques agroalimentaires »

M. Moll, N. Moll, coord., 2^e édition, 2002

Lait, nutrition et santé

G. Debry, coord., 2001

Apports nutritionnels conseillés pour la population française

A. Martin, Agence française de sécurité sanitaire des aliments, coord., 3^e édition, 2000

Enquête INCA (individuelle et nationale sur les consommations alimentaires)

J.-L. Volatier, Agence française de sécurité sanitaire des aliments, coord., 2000



© LAVOISIER, 2009

ISBN : 978-2-7430-0997-7 (3^e édition, 2009)

ISBN : 2-7430-0652-8 (2^e édition, 2^e tirage, 2003)

ISBN : 2-7430-0124-0 (2^e édition, 1997)

ISBN : 2-85206-588-6 (1^{re} édition, 1990)

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^{er} juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code pénal art. 425).

Liste des auteurs

Irène Bacle

Institut de recherche Pierre Fabre
allée Camille Soula
BP 74
Vigoulet
31322 Castanet-Tolosan cedex

Jacques Barthélémy

SPSM
32, rue des Peupliers
92270 Bois-Colombes

Anne Bardot

direction Innovation et Qualité
PSA Peugeot Citroën
route de Gisy
78943 Vélizy-Villacoublay

Jean-François Bassereau

professeur – École national supérieure
d'Arts et Métiers
151, boulevard de l'Hôpital
75013 Paris

Jean-François Clément

Gruvial
Maisons du goût
Pôle Alimentec
Rue Henri-de-Boissieu
01060 Bourg-en-Bresse cedex 09

Sébastien Crochemore

direction de l'ingénierie des matériaux
Renault
1, avenue du Golf
78288 Guyancourt cedex

Marc Danzart

ENSIA
1, avenue des Olympiades
91305 Massy

Félix Depledt

expert chimiste judiciaire honoraire
membre émérite de l'Académie
d'agriculture
SSHA
16 A, rue de l'Estrapade
75005 Paris

Florence Dufour

docteur vétérinaire, docteur
de l'université Paris VI
directeur général de l'École
de biologie industrielle
École de biologie industrielle
32, boulevard du Port
95094 Cergy cedex

Carine Egoroff

direction Innovation et Qualité
PSA Peugeot Citroën
route de Gisy
78943 Vélizy-Villacoublay

François Husson

maître de conférences de statistique
Agrocampus
65, rue de Saint-Brieuc
35042 Rennes cedex

Sylvie Issanchou

INRA
17, rue Sully
BP 1540
21034 Dijon cedex

E.P. Köster

Jan van Scorelstraat 55
3583 CK, Utrecht, Pays-Bas

Sébastien Lê

maître de conférences en statistique
Agrocampus
65, rue de Saint-Brieuc
35042 Rennes cedex

Patrick Mac Leod

EPHE
1, avenue des Olympiades
91305 Massy

Huguette Nicod

ADRIANT
Atlanpôle la Géraudière
BP 62303
44323 Nantes cedex 3

Jérôme Pagès

professeur de statistique
directeur du laboratoire de
mathématiques appliquées
Agrocampus
65, rue de Saint-Brieuc
35042 Rennes cedex

François Sauvageot

ENSBANA
Campus de l'Université
21000 Dijon

Florence Strigler

IFN
71, avenue Victor-Hugo
75116 Paris

Christian Touraille

INRA Theix
63122 Ceyrat

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre gratitude aux personnalités scientifiques qui, à plusieurs occasions, ont bien voulu prêter leur concours, en conseillant les auteurs, en mettant à leur disposition leur documentation personnelle ou en donnant leur avis à différents moments de la réalisation de cet ouvrage.

Pour la 1^{re} édition nos remerciements vont plus particulièrement à :

M^{me} D. Didier (Afnor)
M. J. Adda (Inra)
M. P. André (Primistères)
M. X. Dugas du Villard (SSHA/ISHA)
M. J. Hossenlopp (Ensia)

pour la 2^e édition à :

M. D. Nicol (Afnor)

pour la 3^e édition à :

M. J.-B. Finidori (Afnor)
M^{me} M. Gauvain (Afnor)
M^{me} A. Galpin (Afnor)
M^{me} C. Pessarossi (Afnor)
M^{me} N. Stouten (Afnor)

Nous remercions M. David Beauchard pour la réalisation des dessins humoristiques ainsi que M. Jean Mad pour ceux parus dans le *Courrier de la Normalisation de l'Afnor*.

Préface

de la première édition

L'évaluation sensorielle des aliments est une technologie dont l'objectif est la détermination des propriétés sensorielles ou organoleptiques des aliments, c'est-à-dire leurs activités sur les divers récepteurs sensoriels céphaliques stimulés avant et pendant leur ingestion, et la recherche des préférences ou aversions pour ces aliments que déterminent ces propriétés sensorielles.

Longtemps négligée, cette technique connaît aujourd'hui un grand essor et retient l'intérêt croissant des industries agroalimentaires. L'une des raisons de ce succès est les progrès des connaissances et des méthodologies sur lesquels ce livre fait le point. Une autre cause est le développement important de la production industrielle d'aliments préparés pour lesquels la recherche d'une adéquation avec le goût (dans le sens large) du consommateur est d'un intérêt immédiatement évident comparée à cette même recherche sur les produits naturels.

Dans ce livre, les connaissances et méthodes sur les deux aspects de l'évaluation sensorielle des aliments que constituent d'une part l'analyse descriptive des propriétés sensorielles, et d'autre part l'étude des préférences et aversions des consommateurs (dite ici analyse hédonique), sont judicieusement distinguées. En effet, ces deux aspects de la technique relèvent de connaissances fondamentales et de mécanismes physiologiques distincts ; le premier relève de la physiologie sensorielle, le second de la physiologie des mécanismes neurométaboliques déterminant l'ingestion alimentaire.

Les données issues de la connaissance sur la physiologie des appareils sensoriels (olfactif et gustatif notamment), sur les relations entre la nature du stimulus concerné et la qualité sensorielle perçue, et entre la concentration de ce stimulus et l'intensité sensorielle, sont indispensables. Cependant elles ne sont pas directement applicables aux conditions dans lesquelles les stimulations se produisent dans la cavité buccale au cours de la mastication et de la déglutition. On connaît encore très mal les interactions qualitatives et quantitatives des stimulus olfactifs (c'est-à-dire des arômes) en mélanges. Or on sait que l'arôme total d'un produit alimentaire comprend en général un nombre élevé de fractions odorantes en mélange. L'activité de ces arômes stimulant l'organe olfactif (par la voie pharyngée et en expiration) présents à l'état de traces dans le produit complexe,

sera très largement dépendante des conditions de leur volatilisation créée par ce complexe et de ses conditions particulières d'accès à l'organe. Dans le cas du stimulus gustatif, la nature de l'aliment dans lequel est contenu le sucre, le sel, etc., aliment liquide ou solide, est une condition déterminante de son activité que ne permet pas de prévoir une détermination simple sur une solution aqueuse.

Cette réponse des appareils sensoriels est stable et montre peu de différences interindividuelles. Un sucre est sucré pour tout le monde (ou à peu près) et est toujours sucré. L'odeur d'un corps pur est décrite de façon approximativement identique par tous. Il en est tout à fait autrement des goûts et dégoûts, préférences et aversions que manifestent les sujets, donc les consommateurs, à l'égard des aliments produisant ces sensations. Leur détermination, dans l'analyse dite hédonique ou de palatabilité des aliments s'inspire, on l'a dit, des connaissances, aujourd'hui avancées, sur les mécanismes de la prise alimentaire. Cette palatabilité de l'aliment, c'est-à-dire la contribution de l'activité sensorielle à la stimulation à manger ou à ne pas manger, est spécifique du complexe sensoriel que représente l'aliment ; mais elle est aussi spécifique de chaque aliment. Déterminer que les sujets, dans des conditions expérimentales, ont une préférence croissante pour une solution aqueuse sucrée jusqu'à une concentratin de 9 % et ont, au-delà, une aversion, n'a aucune application concrète dans l'évaluation sensorielle des aliments. Car, en fonction des habitudes alimentaires et des conditionnements socioculturels, une soupe salée sera préférée à une soupe sucrée et un gâteau sucré à un gâteau salé, etc. Il est démontré que la palatabilité ou valeur hédonique des aliments, le j'aime ou je n'aime pas sont le résultat de conditionnements, de l'expérience individuelle et de l'histoire alimentaire de chacun. C'est seulement dans la mesure où cette histoire et les facteurs socioculturels sont communs dans une population donnée qu'une prédiction pourra être faite à partir d'un groupe étroit et dans la mesure où il est représentatif.

De plus, les préférences-aversions varient dans le temps pour chaque individu. La palatabilité est dépendante de la faim. Elle disparaît et l'aliment devient écœurant jusqu'à la nausée lorsque la satiété est établie par l'ingestion d'une certaine quantité de cet aliment. Pour cette raison, il a été démontré que le jugement porté sur un échantillon du produit, goûté puis craché, est différent de celui porté après l'ingestion libre ou forcée d'une quantité du produit et que le premier de ces jugements ne permet pas de prédire la quantité consommée.

Une autre difficulté du jugement hédonique et de son caractère prédictif ou non du comportement des consommateurs est l'existence pour certains produits d'une norme traditionnelle du bon goût. C'est le cas du vin, des fromages... Ce sont ici des connaisseurs qui diront le bon goût qui sera éventuellement étranger au jugement de la majorité non cultivée des consommateurs. Un grand vin, un vrai et bon camembert sont reconnus comme tels par des critiques comme le sont, et pour les mêmes raisons, d'autres œuvres esthétiques par des critiques d'art avertis.

Jacques Le Magnen[†]

Ancien directeur du laboratoire de neurophysiologie
sensorielle et comportementale au Collège de France
Membre du conseil d'administration de la SSHA

Hommage au professeur Jacques Le Magnen

Le *Manuel méthodologique d'évaluation sensorielle* est reconnu toujours utile pour les nombreux praticiens de l'**analyse et métrologie sensorielles**. Il est nécessaire de proposer une troisième édition corrigée et complétée avec l'extension des domaines d'utilisation et les perfectionnements constants des méthodes normalisées par l'Afnor et l'ISO.

La deuxième édition de 1998 et sa réimpression en 2003, reproduit la préface de la première édition rédigée en 1989 par le professeur Jacques Le Magnen. Il nous a quittés en mai 2002 alors que s'imposait déjà, avec son accord, une nouvelle édition pour continuer la diffusion des méthodes spécifiques pratiquées en analyse sensorielle, décrites dans ce manuel méthodologique.

Dans cet esprit, J. Le Magnen, reconnu comme référence internationale en physiologie sensorielle, souhaitait voir se former « *une École française de l'analyse sensorielle* » en étroite relation avec les laboratoires étrangers. Enseignant actif, malgré son handicap visuel, il participait aux réunions internationales, comme en septembre 1968 où je l'accompagnais pour l'*International Symposium on Sensory Evaluation of Food* en Suède. Nous y retrouvons les spécialistes de l'analyse sensorielle : Rose-Marie Pangborn (États-Unis), von Sydow (Suède), Tilgner (Pologne), Gridgeman (Canada), Harper (Royaume-Uni), Døving (Norvège), Köster (Pays-Bas), Pikielna (Pologne), Jellinek (Allemagne) et d'autres participants du Danemark, Japon, Hongrie, URSS. J'en retrouverai certains au Comité *analyse sensorielle* ISO, que je préside lorsqu'il fut créé en 1972, le secrétariat étant en France tenu par Danielle Didier de l'Afnor.

Ce manuel trouve son origine et sa raison d'exister à la suite des cours organisés en 1964 par J. Le Magnen dans son laboratoire de l'École pratique des Hautes Études au Collège de France. Membre du Conseil d'administration de la Société scientifique d'hygiène alimentaire (SSHA), il me demanda, en février 1966, d'y organiser un enseignement avec travaux pratiques de l'analyse et métrologie sensorielles, car ce n'était pas possible dans les locaux de son laboratoire.

Le professeur Terroine, directeur du Centre national de coordination des études et recherches sur la nutrition et l'alimentation (Cnerna) avait organisé des journées

scientifiques sur le thème *Méthodes subjectives et objectives d'appréciation des caractères organoleptiques des denrées alimentaires* à Paris au Centre national de la recherche scientifique (CNRS), suivies d'un *vocabulaire technique*, qui furent publiés en 1965.

Dans le respect de son action et fidélité à sa mémoire nous présentons cette troisième édition du *Manuel méthodologique d'évaluation sensorielle*, dans la collection « sciences et techniques agroalimentaires » en y ajoutant quelques applications méthodologiques dans des domaines non alimentaires utilisant tous les organes sensoriels. En effet, d'autres utilisations de la métrologie sensorielle existent à la suite de la création de la commission Afnor (V09 B) d'étude des surfaces de matériaux et l'extension à la fois vers d'autres objectifs tels que la conception de produits et l'évaluation de la valeur. Par exemple, nous présentons certaines réalisations d'abord en cosmétologie, puis celles utilisées pour évaluer le confort du conducteur d'automobile vu par deux constructeurs (ambiance visuelle, thermique, odorante, sonore, tactile) avec l'analyse sensorielle multifactorielle de l'habitacle automobile dans la phase du contrôle de qualité pour la satisfaction du consommateur-utilisateur.

Ces quelques exemples spécifiques peuvent suggérer que l'*évaluation sensorielle* s'étend à tous les domaines de la « connaissance ». Ce manuel méthodologique devrait permettre de montrer la nécessité de continuer la recherche, de développer la fiabilité des techniques, la modélisation des situations, la pertinence indispensable des résultats dans la poursuite nécessaire des utilisations pratiques.

Félix Depledt

Avant-propos

La Société scientifique d'hygiène alimentaire (SSHA) a été fondée en 1904 par des médecins, des agronomes et avec le concours des pouvoirs publics. Des noms illustres : Émile Roux, Charles Richet, Albert Dastre, Gabriel Bertrand, pour ne citer qu'eux ont participé à sa fondation.

Association reconnue d'utilité publique, la SSHA a été créée pour favoriser le développement et l'enseignement des sciences appliquées à l'alimentation ainsi que l'étude et la vulgarisation des meilleures méthodes d'alimentation rationnelle dans toutes les conditions de la vie et à tous les âges. La SSHA a aussi pour objet la détermination des règles de l'hygiène alimentaire dont elle a été la première en France à développer un enseignement.

Les moyens techniques de la SSHA reposent essentiellement sur :

- *l'Institut supérieur de l'alimentation* (ISA) pour ses activités d'enseignement et de conseil dans les domaines de la nutrition et de la sécurité alimentaire ;
- *l'Institut scientifique d'hygiène et d'analyses* (ISHA) qui dispose de deux laboratoires situés en région parisienne (*Essonne*) : l'un à Massy (laboratoire de microbiologie) et l'autre à Champlan (laboratoires de chimie alimentaire et d'analyse sensorielle).

Depuis 1965, l'analyse sensorielle figure parmi les activités les plus significatives de la SSHA. Dès 1968, à l'initiative et sous la direction de *Félix Depledé*, alors président de la Commission « *Analyse sensorielle* » de l'Afnor et du Sous-comité ISO, la SSHA débutait ses activités d'enseignement de l'analyse et de la métrologie sensorielle dans le domaine agroalimentaire. Puis quelques années plus tard des industriels demandaient à la SSHA de réaliser les premières études d'analyses sensorielles. La SSHA devenait ainsi, il y a maintenant près de 40 ans, l'un des tout premiers laboratoires européens prestataires de services dans ce domaine.

En 1988, constatant à la fois le manque de connaissance de ces méthodes et le besoin exprimé par la profession, la SSHA publiait en 1990 la première édition de ce manuel méthodologique d'analyse sensorielle.

Exception faite de la publication d'Élisabeth Larmond en 1979, cet ouvrage a été pendant près de 10 ans le seul recueil méthodologique en langue française. Il a contribué à normaliser les méthodes et les pratiques de cette discipline confortant ainsi la confiance des utilisateurs.

À l'heure actuelle l'évaluation sensorielle est de plus en plus utilisée en agroalimentaire ainsi que dans d'autres secteurs de l'activité économique. Elle est devenue un outil d'aide à la décision en ce qui concerne l'innovation et la qualité des produits. En effet, la métrologie sensorielle trouve ses applications en amont avec le choix des matières premières, à un stade intermédiaire avec la formulation de nouvelles gammes et en final avec des études liées à des comparaisons de produits, de process ou de conditionnements.

Grâce à la mise en commun des compétences et des expériences des auteurs et à des mises à jour régulières, cette troisième édition constitue toujours l'un des recueils méthodologiques de référence en matière de métrologie sensorielle.

Bien que cet ouvrage traite d'exemples relevant le plus souvent de la filière agroalimentaire, le lecteur trouvera, dans cette troisième édition des applications à d'autres secteurs industriels tels les cosmétiques ou encore l'industrie automobile.

Lucien Mouillet
directeur général
SSHA

Table des matières

Liste des auteurs	V
Remerciements	VII
Préface de la première édition (<i>Jacques Le Magnen</i>)	IX
Hommage au professeur Jacques Le Magnen (<i>Félix Depledt</i>)	XI
Avant-propos (<i>Lucien Mouillet</i>)	XIII
Introduction (<i>Florence Strigler</i>)	1

Première partie

Généralités

Chapitre 1

Les caractéristiques d'une réponse sensorielle (<i>Patrick Mac Leod, François Sauvageot et E.P. Köster</i>)	7
Introduction	7
1. Qualité (<i>P. Mac Leod</i>)	8
1.1. La notion d'image sensorielle	8
1.2. Les descripteurs	10
1.3. Le profil sensoriel	12
1.4. Les notions de distance et d'espace de représentation	12
2. Intensité (<i>F. Sauvageot</i>)	14
2.1. Grandeur du stimulus et intensité de la sensation au niveau supraliminaire	16
2.1.1. Les deux relations de Fechner et de Stevens	16
2.1.2. L'origine de la relation de Fechner	17
2.1.3. L'origine de la relation de Stevens	18
2.1.4. Discussion	19
2.1.5. Conclusion	21

2.2. Intensité de la sensation et intensité du stimulus au niveau liminaire	
La notion du seuil	21
2.2.1. La fonction normale cumulée	22
2.2.2. La théorie de la détection du signal	23
2.3. Intensité et durée de la sensation	26
2.3.1. Lors de l'établissement du stimulus	27
2.3.2. Lors du maintien de l'exposition à l'action du stimulus	28
2.3.3. Lors de la suppression du stimulus	29
2.4. Intensité et qualité	29
3. Hédonisme (<i>E.P. Köster</i>)	32

Chapitre 2

Métrologie sensorielle (<i>Patrick MacLeod et Florence Strigler</i>)	35
Introduction : le subjectif et l'objectif	35
1. Notions fondamentales de métrologie	37
1.1. Mesure d'une grandeur	37
1.2. Les caractéristiques de l'instrument de mesure	37
2. Métrologie sensorielle	39
2.1. Classification des grandeurs sensorielles	39
2.2. Grandeurs simples et grandeurs complexes	40
2.3. Les échelles	41
2.4. Les références en évaluation sensorielle	42
2.5. Les différentes démarches : comparaison, classement, estimation	42
2.5.1. Comparaison	42
2.5.2. Classement	43
2.5.3. Estimation	43
2.6. La dispersion des résultats en évaluation sensorielle	43
2.6.1. Dispersion due aux sujets	44
2.6.2. Dispersion due aux produits	44
2.7. L'instrument de mesure humain	45

Deuxième partie

Les épreuves d'évaluation sensorielle

Chapitre 3

L'organisation pratique de la mesure sensorielle (<i>Huguette Nicod, Jean-François Clément, François Sauvageot et Florence Strigler</i>)	49
1. Les sujets	49
Introduction (<i>H. Nicod</i>)	49
1.1. La formation du groupe d'évaluation sensorielle (<i>H. Nicod</i>)	50
1.1.1. Le recrutement	50
1.1.2. La sélection	51
1.1.3. L'entraînement	57
1.1.4. Le contrôle des performances	62

1.2. Gestion du groupe	67
1.3. L'effectif nécessaire pour une épreuve (<i>J.-F. Clément</i>)	68
1.3.1. Introduction	68
1.3.2. Principe général de détermination de l'effectif d'un groupe	68
1.3.3. Effectif du groupe et cadre de l'étude	70
1.3.4. Exemple de l'influence de la taille d'un groupe sur les résultats obtenus en profil sensoriel	71
2. La durée de la séance et la charge de travail (<i>F. Sauvageot</i>)	72
2.1. Une confusion fréquente : adaptation et fatigue	72
2.2. Existe-t-il une charge de travail optimale ?	75
2.3. Existe-t-il une durée de travail optimale ?	77
2.4. Conclusion	78
3. La présentation des échantillons (<i>F. Strigler</i>)	78
3.1. Anonymat des échantillons	78
3.2. Codage des échantillons	79
3.3. Présentation homogène des échantillons	79
3.4. Mode de présentation des échantillons	79
3.5. Ordre de présentation des échantillons	80
3.6. Le nombre d'échantillons présentés	82
3.7. La représentativité des échantillons	83
4. Le personnel (<i>H. Nicod</i>)	83
4.1. Le responsable	83
4.2. Le personnel de service	84
5. L'environnement (<i>H. Nicod</i>)	84
5.1. Le local	85
5.1.1. La salle d'évaluation sensorielle	85
5.1.2. La salle de préparation	89
5.1.3. L'espace destiné aux réunions ou travaux de groupe	90
5.1.4. Le bureau	90
5.1.5. Organisation générale du local d'évaluation sensorielle	91
5.2. Le matériel	92
5.2.1. Matériel de stockage et de préparation	92
5.2.2. Matériel nécessaire à la distribution des échantillons	93
5.2.3. Matériel informatique	93
5.2.4. Autre matériel	93
6. Le coût (<i>F. Strigler</i>)	94
6.1. L'investissement	94
6.1.1. Les investissements matériels	94
6.1.2. Les investissements humains	96
6.2. Le fonctionnement	96
6.2.1. Les charges fixes	96
6.2.2. Les charges variables	96
6.2.3. Le coût de fonctionnement	97
6.2.4. Conclusion	97

Chapitre 4

Les épreuves discriminatives et descriptives (*Florence Strigler, Christian Touraille, François Sauvageot, Jacques Barthélémy, Sylvie Issanchou et Jérôme Pagès*) 99

1. Choix de l'épreuve (<i>F. Strigler</i>)	99
1.1. Exemple 1	100
1.1.1. Le problème	100
1.1.2. La démarche	100
1.2. Exemple 2	101
1.2.1. Le problème	101
1.2.2. La démarche	101
2. Épreuves discriminatives (<i>C. Touraille</i>)	102
2.1. Épreuve préliminaire pour évaluer l'amplitude des différences : l'épreuve d'appariement	109
2.2. Épreuve triangulaire	113
2.3. Épreuve duo-trio	120
2.4. Épreuve A-non A	125
2.5. Les épreuves p parmi n	127
Conclusion	129
3. Épreuve de classement (<i>F. Sauvageot</i>)	130
3.1. Définition	130
3.2. Domaine d'application	131
3.3. Questionnaire	131
3.4. Procédure expérimentale	131
Les sujets	131
Le nombre d'échantillons	132
La présence d'échantillons répétés	132
Interprétation statistique	133
Un cas particulier : l'épreuve par paire	138
4. Évaluation de l'intensité d'une grandeur sensorielle simple (<i>F. Sauvageot</i>)	139
4.1. L'épreuve de cotation	139
4.2. L'épreuve d'intervalle	141
4.3. L'épreuve de rapport	150
4.4. Comparaison entre épreuves (cotation, intervalle, rapport)	156
4.5. Les techniques d'appariement multimodal	156
5. Évaluation d'une grandeur sensorielle complexe : description quantifiée (<i>J. Barthélémy</i>)	159
5.1. Profil conventionnel	159
5.2. Profil avec libre choix du vocabulaire	173
6. Méthodes non verbales (<i>S. Issanchou</i>)	181
6.1. Introduction	181
6.2. Les mesures de similitude	182
6.3. La méthode de tri	188
7. Napping (<i>J. Pagès</i>)	190
7.1. Données : dix vins de Touraine vus par onze professionnels	190
7.2. Protocole	190

7.3. Analyse statistique	191
7.4. Représentations des vins	193
7.5. Représentation des mots	194
7.6. Représentation superposée des produits vus par chacun des dégustateurs	194
7.7. Représentation des dégustateurs	194

Troisième partie

Les épreuves hédoniques

Chapitre 5

L'organisation des épreuves hédoniques (E.P. Köster)	201
1. Les différents types de questions hédoniques	201
2. Les sujets	202
3. Règles générales	203

Chapitre 6

Les épreuves (E.P. Köster)	205
1. Choix de l'épreuve	205
2. Épreuve par paire	206
2.1. Définition	206
2.2. Domaine d'application	206
2.3. Procédure expérimentale	207
2.4. Interprétation statistique	207
3. Épreuve de classement	208
3.1. Définition	208
3.2. Domaine d'application	209
3.3. Procédure expérimentale	209
Interprétation statistique	209
4. Évaluation hédonique	209
4.1. Définition	209
4.2. Domaine d'application	210
4.3. Questionnaire	210
4.4. Procédure expérimentale	211
4.5. Interprétation statistique	212
5. Épreuve de lassitude	212
5.1. Définition	212
5.2. Domaine d'application	213
5.3. Procédure expérimentale	214
5.4. Interprétation statistique	214
6. Épreuves d'aversion	214
6.1. Définition	214
6.2. Domaine d'application	215
6.3. Procédure expérimentale	215
6.4. Interprétation statistique	216

7. Épreuves d'authenticité	217
7.1. Définition	217
7.2. Domaine d'application	217
7.3. Procédure expérimentale	217
7.4. Interprétation statistique	218
8. Épreuve de consommation	218
8.1. Définition	218
8.2. Procédure expérimentale	218
8.3. Interprétation statistique	219
9. Épreuve monadique	219
9.1. Définition	219
9.2. Domaine d'application	219
9.3. Procédure expérimentale	220
9.4. Interprétation statistique	222
10. Méthode de l'agenda et mesure de consommation	222
10.1. Définition	222
10.2. Domaine d'application	222
10.3. Procédure expérimentale	222
11. Extension des épreuves de lassitude et d'aversion	223
11.1. Exemple d'épreuve de lassitude modifiée sur deux boissons A et B	223
11.2. Exemple d'épreuve d'aversion modifiée sur deux boissons C et D	225
11.3. Interprétation statistique	226
11.4. Conclusion : quelques erreurs à éviter	226

Chapitre 7

Détermination directe d'un idéal sensoriel (Sylvie Issanchou)	227
1. La notation par rapport à l'idéal	228
7.1. Domaine d'application	228
7.2. Procédure expérimentale	228
7.3. Interprétation statistique	229
7.4. Limite de la méthode	231
2. La méthode du profil idéal	231
2.1. Domaine d'application	231
2.2. Principe	231
2.3. Procédure expérimentale	232
2.4. Interprétation statistique	233
2.5. Limites de la méthode	234

Quatrième partie

Méthodologie de l'évaluation sensorielle de produits non alimentaires

Chapitre 8

L'analyse sensorielle en dermocosmétologie (Irène Bacle)	237
1. Épreuves sensorielles les plus courantes	238
1.1. Épreuves discriminatives	238
1.2. Épreuves de classement	238
1.3. Épreuves descriptives (« le profil sensoriel »)	239
2. Les panels entraînés : « panel expert » et le profil sensoriel	239
2.1. Entraînement	239
2.2. Laboratoire d'analyse sensorielle	240
2.3. Produits	240
2.4. Descripteurs	240
2.5. Déroulement des séances	240
3. Les panels naïfs : consommateurs « ciblés » et tests à l'usage	242

Chapitre 9

Évaluation sensorielle d'objets autres qu'alimentaires et cosmétiques sur des modalités sensorielles autres qu'olfactives et gustatives

<i>(Jean-François Bassereau)</i>	243
1. Propos introductif	243
1.1. La question de l'essence même de l'effort de mesurage	244
1.1.1. La nécessité d'un positionnement de la métrologie sensorielle	244
1.2. La question de la perception de l'objet (la relativité, la saturation, le masquage et l'attention sélective, la notion de référent)	246
1.3. La question du contexte (le contexte où se confondent un temps et un lieu, la notion d'étape du cycle de vie)	246
1.3.1. Identification des modalités sensorielles associées à l'étape du cycle de vie de l'objet étudié	247
1.4. La question de l'objet (le danger de confondre objet et objet de mesure)	249
1.4.1. Conseils pratiques	250
1.5. La question de la construction d'un espace produit	250
1.6. La question des grandeurs sensorielles représentées par les qualificatifs	252
1.6.1. La recherche de qualificatifs	252
1.6.2. L'utilisation d'une liste préétablie	253
1.7. Les grandeurs sensorielles génériques et celles spécifiques	254
1.7.1. Les grandeurs sensorielles génériques et spécifiques	254
1.7.2. Les grandeurs sensorielles génériques	254
1.7.3. Les grandeurs sensorielles spécifiques	254
1.7.4. L'ancienne croyance de la décomposition à deux niveaux d'une grandeur nominale	254
1.7.5. Les grandeurs sensorielles et le processus perceptif	255
2. La question de la méthode	257
2.1. Son approche, son apprentissage	257

2.2. Nouvelles propositions méthodologiques mobilisant grandeurs nominales et ordinales	257
2.2.1. La mise en processus progressif du profil sensoriel analogique	259
2.3. Faut-il retenir une grandeur nominale ?	260
2.3.1. Les grandeurs nominales invitées	260
2.3.2. Les grandeurs sensorielles nominales	260
2.3.3. Synthèse sur le formalisme d'une précaractérisation sensorielle en profil sensoriel analogique	261
2.4. En préconclusion les différences qui séparent définitivement évaluation sensorielle d'objets alimentaires et cosmétiques avec évaluation de tous les autres objets.	262
2.4.1. Analogies entre produits alimentaires et produits non alimentaires.	262
2.4.2. Ce qui change par rapport à l'évaluation sensorielle originelle	263
2.5. La modalité sensorielle tactile en particulier	264
2.5.1. Le touchant, le touché	264
2.5.2. Le référentiel sensoriel associé aux grandeurs sensorielles	265
2.5.3. L'utilisation du référentiel sensoriel.	267
2.6. Et toutes les interrelations temporelles des modalités sensorielles	268
2.6.1. Ontologie des intermodalités sensorielles	268
2.7. La question de l'urgence d'un travail de représentation d'un prémodèle interdisciplinaire du processus de la perception humaine d'objet	270
3. Conclusion aux prolégomènes	270
4. Annexes.	272
4.1. L'adoption du profil sensoriel analogique et ses possibles en métrologie sensorielle	272

Chapitre 10

L'évaluation sensorielle : un outil d'analyse et de compréhension du confort automobile (Carine Egoroff et Anne Bardot).	275
1. Application de la technique du profil descriptif à la caractérisation de bruits habitacles.	276
1.1. Introduction.	276
1.2. Conditions expérimentales	277
1.3. Résultats	278
1.4. Conclusion.	279
2. Application de la méthode Temps-Intensité à la caractérisation des perceptions thermiques dans un habitacle automobile	279
2.1. Introduction.	279
2.2. Détermination des dimensions thermiques perceptives en régime transitoire	280
2.2.1. Conditions expérimentales.	280
2.2.2. Résultats	281
2.3. Application du Temps-Intensité à la caractérisation de sièges chauffants.	282
2.3.1. Conditions expérimentales.	282
2.3.2. Résultats	282
2.3.3. Conclusion	283
3. Mise en place de nouvelles méthodologies : caractérisation tactile de textiles automobiles par l'approche du tri libre.	283
3.1. Introduction.	283

3.2. Conditions expérimentales	285
3.3. Résultats	286
3.4. Conclusion	288
Remerciements	288

Chapitre 11

Comment véhiculer de nouvelles sensations (Sébastien Crochemore)	289
Introduction	289
1. Contexte d'évolution de la consommation	290
1.1. Les évolutions du consommateur	290
1.2. Le contexte automobile	293
2. Une nécessaire prise en compte des attentes émotionnelles par l'industriel	293
3. Complexité du produit automobile	295
3.1. La marque	295
3.2. Le véhicule	298
3.3. Les services	301
4. Exemples d'applications	302
4.1. Contribution au design de volants : application de la cartographie des préférences et de l'analyse conjointe	302
4.1.1. Périmètre de conception	302
4.1.2. La cartographie des préférences	303
4.1.3. Analyse conjointe	305
4.2. Faciliter la communication et quantifier les sensations : exploitation de référentiels	307
4.2.1. Un référentiel du toucher : Sensotact®	308
4.2.2. La signification des sens	315
4.3. Partager un retour d'expériences : la normalisation des bonnes pratiques	315
4.4. Contrôler la qualité sensorielle : recherche de corrélations sensorielles- instrumentales	318
4.4.1. Toucher orthogonal	318
4.4.2. Toucher tangentiel	319
4.4.3. Toucher thermique	322
Remerciements	325

Chapitre 12

Apports de l'analyse sensorielle en préconception. Innovation et qualité (Florence Dufour-Étienne)	327
1. Objectifs de la conception	328
2. Innover en « sécurité »	331
2.1. Phase de préconception	331
2.2. Phase de conception	332
2.3. Phase d'implémentation	332
3. Apports de l'analyse sensorielle en préconception	333
3.1. Le brouillard des tendances et des cultures	333
3.2. La bête à cornes	334
3.3. La pieuvre et l'analyse fonctionnelle	336

*Cinquième partie***Normalisations nationales, normalisation européenne
et normalisation internationale***Chapitre 13*

Les normalisations (Félix Depledt)	347
1. Contexte général	347
2. Normalisations nationales	348
3. Normalisation européenne	349
4. Normalisation internationale	351
5. Terminologie de l'analyse sensorielle	352
5.1. Termes utilisables	352
5.2. Termes spécifiques	353
5.3. Termes descriptifs	353
5.4. Publications et langues utilisées	354

*Sixième partie***Statistiques***Chapitre 14*

Statistique descriptive (Marc Danzart)	361
1. Les statistiques élémentaires	361
1.1. Introduction	361
1.2. Les statistiques élémentaires	362
1.3. Les graphiques élémentaires	363
1.4. Les statistiques de liaison	364
1.5. Les graphiques croisés	366
2. Les analyses factorielles	367
2.1. Introduction	367
Décrire puis simplifier	368
2.1. Analyse en composantes principales	369
2.2. Analyse factorielle des correspondances	377
2.3. Analyse factorielle discriminante	380
3. L'analyse typologique	384
3.1. La classification ascendante hiérarchique	385
3.2. Les nuées dynamiques	385
3.3. Analyse des tableaux de distances et multidimensional scaling	386
Analyse d'un tableau de distances	386
Multidimensional scaling	388
4. Analyse procustéenne	389

Chapitre 15

Statistique décisionnelle et tests de différence (Marc Danzart)	391
1. Qu'est-ce que la démarche statistique ?	391
1.1. Introduction	391
1.2. Qu'est-ce qu'un test ?	392
1.3. Quelle précision sur les paramètres ?	395
2. Traitement statistique des tests de différence	397
2.1. L'épreuve triangulaire	397
Introduction	397
Cas de n sujets effectuant chacun 1 triangle	397
Cas de n sujets effectuant chacun k triangles	399
2.2. Les autres épreuves discriminatives	399
3. Les démarches séquentielles	400
3.1. Le test de Wald	400
3.2. La méthode up-and-down	402

Chapitre 16

Comparaison de produits (Marc Danzart)	405
1. Introduction	405
2. Le test du chi-deux (χ^2)	406
3. Comparaison de deux produits	407
3.1. La méthode classique des échantillons appariés	407
3.2. Méthode classique des échantillons non appariés	408
3.3. Le test de Wilcoxon (échantillons appariés)	409
3.4. Le test de Mann et Whitney	410
4. Comparaison de trois produits ou plus	411
4.1. L'analyse de variance à un facteur	411
4.2. L'analyse de variance à deux facteurs	414
Le modèle sans répétition	414
Le modèle avec interaction	415
4.3. Le test de Friedman	416
4.4. Le test de Kruskal et Wallis	418
4.5. Le test de Page	420

Chapitre 17

Liaison entre plusieurs variables : la régression (Marc Danzart)	421
1. Introduction	421
2. La régression linéaire simple	421
3. La régression linéaire multiple	425
4. La régression progressive	426
5. La régression non linéaire	427
6. La régression qualitative	428

Chapitre 18

Recherche d'un produit optimal (<i>Marc Danzart</i>)	431
1. Le principe de la méthode	431
2. La méthode des surfaces de réponse	433
2.1 L'approximation polynomiale	433
2.2. Le modèle linéaire	434
3. Les méthodes directes	435
3.1 Introduction	435
3.2. La méthode du simplexe	436
3.3. Les améliorations de la méthode	436

Chapitre 19

Planification d'expériences (<i>Marc Danzart</i>)	439
1. Introduction	439
2. Les plans en blocs incomplets équilibrés	440
3. Les matrices de Hadamard	441

Chapitre 20

Cartographie des préférences (<i>Marc Danzart</i>)	443
1. Introduction	443
2. Présentation du problème en cartographie	443
3. La cartographie interne	444
4. La cartographie externe	445
4.1. Introduction	445
4.2. Le modèle vectoriel	446
4.3. Le modèle complet	449

Chapitre 21

Approche statistique de la performance en analyse sensorielle descriptive (<i>Jérôme Pagès et François Husson</i>)	451
1. Performances individuelles des juges	452
2. Performances du jury	454
2.1. Critères issus de l'analyse de variance	454
2.2. Homogénéité du jury	455
3. Analyse synthétique des performances par descripteur	456
3.1. Performance des juges	456
3.2. Performance du jury	456
4. Approches par profils sensoriels	457

Chapitre 22

L'outil informatique (<i>Marc Danzart</i>)	459
1. Introduction	459
2. Le matériel	459

3. Les logiciels	461
3.1. Comparaison	461
3.2. Les fichiers	462
4. Sauvegarde	462

Chapitre 23


SensoMineR (<i>François Husson, Sébastien Lê et Jérôme Pagès</i>)	463
1. Principes généraux	463
2. Caractérisation de produits avec « <i>decat</i> » et « <i>panellipse</i> »	464
2.1. La fonction « <i>decat</i> » ou comment obtenir les descriptions unidimensionnelles des produits, synthétisée dans un seul tableau	464
2.2. La fonction « <i>panellipse</i> » ou comment obtenir une description multidimensionnelle des produits	466
3. Évaluation de la performance d'un panel et d'un juge	469
4. Analyse de données recueillies par « <i>napping</i> »	469
5. Cartographie des préférences	470

Chapitre 24

Tables	471
-------------------------	-----

Annexes

Pour en savoir plus	491
Références bibliographiques	493
Lexique	505
Lexique anglais-français	509
Adresses utiles	511
Postface	515
Index	519



Choix des matières premières, formulation de nouvelles gammes, études liées à des comparaisons de produits, de process ou de conditionnements..., l'évaluation sensorielle trouve de nombreuses applications tout au long de la filière agroalimentaire. Elle investit aussi concrètement de nombreux autres secteurs tels que les industries cosmétiques ou pharmaceutiques, le secteur automobile ou les activités sociales et environnementales de la vie quotidienne comme l'habitat ou les transports.

Depuis sa première parution, ce manuel d'*Évaluation sensorielle* a contribué à normaliser les méthodes et les pratiques de cette discipline. L'évolution des méthodes, notamment pour l'interprétation des résultats, a rendu indispensable cette troisième édition intégrant les plus récentes avancées dans le domaine.

Évaluation sensorielle, outil d'aide à la décision essentiel pour l'innovation et la qualité, véritablement adapté aux préoccupations quotidiennes du professionnel, expose : les principes théoriques sur lesquels repose l'évaluation sensorielle, les épreuves discriminatives, descriptives et hédoniques. Une approche étape par étape guide en permanence le praticien et une large place est ensuite réservée aux traitements statistiques des résultats. Les méthodes proposées sont normalisées par l'Afnor et l'ISO. Un lexique des termes spécifiques complète le livre.

Cette édition s'enrichit d'applications issues d'autres secteurs industriels non alimentaires tels que les cosmétiques et l'industrie automobile. Grâce à la mise en commun des compétences et des expériences des auteurs, ce nouvel ouvrage constitue le recueil méthodologique de référence en matière de métrologie sensorielle.

Évaluation sensorielle a été conçu pour les services de contrôle de la qualité, les départements R&D ou marketing et les organismes de caractérisation des labels des secteurs les plus variés.

Le coordonnateur : **Félix Depledé**, premier à mettre en place, en France, un laboratoire d'analyse sensorielle, organisa parallèlement l'enseignement de la métrologie sensorielle à la Société scientifique d'hygiène alimentaire. Tandis qu'il participe avec J. Le Magnen à la formation de la commission de normalisation Afnor, il est élu président du comité d'analyse sensorielle de l'ISO. Sa carrière a été, en grande partie, consacrée à la formation d'auditeurs et à l'installation de laboratoires de par sa qualité d'expert de la FAO.

www.editions.lavoisier.fr



978-2-7430-1556-5

