

**NEURO-
PHYSIOLOGIE
FONCTIONNELLE**

**P. BUSER
M. IMBERT**

Hermann
Paris



Collection
Méthodes

A.57/59-61 T.1 EX.1

Pierre Buser
Michel Imbert

A.57/59-61
EX. 1



NEUROPHYSIOLOGIE FONCTIONNELLE

Centres nerveux, motricité et régulation
végétatives autonomes

Hermann  Collection
Paris  Méthodes

Table

<i>Avant-propos</i>	XIX
CHAPITRE I <i>DONNÉES GÉNÉRALES SUR LE FONCTIONNEMENT DES CENTRES NERVEUX</i>	1
1. Introduction	1
1.1. <i>Principes généraux de structure</i>	1
1.1.1. Les nerfs périphériques : destinée des axones	1
1.1.2. Architecture générale des centres	2
1.1.3. Types neuroniques	6
1.1.4. Organisation topologique des réseaux neuroniques	9
1.2. <i>Caractéristiques fonctionnelles générales des systèmes synaptiques centraux</i>	10
1.2.1. Mécanismes au niveau des articulations excitatrices	10
1.2.2. Mécanismes au niveau des articulations inhibitrices	13
1.2.3. Disfacilitations et désinhibitions	15
1.2.4. Particularités liées à l'organisation des ensembles neuroniques	18
2. Caractéristiques fonctionnelles du transfert dans la moelle	19
2.1. <i>Données anatomiques élémentaires</i>	19
2.2. <i>Phénomènes liés à la convergence anatomique : facilitation par sommation spatiale, occlusion</i>	20
2.3. <i>Phénomènes liés à la chronologie de la transmission synaptique excitatrice</i>	24
2.4. <i>Caractéristiques des transferts spinaux multisynaptiques</i>	24
2.4.1. Nécessité d'une stimulation afférente itérative	24
2.4.2. Ebranlement prolongé des centres	25

TABLE

2.5.	<i>Phénomènes liés au processus d'inhibition</i>	25
2.5.1.	Inhibitions postsynaptiques	25
2.5.2.	Inhibitions présynaptiques	27
2.6.	<i>Autres zones de transfert</i>	30
3.	Mécanismes au niveau de l'écorce cérébelleuse	30
3.1.	<i>Architectonique cérébelleuse</i>	30
3.2.	<i>Données fonctionnelles</i>	32
4.	Corrélations structure-fonction dans l'archicortex	36
4.1.	<i>Données structurales</i>	36
4.2.	<i>Données fonctionnelles</i>	36
5.	Processus dynamiques au niveau du néocortex cérébral	37
5.1.	<i>Données structurales</i>	37
5.2.	<i>Données de l'exploration fonctionnelle électrophysiologique</i>	46
5.2.1.	Dérivations globales	46
5.2.2.	Analyse microphysiologique des activités électrocorticales	50
6.	Caractéristiques générales de quelques systèmes neurochimiques	58
6.1.	<i>Les systèmes cholinergiques</i>	58
6.1.1.	Données générales	59
6.1.2.	Substances excitatrices des récepteurs cholinergiques	61
6.1.3.	Anticholinestérasiques	62
6.1.4.	Bloquants des systèmes cholinergiques	62
6.1.5.	Systèmes cholinergiques centraux	64
6.2.	<i>Systèmes catécholaminergiques</i>	69
6.2.1.	Données générales	69
6.2.2.	Diversité des récepteurs adrénergiques	73
6.2.3.	Hypothèse du chaînon cholinergique	73
6.2.4.	Substances excitatrices des synapses adrénergiques	74
6.2.5.	Les systèmes catécholaminergiques centraux	74

6.3.	<i>Indolalkylamines ; la sérotonine</i>	78
6.4.	<i>Acides aminés et acide gamma-amino-butyrique</i>	79
6.5.	<i>Autres substances</i>	82
CHAPITRE II <i>MOTRICITÉ SOMATIQUE</i>		83
1.	Implications générales de la motricité	83
1.1.	<i>Conditions opératoires du mouvement</i>	83
1.2.	<i>Niveaux de coordination et d'intégration du mouvement</i>	85
1.3.	<i>Déterminants du comportement moteur</i>	86
2.	Organisation fonctionnelle de l'innervation motrice	87
2.1.	<i>Organisation de l'innervation motrice extrafusale</i>	87
2.2.	<i>Exploration fonctionnelle de l'activité musculaire</i>	88
2.3.	<i>Modalités mécaniques des contractions musculaires</i>	89
2.4.	<i>Catégories de muscles et d'unités motrices</i>	89
2.4.1.	Muscles rouges et muscles pâles	90
2.4.2.	Critères morphologiques : différences entre fibres musculaires	90
2.4.3.	Unités motrices : différenciation fonctionnelle	91
2.4.4.	Fibres musculaires striées lentes	95
2.4.5.	Groupes fonctionnels de muscles	96
2.5.	<i>Innervation fusimotrice</i>	96
2.5.1.	Activation des terminaisons fusoriales par les fibres gamma	97
2.5.2.	Modifications de la réponse fusoriale à un étirement passif par l'innervation gamma	98
2.5.3.	Données histologiques	100
3.	Les réflexes de la moelle et du tronc cérébral	102
3.1.	<i>Données préliminaires</i>	102
3.1.1.	Introduction	102
3.1.2.	Organisation de la moelle	103

TABLE

3.2.	<i>Réflexes localisés à point de départ musculo-tendineux</i>	111
3.2.1.	Le réflexe myotatique	111
3.2.2.	Contrôle à partir des afférents tendineux (réflexe myotatique inverse)	117
3.2.3.	Contrôle à partir des afférents secondaires	120
3.3.	<i>Réflexes à point de départ cutané</i>	120
3.3.1.	Réflexe ipsilatéral de flexion	120
3.3.2.	Réflexe contralatéral d'extension	122
3.3.3.	Réflexes ipsilatéraux mettant en jeu des extenseurs	122
3.3.4.	Réflexes spinaux longs	122
3.3.5.	Coordinations, intégrations et interactions dynamiques dans les réflexes multisegmentaires	124
3.4.	<i>Réflexes craniens</i>	136
3.5.	<i>Réflexes spinaux chez l'homme</i>	137
3.6.	<i>Choc spinal</i>	143
3.6.1.	Caractéristiques	143
3.6.2.	Chronologie	144
3.7.	<i>Action des centres supraspinaux sur les motoneurones médullaires ; introduction méthodologique</i>	145
4.	Aires motrices du néocortex des mammifères	146
4.1.	<i>Aire motrice principale</i>	147
4.2.	<i>Aires surnuméraires pour la motricité générale</i>	152
4.2.1.	Aire motrice seconde	152
4.2.2.	Aire motrice supplémentaire	152
4.2.3.	Aire prémotrice	153
4.2.4.	Autres territoires	153
4.3.	<i>Aires motrices oculogyres</i>	153
5.	Voies motrices corticifuges	154
5.1.	<i>La voie pyramidale : organisation</i>	154
5.2.	<i>Voie pyramidale et aires motrices : données fonctionnelles</i>	157
5.2.1.	Effets d'interruption du tractus pyramidal	157

5.2.2.	Effets de la stimulation pyramidale : analyse électrophysiologique aux niveaux spinal et bulbaire	157
5.2.3.	Activités électriques de la voie pyramidale	162
5.3.	<i>Voies non-pyramidales : organisation</i>	166
5.4.	<i>Voies non-pyramidales et aires motrices</i>	167
6.	Contrôle des réflexes par le tronc cérébral	168
6.1.	<i>Contrôle réticulaire de la motricité</i>	169
6.1.1.	Systèmes réticulés descendants inhibiteurs et facilitateurs	169
6.1.2.	Analyse des mécanismes impliqués dans les actions réticulaires	175
6.2.	<i>Actions rubro- et vestibulo-spinales</i>	181
7.	Fonctions motrices du système strio-pallidal et des structures associées	183
7.1.	<i>Organisation anatomique</i>	183
7.2.	<i>Données fonctionnelles</i>	186
7.2.1.	Informations cliniques et anatomocliniques	186
7.2.2.	Données de l'expérimentation animale	188
7.2.3.	Mécanismes neurochimiques dans les actions extrapyramidales	190
8.	Posture, équilibration et redressement	193
8.1.	<i>Informations efficaces</i>	193
8.2.	<i>Le tonus postural et ses mécanismes</i>	194
8.3.	<i>Principales adaptations posturales</i>	198
8.3.1.	Réactions de soutien des membres	198
8.3.2.	Mise en place des extrémités	198
8.3.3.	Réflexes d'adaptation tonique	199
8.4.	<i>Réactions de redressement</i>	201
8.5.	<i>Réactions dynamiques et d'équilibration</i>	202
8.6.	<i>Niveaux d'élaboration des réactions posturales et d'équilibre</i>	204

TABLE

9. Contrôle cérébelleux de la motricité	205
9.1. <i>Mise en place structurale</i>	205
9.2. <i>Informations sensorielles et corticales vers l'écorce cérébelleuse</i>	207
9.2.1. Voies afférentes pour les informations périphériques	207
9.2.2. Voies cortico-cérébelleuses	209
9.2.3. Signes d'activation afférente et interactions dynamiques	211
9.3. <i>Répercussions périphériques du contrôle cérébelleux</i>	211
9.3.1. Ablations totales chez divers mammifères	211
9.3.2. Observations cliniques	212
9.4. <i>Systèmes et mécanismes impliqués dans les opérations du contrôle cérébelleux</i>	214
9.4.1. Mise en place succincte des voies cérébellofuges	214
9.4.2. Principes généraux des actions cérébellofuges	216
9.4.3. Remarques complémentaires sur les systèmes cérébellofuges	218
 CHAPITRE III <i>CONDITIONS OPTIQUES DE LA VISION.</i>	
<i>LES MOUVEMENTS OCULAIRES</i>	225
 1. L'œil, instrument d'optique	225
1.1. <i>Dioptrique oculaire</i>	225
1.2. <i>Axes de l'œil</i>	226
1.3. <i>Accommodation et son mécanisme</i>	227
1.4. <i>Activités paraoculaires liées à la vision</i>	232
1.4.1. Ouverture et fermeture de la fente palpébrale	232
1.4.2. Ajustements du diamètre pupillaire	233
 2. Mouvements oculaires : musculature et innervation	236
2.1. <i>Muscles moteurs du globe oculaire</i>	236
2.2. <i>Noyaux moteurs oculaires</i>	238

2.3.	<i>Lois formelles des mouvements oculaires</i>	240
2.3.1.	Champ du regard	241
2.3.3.	Loi de Donders	241
2.3.3.	Loi de Listing	241
3.	Déviations conjuguées des yeux et leur mécanisme	242
3.1.	<i>Premier inventaire des modalités de fixation visuelle d'un objet immobile ou mobile</i>	242
3.2.	<i>Déviations conjuguées d'origine labyrinthique</i>	244
3.2.1.	Déviations d'origine utriculaire	244
3.2.2.	Déviations d'origine ampullaire	245
3.2.3.	Mécanismes impliqués dans les mouvements oculaires d'origine vestibulaire	246
3.2.4.	Mouvements oculaires d'origine cervicale	251
3.3.	<i>Mouvements oculo- et céphalogyres obtenus à partir du tronc cérébral</i>	251
3.3.1.	Intervention du colliculus supérieur	251
3.3.2.	Centres ponto-mésencéphaliques	252
3.4.	<i>Mouvements obtenus à partir des aires oculo-céphalogyres corticales</i>	253
3.5.	<i>Effets de lésions et d'ablations</i>	256
3.6.	<i>Action corollaire ou de « réafférence »</i>	257
4.	Champ visuel et vision binoculaire	257
4.1.	<i>Champ visuel</i>	258
4.2.	<i>Notion de convergence</i>	258
4.3.	<i>Liaison accommodation-convergence</i>	260
4.4.	<i>Points correspondants et horoptère théorique</i>	261
4.5.	<i>Mécanisme de la convergence</i>	262
5.	Vision stéréoscopique	263
6.	Divers types de mouvements oculaires au cours de la fixation du regard	264
6.1.	<i>Fixation d'un objet stationnaire</i>	265
6.2.	<i>Changement de point de fixation</i>	266
6.2.1.	Passage d'un point à un autre sans accommodation	266

TABLE

6.2.2.	Passage d'un point à un autre avec accommodation	266
6.2.3.	Mouvements oculaires de poursuite d'un objet en mouvement	268
6.2.4.	Mouvements oculaires au cours de la perception d'objets complexes	269
7.	Mouvements oculaires au cours du sommeil	270
CHAPITRE IV <i>LE SYSTÈME NERVEUX VÉGÉTATIF : ORGANISATION ; PHYSIOLOGIE DE L'INNERVATION SENSITIVE ET DE L'INNERVATION MOTRICE</i>		273
1.	Organisation fonctionnelle de l'innervation motrice végétative	273
1.1.	<i>Système orthosympathique</i>	274
1.2.	<i>Système parasymphathique crânien</i>	276
1.3.	<i>Système parasymphathique sacré</i>	276
2.	Récepteurs viscéraux et innervation afférente des viscères	276
2.1.	<i>Récepteurs viscéraux</i>	276
2.1.1.	Barocepteurs	278
2.1.2.	Chémocepteurs	281
2.1.3.	Récepteurs de l'arbre respiratoire	281
2.1.4.	Tensiorécepteurs de la paroi vésicale	281
2.1.5.	Récepteurs gastriques, intestinaux et mésentériques	282
2.2.	<i>Organisation des voies viscéro-sensibles afférentes</i>	283
3.	Centres végétatifs	283
3.1.	<i>Niveaux réflexes</i>	285
3.2.	<i>Niveaux d'intégration généraux</i>	285
3.2.1.	Formation réticulée	285
3.2.2.	Hypothalamus et hypophyse	287
3.2.3.	Rhinencéphale	291

4. Modalités réactionnelles des effecteurs viscéraux	294
4.1. <i>Généralités</i>	294
4.2. <i>Données neurochimiques et neuropharmacologiques</i>	295
4.2.1. <i>Transmission périphérique</i>	295
4.2.2. <i>Transmission ganglionnaire</i>	299
4.2.3. <i>Actions mimétiques</i>	301
4.3. <i>Hypersensibilité de dénervation des effecteurs végétatifs</i>	303
4.4. <i>Domaine des effecteurs périphériques</i>	304
4.5. <i>Domaine oculaire et périoculaire</i>	307
4.6. <i>Système cardiaque</i>	310
4.7. <i>Système vasculaire</i>	311
4.7.1. <i>Organisation générale</i>	311
4.7.2. <i>Modalités de contrôle extrinsèque du diamètre vasculaire</i>	312
4.8. <i>Appareil respiratoire</i>	316
4.9. <i>Appareil digestif</i>	317
4.10. <i>Miction</i>	320
4.11. <i>Système génital</i>	320
4.11.1. <i>Système génital mâle</i>	320
4.11.2. <i>Système génital femelle</i>	321
CHAPITRE V <i>MÉCANISMES NERVEUX</i> <i>DES PRINCIPALES RÉGULATIONS VÉGÉTATIVES</i>	325
1. Commandes du rythme respiratoire	326
1.1. <i>Multiplicité des « centres respiratoires » dans le tronc cérébral</i>	326
1.2. <i>Localisation et diversification du centre respiratoire bulbaire</i>	327
1.3. <i>Auto-régulation réflexe du rythme respiratoire</i>	329
1.4. <i>Nature de l'apnéusis</i>	333
1.5. <i>Localisation du centre pneumotaxique</i>	333
1.6. <i>Contrôles diencéphaliques et télencéphaliques de la respiration</i>	333

TABLE

1.7.	<i>Régulation de la respiration par les variables circulatoires</i>	335
1.7.1.	Dépendance vis-à-vis des variables d'oxygénation du sang	335
1.7.2.	Dépendance vis-à-vis de la pression artérielle	339
1.7.3.	Modification de la ventilation pulmonaire au cours de l'exercice	340
2.	Régulations cardiovasculaires	342
2.1.	<i>Commandes centrales du rythme cardiaque</i>	342
2.2.	<i>Commandes centrales du tonus vasomoteur</i>	342
2.2.1.	Centres cardiovasculaires spinaux	344
2.2.2.	Centres vasomoteurs bulbo-pontiques	344
2.2.3.	Effets vasculaires obtenus à partir de l'hypothalamus	346
2.2.4.	Effets vasculaires obtenus à partir de structures télencéphaliques	348
2.3.	<i>Régulations et ajustements du système cardiovasculaire par des afférences</i>	349
2.3.1.	Réflexe artériel d'origine baroceptive	349
2.3.2.	Réflexe artériel d'origine chémoceptive	351
2.3.3.	Réflexes cardiovasculaires d'origine pulmonaire	352
2.3.4.	Modifications cardiovasculaires d'origine somatique	352
2.3.5.	Ajustements centraux du système de contrôle	353
2.4.	<i>Facteurs locaux du tonus vasculaire</i>	353
2.4.1.	Réactions myogènes des parois vasculaires à l'extension	353
2.4.2.	Circulation dans le muscle strié	354
2.4.3.	Circulation coronaire	354
2.4.4.	Circulation au niveau glandulaire	354
2.4.5.	Circulation cutanée	356
2.4.6.	Circulation cérébrale	357
2.4.7.	Circulation rénale	360
2.4.8.	Actions cardiovasculaires des bioamines circulantes	361
2.5.	<i>Réactions cardiovasculaires « intégrées »</i>	363
2.5.1.	Ajustement au cours de l'exercice	363

2.5.2.	Stimulus émotionnel et réaction d'attaque-défense	365
2.5.3.	Ajustements au cours d'un stress intense	367
3.	Régulations relatives à l'appareil digestif	367
3.1.	<i>Salivation</i>	367
3.2.	<i>Déglutition</i>	369
3.3.	<i>Digestion stomacale</i>	369
3.3.1.	Phénomènes mécaniques	370
3.3.2.	Phénomènes sécrétoires	370
3.4.	<i>Digestion intestinale</i>	374
3.5.	<i>Nausées et vomissements</i>	375
4.	Miction	376
4.1.	<i>Vessie « automatique » après désafférentation</i>	378
4.2.	<i>Centre sacré de la miction</i>	378
4.3.	<i>Étagement de centres supraspinaux dans le tronc cérébral</i>	379
4.4.	<i>Intervention des structures télencéphaliques</i>	379
5.	Thermorégulation	381
5.1.	<i>Aspects généraux des mécanismes thermorégulateurs</i>	381
5.1.1.	Thermogenèse	385
5.1.2.	Thermolyse	388
5.2.	<i>Mécanismes centraux de la thermorégulation</i>	394
5.2.1.	Organisation des centres thermorégulateurs	394
5.2.2.	Thermorégulation et mécanismes endocriniens	400
5.2.3.	Modifications de Tn	402
5.2.4.	Mécanismes neurochimiques	402
6.	Régulations hypothalamo-hypophysaires	403
6.1.	<i>Contrôle hypothalamique de la neurohypophyse</i>	403
6.1.1.	Hormones post-hypophysaires	403
6.1.2.	Facteurs de sécrétion	403
6.1.3.	Mécanismes impliqués	405

6.2.	<i>Contrôle hypothalamique de l'adénohypophyse</i>	409
6.2.1.	Les facteurs de libération (<i>releasing factors</i>)	409
6.2.2.	La zone hypophysiotrope	410
6.2.3.	Rétroactions aux niveaux hypothalamique et hypophysaire	411
6.2.4.	Existence de récepteurs hypothalamiques	413
6.2.5.	Intervention de médiateurs	414
6.3.	<i>Réactions intégrées de l'organisme</i>	415
6.3.1.	Réponses intégrées de l'organisme à des stimulus « d'alarme »	415
6.3.2.	Mécanismes nerveux impliqués dans les réponses intégrées du tractus génital	418
6.4.	<i>Contrôle de l'axe hypothalamo-hypophysaire par la glande pinéale</i>	420
ANNEXE 1	Référence des illustrations	423
ANNEXE 2	Liste d'ouvrages généraux	433
ANNEXE 3	Références bibliographiques	435
INDEX		447

Ce panorama expose divers aspects de la physiologie générale des centres nerveux, de la motricité somatique générale et de la motricité oculaire, et analyse les systèmes végétatifs et les principales régulations autonomes.

Regroupées ainsi dans une perspective originale, ces indications éclairent d'une façon méthodique un certain nombre de données de base de la neurophysiologie fonctionnelle, nécessaires à l'étudiant, au chercheur et au praticien.

Directement issue de la réforme de l'enseignement, la collection *Méthodes* au chercheur des livres nouveaux.

Les auteurs de la collection *Méthodes* ont la double vocation de chercheur aussi leurs livres donnent-ils l'exposé le plus à jour des questions traitées, avec une pédagogie expérimentée et attrayante. Cette synthèse permet au lecteur, dans et à chaque niveau, d'accéder aux stades les plus avancés de la connaissance de l'ensemble du sujet de façon claire et en étant informé des développements en

*Les méthodes sont les habitudes de l'esprit
et les économies de la mémoire.*

Rivarol



Hermann, éditeurs des sciences et des arts, 293 rue Lecourbe, 75015 Paris