

Daniel Richard • Didier Orsal

2^e CYCLE • CAPES • AGRÉGATION

Neurophysiologie

Organisation et fonctionnement du système nerveux



2^e édition

DUNOD

Table des matières

Avant-propos	15
<i>Chapitre 1 – La construction du système nerveux</i>	17
1. Les grandes étapes de la neurogenèse	17
2. Les principales structures du système nerveux central	22
2.1. La moelle épinière	23
2.2. Le myélocéphale	23
2.3. Le métencéphale	24
2.4. Le mésencéphale	24
2.5. Le diencéphale	26
2.6. Le télencéphale	26
3. Les mécanismes de la neurogenèse	28
3.1. L'induction nerveuse	29
<i>L'induction de la plaque neurale</i>	29
<i>La différenciation régionale de la plaque neurale</i>	30
3.2. Les divisions cellulaires	31
3.3. Les migrations cellulaires	32
3.4. Les adhérences cellulaires	34
3.5. Les différenciations cellulaires	34
<i>La croissance de l'axone</i>	35
<i>Le guidage de l'axone en croissance</i>	36
<i>Un exemple de maturation, le choix du neurotransmetteur</i>	37
3.6. La mort neuronale programmée	38
Encart : Apoptose	39
3.7. La synaptogenèse	41
<i>Maturation de l'arborisation terminale</i>	41
<i>Maturation de la cellule cible</i>	42
<i>Rôle de l'hypersensibilité dans le processus de synaptogenèse</i>	45
<i>Un schéma des processus d'innervation des fibres musculaires</i>	46
3.8. Les régressions synaptiques	46
4. Propriétés anatomiques et fonctionnelles des neurones et des cellules gliales	47
4.1. Anatomie du neurone	47
<i>Le corps cellulaire</i>	48
<i>Les prolongements cellulaires, dendrites et axones</i>	48
4.2. Les cellules gliales participent à la physiologie des neurones	50
<i>Les astrocytes</i>	51
<i>Les oligodendrocytes</i>	54
<i>La microglie</i>	54
<i>Cellules de Schwann</i>	55
5. Le neurone, comme toute cellule vivante, génère une ddp transmembranaire	56
5.1. La membrane du neurone, comme celle de toutes les cellules,	
possède des propriétés électriques	56
<i>Les propriétés électriques de la membrane plasmique</i>	56
<i>Réponse locale et constante de temps</i>	57
Encart : Mouvements ioniques et membrane semi-perméable.....	58
<i>Réponse propagée et constante d'espace</i>	61

5.2. Au repos, la membrane est traversée par des flux ioniques	63
<i>Des flux ioniques passifs traversent la membrane en fonction de leur gradient électrochimique</i>	63
<i>Les transports actifs de Na⁺ et de K⁺ permettent de maintenir constantes les compositions ioniques des milieux intra- et extra-cellulaires et génèrent la ddp transmembranaire</i>	68
Chapitre 2 – Les neurones sont spécialisés dans la communication cellulaire	73
1. Quelques aspects théoriques du fonctionnement des systèmes biologiques	73
1.1. Théorie de l'information et fonctionnement du système nerveux	73
<i>Concept général de la théorie de l'information</i>	73
<i>La théorie de l'information permet de quantifier l'information</i>	75
1.2. Les systèmes biologiques possèdent un « gain » et une bande passante	77
<i>Les systèmes biologiques fonctionnent entre un minimum et un maximum</i>	77
<i>Vers un compromis entre pente et bande passante</i>	78
1.3. Les seconds messagers intracellulaires ont pour effet d'amplifier l'action des neuromédiateurs ou des hormones	79
2. Les neurones utilisent l'énergie du potentiel de repos pour coder et véhiculer des informations	80
2.1. Mise en évidence du potentiel d'action sodique	80
2.2. Les courants ioniques du potentiel d'action sodique	80
2.3. Le potentiel d'action est régénéré de proche en proche le long de la membrane	89
2.4. Le gradient calcique permet l'utilisation du calcium en tant que second messenger	91
Encart : Diamètres des fibres et vitesse de conduction.....	92
2.5. Il existe plusieurs types de canaux sensibles à la tension	94
3. La communication entre deux cellules excitables se fait par des synapses	95
3.1. La transmission synaptique est effectuée par un intermédiaire chimique	96
3.2. L'anatomie des synapses est caractéristique	98
<i>Organisation générale d'une synapse</i>	98
<i>Il existe de nombreux types anatomiques et fonctionnels de synapses</i>	99
3.3. Le neuromédiateur est libéré sous l'effet de l'activité électrique présynaptique	102
3.4. Le neuromédiateur agit soit directement sur une protéine canal, soit par l'intermédiaire de messagers intracellulaires	104
Encart : Mesure du calcium intracellulaire par fluorimétrie.....	105
3.5. Le neuromédiateur est rapidement inactivé	109
3.6. Le système nerveux utilise de nombreux neuromédiateurs	109
Encart : Seconds messagers des neuromédiateurs	110
<i>L'acétylcholine</i>	112
<i>Les amines</i>	117
Encart : Les récepteurs adrénergiques.....	118
<i>Les acides aminés</i>	120
<i>Les peptides</i>	122
3.7. Les connexions synaptiques se modifient en permanence	123
<i>Sensibilisation</i>	126
<i>Potentialisation à long terme</i>	127
<i>Dépression à long terme</i>	130
4. L'information est intégrée de façon électrique au niveau des neurones	131
4.1. Le segment initial de l'axone correspond au point d'initiation du « potentiel d'action » ...	131
4.2. Deux exemples d'intégration cellulaire	133
<i>Les synapses inhibitrices agissent en « court-circuitant » les lignes de courant membranaires</i>	134
<i>La morphologie des neurones joue un rôle essentiel dans l'intégration des informations</i>	137
Chapitre 3 – Principes généraux de fonctionnement des systèmes sensoriels	141
1. Physiologie générale des systèmes sensoriels	141
1.1. Les principales modalités sensorielles	142

1.2. Un stimulus est caractérisé par son intensité, sa durée et sa localisation	144
1.3. La psychophysique s'attache à quantifier la sensation	144
<i>Estimation du multiple de l'intensité d'une sensation</i>	145
<i>Estimation par interaction entre modalités sensorielles</i>	145
<i>Mesure par pas de seuil différentiel</i>	146
1.4. Aspects spatiaux et temporels de la sensation	147
<i>Dimension spatiale de la sensation</i>	147
<i>Les systèmes sensoriels sont des détecteurs de contraste</i>	148
<i>Dimension temporelle de la sensation</i>	148
2. L'information est codée au niveau des récepteurs	151
2.1. Le stimulus provoque la formation d'un potentiel de récepteur	151
2.2. Le potentiel de récepteur induit la formation de potentiels d'action	153
3. Codage de l'intensité, de la durée et de la localisation des stimulus	155
3.1. La majorité des récepteurs sensoriels présentent un phénomène d'adaptation	155
3.2. L'intensité d'une stimulation est codée, sur les fibres sensorielles, sous la forme d'une fréquence de potentiels d'action	156
3.3. Les voies afférentes véhiculent l'information sensorielle vers le système nerveux central	157
3.4. Chaque cellule sensorielle possède un champ récepteur	157
Chapitre 4 – La vision	161
1. Caractéristiques générales de la sensibilité visuelle	161
1.1. Les stimulus efficaces sont des ondes électromagnétiques	161
1.2. Seuils de sensibilité	162
<i>Seuil absolu</i>	162
<i>Seuil différentiel</i>	163
<i>Contrastes simultanés</i>	163
1.3. Le système visuel s'adapte aux intensités d'éclairement	163
1.4. Le champ visuel couvre un angle d'environ 180°	164
1.5. La résolution spatiale varie selon la région rétinienne stimulée	165
1.6. La résolution temporelle du système visuel est faible	165
1.7. Les longueurs d'onde sont interprétées en termes de couleurs	166
1.8. La vision de la profondeur est liée à la vision binoculaire	167
2. L'œil permet la formation des images sur la rétine	168
2.1. Structure de l'œil	168
2.2. L'accommodation permet de focaliser les images sur la rétine	169
2.3. La diaphragmation limite l'intensité lumineuse pénétrant dans l'œil	170
2.4. La rétine est une portion du système nerveux central	170
<i>Organisation générale de la rétine</i>	170
<i>Différences fonctionnelles entre cônes et bâtonnets</i>	172
3. Codage et traitement de l'information visuelle	173
3.1. La transduction a lieu dans le segment externe des récepteurs	173
<i>La rhodopsine constitue le photopigment sur lequel agit la lumière</i>	173
<i>Au repos, il existe un courant d'obscurité qui est stoppé par la lumière</i>	175
Encart : Quelques particularités du système visuel	176
<i>Le GMPc commande l'ouverture des canaux sodiques du segment externe des récepteurs</i>	177
<i>Particularité du fonctionnement des cônes</i>	178
<i>Le calcium contrôle l'adaptation des récepteurs à la lumière</i>	178
3.2. Le traitement de l'information dans la rétine	179
<i>Les cellules bipolaires sont les premières cellules d'intégration</i>	179
<i>Les cellules ganglionnaires assurent le codage de l'information en fréquence</i>	183
3.3. Le traitement central de l'information visuelle	186
<i>Organisation fonctionnelle des voies de projection</i>	186

<i>La détection des formes est assurée par des traitements séquentiel et parallèle de l'information .</i>	187
<i>Le traitement de l'information colorée est réalisé par des groupes cellulaires spécialisés</i>	195
<i>Les aires visuelles secondaires traitent plusieurs informations en parallèle</i>	197
4. Les mouvements oculaires sont indispensables à la vision	199
4.1. Il existe plusieurs types fonctionnels de mouvements oculaires	199
<i>Les mouvements de vergence permettent de fixer un objet du regard</i>	200
<i>Les saccades oculaires sont des mouvements rapides des globes oculaires</i>	200
<i>Les mouvements de poursuite sont des mouvements lents</i>	200
<i>Les nystagmus combinent des mouvements lents et rapides</i>	201
4.2. Les mouvements oculaires sont assurés par les muscles oculomoteurs	202
4.3. Les mouvements oculaires sont commandés par des centres nerveux spécifiques	202
<i>Les noyaux oculomoteurs</i>	202
<i>Le contrôle du réflexe vestibulo-oculaire</i>	203
<i>Le contrôle des réflexes optocinétiques</i>	205
<i>Le contrôle des saccades et des mouvements de poursuite</i>	205
<i>Le contrôle cortical des mouvements oculaires</i>	206
Chapitre 5 – L'audition	209
1. Les sons sont les stimulus adéquats du système auditif	209
1.1. Les vibrations sonores sont caractérisées par leur intensité... ..	209
1.2. ... et par leur fréquence	210
2. Caractéristiques générales de la sensibilité auditive	210
2.1. Du seuil absolu au seuil de la douleur	210
2.2. Les fréquences sonores sont traduites en terme de « hauteur » des sons	212
2.3. La localisation des sons dans l'espace est permise par la comparaison des informations provenant des deux oreilles	212
3. Avant de stimuler les récepteurs, l'énergie vibratoire est transformée en un stimulus efficace ...	213
3.1. Anatomie fonctionnelle de l'oreille	213
3.2. Propagation des vibrations sonores vers les récepteurs	215
4. Le codage de l'information dans les récepteurs de la cochlée	217
4.1. Anatomie fonctionnelle des récepteurs cochléaires	217
4.2. Les mécanismes de transduction sont associés à des mouvements de K^+ et de Ca^{2+}	218
4.3. Les cellules ciliées internes et externes n'ont pas les mêmes fonctions	219
5. Traitement central de l'information	220
5.1. Les premiers traitements sont effectués dans les noyaux cochléaires	220
5.2. Anatomie des voies auditives	222
5.3. Traitements de l'intensité et de la fréquence	222
5.4. Traitement de la localisation spatiale	224
5.5. Le langage	225
Chapitre 6 – La somesthésie	229
1. Le toucher au sens large est la principale sensibilité de contact	229
1.1. Seuil et discrimination spatiale	229
1.2. La sensibilité mécanique cutanée correspond à trois qualités	231
<i>Des récepteurs à adaptation lente sont le support de la sensibilité à la pression</i>	232
<i>Des détecteurs de vitesse sont le support de la sensibilité au toucher léger</i>	232
<i>Des récepteurs sont sensibles aux vibrations</i>	233
1.3. Le codage de l'information	234
1.4. Le traitement de l'information	234
<i>Les récepteurs ont des champs récepteurs plus ou moins étendus</i>	234
<i>La moelle épinière est le premier niveau d'intégration</i>	237
<i>L'aire somesthésique primaire est localisée en arrière de la scissure de Rolando</i>	240

2. La sensibilité thermique	244
2.1. Généralités	244
2.2. On possède à la surface de la peau des points sensibles au chaud et au froid	245
2.3. Les thermorécepteurs sont des terminaisons nerveuses libres	246
3. La proprioception nous permet de connaître la position de notre corps dans l'espace	247
3.1. Généralités	247
3.2. Les propriocepteurs sont localisés dans les muscles, les tendons et les articulations	248
3.3. Les intégrations centrales	249
4. La douleur est un système sensoriel à haut seuil	249
4.1. Les qualités et les composantes de la douleur	249
4.2. La neurophysiologie de la douleur	251
<i>Les récepteurs ou nocicepteurs</i>	251
<i>Le traitement central met en jeu des neurotransmetteurs</i>	251
4.3. La physiopathologie de la douleur	253
<i>La douleur projetée</i>	253
<i>Les névralgies</i>	254
<i>Les causalgies</i>	255
<i>L'hyperalgésie</i>	255
<i>Les principales thérapies de la douleur</i>	255
Chapitre 7 – La sensibilité chimique	257
1. L'olfaction	257
1.1. L'organe sensoriel est constitué par une partie de la muqueuse nasale	257
1.2. Transduction et codage de l'information	258
2. La gustation	259
2.1. Les récepteurs gustatifs sont localisés sur la langue	261
2.2. Transduction et codage de l'information	262
<i>Transduction d'une stimulation par des substances amères</i>	263
<i>Transduction d'une stimulation par des substances sucrées</i>	264
<i>Transduction d'une stimulation par des substances acides</i>	264
<i>Transduction d'une stimulation par des substances salées</i>	265
2.3. Intégrations centrales	266
3. Conclusion	266
Chapitre 8 – Le muscle squelettique : un organe hautement spécialisé	267
1. Le muscle squelettique est composé de cellules différenciées : les fibres musculaires	269
1.1. Le sarcolème reçoit le message nerveux et est à l'origine de la contraction	269
1.2. Le sarcoplasme contient le matériel contractile de la fibre musculaire	271
<i>Les filaments fins</i>	272
<i>Les filaments épais</i>	273
1.3. Mécanisme cellulaire de la contraction	274
2. Il existe plusieurs types de muscles striés	276
2.1. Un muscle pâle se contracte plus rapidement qu'un muscle rouge	277
Encart : Le travail musculaire.....	278
2.2. Les muscles rouges sont plus résistants à la fatigue que les muscles pâles	279
2.3. Les propriétés contractiles du muscle dépendent du type de fibres qui le composent	279
2.4. Quel muscle pour quelle activité motrice ?	279
Encart : Fibres musculaires striées rapides, lentes et intermédiaires	280
3. Le muscle squelettique reçoit une innervation sensorimotrice	282
3.1. L'innervation motrice somatique est accomplie par trois populations de neurones	282
Encart : L'inhibition récurrente des motoneurones	283
3.2. L'innervation sensitive englobe des modalités sensorielles très diverses	285

Encart : Notion d'unité motrice	28
Les fuseaux neuromusculaires mesurent la longueur du muscle et ses variations	28
Le fuseau neuromusculaire reçoit une innervation sensitive	29
Le fuseau neuromusculaire reçoit aussi une innervation motrice	29
Le fuseau neuromusculaire est sensible à l'allongement du muscle	29
La terminaison primaire est sensible à la longueur instantanée du muscle et à la vitesse des changements de longueur	29
La terminaison secondaire est uniquement sensible à la longueur instantanée du muscle	29
La sensibilité des terminaisons primaires et secondaires est modifiée par le système fusimoteur .	29
Activité des terminaisons sensibles pendant un mouvement naturel	29
Les organes tendineux de Golgi signalent la contraction musculaire	29
Les organes tendineux sont innervés par une fibre du groupe I	29
La transduction	29
L'organe tendineux est sensible à la contraction des unités motrices	29
L'organe tendineux de Golgi est sensible aux variations de la force exercée par les unités motrices	29
4. Conclusion	29
Chapitre 9 – La moelle épinière est un centre réflexe	29
1. Les réflexes extrinsèques, polysynaptiques, ont un rôle de protection	30
✗ 1.1. Le réflexe ipsilatéral de flexion	30
Mise en évidence biomécanique du réflexe de flexion	30
La sensibilité cutanée et musculaire est à l'origine du réflexe de flexion	30
L'articulation sensorimotrice du réflexe de flexion est polysynaptique	30
Le réflexe ipsilatéral de flexion est organisé selon le principe de l'inhibition réciproque	30
1.2. Les autres réflexes extrinsèques polysynaptiques	30
1.3. Conclusion	30
2. Les réflexes intrinsèques, oligosynaptiques, contrôlent la contraction musculaire	30
2.1. Le réflexe myotatique contrôle la longueur du muscle	30
Mise en évidence biomécanique du réflexe myotatique	30
Le fuseau neuromusculaire est à l'origine du réflexe myotatique	31
Les fibres Ia font des contacts synaptiques directs avec les motoneurones α	31
Les fibres Ia sont à l'origine de potentiels postsynaptiques excitateurs (PPSE) dans les motoneurones α du muscle d'où elles proviennent	31
Les fibres Ia inhibent les motoneurones α des muscles antagonistes	31
2.2. Conclusion	31
L'arc réflexe myotatique	31
Rôle physiologique	31
Applications cliniques	31
2.3. Actions centrales associées au réflexe myotatique	31
Plusieurs fibres Ia convergent sur un seul motoneurone α	31
Une seule fibre Ia atteint plusieurs motoneurones α	31
Les fibres Ia atteignent aussi les motoneurones α des muscles synergistes	31
Les fibres II originaires du fuseau neuromusculaire sont également impliquées	32
2.4. L'inhibition autogénique contrôle la force de contraction	32
L'arc réflexe de l'inhibition autogénique	32
L'organe tendineux de Golgi : un récepteur dynamique de la contraction musculaire	32
L'inhibition autogénique : un système amortisseur des variations de l'intensité d'une contraction musculaire	32
Une inhibition présynaptique abrège l'action centrale des terminaisons Ib	32
2.5. Conclusion	32
Encart : Le contrôle des entrées sensorielles spinales par inhibition présynaptique	32

Chapitre 10 – Le contrôle nerveux de la posture fait intervenir les centres du tronc cérébral	329
1. Le tonus musculaire	329
1.1. Le tonus est à la base du maintien de la posture	330
1.2. Le tonus postural implique les unités motrices lentes	331
2. Les ajustements posturaux	332
3. La moelle épinière : premier niveau de contrôle	336
4. La formation réticulée et les ajustements posturaux anticipés	338
4.1. La formation réticulée pontique constitue un grand système activateur descendant	338
4.2. La formation réticulée bulbaire constitue un grand système inhibiteur descendant	339
4.3. Le tonus des muscles extenseurs dépend, pour une part, d'un équilibre entre les influences excitatrices pontiques et inhibitrices bulbaires sur les motoneurones α	340
4.4. Le système réticulaire coordonne la posture et l'exécution des mouvements	342
4.5. Conclusion	343
5. L'équilibre et les réactions posturales compensatrices	344
5.1. Organisation du système vestibulaire	346
5.2. Deux structures paires, les utricules et les saccules, détectent la position de la tête dans l'espace	346
5.3. Utricule et saccule sont à l'origine des réactions de compensation statiques	347
5.4. Les canaux semi-circulaires détectent les mouvements de rotation de la tête	349
5.5. Les canaux semi-circulaires sont à l'origine des réactions de compensation dynamiques	351
5.6. Le noyau vestibulaire latéral (noyau de Deiters) participe au contrôle de la posture et aux réactions statiques d'équilibration	352
5.7. Le noyau vestibulaire inférieur intègre les informations vestibulaires et cérébelleuses	353
5.8. Les noyaux vestibulaires médian et supérieur sont impliqués dans les réflexes vestibulo-oculaires	353
6. Conclusion	353
Chapitre 11 – Le contrôle nerveux du mouvement volontaire est assuré par le néocortex	355
1. Le mouvement volontaire est commandé à partir de plusieurs territoires corticaux	355
2. Les aires motrices sont à l'origine de grandes voies nerveuses descendantes	357
3. Les aires motrices agissent sur les motoneurones α	360
4. Les aires motrices agissent aussi sur les motoneurones fusimoteurs	360
5. Les lésions des aires motrices corticales et des voies cortico-spinales provoquent des déficits moteurs caractéristiques	361
6. Le cortex moteur est informé des conséquences du mouvement	363
7. Les aires motrices ont trois sources d'information	364
8. Conclusion	366
Chapitre 12 – Le cervelet contrôle l'exécution des activités motrices	367
1. Une organisation générale relativement simple	367
Encart : Organisation du cortex cérébelleux	370
2. Le cervelet spinal contrôle l'activité posturale et l'exécution du mouvement	373
2.1. Les afférences spinales	373
2.2. Les efférences du cervelet spinal se font principalement vers les systèmes moteurs du tronc cérébral	374
2.3. Les déficits postlésionnels sont en accord avec ces données neuroanatomiques	375
2.4. Conclusion	376
3. Le cervelet cérébral participe à la programmation motrice	376
4. Le cervelet vestibulaire contrôle les réactions d'équilibre et le mouvement des yeux	377

Chapitre 13 – Les noyaux gris de la base interviennent dans la programmation du mouvement	379
1. Des relations anatomiques nombreuses et complexes	379
1.1. Les afférences pénètrent les noyaux gris de la base par le néostriatum	380
1.2. Les efférences quittent les noyaux de la base par le GPM-SNr	382
<i>Les efférences directes</i>	382
<i>Les efférences indirectes</i>	382
1.3. La substance noire compacte (SNc) libère de la dopamine sur le néostriatum	383
2. Les noyaux gris de la base et les mouvements anormaux	383
2.1. Les hyperkinésies	383
2.2. Les hypokinésies	384
2.3. Les dystonies	385
2.4. Conclusion	385
Chapitre 14 – Des activités motrices rythmiques	387
1. La locomotion : une activité motrice automatique complexe et variée	387
1.1. La diversité des locomotions	388
1.2. Le mouvement locomoteur du membre	389
1.4. Conclusion	391
2. Le générateur de la nage chez la Lamproie	391
2.1. Une activité locomotrice à l'organisation primitive	392
2.2. La moelle de lamproie <i>in vitro</i> est capable de créer un rythme locomoteur	392
2.3. La plupart des neurones constituant le réseau du CPG de nage de Lamproie sont connus	393
2.4. La commande locomotrice rythmique est en partie due aux propriétés du réseau	394
2.5. Les neurones constituant le réseau du CPG sont autorythmiques	394
2.6. Mécanismes membranaires fondamentaux de l'autorythmicité	395
2.7. Le CPG de nage est sous le contrôle des structures supraspinales et des voies sensorielles	397
3. Le contrôle nerveux de la locomotion chez les Mammifères	398
3.1. La genèse des rythmes locomoteurs est le fait de réseaux spécialisés : les CPG	398
3.2. Les CPG sont situés dans la moelle épinière	401
3.3. Le déclenchement de la locomotion fait appel à des structures supraspinales	402
3.4. Le mouvement locomoteur est contrôlé par les afférences sensorielles et des boucles de régulation spino-cérébello-spinales	404
4. Contrôle nerveux de la ventilation pulmonaire	407
4.1. La mécanique ventilatoire	408
4.2. L'innervation des muscles respiratoires	410
4.3. Le cycle ventilatoire	410
4.4. Les centres bulbaires de la respiration	411
4.5. Les centres respiratoires pontiques	414
5. Conclusion	415
Chapitre 15 – Les fonctions végétatives	417
1. Organisation générale du système neurovégétatif	417
1.1. Les voies motrices du système orthosympathique	418
1.2. Les voies motrices du système parasymphatique	419
1.3. Les centres supérieurs	421
2. La transmission ganglionnaire	421
3. Les effecteurs	423
3.1. Les cellules glandulaires	423
3.2. Les fibres musculaires lisses	424
3.3. Les fibres musculaires cardiaques	425
3.4. Un exemple d'organisation fonctionnelle : le péristaltisme intestinal	427

4. Un premier exemple de fonction intégrée, la thermorégulation	429
4.1. Apports et pertes de chaleur	429
<i>Radiations</i>	429
<i>Conduction et convection</i>	430
<i>Évaporation</i>	430
4.2. Mécanismes thermorégulateurs	430
<i>Principes généraux</i>	430
<i>Réponses de l'organisme au froid</i>	431
<i>Réponses de l'organisme au chaud</i>	432
4.3. Contrôle central	433
4.4. La fièvre	433
5. Un second exemple de fonctionnement intégré : le contrôle de la prise alimentaire	435
5.1. La prise alimentaire	435
5.2. Le contrôle neurohumoral de la prise alimentaire	436
<i>Rôle de la glycémie</i>	436
<i>Rôle des lipides</i>	437
<i>Mécanismes centraux</i>	439
6. Un centre d'intégration neurohumoral, le complexe hypothalamo-hypophysaire	443
6.1. Organisation anatomique du complexe hypothalamo-hypophysaire chez les Mammifères	444
6.2. La notion de rétrocontrôle	444
6.3. Le stress	445
<i>La réaction d'alerte</i>	446
<i>Le syndrome général d'adaptation</i>	447
<i>Contrôle de la libération d'ACTH</i>	448
6.4. La neurohypophyse	448
6.5. L'hypothalamus et les rythmes biologiques	451
<i>Les sécrétions hormonales : une illustration de différents rythmes biologiques</i>	451
<i>Le caractère endogène des rythmes de sécrétions hormonales</i>	454
6.6. Conclusion	458
Chapitre 16 – Le sommeil et l'activité onirique	461
1. Caractéristiques générales du sommeil	462
1.1. Le sommeil à ondes lentes prépare le rêve	462
<i>L'électrophysiologie divise le sommeil à ondes lentes en quatre stades</i>	462
Encart : L'électroencéphalogramme	464
<i>Le sommeil à ondes lentes s'accompagne de signes neurovégétatifs et comportementaux</i>	466
<i>Le sommeil à ondes lentes s'accompagne d'activités mentales</i>	466
1.2. Le rêve est associé au sommeil paradoxal	466
<i>Le paradoxe électrophysiologique de la phase où le sommeil est le plus profond</i>	466
<i>Le sommeil paradoxal s'accompagne de signes neurovégétatifs et comportementaux</i>	467
<i>Le sommeil paradoxal représente moins de 10 % du sommeil total</i>	467
<i>L'activité onirique est liée au sommeil paradoxal</i>	468
<i>Fonction du sommeil paradoxal</i>	468
2. Les phases de sommeil sont des phénomènes actifs contrôlés par des centres nerveux	468
2.1. Les premières hypothèses : un sommeil passif	469
2.2. Une conception plus moderne : le sommeil, un mécanisme actif	469
2.3. Les structures de l'éveil	471
2.4. Le système d'endormissement et le sommeil à ondes lentes	472
2.5. Le contrôle du sommeil paradoxal	472
<i>L'atonie posturale</i>	472
<i>Les mouvements des yeux</i>	472

Chapitre 17 – Apprentissage et mémoire	475
1. Différentes formes d'apprentissage	475
1.1. L'apprentissage perceptif	475
1.2. L'apprentissage du type stimulus-réponse	476
<i>Les apprentissages non associatifs</i>	476
<i>Les apprentissages associatifs</i>	476
1.3. L'apprentissage relationnel	477
2. Différentes formes de mémoire	477
2.1. Mémoire à court terme et mémoire à long terme	477
2.2. Mémoire de travail	478
2.3. Consolidation et rappel	478
2.4. Subdivisions de la mémoire à long terme	480
<i>La mémoire de référence</i>	480
<i>Mémoire déclarative et mémoire procédurale</i>	481
3. Neurobiologie de l'apprentissage et de la mémoire	482
3.1. Les fonctions des structures limbiques	483
<i>Le syndrome de Korsakoff</i>	483
<i>L'amnésie bitemporale</i>	483
3.2. Les fonctions des régions néocorticales	483
<i>Les lobes frontaux et préfrontaux</i>	483
Encart : La maladie d'Alzheimer atteint la mémoire.	484
<i>Les cortex pariétal et temporal</i>	485
3.3. Bases cellulaires des conditionnements associatifs	486
<i>Conditionnement du réflexe de rétraction de la branchie chez l'aplysie</i>	486
<i>Conditionnement du réflexe d'extrusion du proboscis chez l'Abeille</i>	486
<i>Conditionnement du réflexe palpébral chez le lapin</i>	487
 Annexe 1 – Quelques méthodes d'anatomie fonctionnelle utilisées dans l'étude du système nerveux central	491
Annexe 2 – Quelques éléments d'électricité.	492
Annexe 3 – Méthodes de <i>clamp</i>	494
Annexe 4 – Liquide céphalo-rachidien et barrière hémato-encéphalique.	496
Annexe 5 – La notion de régulation	498
Annexe 6 – Enregistrement global et potentiel de champ	500
 Bibliographie	503
 Index	507