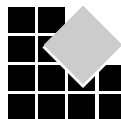


Physiologie sensorielle
à l'usage des IAA

COLLECTION
SCIENCES & TECHNIQUES
AGROALIMENTAIRES



Président du Directoire : J.-L. MULTON

Physiologie sensorielle à l'usage des IAA

Annick Faurion

coordonnateur



11, rue Lavoisier
75008 Paris

LONDRES - PARIS - NEW YORK

Chez le même éditeur

Les comportements alimentaires

collection « Sciences et techniques agroalimentaires »

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

Neurosciences et maladies du système nerveux

Rapport sur la science et la technologie n° 16

H. Korn/Académie des sciences, coord., 2003

Flavour Research at the Dawn of the Twenty-First Century

Proceedings of the 10th Weurman Flavour Research Symposium

J.-L. Le Quéré, P.-X. Étievant, coord., 2003

OGM et santé

Rapport bi-académique Académie nationale de médecine / Académie nationale de pharmacie

A. Rérat, coord., 2003

La science alimentaire de A à Z

J. Adrian, J. Potus, R. Frangne, 3^e édition, 2002

Apports nutritionnels conseillés pour la population française

A. Martin, coord., AFSSA, 3^e édition, 2001

Rhéologie et analyse de texture des aliments

A.-C. Roudot, 2001

Évaluation sensorielle : manuel méthodologique

collection « Sciences et techniques agroalimentaires »

SSHA, F. Depledt, coord., 2^e édition, 1998

La sensibilité viscérale

N. Méi, 1998



© LAVOISIER, 2004

ISSN : 0243-5624

ISBN : 2-7430-0662-5

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).

Préface

Destiné à tous ceux qui sont concernés par l'évaluation des propriétés sensorielles des denrées alimentaires, ce livre vient s'ajouter à la très courte liste d'ouvrages de base dédiés à cette dimension des industries agroalimentaires. Depuis l'ouvrage fondateur, *Principles of Sensory Evaluation of Foods*, publié en 1965 par Amerine, Pangborn et Roessler, les neurosciences et les sciences cognitives ont certainement progressé bien davantage que depuis les origines de l'humanité jusqu'aux années 1960. Le besoin d'une actualisation des connaissances sur lesquelles s'appuieront désormais les études sensorielles se fait donc sérieusement sentir.

Lorsque les industries agroalimentaires ont pris conscience, vers le milieu du xx^e siècle, de la nécessité d'une véritable métrologie sensorielle, les seules bases scientifiques solides sur lesquelles pouvaient s'appuyer cette nouvelle approche se trouvaient d'une part dans une connaissance approfondie des propriétés physicochimiques des aliments et, d'autre part, dans une expérimentation psychophysique qui avait acquis ses lettres de noblesse dans les domaines visuel et auditif. Il en est résulté, pour chaque filière alimentaire, une codification souvent prématurée et toujours empirique de « bonnes pratiques » hâtivement estampillées par des normes officielles. Ces normes postulaient que l'on peut toujours prédire qualitativement et quantitativement une réponse sensorielle connaissant les caractéristiques physicochimiques du stimulus. Elles généralisaient ainsi *a priori* à tous les systèmes sensoriels un concept d'« observateur moyen » qui n'était historiquement avéré que pour la vision et l'audition. Elles poussaient même encore un peu plus loin leur postulat de consensualité en admettant qu'un groupe d'observateurs entraînés peut valablement décerner un *label* de qualité à un produit dans le cadre d'une dégustation comparative ! Cette opinion a encore aujourd'hui force de loi dans la filière œnologique.

Dans le même temps, au cours de la seconde moitié du xx^e siècle, les sciences de la vie ont définitivement acquis le statut de « sciences dures » qu'elles partagent désormais à égalité avec les sciences de la matière. Ces dernières ont catalysé cette évolution en perfectionnant les outils expérimentaux irremplaçables que sont l'électrophysiologie, la biologie moléculaire et l'imagerie cérébrale fonctionnelle. Le résultat est une avalanche de données nouvelles, souvent inattendues, qui renouvellent profondément notre compréhension des mécanismes sensoriels. En ce qui

concerne plus particulièrement les données applicables dans le domaine des industries agroalimentaires, les éléments qui sont le plus profondément mis en cause sont certainement le postulat de consensus sensoriel et tous ses corollaires impliqués dans les évaluations quantitatives, descriptives ou hédoniques les plus courantes.

De fait, les mécanismes codés génétiquement ou acquis (parfois *in utero* !) qui aboutissent à la construction d'une représentation consciente des stimulus sensoriels sous la forme d'un *pattern* spatiotemporel d'activations neuronales nous ont livré leurs principaux secrets, et cela nous force à reconnaître que les perceptions sensorielles dépendent *in fine* autant de l'objet perçu que du sujet qui l'observe : demain, nos pratiques commerciales et nos lois auront dû intégrer le fait que si deux dégustateurs donnent du même produit deux descriptions totalement différentes, tous les deux peuvent avoir parfaitement raison. Difficulté supplémentaire : bien que nos représentations conscientes soient multisensorielles, tous nos sens sont loin d'avoir le même statut ; si le concept d'observateur moyen s'applique fort bien dans le domaine de la mécanoréception, de la thermoréception et de la photoréception, il est grossièrement erroné dans le domaine de la chimioréception.

Le livre qu'Annick Faurion et ses collaborateurs nous présentent aujourd'hui rassemble une série de synthèses soigneusement élaborées par des chercheurs en activité qui font chacun le point dans son domaine d'élection. Ils présentent d'une façon simple et accessible les notions qui leur sont familières, préférant les faits aux interprétations et laissant au lecteur le soin de spéculer autant que bon lui semble sur les applications. Leurs contributions respectives sont regroupées en cinq parties :

- la 1^{re} partie, « Chimioréception périphérique », passe en revue les molécules odorantes, les protéines réceptrices, les cellules sensorielles et l'embryologie du système olfactif ;
- la 2^e partie, « Grandes voies de la sensibilité orale », fait le point sur la somesthésie, la gustation et les nouvelles perspectives qui s'offrent au design sensoriel des aliments ;
- la 3^e partie, « Applications », montre que le champ des mesures sensorielles objectives est prêt à s'étendre hors du laboratoire et qu'elles peuvent de mieux en mieux remplacer l'instrument de mesure humain dans ses tâches répétitives ;
- la 4^e partie, « Système nerveux central », complète la 1^{re} partie en abordant franchement les aspects cognitifs de l'imagerie cérébrale qui nous promettent de franchir enfin les limites sémantiques de l'expression verbale du ressenti sensoriel ;
- la 5^e partie, « Régulations », nous fait comprendre à quel point la plasticité et les capacités d'apprentissage des systèmes sensoriels jouent un rôle essentiel dans la nutrition de l'omnivore le plus exigeant, le plus imaginatif et le plus déraisonnable qui soit.

L'objectif de l'ouvrage dans son ensemble est avant tout d'apporter au lecteur un matériau qui l'aide à concevoir plus clairement les progrès accomplis dans son domaine et les perspectives d'application ou d'innovation qui s'ouvrent à lui.

Patrick MacLeod

Ancien directeur du laboratoire de neurobiologie sensorielle,
École pratique des hautes études

Liste des auteurs

Christiane Ayer Le Lièvre

Docteur ès sciences
Directeur de l'unité ER-EA 1794 CNRS
Mort cellulaire, régénération
et différenciation – Mécanismes
cellulaires et moléculaires
Faculté de médecine
2 rue du Docteur Marcland
87025 Limoges cedex

Jean Azerad

Professeur des universités
Directeur du laboratoire de physiologie
de la manducation
Faculté de chirurgie dentaire
Université Paris 7
2 place Jussieu
75252 Paris cedex 05

France Bellisle

Docteur ès sciences
INRA/service de nutrition
Hôtel-Dieu
1 place du Parvis Notre-Dame
75181 Paris cedex 04

Barbara Cerf-Ducastel

PhD, Research scientist
San Diego State University
Lifespan Human Senses Laboratory
6363 Alvarado Court
Suite 101
San Diego, CA, 92120-4913
États-Unis

Annick Faurion

Docteur d'État ès sciences
Chargée de recherche au CNRS
Laboratoire de neurobiologie sensorielle
1 avenue des Olympiades
91744 Massy cedex

Nicolas Froloff

PhD
ancien élève de l'École polytechnique
Directeur de la modélisation moléculaire
CEREP
128 rue Danton
92500 Rueil-Malmaison

Rémi Gervais

Professeur des universités
Directeur de recherche au CNRS
Institut des sciences cognitives
CNRS UPR 9075
67 boulevard Pinel
69675 Bron

Agnès Henry-Bressollette

Docteur-ingénieur de l'ENSIA
108 avenue van Becelaere
1170 Bruxelles
Belgique

Birgit Kettenmann

Department of Radiology
Virginia Commonwealth University
Health System
1250 East Marshall Street
Richmond, VA 23294
États-Unis

Gerd Kobal

MD, PhD
WSA Philip Morris
615 Maury Street
Richmond, VA 23224
États-Unis

Patrick MacLeod

Docteur en médecine
Directeur honoraire à l'École pratique
des hautes études
Laboratoire de neurobiologie sensorielle
École pratique des hautes études
1 avenue des Olympiades
91744 Massy cedex

Paolo Pelosi

Professeur des universités
Dpt di chimica e biotecnologie agrarie
University of Pisa
Via S. Michele, 4
56124 Pisa
Italie

Krishna Persaud

BSc Hons, MSc, PhD, FRSC
Department of instrumentation
and analytical science
UMIST, PO Box 88
Sackville Street
Manchester M60 1QD
UK

Benoist Schaal

Docteur en neurosciences, HDR
Directeur de recherches au CNRS
Directeur du Centre européen
des sciences du goût
15 rue Hugues Picardet
21000 Dijon

Didier Trotier

Chargé de recherche au CNRS
Laboratoire de neurobiologie sensorielle
1 avenue des Olympiades
91744 Massy cedex

Table des matières

Première partie

Chimioréception périphérique

Chapitre 1

Molécules odorantes et événements périrécepteurs en olfaction

<i>(Paolo Pelosi)</i>	3
Introduction	3
1. Nature des stimulus olfactifs	4
1.1. Odeurs et stimulus chimiques efficaces chez différentes espèces	4
1.2. Olfaction humaine	4
1.3. Relations structure-odeur	5
1.3.1. Code olfactif et « odeurs primaires »	6
1.3.2. Relations structure-odeur	7
1.3.3. Qualité de l'odeur et profil orienté	8
1.3.4. Seuils olfactifs	11
1.4. Pheromones	12
2. Protéines « OBP » liant les molécules odorantes	13
2.1. Structure des OBP de vertébrés	14
2.2. Liaison des molécules odorantes sur les OBP	17
2.3. Expression spatiale des OBP	18
2.4. Expression temporelle des OBP	19
2.5. Autres protéines semblables aux OBP impliquées dans la communication chimique	20
3. Modèle de la transduction olfactive	21
Références bibliographiques	23

Chapitre 2

Récepteurs olfactifs et gustatifs : approches méthodologiques, modélisation moléculaire, ingénierie moléculaire *(Nicolas Froloff)*

1. Récepteurs transmembranaires couplés aux protéines G (GPCR)	27
1.1. Structure des GPCR	29
1.2. Dynamique fonctionnelle des interactions GPCR-ligands	30
1.3. Modélisation des GPCR	31

2. Fonction des GPCR en chimioréception	34
2.1. Variété des ligands détectés par les systèmes olfactifs et gustatifs	34
2.2. Identification et caractérisation des récepteurs olfactifs et gustatifs	35
2.3. Une mosaïque de récepteurs permettant une infinité de réponses possibles	37
3. Ingénierie moléculaire de molécules odorantes ou sapides ?	38
3.1. Relations structure-activité	38
3.2. Prise en compte du caractère multirécepteur de la chimioréception	38
3.3. Intérêt des systèmes olfactifs et gustatifs pour l'industrie pharmaceutique	41
Références bibliographiques	42

Chapitre 3

Détection et codage de l'information des molécules odorantes par les neurones olfactifs (Didier Trotier)	45
1. Épithélium olfactif	45
2. Neurones olfactifs	47
3. Cils olfactifs, centrales de détection	48
4. Nature des protéines réceptrices	49
5. Détection des molécules odorantes par les protéines réceptrices	50
6. Activation des neurones olfactifs par la voie de l'adénosine monophosphate 3'-5'cyclique	52
7. Autres voies de transduction	53
8. Mise en forme de l'information au niveau des glomérules et discrimination	54
Conclusion	54
Références bibliographiques	55

Chapitre 4

Développement du système olfactif principal (Christiane Ayer-Le Lièvre)	59
Introduction	59
1. Développement morphologique	61
1.1. Origine, territoires présomptifs	61
1.2. Développement des ébauches	62
1.2.1. Placode olfactive	62
1.2.2. Ébauche bulbaire	63
1.3. Mise en place des connexions périphérocentrales	63
1.3.1. Formation du nerf	63
1.3.2. Migrations de neuroblastes placodaux	64
1.4. Rôle des interactions périphérocentrales dans la morphogenèse olfactive	65
1.5. Organisation des connexions synaptiques et spécification des glomérules	65
1.6. Morphogenèse et croissance	67
1.6.1. Muqueuse olfactive	68
1.6.2. Bulbe	68
2. Différenciation cellulaire	70
2.1. Neurogenèse et stades précoces de la différenciation neuronale	70
2.1.1. Pax6	70
2.1.2. Mash	70
2.1.3. Olf	70

2.1.4. GAP43	71
2.1.5. Molécules d'adhésion	71
2.2. Apparition des marqueurs moléculaires de neurones olfactifs matures	72
2.2.1. Marqueurs généraux de neurones	72
2.2.2. Marqueurs spécifiques des neurones olfactifs	73
2.2.3. Facteurs de croissance neuronaux	74
3. Récepteurs aux odeurs (OR)	78
3.1. Rappels – Présentation des OR	78
3.2. Expression des OR au cours du développement	79
3.3. Génétique des OR et développement	80
4. Maladie de Kallmann de Morsier	81
Conclusion	81
Références bibliographiques	82

Deuxième partie

Grandes voies de la sensibilité orale

Chapitre 5

Organisation générale du système nerveux (Jean Azerad)	93
Introduction	93
1. Organisation de la moelle épinière	95
1.1. Métamérisation primitive	95
1.2. Métamérisation chez les mammifères	96
1.3. Contingents médullaires	97
1.4. Organisation intersegmentaire de la moelle épinière	98
2. Organisation des nerfs crâniens – Doctrine de Herrick	98
2.1. Métamérie céphalique	98
2.2. Innervation des arcs branchiaux – Contingents spéciaux	99
2.3. Origine des paires crâniennes innervant les métamères céphaliques	100
2.3.1. Hypothèse générale	100
2.3.2. Origine des nerfs sensoriels	100
2.4. Organisation des noyaux des nerfs crâniens	103
2.5. Composition des nerfs crâniens et des noyaux correspondants	104

Chapitre 6

Somesthésie (Jean Azerad)	105
Introduction	105
1. Récepteurs	106
1.1. Récepteurs non encapsulés	106
1.1.1. Terminaisons libres	106
1.1.2. Récepteur de la racine des poils	106
1.1.3. Récepteur de Merkel et dôme épidermique	107
1.1.4. Récepteurs organisés non encapsulés	107

1.2. Récepteurs encapsulés	107
1.2.1. Corpuscule de Pacini	108
1.2.2. Corpuscule de Meissner	109
1.2.3. Corpuscule de Ruffini	109
1.2.4. Corpuscules de formes intermédiaires	110
2. Contingent neuronal périphérique	110
3. Voies centrales	111
3.1. Description anatomique des voies lemniscales	111
3.1.1. Voie des colonnes dorsales	111
3.1.2. Voie néospinothalamique	112
3.2. Description anatomique des voies extralemniscales	112
3.2.1. Voie paléospinothalamique	112
3.2.2. Voie spinoréticulothalamique	112
3.3. Propriétés physiologiques des voies lemniscales	114
3.3.1. Somatotopie	114
3.3.2. Propriétés neuronales	114
3.4. Propriétés physiologiques des voies extralemniscales	114
4. Somesthésie orofaciale	114
4.1. Anatomie	115
4.1.1. Territoires d'innervation	115
4.1.2. Morphologie du complexe sensitif du V	116
4.2. Afférences	117
4.2.1. Récepteurs	117
4.2.2. Protoneurones trigéminaux	117
4.2.3. Protoneurones non trigéminaux	118
4.3. Organisation fonctionnelle du complexe sensitif du trijumeau	118
4.3.1. Homologie avec la moelle épinière	118
4.3.2. Données neurologiques et neurochirurgicales	118
4.4. Projections du complexe sensitif du trijumeau	119
5. Récepteurs du parodonte et de l'articulation temporomandibulaire (ATM)	119
5.1. Récepteurs parodontaux	120
5.1.1. Morphologie	120
5.1.2. Physiologie	121
5.1.3. Propriétés des récepteurs parodontaux	122
5.2. Récepteurs de l'articulation temporomandibulaire (ATM)	123
5.2.1. Morphologie	123
5.2.2. Physiologie	123
5.2.3. Rôle moteur et psychophysique des récepteurs de l'ATM	124
5.3. Récepteurs musculotendineux	124
5.3.1. Description anatomique	124
5.3.2. Fonctionnement des récepteurs musculotendineux	125
Références bibliographiques	127

Chapitre 7

Physiologie de la gustation (Annick Faurion)	129
Introduction	129
1. Qu'est-ce que la gustation ?	131
1.1. Sensation multimodalitaire	131

1.1.1. Sensibilité gustative	132
1.1.2. Olfaction rétronasale	132
1.1.3. Sensibilité somesthésique ou somatosensorielle	132
1.2. Différents paramètres de la perception gustative	134
2. Relation entre la sémantique et la physiologie	134
2.1. Historique de la description sémantique	135
2.2. Variations géographiques ou variations en fonction du langage	138
2.3. Confusion sémantique induite par la multimodalité sensorielle	138
2.4. Confusion sémantique entre la sensibilité et le caractère hédonique	139
3. La chaîne sensorielle du récepteur au cortex	141
3.1. Localisation sur la langue ?	141
3.1. Cellules sensorielles	141
3.1.1. Structure	141
3.2.2. Renouvellement des cellules sensorielles et induction nerveuse	141
3.3. Récepteurs	144
3.3.1. Approche biochimique	144
3.3.2. Relation structure-activité	145
3.3.3. Modélisation moléculaire	146
3.3.4. Génétique et biologie moléculaire	147
3.4. Transduction	147
3.4.1. Récepteurs ionotropiques	148
3.4.2. Récepteurs-canaux	149
3.4.3. Récepteurs métabotropiques	149
3.4.4. Spécificité des voies de transduction	150
3.5. Innervation périphérique	152
3.6. Voies gustatives ascendantes	154
3.7. Projections corticales	156
3.8. Projections extracorticales	158
3.9. Voies descendantes	158
3.10. Convergences fonctionnelles et non spécificité des cellules corticales	158
4. Codage neurophysiologique de la qualité gustative	159
4.1. Les cellules sensorielles des bourgeons du goût ne sont pas spécifiques d'un stimulus	159
4.2. Codage neuronal de la « qualité » gustative	162
4.3. Codage neuronal de l'intensité gustative	167
4.4. Différences interindividuelles de perception en gustation	168
4.4.1. Profils de sensibilités	171
4.4.2. Corrélation entre les profils de sensibilité	172
4.4.3. Notion d'espace gustatif	172
4.4.4. Dimension de l'espace gustatif	172
4.4.5. Structure de l'espace gustatif	173
4.5. Hypothèses mécanistiques	174
Conclusion	175
Remerciements	175
Références bibliographiques	176

*Troisième partie***Applications***Chapitre 8*

Mesure sensorielle de la perception de texture (Agnès Henry-Bressollette)	185
Introduction	185
1. Spécificité de la perception de texture	186
1.1. Étapes d'intégration de la perception de texture	186
1.2. Évaluation de la texture – Une approche dynamique	187
2. Description et évaluation sensorielle de la texture	188
2.1. Historique	188
2.2. Attributs de texture	189
2.2.1. Dimensions de la perception de la texture	190
2.2.2. Classification des termes de texture	191
3. Spécificités de la mesure sensorielle	192
3.1. Métrique	192
3.2. Panel	192
3.3. Traitement des données quantitatives	193
4. Application en industrie alimentaire – Mesure de la texture dans le cas d'un espace produit présentant de faibles différences	194
4.1. Espace produit et élaboration de descripteurs	194
4.2. Traitement des données	195
4.3. Étude de cas	196
4.3.1. Profil sensoriel de texture	196
4.3.2. Discrimination des produits par le panel	198
Conclusion	199
Remerciements	200
Références bibliographiques	200

Chapitre 9

Vers une olfactométrie objective (Krishna C. Persaud)	203
1. Évaluation de l'intensité et de la qualité odorante par le panel humain	203
2. Méthodes analytiques de mesures d'odeurs	206
3. Instruments capteurs d'odeurs	208
3.1. Système multicapteur d'odeur	208
3.2. Polymères conducteurs	212
4. Un instrument d'usage courant	212
5. Reconnaissance de forme	215
5.1. Visualisation de données multidimensionnelles	215
5.2. Réseaux de neurones	216
6. Applications pratiques	220
6.1. Mesure des mauvaises odeurs	220
6.2. Contrôle de qualité des arômes artificiels et des essences naturelles	222
6.3. Mesures de vieillissement dans les produits alimentaires manufacturés	223
Conclusion	224
Références bibliographiques	225

Quatrième partie
Système nerveux central

Chapitre 10

**Imagerie cérébrale par magnétoencéphalographie MEG :
relation entre les sensibilités olfactive et somatosensorielle**

<i>(G Kopal, B Kettenmann)</i>	231
Introduction	231
1. Comparaison des résultats EEG et MEG	232
1.1. Potentiels évoqués chimiosensoriels	233
1.2. Champs magnétiques évoqués chimiosensoriels	233
1.3. Comparaison des réponses aux stimulus olfactifs et trigéminaux obtenues par MEG	233
1.4. Aire corticale somesthésique secondaire (SII), bords de la scissure de Sylvius et insula	233
1.5. Latences des hémisphères droit et gauche	234
2. Hémisphère droit et aspects émotionnels et motivationnels de la douleur	236
2.1. Discrimination des aires activées par les stimulus trigéminaux et des stimulus purement olfactifs	236
2.2. Relation entre l'aire primaire olfactive et le cortex insulaire	238
2.3. Propriétés hédoniques	238
2.4. Stimulation de la narine droite comparée à la stimulation de la narine gauche ..	238
Conclusion	239
Remerciements	239
Références bibliographiques	239

Chapitre 11

**Imagerie cérébrale fonctionnelle chez l'homme en réponse à la stimulation
gustative (IRM fonctionnelle à 3 Tesla) (Barbara Cerf-Ducastel)**

243

Introduction	243
1. Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle	243
1.1. Principe de l'imagerie cérébrale : IRM anatomique	244
1.2. IRM fonctionnelle	244
1.3. Potentiel et limites actuelles de l'IRMf	245
2. Évolution de l'intensité gustative perçue	246
3. Activations corticales liées à la perception gustative chez l'homme	247
3.1. Insula	248
3.2. Opercule frontal	251
3.3. Opercule rolandique	251
3.4. Opercule temporal	252
3.5. Autres zones	252
4. Interactions somatogustatives	253
4.1. Zones activées par les deux types de perception	253
4.2. Statut spécifique de l'opercule rolandique dans le cas de la perception somesthésique	255
4.3. Statut spécifique de l'insula basse dans le cas de la perception gustative	255

5. Latéralisation des activations selon la latéralité manuelle du sujet	255
5.1. La partie supérieure de l'insula en tant que niveau d'entrée des informations gustatives	257
5.2. La partie basse de l'insula en tant qu'aire intégrative	257
5.3. Rapport avec la latéralité manuelle	258
6. Rapport avec la sémantique	259
Conclusion	260
Références bibliographiques	260

Cinquième partie

Régulations

Chapitre 12

Émergence de l'olfaction : précocité et plasticité de la sensibilité et des préférences (Benoist Schaal)	267
Introduction	267
1. Quelques utilités de l'olfaction au cours du développement précoce	268
1.1. Modulation des stades d'activation	269
1.2. Guidage olfactif des comportements exploratoires	270
1.3. Activation des actions faciales, orales et linguales	272
1.4. Régulation de la prise alimentaire	273
1.5. Effets physiologiques divers	273
2. Perception et cognition olfactives – Apports de la psychophysique et de la psychologie expérimentale	274
2.1. Sensibilité de la détection olfactive au début de la vie	274
2.1.1. Quel sous-système chimiorécepteur nasal est impliqué ?	274
2.1.2. Entrée en fonction de la chimioréception nasale	275
2.1.3. Évolution de la sensibilité olfactive au cours du développement précoce	276
2.2. Spécificité de la détection olfactive précoce	277
2.3. Caractère discriminant de l'olfaction précoce	278
2.3.1. Niveau de discrimination autorisé par le système olfactif au cours du développement précoce	278
2.3.2. Dimensions de la stimulation olfactive discriminées par le nouveau-né	279
2.3.3. Perception précoce de la valeur hédonique des stimulations olfactives	281
3. Mémoire et plasticité des apprentissages olfactifs au début de la vie	284
3.1. Modelage précoce des préférences olfactives dans l'environnement postnatal	285
3.2. Préférences olfactives établies en dehors de toute expérience postnatale préalable	287
3.3. L'expérience prénatale influence-t-elle les préférences olfactives du nouveau-né ?	287
3.4. Contrôle de la compétence olfactive postnatale par l'environnement prénatal	289
3.5. Stabilité développementale des apprentissages olfactifs précoces	290
Conclusion	291
Références bibliographiques	292

Chapitre 13

Mémoire olfactive (<i>Rémi Gervais</i>)	297
1. Performances de la mémoire olfactive chez l'homme	298
2. Apport de l'imagerie cérébrale	302
Conclusion	303
Références bibliographiques	304

Chapitre 14

Déterminants sensoriels des comportements alimentaires (<i>France Bellisle</i>)	305
1. Préférences alimentaires : « goût pour »	305
2. Taille des repas	306
3. Rassasiement	306
4. Satiété	306
5. Réponses innées à la stimulation gustative	307
6. Goûts de l'enfant	308
7. « Goût pour » ce qui nourrit	309
8. Apprentissage alimentaire	309
9. Aversions et préférences alimentaires conditionnées	310
10. Adulte	311
Conclusion	313
Références bibliographiques	313
Index	317