

ANNEE: 2012

THESE N°:73

L'ANALYSE SENSORIELLE :
UNE VOIE POUR UNE MEILLEURE CONSIDÉRATION DU PATIENT
A TRAVERS SES SENS.

THESE

Présentée et soutenue publiquement le :.....

PAR

Mlle **ZOUBIR Samira**

Née le 19/07/1986 à Casablanca

Pour l'Obtention du Doctorat en Pharmacie

MOTS CLES : descripteurs ; métrologie; panel ; placebo ; sens

MEMBRES DU JURY

Pr. M.YAHYAOU

Professeur de Neurologie

Pr. Y.BENSOUDA

Professeur de Pharmacie Galénique

Pr. L.ESSAKALLI

Professeur D'Oto-Rhino-laryngologie

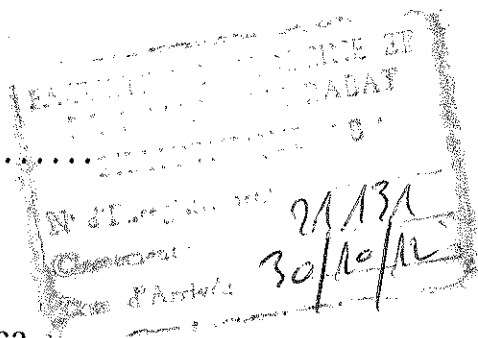
Pr. T.DAKKA

Professeur de Physiologie

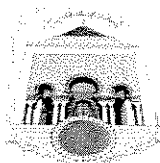
PRESIDENT

RAPPORTEUR

JUGES



} 
JUGES



UNIVERSITE MOHAMMED V- SOUISSI
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT

a) DOYENS HONORAIRES :

1962 – 1969 : Docteur Abdelmalek FARAJ
1969 – 1974 : Professeur Abdellatif BERBICH
1974 – 1981 : Professeur Bachir LAZRAK
1981 – 1989 : Professeur Taieb CHKILI
1989 – 1997 : Professeur Mohamed Tahar ALAOUI
1997 – 2003 : Professeur Abdelmajid BELMAHI

ADMINISTRATION :

Doyen : Professeur Najia HAJJAJ
Vice Doyen chargé des Affaires Académiques et étudiantes
Professeur Mohammed JIDDANE
Vice Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération
Professeur Ali BENOMAR
Vice Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie
Professeur Yahia CHERRAH
Secrétaire Général : Mr. El Hassane AHALLAT
Conservateur : Ahmed ZAHIDI

PROFESSEURS :

Février, Septembre, Décembre 1973

1. Pr. CHKILI Taieb

Neuropsychiatrie

Janvier et Décembre 1976

2. Pr. HASSAR Mohamed

Pharmacologie Clinique

Mars, Avril et Septembre 1980

3. Pr. EL KHAMLIHI Abdeslam

Neurochirurgie

4. Pr. MESBAHI Redouane

Cardiologie

Mai et Octobre 1981

5. Pr. BOUZOUBAA Abdelmajid

Cardiologie

6. Pr. EL MANOUAR Mohamed

Traumatologie-Orthopédie

7. Pr. HAMANI Ahmed*

Cardiologie

8. Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajih

Chirurgie Cardio-Vasculaire

9. Pr. SBIHI Ahmed

Anesthésie – Réanimation

10. Pr. TAOBANE Hamid*

Chirurgie-Thoracique

Mai et Novembre 1982

11. Pr. ABROUQ Ali*

Oto-Rhino-Laryngologie

12. Pr. BENOMAR M'hammed

Chirurgie-Cardio-Vasculaire

13. Pr. BENSOUHA Mohamed

Anatomie

14. Pr. BENOSMAN Abdellatif

Chirurgie Thoracique

15. Pr. LAHBABI ép. AMRANI Naïma

Physiologie

Novembre 1983

16. Pr. ALAOUI TAHIRI Kébir*

Pneumo-phtisiologie

17. Pr. BALAFREJ Amina

Pédiatrie

18. Pr. BELLAKHDAR Fouad

Neurochirurgie

19. Pr. HAJJAJ ép. HASSOUNI Najia

Rhumatologie

20. Pr. SRAIRI Jamal-Eddine

Cardiologie

Décembre 1984

- 21. Pr. BOUCETTA Mohamed*
- 22. Pr. EL GUEDDARI Brahim El Khalil
- 23. Pr. MAAOUNI Abdelaziz
- 24. Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi
- 25. Pr. NAJI M'Barek *
- 26. Pr. SETTAF Abdellatif

Neurochirurgie
Radiothérapie
Médecine Interne
Anesthésie -Réanimation
Immuno-Hématologie
Chirurgie

Novembre et Décembre 1985

- 27. Pr. BENJELLOUN Halima
- 28. Pr. BENSaid Younes
- 29. Pr. EL ALAOUI Faris Moulay El Mostafa
- 30. Pr. IHRAI Hssain *
- 31. Pr. IRAQI Ghali
- 32. Pr. KZADRI Mohamed

Cardiologie
Pathologie Chirurgicale
Neurologie
Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale
Pneumo-phtisiologie
Oto-Rhino-laryngologie

Janvier, Février et Décembre 1987

- 33. Pr. AJANA Ali
- 34. Pr. AMMAR Fanid
- 35. Pr. CHAHED OUAZZANI Houria ép.TAOBANE
- 36. Pr. EL FASSY FIHRI Mohamed Taoufiq
- 37. Pr. EL HAITEM Naïma
- 38. Pr. EL MANSOURI Abdellah*
- 39. Pr. EL YAACOUBI Moradh
- 40. Pr. ESSAID EL FEYDI Abdellah
- 41. Pr. LACHKAR Hassan
- 42. Pr. OHAYON Victor*
- 43. Pr. YAHYAOUI Mohamed

Radiologie
Pathologie Chirurgicale
Gastro-Entérologie
Pneumo-phtisiologie
Cardiologie
Chimie-Toxicologie Expertise
Traumatologie Orthopédie
Gastro-Entérologie
Médecine Interne
Médecine Interne
Neurologie

Décembre 1988

- 44. Pr. BENHAMAMOUCH Mohamed Najib
- 45. Pr. DAFIRI Rachida
- 46. Pr. FAK Mohamed
- 47. Pr. HERMAS Mohamed
- 48. Pr. TOLOUNE Farida*

Chirurgie Pédiatrique
Radiologie
Urologie
Traumatologie Orthopédie
Médecine-Interne

Décembre 1989 Janvier et Novembre 1990

- 49. Pr. ADNIAOUI Mohamed
- 50. Pr. AOUNI Mohamed
- 51. Pr. BENAMEUR Mohamed*
- 52. Pr. BOUKILI MAKHOUKHI Abdelali
- 53. Pr. CHAD Bouziane
- 54. Pr. CHKOFF Rachid
- 55. Pr. KHARBACH Aïcha
- 56. Pr. MANSOURI Fatima
- 57. Pr. OUAZZANI Taïbi Mohamed Réda
- 58. Pr. SEDRATI Omar*
- 59. Pr. TAZI Saoud Anas
- 60. Anesthésie Réanimation

Médecine Interne
Médecine Interne
Radiologie
Cardiologie
Pathologie Chirurgicale
Urologie
Gynécologie -Obstétrique
Anatomie-Pathologique
Neurologie
Dermatologie

Février Avril Juillet et Décembre 1991

61. Pr. AL HAMANY Zaïtounia	Anatomie-Pathologique
62. Pr. ATMANI Mohamed*	Anesthésie Réanimation
63. Pr. AZZOUZI Abderrahim	Anesthésie Réanimation
64. Pr. BAYAHIA Rabéa ép. HASSAM	Néphrologie
65. Pr. BELKOUCHI Abdelkader	Chirurgie Générale
66. Pr. BENABDELLAH Chahrazad	Hématologie
67. Pr. BENCHEKROUN BELABBES Abdellatif	Chirurgie Générale
68. Pr. BENSOUHA Yahia	Pharmacie galénique
69. Pr. BERRAHO Amina	Ophtalmologie
70. Pr. BEZZAD Rachid	Gynécologie Obstétrique
71. Pr. CHABRAOUI Layachi	Biochimie et Chimie
72. Pr. CHANA El Houssaine*	Ophtalmologie
73. Pr. CHERRAH Yahia	Pharmacologie
74. Pr. CHOKAIRI Omar	Histologie Embryologie
75. Pr. FAJRI Ahmed*	Psychiatrie
76. Pr. JANATI Idrissi Mohamed*	Chirurgie Générale
77. Pr. KHATTAB Mohamed	Pédiatrie
78. Pr. NEJMI Maati	Anesthésie-Réanimation
79. Pr. OUAALINE Mohammed*	Médecine Préventive, Santé Publique et Hygiène
80. Pr. SOULAYMANI Rachida ép. BENCHEIKH	Pharmacologie
81. Pr. TAOUFIK Jamal	Chimie-thérapeutique

Décembre 1992

82. Pr. AHALLAT Mohamed	Chirurgie Générale
83. Pr. BENOUDA Amina	Microbiologie
84. Pr. BENSOUHA Adil	Anesthésie Réanimation
85. Pr. BOUJIDA Mohamed Najib	Radiologie
86. Pr. CHAHED OUZZANI Laaziza	Gastro-Entérologie
87. Pr. CHRAIBI Chafiq	Gynécologie Obstétrique
88. Pr. DAOUDI Rajae	Ophtalmologie
89. Pr. DEHAYNI Mohamed*	Gynécologie Obstétrique
90. Pr. EL HADDOURY Mohamed	Anesthésie Réanimation
91. Pr. EL OUAHABI Abdessamad	Neurochirurgie
92. Pr. FELLAT Rokaya	Cardiologie
93. Pr. GHAFIR Driss*	Médecine Interne
94. Pr. JIDDANE Mohamed	Anatomie
95. Pr. OUZZANI TAIBI Med Charaf Eddine	Gynécologie Obstétrique
96. Pr. TAGHY Ahmed	Chirurgie Générale
97. Pr. ZOUHDI Mimoun	Microbiologie

Mars 1994

98. Pr. AGNAOU Lahcen	Ophtalmologie
99. Pr. AL BAROUDI Saad	Chirurgie Générale
100. Pr. BENCHERIFA Fatiha	Ophtalmologie
101. Pr. BENJAAFAR Noureddine	Radiothérapie
102. Pr. BENJELLOUN Samir	Chirurgie Générale
103. Pr. BEN RAIS Nozha	Biophysique
104. Pr. CAOUI Malika	Biophysique
105. Pr. CHRAIBI Abdelmjid	Endocrinologie et Maladies Métaboliques
106. Pr. EL AMRANI Sabah ép. AHALLAT	Gynécologie Obstétrique
107. Pr. EL AOUDAD Rajae	Immunologie
108. Pr. EL BARDOUNI Ahmed	Traumato-Orthopédie
109. Pr. EL HASSANI My Rachid	Radiologie

110. Pr. EL IDRISSE LAMGHARI Abdennaceur
111. Pr. EL KIRAT Abdelmajid*
112. Pr. ERROUGANI Abdelkader
113. Pr. ESSAKALI Malika
114. Pr. ETTAYEBI Fouad
115. Pr. HADRI Larbi*
116. Pr. HASSAM Badredine
117. Pr. IFRINE Lahssan
118. Pr. JELTHI Ahmed
119. Pr. MAHFOUD Mustapha
120. Pr. MOUDENE Ahmed*
121. Pr. OULBACHA Said
122. Pr. RHRAB Brahim
123. Pr. SENOUCI Karima ép. BELKHADIR
124. Pr. SLAOUI Anas

Médecine Interne
Chirurgie Cardio- Vasculaire
Chirurgie Générale
Immunologie
Chirurgie Pédiatrique
Médecine Interne
Dermatologie
Chirurgie Générale
Anatomie Pathologique
Traumatologie – Orthopédie
Traumatologie- Orthopédie
Chirurgie Générale
Gynécologie –Obstétrique
Dermatologie
Chirurgie-Cardio-Vasculaire

Mars 1994

125. Pr. ABBAR Mohamed*
126. Pr. ABDELHAK M'barek
127. Pr. BELAIDI Halima
128. Pr. BRAHMI Rida Slimane
129. Pr. BENTAHILA Abdelali
130. Pr. BENYAHIA Mohammed Ali
131. Pr. BERRADA Mohamed Saleh
132. Pr. CHAMI Ilham
133. Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae
134. Pr. EL ABBADI Najia
135. Pr. HANINE Ahmed*
136. Pr. JALIL Abdelouahed
137. Pr. LAKHDAR Amina
138. Pr. MOUANE Nezha

Urologie
Chirurgie – Pédiatrique
Neurologie
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie
Gynécologie – Obstétrique
Traumatologie – Orthopédie
Radiologie
Ophtalmologie
Neurochirurgie
Radiologie
Chirurgie Générale
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie

Mars 1995

139. Pr. ABOUQUAL Redouane
140. Pr. AMRAOUI Mohamed
141. Pr. BAIDADA Abdelaziz
142. Pr. BARGACH Samir
143. Pr. BEDDOUCHE Amokrane*
144. Pr. BENAZZOUI Mustapha
145. Pr. CHAARI Jilali*
146. Pr. DIMOU M'barek*
147. Pr. DRISSE KAMILI Mohammed Nordine*
148. Pr. EL MESNAOUI Abbes
149. Pr. ESSAKALI HOUSSEINI Leila
150. Pr. FERHATI Driss
151. Pr. HASSOUNI Fadil
152. Pr. HDA Abdelhamid*
153. Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed
154. Pr. IBRAHIMY Wafaa
155. Pr. MANSOURI Aziz
156. Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia
157. Pr. RZIN Abdelkader*
158. Pr. SEFIANI Abdelaziz

Réanimation Médicale
Chirurgie Générale
Gynécologie Obstétrique
Gynécologie Obstétrique
Urologie
Gastro-Entérologie
Médecine Interne
Anesthésie Réanimation
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale
Oto-Rhino-Laryngologie
Gynécologie Obstétrique
Médecine Préventive, Santé Publique et Hygiène
Cardiologie
Urologie
Ophtalmologie
Radiothérapie
Ophtalmologie
Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
Génétique

159. Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

Réanimation-Médicale

Décembre 1996

- 160. Pr. AMIL Touriya*
- 161. Pr. BELKACEM Rachid
- 162. Pr. BELMAHI Amin
- 163. Pr. BOULANOUAR Abdelkrim
- 164. Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan
- 165. Pr. EL MELLOUKI Ouafac*
- 166. Pr. GAOUZI Ahmed
- 167. Pr. MAHFOUDI M'barek*
- 168. Pr. MOHAMMADINE EL Hamid
- 169. Pr. MOHAMMADI Mohamed
- 170. Pr. MOULINE Soumaya
- 171. Pr. OUADGHIRI Mohamed
- 172. Pr. OUZEDDOUN Naima
- 173. Pr. ZBIR EL Mehdi*

Radiologie
Chirurgie Pédiatrie
Chirurgie réparatrice et plastique
Ophtalmologie
Chirurgie Générale
Parasitologie
Pédiatrie
Radiologie
Chirurgie Générale
Médecine Interne
Pneumo-phtisiologie
Traumatologie-Orthopédie
Néphrologie
Cardiologie

Novembre 1997

- 174. Pr. ALAMI Mohamed Hassan
- 175. Pr. BEN AMAR Abdeselem
- 176. Pr. BEN SLIMANE Lounis
- 177. Pr. BIROUK Nazha
- 178. Pr. BOULAICH Mohamed
- 179. Pr. CHAOUIR Souad*
- 180. Pr. DERRAZ Said
- 181. Pr. ERREIMI Naima
- 182. Pr. FELLAT Nadia
- 183. Pr. GUEDDARI Fatima Zohra
- 184. Pr. HAIMEUR Charki*
- 185. Pr. KANOUNI NAWAL
- 186. Pr. KOUTANI Abdellatif
- 187. Pr. LAHLOU Mohamed Khalid
- 188. Pr. MAHRAOUI CHAFIQ
- 189. Pr. NAZI M'barek*
- 190. Pr. OUAHABI Hamid*
- 191. Pr. SAFI Lahcen*
- 192. Pr. TAOUFIQ Jallal
- 193. Pr. YOUSFI MALKI Mounia

Gynécologie-Obstétrique
Chirurgie Générale
Urologie
Neurologie
O.R.L.
Radiologie
Neurochirurgie
Pédiatrie
Cardiologie
Radiologie
Anesthésie Réanimation
Physiologie
Urologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Cardiologie
Neurologie
Anesthésie Réanimation
Psychiatrie
Gynécologie-Obstétrique

Novembre 1998

- 194. Pr. AFIFI RAJAA
- 195. Pr. AIT BENASSER MOULAY Ali*
- 196. Pr. ALOUANE Mohammed*
- 197. Pr. BENOMAR ALI
- 198. Pr. BOUGTAB Abdesslam
- 199. Pr. ER RIHANI Hassan
- 200. Pr. EZZAITOUNI Fatima
- 201. Pr. KABBAJ Najat
- 202. Pr. LAZRAK Khalid (M)

Gastro-Entérologie
Pneumo-phtisiologie
Oto-Rhino-Laryngologie
Neurologie
Chirurgie Générale
Oncologie Médicale
Néphrologie
Radiologie
Traumatologie Orthopédie

Novembre 1998

- 203. Pr. BENKIRANE Majid*

Hématologie

204. Pr. KHATOURI ALI*
205. Pr. LABRAIMI Ahmed*

Cardiologie
Anatomie Pathologique

Janvier 2000

206. Pr. ABID Ahmed*
207. Pr. AIT OUMAR Hassan
208. Pr. BENCHERIF My Zahid
209. Pr. BENJELLOUN DAKHAMA Badr.Sououd
210. Pr. BOURKADI Jamal-Eddine
211. Pr. CHAOUI Zineb
212. Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer
213. Pr. ECHARRAB El Mahjoub
214. Pr. EL FTOUH Mustapha
215. Pr. EL MOSTARCHID Brahim*
216. Pr. EL OTMANY Azzedine
217. Pr. GHANNAM Rachid
218. Pr. HAMMANI Lahcen
219. Pr. ISMAILI Mohamed Hatim
220. Pr. ISMAILI Hassane*
221. Pr. KRAMI Hayat Ennoufouss
222. Pr. MAHMOUDI Abdelkrim*
223. Pr. TACHINANTE Rajae
224. Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

Pneumophtisiologie
Pédiatrie
Ophtalmologie
Pédiatrie
Pneumo-phtisiologie
Ophtalmologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Pneumo-phtisiologie
Neurochirurgie
Chirurgie Générale
Cardiologie
Radiologie
Anesthésie-Réanimation
Traumatologie Orthopédie
Gastro-Entérologie
Anesthésie-Réanimation
Anesthésie-Réanimation
Médecine Interne

Novembre 2000

225. Pr. AIDI Saadia
226. Pr. AIT OURHROUI Mohamed
227. Pr. AJANA Fatima Zohra
228. Pr. BENAMR Said
229. Pr. BENCHEKROUN Nabiha
230. Pr. CHERTI Mohammed
231. Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma
232. Pr. EL HASSANI Amine
233. Pr. EL IDGHIRI Hassan
234. Pr. EL KHADER Khalid
235. Pr. EL MAGHRAOUI Abdellah*
236. Pr. GHARBI Mohamed El Hassan
237. Pr. HSSAIDA Rachid*
238. Pr. LACHKAR Azzouz
239. Pr. LAHLOU Abdou
240. Pr. MAFTAH Mohamed*
241. Pr. MAHASSINI Najat
242. Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae
243. Pr. NASSIH Mohamed*
244. Pr. ROUIMI Abdelhadi

Neurologie
Dermatologie
Gastro-Entérologie
Chirurgie Générale
Ophtalmologie
Cardiologie
Anesthésie-Réanimation
Pédiatrie
Oto-Rhino-Laryngologie
Urologie
Rhumatologie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Anesthésie-Réanimation
Urologie
Traumatologie Orthopédie
Neurochirurgie
Anatomie Pathologique
Pédiatrie
Stomatologie Et Chirurgie Maxillo-Faciale
Neurologie

Décembre 2001

245. Pr. ABABOU Adil
246. Pr. AOUAD Aicha
247. Pr. BALKHI Hicham*
248. Pr. BELMEKKI Mohammed
249. Pr. BENABDELJIL Maria
250. Pr. BENAMAR Loubna
251. Pr. BENAMOR Jouda

Anesthésie-Réanimation
Cardiologie
Anesthésie-Réanimation
Ophtalmologie
Neurologie
Néphrologie
Pneumo-phtisiologie

252. Pr. BENELBARHDADI Imane
253. Pr. BENNANI Rajae
254. Pr. BENOUGHANE Thami
255. Pr. BENYOUSSEF Khalil
256. Pr. BERRADA Rachid
257. Pr. BEZZA Ahmed*
258. Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi
259. Pr. BOUHOUCHE Rachida
260. Pr. BOUMDIN El Hassane*
261. Pr. CHAT Latifa
262. Pr. CHELLAOUI Mounia
263. Pr. DAALI Mustapha*
264. Pr. DRISSI Sidi Mourad*
265. Pr. EL HAJOUI Ghziel Samira
266. Pr. EL HJRI Ahmed
267. Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid
268. Pr. EL MADHI Tarik
269. Pr. EL MOUSSAIF Hamid
270. Pr. EL OUNANI Mohamed
271. Pr. EL QUESSAR Abdeljlil
272. Pr. ETTAIR Said
273. Pr. GAZZAZ Miloudi*
274. Pr. GOURINDA Hassan
275. Pr. HRORA Abdelmalek
276. Pr. KABBAJ Saad
277. Pr. KABIRI EL Hassane*
278. Pr. LAMRANI Moulay Omar
279. Pr. LEKEHAL Brahim
280. Pr. MAHASSIN Fattouma*
281. Pr. MEDARHRI Jalil
282. Pr. MIKDAME Mohammed*
283. Pr. MOHSINE Raouf
284. Pr. NABIL Samira
285. Pr. NOUINI Yassine
286. Pr. OUALIM Zouhir*
287. Pr. SABBAH Farid
288. Pr. SEFIANI Yasser
289. Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia
290. Pr. TAZI MOUKHA Karim

Gastro-Entérologie
 Cardiologie
 Pédiatrie
 Dermatologie
 Gynécologie Obstétrique
 Rhumatologie
 Anatomie
 Cardiologie
 Radiologie
 Radiologie
 Radiologie
 Chirurgie Générale
 Radiologie
 Gynécologie Obstétrique
 Anesthésie-Réanimation
 Neuro-Chirurgie
 Chirurgie-Pédiatrique
 Ophtalmologie
 Chirurgie Générale
 Radiologie
 Pédiatrie
 Neuro-Chirurgie
 Chirurgie-Pédiatrique
 Chirurgie Générale
 Anesthésie-Réanimation
 Chirurgie Thoracique
 Traumatologie Orthopédie
 Chirurgie Vasculaire Périphérique
 Médecine Interne
 Chirurgie Générale
 Hématologie Clinique
 Chirurgie Générale
 Gynécologie Obstétrique
 Urologie
 Néphrologie
 Chirurgie Générale
 Chirurgie Vasculaire Périphérique
 Pédiatrie
 Urologie

Décembre 2002

291. Pr. AL BOUZIDI Abderrahmane*
292. Pr. AMEUR Ahmed *
293. Pr. AMEUR Ahmed *
294. Pr. AMRI Rachida
295. Pr. AOURARH Aziz*
296. Pr. BAMOU Youssef *
297. Pr. BELMEJDOUB Ghizlene*
298. Pr. BENBOUAZZA Karima
299. Pr. BENZEKRI Laila
300. Pr. BENZZOUBEIR Nadia*
301. Pr. BERNOUSSI Zakiya
302. Pr. BICHRA Mohamed Zakariya
303. Pr. CHOHO Abdelkrim *

Anatomie Pathologique
 Urologie
 Urologie
 Cardiologie
 Gastro-Entérologie
 Biochimie-Chimie
 Endocrinologie et Maladies Métaboliques
 Rhumatologie
 Dermatologie
 Gastro-Entérologie
 Anatomie Pathologique
 Psychiatrie
 Chirurgie Générale

304. Pr. CHKIRATE Bouchra
305. Pr. EL ALAMI EL FELLOUS Sidi Zouhair
306. Pr. EL ALJ Haj Ahmed
307. Pr. EL BARNOUSSI Leila
308. Pr. EL HAOURI Mohamed *
309. Pr. EL MANSARI Omar*
310. Pr. ES-SADEL Abdelhamid
311. Pr. FILALI ADIB Abdelhai
312. Pr. HADDOUR Leila
313. Pr. HAJJI Zakia
314. Pr. IKEN Ali
315. Pr. ISMAEL Farid
316. Pr. JAAFAR Abdeloïhab*
317. Pr. KRIOULE Yamina
318. Pr. LAGHMARI Mina
319. Pr. MABROUK Hfid*
320. Pr. MOUSSAOUI RAHALI Driss*
321. Pr. MOUSTAGHFIR Abdelhamid*
322. Pr. MOUSTAINE My Rachid
323. Pr. NAITLHO Abdelhamid*
324. Pr. OUJILAL Abdelilah
325. Pr. RACHID Khalid *
326. Pr. RAISS Mohamed
327. Pr. RGUIBI IDRISSI Sidi Mustapha*
328. Pr. RHOU Hakima
329. Pr. SIAH Samir *
330. Pr. THIMOU Amal
331. Pr. ZENTAR Aziz*
332. Pr. ZRARA Ibtisam*

Janvier 2004

333. Pr. ABDELLAH El Hassan
334. Pr. AMRANI Mariam
335. Pr. BENBOUZID Mohammed Anas
336. Pr. BENKIRANE Ahmed*
337. Pr. BENRAMDANE Larbi*
338. Pr. BOUGHALEM Mohamed*
339. Pr. BOULAADAS Malik
340. Pr. BOURAZZA Ahmed*
341. Pr. CHAGAR Belkacem*
342. Pr. CHERRADI Nadia
343. Pr. EL FENNI Jamal*
344. Pr. EL HANCHI ZAKI
345. Pr. EL KHORASSANI Mohamed
346. Pr. EL YOUNASSI Badreddine*
347. Pr. HACHI Hafid
348. Pr. JABOUIRIK Fatima
349. Pr. KARMANE Abdelouahed
350. Pr. KHABOUZE Samira
351. Pr. KHARMAZ Mohamed
352. Pr. LEZREK Mohammed*
353. Pr. MOUGHIL Said
354. Pr. NAOUMI Asmae*
355. Pr. SAADI Nozha

Pédiatrie
 Chirurgie Pédiatrique
 Urologie
 Gynécologie Obstétrique
 Dermatologie
 Chirurgie Générale
 Chirurgie Générale
 Gynécologie Obstétrique
 Cardiologie
 Ophtalmologie
 Urologie
 Traumatologie Orthopédie
 Traumatologie Orthopédie
 Pédiatrie
 Ophtalmologie
 Traumatologie Orthopédie
 Gynécologie Obstétrique
 Cardiologie
 Traumatologie Orthopédie
 Médecine Interne
 Oto-Rhino-Laryngologie
 Traumatologie Orthopédie
 Chirurgie Générale
 Pneumophtisiologie
 Néphrologie
 Anesthésie Réanimation
 Pédiatrie
 Chirurgie Générale
 Anatomie Pathologique

Ophtalmologie
 Anatomie Pathologique
 Oto-Rhino-Laryngologie
 Gastro-Entérologie
 Chimie Analytique
 Anesthésie Réanimation
 Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
 Neurologie
 Traumatologie Orthopédie
 Anatomie Pathologique
 Radiologie
 Gynécologie Obstétrique
 Pédiatrie
 Cardiologie
 Chirurgie Générale
 Pédiatrie
 Ophtalmologie
 Gynécologie Obstétrique
 Traumatologie Orthopédie
 Urologie
 Chirurgie Cardio-Vasculaire
 Ophtalmologie
 Gynécologie Obstétrique

356. Pr. SASSENOU ISMAIL*
 357. Pr. TARIB Abdelilah*
 358. Pr. TIJAMI Fouad
 359. Pr. ZARZUR Jamila

Gastro-Entérologie
 Pharmacie Clinique
 Chirurgie Générale
 Cardiologie

Janvier 2005

360. Pr. ABBASSI Abdellah
 361. Pr. AL KANDRY Sif Eddine*
 362. Pr. ALAOUI Ahmed Essaid
 363. Pr. ALLALI Fadoua
 364. Pr. AMAR Yamama
 365. Pr. AMAZOUZI Abdellah
 366. Pr. AZIZ Nouredine*
 367. Pr. BAHIRI Rachid
 368. Pr. BARKAT Amina
 369. Pr. BENHALIMA Hanane
 370. Pr. BENHARBIT Mohamed
 371. Pr. BENYASS Aatif
 372. Pr. BERNOUSSI Abdelghani
 373. Pr. BOUKLATA Salwa
 374. Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Mohamed
 375. Pr. DOUDOUH Abderrahim*
 376. Pr. EL HAMZAOUI Sakina
 377. Pr. HAJJI Leila
 378. Pr. HESSISSEN Leila
 379. Pr. JIDAL Mohamed*
 380. Pr. KARIM Abdelouahed
 381. Pr. KENDOSSI Mohamed*
 382. Pr. LAAROUSSI Mohamed
 383. Pr. LYAGOUBI Mohammed
 384. Pr. NIAMANE Radouane*
 385. Pr. RAGALA Abdelhak
 386. Pr. SBIHI Souad
 387. Pr. TNACHERI OUZZANI Btissam
 388. Pr. ZERAIDI Najia

Chirurgie Réparatrice et Plastique
 Chirurgie Générale
 Microbiologie
 Rhumatologie
 Néphrologie
 Ophtalmologie
 Radiologie
 Rhumatologie
 Pédiatrie
 Stomatologie et Chirurgie Maxillo Faciale
 Ophtalmologie
 Cardiologie
 Ophtalmologie
 Radiologie
 Ophtalmologie
 Biophysique
 Microbiologie
 Cardiologie
 Pédiatrie
 Radiologie
 Ophtalmologie
 Cardiologie
 Chirurgie Cardio-vasculaire
 Parasitologie
 Rhumatologie
 Gynécologie Obstétrique
 Histo-Embryologie Cytogénétique
 Ophtalmologie
 Gynécologie Obstétrique

AVRIL 2006

423. Pr. ACHEMLAL Lahsen*
 424. Pr. AFIFI Yasser
 425. Pr. AKJOUJ Said*
 426. Pr. BELGNAOUI Fatima Zahra
 427. Pr. BELMEKKI Abdelkader*
 428. Pr. BENCHEIKH Razika
 429. Pr. BIYI Abdelhamid*
 430. Pr. BOUHAFS Mohamed El Amine
 431. Pr. BOULAHYA Abdellatif*
 432. Pr. CHEIKHAOUI Younes
 433. Pr. CHENGUETI ANSARI Anas
 434. Pr. DOGHMI Nawal
 435. Pr. ESSAMRI Wafaa
 436. Pr. FELLAT Btissam
 437. Pr. FAROUDY Mamoun
 438. Pr. GHADOUANE Mohammed*
 439. Pr. HARMOUCHE Hicham

Rhumatologie
 Dermatologie
 Radiologie
 Dermatologie
 Hématologie
 O.R.L
 Biophysique
 Chirurgie - Pédiatrique
 Chirurgie Cardio - Vasculaire
 Chirurgie Cardio - Vasculaire
 Gynécologie Obstétrique
 Cardiologie
 Gastro-entérologie
 Cardiologie
 Anesthésie Réanimation
 Urologie
 Médecine Interne

440. Pr. HANAFI Sidi Mohamed*
 441. Pr. IDRIS LAHLOU Amine
 442. Pr. JROUNDI Laila
 443. Pr. KARMOUNI Tariq
 444. Pr. KILI Amina
 445. Pr. KISRA Hassan
 446. Pr. KISRA Mounir
 447. Pr. KHARCHAFI Aziz*
 448. Pr. LAATIRIS Abdelkader*
 449. Pr. LMIMOUNI Badreddine*
 450. Pr. MANSOURI Hamid*
 451. Pr. NAZIH Naoual
 452. Pr. OUANASS Abderrazzak
 453. Pr. SAFI Soumaya*
 454. Pr. SEKKAT Fatima Zahra
 455. Pr. SEFIANI Sana
 456. Pr. SOUALHI Mouna
 457. Pr. TELLAL Saïda*
 458. Pr. ZAHRAOUI Rachida

OCTOBRE 2007

458. Pr. LARAQUI HOUSSEINI Leila
 459. Pr. EL MOUSSAOUI Rachid
 460. Pr. MOUSSAOUI Abdelmajid
 461. Pr. LALAOUI SALIM Jaafar *
 462. Pr. BAITE Abdelouahed *
 463. Pr. TOUATI Zakia
 464. Pr. OUZZIF Ez zohra *
 465. Pr. BALOUCH Lhousaine *
 466. Pr. SELKANE Chakir *
 467. Pr. EL BEKKALI Youssef *
 468. Pr. AIT HOUSSA Mahdi *
 469. Pr. EL ABSI Mohamed
 470. Pr. EHIRCHIOU Abdelkader *
 471. Pr. ACHOUR Abdessamad *
 472. Pr. TAJDINE Mohammed Tariq*
 473. Pr. GHARIB Nouredine
 474. Pr. TABERKANET Mustafa *
 475. Pr. ISMAILI Nadia
 476. Pr. MASRAR Azlarab
 477. Pr. RABHI Moncef *
 478. Pr. MRABET Mustapha *
 479. Pr. SEKHSOKH Yessine *
 480. Pr. SEFFAR Myriame
 481. Pr. LOUZI Lhoussain *
 482. Pr. MRANI Saad *
 483. Pr. GANA Rachid
 484. Pr. ICHOU Mohamed *
 485. Pr. TACHFOUTI Samira
 486. Pr. BOUTIMZINE Nourdine
 487. Pr. MELLAL Zakaria
 488. Pr. AMMAR Haddou *
 489. Pr. AOUI Sarra
 490. Pr. TLIGUI Houssain

Anesthésie Réanimation
 Microbiologie
 Radiologie
 Urologie
 Pédiatrie
 Psychiatrie
 Chirurgie – Pédiatrique
 Médecine Interne
 Pharmacie Galénique
 Parasitologie
 Radiothérapie
 O.R.L.
 Psychiatrie
 Endocrinologie
 Psychiatrie
 Anatomie Pathologique
 Pneumo – Phtisiologie
 Biochimie
 Pneumo – Phtisiologie

Anatomie pathologique
 Anesthésie réanimation
 Anesthésier réanimation
 Anesthésie réanimation
 Anesthésie réanimation
 Cardiologie
 Biochimie
 Biochimie
 Chirurgie cardio vasculaire
 Chirurgie cardio vasculaire
 Chirurgie cardio vasculaire
 Chirurgie générale
 Chirurgie générale
 Chirurgie générale
 Chirurgie générale
 Chirurgie plastique
 Chirurgie vasculaire périphérique
 Dermatologie
 Hématologie biologique
 Médecine interne
 Médecine préventive santé publique et hygiène
 Microbiologie
 Microbiologie
 Microbiologie
 Virologie
 Neuro chirurgie
 Oncologie médicale
 Ophtalmologie
 Ophtalmologie
 Ophtalmologie
 ORL
 Parasitologie
 Parasitologie

491. Pr. MOUTAJ Redouane *
 492. Pr. ACHACHI Leila
 493. Pr. MARC Karima
 494. Pr. BENZIANE Hamid *
 495. Pr. CHERKAOUI Naoual *
 496. Pr. EL OMARI Fatima
 497. Pr. MAHI Mohamed *
 498. Pr. RADOUANE Bouchaib*
 499. Pr. KEBDANI Tayeb
 500. Pr. SIFAT Hassan *
 501. Pr. HADADI Khalid *
 502. Pr. ABIDI Khalid
 503. Pr. MADANI Naoufel
 504. Pr. TANANE Mansour *
 505. Pr. AMHAJJI Larbi *

Mars 2009

506. Pr. BJIJOU Younes
 507. Pr. AZENDOUR Hicham *
 509. Pr. BELYAMANI Lahcen*
 510. Pr. BOUHSAIN Sanae *
 511. Pr. OUKERRAJ Latifa
 512. Pr. LAMSAOURI Jamal *
 513. Pr. MARMADE Lahcen
 514. Pr. AMAHZOUNE Brahim*
 515. Pr. AIT ALI Abdelmounaim *
 516. Pr. BOUNAIM Ahmed *
 517. Pr. EL MALKI Hadj Omar
 518. Pr. MSSROURI Rahal
 519. Pr. CHTATA Hassan Toufik *
 520. Pr. BOUI Mohammed *
 521. Pr. KABBAJ Nawal
 522. Pr. FATHI Khalid
 523. Pr. MESSAOUDI Nezha *
 524. Pr. CHAKOUR Mohammed *
 525. Pr. DOGHMI Kamal *
 526. Pr. ABOUZAHIR Ali *
 527. Pr. ENNIBI Khalid *
 528. Pr. EL OUENNASS Mostapha
 529. Pr. ZOUHAIR Said*
 530. Pr. L'kassimi Hachemi*
 531. Pr. AKHADDAR Ali *
 532. Pr. AIT BENHADDOU El hachmia
 533. Pr. AGADR Aomar *
 534. Pr. KARBOUBI Lamya
 535. Pr. MESKINI Toufik
 536. Pr. KABIRI Meryem
 537. Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani *
 Pr. BASSOU Driss *
 Pr. ALLALI Nazik
 Pr. NASSAR Ittimade
 Pr. HASSIKOU Hasna *
 Pr. AMINE Bouchra
 Pr. BOUSSOUGA Mostapha *

Parasitologie
 Pneumo phtisiologie
 Pneumo phtisiologie
 Pharmacie clinique
 Pharmacie galénique
 Psychiatrie
 Radiologie
 Radiologie
 Radiothérapie
 Radiothérapie
 Radiothérapie
 Réanimation médicale
 Réanimation médicale
 Traumatologie orthopédie
 Traumatologie orthopédie

Anatomie
 Anesthésie Réanimation
 Anesthésie Réanimation
 Biochimie
 Cardiologie
 Chimie Thérapeutique
 Chirurgie Cardio-vasculaire
 Chirurgie Cardio-vasculaire
 Chirurgie Générale
 Chirurgie Générale
 Chirurgie Générale
 Chirurgie Générale
 Chirurgie Vasculaire Périphérique
 Dermatologie
 Gastro-entérologie
 Gynécologie obstétrique
 Hématologie biologique
 Hématologie biologique
 Hématologie clinique
 Médecine interne
 Médecine interne
 Microbiologie
 Microbiologie
 Microbiologie
 Neuro-chirurgie
 Neurologie
 Pédiatrie
 Pédiatrie
 Pédiatrie
 Pédiatrie
 Pneumo-phtisiologie
 Radiologie
 Radiologie
 Radiologie
 Rhumatologie
 Rhumatologie
 Traumatologie orthopédique

Pr. KADI Said *

Traumatologie orthopédique

Octobre 2010

Pr. AMEZIANE Taoufiq*
Pr. ERRABIH Ikram
Pr. CHERRADI Ghizlan
Pr. MOSADIK Ahlam
Pr. ALILOU Mustapha
Pr. KANOUNI Lamya
Pr. EL KHARRAS Abdennasser*
Pr. DARBI Abdellatif*
Pr. EL HAFIDI Naima
Pr. MALIH Mohamed*
Pr. BOUSSIF Mohamed*
Pr. EL MAZOUZ Samir
Pr. DENDANE Mohammed Anouar
Pr. EL SAYEGH Hachem
Pr. MOUJAHID Mountassir*
Pr. RAISSOUNI Zakaria*
Pr. BOUAITY Brahim*
Pr. LEZREK Mounir
Pr. NAZIH Mouna*
Pr. LAMALMI Najat
Pr. ZOUAIDIA Fouad
Pr. BELAGUID Abdelaziz
Pr. DAMI Abdellah*
Pr. CHADLI Mariama*

Médecine interne
Gastro entérologie
Cardiologie
Anesthésie Réanimation
Anesthésie réanimation
Radiothérapie
Radiologie
Radiologie
Pédiatrie
Pédiatrie
Médecine aérologique
Chirurgie plastique et réparatrice
Chirurgie pédiatrique
Urologie
Chirurgie générale
Traumatologie orthopédie
ORL
Ophtalmologie
Hématologie
Anatomie pathologique
Anatomie pathologique
Physiologie
Biochimie chimie
Microbiologie

ENSEIGNANTS SCIENTIFIQUES

PROFESSEURS

1. Pr. ABOUDRAR Saadia
2. Pr. ALAMI OUHABI Naima
3. Pr. ALAOUI KATIM
4. Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma
5. Pr. ANSAR M'hamed
6. Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz
7. Pr. BOUHOUCHE Ahmed
8. Pr. BOURJOUANE Mohamed
9. Pr. CHAHED OUZZANI Lalla Chadia
10. Pr. DAKKA Taoufiq
11. Pr. DRAOUI Mustapha
12. Pr. EL GUESSABI Lahcen
13. Pr. ETTAIB Abdelkader
14. Pr. FAOUZI Moulay El Abbes
15. Pr. HMAMOUCHE Mohamed
16. Pr. IBRAHIMI Azeddine
17. Pr. KABBAJ Ouafae
18. Pr. KHANFRI Jamal Eddine
19. Pr. REDHA Ahlam
20. Pr. OULAD BOUYAHYA IDRIS Med
21. Pr. TOUATI Driss
22. Pr. ZAHIDI Ahmed
23. Pr. ZELLOU Amina

* *Enseignants Militaires*

Physiologie
Biochimie
Pharmacologie
Histologie-Embryologie
Chimie Organique et Pharmacie Chimique
Applications Pharmaceutiques
Génétique Humaine
Microbiologie
Biochimie
Physiologie
Chimie Analytique
Pharmacognosie
Zootechnie
Pharmacologie
Chimie Organique

Biochimie
Biologie
Biochimie
*Chimie Organique
Pharmacognosie
Pharmacologie
Chimie Organique

*A mes parents, mes sœurs . . . Vous êtes mon tout,
je vous dois tout . . .*

*A ma tante, partie beaucoup trop tôt, qui attendait
ce jour . . .*

A mon mentor, le professeur Yahya Bensouda . . .

A mes amis, devenus ma famille . . .

A mes professeurs, de la crèche à ce doctorat . . .

*Comme dirait Constantin Stanislavski, « il ne faut pas feindre
d'exprimer ce que nous ne pouvons pas exprimer », alors souvent
comme Björk « j'aimerais pouvoir m'exprimer avec mes sens. Les
mots sont parfois très handicapants ».*

Remerciements :

Je tiens à exprimer, avant tout, mes remerciements aux membres du jury : monsieur le Professeur M. YAHYAOUÏ qui me fait l'honneur de présider cette thèse, madame le Professeur L. ESSAKALLI et monsieur le Professeur T. DAKKA pour avoir généreusement accepté de juger mon travail. Recevez, ici, l'expression de ma sincère reconnaissance.

Je m'attache particulièrement à remercier chaleureusement monsieur le Professeur Yahya BENSOUÏA, non seulement pour avoir consenti à être le directeur et le rapporteur de cette thèse, mais aussi pour la confiance qu'il m'a témoignée, pour avoir su percevoir l'envie qui m'habite et pour avoir cru en moi. Sa disponibilité permanente, sa patience, sa sagesse, ses conseils, sa sympathie et ses qualités de visionnaire m'ont été précieux. Pour tout cela, et pour toutes ces discussions enrichissantes et constructives, je lui sais gré et lui témoigne, aujourd'hui, ma plus profonde gratitude.

Mais comme chacun le sait, il est impossible de construire sans fondement solide. Je remercie donc, tous les professeurs, qui tout au long de mon cursus, se sont efforcés de nous prodiguer un enseignement de qualité, évoluant avec l'air du temps, et qui nous ont insufflé la volonté de rechercher le mieux dans ce que nous entreprenons.

Et parce que ces remerciements ne sont que quelques lignes venant du cœur et ne suivant aucune logique scientifique, je terminerais ce paragraphe en remerciant monsieur BERBICHE et l'ensemble du personnel administratif, mais aussi ces techniciens et ces travailleurs de l'ombre qui œuvrent chaque jour dans le but de faciliter notre quotidien.

Table des matières

INTRODUCTION.....	1
NEUROPHYSIOLOGIE SENSORIELLE	4
GENERALITES :.....	8
Les principales modalités sensorielles :	8
Un sens, des qualités sensorielles multiples et distinctes :.....	8
La réponse sensorielle	9
Qualité de la perception.....	14
Variations interindividuelles	14
Le phénomène d'adaptation	15
L'intégration centrale	15
LA VISION :	23
Le stimulus :	24
La rétine : réception et début d'intégration	26
Les voies de conduction visuelles :	28
La perception visuelle finale :	31
L'OLFACTION	33
Le stimulus	34
Organisation du système olfactif :	34
LA GUSTATION	37
Le stimulus	37
Organisation du système gustatif	38
LA SOMESTHESIE	41
Le stimulus	41

Les voies de conductions et les aires corticales d'intégration somesthésiques	43
L'AUDITION	45
Le stimulus	45
L'organe récepteur : l'oreille.....	45
Transduction et genèse de l'influx nerveux : l'organe de Corti.....	47
Les voies de conduction et les aires corticales auditives	50
L'ANALYSE SENSORIELLE.....	52
PRESENTATION DE L'ANALYSE SENSORIELLE(16-18).....	54
Définition :	54
Genèse :(19)	54
Applications :	58
Evolution :	58
L'EVALUATION SENSORIELLE : PLUS QU'UNE ANALYSE, UNE VERITABLE TECHNIQUE DE METROLOGIE SENSORIELLE.....	60
Définition de la métrologie sensorielle	60
Les instruments de la métrologie sensorielle	61
Les influences de la métrologie sensorielle.....	64
Principes de bases positionnant l'analyse comme une technique métrologique fiable :	68
METROLOGIE ET ANALYSE SENSORIELLE : PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE DE TRAVAIL AVEC PANEL(15,65).....	71
Étapes clefs d'une évaluation :	71
Le choix du nombre et du type d'épreuve : (cf. Annexe 2)	72
Les différents types d'épreuves et quelques tests statistiques associés :	73

Les sujets ou membres du panel :.....	78
Les échantillons et leur présentation :.....	82
Les descripteurs :.....	82
Les échelles :.....	84
L'ANALYSE SENSORIELLE EN THERAPEUTIQUE :.....	86
Les sens comme moyen de contrôle :.....	86
Les 5 sens pour adoucir le « poison médicamenteux » :.....	87
L'analyse sensorielle : une promesse de solution aux défis de la petite enfance, de la gériatrie et des pathologies de dénutrition :.....	90
L'analyse sensorielle comme promoteur de l'effet placebo :	91
RESUMES	93
ANNEXES	97
ANNEXE 1 : LES NORMES DE L'ANALYSE SENSORIELLE.....	98
ANNEXE 2 : TABLE POUR LE CHOIX D'UNE METHODE D'EVALUATION SENSORIELLE ET TESTS STATISTIQUES	102
ANNEXE 3 : SENSORIALITES ET COMPORTEMENTS ALIMENTAIRES	109
<i>Références Bibliographiques</i> :	111

Table des figures

Figure 1 : Réception, perception et réaction.	7
Figure 2 : Echanges ioniques et genèse du potentiel d'action.....	10
Figure 3 : Variations de l'intensité d'une sensation en fonction la valeur du stimulus. ...	10
Figure 4 : Intensité de la sensation en fonction de l'intensité en coordonnées semi-logarithmiques (d'après www.biodeug.com/licence-3-neurophysio-chapitre-2-physiologie-sensorielle/)	12
Figure 5 : Seuils de discriminations de différentes zones corporelles.	13
Figure 6 : Trajet de l'information sensorielle.....	16
Figure 7 : Carte somatotopique et Homunculus sensitif (d'après <i>Neurosciences à la découverte du cerveau – MF Bear, BW Connors, MA Paradiso - Editions Pradel/Masson - Williams & Wilkins, 1997</i>)	17
Figure 8 : Localisation et organisation du thalamus	18
Figure 9 : les différentes aires corticales sensorielles et motrices (d'après le cours du Dr Jean Valat, Université de Montpellier II)	19
Figure 10 : Les aires d'intégration sensori-motrices (d'après www.medecine.unige.ch/)	22
Figure 11 : Aires fonctionnelles du cortex cérébral gauche. Les régions fonctionnelles du cortex apparaissent dans des couleurs différentes. Les numéros indiquent les aires définies par Brodmann. L'aire olfactive, qui est située sur la face médiane du lobe temporal, n'est pas représentée, (d'après le cours du Dr Jean Valat, Université de Montpellier II)	22
Figure 12 : Structure de l'œil	23
Figure 13 : Sensibilité spectrale de l'œil humain en éclairage diurne (scotopique) et nocturne (photopique) (d'après le cours du Dr Jean Valat, Université de Montpellier II)	25
Figure 14 : Coupe histologique (J-Ph Onolfo) et schéma de rétine humaine (D'après Dowling JE et Boycott BB. <i>Organization of the primate retina on electronic microscopy. Proc Royal Soc London 1966, 166B 80-111</i>).	26
Figure 15 : Représentations schématique des deux types de photorécepteurs (à gauche) et de la transduction du message (à droite)	28

Figure 16 : les voies de conduction visuelles (<i>D'après Les images visuelles, Dr Samir Zéki, pour la science, nov.1992</i>)	29
Figure 17 : Les aires corticales visuelles et leurs rôles (<i>d'après le cours du Dr Jean Valat, Université de Montpellier II</i>).....	30
Figure 18 : Modèle de prise et traitement d'information(1).....	32
Figure 19 : Cavité nasale, épithélium et récepteurs olfactifs.	35
Figure 20 : Neuroanatomie du système olfactif central.	36
Figure 21 : Représentation schématique du récepteur gustatif et de son fonctionnement	39
Figure 22 : Les voies sensorielles gustatives et leurs projections corticales.....	40
Figure 23 : Localisation et fonction des divers récepteurs au niveau de la peau.	43
Figure 24 : Voies conductrices et aires corticales somatosensorielles (<i>d'après le cours du Dr Jean Valat, Université de Montpellier II</i>).	44
Figure 25 : Anatomie de l'oreille	46
Figure 26 : Détail de l'oreille interne	47
Figure 27 : Localisation et structure de l'organe de Corti (<i>d'après le cours du Dr Jean Valat, Université de Montpellier II</i>).....	48
Figure 28 : Déplacement des cils et inclinaison des stéréocils (<i>d'après le cours du Dr Jean Valat, Université de Montpellier II</i>).	49
Figure 29 : Echanges ioniques et libération des neurotransmetteurs vers le nerf auditif (<i>d'après le cours du Dr Jean Valat, Université de Montpellier II</i>).....	49
Figure 30 : Le système neurosensoriel auditif	50
Figure 31 : Les étapes de l'analyse sensorielle (15).....	71
Figure 32: Vue d'ensemble des différentes épreuves de la métrologie sensorielle en fonction de l'objectif (15).....	72
Figure 33: Choix du type d'épreuves analytiques (15)	72
Figure 34: Les différents types de sujets [ISO 8586-2, 1994]	79
Figure 35: Exemples d'échelles en évaluation sensorielle - extrait de (15).....	85

Table des tableaux :

Tableau 1 : Schéma général du codage sensoriel	5
Tableau 2 : Les différents seuils caractérisant la perception sensorielle	14
Tableau 3 : Dualité récepteur/stimulus.....	41
Tableau 4 : Principales caractéristiques de nos organes sensoriels (15)	51
Tableau 5 : Parallèle entre olfaction humaine et nez électronique (22)	62
Tableau 6 : Proportions de réponses en faveur d'une différence et risques d'erreur (<i>d'après Norme ISO 4120, 2004</i>)	74

Rien dans notre intelligence qui ne soit passé par nos sens.

Aristote

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les progrès technologiques en matière de Santé ont bien souvent oublié de se soucier de l'Homme, de ses perceptions, de ses besoins et de ses aspirations au profit du gain de temps, de la productivité ou des prouesses techniques et des innovations.

Aujourd'hui, les défis à relever doivent replacer l'Homme au centre de toutes les préoccupations. Qu'il s'agisse du développement d'un générique, du succès d'un traitement (compliance, observance, acceptabilité, voire même qualité...) ou encore d'une méthode de soin en général, l'étude de la perception sensorielle de tout individu est essentielle à la compréhension des besoins et des attentes en matière de traitement.

L'analyse sensorielle, est une technique plutôt récente et limitée le plus souvent au domaine agro-alimentaire, mais qui s'étend très rapidement à bien d'autres domaines de par la promesse qu'elle porte en elle d'apporter des réponses quant à la qualité des produits et les attitudes des individus vis-à-vis de ceux-ci. Cette méthode a été introduite dans les années 30 pour palier à l'absence de techniques instrumentales efficaces dans le secteur agro-alimentaire pour mesurer le goût. Elle consiste à utiliser l'Homme comme « instrument de mesure » en faisant appel à tous ses sens, l'olfaction, la gustation, le toucher, l'ouïe ou la vue.

De plus elle permet d'appréhender d'un point de vue sensoriel et psychophysiologique les déterminants d'une perception complexe. Les progrès des sciences cognitives et de la perception ont apporté de nombreux éléments de réponses quant au fonctionnement de nos systèmes psycho sensoriels mais il reste de nombreuses zones d'ombre que l'analyse sensorielle se propose d'explorer. Ces nouvelles informations s'avèrent importantes, non seulement, dans le cadre du développement de nouveaux produits répondant mieux aux attentes de l'individu.

Ce travail didactique va donc, dans un premier temps, s'efforcer d'expliquer les modalités sensorielles sous leurs aspects neurologiques et physiologiques dans un cadre général, avant de réaliser un focus sur chacun de nos sens.

Dans un deuxième temps, il s'intéressera à l'analyse sensorielle : Qu'est-ce qu'une évaluation sensorielle ? Quelles sont ses points forts ? Comment fonctionne-t-elle ? Est-elle scientifiquement fiable ? ; en tentant de démontrer la nécessité de son utilisation en thérapeutique comme promesse de solution à de nombreux défis de la Santé.

NEUROPHYSIOLOGIE SENSORIELLE

NEUROPHYSIOLOGIE

SENSORIELLE :

Toutes les activités de notre quotidien reposent sur la collaboration simultanée et interactive de nos sens. Ils constituent le moyen de capter un stimulus venant du monde environnant et de le transcrire en une information utilisable par le cerveau. Ils nous permettent d'appréhender notre réalité en véhiculant simultanément les données perçues par les diverses modalités sensorielles.

Sans faire dans le détail, le schéma général du codage sensoriel est le même pour chaque sens :

Tableau 1 : Schéma général du codage sensoriel

MONDE EXTERIEUR		SUJET	
STIMULUS ⇒	Cellule Réceptrice	Système nerveux	Cerveau
INFORMATION	RECEPTION	TRANSMISSION	IDENTIFICATION
		AMPLIFICATION	INTEGRATION
		SELECTION	.
			.
			.
	QUALITE – INTENSITE		PLAISIR

L'information captée par une cellule réceptrice, subit un premier traitement durant son passage dans les fibres nerveuses avant d'être intégrée au niveau du cerveau. Ces récepteurs sensoriels, en éveil constant, transmettent sans cesse des informations au cerveau. Chacun fonctionnant individuellement mais en continu et simultanément avec les autres récepteurs sensoriels.

La réception et la transmission de l'information sont indépendantes pour chaque système, mais arrivées au niveau des centres supérieurs, celles-ci convergent vers un système intégrateur.

La réception commence par la stimulation d'une cellule nerveuse appelée « récepteur » qui ne correspond habituellement qu'à un type de stimulus, comme la lumière, les textures ou les sons. Dans le cas de sens spécifiques, les récepteurs sont regroupés ou localisés dans des organes spécialisés comme les papilles gustatives de la langue ou la rétine de l'œil. Lorsqu'une impulsion nerveuse est créée, elle migre le long de voies jusqu'à la moelle épinière ou directement dans le cerveau. Par exemple, les ondes sonores stimulent les récepteurs des cellules ciliées à l'intérieur de l'organe de Corti, ce qui amène les impulsions à migrer le long du huitième nerf crânien jusqu'à la région acoustique du lobe temporal.

La perception ou la conscience réelle de sensations uniques dépend de la région réceptrice du cortex cérébral dans laquelle des cellules cérébrales spécialisées interprètent la qualité et la nature des stimuli sensoriels. Lorsque la personne prend conscience des stimuli et qu'elle reçoit les informations, la perception a lieu. La perception inclut l'intégration et l'interprétation des stimuli en fonction des expériences de la personne.

A ce stade, l'information est comparée au stock d'informations pré acquises entraînant une réponse sous la forme d'une attente ou d'un comportement, d'une satisfaction.

Réception, perception et réaction sont les trois composantes de toute expérience sensorielle.

C'est ainsi que lors de l'absorption d'un aliment, tous nos sens interviennent, dans un ordre particulier, nous amenant à le juger par la vue, l'odorat et le toucher et à décider de son acceptation ou de son rejet tout en nous laissant imaginer les stimuli qui vont être perçus durant la mastication, c'est ce qu'on appelle l'attente. La concordance de ces prévisions avec la réalité va à nouveau entraîner un comportement ou une réaction vis-à-vis de l'aliment.

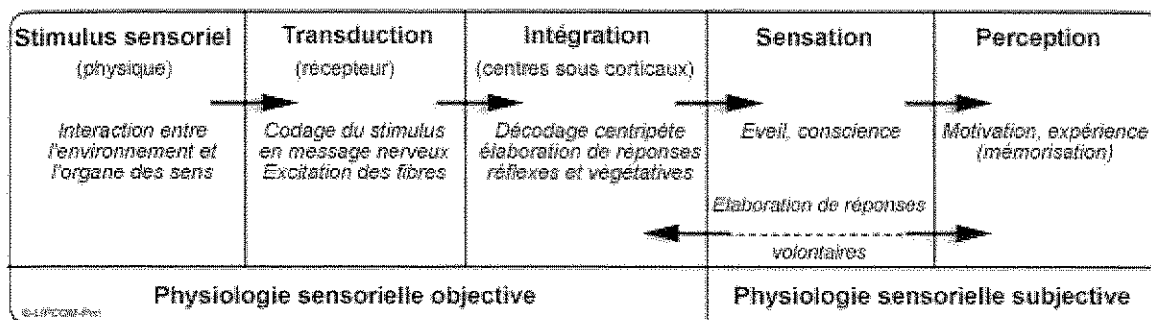


Figure 1 : Réception, perception et réaction.

Bien que collaborant au processus perceptif, selon le même schéma général, les diverses modalités sensorielles s'avèrent très différentes les unes des autres autant par la structure des organes qui les génèrent et la nature des stimuli auxquelles elles réagissent que par leurs spécialisations propres et leurs compétences qui semblent, à priori, exclusives.

Nous tenterons donc, tout d'abord, d'établir le modèle général de toute modalité sensorielle avant de nous efforcer à mettre en évidence les caractères spécifiques principaux de chacune d'elle.

Généralités :

Les principales modalités sensorielles :

Les modalités sensorielles que l'organisme humain peut percevoir sont diverses.

On distingue, ainsi, une sensibilité "générale" qui comprend la sensibilité cutanée (encore appelée extéroceptive), la sensibilité proprioceptive de l'organisme (qui l'informe de son mouvement et de sa position dans l'espace via ses récepteurs musculaires et articulaires mais aussi au travers des sensibilités labyrinthiques de l'oreille) et toutes les sensations dites "somesthésiques" qui s'y rapportent quelle que soit leur localisation; des autres sensibilités cantonnées à un organe particulier.

Ces dernières sont desservies par des organes sensoriels particuliers et peuvent être liées à des stimuli d'origine éloignée, c'est le cas de la vision, l'audition, ou encore l'odorat ; ou peuvent être chémoceptrices, et c'est le cas du goût et de l'odorat.

Un sens, des qualités sensorielles multiples et distinctes :

Une modalité sensorielle est le résultat de la mise à contribution d'un organe sensoriel dédié. Aussi, la vue est la modalité, l'œil est l'organe sensoriel. Mais au sein d'une même modalité sensorielle, le stimulus peut se caractériser par des qualités multiples. Si l'on prend la vue comme exemple de modalité, alors le stimulus représenté par la lumière va apporter des informations sur le relief ou la profondeur, la brillance, la couleur qui sont autant de qualités différentes.

Ces qualités sont codées grâce à l'intervention de récepteurs spécifiques (par exemple les cônes permettent de distinguer les couleurs) ou de l'organe sensoriel lui-même (relief lié à la vision binoculaire).

Ainsi, à chaque récepteur va correspondre une qualité sensorielle et chaque stimulus physique ou chimique va activer un récepteur en particulier, à condition, bien sûr qu'il soit efficace c'est-à-dire qu'il soit doté d'un potentiel minimum requis de stimulation. C'est par l'évaluation de cette interaction stimulus/récepteur que le système nerveux va être capable de générer une sensation et la comprendre.

La réponse sensorielle

Nature de la réponse : la naissance du potentiel d'action

Tous les récepteurs sont des dispositifs capables de convertir un signal, représentant une certaine énergie (physique ou chimique), qualitativement et quantitativement, en un message nerveux : le stimulus, en agissant au niveau de la chaîne énergétique (pompe $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{ATPase}$ notamment) intrinsèque à la membrane du récepteur est capable de déclencher un mécanisme générateur d'influx nerveux (mécanisme d'hyperpolarisation/dépolarisation). Cette conversion est appelée transduction et se résume en trois étapes :

- L'action du stimulus au niveau d'une structure spécialisée (site transducteur) créant une variation de potentiel membranaire (dépolarisation ou hyperpolarisation) dont le décours et l'amplitude sont fonctions des variables du stimulus (potentiel récepteur)
- La production d'une dépolarisation secondaire en un site membranaire plus ou moins éloigné du site transducteur appelé site générateur (potentiel générateur)
- Genèse de potentiels d'action (canaux sodiques voltage dépendants) dès lors que le potentiel générateur atteint un seuil critique.

Les potentiels de récepteur et générateur sont des variations lentes du potentiel de membrane, locales, graduables (en fonction de l'intensité du stimulus) et sommables (en réponse à deux stimulus successifs).

Dans un certain nombre de sites récepteurs, le site transducteur et le site générateur sont situés dans la même cellule. Dans un tel système transducteur-générateur à une seule cellule, les cellules non nerveuses de l'entourage peuvent jouer sur les propriétés de transduction du système (corpuscules de Pacini dont les enveloppes jouent le rôle de filtre passe haut - fibres du fuseau neuromusculaire dont la contraction règle la sensibilité du système).

Dans un certain nombre d'autres récepteurs, le site transducteur et le site générateur sont situés sur des cellules différentes. Le site transducteur se trouve alors sur une cellule spécialisée (cellules épithéliales ciliées des récepteurs vestibulaires), qui s'articule avec une terminaison du neurone sensoriel primaire de la voie afférente, où s'effectuera la genèse des

potentiels d'action. Dans le cas de la rétine, le site générateur est même à deux synapses du site transducteur.

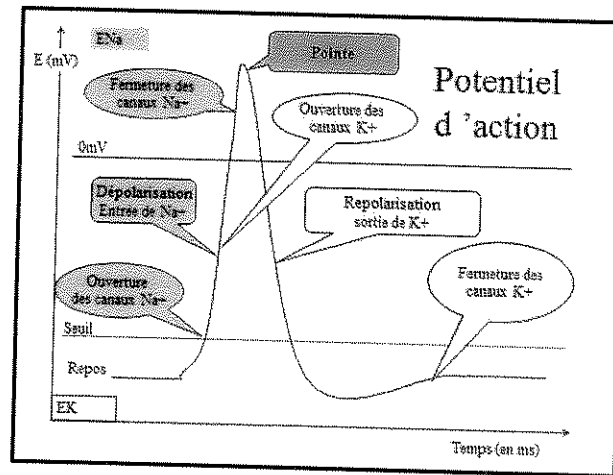


Figure 2 : Echanges ioniques et genèse du potentiel d'action.

Intensité de la sensation et perception

Toute sensation perçue possède une qualité et une intensité directement liées à celles du stimulus, mais tout stimulus n'est pas perçu et ne conduit pas toujours à une sensation.

C'est la notion de seuil de stimulation et de variation de la sensation en fonction de la valeur du stimulus.

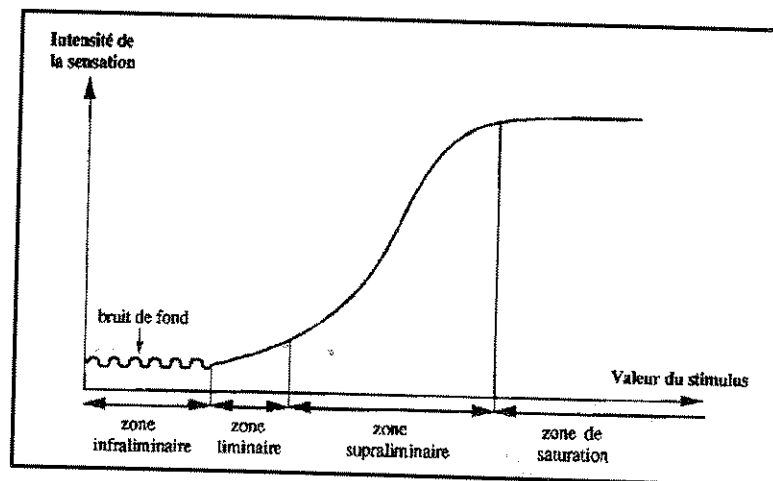


Figure 3 : Variations de l'intensité d'une sensation en fonction la valeur du stimulus.

On distingue ainsi :

- Un domaine infraliminaire où la sensation est confuse, instable et perdue dans un bruit de fond;
- Un domaine liminaire où la sensation est de façon aléatoire, soit nette soit confuse mais d'intensité toujours très faible;
- Un domaine supraliminaire où la sensation est nette, identifiable et d'intensité croissante avec le stimulus;
- Une zone de saturation où l'intensité de la sensation ne varie plus quand l'intensité du stimulus augmente. A partir de ce stade, l'augmentation du stimulus pourra causer une gêne voire une douleur.

Par ailleurs, les travaux de Weber et ceux de Stevens ont montré que, pour la plupart des qualités sensorielles, l'intensité de la sensation augmente moins vite que l'intensité de la stimulation. Ceci nous permet de définir la notion de seuil différentiel qui est la plus petite variation d'intensité du stimulus qui peut être perçue par le sujet ("différence juste perceptible"). Il apparaît, dans tous les domaines sensoriels étudiés, que le seuil différentiel est une fonction linéaire de l'intensité appliquée. Cette loi de la constance de la fraction différentielle (loi de Weber) a permis de montrer des valeurs très différentes de cette fraction selon les différentes modalités sensorielles : 5% pour la sensibilité tactile de pression - 15% pour la sensibilité thermique - 25-30% pour les sensibilités gustatives et olfactives.

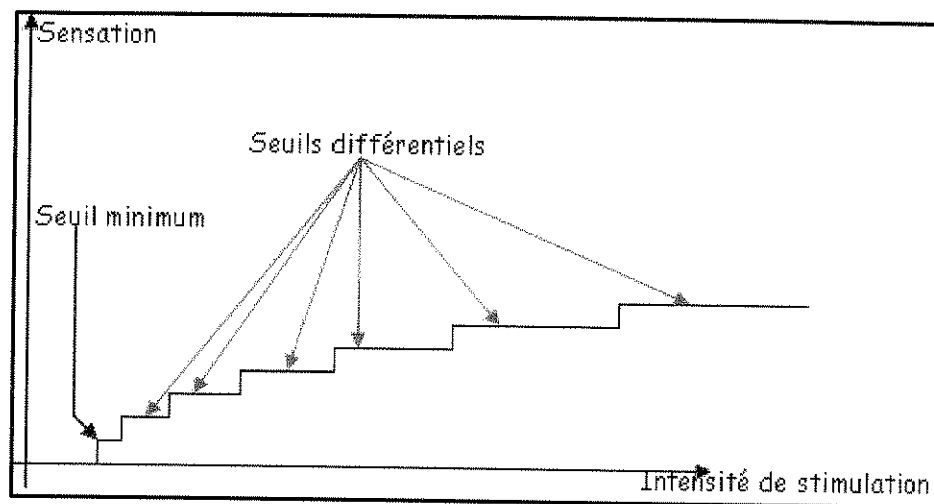


Figure 4 : Intensité de la sensation en fonction de l'intensité en coordonnées semi-logarithmiques (d'après www.biodeug.com/licence-3-neurophysio-chapitre-2-physiologie-sensorielle/)

Codage spatio-temporel :

La discrimination spatiale du stimulus est indispensable dans la somesthésie et la vision. On peut définir pour chaque récepteur un champ récepteur à l'intérieur duquel le stimulus doit se situer pour exciter le récepteur. Il peut également exister un gradient d'excitation tel que la réponse du récepteur soit plus importante (et/ou le seuil absolu plus bas) au centre du champ récepteur qu'à la périphérie. La discrimination entre deux stimuli ponctuels suppose que les champs récepteurs ne présentent qu'un degré limité de chevauchement. Parallèlement, le pouvoir séparateur sera d'autant plus élevé que le nombre de récepteurs par unité de surface (densité en récepteurs) sera plus grand.

Le seuil de discrimination spatiale représente la distance minimale entre deux stimuli ponctuels pour qu'ils soient perçus comme séparés. L'"acuité" ou "pouvoir séparateur" d'un système est évidemment fonction inverse du seuil de discrimination spatiale : plus ce seuil est bas, plus l'acuité du système est grande. Le seuil de discrimination spatiale est inversement proportionnel à la densité des récepteurs dans le territoire stimulé : plus ce seuil est bas, plus la densité des récepteurs comme l'acuité du système sont grandes. Par ailleurs, l'intensité d'une sensation augmente en fonction de la surface de stimulation et donc, si

l'intensité d'une stimulation est faible, la sensation peut être accrue en augmentant la surface de stimulation.

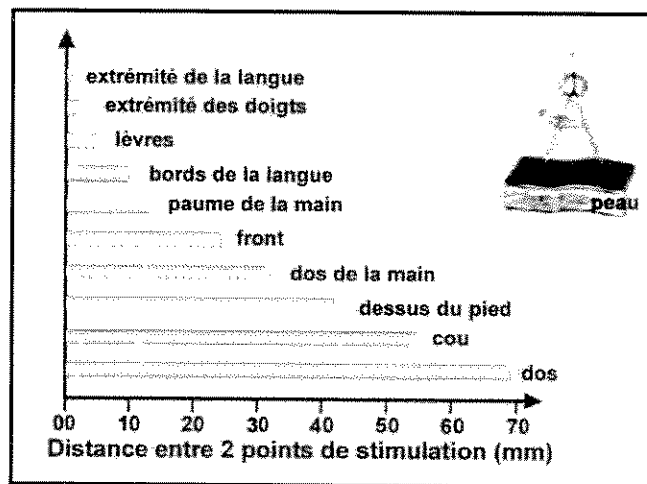


Figure 5 : Seuils de discriminations de différentes zones corporelles.

Par ailleurs, pour toute modalité sensorielle, il existe un intervalle de temps minimum discernable par un sujet à partir duquel deux stimulations sont ressenties comme séparées dans le temps. La fréquence de fusionnement est l'inverse de cet intervalle de temps minimum. Cette fréquence de fusionnement est à la base du cinéma : la succession d'images fixes à des intervalles de 40 msec entraîne une sensation de vision continue et donc, éventuellement, de mouvement. C'est le système nerveux central qui interprète cette succession d'images comme étant un phénomène continu.

Lorsque le stimulus est maintenu constant dans un laps de temps, la fréquence des potentiels d'action décroît en fonction du temps d'application mais ceci peut dépendre du type de récepteur.

En effet, il existe des récepteurs à adaptation nulle ou lente (tels que les nocicepteurs ou otolithes vestibulaires), récepteurs dits toniques ou statiques, qui renseignent sur la valeur absolue de l'intensité du stimulus et sur sa durée ; et des récepteurs à adaptation rapide (tels que les corpuscules tactiles, ou les récepteurs de follicule pileux), dits phasiques ou dynamiques, qui traduisent les variations du stimulus en fonction du temps.

Les récepteurs peuvent également coder le début et/ou la fin du stimulus par l'initiation ou l'arrêt de l'émission de potentiels d'action.

En résumé :

Tous les systèmes sensoriels peuvent être étudiés par la mesure des seuils :

Tableau 2 : Les différents seuils caractérisant la perception sensorielle

<i>Le seuil absolu</i>	<i>C'est la plus petite intensité du stimulus capable de déclencher des potentiels d'action dans les fibres nerveuses sensorielles.</i>
<i>Le seuil de perception</i>	<i>C'est la plus petite intensité du stimulus capable d'évoquer une sensation. Sa mesure s'effectue par la méthode des limites.</i>
<i>Le seuil différentiel</i>	<i>C'est la plus petite différence entre deux stimulations juste perceptible.</i>
<i>Le seuil spatial</i>	<i>C'est la plus petite distance perceptible entre deux points.</i>

Qualité de la perception

Pour chaque individu et pour chaque stimulus, on peut déterminer un seuil de détection, et un seuil d'identification. Percevoir la qualité d'une sensation implique qu'elle possède une intensité suffisante. Identifier une sensation implique que le stimulus ait une intensité suffisante (parfois supérieure à l'intensité de détection) et que le sujet ait déjà fait l'expérience de cette sensation. On parle alors de reconnaissance, la sensation est reconnue si elle est identique à une sensation déjà mémorisée. Le cerveau est capable de travailler par association et de trouver des analogies entre la sensation perçue et les informations mémorisées.

Variations interindividuelles

Un individu peut être très sensible à un stimulus et moins à un autre. Ces différences de perception peuvent être dues à des facteurs physiologiques ou génétiques mais aussi aux divers conditionnements acquis du sujet.

Il semble que l'âge puisse affecter les performances des sujets, surtout en ce qui concerne l'olfaction. Concernant le sexe, malgré quelques controverses, il apparaît maintenant que les femmes sont plus sensibles du point de vue olfactif.

L'absence de perception de stimuli olfactifs est connue sous le nom d'anosmie. Les cas d'anosmie totale sont rares, par contre les cas d'anosmie partielle, c'est-à-dire une faible sensibilité pour une substance donnée, sont courants, les seuils de détection pouvant varier d'un individu à l'autre et d'une substance à l'autre pour un même individu.

Pour certains produits, on constate que la distribution des seuils de perception d'une population prend une allure bimodale. Il s'agit dans ce cas de caractéristiques génétiques.

Les mêmes phénomènes sont constatés pour le goût. On parle d'agueusie pour désigner la perte du goût.

Le phénomène d'adaptation

L'adaptation est la modification temporaire de l'acuité d'un organe sensoriel à la suite d'une stimulation continue ou répétée. Si le stimulus est supprimé, il y a récupération totale de la sensibilité après un certain temps.

Il s'agit d'un phénomène entièrement physiologique qui peut être limité en appliquant quelques consignes simples, à savoir : attendre quelques minutes entre chaque échantillon, et se rincer la bouche.

Par ailleurs, la monotonie d'une situation ou le manque d'intérêt que porte le juge à l'épreuve peut aussi affecter ses performances. On dit alors du sujet qu'il s'est habitué. Il s'agit d'un phénomène purement psychologique, peu fréquent si les séances sont de courte durée (moins de deux heures).

L'intégration centrale

L'information sensorielle reçue et traduite arrive au niveau des voies et des centres sensitifs où elle est décodée.

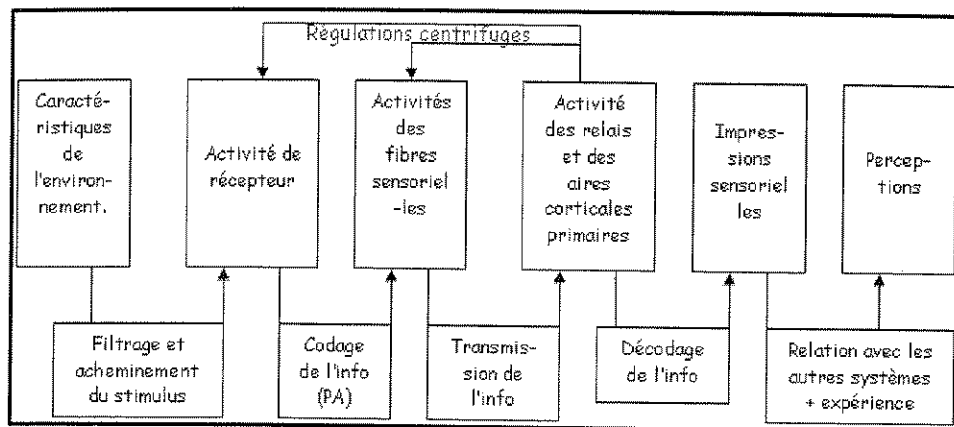


Figure 6 : Trajet de l'information sensorielle

Chaque voie comporte une succession de plusieurs neurones d'ordre 1, 2, 3 - le dernier ayant comme destinée finale l'aire corticale correspondante à la modalité sensorielle stimulée (cortex auditif, somesthésique). Le neurone de premier ordre a son corps cellulaire soit à l'intérieur du système nerveux central (vision, olfaction) soit dans un ganglion périphérique (audition, vestibule, somesthésie, gustation). Le prolongement périphérique de ce neurone peut être une terminaison libre ou peut innervé une structure plus ou moins complexe constituant un récepteur spécialisé formé à partir d'éléments cellulaires variés (cellules épithéliales).

À l'exception de la voie olfactive, dont la terminaison finale se situe au niveau du rhinencéphale, tous les autres systèmes ont une aire de projection primaire sur le cortex après un dernier relais dans un noyau spécifique du thalamus.

Organisation générale des voies sensorielles primaires :

Une des caractéristiques fondamentales de l'organisation des voies sensorielles primaires est l'existence d'une correspondance point par point, entre le récepteur périphérique et son aire de projection corticale. Ceci vaut pour la somesthésie et la vision dont les récepteurs possèdent une extension spatiale (surface du corps / rétine) comme pour l'audition (cochlée). À priori, cette organisation laisse supposer l'existence de chaînes de transmission linéaires du

récepteur jusqu'au cortex. Il existe, cependant, des phénomènes de convergence et d'inhibitions latérales entre les chaînes parallèles. C'est ainsi que plusieurs récepteurs peuvent être sous le contrôle d'un même neurone de premier ordre. De même, plusieurs neurones de premier ordre peuvent interagir avec un même neurone de second ordre. Dans la rétine, par exemple, les cônes (réception colorée), localisés au centre de la rétine, disposent d'une chaîne linéaire tandis que les bâtonnets (réception contrastée), disposés à la périphérie, ont une chaîne afférente convergente.

Chaque modalité sensorielle possède ses propres aires de projection corticale : aires pariétales pour la somesthésie, occipitales pour la vision, temporales pour l'audition,... Ces aires corticales primaires reçoivent les projections des noyaux relais spécifiques de chaque modalité sensorielle, situés au niveau du thalamus et se caractérisent par une organisation somatotopique c'est-à-dire, qu'au niveau cortical, la représentation des différents territoires sensoriels se fait proportionnellement à la distribution des récepteurs et à la précision des champs récepteurs.

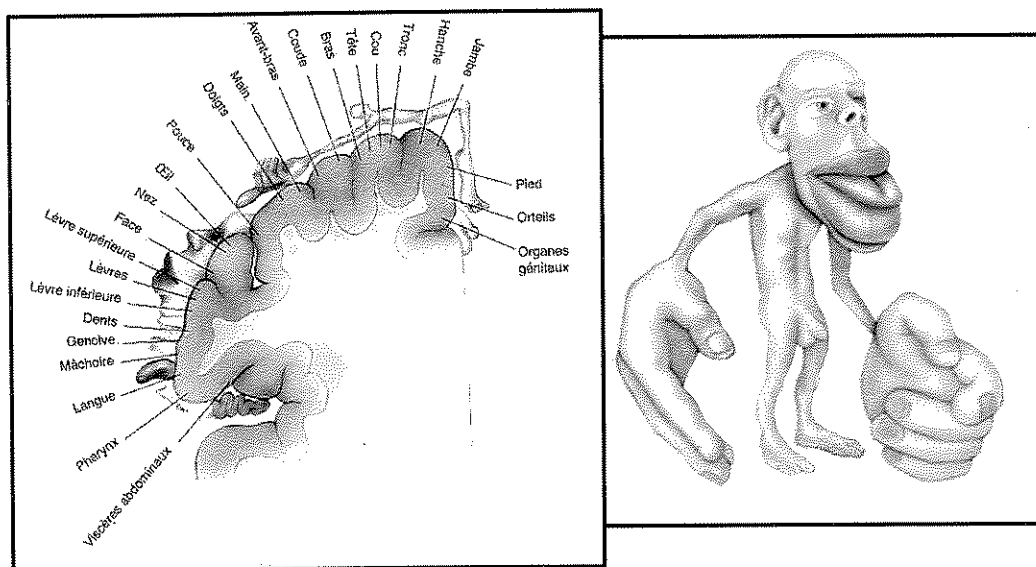


Figure 7 : Carte somatotopique et Homunculus sensitif (d'après *Neurosciences à la découverte du cerveau* – MF Bear, BW Connors, MA Paradiso - Editions Pradel/Masson - Williams & Wilkins, 1997)

Les relais thalamiques :

Les deux thalamus, situés de part et d'autre du troisième ventricule, dans la région centrale du cerveau, sont les plus volumineux des noyaux gris cérébraux. Chaque thalamus est subdivisé en plusieurs petits noyaux, dont les plus importants sont le pulvinar (extrémité postérieure du thalamus) et les deux corps genouillés, externe et interne, suspendus au pulvinar.

Le thalamus est un centre nerveux qui joue un rôle d'intégration dans la plupart des fonctions nerveuses. Il reçoit les informations sensibles et sensorielles provenant des autres centres nerveux et les analyse avant de les transmettre au cortex cérébral. Plus précisément, les pulvinaux interviennent dans le schéma corporel (conscience globale du corps), et les corps genouillés sont des relais le long des voies nerveuses visuelles et auditives.

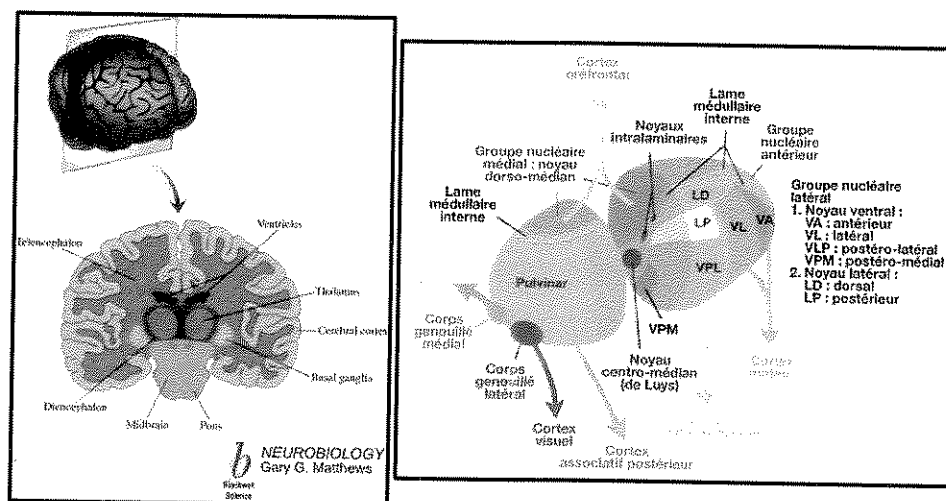


Figure 8 : Localisation et organisation du thalamus

Le noyau ventro-postérieur (VP) reçoit les afférences de toutes les voies de la sensibilité extéroceptive et se projette sur le cortex somesthésique primaire pariétal. Les corps genouillés externes ou latéraux sont les centres de relais des voies visuelles et se projettent sur le cortex

visuel occipital. Les corps genouillés internes ou médians sont les centres de relais des voies auditives et se projettent sur le cortex temporal auditif. Ces noyaux spécifiques sont organisés somatotopiquement et comme les aires corticales de projection.

Le noyau latéro-dorsal (LD) reçoit ses afférences des noyaux latéro-ventraux sous-jacents et projette ses efférences vers le cortex pariétal associatif. Le pulvinar, grand noyau intégrateur sensitif, reçoit ses afférences des noyaux relais sensitifs sous-jacents (VPL - CG Ext - CG Int) et se projette dans l'aire dite du "schéma corporel" aux confins des cortex pariétaux, temporaux et occipitaux.

Les aires corticales :

Les expériences de stimulation électrique et d'ablation du cortex ont permis de dresser une cartographie du cortex cérébral qui s'est largement précisée grâce aux techniques d'imagerie médicale, offrant ainsi la possibilité de localiser les aires corticales et de déterminer leurs fonctions :

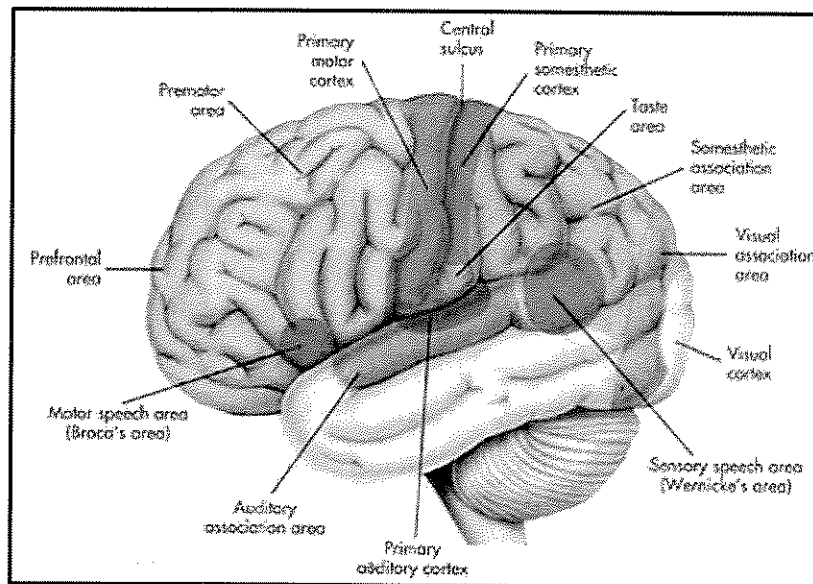


Figure 9 : les différentes aires corticales sensorielles et motrices (d'après le cours du Dr Jean Valat, Université de Montpellier II)

Une aire corticale sensitive ou sensorielle se définit comme étant une zone d'arrivée et de départ de fibres nerveuses sensitives. Ces aires corticales sensorielles permettent la perception sensorielle et sont associées aux aires corticales associatives qui servent d'intégrateur des informations.

Les aires associatives n'ont ni une fonction entièrement sensorielle, ni entièrement motrice, mais plutôt d'intégration ou d'associations de ces informations, comme par exemple la planification de mouvements. Ces aires sont chargées d'interpréter les informations sensorielles, d'associer les perceptions avec les expériences préalables, de mettre certaines de ces informations en mémoire de manière à pouvoir établir un projet d'action et de rendre ces perceptions conscientes.

En bref, il existe une diffusion corticale du message sensoriel, qui s'accompagne d'un changement de nature par intellectualisation et enrichissement symbolique.

On distingue ainsi dans le lobe occipital les aires sensorielles de la vision. L'aire visuelle primaire est située à l'extrémité postérieure du lobe occipital et la majeure partie de cette aire se trouve dans le sillon calcarin, dans la partie médiane de ce lobe. C'est la plus étendue des aires sensitives corticales et elle reçoit l'information visuelle en provenance de la rétine. L'aire visuelle primaire comporte une représentation du champ visuel analogue à la représentation du corps présente dans l'aire somesthésique. La partie de droite du champ visuel est représentée dans l'aire visuelle gauche et la partie gauche dans l'aire visuelle droite. L'aire visuelle associative entoure l'aire visuelle primaire et occupe une bonne partie du lobe occipital. Elle communique avec l'aire visuelle primaire et interprète les stimulus visuels d'après les expériences visuelles antérieures.

Les centres sensoriels de l'audition sont placés au niveau des premières circonvolutions du lobe temporal. L'aire auditive primaire est située dans la partie supérieure du lobe temporal, accolée au sillon latéral. Les ondes sonores stimulent les récepteurs auditifs

(cochléaires) de l'oreille interne et déclenchent la transmission des influx nerveux à l'aire auditive primaire, qui en décode l'amplitude, le rythme et l'intensité. Derrière l'aire auditive primaire, l'aire auditive associative permet ensuite la perception du stimulus sonore, que nous interprétons comme les paroles de la musique, un coup de tonnerre, un bruit, etc. Il semble que les souvenirs des sons y soient emmagasinés.

La sensibilité générale se projette au niveau du cortex du lobe pariétal, en arrière du sillon central (scissure de Rolando). L'aire somesthésique primaire se trouve dans le gyrus postcentral, c'est-à-dire dans la partie antérieure du lobe pariétal (aires 1 à 3 de Brodmann).

Les aires de l'olfaction sont placées sur la face médiale de l'hémisphère au niveau de la circonvolution limbique et au niveau de la région de l'hippocampe. Elles se situent au creux du lobe temporal, sur la face médiane de l'hémisphère, dans une région appelée lobe piriforme. Cette région est dominée par l'uncus, une structure en forme de crochet dans la partie antérieure du gyrus parahippocampal. Les fibres afférentes des récepteurs olfactifs situés dans les cavités nasales transmettent des influx nerveux le long du tractus olfactif et lorsque ces influx parviennent finalement jusqu'à l'aire olfactive, la perception des odeurs en est le résultat.

L'aire olfactive fait partie du rhinencéphale (littéralement, « cerveau du nez ») qui est entièrement consacré à la réception et à la perception des influx olfactifs chez les vertébrés primitifs.

Le rhinencéphale comprend l'uncus et les parties associées du cortex cérébral situées sur ou dans les faces médianes des lobes temporaux ainsi que les tractus et les bulbes olfactifs protubérants qui s'étendent jusqu'à la région nasale. Les seules parties du rhinencéphale qui interviennent encore dans l'odorat chez l'être humain sont les bulbes olfactifs et les tractus olfactifs ainsi que l'aire olfactive.

L'aire gustative est associée à la perception des stimulus gustatifs; elle se trouve au creux du lobe pariétal, près du lobe temporal (aire 43 de Brodmann).

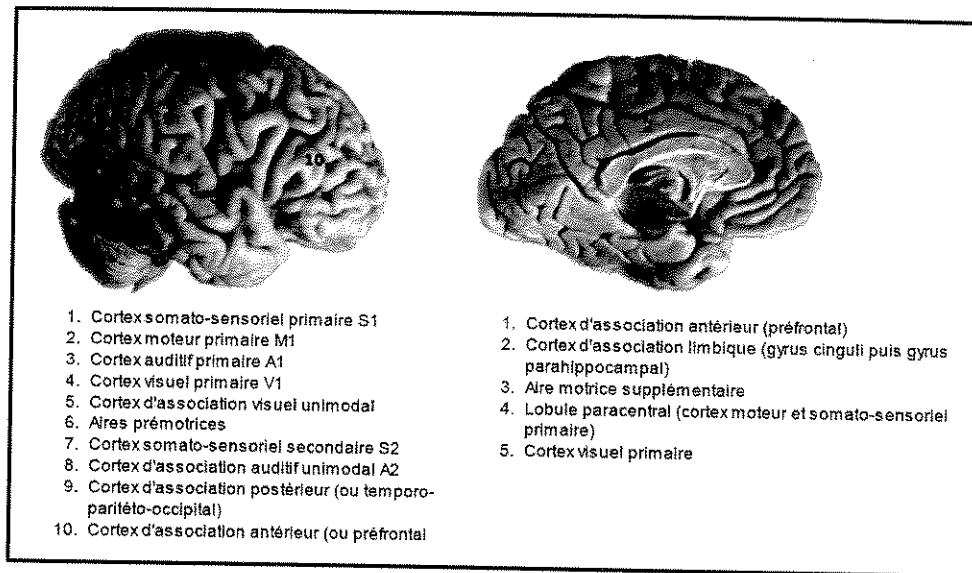


Figure 10 : Les aires d'intégration sensori-motrices (d'après www.medecine.unige.ch/)

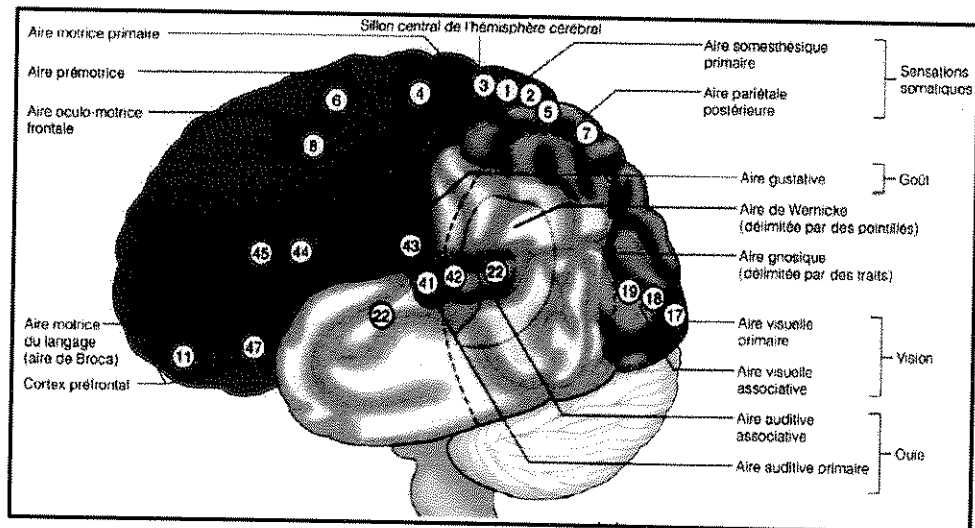


Figure 11 : Aires fonctionnelles du cortex cérébral gauche. Les régions fonctionnelles du cortex apparaissent dans des couleurs différentes. Les numéros indiquent les aires définies par Brodmann. L'aire olfactive, qui est située sur la face médiane du lobe temporal, n'est pas représentée, (d'après le cours du Dr Jean Valat, Université de Montpellier II)

La vision :

La vision fait intervenir de nombreux éléments, aussi bien des yeux que du cerveau. Elle est une fonction complexe qui résulte de la collaboration entre un système récepteur, l'œil, et un système intégrateur, le principal étant le cortex occipital.

L'œil est une sphère de 2,5 cm de diamètre et pèse environ 7 grammes et qui se constitue comme suit :

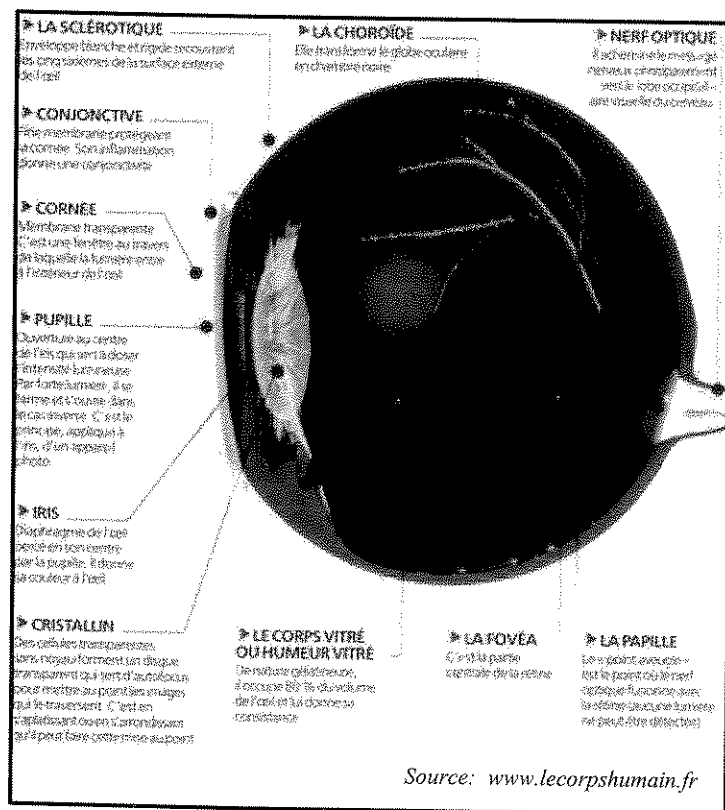


Figure 12 : Structure de l'œil

Sa fonction est de recevoir la lumière et de transformer ce stimulus en message nerveux pour être transmis au cerveau via le nerf optique.

Deux cascades se succèdent : la première correspondant à la séquence « stimulus → information → récepteur → transmetteur », a lieu au niveau rétinien, suivie de la seconde

voie dite « décodeur →intégrateur » correspondante aux voies visuelles, et à l'intégration du message au niveau cortical.

L'œil peut percevoir des informations relatives à :

- la couleur (qualité, intensité,...),
- la brillance, transparence et opacité
- la forme (information sur la texture) et la surface,
- le mouvement.

De nos cinq sens, la vision possède quelques particularités du fait qu'elle représente la principale source d'informations sur le monde extérieur. En effet, 40% des informations perçues, le sont par ce sens incessamment sollicité dans toutes nos activités. Il est le premier à intervenir lorsqu'on se saisit d'un produit et même à distance. De plus, il est le seul à nous permettre une comparaison de deux ou plusieurs échantillons de façon simultanée.

Le résultat de ces particularités étant que nous accordons souvent une trop grande confiance à la vue ou aux informations qu'elle nous amène. Il y aura donc lieu de prendre des précautions lors de la présentation des échantillons à un sujet et de masquer ou d'atténuer d'éventuelles différences d'aspect, de forme, de couleur, si on ne désire pas que ces caractéristiques soient prises en compte lors d'une analyse sensorielle.

Le stimulus :

Le stimulus visuel est un rayonnement lumineux, un photon porteur d'une énergie et caractérisé par sa longueur d'onde (λ) en fonction de laquelle on a une perception colorée différente, l'intensité lumineuse, et aussi un contraste et un mouvement.

L'œil humain perçoit des longueurs d'ondes comprises entre 380 et 740 nm, c'est le domaine du visible.

La rétine : réception et début d'intégration

Lorsque le message lumineux a traversé les structures transparentes de l'œil composées de la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin et l'humeur vitrée tout en subissant des réfractions, ce message arrive sur la rétine est d'abord un récepteur d'image de l'espace objet.

La rétine qui tapisse le fond de l'œil contient à la fois les photorécepteurs, sensibles à la lumière et les cellules chargées de transmettre l'information au cerveau. Son épaisseur est d'environ 250 μm sauf et elle s'étend sur une surface totale d'environ 1100 mm^2 , où près de 150 millions de cellules nerveuses se répartissent en 3 couches principales, sauf au niveau de la fovéa (ou rétine centrale) où elle s'amincit pour ne former qu'une seule couche de cônes majoritairement.

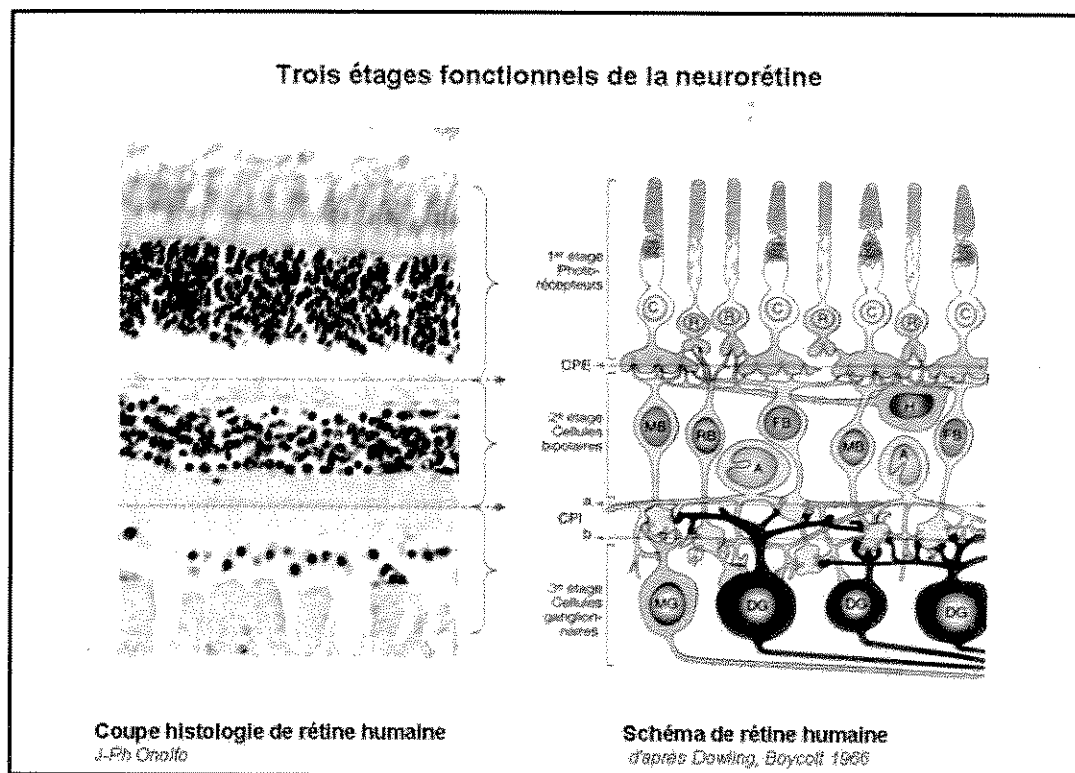


Figure 14 : Coupe histologique (J-Ph Onolfo) et schéma de rétine humaine (D'après Dowling JE et Boycott BB. *Organization of the primate retina on electronic microscopy. Proc Royal Soc London* 1966, 166B 80-111).

La première couche contient les photorécepteurs rétiniens représentés par 100 millions de bâtonnets et 5 millions de cônes, cellules sensorielles transformant le signal lumineux en un signal électrophysiologique, essentiellement des différences de potentiel puis des potentiels d'action. Sur le schéma de droite on voit ces cellules sensorielles qui sont séparées du deuxième étage par une couche synaptique : la couche plexiforme externe (CPE sur le schéma) qui contient des cellules de liaison entre cônes et entre cônes et bâtonnets que l'on appelle les cellules horizontales. Ces cellules ont un rôle particulièrement important dans la genèse du contraste.

La couche granuleuse interne contient les cellules bipolaires qui répondent au signal émis par les cônes et bâtonnets par des différences de potentiel. Parmi ces bipolaires, certaines se dépolarisent lors de l'apparition de la lumière, ce sont les bipolaires « ON » et d'autres qui s'hyperpolarisent et sont alors appelées bipolaires « OFF ». Cette couche granuleuse est aussi séparée de la dernière couche par une deuxième couche synaptique, la couche plexiforme interne (CPI) dans laquelle on trouve des cellules de liaison, à fonction amacrine, ayant des rôles très importants comme la sécrétion de dopamine par exemple (sécrétion perturbée dans la maladie de Parkinson engendrant parfois des troubles visuels).

Enfin, la troisième couche se compose des cellules ganglionnaires dont les prolongements (axones) se rassemblent pour former le nerf optique et s'étendent jusqu'au corps genouillé latéral.

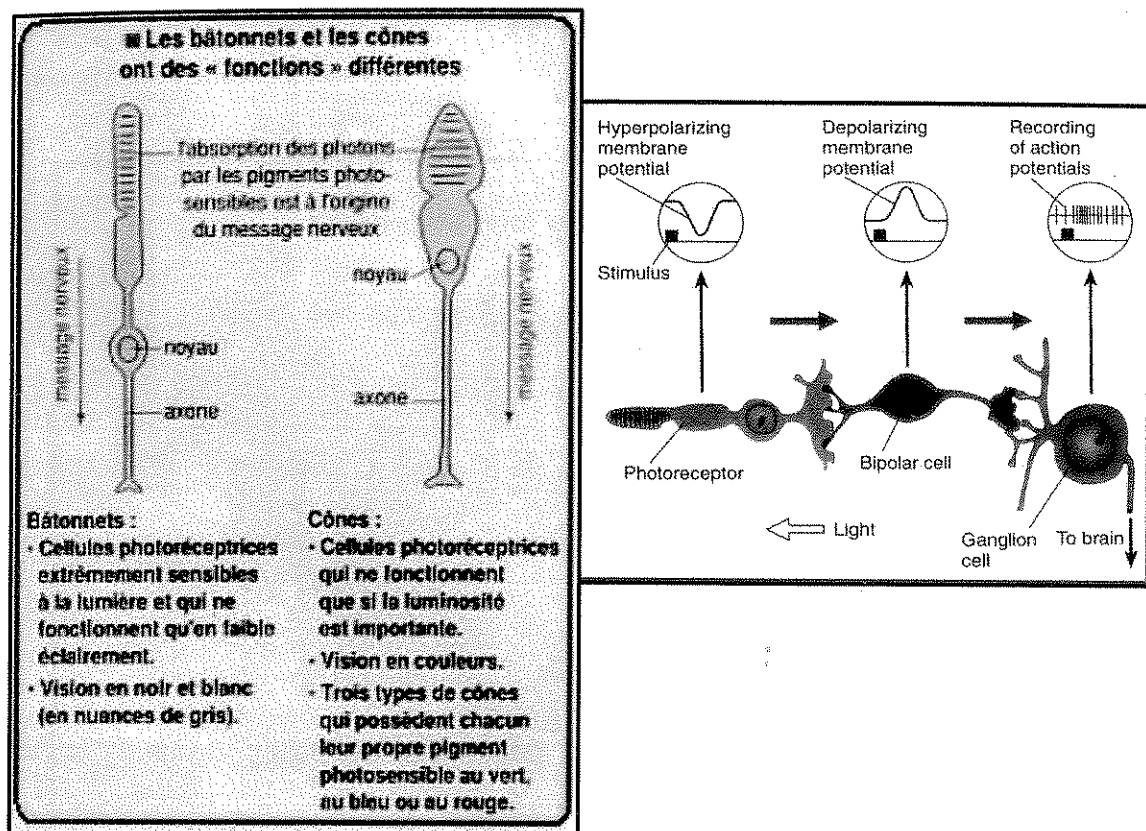


Figure 15 : Représentations schématique des deux types de photorécepteurs (à gauche) et de la transduction du message (à droite)

Les voies de conduction visuelles :

Comme nous l'avons vu, le système visuel permettant la vision binoculaire est le lieu de la genèse des signaux électrophysiologiques dus à une stimulation suffisante des cellules photoréceptrices. Ces signaux vont être acheminés sous forme de potentiel d'action via les deux nerfs optiques constitués des axones des cellules ganglionnaires de la rétine une zone extrêmement importante, le chiasma, qui correspond à la décussation partielle des axones issus de chaque œil et qui permet le regroupement des informations venant de chacun des hémichamps.

Le relais est ensuite assuré au niveau des corps géniculés latéraux. Les radiations optiques entraînent alors la projection de ces différentes terminaisons sur le cortex visuel

primaire (ou aire V1) mais pour aboutir à la sensation visuelle il y a de très nombreuses autres aires appelées aires extrastrées.

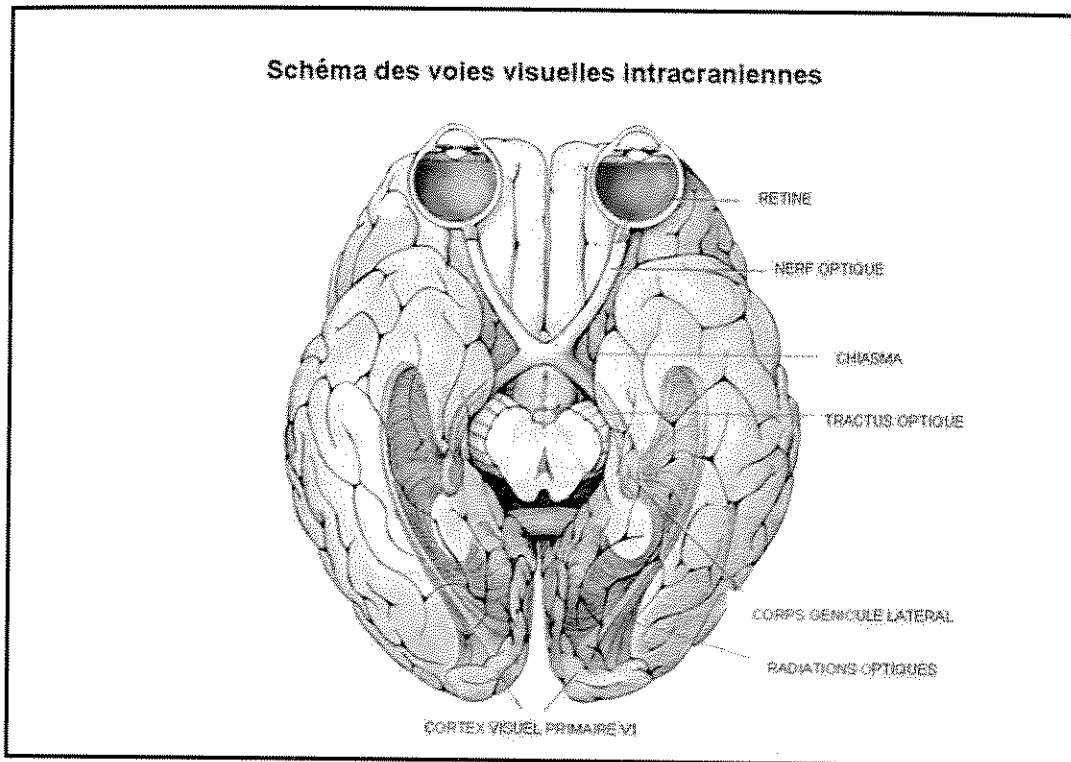


Figure 16 : les voies de conduction visuelles (D'après *Les images visuelles*, Dr Samir Zéki, pour la science, nov.1992)

Le cortex visuel primaire (V1) est organisé en 6 couches, comme toutes les zones corticales, comportant des neurones fonctionnellement différents. L'information sensorielle issue du corps genouillé latéral dorsal arrive au niveau de la couche IV, où elle subit une ségrégation fonction de sa provenance (œil droit ou gauche). Cette information poursuit son chemin vers la couche II composée de cellules binoculaires (cellules qui répondent à la fois lorsqu'il y a une stimulation d'un œil et de l'autre). L'ensemble des informations vont être séparées, codées en différentes caractéristiques analysées par des cellules spécialisées et, donc sensibles à des stimuli différents, pour identifier une couleur, un contraste, un mouvement....

C'est ainsi que les cellules des couches II et III sont sensibles à l'orientation d'une ligne, notamment.

L'information qui arrive au niveau du cortex occipital n'est pas uniquement intégrée à ce niveau-là puisqu'un degré supérieur d'intégration du message visuel a lieu au niveau des aires associatives du cortex pariétal postérieur et du cortex temporal inférieur.

Le cortex visuel primaire (V1) n'est primaire que du fait qu'il reçoit les informations en provenance directe du corps géniculé latéral dorsal alors que les aires associatives (V2, V3, V4,...) les reçoivent indirectement via le cortex primaire. Ces différentes zones du cortex temporal inférieur, du cortex dorsal,... participent différemment à la perception du message (V4 est connue pour être plus sensible à la forme et à la couleur, alors que le cortex pariétal postérieur est plus sensible à la profondeur et au mouvement).

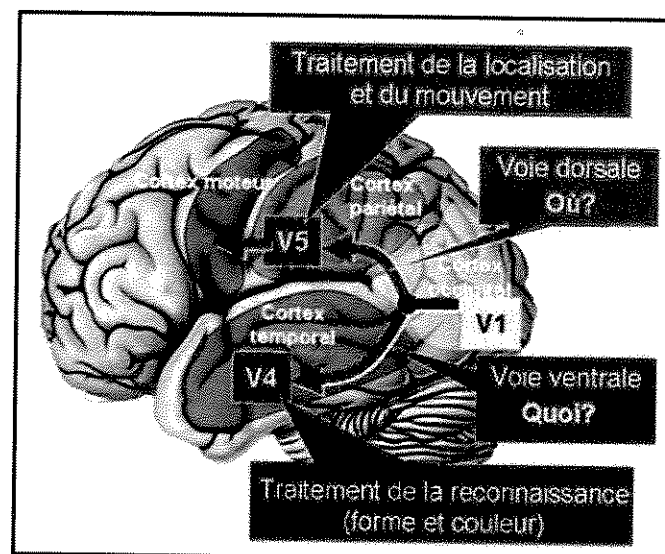


Figure 17 : Les aires corticales visuelles et leurs rôles (d'après le cours du Dr Jean Valat, Université de Montpellier II).

Un schéma général émerge toutefois de cette complexité, d'après les travaux fondateurs de Leslie Ungerleider et Mortimer Mishkin publiés en 1982, selon lequel il existerait deux grands systèmes corticaux de traitement de l'information visuelle : une voie ventrale qui s'étendrait vers le lobe temporal, et une voie dorsale qui se projette vers le lobe pariétal.

La voie ventrale aurait pour mission fondamentale de permettre la perception consciente, l'élaboration des représentations de plus en plus complexes et spécialisées du monde extérieur, la reconnaissance et l'identification des objets en traitant leurs propriétés visuelles "intrinsèques" comme leur forme, leur couleur, etc. La voie dorsale, en revanche, aurait pour mission fondamentale d'assurer le contrôle visu-moteur sur les objets en traitant leurs propriétés "extrinsèques", celles qui sont critiques pour leur saisie, comme leur position spatiale, leur orientation ou leur taille.

La perception visuelle finale :

Notre perception du monde n'est pas seulement le résultat d'une stimulation des photorécepteurs réiniens mais elle est aussi une construction mentale basée essentiellement sur notre expérience visuelle.

En effet, l'œil ne fournit pas d'image claire et précise de l'environnement à notre cerveau, il n'en fournit que la base de la perception visuelle, et c'est notre cerveau qui se charge alors du travail le plus complexe de l'analyse par l'interprétation des impressions visuelles apportées via le nerf optique. Cette interprétation est conditionnée par notre expérience et s'appuie sur un certain nombre de principes comme le principe de continuité de la taille et de la forme, celui de la perspective ou encore de la mise en relation des grandeurs notamment.

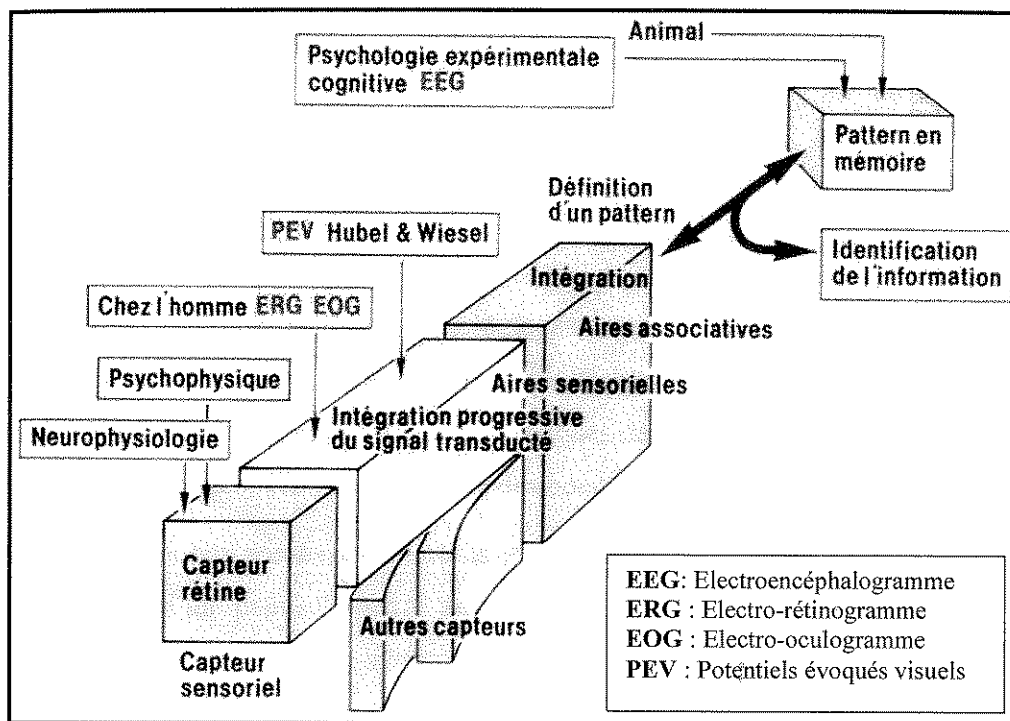


Figure 18 : Modèle de prise et traitement d'information(1)

L'olfaction

L'odorat humain n'est sans doute pas le plus réputé comparé à celui d'autres mammifères mais il reste, tout de même, exceptionnellement performant par sa capacité à discriminer des milliers de molécules odorantes différentes.

Les progrès des sciences neurophysiologiques, et notamment la découverte des récepteurs olfactifs grâce aux travaux de Linda Buck et Richard Axel en 1991(2), ont permis une meilleure compréhension des mécanismes impliqués dans le système olfactif bien qu'il reste encore beaucoup à découvrir dans l'univers des odeurs.

Les odeurs, notion recouvrant stimulus et perception, - à comprendre ici comme stimulus-véhiculées par l'air peuvent mettre en jeu chez l'homme deux systèmes perceptifs : le système du nerf trigéminal, et le système olfactif proprement dit.

Le système du nerf trigéminal est responsable des sensations d'irritation oculaire et intranasale, grâce à la capacité de détection des stimuli chimiques irritants, dissouts dans le mucus aqueux, des fibres trigéminales. Ce système interagit avec le système olfactif dont il innerve la muqueuse olfactive mais possède des seuils de détection chimique supérieurs à ce dernier.

Le système olfactif proprement dit, stimulé également par des molécules chimiques est à l'origine de l'identification des odeurs et de leur intensité. L'épithélium olfactif, tissu sensible aux odeurs dans le nez, est situé des deux côtés de la partie supérieure de la cavité nasale et occupe une surface d'environ 2 cm². Les cellules réceptrices sont des neurones bipolaires spécialisés, dont les axones sont directement connectés au système nerveux central. Leur corps cellulaire se termine à l'autre extrémité par une dendrite qui porte un ensemble de cils baignant dans le mucus aqueux, et qui constituent les organes récepteurs initiaux de la perception olfactive. L'épaisseur du mucus est de l'ordre de 60 µm et la longueur de ces cils varie de 30 à 200 µm. La membrane de ces cils contient des protéines réceptrices. Les axones sont connectés au bulbe olfactif, situé dans le cerveau antérieur.

Des neurones relais internes au bulbe olfactif transmettent alors le message électrique généré par le stimulus à des zones centrales du cerveau.

Le stimulus

Le stimulus capable de stimuler les récepteurs sensoriels de l'olfaction est en réalité une entité très complexe.

En effet, une odeur est définie comme « une impression particulière découlant de l'action de certaines substances chimiques sur le système olfactif », substances indissociables et dont la modification du dosage ou de la plus petite fraction de constituant modifierait l'identité de l'ensemble de l'arôme qui serait alors méconnaissable. (2,3)

Les molécules odorantes sont d'une grande diversité et sont représentées par des composés minéraux (H_2S , NH_3 , SO_2 , acides minéraux,...) ou organiques (aldéhydes, cétones, alcools, acides gras, acides organiques, molécules aromatiques ou aliphatiques...) mais réunissent deux propriétés essentielles que sont la volatilité et une taille inférieure à 300 Da.

Organisation du système olfactif :

C'est dans la cavité nasale que le système reçoit directement les signaux chimiques de l'environnement qu'ils soient acheminés aux fosses nasales par voie directe ou par voie rétronasale, c'est-à-dire via la cavité buccale. La seule différence entre les deux étant d'ordre terminologique puisque l'on désigne sous le nom d'arôme la propriété organoleptique perceptible par l'organe olfactif par voie rétronasale lors de la dégustation et sous le nom d'odeur la propriété organoleptique perceptible par l'organe olfactif (par voie directe) en flairant certaines substances volatiles (AFNOR 1991).

Les neurones de la muqueuse olfactive, qui portent les récepteurs des odeurs et sont sensibles aux stimuli chimiques, sont disposés dans un épithélium largement étalé.

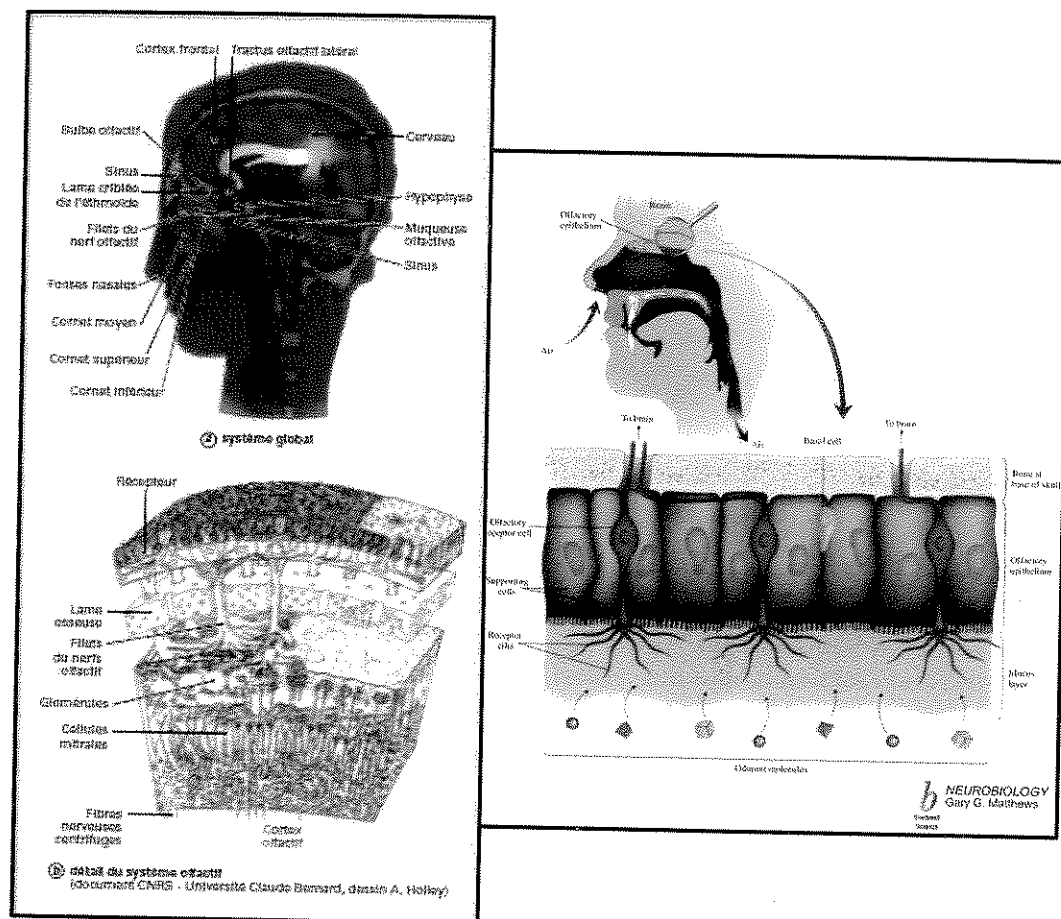


Figure 19 : Cavité nasale, épithélium et récepteurs olfactifs.

Ces neurones récepteurs transmettent leur message aux neurones de second ordre dont les corps cellulaires se situent au niveau du bulbe olfactif, élément nerveux dédié à cette modalité sensorielle. Le premier relais synaptique, où l'échange d'information entre les neurones récepteurs et les neurones de second ordre a lieu, se trouve dans des structures individualisées du bulbe olfactif nommées glomérules olfactifs.

Comparativement à d'autres appareils sensoriels, la chaîne neuronale qu'empruntent les messages olfactifs pour atteindre un cortex est courte puisque les seconds neurones projettent directement sur un cortex primaire, s'étendant sur le cortex piriforme et le cortex entorhinal à la partie inférieure des lobes temporaux du cerveau.

Au-delà des bulbes olfactifs l'information olfactive est très largement distribuée

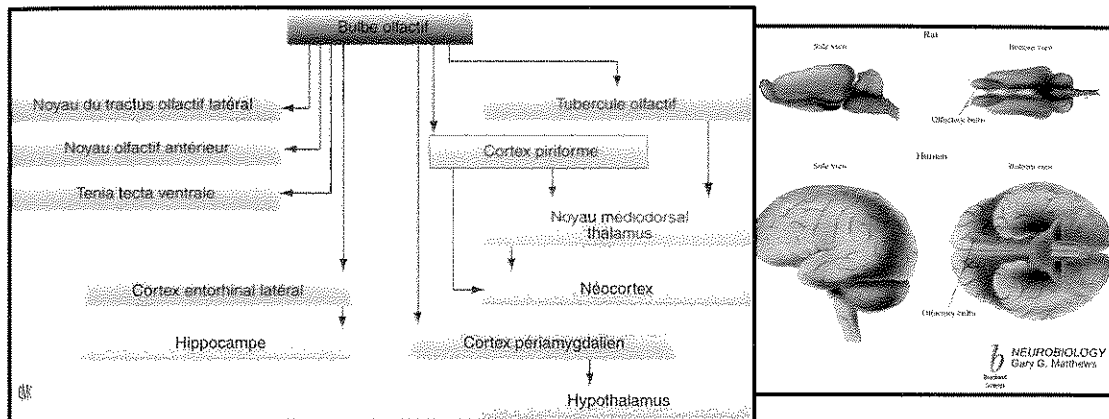


Figure 20 : Neuroanatomie du système olfactif central.

Les réponses de ces milliers de neurones olfactifs sont reproductibles mais ceux-ci restent peu sélectives de par leur susceptibilité de répondre à plusieurs molécules ou types d'odeurs différents, alors que la sensibilité de l'épithélium olfactif vis-à-vis des diverses catégories de molécules odorantes est différente d'une région à l'autre de cet épithélium.

On a certes pu déterminer que les propriétés physico-chimiques des molécules telles que leur tension de vapeur, leur solubilité dans le mucus, ou encore leur charge électrique jouent un rôle très important dans la reconnaissance d'un stimulus olfactif ; mais on reste toujours aujourd'hui incapable d'établir un modèle sûr permettant de prévoir l'effet odorant d'une seule molécule à partir de ses propriétés. A fortiori, la prévision des caractéristiques olfactives de mélanges serait aujourd'hui mission impossible.

Par ailleurs, la diversité des molécules stimulantes et la complexité de leurs associations entraîne une multitude de sensations et de termes destinés à les décrire. Il n'est pas facile pour un sujet d'associer à une sensation unique le terme qui la décrit s'il n'a pas au préalable fait l'association entre le stimulus et le terme qui le désigne. Il est donc indispensable d'entraîner le sujet en lui permettant d'associer une molécule à un terme. C'est seulement après cette étape que l'on peut espérer procéder à des identifications en aveugle.

La gustation

Le goût est une sensation permettant l'appréciation exclusivement de la sapidité d'une substance alimentaire, alors que la gustation en permet l'appréciation combinée goût-arôme-caractères physiques. Les sensations plaisir-indifférence-déplaisir induites par l'ingestion d'un aliment permettent d'en déterminer la palatabilité : un aliment palatable favorise son ingestion, alors qu'un aliment non palatable limite ou inhibe son ingestion.(4) Malgré l'importance, chez l'homme, de cette composante sensorielle, la gustation physiologique est mal connue, en raison notamment des difficultés d'enregistrement d'activité des cellules gustatives et de la convergence de modalités sensorielles diverses au niveau de la cavité buccale.(5,6)

En effet, trois modalités sensorielles se retrouvent au niveau de la bouche : olfactive, somesthésique et gustative. La modalité olfactive se retrouve dans la sensibilité olfactive perçue par la voie rétronasale et qui est due à l'adsorption de molécules sur la muqueuse oropharyngée. La modalité somesthésique réside dans les sensibilités thermiques, tactiles, kinesthésiques et proprioceptives. Aussi, texture, arôme et saveur sont indissociables (7) dans la qualification de la perception gustative.

La modalité sensorielle de la gustation est donc très complexe même si les principes de bases tels que les récepteurs gustatifs ou les saveurs de base sont aujourd'hui bien compris.

Le stimulus

Le stimulus gustatif est apporté par les diverses caractéristiques physico-chimiques de ce qui est mis en bouche.

Les stimuli de nature chimique, organique ou ioniques vont définir les saveurs de base que sont le sucré, l'amer, le salé et l'acide.

Contrairement au dogme bien connu qui cantonne la perception d'une saveur de base donnée à une région précise de la langue (le sucré sur la pointe, le salé sur les côtés et le devant, l'acide sur le milieu et l'amer au fond de la langue), il n'existe pas une cartographie de la langue pour les saveurs puisqu'il n'y a pas de capteurs spécifiques à une saveur donnée.

Il faut raisonner en terme de population de récepteurs activés pour expliquer leur distinction : selon la substance sapide, différents groupes de récepteurs sont activés. Une molécule X va agir sur un nombre x de récepteurs et une molécule Y sur un nombre y . Il y aura un certain nombre de récepteurs communs mais jamais superposition exacte. Cette différence du nombre de capteurs activés par une molécule permet de reconnaître un grand nombre de saveurs avec seulement 10 000 bourgeons du goût.

Par contre, au niveau du nerf gustatif, la configuration des fibres nerveuses parcourues par des influx est caractéristique d'une saveur particulière.(4,5)

Un autre type de stimulus sera également perçu au niveau de la cavité buccale et son intégration permettra de caractériser la texture de l'élément mis en bouche, c'est un stimulus mécanique mais qui agit selon une modalité somesthésique que l'on définira plus loin.

Organisation du système gustatif

Les cellules réceptrices sont les bourgeons du goût situés sur la langue et dans la cavité buccale et sont sensibles aux stimuli chimiques de par la présence de chémorécepteurs à leur surface. Les bourgeons du goût sont essentiellement situés au niveau des papilles linguales et plus précisément, au niveau des papilles caliciformes qui forment une ligne en avant du « V » lingual. Les papilles caliciformes sont peu nombreuses (6 à 14, en tout) et renferment des sillons latéraux au niveau desquels se trouvent les bourgeons du goût. Le chorion de la muqueuse linguale, en regard de ces papilles, renferme des glandes séreuses (Glandes Von Ebner) qui élaborent un liquide de dissolution des substances activatrices du goût. Leur durée de vie est moyenne de 7 à 10 jours pour les cellules de type épithélial du fait de leur agression par les substances chimiques.

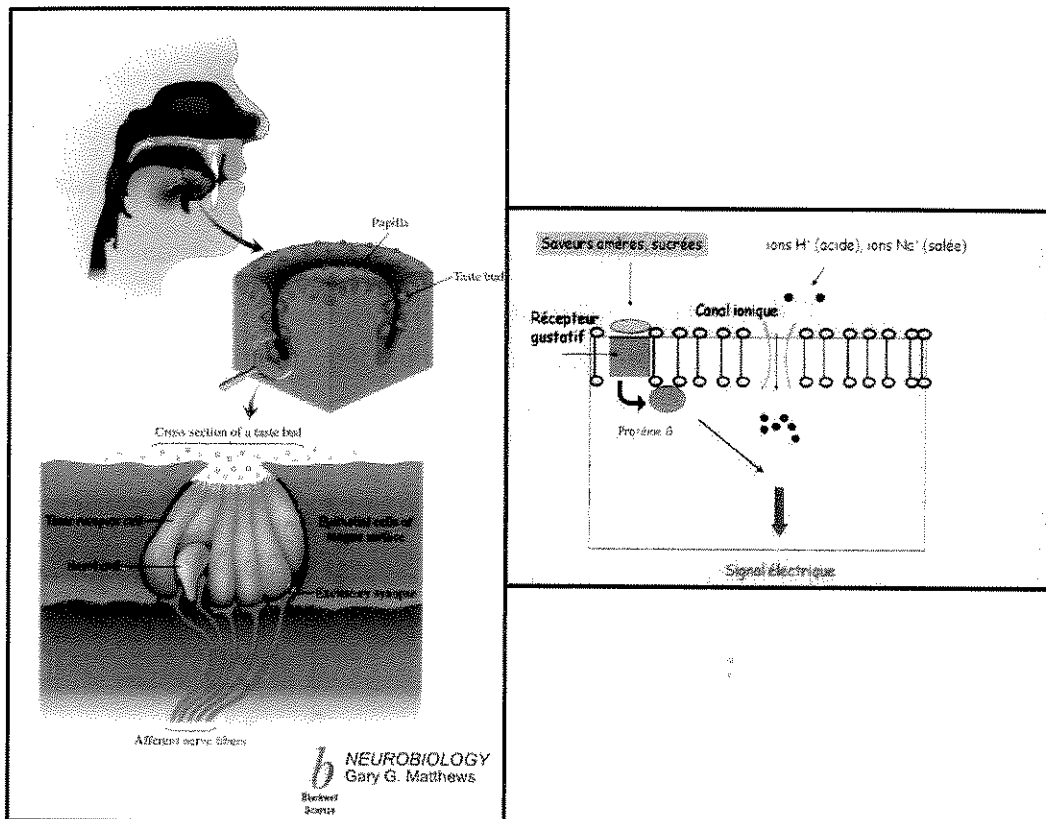


Figure 21 : Représentation schématique du récepteur gustatif et de son fonctionnement

Les papilles de la langue ne sont que les points de départ de la chaîne gustative mais ce n'est pas à leur niveau que se forme le goût. Le signal de chaque cellule est acheminé par les nerfs gustatifs vers le cerveau. Le goût se forme dans différentes zones cérébrales qui décodent et analysent les informations sensorielles transmises par les capteurs de la langue. Dans le cortex, la façon dont sont interprétés les messages sensoriels n'est pas encore bien comprise.

Plusieurs nerfs crâniens acheminent l'information des capteurs sensoriels jusqu'au cerveau. Comme pour les nerfs olfactifs, les ramifications du nerf gustatif suivent des parcours différents. Le message sensoriel se dédouble au niveau du tronc cérébral pour emprunter deux voies qui conduisent simultanément vers le système limbique et vers le thalamus.

Aussi, au niveau du système limbique, sous le cortex cérébral, les informations prennent une connotation émotionnelle. En suivant ce chemin, les messages passent dans l'hypothalamus, la zone cérébrale de plaisir inconscient puis dans l'hippocampe où l'information est mémorisée et comparée avec les souvenirs.

La voie conduisant au thalamus permet la conjugaison du message gustatif avec les sensations de l'odorat et du toucher de la langue. C'est le centre conscient de l'analyse logique de l'olfaction et du goût qui traite l'intensité et la nature du message.

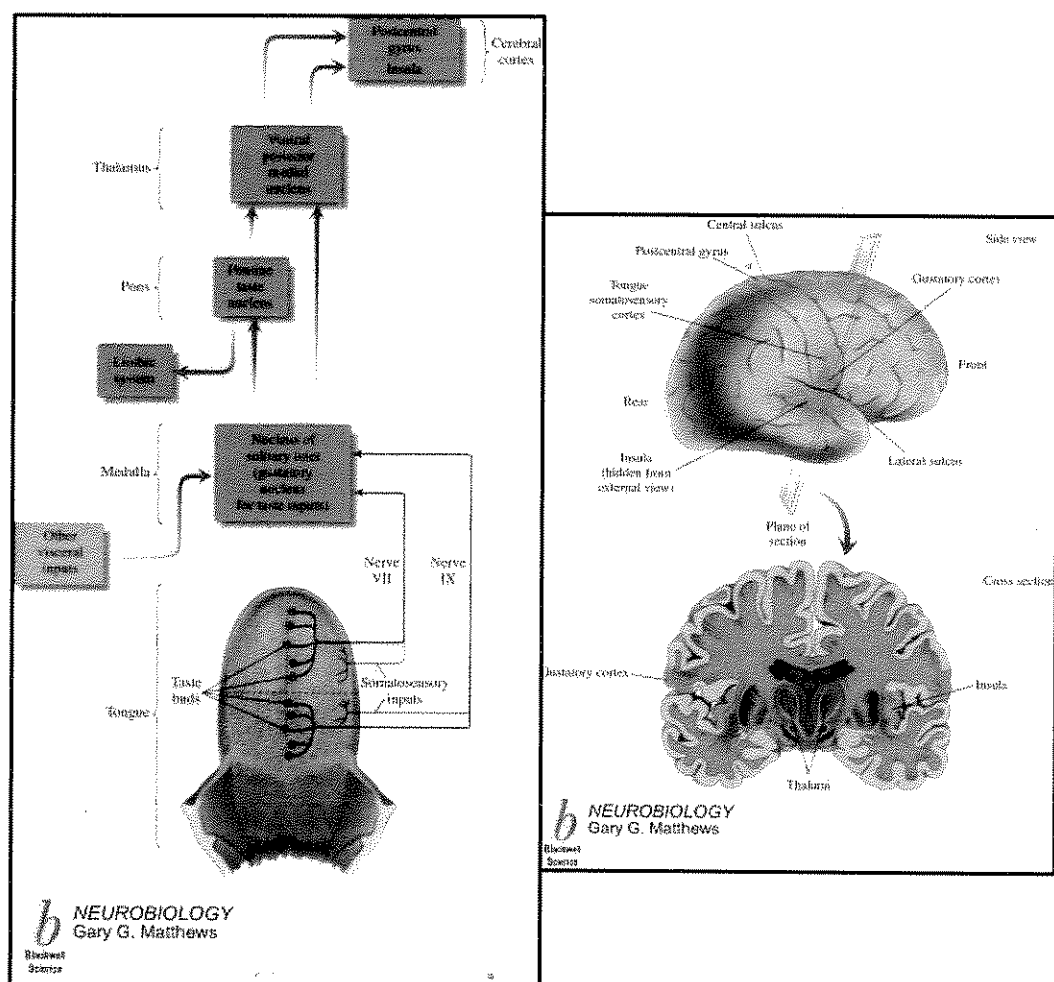


Figure 22 : Les voies sensorielles gustatives et leurs projections corticales

La somesthésie

La somesthésie désigne la sensibilité aux stimuli appliqués sur le corps, excluant les stimuli visuels, auditifs, olfactifs et gustatifs. Elle peut être extéroceptive ou proprioceptive et elle est éveillée par des stimulations de nature mécanique, thermique, chimique ou nociceptive.

La somesthésie que nous évoquerons, ici, est exclusivement extéroceptive de par la définition du toucher comme sens.

Le sens du toucher a de particulier qu'il n'est pas localisé dans un organe bien précis mais dispersé à travers tout le corps, au niveau de la peau et des muqueuses. De plus, la répartition des récepteurs est inégale, certaines zones étant plus innervées que d'autres. Il faut souligner la diversité des stimuli et donc des sensations couvertes par ce sens.

Le stimulus

Les stimuli seront de nature mécanique, thermique ou chimique, chacun identifié par une ou plusieurs cellules réceptrices particulières.

Tableau 3 : Dualité récepteur/stimulus

<i>Le mécanorécepteur</i>	<i>Enregistre toute déformation mécanique type étirement, pression</i>
<i>Le thermorécepteur</i>	<i>Enregistre un refroidissement ou un réchauffement</i>
<i>Le chémorécepteur</i>	<i>Réagit aux stimuli chimiques</i>
<i>Le nocicepteur</i>	<i>Est spécialisé dans l'enregistrement des stimuli potentiellement nocifs (douleur)</i>

Les informations perçues seront de nature très variées : caractéristiques de surface (rugueux, lisse), propriétés mécaniques (dureté, élasticité, cassant), spécificités rhéologiques

(résistance à l'écoulement, viscosité), aspects thermiques (chaud-froid) ou encore chimiques (brûlant, frais, irritant).

Remarquons au passage que certaines caractéristiques de texture reconnues via le toucher peuvent également l'être via d'autres sens. Les caractéristiques de surface sont détectables à la vue et certaines caractéristiques mécaniques sont perceptibles à l'oreille (croquant, croustillant).

D'un point de vue pratique cette grande variété de sensations génère une grande variété de termes servant à les décrire. La confusion entre termes et sensations sera de ce fait relativement fréquente. Comme pour les odeurs, l'entraînement des sujets experts devra d'abord viser à associer le terme correct à une sensation donnée.

Organisation de l'organe récepteur : la peau (8—10)

Les récepteurs cutanés prennent la forme de terminaisons nerveuses encapsulées comme les corpuscules de Meissner, de Pacini et de Ruffini ou de terminaisons nerveuses libres dont certaines, associés aux cellules de Merkel, arrivent jusqu'à l'épiderme.

A la base de l'épiderme, les cellules de Merkel répondent à de faibles pressions localisées. Cette réponse est maintenue tout le long du stimulus ce qui permet à ces cellules de distinguer deux points en relief proches. Particulièrement abondants au niveau de la face palmaire des doigts, ils sont ainsi mobilisés dans la lecture de l'écriture Braille.

Les corpuscules de Meissner sont situés immédiatement sous l'épiderme et particulièrement représentés sur la face palmaire des doigts. Ils répondent essentiellement aux frôlements et sont particulièrement sensibles à la vitesse du stimulus. Cette caractéristique explique que nous n'avons plus conscience de la présence de nos vêtements quelques minutes après les avoir mis.

Les corpuscules de Ruffini, situés dans le derme et les articulations, sont des récepteurs sensibles aux vibrations et à l'étirement de la peau et des tendons.

Les corpuscules de Pacini sont des mécanorécepteurs présents dans le derme profond et l'hypoderme, sensibles uniquement aux variations rapides d'intensité de déformation.

A ces mécanorécepteurs, viennent s'ajouter des thermorécepteurs sensibles au chaud et au froid et des nocicepteurs sensibles à des stimuli spécifiques tels que les piqûres ou à l'exagération des stimuli perçus par les autres types de récepteurs déclenchant la sensation douloureuse tels que des températures trop élevées (brûlures) (11,12).

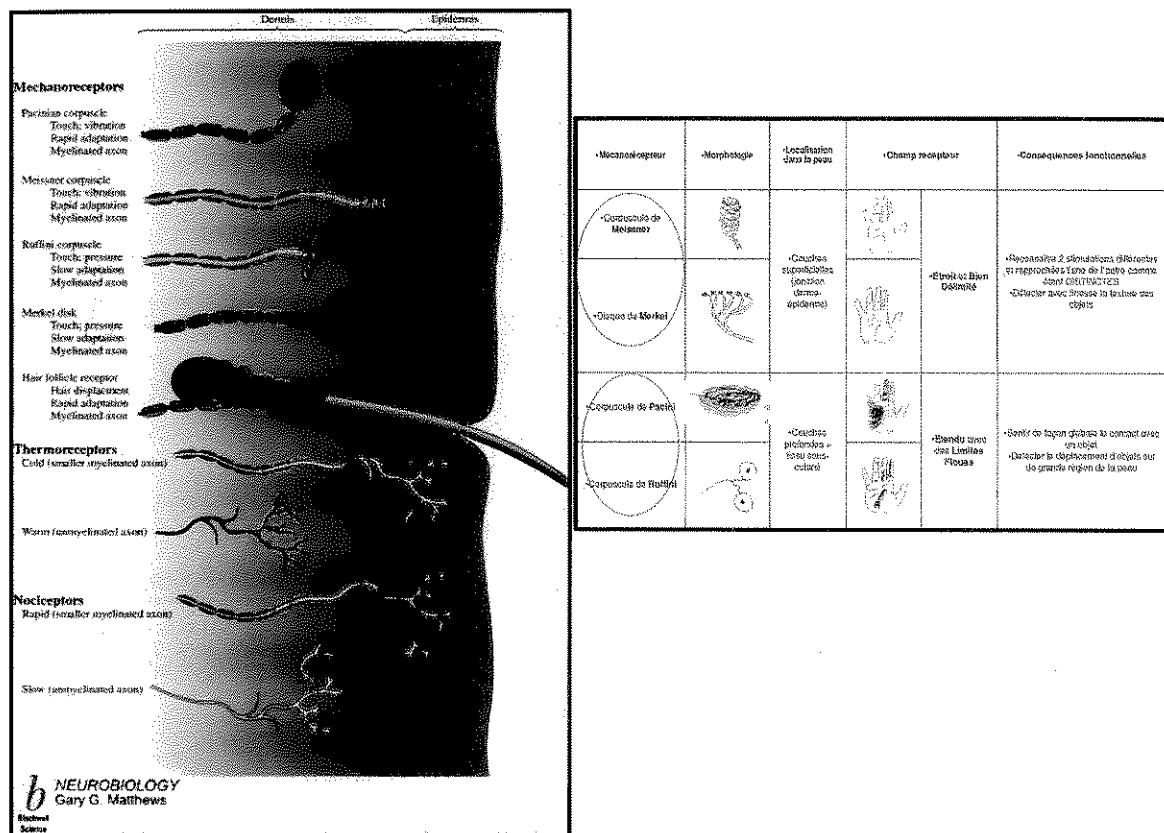


Figure 23 : Localisation et fonction des divers récepteurs au niveau de la peau.

Les voies de conduction et les aires corticales d'intégration somesthésiques

Deux voies ascendantes majeures transmettent, au système central, les informations codées par les récepteurs cutanés : le système antérolatéral (ou extralemniscal) qui véhicule lentement (8 à 40 m/s) les signaux ayant trait aux sensibilités thermique, douloureuse et tactile grossière ; et le système lemniscal (ou colonnes dorsales) qui véhicule rapidement (30 à 110 m/s) les signaux ayant trait aux sensibilités tactiles fines.

Ces signaux aboutissent au niveau des aires corticales somesthésiques primaires mais sont également acheminées vers les aires associatives et le cortex moteur afin d'y être intégrées et d'engendrer la réaction réflexe correspondante.

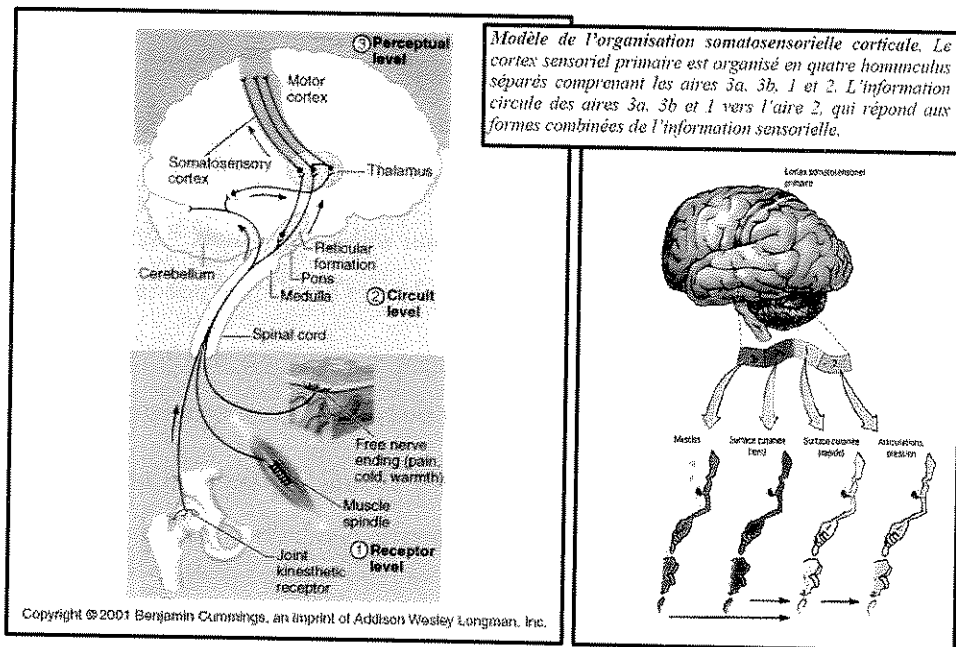


Figure 24 : Voies conductrices et aires corticales somatosensorielles (d'après le cours du Dr Jean Valat, Université de Montpellier II).

L'audition

Le système auditif humain est une merveille de technologie acoustique et cognitive qui permet l'audition, la maîtrise de l'équilibre via l'appareil vestibulaire et la compensation automatique de la pression par les trompes d'Eustaches mais nous n'aborderons ici que la fonction auditive (13,14).

Le stimulus

Le stimulus est un son c'est-à-dire une variation périodique de la pression de l'air, une onde caractérisée par son amplitude et sa fréquence.

L'amplitude ou force du son est mesurée en décibels (dB). Elle correspond à notre perception de l'intensité sonore (son fort ou faible).

La fréquence est la vitesse à laquelle les ondes vibrent, mesurée en cycles par seconde ou hertz (Hz). La fréquence correspond à notre perception de la hauteur tonale (son aigu ou grave).

L'organe récepteur : l'oreille

L'oreille comporte trois parties : l'oreille externe (du pavillon au conduit auditif), l'oreille moyenne dans laquelle se loge la caisse du tympan, et l'oreille interne qui contient les éléments neurosensoriels.

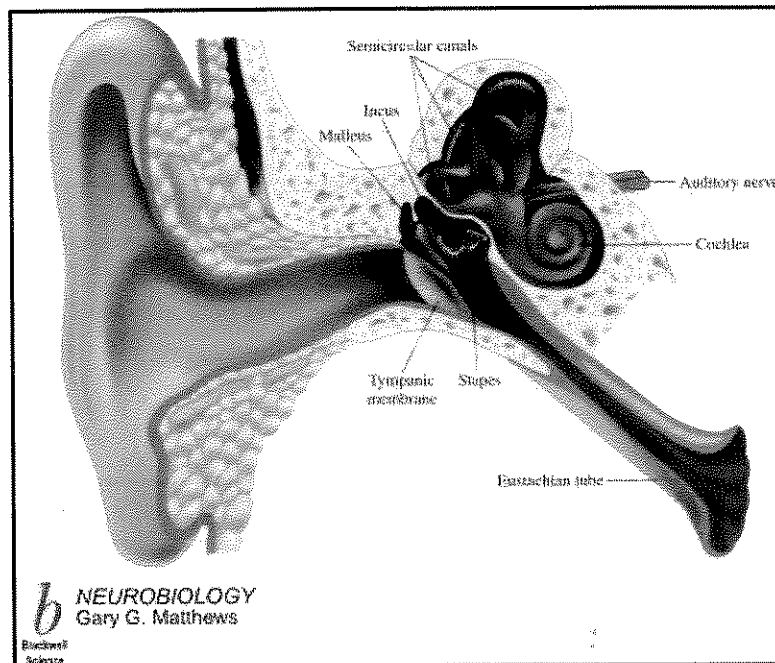


Figure 25 : Anatomie de l'oreille

L'oreille externe correspond à une sorte de cône comportant le pavillon en dehors et le conduit auditif externe, en dedans, le tout tapissé d'un revêtement épithélial kératinisé et comportant des annexes telles que les follicules pileux et les glandes sécrétrices du cérumen, sécrétion cireuse qui protège le conduit auditif externe. L'oreille externe a une double fonction : une fonction protectrice de l'oreille moyenne et en particulier de la membrane tympanique, et surtout une fonction d'amplification. L'analyse de la différence d'intensité des sons perçus par les deux oreilles permettent la localisation tridimensionnelle des sons.

L'oreille moyenne ou caisse du tympan correspond à une cavité remplie d'air comportant, en son sein le système des osselets (le marteau, l'enclume et l'étrier). Ces osselets sont reliés entre eux, à l'oreille externe par le tympan et à l'oreille interne par la fenêtre ovale et la fenêtre ronde (tympan secondaire). Le tympan a un rôle essentiel dans le sens où il reçoit les ondes sonores et transmet les vibrations aux osselets. La caisse du tympan se prolonge par la trompe d'Eustache, qui met en communication la caisse du tympan et le rhino-pharynx, permettant ainsi l'égalisation de la pression de chaque côté de la membrane tympanique.

L'oreille interne est un système, clos et à contenu liquidien, constitué de structures membraneuses connectées définissant le « labyrinthe membraneux », abrité dans les cavités de l'os temporal, au sein d'une structure complexe appelée « labyrinthe osseux ». La partie centrale de ce dernier correspond au vestibule, centre de l'équilibre, et comporte deux structures du labyrinthe membraneux : l'utricule et le saccule reliés par un canal en « Y ».

De l'utricule et du saccule sont issus, en arrière, le système des canaux semi circulaires et en avant, la cochlée.

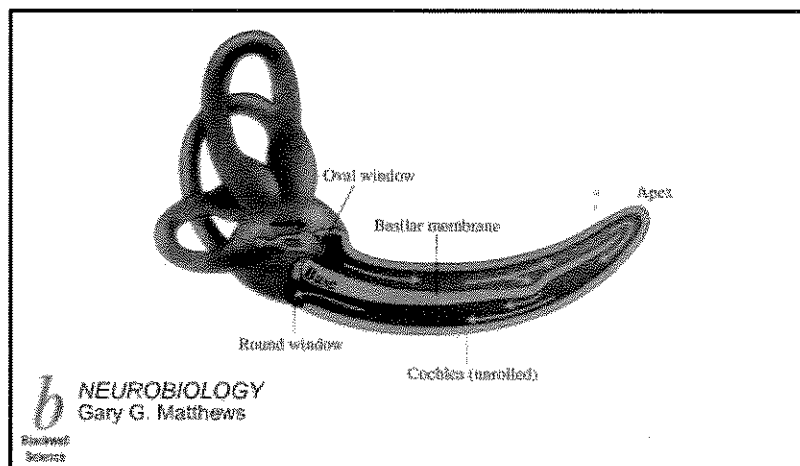


Figure 26 : Détail de l'oreille interne

La cochlée est l'élément essentiel de l'audition. Elle est remplie d'un liquide, la lymphe, dans lequel l'onde sonore peut se répandre et elle est tapissée de milliers de cellules ciliées qui transforment l'onde sonore en signal électrique au niveau d'une structure très organisée qu'est l'organe de Corti. L'influx nerveux est ensuite transmis au cortex auditif par le nerf auditif et les voies auditives centrales pour y être décodé et interprété.

Transduction et genèse de l'influx nerveux : l'organe de Corti

L'organe de Corti, structure neuro sensorielle impliquée dans la transduction du signal auditif, est localisé dans la partie interne de la cochlée. Le colimaçon cochléaire correspond à une structure membraneuse trilamellaire définissant trois rampes : une rampe vestibulaire à sa

partie supérieure ; une rampe tympanique au niveau inférieur ; et une rampe cochléaire entre les deux autres.

L'organe de Corti est installé au centre de la rampe cochléaire et est séparé de la rampe tympanique par une membrane basilaire et de la vestibulaire par une membrane tectoriale. Il est constitué, en dehors de ses cellules de soutien, de cellules sensorielles ciliées internes et externes.

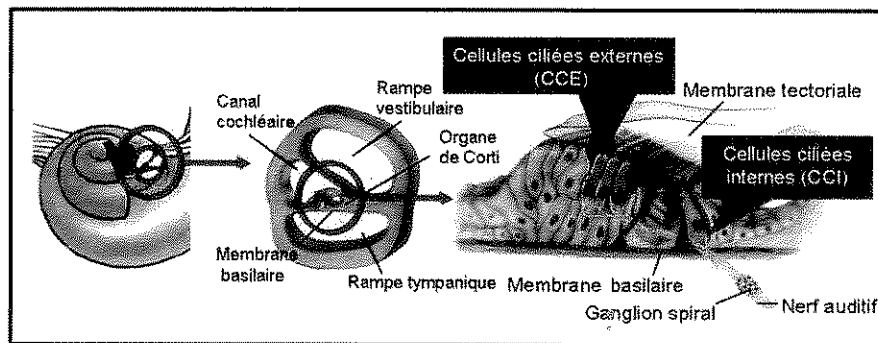


Figure 27 : Localisation et structure de l'organe de Corti (d'après le cours du Dr Jean Valat, Université de Montpellier II).

Les cellules externes amplifient et analysent les vibrations, tandis que les cellules internes effectuent la transformation en influx nerveux. Ces cellules externes sont fragiles. Elles constituent un capital qui ne peut que se réduire car elles ne se renouvellent pas. Leur perte conduit à la surdité. Elles peuvent être détruites par le bruit, certains médicaments ou le vieillissement.

L'arrivée de l'onde sonore au niveau de la cochlée induit le déplacement de la membrane tectoriale entraînant l'inclinaison des stéréocils des cellules ciliées, cette dernière étant responsable de la libération de neurotransmetteurs vers les terminaisons du nerf auditif, après une cascade d'échange ioniques.

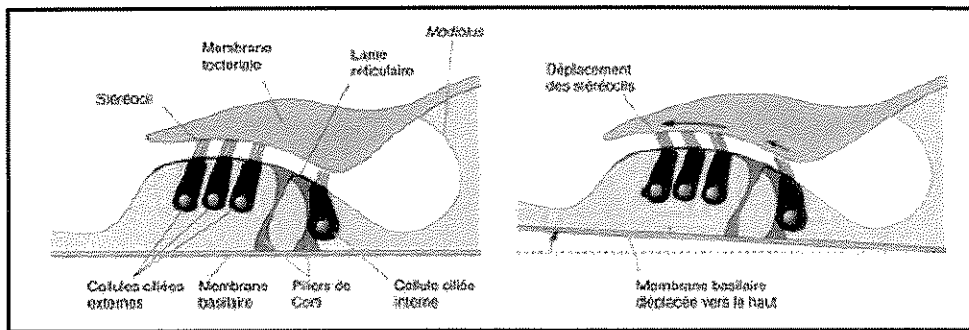


Figure 28 : Déplacement des cils et inclinaison des stéréocilia (d'après le cours du Dr Jean Valat, Université de Montpellier II).

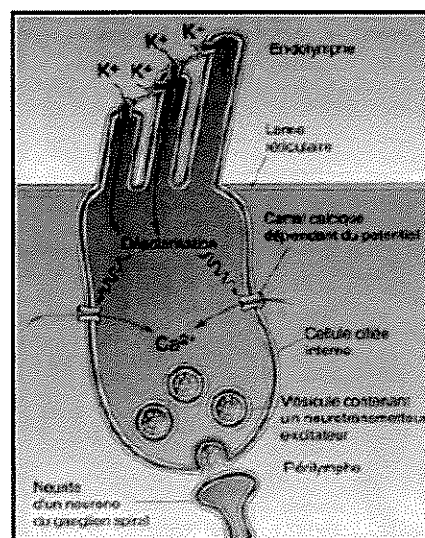


Figure 29 : Echanges ioniques et libération des neurotransmetteurs vers le nerf auditif (d'après le cours du Dr Jean Valat, Université de Montpellier II).

Dans le fonctionnement auditif, on distingue deux étapes successives, différentes mais étroitement corrélées. La première est une phase de transmission au cours de laquelle les sons sont captés par le pavillon et transmis au tympan par le conduit auditif externe, puis les osselets répercutent l'onde à la cochlée. La deuxième phase est neuro sensorielle dans laquelle l'onde sonore est transformée en une impulsion physique puis électrique transmise au cerveau.

Les voies de conduction et les aires corticales auditives

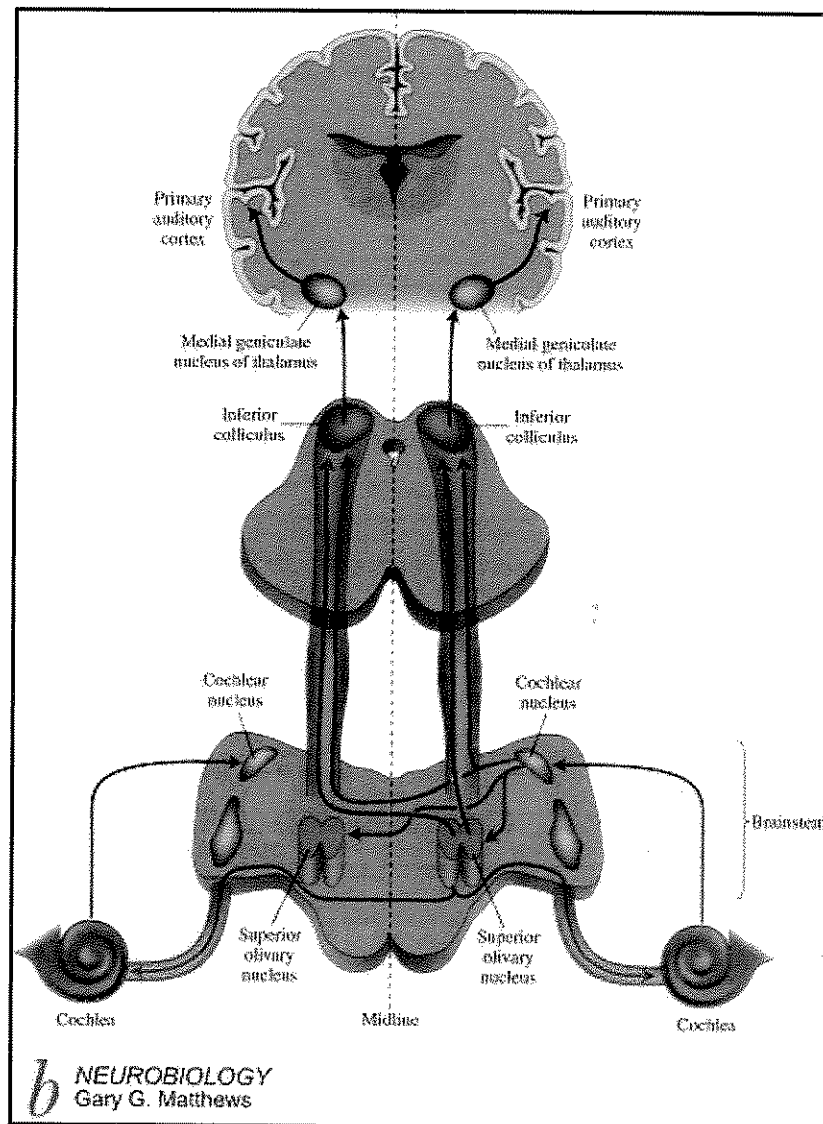


Figure 30 : Le système neurosensoriel auditif

En résumé, l'onde sonore est captée par l'oreille externe, transmise à l'oreille moyenne et enfin transformée en impulsions nerveuses par l'oreille interne avant d'atteindre les centres auditifs du cerveau et provoquer la sensation sonore.

Comparativement aux autres sens, l'audition est celui qui intervient le moins lors d'une analyse sensorielle. On aurait cependant tort de le négliger dans la mesure où les stimuli auditifs peuvent servir de références hédoniques et déterminer l'acceptation ou le rejet d'un produit.

Tableau 4 : Principales caractéristiques de nos organes sensoriels (15)

Système sensoriel	Nature du stimulus	Organe récepteur	Lieu de formation	Grandeurs psychophysiques
Vision	Photons	Rétine (photorécepteurs)	Rétine (neurones)	Taille Luminance Chrominance
Audition	Vibration de l'air et du crâne	Cochlée (cellules cillées)	Noyau cochléaire	Hauteur Intensité Timbre
Somesthésie				
➤ Sensibilité tactile	Contraintes mécaniques	Peau et muqueuses	Circonvolution pariétale ascendante	Rugosité Astringence
➤ Sensibilité thermique	Chaleur	Peau et muqueuses	Circonvolution pariétale ascendante	Chaud-froid
➤ Sensibilité chimique générale	Molécules en contact direct	Muqueuses	Circonvolution pariétale ascendante	Piquant Brûlant Irritant
Goût	Molécules en solution dans la salive	Bourgeons gustatifs de la langue	Noyau du faisceau solitaire	Acidité Amertume
Olfaction	Molécules en phase gazeuse	Muqueuse olfactive	Bulbe olfactif	Intensité de l'odeur Descripteurs d'arômes

L'ANALYSE SENSORIELLE

L'ANALYSE SENSORIELLE :

A l'heure où l'assertorique suscite un scepticisme montant, les techniques d'investigation orientées vers la remontée d'informations attestées sur les produits font parler d'elles. L'analyse sensorielle, technique plutôt récente mais limitée le plus souvent au domaine agro-alimentaire, s'étend rapidement à bien d'autres domaines, de par la promesse qu'elle porte en elle d'apporter des éléments de réponse réels sur la qualité des produits et leur appréciation par l'individu.

Présentation de l'analyse sensorielle (16-18)

Définition :

La norme française NF ISO 5492 définit l'analyse sensorielle comme « l'examen des propriétés organoleptiques d'un produit par les organes des sens ». Il s'agit donc d'un ensemble de méthodes permettant de mesurer les perceptions sensorielles (vue, ouïe, odorat, goût, toucher) lors de l'élaboration d'un nouveau produit, lors d'un contrôle de fabrication, ou encore, lors de l'évaluation systématique de la qualité des produits fabriqués ; méthodes où l'être humain est l'élément central. A l'image, en quelque sorte, d'un « instrument » de mesure il est question de mettre à profit ses capacités olfactives, gustatives, visuelles, auditives et tactiles pour caractériser et évaluer des produits, notamment dans les domaines où les sens apportent une certaine valeur ajoutée par rapport aux mesures physico-chimiques usuelles.

Genèse : (19)

L'analyse sensorielle est une approche relativement récente, bien que ses préceptes remontent aux débuts de l'œnologie. Introduite dans les années 30 pour pallier à l'absence de techniques instrumentales efficaces dans le secteur agro-alimentaire pour mesurer le goût, l'ébauche d'une méthodologie n'apparaît que dans les années 50 aux Etats-Unis. Celle-ci s'est construite sur la base d'une constatation, celle que les soldats rejetaient leurs rations bien qu'elles soient équilibrées d'un point de vue nutritionnel. Des chercheurs de l'armée ont alors mis en place un « programme d'évaluation du goût » des aliments fournis, pour qu'il adhère plus aux attentes des troupes. Ces méthodes ont par la suite inspiré les entreprises du secteur agro-alimentaire qui les intégrèrent peu à peu. La tendance s'est globalisée avec la crise du milieu des années 70, lorsque pour attirer le consommateur occidental, il a fallu capitaliser sur la qualité des produits tout en répondant plus étroitement aux demandes et aux attentes de ce consommateur.

Depuis quelques années, l'analyse sensorielle a amplement outrepassé les limites de sa vocation première pour s'introduire dans d'autres domaines que l'agro-alimentaire. Ainsi, les

secteurs des cosmétiques (20,21) et de la parfumerie, véritables fiefs des sens, ne peuvent aujourd'hui créer sans tests sensoriels. Par ailleurs, l'évaluation sensorielle trouve des applications de plus en plus nombreuses, notamment dans les divers domaines associés aux produits de grande consommation comme l'automobile (son du moteur, claquement des portières, aspect visuel et toucher des matériaux, commandes...), les matériels électroniques (couleurs, sons, qualité de l'image...), l'industrie textile (aspect, toucher...),... (10,22).

Historique des diverses dénominations (extrait de(23))

L'expression **analyse sensorielle** apparaît, en 1961, lors d'une conférence : « *Les panels de dégustation* » prononcée à l'occasion d'un cycle de conférences données au Centre technique de la biscuiterie [DEPLEDT (F.). – *Les « panels » de dégustation. Analyse et métrologie sensorielles*. In : Mesures et contrôles des produits alimentaires, C.T.U.B., 2e cycle de conférences (1961).]. Jusque-là, on utilisait, depuis plus d'un siècle, le terme de dégustation. Ainsi les Courtiers-Gourmets-Piqueurs de vins (à Paris) dont la naissance remonte au XIV^e siècle pratiquaient la *dégustation des vins* avant d'étendre le champ de leur activité actuelle à de nombreux autres produits alimentaires. En même temps qu'elle définissait le mètre comme unité de mesure, la Convention en 1794 introduisait le terme de *dégustateur*. Quelques années plus tard, le verbe *déguster* remplace le verbe *taster*. Des écrivains, comme Jules Romains ou Marcel Pagnol, allaient s'emparer de ce terme pour caractériser la situation de celui qui se consacre à la gastronomie considérée comme un art.

Pour qualifier une propriété qui est perçue par les sens, Chevreul propose en 1869 l'adjectif *organoleptique* ; ce terme est cité par Littré dans son édition du Dictionnaire de la langue française de 1883. Plus d'un siècle auparavant, Voltaire écrivait : « *les sens sont des espèces d'instruments dont il faut apprendre à se servir* » (Métaphysique, partie 3). Cette citation introduit deux notions essentielles : l'objectivité (par l'utilisation du terme *instrument*), et l'apprentissage (par la mention exprès qu'il faut *apprendre à se servir* de cet instrument).

Le début de l'analyse et de la métrologie sensorielle remonte probablement à la communication de Toulouse et Vachide faite à l'Académie des sciences le 19 mars 1900, intitulée : « *Méthode pour l'examen et la mesure du goût* ». Mais il faut attendre 1964 pour que se tienne le premier rassemblement de scientifiques, organisé sous l'égide du CNRS par E.F. Terroine, consacré aux « *Méthodes subjectives d'appréciation des caractères organoleptiques des denrées alimentaires* ». Cette réunion, dont les actes seront publiés par le CNRS sous la forme d'un ouvrage de plus de 600 pages, constitue le point de référence de l'analyse sensorielle en France. Parmi les dix-neuf communications présentées, il convient de mentionner celles, théoriques, sur les *Bases sensorielles de l'analyse des qualités organoleptiques* qui firent connaître les études fondamentales de Le Magnen et sur les *Méthodes statistiques appliquées au test des caractères organoleptiques* de Vessereau. D'autres communications traitent des utilisations de l'approche sensorielle appliquée à différents types de produits alimentaires, solides ou liquides, et de la relation possible entre les résultats obtenus par une analyse chimique ou physico-chimique avec ceux de l'analyse organoleptique comme, par exemple, celle intitulée *Flaveur et chromatographie en phase gazeuse* de Tranchant.

Quatre années auparavant, c'est-à-dire en 1960, Le Nail et Mallet proposaient, dans le « *Courrier de la Normalisation* », la *dégustation méthodique des pommes de terre* pour déterminer si certains insecticides ne les rendaient pas inconsommables. En 1961, Jacob décrivait, dans le « *Bulletin belge de Métrologie* », la *Métrologie du goût et de l'odorat*, en rappelant que Henning avait, en 1924 à Leipzig, imaginé le tétraèdre des saveurs. L'année 1962 marque le début des premières réunions à l'Afnor en vue de préparer une normalisation des méthodes d'analyse sensorielle : une commission est créée en 1965, intitulée *Méthodes d'examen organoleptique des aliments* ; elle changera de nom en 1968 pour devenir la Commission analyse sensorielle, rattachée au 16^e département de l'Afnor : le département *Produits Agricoles*. Un enseignement avec travaux pratiques effectués dans des laboratoires spécialement équipés se met en place à l'Institut scientifique d'hygiène alimentaire, à l'INRA, dans certains établissements d'enseignement supérieur, dans quelques industries alimentaires et dans plusieurs centres techniques.

En 1968, des chercheurs et praticiens se réunissent en Suède pour présenter et discuter leurs travaux concernant l'analyse sensorielle. Parmi la trentaine de participants se trouvait Rose Marie Pangborn qui était, aux États-Unis, une éminente propagandiste des méthodes d'analyse sensorielle appliquées aux aliments et boissons et qui venait de publier, avec deux collègues (M.A. Amerine et E.B. Roessler), un ouvrage qui, pendant plus de vingt ans, allait devenir un ouvrage incontournable. De nombreux étudiants de différentes nationalités seront accueillis dans son laboratoire du Département *Food Science* à l'université de Davis pour apprendre à pratiquer l'analyse sensorielle.

La création dans différents pays de commissions, comités ou groupes de normalisation consacrés, au moins pour une partie de leur activité, à l'analyse sensorielle entraîne en 1972 la création, au sein de l'International Organization for Standardization (Iso) d'un sous-comité *Analyse sensorielle*, intitulé Iso/TC 34/SC 12. Ce sous-comité dépend du comité *Produits agricoles et alimentaires* dont le secrétariat est à Budapest et qui est divisé en 15 sous-comités et 22 groupes de travail. En raison de l'intérêt qu'elle porte à l'analyse sensorielle, la France est chargée du secrétariat de ce sous-comité et l'un des auteurs de ce texte, Félix Depledge, en est élu président.

Ce qui s'appelle encore à cette époque **analyse sensorielle** deviendra, plus tard, **évaluation sensorielle**. Une abondante littérature apparaîtra, formée à la fois d'ouvrages, d'articles (publiés dans des revues spécialisées ou généralistes ou dans des actes de congrès) et de normes (ASTM, Afnor et Iso) constituant des guides pour une utilisation rationnelle de l'évaluation sensorielle. Actuellement, de très nombreuses entreprises se sont équipées de laboratoires et ont engagé, pour maîtriser leur production et participer au secteur Recherche & Développement, un personnel compétent dans le domaine sensoriel. Des instituts techniques travaillent aux adaptations rendues nécessaires par les produits relevant de leur secteur d'activité. Des laboratoires privés ou associatifs proposent d'effectuer à façon des études sensorielles, selon un cahier des charges contractuel, aussi bien dans le domaine du contrôle et de la connaissance du produit fini que dans celui de l'acceptabilité par les consommateurs. Enfin, l'apport de nouvelles disciplines à l'évaluation sensorielle comme la psychologie

cognitive ou la psychologie du développement fait de cette technique un outil à la fois irremplaçable et encore en pleine évolution.

Applications :

L'analyse sensorielle intervient à différentes phases de la vie du produit. Elle est essentielle lors de la mise au point des nouveaux produits (24), pour définir la formulation idéale, choisir les modes de fabrication optimaux, comparer les caractéristiques obtenues à celles des produits concurrents, etc.

Elle est également importante en amont du produit fini, pour choisir et contrôler (25) les matières premières utilisées, ou en aval de la production (26), pour définir les modalités optimales de stockage, de stabilité du produit obtenu dans le temps et de conservation, notamment pour les produits à date de péremption.

Globalement, l'analyse sensorielle est un outil d'aide à la décision. Elle apporte des réponses objectives aux questions posées par la production. Elle aide aussi les décisionnaires et les marketeurs à mieux communiquer avec les équipes de production, grâce à un référentiel commun de qualification des produits et de leurs caractéristiques.

Ses applications sont multiples, principalement dans les stratégies de développement des produits alimentaires (27,28) afin de les rendre plus attrayants pour le client, mais aussi plus confortables, plus ergonomiques, comme dans le secteur de l'automobile, des cosmétiques... Elle voit également naître quelques applications dans les sciences environnementales, notamment lors d'études d'aérosols (29).

Evolution :

L'analyse sensorielle offre des approches séduisantes, en mesure de rassurer les décideurs sur la qualité de l'information recueillie. Si les techniques hédoniques partagent le même niveau de subjectivité et d'incertitude que les enquêtes consommateurs, les deux autres familles de méthodes sont bâties sur des approches rigoureuses avec une base scientifique étayée et sont capables de donner des résultats reproductibles. La portion d'incertitude liée au

facteur humain, à la fois plus riche et perfectionné que n'importe quelle machine mais aussi plus capricieux que les instruments de mesure, peut être atténuée par une rigueur dans le mode de gestion des tests (réponses indépendantes, produits anonymes, environnement neutre,...) et par l'utilisation d'un échantillon de taille suffisante (30,31) pour lisser les nuances individuelles. Il ne faut toutefois pas tomber dans l'excès de scientisme en ne recherchant que des données objectives qui permettraient d'apprécier de manière certaine le succès ou l'échec d'un produit auprès des consommateurs. La bonne recette semble plutôt se trouver dans un mix entre les outils de type profil sensoriel d'une part et des tests hédoniques et enquêtes consommateurs d'autre part (en s'assurant, bien entendu, d'une grande rigueur dans les deux cas).

L'analyse sensorielle voit, aujourd'hui, se mettre en place de nouvelles méthodes dites dynamiques (32), à côté des techniques habituelles plutôt statiques, dans le but d'adhérer le plus possible à des modalités telles que la gustation, qui ne sont pas que statiques, du fait de la libération et la modification des saveurs et perceptions gustatives au cours de la mastication et de la salivation.

Malgré les progrès importants des neurosciences dans la compréhension des mécanismes du cerveau humain, on est loin d'en connaître toutes les potentialités et tous les aspects liés aux modalités sensorielles.

L'évaluation sensorielle : plus qu'une analyse, une véritable technique de métrologie sensorielle

L'évaluation sensorielle peut se définir, aujourd'hui, comme une technique métrologique dans le sens où elle constitue un ensemble de méthodes et d'outils fiables utiles à la mesure des aspects sensoriels d'un produit.

En effet, comme toute autre technique métrologique, elle est sujette à un ensemble de normes et de réglementation en vue de son harmonisation (cf. Annexe 1) et s'avère, aux lumières de multiples études statistiques, remarquablement reproductible.

Définition de la métrologie sensorielle

De par l'aide précieuse qu'apporte la métrologie sensorielle en termes de conception et de contrôle de la qualité des produits, elle représente, aujourd'hui, l'avenir de toutes les industries qui prônent l'innovation et la qualité au service de l'Homme. Elle est, d'ailleurs, désignée par le Ministère de l'Industrie Français dans le rapport des technologies clés, à l'horizon 2005 à deux reprises : comme étant une technologie d'analyse des besoins et des comportements des consommateurs et comme technologie accompagnatrice de la prise en compte de la dimension humaine en conception (33).

Dans sa première référence, la métrologie sensorielle est associée au design sensoriel (qui rejoint le marketing sensoriel) dans la deuxième elle est associée aux autres outils qui accordent une importance particulière à l'intégration de la dimension humaine en conception, à savoir : l'ergonomie, la sociologie, la sémiotique, la psychologie, ...etc.

Il n'existe, cependant, aucun consensus sur la définition de la métrologie sensorielle. La seule réelle définition qui en est faite est celle du Ministère de l'Industrie (34), où elle est désignée comme étant une discipline regroupant l'ensemble des méthodes, des outils et instruments qui permettent d'évaluer les qualités organoleptiques d'un produit, c'est-à-dire les caractéristiques faisant intervenir les organes des sens de l'être humain : le goût, l'odorat, la

vue, le toucher et l'ouïe ; permettant, ainsi, de mesurer les sensations ou les modalités sensorielles, en plusieurs étapes qui sont : l'identification, la quantification, et la matérialisation des aspects perçus vis-à-vis d'un produit donné via les stimuli qu'il génère.

Cette science s'est réellement développée avec l'industrie agro-alimentaire (35) dans les années 70, avec l'arrivée de la société de consommation. Jusqu'alors, seule la vérification de la qualité sanitaire d'un produit (sur les plans physico-chimiques, nutritionnels et microbiologiques) était réalisée.

Les industriels cherchent alors à standardiser la qualité organoleptique de leurs produits dans le but d'assurer la pérennité et la reproductibilité de cette qualité tout au long de la production tout en se démarquant de leurs concurrents.

La métrologie sensorielle représente aujourd'hui un outil fondamental pour de nombreux industriels bien qu'elle ne fut auparavant qu'une méthode de mesure originale et non-conformiste utilisée dans le contrôle qualité de la production alimentaire.

Aujourd'hui ses domaines d'applications sont multiples et s'élargissent chaque jour en s'appliquant non seulement aux produits alimentaires, mais aussi aux cosmétiques, aux produits pharmaceutiques et à leurs emballages, et depuis une quinzaine d'années au secteur automobile.

La métrologie sensorielle est alors un outil particulièrement adapté à la mesure et à la prise en compte de la qualité perçue des produits, dans laquelle la dimension sensorielle est essentielle : l'homme par ses perceptions et ses sensations retrouve une place centrale au sein des préoccupations de conception et de production.

Les instruments de la métrologie sensorielle

Les instruments de la métrologie sensorielle tentent de remplacer ou de reproduire, en quelque sorte, le fonctionnement de nos organes sensoriels. Ce sont des instruments de mesure des sensations humaines. Ils se substituent partiellement ou totalement à un être

humain, qui lors de mesures sensorielles apportera toujours une composante subjective. C'est le cas des nez électroniques qui permettent de mesurer une sensation olfactive à la manière d'un nez humain. Un nez électronique est en mesure de détecter et de différencier des odeurs complexes, grâce au traitement de signatures olfactives obtenues en utilisant un ensemble de capteurs non spécifiques à un gaz. Un nez électronique permet d'identifier la nature d'un morceau de fromage, comme le ferait un nez humain devant un morceau de roquefort ou de camembert. Le Tableau 5 ci-dessous expose le parallèle entre olfaction humaine et nez électronique.

Tableau 5 : Parallèle entre olfaction humaine et nez électronique (22)

STIMULUS	ORGANE DE RECEPTION	STRUCTURE DE RECEPTION	RECEPTEURS	NATURE DU MESSAGE SENSORIEL	ORGANE DE TRAITEMENT DU MESSAGE SENSORIEL	PROCESSUS DE TRAITEMENT DU MESSAGE
Mélange gazeux	Cavité nasale	Mucus et protéines	Récepteurs sensoriels	Signal	Cerveau	Mémoire Apprentissage Reconnaissance
	Accessoires d'échantillonnage	Surface absorbante	Capteurs électroniques	Signal	Traitement du signal	

Plus récemment, de nouvelles techniques instrumentales ont été mises au point pour mesurer les sensations complexes du toucher telles que le doigt thermique qui modélise parfaitement la composante thermique du toucher (36), ou encore le SENSOTACT® un référentiel tactile qui a été conçu au sein du laboratoire sensoriel du technocentre Renault par

l'équipe de Sébastien Crochemore (36), ingénieur et qui propose une décomposition du toucher «global » en 3 mouvements différents, chacun de ces mouvements se caractérise par des perceptions simples : 4 pour les mouvements orthogonaux, 5 pour les mouvements tangentiels et 1 pour la perception thermique.

De même, le laboratoire CPI (Laboratoire Conception de Produits et Innovation, de Paris) a mis au point l'instrument M.A.I.N, pour le contrôle sensoriel de la surface extérieure d'un objet (37). Aussi, les molécules en développement ne pouvant être testées de façon répétée par des hommes, de nombreuses équipes, au service des laboratoires pharmaceutiques, travaillent à la mise au point de robots testeurs. C'est ainsi qu'une société française commercialise une langue électronique, Astree (38,39), composée de réseaux de capteurs aux propriétés physico-chimiques distinctes. Les résultats semblent satisfaisants en ce qui concerne les mesures de l'amertume des produits et des formulations de masquage mais « il semble difficile de s'affranchir de tests de goûts faits par les humain », selon Guillaume Conrath, pharmacien galéniste responsable du développement industriel des gammes produits matures et OTC (over the counter, produits de conseil sans ordonnances) chez Sanofi Aventis.

Ces types d'instruments de mesure déterminent des grandeurs fiables, justes et reproductibles. Les capteurs sont alors utilisés, d'une part, pour le stockage des différentes signatures spectrales (40) d'un produit et, d'autre part, pour gérer les aspects routiniers tels que le contrôle qualité sur une chaîne de fabrication (41). De plus, leur mise en œuvre nécessite des moyens de traitements et de calcul performants. En effet, l'utilisation de logiciels de modélisation et de simulation est indispensable pour le traitement statistique des résultats et l'analyse des données.

Limites des instruments de mesures des sensations

Si on envisage le fonctionnement des capteurs physiques au plus proche de celui de nos sens, quatre difficultés importantes subsistent (16):

- Incapacité à opérer des mesures multifactorielles : un instrument de mesure ne pourra mesurer qu'un type de sensation à la fois, alors qu'un être humain peut percevoir plusieurs stimuli à la fois.
- Les différences de sensibilité importantes entre les capteurs et les sens humains, inférieurs ou supérieurs d'un ou plusieurs ordres de grandeur aux capacités de détection.
- La méconnaissance du traitement des signaux que nous réalisons sur les informations provenant de nos capteurs sensoriels ; non seulement liée à la sollicitation simultanée de l'ensemble de nos sens, mais aussi par la stimulation plurielle de nos capteurs non spécifiques.
- La prise en compte des différences interindividuelles.

Par ailleurs, la mise au point et l'étalonnage de ces instruments passe obligatoirement par une première phase d'identification des sensations, notamment par les techniques d'évaluation sensorielle, utilisant elle-même des sujets humains comme instruments de mesure.

A cela s'ajoute la présence d'une dimension psychologique intégrative dans le mécanisme de la perception qui n'est donc pas que sensation mathématique monofactorielle, mais multimodale, d'autant plus que, face à un seul et même produit, tous nos sens sont mis à contribution de la même manière que nos divers conditionnements (42,43).

Les influences de la métrologie sensorielle

La discipline mère : la psychophysique :

L'inspiration initiale de la métrologie sensorielle réside dans la psychophysique qui se définit comme étant une branche de la psychologie expérimentale qui cherche à déterminer les relations quantitatives qui existent entre un stimulus physique et la perception qu'on en a.

La psychophysique s'intéresse au sens physiologiques tels que la vue, l'ouïe, le toucher et plus rarement l'odorat et le goût, mais aussi à des sensations comme la perception du

temps ou du mouvement. Cette discipline inventée par G.T Fechner dont l'objectif était d'élucider les relations existantes entre des mesures de sensations et des stimuli physiques, repose sur une hypothèse forte qui est que l'organisme, par ses systèmes sensoriels, est capable d'attribuer un nombre aux événements de manière à établir des relations mathématiques entre les nombres et les objets et événements mesurés (44).

La micropsychologie

La micropsychologie est une discipline qui étudie les faits issus de la vie quotidienne et analyse la relation produit/consommateur, notamment par :

- l'identification des performances et des défauts fonctionnels du produit,
- l'identification des systèmes perceptifs sollicités lors des diverses actions que l'on peut faire avec l'objet,
- l'élaboration d'un cahier des charges des spécifications et des performances du produit.

La micropsychologie se définit comme l'étude scientifique de l'individu dans sa vie quotidienne, et plus particulièrement des contacts de l'être avec les techniques qui l'entourent, elle étudie tous les aspects de la vie quotidienne du produit, et représente chaque étape du cycle de vie du produit par des critères quantifiables et mesurables (43,45).

L'émergence de l'ingénierie centrée sur l'Homme :

« Mesurer la subjectivité pour mieux répondre aux attentes du consommateur, réintroduire l'homme au cœur des choix technologiques et commerciaux, c'est l'objectif de l'ingénierie anthropocentrée qui recouvre plusieurs disciplines ; l'analyse sensorielle, l'ergonomie cognitive, le design sonore » ou sensoriel...(34)

Face à la crise socio-économique que connaît le monde aujourd'hui et à la forte concurrentialité des marchés, les industries se doivent d'intégrer les paramètres du comportement humain dans leur stratégie technologique et commerciale. C'est ainsi que confort d'usage et simplicité d'emploi font désormais la différence entre deux produits

similaires. Ces deux points ont toujours fait partie intégrante des concepts fondamentaux de l'univers pharmaceutique s'inscrivant dans une politique d'observance améliorée.

Longtemps considérés comme les parents pauvres de la conception, l'utilisateur et les facteurs d'usage, délaissés lors de la conception de produit (conception ne s'intéressant qu'aux prouesses technologiques), retrouvent enfin une place primordiale au sein des activités de conception anthropocentrées.

L'ingénierie centrée sur l'Homme tient compte d'éléments subjectifs liés à la culture, à la psychologie, au contexte, aux capacités cognitives et au système perceptif des utilisateurs d'objets ou de services, et implique de ce fait une approche multidisciplinaire. Elle intègre les connaissances scientifiques d'écoles différentes, incluant notamment l'ergonomie, la psychologie, la sociologie et la physiologie.

L'ergonomie :

Dans sa définition la plus récente, proposée par l'Association internationale d'ergonomie, (IEA International Ergonomics Association) : « ... l'ergonomie (ou l'étude des facteurs humains) est la discipline scientifique qui vise la compréhension fondamentale des interactions entre les êtres humains et les autres composantes d'un système, et la mise en œuvre dans la conception de théories, de principes, de méthodes et de données pertinentes afin d'améliorer le bien-être des hommes et l'efficacité globale des systèmes... » (33).

Dès ses débuts, l'ergonomie s'intéresse aux aspects sensoriels de par son souci de l'opérationnel et de la préservation de la santé et du bien-être. En effet, centré sur l'analyse de la tâche, le travail de l'ergonome consiste à repérer les sens qui entrent en jeu dans la prise d'information et/ou le suivi du déroulement de la tâche d'un ou plusieurs opérateurs afin de rendre cette tâche plus facilement et plus confortablement réalisable. C'est l'aspect opérationnel (24).

Par ailleurs, l'ergonomie porte un grand intérêt à la santé des opérateurs et la sécurité des tâches en s'assurant que les sollicitations sensorielles ne soit ni trop élevées, ni trop faibles de manière à ne pas altérer les organes des sens de l'opérateur, ni plus largement sa santé (10,34).

Elle « ... contribue donc à la conception et à l'évaluation des tâches, du travail, des produits, des environnements et des systèmes en vue de les rendre compatibles avec les besoins, les compétences et les limites des personnes... ».

Ainsi, l'étude des postures induites par un contexte de travail et/ou d'usage, des gestes, mais aussi la compréhension d'un objet par l'étude de son utilisation appartient au champ de l'ergonomie.

Cette discipline va donc intervenir lors du processus de conception ou de développement d'un produit afin d'être la garante du respect de la santé humaine dans son fonctionnement.

Plus récemment, on note l'émergence d'une spécialisation de cette discipline, l'ergonomie sensorielle, qui s'intéresse exclusivement à l'étude des sensations associées aux gestes (46).

Autres domaines : sémiotique, psychologie de la perception, écoconception

Ces disciplines se rejoignent dans le sens où leur principale préoccupation est l'Homme et sa perception.

La sémiotique tente d'apporter explications, clarifications des signes, significations et valeurs d'objets ou d'attributs d'objets existants dans un contexte donné. Elle s'intéresse donc à l'étude des systèmes de symboles et leurs relations aux objets (sémantique, syntaxe, pragmatique et sigmatique en sont ses quatre concepts de base), marquant ainsi une volonté de s'investir dans les diverses étapes de conception (47).

La psychologie de la perception, la sociologie et la micropsychologie interviennent dès les premières étapes du processus de conception, pour définir les conditions d'une intégration réussie du produit dans son environnement. La sociologie permet notamment de mieux

comprendre les raisons qui poussent la société à accepter et adopter telle innovation technologique et à rejeter telle autre.

La micropsychologie procède, quant à elle, à l'étude scientifique de l'individu dans son quotidien. Cette observation montre que le public considère comme un progrès technique réel les technologies qui lui facilitent la vie, en augmentant sa liberté d'action et son confort. La percée d'une technologie est donc à ce prix.

La psychologie de la perception énonce les fondements d'un « design sensoriel » par l'explication de la Gestalt théorie ou théorie de la forme, qui explique que « la perception puise dans l'inné, et également via les attentes de perception ou la mémoire, des informations qui vont permettre de rendre cohérentes les perceptions réellement ressenties : chaque scène perçue se décompose en partie se regroupant, où s'organisant. Cette théorie repose sur deux principes fondateurs : la distinction figure-fond et les principes de regroupement » (selon Stéphane Desbrosses).

L'écodesign est à part dans ces disciplines, et pourtant, ce domaine est à mettre dans la perspective plus générale du respect de l'individu, l'individu futur et son environnement. Elle repose sur le principe de base que l'environnement de l'homme de demain peut être impacté par les décisions et les pratiques de l'homme d'aujourd'hui.

Principes de bases positionnant l'analyse comme une technique métrologique fiable :

Le souci de rigueur de toute technique scientifique ou métrologique impose généralement deux notions essentielles que sont la standardisation et la reproductibilité d'une méthode qui se doit d'être spécifique et sensible.

La spécificité :

La question de la spécificité de l'analyse sensorielle ne se pose pas dans le sens où rien n'est plus spécifique qu'un nez pour reconnaître une odeur ; que des yeux pour percevoir formes, couleurs, ou plus généralement les diverses composantes d'un aspect ; que nos oreilles pour apprécier un son ; que nos papilles pour apprécier une mise en bouche sous

toutes ses considérations ; ou que nos récepteurs cutanés pour apprécier une texture, une sensation tactile. Nous avons vu, de ce fait, tout au long du premier chapitre, qu'à chacune de nos modalités sensorielles était dévolue un système récepteur et nerveux extrêmement bien organisé et spécifique.

De plus seul les sens humains sont capables d'apporter une dimension descriptive cherchées (en associant un qualificatif à une sensation donnée) et appréciative par la dimension psycho cognitive qui les caractérisent, dimension toutes deux recherchées dans certaines formes de tests de l'analyse sensorielle.

La sensibilité et reproductibilité :

Ces deux paramètres sont à rapprocher du fait qu'ils soient directement liés au nombre (30,48) de sujets effectuant l'analyse et leur niveau d'expérience (niveau qui détermine par ailleurs la sensibilité propre à chaque individu) ; et aux analyses statistiques qui seront appliquées aux tests effectués et répétés (27,49).

La mise en œuvre des techniques d'analyse sensorielle repose sur l'organisation de séances de mesure, pendant lesquelles des participants sont confrontés à des produits qu'ils doivent décrire et évaluer selon un ensemble précis de critères sensoriels auxquels on associe des descripteurs. Selon les objectifs poursuivis et la méthode utilisée, les testeurs ou juges peuvent être des experts, entraînés à l'évaluation des produits concernés ou des sujets novices (= naïfs). Les travaux de *Zeng et al.* proposent un certain nombre de voies d'études pour l'établissement d'une « évaluation sensorielle intelligente » (50) ou de nouveaux modèles d'analyse non conventionnels mais moins coûteux en temps et en moyens (51,52). D'autres travaux s'intéressent à la méthodologie de recueil et le traitement des informations d'un type particulier d'études : c'est le cas de *Fogliatto and Albin* qui proposent une structuration des méthodes d'analyse à la fois hédoniques, descriptives et quantitatives (53).

Le choix du niveau des juges, objet de nombreuses études (54), et leur entraînement permet de limiter la variabilité des études sensorielles. Cependant, certaines études tendant à

démontrer que ce niveau n'est pas d'une importance capitale, et que les profils sensoriels obtenus par différents type de panels (ensemble des participants à l'analyse) sont sensiblement identiques (55). Il convient tout de même de noter une différence quant à l'utilisation des moyens mis en œuvre lors de l'analyse ; et de souligner l'importance des compétences d'un jury expert capable d'intervenir au niveau de la conception.

La taille du panel, ou en d'autres termes le nombre de juges, est aussi largement étudié que ce panel soit naïf (30) ou expert (31,48).

Les termes utilisés lors d'une analyse sensorielle, soit les descripteurs, font l'objet d'une multitude de travaux associant statistiques et sciences cognitives dans le but d'une harmonisation et d'une validité des données collectées (56-60).

D'autres études s'attachent à l'étude de la répétabilité des mesures (23,61) faites par différents panels, notion qui les différencie des études consommateurs qui revêtent un caractère plus marketing et leur confère une validité et une pertinence plus que suffisantes (61-63), en démontrant, notamment l'intérêt d'une méthodologie d'évaluation rigoureusement menée (64).

La standardisation

De nombreux projets normatifs français et internationaux dans un domaine où rigueur (normative) et plaisir (hédonique) interagissent ont permis de mettre en place des normes générales de méthodologie dont la norme NF ISO 3972, dédiée à la méthode d'éveil à la sensibilité gustative, et la norme NF ISO 5496, dédiée à l'initiation et à l'entraînement des sujets à la détection et à la reconnaissance des odeurs ; des normes sur les essais hédoniques, dont la norme phare XP V09-501 dédiée à la description, la différenciation et la mesure hédonique ; des normes sur les essais de différenciation telles que la norme NF ISO 5495, dédiée aux essais de comparaison par paires ; et, enfin, des normes plus spécialisées s'appliquant au café, aux épices, au foie gras, au thé, aux pommes, aux bouchons de liège,... (cf. Annexe 1)

Métrologie et analyse sensorielle : présentation de la méthodologie de travail avec panel (15,65)

Étapes clefs d'une évaluation :

Très schématiquement, la réalisation d'une évaluation demande six étapes :

1. la détermination (par écrit) du but de l'évaluation (par exemple, épreuve de conformité ou épreuve d'acceptabilité) ;
2. le choix d'une méthode (comparaison, description, profil) et d'une ou plusieurs épreuve(s) ;
3. la fixation de la nature des échantillons et de leur nombre ; la définition de la quantité par échantillon, des conditions de présentation, du matériel, du lieu ;
4. la réunion (dans un sens très général) du jury et l'obtention de réponses individuelles ;
5. le dépouillement des réponses et leur interprétation (au moyen, notamment des outils statistiques) ;
6. la rédaction du rapport et des conclusions suggérant les décisions à prendre.

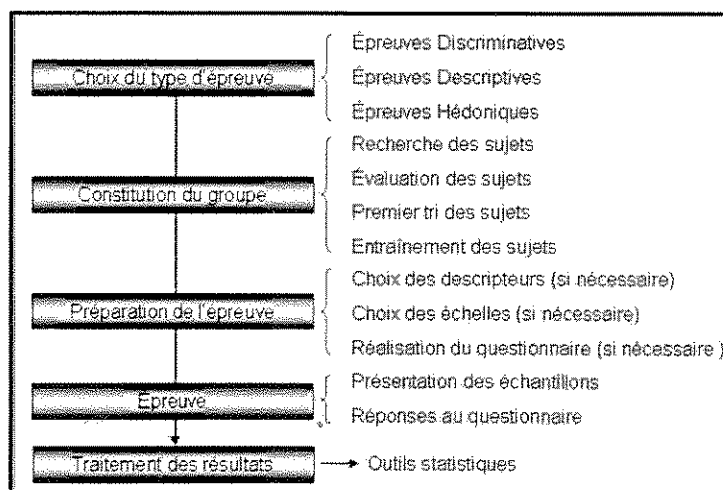


Figure 31 : Les étapes de l'analyse sensorielle (15)

Le choix du nombre et du type d'épreuve : (cf. Annexe 2)

Comme dans toute démarche, la première étape est de bien définir le problème et les contraintes pour choisir les tests à mettre en place en fonction de l'objectif fixé :

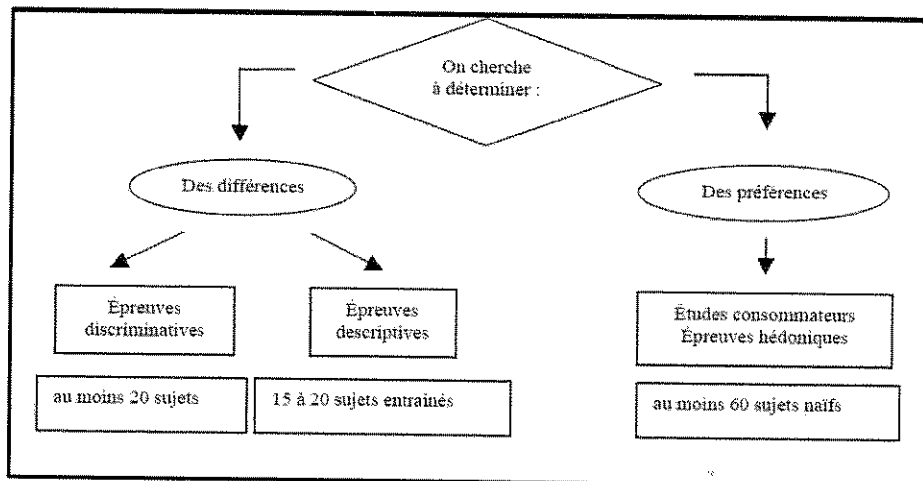


Figure 32: Vue d'ensemble des différentes épreuves de la métrologie sensorielle en fonction de l'objectif (15)

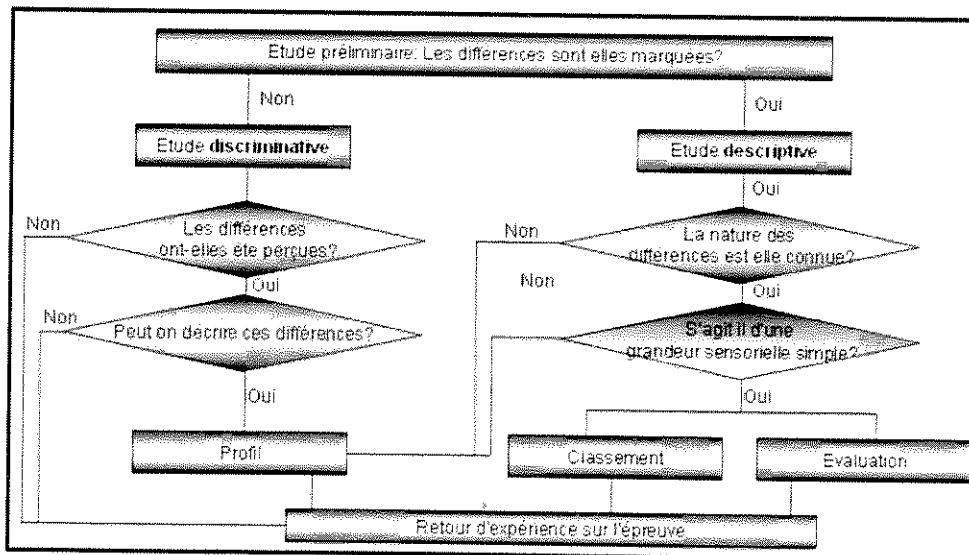


Figure 33: Choix du type d'épreuves analytiques (15)

Les différents types d'épreuves et quelques tests statistiques associés :

Les propriétés organoleptiques et sensorielles d'un produit peuvent être appréciées selon trois perspectives différentes : une perspective qualitative, une perspective quantitative et une perspective hédonique. A chacune d'entre elle correspondent des approches statistiques précisément définies (49) (cf. Annexe 2).

On distingue généralement trois types de méthodes d'analyse sensorielle :

- Les tests discriminatifs :

L'objectif ici est de repérer la différence entre deux ou plusieurs produits pour savoir, par exemple, si un changement dans le mode de production (changement d'ingrédients, de matériel de production, de processus...) a une conséquence sur la perception finale du produit par le consommateur.

On peut donc tester des produits concurrents, des formules différentes du même produit, le même produit à différents stades de maturation, ayant bénéficié de méthodes de stockage ou de conservation différenciée ou provenant de différents lots, etc. On peut également tester des produits que l'on sait différents, afin d'évaluer cette fois la fiabilité des testeurs et de sélectionner ainsi ceux qui décèlent le mieux les nuances et qui sont donc les plus aptes à participer à un panel d'analyse sensorielle. Les tests discriminatifs sont généralement faciles à mettre en œuvre et à interpréter. Ils reposent sur des questionnaires simples mais exigent des réponses obligatoires des testeurs

- Le test triangulaire :

Parmi les tests discriminatifs, l'un des plus utilisés est le test triangulaire (Norme ISO 4120, 2004). Les testeurs sont confrontés à 3 échantillons dont 2 sont identiques. Ces trois échantillons sont organisés dans les six combinaisons possibles AAB, ABA, BAA, BAB, BBA, ABB. On demande à chaque testeur d'indiquer, dans chaque combinaison qui lui est présentée, le produit qui lui paraît se distinguer des deux autres. Chaque testeur ne répond qu'à une seule voire deux combinaisons qui lui ont été attribuées aléatoirement. L'analyse des réponses obtenues permet de se prononcer sur la différence ou la similitude réelle entre les

deux produits représentés, à un certain niveau de risque. On utilise pour cela le test de la loi binomiale avec $p=1/3$. En effet, si les deux produits ne peuvent pas être distingués (hypothèse nulle $H_0 : A=B$), chaque échantillon a une probabilité de 1 sur 3 d'être désigné comme l'échantillon différent des deux autres. La table ci-après (que la norme Afnor fournit également) indique le nombre de bonnes réponses nécessaires pour conclure à la présence effective d'une différence, avec un degré de certitude de 95%, 99% ou 99,9%. Le risque de se tromper (respectivement de 5%, 1% ou 0,1%) en rejetant H_0 et en affirmant donc que les échantillons A et B sont bien différents correspond au risque α (ou erreur de type 1).

Tableau 6 : Proportions de réponses en faveur d'une différence et risques d'erreur
(d'après Norme ISO 4120, 2004)

Nombre de réponses obtenues	Nb de réponses pour une différenciation pour le test triangulaire au seuil de :		
	95%	99%	99,9%
10	7	8	9
11	7	8	10
12	8	9	10
13	8	9	11
14	9	10	11
15	9	10	12
20	11	13	14
30	15	17	19
40	19	21	24
50	23	26	28
60	27	30	33
70	31	34	37
80	35	38	41
90	38	42	45
100	42	49	49

C'est là le risque de l'industriel qui peut, par exemple, conserver à tort une formule donnée alors qu'il aurait pu proposer un produit identique avec une formule moins coûteuse. Le risque inverse de se tromper en ne rejetant pas l'hypothèse H_0 est le risque β (ou erreur de type 2), assimilé au risque du consommateur qui perçoit une différence sans s'y attendre et en avoir été informé, puisque l'industriel a conclu que les deux produits étaient identiques et qu'il pouvait changer de formule sans le signaler au consommateur. C'est peut-être un mauvais dosage entre le risque du consommateur et le risque de l'industriel qui a été récemment à l'origine de la polémique lancée par 60 millions de consommateurs sur les pratiques «

douteuses » des industriels, accusés de remplacer les ingrédients onéreux par d'autres moins chers, afin de préserver leurs marges en cette période de hausse des prix des matières premières.

- Le test A / Non-A :

Parmi les autres tests discriminatifs également fréquemment utilisés, on peut évoquer le test de conformité A-Non A (norme ISO 8588,1987). Ce type d'épreuve s'adresse à des jurys ayant une bonne connaissance d'un produit donné ou que l'on forme à l'identification des caractéristiques du produit concerné. On désigne le produit de référence par la lettre A et on présente aux testeurs une série d'échantillons, en leur demandant simplement d'indiquer, pour chacun s'il est A ou non A. Les résultats obtenus sont analysés à l'aide du test du Khi2.

- Autres tests discriminatifs :

Les épreuves duo-trio : on propose à chaque testeur 3 échantillons provenant de deux lots. L'un des trois est marqué comme échantillon de référence. On demande au testeur de choisir parmi les deux autres échantillons, celui qui est identique à l'échantillon témoin. Le traitement fait appel à la loi binomiale avec $p=1/2$.

Les épreuves p sur n (généralement 2 sur 5) : on propose à chaque testeur p échantillons identiques et y échantillons différents en lui demandant d'identifier les p semblables et les y différents. Le traitement fait appel à la loi binomiale avec $p=1/Cnp$

- Les tests descriptifs :

Les tests discriminatifs servent essentiellement à déterminer s'il existe des différences sensorielles entre des produits. Si on veut aller plus loin et qualifier ces différences éventuelles, il convient d'avoir recours aux tests descriptifs. L'objectif de ces derniers est d'aboutir à une description efficace des échantillons analysés. On parle de la définition du « profil sensoriel » du produit.

L'approche se base généralement sur une première phase de mise en évidence de descripteurs sensoriels pertinents permettant d'établir de manière claire et précise une véritable carte d'identité du produit. Certaines familles de produits comme les fromages, les

poissons, la charcuterie ou les corps gras disposent déjà d'une documentation fournie recensant les descripteurs les plus pertinents, que l'on pourra utiliser et/ou compléter. Pour les autres, il convient de s'atteler au recensement de tous les termes et adjectifs appartenant à l'univers sensoriel du produit et pouvant apporter un éclairage sur ses caractéristiques. Ce travail peut être conduit à l'aide du panel d'experts et en s'appuyant sur toutes les ressources bibliographiques possibles (documents métier, dictionnaires...). Il aboutit généralement à une liste contenant un grand nombre de termes que l'on affine ensuite avec les experts et en utilisant des méthodes statistiques adaptées. Il convient, au final, d'arriver à une liste contenant de 5 à 20 descripteurs clairement définis et compréhensibles de tous, capables de qualifier les produits concernés, de manière fiable et reproductible. Généralement, lorsque le nombre de descripteurs est important, il est possible de les présenter dans un regroupement par famille ou catégorie sensorielle (odeur, saveur, texture...). Le profil sensoriel ainsi défini permet désormais aux juges, formés et entraînés à l'utilisation des descripteurs établis, d'évaluer les intensités sensorielles pour différents échantillons de produits. Cette évaluation se fait généralement pour chaque descripteur sur une échelle en n points qui permet de dessiner, sur un graphique en étoile, le diagramme correspondant à chaque produit évalué.

Il est à noter qu'on peut définir le profil sensoriel d'un produit dans un objectif d'évaluation qualitative. Les descripteurs sont prévus, dans ce cas, avec une échelle d'intensité qui part d'un niveau 0 (absence de défaut) jusqu'à un niveau n (3, 4 ou 5) marquant un défaut important sur le critère concerné. Ainsi, on peut évaluer, pour un poisson, l'état de fraîcheur en notant l'aspect de la peau (0= Brillant luisant, 1=Brillant, 2= Terne), les tâches de sang dans les ouïes (0= Sans, 1= Petit, 2=Gros, 3= Très important), etc. Certains organismes utilisent ce type de cotation pour affecter un label de qualité à des produits.

- Les tests hédoniques :

Contrairement aux tests discriminatifs et descriptifs qui sont des approches analytiques visant à une évaluation objective du produit testé, les tests hédoniques s'attachent à la dimension « plaisir » et aux ressentis personnels des testeurs.

Ces tests font appel à des consommateurs naïfs, sélectionnés pour correspondre à la cible du produit et qui sont placés dans les conditions les plus proches possibles des conditions réelles de consommation. L'idée ici consiste donc à prendre une photographie des préférences ou de la satisfaction par rapport au produit, en s'attachant aux ressentis individuels plutôt qu'à l'évaluation normalisée de certains critères.

- Le test de classement :

Ce test permet de classer des produits ou des lots les uns par rapport aux autres, en fonction des préférences des consommateurs. On ne cherche pas ici à déterminer le niveau de satisfaction procuré par chaque produit ou lot mais plutôt à le hiérarchiser par rapport aux autres produits. Les produits sont généralement présentés simultanément au consommateur qui doit leur attribuer un rang de préférence sur différents critères proposés (aspect, toucher, goût, etc.). Le traitement des réponses s'effectue à l'aide du test de Friedman (NF ISO 8587), à partir de la somme des rangs obtenus par chaque produit.

- La notation hédonique :

Cette épreuve vise à évaluer le niveau de satisfaction des consommateurs par rapport aux produits testés, sur un certain nombre de critères. Les produits sont présentés de préférence un par un pour éviter les comparaisons entre eux dans le cas d'une présentation simultanée. Les consommateurs doivent donner une note d'appréciation à chaque produit, pour chacun des critères proposés. La notation peut se faire sur une échelle numérique en n points (note de 1 à n), une échelle sémantique (je déteste, je n'aime pas du tout, ... j'adore) ou sur une échelle visuelle représentée par une ligne avec à l'extrémité gauche « Je déteste » et à droite « J'adore » et sur laquelle le consommateur doit positionner une marque (un trait ou une croix) marquant son appréciation. Certains logiciels développés à cet effet permettent de cocher une position directement à l'écran ou de faire bouger un curseur sur la ligne pour marquer le niveau d'appréciation (66). Citons à titre d'exemple le logiciel PanelCheck®

Le traitement des données recueillies peut faire l'objet d'une analyse de la variance (48,49) pour examiner et interpréter les différences de moyennes obtenues ou les différences individuelles (67).

○ Le test d'acceptabilité :

Il s'agit d'une variante de la notation hédonique qui s'attache à présenter un seul produit, afin d'éviter les comparaisons conscientes ou inconscientes entre différents éléments.

On demande au testeur de noter les critères pour ce produit en fonction de son standard personnel pour évaluer, par exemple, l'acceptabilité par rapport au dosage en sel, au niveau de cuisson, à l'odeur, à la forme, à l'aspect,...

Les sujets ou membres du panel :

L'ensemble des sujets participants à une évaluation sensorielle constituent ce qu'on appelle un panel. Le sujet ou paneliste est l'élément central de l'évaluation sensorielle. Il est la source de données ou de descripteurs. Aussi, son recrutement, son initiation, son entraînement en vue de sa calibration, et de la vérification de sa confiance sont de primordiales.

En analyse sensorielle, le sujet représente l'instrument de mesure. La norme [ISO 8586-2, 1994] le définit comme étant « *toute personne prenant part à un essai sensoriel* ». Il est en fait l'évaluateur de la caractéristique à mesurer. Le sujet peut être soit naïf, soit entraîné. Tout dépend du type de produit présenté, de la caractéristique à mesurer, du contexte et de l'objectif de la mesure (54).

En tenant compte du type d'évaluation à réaliser, un sujet suivra en totalité ou partiellement différentes phases d'entraînement pour atteindre un niveau d'expertise souhaité par l'expérimentateur. La figure suivante décrit ces différentes étapes. La première d'entre elle est la sélection des sujets.

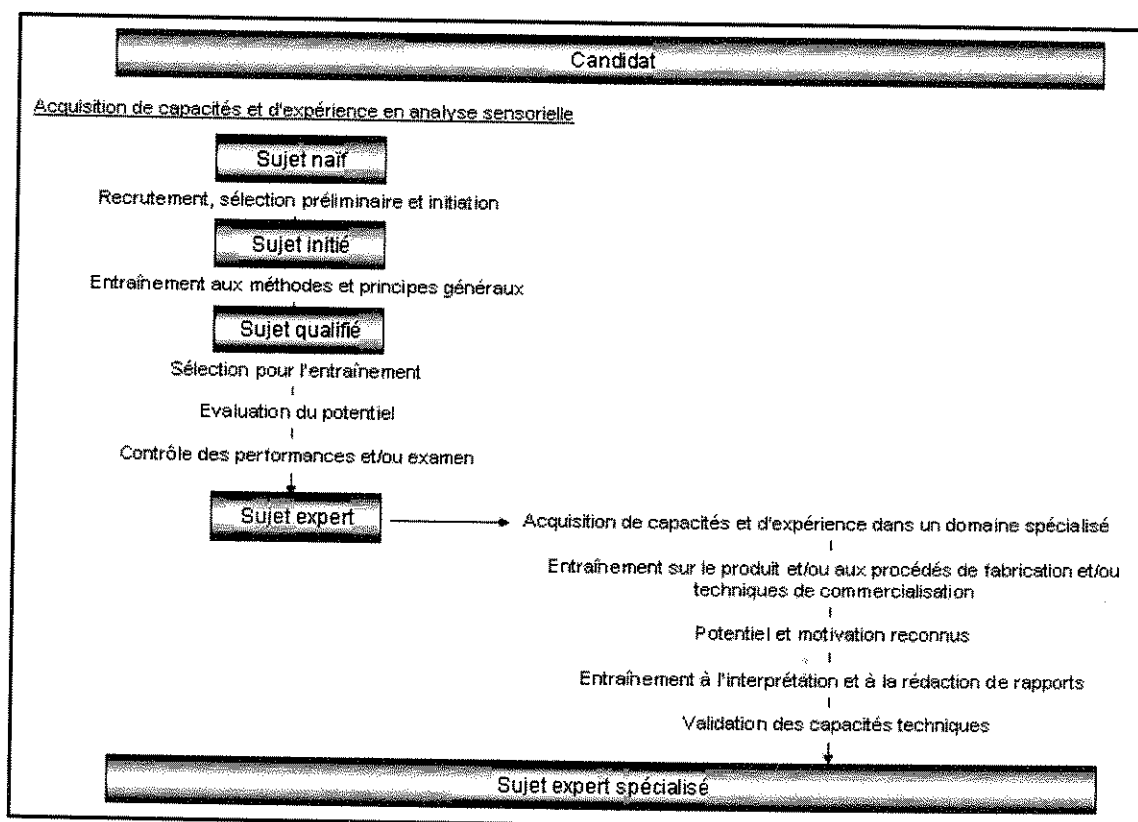


Figure 34: Les différents types de sujets [ISO 8586-2, 1994].

Cette représentation montre le passage entre les différents niveaux que le sujet peut atteindre : naïf, initié, qualifié et expert. Dans la norme [ISO 8586-2, 1994], le sujet naïf est défini comme une « personne ne répondant à aucun critère particulier », le sujet initié comme une « personne qui a déjà participé à un essai sensoriel », le sujet qualifié comme un « un sujet choisi pour sa capacité à effectuer un essai sensoriel » et l'expert comme « la personne qui, par ses connaissances et son expérience, a la compétence requise pour fournir un avis dans les domaines sur lesquels il est consulté ».

L'analyse sensorielle définit quant à elle deux types d'expert : le sujet expert et le sujet expert spécialisé. Le premier est un sujet qui a un niveau d'expertise tel qu'il est reconnu pour réaliser une analyse sensorielle de façon fiable. Le sujet expert spécialisé détient de plus une connaissance autre que celle du produit (par exemple, son procédé de fabrication, sa

technologie et/ou les différentes modifications de conception, matériaux, etc.) pouvant induire un changement dans son évaluation.

L'étape préliminaire commence par le recrutement des sujets (64). Ce recrutement peut se faire en interne (au sein de l'entreprise ou du laboratoire), ou en externe. Une fois les personnes recrutées, les critères de sélection permettent d'une part de sélectionner les sujets et d'autre part d'établir une fiche d'informations générales qui pourra être utilisée par la suite pour l'élaboration des groupes de tests et leur analyse, fiche qui notifie les critères utilisés pour la sélection et les informations générales d'identification des sujets. Ces critères concernent particulièrement un aspect médical vis-à-vis des tests et un aspect psychologique :

- la motivation vis-à-vis de l'étude: Elle est le garant d'un sérieux de la part du candidat. La formation et l'entraînement nécessitant de l'assiduité de la part des sujets, leur motivation est primordiale. Elle peut être mise en évidence par un entretien ou en leur demandant de décrire les raisons de leur participation.
- la disponibilité: L'assiduité est primordiale pour arriver à obtenir des résultats satisfaisants au niveau fiabilité, reproductibilité et justesse. Cela ne peut s'obtenir que par le suivi d'un entraînement progressif. Les sujets doivent donc assister à l'ensemble des séances.
- l'âge et le sexe: Bien que des études aient montré la supériorité des performances des femmes sur celles des hommes, la différence n'est pas significative lorsque l'on utilise un groupe de sujets. Ces facteurs ont pour but d'établir des groupes lors des études et non pas d'éliminer les sujets.
- la santé générale et l'absence de déficits sensoriels : Les sujets doivent être en bonne santé et ne pas souffrir de maladies « éliminatoires » telles que des allergies aux produits testés ou le diabète pour les tests sur produits sucrés. La prise de médicaments est également contre-indiquée du fait, notamment de leur potentielle interférence sur les sensations. Il faut s'assurer, également, que les panelistes ne sont pas sujets à des déficits sensoriels tels que le

daltonisme pour l'évaluation des couleurs le port de prothèse dentaire pour l'étude d'une texture ou encore l'agueusie et l'anosmie pour l'analyse de saveurs, d'arômes ou de parfums.

- les répulsions: on ne peut pas envisager que le sujet pourra fournir une réponse si la valeur affective qu'il accorde au produit est trop prononcée d'autant plus si elle est négative. Ainsi, toute répulsion du sujet vis-à-vis du produit conduit à son exclusion du jury.

La sélection spécifique à l'évaluation sensorielle se base, quant à elle, sur des essais en mettant à l'épreuve les aptitudes des sujets. On distingue un niveau général d'aptitudes et un niveau particulier. Le niveau général permet de cerner l'aptitude du sujet à comprendre les questions, répondre à un questionnaire, décrire et s'exprimer. .. Ce niveau peut être évalué avec des tests spécifiques ou par un dépouillement des tests du niveau particulier. Pour le niveau particulier, on s'attache à mettre en évidence les capacités du sujet à discriminer un stimulus (68), à l'apprendre et le mémoriser, à différencier les intensités ... L'évaluation de ces aptitudes peut se faire sur des substances très variées ou directement en liaison avec les produits à analyser.

La sélection faite, l'entraînement, phase la plus importante à l'obtention de résultats valides, peut commencer. L'entraînement doit permettre au sujet de se familiariser avec le vocabulaire spécifique lié à l'étude et au produit, mémoriser les grandeurs et les descripteurs associés, retrouver ces grandeurs et leurs descripteurs dans un mélange complexe et d'étalonner ses mesures sensorielles via les références existantes et les comparaisons aux autres sujets.

L'entraînement doit porter aussi bien sur la technique par des explications orales et des applications pratiques que sur la généralité et l'utilisation de l'évaluation sensorielle. Ce deuxième aspect est plutôt une phase théorique où les sujets sont familiarisés avec la physiologie sensorielle, le rôle et la place de l'évaluation sensorielle dans l'entreprise et les raisons des consignes générales.

Les échantillons et leur présentation :

A partir du choix des sujets et suivant la démarche d'analyse sensorielle utilisée, l'expérimentateur choisit ensuite la manière de présenter les échantillons des différents produits. Soit il les présente de manière simultanée soit il les présente de manière successive.

Cependant, et afin qu'aucun élément perturbateur venant de l'environnement extérieur ne vienne créer de la variabilité dans la mesure, des cabines d'évaluation sensorielle, appelées boxes d'isolement (15,65) sont préconisées le cas échéant. Ces cabines sont les plus neutres possible et toute conversation entre sujets est rendue impossible. Seule la communication, interfacée ou non avec l'animateur de la séance est autorisée.

La nature et la taille des échantillons (69) peut également influencer le paneliste quant aux mesures d'intensité par exemple, ce qui l'amène à être précisément définie.

Les descripteurs :

Ce sont des termes qui permettent la description d'un produit. Qualificatifs attribués à une grandeur perceptive caractéristique de l'échantillon, ces mots décrivent la sensation perçue. Cette description peut être simple, indiquant uniquement si le produit possède ou non le caractère décrit par le mot ; ou peut quantifier la perception par l'attribution d'une mesure à chaque descripteur (peu, très, extrêmement...)

La volonté de décrire de manière efficiente un produit se traduit par des exigences sur les descripteurs qui sont utilisés dans l'évaluation. Ainsi, le choix des descripteurs doit être guidé d'une part par la finalité de l'évaluation et d'autre part par cinq exigences. La finalité de l'évaluation impose certaines contraintes, comme la compréhension sans équivoque des termes par l'ensemble des sujets et ces critères doivent avant tout être :

- pertinents, c'est-à-dire appropriés au produit.
- précis, c'est-à-dire ne pas induire d'ambiguïté lors de leur utilisation pour la compréhension du sujet et de l'expérimentateur.

- discriminants, c'est-à-dire être choisis de manière à marquer clairement la différence entre deux produits
- exhaustifs, c'est à dire devant décrire l'ensemble du produit en s'attachant à montrer toutes les différences pouvant exister entre tous les produits.
- Indépendants, c'est-à-dire ne pas se chevaucher par la description de certains éléments du produit.

Parmi les cinq exigences trois sont d'une importance primordiale, à savoir la pertinence, la précision et le pouvoir discriminant, et deux sont moins importantes, l'exhaustivité et l'indépendance.

La pertinence s'impose d'elle-même. En effet un descripteur qui n'est pas pertinent pour caractériser un produit ne saurait être évalué. Comment, par exemple, attribuer une évaluation à la couleur d'une eau minérale?

La précision impose aux descripteurs de ne pas être ambigus: le descripteur ne doit pas pouvoir être décomposé en d'autres termes sinon c'est qu'il possède un sens trop large et l'un de ses composants doit être utilisé à la place. Compte tenu du flou engendré par la sémantique, cette exigence ne peut jamais être pleinement satisfaite. Ce manque dans la précision du descripteur engendre de l'incertitude sur la contribution relative des différentes acceptions qu'en font les sujets.

Le pouvoir discriminant est également primordial puisqu'il caractérise l'aptitude d'un descripteur à séparer les produits. En effet, si pour un descripteur tous les produits obtiennent la même note, son utilité dans la décision sera nulle puisqu'il ne permet pas de différencier les produits. L'exhaustivité des descripteurs permet d'appréhender le produit dans son intégrité vis-à-vis de la finalité de l'évaluation. En effet, il ne sert à rien de décrire de manière complète une crème lorsque le seul paramètre que l'on désire évaluer est sa texture. Cette notion d'exhaustivité est donc toujours à mettre en relation avec l'objectif fixé de l'évaluation.

L'indépendance des descripteurs permet de maximiser l'information pour un minimum de mots. La redondance pourrait sembler intéressante dans la mesure où elle permet de

diminuer le bruit et éventuellement de préciser le sens des mots. Cependant, elle a deux inconvénients majeurs à savoir une surcharge de travail pour les évaluateurs qui n'est pas proportionnelle au gain et un risque de confusion dans l'esprit des évaluateurs.

Les échelles :

Chaque descripteur libre ou non peut être lié à une échelle d'intensité permettant de saisir l'importance de la perception du descripteur dans le produit évalué. En fait, cette démarche est la même que celle demandée à un patient afin d'évaluer sa douleur sur une échelle de un à dix.

L'analyse sensorielle définit trois types d'échelle :

- échelle de catégorie : cette échelle est composée de catégories définies par des chiffres, mots ou dessins. Elle se compose donc de valeurs soit sémantiques, soit numériques.
- échelle d'intervalles : cette échelle est une échelle de repérage dont l'origine est arbitraire. De plus, les intervalles représentés sur cette échelle tiennent compte de la distance entre l'intensité perçue pour le descripteur donné. Cette échelle d'intervalle peut être soit structurée, soit non structurée.
- échelle proportionnelle : cette échelle représente le rapport entre deux sensations.

Échelle de catégorie

Évaluation de papiers abrasifs

Sémantique	Numérique
-très fin	-000
-fin	-0
-moyen	-1
-gros	-2
-très gros	-3

Échelle non structurée

Évaluation du caractère odeur de menthe pour du gel

Ech. ne présentant pas
d'odeur de menthe

Ech. présentant d'odeur de
menthe extrêmement forte

Échelle structurée

Évaluation du caractère sec ou juteux pour de la viande

très sec	sec	ni sec ni juteux	juteux	très juteux

Échelle proportionnelle

Évaluation du caractère acide pour des yaourts

Évaluez le caractère acide de l'échantillon témoin à l'aide du nombre de leur choix :

Trois yaourt sont ensuite présentés successivement. Pour chacun d'entre eux, attribuez une valeur à l'intensité du caractère acide, proportionnellement à la valeur donnée au témoin.

Échantillon 324	
Échantillon 641	
Échantillon 298	

Figure 35: Exemples d'échelles en évaluation sensorielle - extrait de (15)

L'analyse sensorielle en thérapeutique :

L'analyse sensorielle suggère que les sens humains sont indispensables, voire irremplaçables dans certaines situations, non seulement comme instrument de mesure dans le cadre d'études pratiques mais aussi pour une plus profonde compréhension de l'Homme et de ses perceptions. Ce n'est que de cette manière que l'on peut espérer une meilleure considération de l'Homme au sein des différentes situations auxquelles il peut être confronté.

Ce volet de ce second grand chapitre s'attache à montrer les différentes utilités de l'analyse sensorielle en thérapeutique, aussi bien dans la conception de traitements que dans le contrôle de ceux-ci. Il ouvre également la voie de l'appréciation de l'analyse sensorielle comme solution à un certain nombre de défis thérapeutiques tels que ceux de la petite enfance ou de la gériatrie, ou encore celle de l'observance de traitements au long cours.

Les sens comme moyen de contrôle :

Lors d'un contrôle qualité des médicaments, la première étape correspond à l'examen organoleptique. Celui-ci comprend toutes les activités relatives à la vérification des paramètres palpables à l'aide des organes de sens sans recourir aux appareils de mesure plus ou moins complexes. Dans ce type de contrôle, les facultés d'analyse de l'Homme et son sens de l'observation sont largement mis à profit dans le but de déceler à première vue un certain nombre d'anomalies par le biais notamment d'un examen visuel important mais aussi olfactif, tactile ou même gustatif. Le recours aux organes de sens (la vue, le goût, l'odorat, le toucher) permet de déterminer les caractères organoleptiques (couleur, forme, présence de gravure, onctuosité, aspect, causticité, odeur...) et l'état physique des médicaments. Il suppose une excellente connaissance du médicament à analyser et de certaines de ses propriétés physiques particulières (26).

De plus ces caractères organoleptiques exclusivement appréciés par les sens, permettent non seulement le contrôle des produits mais constituent aussi un bon moyen d'identification et de garantie de la qualité pharmaceutique puisqu'un produit peut être écarté s'il ne répond

pas aux spécifications organoleptiques bien qu'ils soient conformes aux autres analyses technico-instrumentales.

Les 5 sens pour adoucir le « poison médicamenteux » :

Le produit médicamenteux chargé historiquement d'une dimension sensorielle négative a depuis toujours fait l'objet de la prise en compte d'une dimension sensorielle pour le rendre plus acceptable, plus favorable à la compliance du patient, plus facile à utiliser...

Dimension gustative et aromatisation :

En effet, il n'y a pas longtemps encore, on liait l'efficacité du médicament à sa saveur déplaisante. Aujourd'hui, les remèdes sont devenus agréables pour favoriser l'observance ou, concernant les spécialités d'automédication, pour se démarquer de la concurrence. Dès lors, on ne peut qu'être ravis de trouver des médicaments pédiatriques aromatisés à la fraise, au caramel ou à la banane et se féliciter que l'huile de foie de morue soit enfermée dans de jolies capsules dorées.

C'est à ce niveau que l'aromatisation participe, en tant qu'étape clé de la formulation, au masquage du goût de certaines bases pharmaceutiques ou de certains excipients irremplaçables (conservateurs...) qui peuvent être brûlants, irritants, acides, amers, métalliques, astringents... ; et souvent aussi malodorants.

L'aromatisation est, sans doute, l'aspect le plus créatif de la galénique mais aussi le plus complexe, car il implique une étape de plus dans le process industriel ainsi qu'une dimension subjective et culturelle du fait de l'existence de variantes selon les pays, l'âge, le sexe, voire l'évolution des maladies bien qu'il subsiste tout de même des standards (menthe, agrumes, fraise, caramel...) et des constantes (les saveurs bonbon pour les enfants, saveurs fruitées pour les adultes, et saveurs mentholées ou caramels pour les plus âgés).

Pour un pharmacien, aromatiser un produit doit être une nécessité absolue car l'addition du moindre petit excipient peut perturber la stabilité, amener des difficultés du point de vue

compatibilités ou encore en termes analytiques. C'est un processus complexe mais qui peut à la fois garantir une meilleure observance mais aussi déterminer le succès d'un produit.

Nonobstant, l'aromatisation n'est pas toujours un processus sensoriellement réussi bien qu'il le soit d'un point de vue formulation.

En effet, de nombreux produits médicamenteux retrouvés sur le marché sont une abomination sensorielle. Pensons à cette suspension pédiatrique antibiotique qui pousse tous les parents à revenir à l'officine pour en changer car inacceptable sensoriellement, et qui peut avoir des effets allant jusqu'à un effet vomitif et à toutes les conséquences que cela peut engendrer en termes de mise en péril de la compliance thérapeutique, et d'émergence de résistances aux antibiotiques...

Notons, aussi que dans le cadre de cette modalité gustative, un procédé autre que l'aromatisation existe. C'est le « masquage du goût » destiné préférentiellement aux formes solides orales alors que l'aromatisation est plus spécifique des formes liquides. Le succès de l'une ou l'autre de ces techniques ne peut être assuré, dans les deux cas, que par la mise en œuvre de tests sensoriels (70,71).

Autres dimensions :

En dehors de la saveur des formulations orales, d'autres dimensions viennent s'y rajouter telles que les caractéristiques de texture, d'odeur, des caractéristiques visuelles ou de toute autre sensation somesthésique.

C'est ainsi que l'expérience montre que certains traitements sont rejetés pour leur texture qui prolonge souvent le séjour d'une saveur chargée d'amertume au niveau de la cavité buccale. D'autres produits sont rejetés pour leur odeurs, qu'elles soient intrinsèques au produit ou qu'elles soient liées à leur prise (cas des produits provoquant l'apparition d'odeurs inhabituelles au niveau des sécrétions corporelles et des excréta).

D'autres médicaments, notamment les sprays nasaux et les topiques dermiques sont abandonnés du fait de leurs sensations somesthésiques, et plus généralement sensorielles, désagréables et qui deviennent rapidement insupportables, notamment dans le cas de traitement au long cours comme ceux des rhinites allergiques pour le cas des sprays.

Ces mêmes sensations peuvent conditionner le choix d'un générique plutôt qu'un autre et conduire au jugement de son inefficacité (le patient n'éprouvant aucune sensation agréable au cours de l'application d'un topique dermique ou aucune once de confort lors de l'administration d'un spray nasal, rechigne à se plier aux posologies et rejettent le traitement. Dans l'autre sens, un patient est plus à même d'adhérer à un traitement lorsque celui-ci leur offre les meilleures caractéristiques sensorielles).

A la lumière de ces éléments certains médecins et pharmaciens, notamment industriels, ont adopté l'analyse sensorielle dans le choix des formulations et des traitements en admettant que l'évaluation sensorielle des produits pourrait constituer la clé à ce genre de problèmes. C'est ainsi que certaines études sur les sprays nasaux et les préférences des patients (41,72,73) ou s'intéressant à la comparaison sensorielle de diverses formulations d'olégels dermiques (21).

D'autres études liées à la comparaison de produits génériques et princeps (74) vont encore plus loin en proposant l'analyse sensorielle comme moyen de détecter des différences physico-chimiques pouvant affecter conjointement l'utilisation et le succès d'un traitement et suggère que l'analyse sensorielle pourrait constituer un moyen d'étude de bioéquivalence à la manière du test de dissolution pour les formulations orales solide.

En outre, la dimension visuelle n'est pas toujours prise en compte alors qu'elle constitue la première modalité sensorielle à intervenir dans tout contact avec un quelconque produit et revêt une importance capitale dans l'évitement de la confusion de produits. Si les industries pharmaceutiques françaises s'intéressent au visuel des génériques en développant une philosophie iconographique des conditionnements secondaires de médicaments permettant une compréhension plus aisée des traitements (posologies et modes d'administration), les

Etats-Unis vont encore plus loin en concevant des formes pédiatriques (pour la nutrition ou de petits maux tels que les maux de dents) très attractives visuellement (forme de bonbon de gélatine ourson coloré). Le Maroc, quant à lui, reste bien loin derrière en permettant le développement de gamme de génériques aux conditionnements peu parlants et très proches visuellement les uns des autres pouvant conduire à des confusions d'autant que la population est pour moitié analphabète.

L'analyse sensorielle : une promesse de solution aux défis de la petite enfance, de la gériatrie et des pathologies de dénutrition :

Les défis de la petite enfance, de la gériatrie et des problèmes liés à la dénutrition tels que l'anorexie sont à considérer ensemble du fait de l'importance de la palatabilité des produits proposés dans la réussite de leurs traitements respectifs.

En effet, qu'il s'agisse de formulations pédiatriques ou gériatriques, ou encore des suppléments de nutrition orale, ces produits sont des formes le plus souvent liquides très peu adaptées, d'un point de vue sensoriel, aux attentes de ces catégories de patients. Ceux-ci présentent des difficultés à la déglutition d'ordre fonctionnelle ou psychologique qui imposent une formulation sous forme de solution ou de mixture (dans le cas des troubles nutritionnels), formes pour lesquelles l'obtention d'une saveur et/ou d'une texture agréables est plus que difficile d'autant plus qu'elles comportent, bien souvent, des principes ou des composants chargés d'amertume (69,75-79).

Le goût, à comprendre, ici, comme une modalité plurisensorielle associant olfaction somesthésie oro-buccale et saveur, représente une caractéristique non négligeable du produit du fait qu'il conditionne l'acceptation du produit proposé pour le traitement. Les enfants par leur univers sensoriel quelque peu différent de celui des adultes, les personnes âgées par leur refus de concéder leurs derniers petits plaisirs de la vie souvent apportés par les sens et par leur perte d'appétit tous comme les personnes sujettes à l'anorexie (78), sont beaucoup plus réfractaires aux traitements désagréables. (cf. Annexe3).

Les challenges de la petite enfance font, aujourd'hui, l'objet de recommandations de l'Agence Européenne du Médicament (EMA, European Medicines Agency) dans le cadre de la promotion de la sécurité, l'efficacité et la qualité des formulations pédiatriques (76). Prenant conscience du manque à combler en thérapeutique pédiatrique, les instances européennes instaurent, en 2007(80), un groupe de travail, The European Paediatrics Formulations Initiative (EuPFI), à l'image de leur homologue américain l'US-PFI dix ans plus tôt. Ce collège de spécialistes du domaine de la santé œuvre dans le but d'apporter des solutions thérapeutiques adaptées aux besoins et aux impératifs infantiles (81).

Tous ces défis pourraient être relevés par l'évaluation sensorielle du fait qu'elle constitue un moyen de s'assurer de la palatabilité des produits, mais aussi et surtout, parce qu'elle offre la possibilité, aux côtés des sciences de la perception, de comprendre l'univers de ces catégories particulières de patients.

L'analyse sensorielle comme promoteur de l'effet placebo :

L'effet placebo se définit comme étant une réponse psychophysiologique positive conséquente à l'administration d'une substance pharmacologiquement inactive. Cet effet subjectif, mais bien réel se base sur le conditionnement et la suggestion qui renforce le premier. Il prend part à l'efficacité globale d'un traitement aux côtés de l'effet pharmacologique.

L'administration d'un placebo à la place du produit actif semble avoir un effet non négligeable sur divers paramètres biologiques ou comportementaux. La réalité pratique de ces effets a justifié l'introduction de placebo dans les protocoles de recherche pharmacologique. Le mécanisme de ces effets commence à être élucidé aujourd'hui grâce aux techniques d'imagerie médicale et semblerait reposer sur une augmentation de la libération d'endorphines serait lié, à la fois, au conditionnement et à l'attente du patient(82).

Aussi, *Schenk et Joz-Roland* (83), expliquent qu'« amorcer le sujet par une hypothèse suffisamment bonne », en faisant appel au pouvoir de suggestion pourrait améliorer l'efficacité des traitements en augmentant la proportion de l'effet placebo.

A contrario, une hypothèse de « mauvaise augure » pourrait déclencher un effet nocebo. En effet, un sensoriel désagréable serait capable de déclencher le système sensoriel nociceptif (11,84).

De plus, un produit sensoriellement désagréable peut engendrer une forme d'anxiété à chaque administration, chaque prise étant considérée comme une situation redoutée et vécue comme un stress ; tandis qu'un sensoriel agréable stimulerait les centres du plaisir favorisant ainsi une réponse positive au traitement.

Serait-ce là le secret de la preuve de l'efficacité des produits homéopathiques qui accordent une importance à l'individu dans son traitement et au sensoriel (petits granules sucrés facile à administrer même au plus réfractaires des enfants comparé au gros comprimés bicouches, matriciels,... élaborés dans le but d'améliorer l'observance par la réduction du nombre de prises journalières mais à déglutition difficile) ?

Ce qui est sûr, néanmoins, est que ces divers systèmes, plaisir, angoisse, inquiétude et modalités sensorielles, empruntent des voies, à de nombreux points, communes ou liées par une relation de causalité.

RESUMES

RESUME

Titre : L'Analyse sensorielle : une voie pour une meilleure considération du patient à travers ses sens

Auteur : Melle Samira ZOUBIR

Mots-clés : descripteurs ; métrologie; panel ; placebo ; sens

Les progrès technologiques en matière de Santé ont bien souvent oublié de se soucier de l'Homme, de ses perceptions, de ses besoins et de ses aspirations au profit du gain de temps, de la productivité ou des prouesses techniques et des innovations.

Aujourd'hui, les défis à relever doivent replacer l'Homme au centre de toutes les préoccupations. Qu'il s'agisse du développement d'un générique, du succès d'un traitement (compliance, observance, acceptabilité, voire même qualité...) ou encore d'une méthode de soin en général, l'étude de la perception sensorielle de tout individu est essentielle à la compréhension des besoins et des attentes en matière de traitement.

Ce travail s'intéresse à l'analyse sensorielle, une technique plutôt récente et limitée le plus souvent au domaine agro-alimentaire, mais qui s'étend très rapidement à bien d'autres domaines de par la promesse qu'elle porte en elle d'apporter des réponses quant à la qualité des produits et les attitudes des individus vis-à-vis de ceux-ci. Cette méthode a été introduite dans les années 30 pour palier à l'absence de techniques instrumentales efficaces dans le secteur agro-alimentaire pour mesurer le goût. Elle consiste à utiliser l'Homme comme « instrument de mesure » en faisant appel à tous ses sens, l'olfaction, la gustation, le toucher, l'ouïe ou la vue.

Le but final de cette thèse est de présenter cet outil prometteur et, parfois, incontournable qu'est l'analyse sensorielle tout en essayant de mettre en évidence ses utilités dans le secteur médico-pharmaceutique.

ABSTRACT:

Title : Sensory analysis: A way for a greater consideration of human-beings through their senses

Author : Ms. Samira ZOUBIR

Keywords: : descriptors; metrology; panel; placebo; senses

Technological advances in health often forgot to worry about human, its perceptions, its needs and aspirations for the benefit of gain time, productivity or the technical prowess and innovations.

Today, the challenges should replace the man as the focus of all concerns. Whether it is the development of a generic, of the success of a treatment (compliance, adherence, acceptability, or even same quality...) or a method of care in general, the study of the sensory perception of everyone is essential to understanding the needs and expectations for treatment.

This work focuses on sensory analysis, a rather recent technology and limited mostly to the agro-food area, but which extends very quickly in many other areas because of the promise that it carries within it to provide answers as to the quality of the products and the attitudes of people towards them. This method was introduced in the 1930s to compensate for the absence of instrumental technique effective in the food sector to gauge the taste. It is about to use human beings as "measuring instrument" using all his senses, like smelling, tasting, touching, hearing or seeing.

The ultimate goal of this thesis is to present this promising, and probably essential, tool is the sensory analysis while trying to highlight its utilities in the pharmaceutical sector.

ملخص:

العنوان : التحليل الحسي: وسيلة لاعتبار أفضل للإنسان من خلال حواسه

المؤلفة : الأنسة سميرة زوبير

الكلمات الأساسية الدالة : واصف؛ علم القياس؛ لجنة مقياسية (رَعِيل)؛ عُفْل؛ حواس

إن التقدم التكنولوجي في مجال الصحة كثيرا ما نسي أن يهتم بالإنسان، و حواسه، و تصوراته، واحتياجاته وتطلعاته لفائدة كسب الوقت والإنتاجية أو البراعة التقنية والابتكارات.

فتحديات اليوم يجب ان تضع الانسان في صلب جميع الاهتمامات. سواء كانت في شأن تطوير الأدوية الجنيسة، أو نجاح علاج ما (الامتثال، النقيذ والقبول، بل حتى الجودة...) أو نهج العناية بوجه عام، دراسة التصور أو الإدراك الحسي لكل فرد أساسي لفهم احتياجات وتوقعات الإنسان بخصوص العلاج.

هذا العمل يركز على التحليل الحسي، تكنولوجيا حديثة نسبيا ويقتصر معظمها في مجال الصناعات الزراعية و الغذائية، ولكنها تمتد بسرعة كبيرة إلى العديد من المجالات الأخرى بسبب الوعد الذي تحمله حيث تقدّم إجابات هامة بشأن جودة المنتجات ومواقف الفرد اتجاههم. و قدّمت هذه التقنية في الثلاثينات من القرن الماضي للتعويض عن عدم وجود أسلوب فعال في قطاع الصناعات الغذائية لقياس الذوق. تعتمد هذه التقنية على استخدام الإنسان ك"أداة قياس" استعمالها لجميع حواسه، كحس الشم، والذوق، واللمس، والسمع أو البصر.

الهدف النهائي لهذه الأطروحة يكمن في تقديم هذه التقنية الأساسية و هي التحليل الحسي و محاولة تسليط الضوء على المرافق و الفوائد التي يمكننا كسبها في القطاع الطبي و الصيدلي.

ANNEXES

Annexe 1 : Les normes de l'analyse sensorielle

Normes AFNOR (Association Française de la NORMalisation) relatives à l'évaluation sensorielle

- o **Norme Internationale ISO 22935-2:2009** : « Lait et produits laitiers – Analyse sensorielle – Partie 2 : Méthodes recommandées pour l'évaluation sensorielle »
- o **NF EN ISO 707 : 1997** : « Lait et produits laitiers – Lignes directrices pour l'échantillonnage » (V04-150)
- o **NF ISO 5492 : 1992** : « Analyse sensorielle – Vocabulaire » (Indice de classement : V00-150)
- o **NF ISO 6658 : 2006** : « Analyse sensorielle – Méthodologie – Lignes directrices générales » (Indice de classement : V09-001)
- o **NF ISO 8586-1 : 1993** : « Analyse sensorielle – Guide général pour sélection, l'entraînement et le contrôle des sujet – Partie 1 : sujets qualifiés » (Indice de classement : V09-003-1)
- o **NF ISO 8586-2 : 1994** : « Analyse sensorielle – Guide général pour sélection, l'entraînement et le contrôle des sujet – Partie 2 : experts » (Indice de classement : V09-003-2)
- o **NF ISO 13300-1 : 2006** : « Analyse sensorielle – Guide général à l'attention du personnels des laboratoires d'analyse sensorielle – Partie 1 : responsabilités du personnel » (Indice de classement : V09-004-2)
- o **NF ISO 13300-2 : 2006** : « Analyse sensorielle – Guide général à l'attention du personnels des laboratoires d'analyse sensorielle – Partie 2 : recrutement et formation des animateurs de jury » (Indice de classement : V09-004-2)
- o **NF V09-005 :1982** : « Méthodologie – Directives pour la préparation d'échantillons pour lesquels l'analyse sensorielle directe n'est pas possible » (Indice de classement : V09-005)
- o **NF V09-105 :1987** : « Analyse sensorielle –Directives générales pour l'implantation de locaux destinés à l'analyse sensorielle » (Indice de classement : V09-105)
- o **NF ISO 3972 : 2005** : « Analyse sensorielle –Méthodologie – Méthode d'éveil à la sensibilité gustative » (Indice de classement : V09-002)
- o **NF ISO 5496 : 2006** : « Analyse sensorielle – Méthodologie – Initiation et entraînement des sujets à la détection et à la reconnaissance des odeurs » (Indice de classement : V09-006)
- o **NF ISO 11037 : 1999** : « Méthodologie – Directives générales et méthode d'essai pour l'évaluation de la couleur des produits alimentaires » (Indice de classement : V09-008)
- o **NF ISO 11056 : 2000** : « Analyse sensorielle –Méthodologie – Méthode d'estimation de la grandeur » (Indice de classement : V09-019)

- **NF ISO 16820 : 2004** : « Analyse sensorielle – Méthodologie – Analyse séquentielle » (Indice de classement : V09-024)
- **BP X10-040 : 2003** : Caractérisation sensorielle des matériaux – Méthodologie générale – Recommandations méthodologiques pour l'analyse sensorielle de la matière première au produit fini » (Indice de classement : X10-040)
- **XP V09-500 : 2000** : « Analyse sensorielle – Méthodologie – Directives générales pour la réalisation d'épreuves hédoniques en laboratoire d'évaluation sensorielle ou en salle en conditions contrôlées impliquant des consommateurs » (Indice de classement : V09-500)
- **XP V09-501 : 1999** : « Analyse sensorielle – Guide générale pour l'évaluation sensorielle – Description, différenciation et mesure hédonique » (Indice de classement : V09-501)
- **XP V09-502 : 2002** : « Analyse sensorielle – Directives générales pour un suivi, par approche sensorielle, de la qualité d'un produit au cours de sa fabrication » (Indice de classement : V09-502)
- **NF ISO 5495 : 2006** : « Analyse sensorielle – Méthodologie – Essai de comparaison par paires » (Indice de classement : V09-012)
- **NF ISO 4120 : 2004** : « Analyse sensorielle – Méthodologie – Essai triangulaire » (Indice de classement : V09-013)
- **NF ISO 4121 : 2004** : « Analyse sensorielle – Lignes directrices pour l'utilisation d'échelles de réponses quantitatives » (Indice de classement : V09-015) »
- **NF V09-017 : 1984** : « Analyse sensorielle – Méthodologie – Essai « A »-« Non A » (Indice de classement : V09-017)
- **NF ISO 8587 : 2007** : « Analyse sensorielle – Méthodologie – Classement par rangs » (Indice de classement : V09-018)
- **NF ISO 10399 : 2004** : « Analyse sensorielle – Méthodologie – Essai Duo-trio » (Indice de classement : V09-020)
- **NF ISO 13301 : 2002** : « Analyse sensorielle – Méthodologie – Lignes directrices générales pour la mesure des seuils de détection d'odeur, de flaveur et de goût par une technique à choix forcé de 1 parmi 3 (3-AFC) » (Indice de classement : V09-023)
- **NF ISO 13299 : 2003** : « Analyse sensorielle – Méthodologie – Directives générales pour l'établissement d'un profil sensoriel » (Indice de classement : V09-007)
- **NF V09-016 : 1983** : « Analyse sensorielle – Méthodologie – Méthode d'établissement du profil de la flaveur » (Indice de classement : V09-016)
- **NF ISO 6564 : 1985** : « Analyse sensorielle. Méthodologie. Méthodes d'établissement du profil de la flaveur »
- **NF ISO 11035 : 1995** : « Analyse sensorielle – Recherche et sélection de descripteurs pour l'élaboration d'un profil sensoriel, par approche multidimensionnelle » (Indice de classement : V09-021)
- **NF ISO 11036 : 1995** : « Analyse sensorielle – Méthodologie – Profil de la texture » (Indice de classement : V09-022)

- **BP X10-041 : 2004** : « Caractérisation sensorielle des matériaux – Recommandations pratiques pour l'analyse tactile de la matière première au produit fini » (Indice de classement : X10-041)
- **BP X10-042 : 2006** : « Caractérisation sensorielle des matériaux – Recommandations pratiques pour l'analyse visuelle de la matière première au produit fini » (Indice de classement : X10-042)
- **NF ISO 13302 : 2004** : « Analyse sensorielle – Méthodes pour évaluer les modifications de la flaveur des aliments causées par l'emballage » (Indice de classement : V09-009)
- **NF EN 1230-1 : 2002** : « Papier et carton destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires – Analyse sensorielle – Partie 1 : odeur » (Indice de classement : Q03-085-1)
- **NF EN 1230-2 : 2002** : « Papier et carton destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires – Analyse sensorielle – Partie 2 : flaveur atypique (flaveur ou odeur parasite) » (Indice de classement : Q03-085-2)
- **NF V03-306 : 1977** : « Café vert – Examens olfactif et visuel » (Indice de classement : V03-306)
- **NF ISO 6668 : 1991** : « Café vert – Préparation d'un échantillon en vue de l'analyse sensorielle » (Indice de classement : V03-313)
- **NF EN 1420-1 : 1999** : « Influence des matériaux organiques sur l'eau destinée à la consommation humaine – Détermination de l'odeur et de la flaveur de l'eau dans les réseaux de conduites – Partie 1 : méthode d'essai » (Indice de classement : P41-030)
- **NF EN ISO 7887 : 1995** : « Qualité de l'eau – Examen et détermination de la couleur » (Indice de classement : T90-034)
- **NF EN 1622 : 2006** : « Qualité de l'eau – Détermination du seuil d'odeur (TON) et du seuil de flaveur (TFN) » (Indice de classement : T90-035)
- **NF ISO 3513 : 1995** : « Piments enragés (dits « de Cayenne ») – Détermination de l'indice de scoville » (Indice de classement : V32-069)
- **V63-100 : 1995** : Foie gras et préparations à base de foie gras – Recommandations pour la préparation et la réalisation d'essais par les consommateurs – Essais par évaluation sensorielle » (Indice de classement : V63-100)
- **NF V20-201 : 1981** : « Méthode de présomption de la qualité gustative des pommes golden delicious (indice de qualité) » (Indice de classement : V20-201)
- **NF U43-151 : 1981** : « Méthode d'appréciation par dégustation de la qualité des pommes de terre provenant de cultures ayant subi des traitements pesticides » (Indice de classement : U43-151)
- **NF ISO 7304 : 1989** : « Semoules de blé dur et pâtes alimentaires – Appréciation de la qualité culinaire des spaghetti par analyse sensorielle » (Indice de classement : V03-714)
- **NF V00-110 : 1983** : « Thé noir – Vocabulaire » (Indice de classement : V00-110)
- **NF V03-355 : 1981** : « Thé – Préparation d'une infusion en vue d'examens organoleptiques » (Indice de classement : V03-355)

- o **NF ISO 22308 : 2005** : Bouchons en liège – Analyse sensorielle » (Indice de classement : B57-102)
- o **NF V09-110 : 1971** : Appareillage – Verre à dégustation pour vins » (Indice de classement : V09-110)
- o **NF ISO 16657 : 2006** : « Analyse sensorielle – Appareillage – Verre pour la dégustation de l'huile d'olive » (Indice de classement : V09-111)

Projets de normes AFNOR relatives à l'analyse sensorielle :

- o **PR NF ISO 22935-1** : « Lait et produits laitiers. Analyse sensorielle. Partie 1 : directives générales pour le recrutement, la sélection, l'entraînement et le contrôle des sujets » (Indice de classement : V04-029-1PR)
- o **PR NF ISO 6668** : « Café vert – Préparation d'un échantillon en vue de l'analyse sensorielle » (Indice de classement : V03-313PR)
- o **PR NF EN ISO 707** : 1997 : « Lait et produits laitiers – Lignes directrices pour l'échantillonnage » (V04-150PR)
- o **PR NF ISO 5492** : « Analyse sensorielle – Vocabulaire » (Indice de classement : V00-150PR)
- o **PR NF ISO 8586-2 : 1994** : « Analyse sensorielle – Guide général pour sélection, l'entraînement et le contrôle des sujet – Partie 2 : experts » (Indice de classement : V09-003-2PR)
- o **PR NF ISO 8589** : « Analyse sensorielle – Directives générales pour la conception de locaux destinés à l'analyse sensorielle » (Indice de classement : V09-105PR)

*Annexe 2 : Table pour le choix d'une méthode
d'évaluation sensorielle et tests statistiques*

Epreuves discriminatives :

Procédure expérimentale									
			Sujets		Echantillons				
			Type	Nbre par groupe	Nbre par groupe	Présentation	Répétition	Ordre de présentation	Interprétation Statistique
Epreuve d'appariement	Domaine d'application Déterminer les proximités entre n produits Sélectionner la production d'un fabricant / la concurrence	Questionnaire Affecter un échantillon à un ténorin	natifs	/	/	Simultanément les échantillons et les ténorins	Plusieurs fois chaque échantillon	Aléatoire, variable suivant les sujets	χ^2
Epreuve triangulaire	Déterminer ou non les différences entre 2 produits	3 échantillons dont 2 identiques, retrouver les 2 identiques	natifs	/	/	les 3 simultanément	Oui, un même nombre de fois	Motivé à chaque présentation de 3 échantillons	Loi binomiale $p = 1/3$ test unilatéral
Epreuve duo-trio	Adapter au contrôle qualité, mise en évidence des faibles variations dans une production	1 ténorin identifié, 2 échantillons, retrouver l'échantillon qui est identique au ténorin	natifs	/	/	Ténorin constant toute l'épreuve ou ténorin variant soit l'un ou l'autre des échantillons	non	Simultanément	Loi binomiale $p = 1/2$ test unilatéral
Epreuve A-non A	Adapter au contrôle qualité, cas où le ténorin représente la norme Conseiller dans le cas de petite différence d'aspect car les échantillons ne sont pas visibles en même temps	1 ténorin mémorisé au début de l'épreuve, identifier l'échantillon présenté comme différent ou non	/	/	/	Un par un	Le ténorin comme les différents échantillons doivent être présentés un même nombre de fois répartis aléatoirement par sujet	Aléatoire, variable suivant les sujets	χ^2
Epreuve p parmi n	Résoudre quand la comparaison de nombreux produits de pose pas de problème, exemple comparaison visuelle	n échantillons présentés, repartir en p groupes identiques, l'un de p et l'autre de n-p	natifs	/	/	les n simultanément	Oui, un même nombre de fois	Motivé à chaque présentation	Loi binomiale $p = 1/n$ test unilatéral

Epreuves descriptives :

		Procédure expérimentale							Interprétation Statistique	
		Sujets			Echantillons					
		Type	Nbre par groupe	Nbre par groupe	Présentation	Répétition	Ordre de présentation			
Epreuve de classement		Domaine d'application	Questionnaire	Natifs	/	Cela dépend de sa nature	Simultanément	Non	Aléatoire quand il s'agit de comparaison visuelle	Test de Friedman
Evaluation d'une grandeur sensorielle simple	Epreuve de cotation	Utiliser dans le cas d'une échelle ordonnée pour une caractéristique	Indiquer à quelle classe, l'échantillon présenté appartient	natifs	/	Peu	Successivement	Non	/	Test de Fisher
	Epreuve d'intervalle	Utiliser dans le cas d'une échelle structurées ou non pour une caractéristique	Indiquer à quel niveau sur l'échelle, l'échantillon présenté appartient	entraînés	/	Peu	Simultanément	Non	/	Analyse de la variance
	Epreuve de rapport		Donner une valeur sur la caractéristique mesurée de l'échantillon et après faite de même pour les échantillons présentés en fonction de la note donnée au témoin	/	/	Peu	Successivement	Non	/	Test de Student...
										Transformation logarithmique ou autre pour standardiser les échelles des sujets, analyse de la variance (test de Fisher)...

		Procédure expérimentale						Interprétation Statistique		
		Sujets				Echantillons				
		Type	Nbre par groupe	Nbre par groupe	Présentation	Répétition	Ordre de présentation			
Evaluation d'une grandeur sensorielle complexe	Profil conventionnel	Domaine d'application Dès qu'on s'intéresse à une grandeur sensorielle complexe ne pouvant être mesurées par instrumentation tel que la texture, l'arôme.... Utiles pour la mise en place de produit et pour le suivi de produits fabriqués	Questionnaire Evaluer les descripteurs donnés pour chaque échantillon sur une échelle d'intensité	entraînés	≤51	Au maxi 5	Simultanément ou Successivement	Oui	Aléatoire et différent pour chaque sujet	Test de Student
	Profil avec libre choix du vocabulaire	Utiliser pour obtenir une carte sensorielle du produit	Les descripteurs sont définis pour chaque sujet à la première séance, donc chaque sujet a son propre questionnaire	entraînés	/	/	Monadique	Oui	Aléatoire et différent pour chaque sujet	Test de Friedman Analyse de variance Méthode STATIS Analyse discriminatoire généralisée

					Procédure expérimentale						Interprétation Statistique	
					Sujets		Echantillons					
					Type	Nbre par groupe	Nbre par groupe	Présentation	Répétition	Ordre de présentation		
Méthodes non verbales	Les mesures de similitudes	Domaine d'application	Utiliser pour obtenir une carte sensorielle du produit	Questionnaire	Indiquer leur degré de ressemblance sur une échelle continue ou discontinues	Peu entraînés			2 à 2	Oui, en changeant de pair	Aléatoire et différent pour chaque sujet	Méthodes de Multidimensionnal Scaling
	La méthode de tri		Utiliser pour obtenir une carte sensorielle du produit		Trier les échantillons selon un nombre non fixé de groupes selon leur similitude	Non entraînés	/	Au maxi 20	Simultanément ou selon un carré latin de Williams'	Oui	Aléatoire et différent pour chaque sujet	Méthodes de Multidimensionnal Scaling

Procédure expérimentale									
	Domaine d'application	Questionnaire	Sujets				Echantillons		
			Type	Nbre par groupe important	Nbre par groupe Minimum 4 ou 5	Présentation 2 par 2	Répétition Inversé le 2 par 2	Ordre de présentation Aléatoire, variable suivant les sujets	Interprétation Statistique
Epreuve par paire	Pour exprimer sa préférence entre 2 produits	Exprimer son avis entre 2 produits							
Epreuve de classement	Classer les échantillons sur leur caractère agréable	Ranger les échantillons présentés sur le critère agréable sur l'échelle proposée	Natifs	/	Cela dépend de sa nature	Simultanément	Non	Aléatoire quand il s'agit de comparaison visuelle	Test de Friedman Test de Fisher
Evaluation hédonique	Quand aucun standard bien connu n'est disponible sur le critère agréable du produit	Exprimer son avis sur une échelle déterminée pour le critère agréable ou une échelle d'intervalle	Natifs ou expérimentés	>36	<20	monadique	Les 2 premiers sont répétés à la fin	Aléatoire, variable suivant les sujets	/
Epreuve de lassitude	Prédire l'apparition d'une lassitude	Evaluer 15 échantillons mais tous identiques	Consommateurs ou potentiels consommateurs	>24	/	1 par 1	Non	Aléatoire	Test de Friedman
	Applicable sur des produits homogènes	Regarder l'écart type d'appréciation pour chaque sujet							Test de Kruskal et Wallis...
Epreuve d'aversion	Prédire l'apparition d'une aversion	Estimer par chaque sujet, le poids du produit qu'il a mangé, comparé au poids réel mangé	Consommateurs ou potentiels consommateurs	[36 ; 60]	/	1 par 1	Non	1 petite quantité (1/5) 1 grosse portion (1.5) 1 grosse portion (1.5) 1 petite quantité (1/5)	Test de Friedman Test de Kruskal et Wallis...

Epreuves hédoniques :

	Domaine d'application	Questionnaire	Procédure expérimentale						Interprétation Statistique
			Sujets		Echantillons				
			Type	Nbre par groupe	Nbre par groupe	Présentation	Répétition	Ordre de présentation	
Epreuve d'authenticité	Produits des produits de type diététique ou faiblement alcoolisé afin de comparer avec le produit réel	Dire s'il s'agit du produit authentique ou non	Personnes n'utilisant pas souvent le produit	<36	grand de 15 à 30	/	3 fois pour chaque variante	Aléatoire	Test binomial
Epreuve de consommation	Etudier le comportement de consommation	Regarder le comportement du sujet (à qui on a donné des tickets de consommation) en regardant sa consommation	/	/	1	Les sujets vont se servir quand ils veulent	Oui	/	Courbes temps- fréquence Table de contingence
Epreuve monadique	Pour évaluer l'acceptabilité dans une situation à domicile	Produits distribués aux familles, utilisés pendant un temps donné	Consommateurs ou potentiels consommateurs	>200	1	Produits distribués aux familles	Oui	/	/
Méthode de l'agenda et mesure de consommation	Utiliser pour des produits régulièrement utilisés Etudier plus précisément le comportement de consommation	Produits distribués aux familles, utilisés pendant un temps donné en notant quand et le poids consommés	Consommateurs ou potentiels consommateurs	/	/	Produits distribués aux familles	Oui	/	/

		Procédure expérimentale						Interprétation Statistique	
		Domaine d'application	Questionnaire	Sujets		Echantillons			
				Type	Nbre par groupe	Présentation	Répétition		Ordre de présentation
La notation par rapport à l'idéal	Permettre de rechercher pour chaque sujet interrogé le niveau idéal d'une caractéristique sensorielle	Evaluer la caractéristique souhaitée sur une échelle continue ou discontinue	Consommateurs habituels	≈ 30	≈ 6	1 à 1	Oui	Le premier doit être à un niveau juste inférieur ou juste supérieur aux produits du commerce	
			naïfs					Choisi en fonction des réponses des sujets	
La méthode du profil idéal	Permettre d'optimiser un produit sur différentes caractéristiques sensorielles	Evaluer les différentes caractéristiques du produit suivant une échelle continue ou discontinue	Consommateurs habituels	≈ 60	5 à 8 par séance	Simultanément	Non	/	
		La liste des descripteurs est réalisée par l'expérimentateur et affinée lors de la première séance	naïfs			ou		Test de Kendall...	
								1 à 1	

Annexe 3 : Sensorialités et comportements alimentaires

Compléments apportés par Christine Baly (INRA-PHASE) (extrait de(85))

La conduite alimentaire résulte d'un comportement motivé déterminé par l'intégration nerveuse au niveau de l'hypothalamus et du système limbique de signaux d'origine externe et interne. Elle fait écho aux besoins énergétiques de l'organisme dans un processus contribuant à l'homéostasie énergétique de l'individu.

Alors que dans des conditions d'alimentation *ad libitum* comme chez le rat de laboratoire, le repas est essentiellement déclenché par les signaux interoceptifs de faim, les signaux extéroceptifs vont participer au déclenchement du comportement alimentaire dans les conditions plus courantes où une recherche de nourriture est nécessaire, les signaux métaboliques de faim jouant souvent un rôle permissif. Chez l'homme, il est clair que les signaux visuels, olfactifs, gustatifs et même tactiles ou auditifs participent activement aux différentes phases du repas et vont participer au déclenchement aussi bien qu'à l'arrêt du repas en jouant sur les signaux de rassasiement.

Rôle des signaux sensoriels dans le déclenchement du repas

La phase céphalique est une cascade de réponses anticipatives conditionnelles impliquant le nerf vague, qui prépare l'organisme à l'acte alimentaire en intervenant dans les processus de digestion, d'absorption et de métabolisation des aliments (Power et Schulkin, 2008 pour revue). Déclenchée à différents niveaux du processus digestif (salive, contractions de l'estomac, libération d'enzymes et d'hormones métaboliques), elle intervient dans le contrôle de la taille du repas et de sa durée.

Le rôle des signaux sensoriels dans cette phase est bien connu : une stimulation sensorielle olfactive, gustative ou même visuelle (aliments en sacs transparents) stimule la phase céphalique en augmentant les sécrétions gastriques (Feldman et Richardson, 1986). A l'inverse, un bandage des yeux s'accompagne d'une diminution de la prise alimentaire de plus de 20% chez l'individu normal et obèse en modulant la phase céphalique (Linné et al., 2002 ; Barkeling et al., 2003). Il est à noter que certaines sécrétions liées à la phase céphalique, comme le pic d'insuline préprandial, sont perturbées chez les sujets obèses (Moriconi et al., 2000).

Enfin, chez un sujet en état de faim, la palatabilité des aliments (qui reflète la composante affective de l'image sensorielle de l'aliment) est augmentée, mais de façon différenciée, en fonction des expériences et des apprentissages olfacto-gustatifs passés, ce qui contribue largement aux choix alimentaires et à leur déviance.

Rôle des signaux sensoriels dans le rassasiement

Rassasiement sensoriel spécifique (RSS)

Le RSS entraîne une diminution progressive de l'attrait pour un aliment au fur et à mesure de sa consommation, et ce, de manière aliment-spécifique dès les premières minutes (Rolls et al., 1989). Son amplitude dépend de la texture, de la flaveur et de la couleur de l'aliment. Cependant, ce mécanisme est inefficace lorsque le repas est trop varié dans ses propriétés sensorielles (Sorensen et al., 2003) ou si de nouvelles flaveurs sont ajoutées à l'aliment, ce qui peut entraîner une surconsommation de 40% environ de l'aliment (Romer et al., 2006 ; Brondel et al., 2009).

Alliesthésie négative

Décrite par Cabanac et Duclaux (1973), elle démontre que la valeur hédonique des aliments est modulée par le statut interne de l'individu (ici nutritionnel). Les sensations olfactives et gustatives provoquées par un aliment sucré restent agréables tant que l'aliment n'est pas consommé, puis deviennent répulsives après repas. Ce phénomène est spécifique des odeurs alimentaires (Jiang et al., 2008).

Analyse rétronasale des arômes

Les molécules olfactives libérées par la mastication passent par voie rétronasale vers le système olfactif. L'intensité de l'activité rétronasale dépend des individus et une corrélation négative entre la performance rétronasale et la prise alimentaire *ad libitum* est observée (Rujschop et al., 2009). Ainsi, l'intensité de perception des arômes est un élément contrôlant la prise alimentaire.

Basés sur des signaux sensoriels, ces mécanismes participent à l'élaboration et à la modulation de la taille/durée du repas et de sa fréquence, et induisent des modifications de l'activité neuronale des systèmes limbiques et corticaux qui vont donc évoluer au cours des phases de repas et inter-prandiales. Il est à noter que la complexité des arômes d'un produit affecte le processus de rassasiement chez l'homme (Rujschop et al., 2010).

Rôle de l'état métabolique dans la modulation des signaux sensoriels

Il est reconnu que la carte d'activation de zones corticales cibles mesurée par résonance magnétique intrinsèque est radicalement différente entre individus à jeun ou à satiété en réponse à des stimuli olfactifs (O'Doherty et al., 2000) ou gustatifs purs (Haase et al., 2009). La réponse limbique mesurée à la vue d'un aliment est également augmentée par la mise à jeun (LaBar et al., 2001). Des études moléculaires récentes viennent appuyer ces données psychophysiques en montrant que les systèmes sensoriels périphériques sont directement modulés par le statut alimentaire au travers des peptides ou hormones de la prise alimentaire.

Modulation du sens gustatif

Des récepteurs à la leptine et au glucagon-like peptide 1 sont présents à la surface des cellules réceptrices du goût chez les rongeurs. Des études électro-physiologiques montrent que ces deux facteurs modulent négativement la réponse des fibres nerveuses au goût sucré (Kawai et al., 2000 ; Martin et al., 2009) et que GLP-1 module aussi positivement les fibres répondant au goût umami (Martin et al., 2009). Chez l'humain, les variations diurnes des taux de leptine plasmatique sont corrélées à des variations de sensibilité au goût sucré (Nakamura et al., 2008 ; Sanematsu et al., 2009). A l'inverse, les endocannabinoïdes, connus pour induire la prise alimentaire, augmentent la sensibilité au goût sucré (Yoshida et al., 2010). La perception des goûts est donc modulée dès leur arrivée dans la bouche.

Modulation du sens olfactif

Les performances olfactives des animaux dépendent de leur statut nutritionnel (Julliard et al., 2007). Des récepteurs à des molécules anorexigènes (leptine et insuline) ou orexigènes (orexines) sont présents à différents niveaux du système olfactif, en particulier à la surface des neurones sensoriels, et contrôlent la sensibilité olfactive. Par exemple, l'insuline et la leptine diminuent la réponse électrique globale ou unitaire des neurones aux odorants dans la muqueuse olfactive dès les premières secondes (Lacroix et al., 2008 ; Savignér et al., 2009). De plus, le niveau d'activation des neurones du bulbe vis-à-vis d'odeurs alimentaires peut être modulé par l'administration de peptides de la prise alimentaire (Prudhomme et al., 2009).

Ainsi, des régulations endocrines par des facteurs orexigènes ou anorexigènes contrôlent sélectivement la réponse aux stimuli extérieurs en agissant directement sur les organes sensoriels. Ces données doivent être prises en compte dans les stratégies de contrôle de la prise alimentaire développées en situation normale ou pathologique (Martin et al., 2009).

En conclusion, si les sens influent sur le comportement alimentaire, l'inverse est aussi vrai puisque l'état métabolique de l'individu régule ses performances sensorielles. La prise en compte de la dimension multi-sensorielle des aliments dans le contrôle de la prise alimentaire reste donc un challenge, même si les mécanismes neuronaux impliqués commencent à être décryptés (Rolls et al., 2005).

Références Bibliographiques :

1. Menu J, Corbe C. Stimulus visuel et différentes fonctions visuelles. Ophtalmologie-EMC . Elsevier Masson; 1991;
2. Le Bon A-M, Tromelin A, Thomas-Danguin T, Briand L. Les récepteurs olfactifs et le codage des odeurs. Cahiers de Nutrition et de Diététique . Elsevier; 2008 Dec;43(6):282–8.
3. Bonfils P. Physiologie, exploration et troubles de l'olfaction. Oto-rhino-laryngologie . Elsevier Masson; 2007 Nov 12
4. Gomez C. Physiologie et pathologie du goût. Médecine Buccale-EMC . Elsevier Masson; 2008
5. Faurion A. Physiologie de la gustation. Oto-rhino-laryngologie-EMC. 2000;(1):50–4.
6. Serratrice G, Azulay J, Serratrice J. Olfaction et gustation. Neurologie. 2006;(17432):1–11.
7. Delwiche JF, Heffelfinger AL. Cross-modal additivity of taste and smell. Journal of Sensory Studies. 2005;20(Iso 1992):512–25.
8. Nerveux LES, Principales LES, Sensorielles M. La somesthésie.
9. Dréno B. Anatomie et physiologie de la peau et de ses annexes Anatomy and physiology of skin and cutaneous annexes. Annales de Dermatologie et de Vénéréologie . Elsevier; 2009;136:S247–S251.
10. Nesa D, Crochemore S, Coudrec S. Analyse sensorielle des matériaux d ' habitacle automobile : toucher / vision. Techniques de l'Ingénieur. 2012.

11. Bars DL, -C Willer J. Physiologie de la douleur. Anesthésie-Réanimation-EMC . Elsevier Masson; 2004;1-28.
12. Willer J-C, Le barsDaniel. Physiologie de la sensation douloureuse. Anesthésie-Réanimation-EMC . Elsevier Masson; 2004;1-28.
13. Nouvian R, Malinvaud D, Abbeele TVD, Puel J, Bonfils P, Avan P. Physiologie de l ' audition. Oto-rhino-laryngologie-EMC. 2006;(17432):1-15.
14. Troche S. Physiologie de l'oreille. Elsevier Masson; 2011
15. Depledt F. Evaluation sensorielle: Manuel méthodologique . Tec & Doc; 2009. p. 524.
16. Lefebvre A, Bassereau J. L'analyse sensorielle, une méthode de mesure au service des acteurs de la conception : ses avantages , ses limites , ses voies d ' amélioration . Application aux emballages. 10 ième Séminaire CONFERE. 2003. p. 3-11.
17. LEDAUPHIN S. Analyse statistique d'évaluations sensorielles au cours du temps. FACULTE DE NANTES DES SCIENCES ET TECHNIQUES; 2007.
18. Voisin A, Bremont J. Contribution à l'évaluation subjective et son automatisation : du concept à l'application = Contribution to subjective evaluation and its automation : from concept to application .
19. PERYAM DR. Sensory evaluation — The early days. Food technology . Institute of Food Technologists
20. Cortez-Pereira CS, Baby AR, Kaneko TM, Velasco MVR. Sensory Approach To Measure Fragrance Intensity on the Skin. Journal of Sensory Studies . 2009 Dec;24(6):871-901.

21. Almeida IF, Gaio AR, Bahia MF. HEDONIC AND DESCRIPTIVE SKINFEEL ANALYSIS OF TWO OLEOGELS: COMPARISON WITH OTHER TOPICAL FORMULATIONS. *Journal of Sensory Studies*. 2007;23(2008):92–113.
22. Nesa D, Crochemore S, Coudrec S. Analyse sensorielle des matériaux d ' habitacle automobile : olfaction. Editions T. Techniques de l'Ingénieur. 2012.
23. DEPLEDT F, SAUVAGEOT F. Évaluation sensorielle des produits alimentaires. Techniques de l'Ingénieur. 2012.
24. Dumenil-Lefebvre A. INTEGRATION DES ASPECTS SENSORIELS DANS LA CONCEPTION DES EMBALLAGES EN VERRE: MISE AU POINT D'UN INSTRUMENT METHODOLOGIQUE À PARTIR DES TECHNIQUES D'EVALUATION SENSORIELLE. 2006.
25. Muñoz AM. Sensory evaluation in quality control : an overview , new developments and future opportunities. *Food Quality and Preference*. 2002;13:329–39.
26. Guerra A-S. Métrologie sensorielle dans le cadre du contrôle qualité visuel. 2008.
27. Bower JA. Statistical Methods for Food Science . Oxford, UK: Wiley-Blackwell; 2009
28. Bovell-benjamin AC, Guinard J. Critical Reviews in Food Science and Nutrition : Novel Approaches and Application of Contemporary Sensory Evaluation Practices in Iron Fortification Programs. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2003;(September 2012):37–41.
29. Sugawara Y, Sugimoto C, Minabe S, Iura Y, Okazaki M, Nakagawa N, et al. Use of human senses as sensors. *Sensors* . 2009 Jan;9(5):3184–204.
30. Hough G, Wakeling I, Mucci A, Chambers E, Gallardo IM, Alves LR. Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. *Food Quality and Preference* . 2006 Sep;17(6):522–6.

31. Granitto PM, Biasioli F, Endrizzi I, Gasperi F. Discriminant models based on sensory evaluations: Single assessors versus panel average. *Food Quality and Preference* . 2008 Sep;19(6):589–95.
32. Dijksterhuis GB, Piggott JR. Dynamic methods of sensory analysis. *Trends in Food Science & Technology*. 2001;11:284–90.
33. Ministère de l'Economie des Finances et de l'Industrie. technologies clés 2005. 2000.
34. Brocas S. L ' INGÉNIERIE CENTRÉE SUR L ' HOMME. cahiers industries n°24. 1997;11–21.
35. Murray J., Delahunty C., Baxter I. Descriptive sensory analysis: past, present and future. *Food Research International* . 2001 Jan;34(6):461–71.
36. Dumont, Crochemore. An example of a new parameter in perceived quality: instrumental characterization of touch. An example of a new parameter in perceived quality: instrumental characterization of touch. Lille; 2007.
37. DUCHAMP R, BASSEREAU J-F, DUBOIS P, LUONG THI HONG L. Procédé et dispositif de contrôle sensoriel de la surface extérieure d'un objet.
38. CHAUVET J-F, SCHMITT V, ISZ S. Analyse et contrôle des boissons par langue électronique. *Liquides & conditionnement* . PCI; 2000;31(291):29–31.
39. Puech J, Prida A, Toulouse AMOSF. La langue électronique appliquée à la tonnellerie. *Revue des Oenologues*. 2003;109:1–3.
40. Janáčová A, Sádecká J, Kohajdová Z, Špánik I. The Identification of Aroma-Active Compounds in Slovak Brandies Using GC-Sniffing, GC-MS and Sensory Evaluation. *Chromatographia* . 2008 Apr 25;67(S1):113–21.

41. Gerson I, Green L, Fishken D. PATIENT PREFERENCE AND SENSORY COMPARISONS OF NASAL SPRAY ALLERGY MEDICATIONS. *Journal of Sensory Studies*. 1999;14:491-6.
42. LABBE D. Mechanisms underlying sensory interactions and complex perceptions. 2008.
43. Delorme A, Flückiger M. Perception et réalité: Introduction à la psychologie des perceptions . De Boeck Supérieur; 2003. p. 544.
44. Nicolas S. La fondation de la psychophysique de Fechner: des présupposés métaphysiques aux écrits scientifiques de Weber. *L'année psychologique* . 2002;102(2):255-98.
45. Moles AA, Rohmer E. Les sciences de l'imprécis . Seuil; 1990. p. 302.
46. Bonnamy L, Bassereau J, Charvet-Pello R. Design sensoriel. *Techniques de l'Ingénieur*. 2012.
47. Polguère A. Lexicologie et sémantique lexicale: Notions fondamentales . PUM; 2003. p. 260.
48. Gacula MJ, Singh J. A REVIEW OF STRATEGY FOR THE ESTIMATION OF SAMPLE SIZE IN RESEARCH INVESTIGATION. *Journal of Sensory Studies*. 2002;17:583-98.
49. Claustriau J. Considérations sur l'analyse statistique de données sensorielles. *Biotechnologies, Agronomie, Société et Environnement*. 2001;5(3):155-8.
50. Zeng X, Ruan D, Koehl L. Intelligent sensory evaluation: Concepts, implementations, and applications. *Mathematics and Computers in Simulation* . 2008 May;77(5-6):443-52.

51. Dehlholm C, Brockhoff PB, Meinert L, Aaslyng MD, Bredie WLP. Rapid descriptive sensory methods – Comparison of Free Multiple Sorting, Partial Napping, Napping, Flash Profiling and conventional profiling. *Food Quality and Preference* . Elsevier Ltd; 2012 Dec;26(2):267–77.
52. Varela P, Ares G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. *Food Research International* . Elsevier Ltd; 2012 Oct;48(2):893–908.
53. Taylor P, Fogliatto FS, Albin SL. A hierarchical method for evaluating products with quantitative and sensory characteristics. *IIE transactions*. 2001;33(12):1081–92.
54. Worch T, Lê S, Punter P. How reliable are the consumers? Comparison of sensory profiles from consumers and experts. *Food Quality and Preference* . Elsevier Ltd; 2010 Apr;21(3):309–18.
55. Profiles S, By D. COMPARISON OF SENSORY PROFILES DONE BY TRAINED AND UNTRAINED JURIES: METHODOLOGY AND RESULTS. *Journal of Sensory Studies*. 2002;18(2003):453–64.
56. CHAUVEIX S, EGOROFF C. Mise au point d'une liste de descripteurs sensoriels : une nouvelle approche basée sur la catégorisation. *Psychologie française* . Elsevier Masson; 48(4):79–89.
57. Sulmont C, Lesschaeve I, Sauvageo FP, Issanchou S, Sensorielles P. COMPARATIVE TRAINING PROCEDURES TO LEARN ODOR DESCRIPTORS : EFFECTS ON PROFILING PERFORMANCE. *Journal of Sensory Studies*. 1999;14(1999):467–90.
58. Giboreau a., Dacremont C, Egoroff C, Guerrand S, Urdapilleta I, Candel D, et al. Defining sensory descriptors: Towards writing guidelines based on terminology. *Food Quality and Preference* . 2007 Mar;18(2):265–74.

59. Parmigiano-reggiano CF. Approaches to translation problems of sensory descriptors. *Journal of Sensory Studies*. 1997;12:239–53.
60. Dijksterhuis G. ASSESSING PANEL CONSONANCE. *Food Quality and Preference*. 1995;7–14.
61. Lea P, Rodbotten M. Measuring validity in SENSORY ANALYSIS. *Food Quality and Preference*. 1995;6(September 1994):321–6.
62. Bi J. REPLICATED SIMILARITY TESTING USING PAIRED COMPARISON METHOD. *Journal of Sensory Studies*. 2007;22:176–86.
63. Latreille J, Mauger E, Ambroisine L, Tenenhaus M, Vincent M, Navarro S, et al. Measurement of the reliability of sensory panel performances. *Food Quality and Preference*. 2006 Jul;17(5):369–75.
64. Martin N, Molimard P, Eric H, Schlich P. Comparison of odour sensory profiles performed by two independent trained panels following the same descriptive analysis procedures. *Food Quality and Preference*. 2000;11:487–95.
65. Delacharlerie S, Biourge de, Sandrine. HACCP organoleptique: Guide pratique. Presses Agronomiques de Gembloux; 2008. p. 176.
66. Tomic O, Luciano G, Nilsen A, Hyldig G, Lorensen K, Næs T. Analysing sensory panel performance in a proficiency test using the PanelCheck software. *European Food Research and Technology*. 2009 Dec 2;230(3):497–511.
67. Brockhoff PB. Statistical testing of individual differences in sensory profiling. *Food Quality and Preference*. 2003 Jul;14(5-6):425–34.
68. Lawless HT, Heymann H. Measurement of Sensory Thresholds. *Sensory Evaluation of food*. New York, NY: Springer New York; 2010

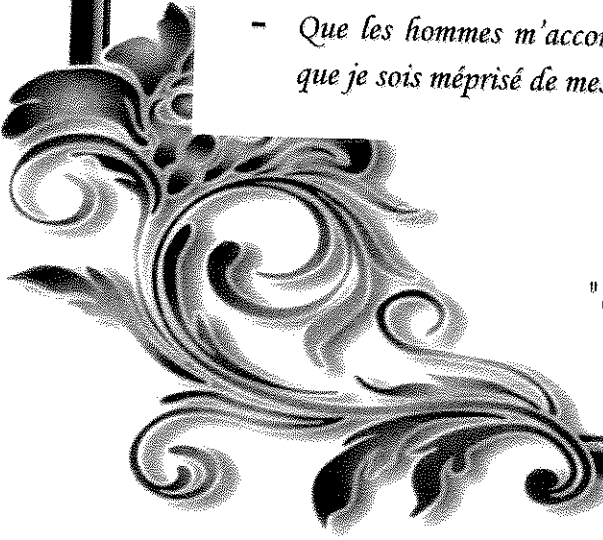
69. Methven L, Rahelu K, Economou N, Kinneavy L, Ladbroke-Davis L, Kennedy OB, et al. The effect of consumption volume on profile and liking of oral nutritional supplements of varied sweetness: Sequential profiling and boredom tests. *Food Quality and Preference* . Elsevier Ltd; 2010 Dec;21(8):948–55.
70. Douroumis DD, Gryczke A, Schminke S. Development and evaluation of cetirizine HCl taste-masked oral disintegrating tablets. *AAPS PharmSciTech*. 2011 Mar;12(1):141–51.
71. Kasliwal N, Negi JS. Development, characterization and performance evaluation of oro-dispersible tablet containing aceclofenac hydroxypropyl- β -cyclodextrin binary system. *Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry* . 2011 Feb 13;71(1-2):215–24.
72. Rutledge KP, D'Andrea C, Wheeler WJ, Sacks HJ. Sensory Study of a New Formulation of Azelastine Nasal Spray With Reduced Bitterness. *Journal of Sensory Studies* . 2011 Feb 24;26(1):35–9.
73. Shah SR, Uryniak T, Kathryn M, Liza O, Pethick N. Two Multicenter, Randomized, Single-Blind, Single-Dose , Crossover Studies of Specific Sensory Attributes of Budesonide Aqueous Nasal Spray and Fluticasone Propionate Nasal Spray. *Clinical Therapeutics*. 2003;25(8):2198–214.
74. Inoue Y, Furuya K, Matumoto M, Murata I, Kimura M, Kanamoto I. A comparison of the physicochemical properties and a sensory test of Acyclovir creams. *International journal of pharmaceutics* . Elsevier B.V.; 2012 Oct 15;436(1-2):265–71.
75. Mennella JA, Beauchamp GK. Optimizing Oral Medications for Children. *Clinical Therapeutics* . Excerpta Medica Inc.; 2008;30(11):2120–32.
76. Davies EH, Tuleu C. Medicines for children: a matter of taste. *The Journal of pediatrics* . 2008 Nov;153(5):599–604, 604.e1–2.

77. Cram A, Breitzkreutz J, Desset-Brèthes S, Nunn T, Tuleu C. Challenges of developing palatable oral paediatric formulations. *International journal of pharmaceutics*. 2009 Jan 5;365(1-2):1-3.
78. Boudierlique R, Fontvieille AM, Tullaye JDLA. QUALITÉS ORGANOLÉPTIQUES DE PLATS MIXÉS PRÉPARÉS ET PRISE ALIMENTAIRE CHEZ DES PATIENTS ANOREXIQUES. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*. 1999;34(1).
79. Bovell-Benjamin AC, Guinard J-X. Novel Approaches and Application of Contemporary Sensory Evaluation Practices in Iron Fortification Programs. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* . Taylor & Francis; 2003 Jul 1;43(4):379-400.
80. Breitzkreutz J. European Perspectives on Pediatric Formulations. *Clinical Therapeutics*. 2008;30(11).
81. Salunke S, Hempenstall J, Kendall R, Roger B, Mroz C, Nunn T, et al. European Paediatric Formulation Initiative's (EuPFI) 2nd conference commentary--Formulating better medicines for children. *International journal of pharmaceutics*. Elsevier B.V.; 2011 Oct 31;419(1-2):235-9.
82. Haour F. Mécanismes de l'effet placebo et du conditionnement : Données neurobiologiques chez l'homme et l'animal. *M/S : médecine sciences*. 2005;21(3):315-9.
83. Schenk F, Joz-Roland CT. Le processus placebo : amorcer le sujet par une « hypothèse suffisamment bonne ». *Pratiques Psychologiques*. Société française de psychologie; 2012 Mar;18(1):13-22.
84. Bouhassira D. Douleurs : physiologie, physiopathologie et pharmacologie. 2009
85. Cardon P, Fromentin G, Pigeyre M, Tichit C, Ferry M. Expertise scientifique Collectives "Comportements Alimentaires." 2010 p. 73-178.

Serment de Galien

Je jure en présence des maîtres de cette faculté :

- *D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.*
- *D'exercer ma profession avec conscience, dans l'intérêt de la santé public, sans jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine.*
- *D'être fidèle dans l'exercice de la pharmacie à la législation en vigueur, aux règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.*
- *De ne dévoiler à personne les secrets qui m'auraient été confiés ou dont j'aurais eu connaissance dans l'exercice de ma profession, de ne jamais consentir à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser les actes criminels.*
- *Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses, que je sois méprisé de mes confrères si je manquais à mes engagements.*



"والله على ما أقول شهيد"

التحليل الحسي:

وسيلة لاعتبار أفضل للإنسان من خلال حواسه.

أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم:

من طرف

الآنسة : زويين سميرة

المزودة في 19/07/1986 بالدار البيضاء
لنيل شهادة الدكتوراة في الصيدلة

الكلمات الأساسية: واصف، علم القياس، لجنة مقياسية (رَعيل)، غفل، حواس..

تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة

رئيس

السيد : محمد يحيى اوي

مشرف

أستاذ في أمراض الأعصاب

السيد: يحيى بنسودة

أستاذ في الصيدلة الجالونيسية

السيدة: ليلى الصقلي

أستاذة في أمراض الأذن والحلق والحنجرة

أعضاء

السيد : توفيق دكة

أستاذ في علوم وظائف الأعضاء