

# Neuroanatomie et sémiologie neurologique

**Cours, QCM  
et exercices corrigés**

**Mario Manto**

**US** Précis

**Lavoisier**  
Médecine  
SCIENCES



# Introduction

La terminologie neuroanatomique et la sémiologie neurologique sont particulièrement riches. Elles peuvent apparaître très complexes à l'étudiant, en particulier si l'enseignement de la neuroanatomie, branche réputée ardue, demeure purement descriptif et maintenu à l'écart de la sémiologie et des implications cliniques. Celles-ci n'apparaissent en effet clairement à l'étudiant que 2 à 4 ans après les exposés théoriques qui leur semblent parfois « très éloignés du terrain ». Cet ouvrage est fondé sur une approche anatomo-sémiologique, en faisant le lien direct entre la neuroanatomie descriptive et la sémiologie au lit du patient.

L'étape de localisation de la lésion est essentielle en clinique neurologique. Elle repose sur la connaissance de la neuroanatomie et des symptômes ou signes associés aux lésions focales du système nerveux. Cette approche rationnelle est l'une des premières pierres angulaires du diagnostic des maladies neurologiques. Les avancées constantes de la neuro-imagerie permettent à présent de confronter rapidement les observations cliniques et les données neuroanatomiques. Cette intégration clinico-radiologique renforce la nécessité d'une bonne connaissance de la neuroanatomie à un moment de convergence de l'anatomie descriptive et de l'anatomie fonctionnelle clinique. Parmi les axes essentiels du raisonnement neurologique que découvrent les étudiants figurent :

- la distinction entre l'atteinte neurologique centrale et l'atteinte neurologique périphérique ;
- l'extraction des signes individuels ;
- leur combinaison sous forme de syndromes.

Le premier objectif de l'examineur est donc de situer la lésion dans le cerveau, la moelle épinière, les nerfs périphériques et/ou les muscles. Le second objectif consiste à établir si la lésion est unique (principe de parcimonie) ou si la maladie est multifocale. Ce livre vise à initier l'étudiant dans cette démarche qui sera poursuivie au cours des exercices de simulation, des formations et stages hospitaliers.

Les étudiants font face à un nombre croissant d'informations et seront probablement amenés à prendre en charge davantage de patients tout en disposant d'un temps de plus en plus limité. Il importe de leur fournir un ouvrage rapidement accessible, centré sur l'essentiel des notions à retenir et facilitant la conceptualisation de la neuroanatomie à visée sémiologique. Les cliniciens qui tentent d'échapper à cette analyse rationnelle face au patient ou aux dossiers médicaux éprouvent souvent de grandes difficultés

pour établir rapidement un diagnostic neurologique. La multiplicité des examens complémentaires peut constituer un piège lorsque la réflexion initiale est évitée.

Ce livre est destiné principalement aux étudiants en médecine, pharmacie, kinésithérapie, ergothérapie et soins infirmiers. Il ne remplace nullement les traités de référence en anatomie ou les ouvrages de neurologie, mais il crée un pont entre la neuroanatomie, la sémiologie et la neurologie. Quelques maladies fréquemment rencontrées sont introduites en insistant sur leur sémiologie, afin que l'étudiant puisse d'emblée comprendre les implications futures de son enseignement théorique. L'étudiant sera familiarisé à la terminologie clinique. Toutefois, ce livre ne vise pas à délivrer un enseignement exhaustif de ces pathologies qui sont enseignées plus tard dans le cursus de l'étudiant. La sélection des thèmes abordés dans l'ouvrage est donc fortement influencée par les implications cliniques futures pour l'étudiant. Dans cette optique, des objectifs pédagogiques ont été insérés tout au long de l'ouvrage. L'ensemble des chapitres correspond à un nombre total de 20 à 30 heures de cours théorique.

Le dessin a une place essentielle dans l'apprentissage de la neuroanatomie et chacun des schémas a été sélectionné dans cet objectif. L'enseignant est invité à redessiner les schémas à la craie au tableau ou sur transparents (rétroprojecteur) lors de ses exposés magistraux, tout en évitant la schématisation excessive. Les étudiants sont invités à les reproduire, en prenant garde à l'orthographe des annotations. Cette étape de reconstruction du système nerveux sur des schémas est déterminante sur le plan pédagogique, tant pour la compréhension que la mémorisation. En effet, le système nerveux est particulièrement difficile à reconstruire dans les trois dimensions et l'apprentissage de l'anatomie sectionnelle (coupes élémentaires, schémas au tableau ou sur transparents) facilite grandement l'étape personnelle de représentation tridimensionnelle des structures du système nerveux. L'étudiant est encouragé à refaire les schémas car les photographies (particulièrement aisées à réaliser à l'aide de téléphones portables et des tablettes numériques) ne peuvent remplacer le dessin personnel. Plusieurs schémas sans légende sont fournis en fin d'ouvrage pour assister l'étudiant qui éprouverait des difficultés dans les dessins. Des questions d'examens sont exposées en fin d'ouvrage, ainsi que des exercices corrigés. L'enseignant pourra les utiliser comme support didactique pour tester les connaissances des étudiants. Lorsque des clichés d'IRM sont utilisés, l'accent n'est pas mis sur les (nombreuses) séquences utilisées (T1, T2, Flair, etc.). En effet, celles-ci seront étudiées en détail durant le cours de neuroradiologie.

Les travaux pratiques de dissection complètent le cours théorique. Ils sont particulièrement efficaces lorsque l'étudiant a relu ses notes théoriques au préalable. L'étudiant est amené à observer attentivement les

pièces anatomiques et à pratiquer des coupes permettant d'identifier les structures essentielles, sous la guidance du prosecteur ou des assistants. Les dissections assurent en effet la bonne représentation tridimensionnelle du cerveau et de la moelle épinière. Des préparations anatomiques permettent d'illustrer des régions complexes. L'étudiant pourra confronter ses observations personnelles avec les images obtenues par CT-scanner et IRM, ainsi qu'avec les traités anatomiques exhaustifs (permettant un approfondissement de la matière), les atlas anatomiques ou les aide-mémoire qui demeurent des sources d'information très utiles compte tenu de la complexité du domaine et des nombreuses terminologies (terminologie latine, terminologie anatomique internationale, terminologie appliquée par les cliniciens, etc.).



ANATOMIE  
DES SYSTÈMES  
NERVEUX CENTRAL  
ET AUTONOME





# Système nerveux central

## Plans de référence et axes anatomiques

### Objectif pédagogique

Être capable de décrire les 3 plans de référence.

La *position de référence* du corps humain est déterminée par une convention internationale. Le sujet est debout en position du « garde-à-vous », le regard étant maintenu à l'horizontale. Les *axes élémentaires* sont définis par rapport à cette position de référence :

- l'axe vertical (longitudinal, crânio-caudal, supéro-inférieur) : il s'agit d'un axe vertical dirigé du haut vers le bas. Il est perpendiculaire au sol. Pour l'encéphale, on utilise également la terminologie *basal* (ou *ventral*) pour les structures situées à la base du cerveau (partie inférieure du cerveau) ;
- l'axe antéro-postérieur (ou sagittal) : il est dirigé d'avant (ventralement) en arrière (dorsalement) ;
- l'axe transversal (ou médio-sagittal) : perpendiculaire aux deux précédents.

La terminologie *rostro-caudal* désigne un axe antéro-postérieur pour le télencéphale (*voir* p. 10) et un axe supéro-inférieur pour le tronc cérébral et la moelle épinière. Lorsqu'une structure est située en profondeur du cerveau, le terme *interne* est employé. Lorsqu'elle est située en superficie, le terme *externe* est utilisé.

Par rapport à l'axe vertical du corps :

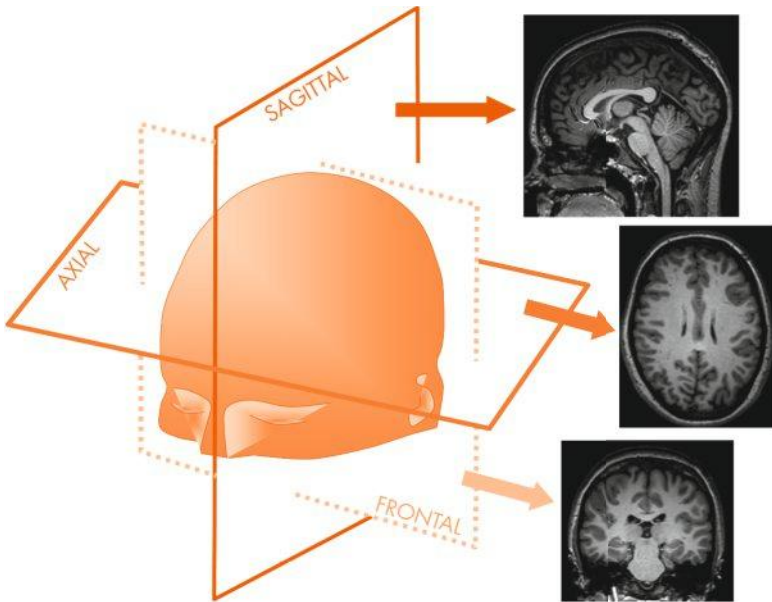
- l'axe passant par le pôle frontal et le pôle occipital (*axe de Forel*) est un axe en flexion (dirigé vers l'avant) d'environ  $80^\circ$  ;
- l'axe longitudinal du tronc cérébral (*axe de Meynert*) est en flexion d'environ  $35^\circ$  ;
- l'axe longitudinal de la moelle épinière suit l'axe vertical du corps.

Les trois *plans de référence* sont perpendiculaires entre eux (Figure 1-1). On considère :

A. le *plan axial* (encore appelé plan horizontal ou transversal) : il est en position horizontale par rapport au sol. Les mouvements élémentaires dans ce plan sont des mouvements de rotation ;

B. le *plan sagittal* : il est vertical selon un axe antéro-postérieur (axe sagittal). Le plan sagittal médian est l'équivalent du plan de symétrie du corps. Il divise le corps en un hémicorps droit et un hémicorps gauche. Les mouvements élémentaires dans ce plan sont des mouvements de flexion/extension ;

C. le *plan frontal (ou coronal)* : il est vertical et perpendiculaire au plan sagittal. Les mouvements élémentaires dans ce plan sont des mouvements d'inclinaison pour les structures impaires ou d'abduction/adduction pour les structures paires.



**Figure 1-1** Les trois plans de référence.

En raison de la nécessité d'utiliser des repères neuroanatomiques précis notamment pour la neuro-imagerie et la neurochirurgie, plusieurs plans de référence axiaux spécifiques à l'encéphale sont utilisés :

a. le *plan bi-commissural CA-CP* (CA : commissure antérieure, CP : commissure postérieure) : il passe par la commissure antérieure à l'avant et la commissure postérieure à l'arrière. Il est très utilisé en neurochirurgie stéréotaxique ;

b. le *plan orbito-méatal* (OM) de Virchow (ou de Francfort) : il passe en avant par les bords inférieurs des orbites droite et gauche et en arrière par les bords supérieurs des orifices des conduits auditifs externes. Il fait un angle de  $-10^\circ$  par rapport au plan CA-CP. Il est très utilisé pour l'imagerie de la tête. Il ne faut pas le confondre avec le *plan oculo-méatal* (passant par la partie antérieure des globes oculaires et le milieu des orifices des conduits auditifs externes).

## Embryologie et anatomie générale

### Objectif pédagogique

Être capable de citer les grandes structures du système nerveux central.

Le système nerveux central (ou névraxe ; **Figures 1-2 et 1-3**) se compose :

- *de l'encéphale* : c'est la partie intracrânienne. Le crâne présente une paroi supérieure (voûte crânienne ; sommet : vertex) et une paroi inférieure (base du crâne) ;

- *de la moelle épinière (moelle spinale)* : cette structure est située dans le canal vertébral.

Les structures localisées au niveau du névraxe sont dites intra-axiales.

Sur le plan embryologique, le névraxe dérive de l'ectoderme. Le développement embryologique est caractérisé par :

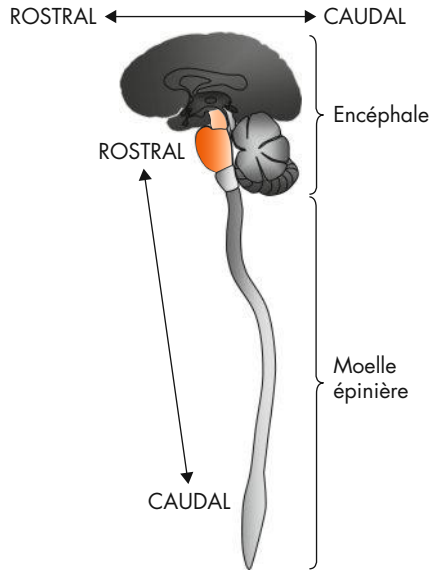
- l'apparition de la plaque neurale (ou neuroectoderme) au 18<sup>e</sup> jour ;
- la formation de la gouttière neurale au 21<sup>e</sup> jour ;
- l'apparition du *tube neural* au 28<sup>e</sup> jour. Le tube neural va se diviser en une plaque alaire postérieure sensitive (à l'origine de neurones sensitifs) et une plaque basale antérieure motrice (à l'origine des neurones à fonction motrice).

La plaque alaire postérieure est à l'origine :

- des afférences somatiques générales (ASG) : pour la sensibilité cutanée ;
- des afférences somatiques spéciales (ASS) : par exemple la sensibilité de l'oreille interne ou la vision ;
- des afférences viscérales générales (AVG) : pour la sensibilité des viscères ;
- des afférences viscérales spéciales (AVS) : par exemple les afférences du goût.

La plaque basale est à l'origine :

- des afférences viscérales générales : pour le contrôle des muscles lisses des viscères ;
- des afférences viscérales spéciales : par exemple pour le contrôle des muscles du larynx ;



**Figure 1-2** Illustration de l'encéphale et de la moelle épinière dans le plan sagittal. L'encéphale inclut le tronc cérébral (composé du bulbe en gris clair, de la protubérance en orange foncé et du mésencéphale en orange clair), le cervelet, le diencéphale, le télencéphale. L'axe rostro-caudal de l'encéphale présente une angulation par rapport à l'axe rostro-caudal de la moelle épinière.

- des efférences somatiques générales : pour le contrôle des muscles striés.

Le stade à 3 vésicules primaires est caractérisé par (Figure 1-4) :

- la vésicule rhombencéphalique (*hindbrain*) ;
- la vésicule mésencéphalique ;
- la vésicule prosencéphalique.

Le stade à 5 vésicules secondaires succède au stade à 3 vésicules.

On distingue :

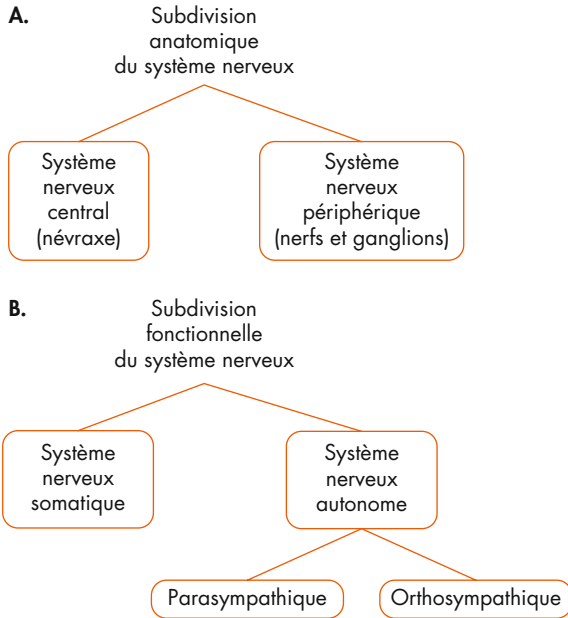
- le myélocéphale : à l'origine du bulbe (« moelle allongée ») et de la partie inférieure du 4<sup>e</sup> ventricule ;

- le métencéphale : à l'origine de la protubérance, du cervelet et de la partie supérieure du 4<sup>e</sup> ventricule ;

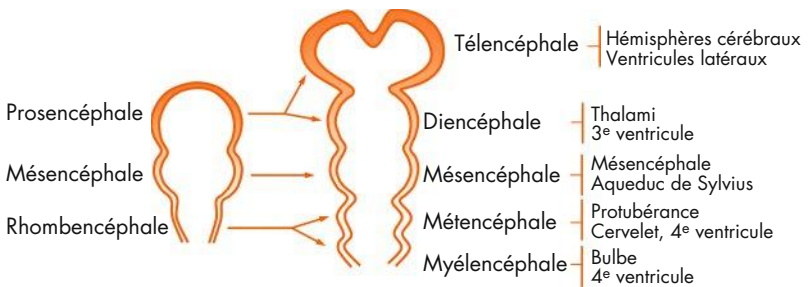
- le mésencéphale ;

- le diencéphale : à l'origine du thalamus et du 3<sup>e</sup> ventricule ;

- le télencéphale : à l'origine des hémisphères cérébraux et des ventricules latéraux. La vésicule télencéphalique se divise en une vésicule droite et gauche (à l'origine des hémisphères cérébraux). Chacune se développe latéralement et vers l'arrière, en se courbant ensuite vers l'avant, évoquant la forme d'un fer-à-cheval ouvert en avant. Chaque vésicule télencéphalique donne naissance à un ventricule latéral.



**Figure 1-3** A) Subdivision anatomique du système nerveux en système nerveux central (ou névraxe) et système nerveux périphérique. B) Sur le plan fonctionnel, le système nerveux est divisé en système nerveux somatique et en système nerveux autonome.



**Figure 1-4** Les stades à 3 vésicules (à gauche) et à 5 vésicules (à droite) au cours du développement embryonnaire.

- La crête neurale est en particulier à l'origine :
- du système nerveux périphérique : les ganglions sensitifs, les ganglions autonomes et les nerfs périphériques ;
  - des leptoméninges (pie-mère et arachnoïde).
- La dure-mère dérive du mésoderme.

Le nerf optique et le chiasma optique dérivent du diencephale.

L'hypophyse a une double origine embryologique :

- le lobe antérieur (adénohypophyse) tire son origine d'un diverticule ectodermique de la cavité orale primitive : la poche de Rathke ;
- le lobe postérieur (neurohypophyse) dérive de l'hypothalamus.

**Application clinique :** l'*anencéphalie* désigne l'absence d'encéphale consécutivement à un défaut de fermeture du tube neural.

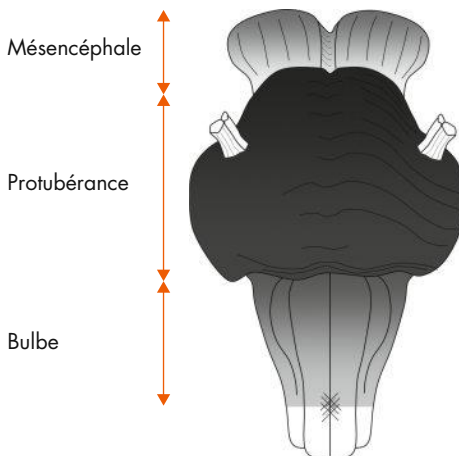
## Encéphale

Chez l'adulte, son poids est d'environ 1 350 g, soit un rapport d'environ 1/50 par rapport au poids total du corps humain. Son volume est de 1,35 litres (dimensions : 17 cm selon un axe antéro-postérieur, 14 cm de largeur et de 13 cm de hauteur).

L'encéphale est divisé en 3 grandes structures :

- *le cerveau proprement dit* : son poids est d'environ 1 200 g (presque 90 % du poids de l'encéphale) pour un volume de 1,20 L. Il est lui-même subdivisé en diencephale et télencéphale. Le diencephale est une structure médiane impaire subdivisée en 5 parties : le thalamus, l'hypothalamus, le sous-thalamus, l'épithalamus et le métalthalamus. Le télencéphale est divisé en deux hémisphères cérébraux qui sont reliés par des commissures ;

- *le tronc cérébral* : situé sous le cerveau. Sa longueur est de 75 mm. Il est composé de haut en bas du mésencéphale, de la protubérance (ou pont) et du bulbe (moelle allongée ou *medulla oblongata*) (Figure 1-5). Il pèse de l'ordre de 12 g ;



**Figure 1-5** Les trois étages du tronc cérébral. Vue antérieure.

– *le cervelet* : il est situé à l'arrière du tronc cérébral (**Figure 1-6**), auquel il est attaché par 3 paires de pédoncules cérébelleux (supérieurs, moyens, inférieurs). Il pèse environ 140 g, soit presque 10 % du poids de l'encéphale.

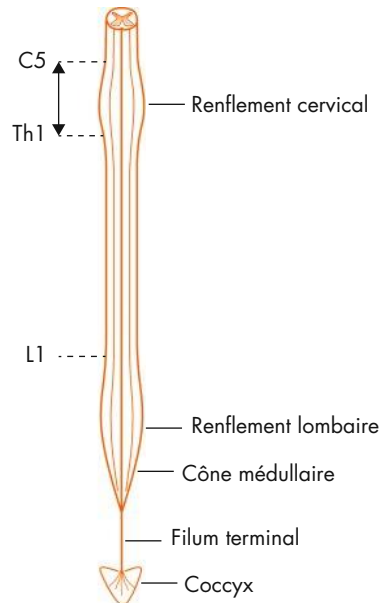


**Figure 1-6** Localisation du cervelet (en orange foncé) à l'arrière du tronc cérébral (en orange clair).

### Moelle épinière

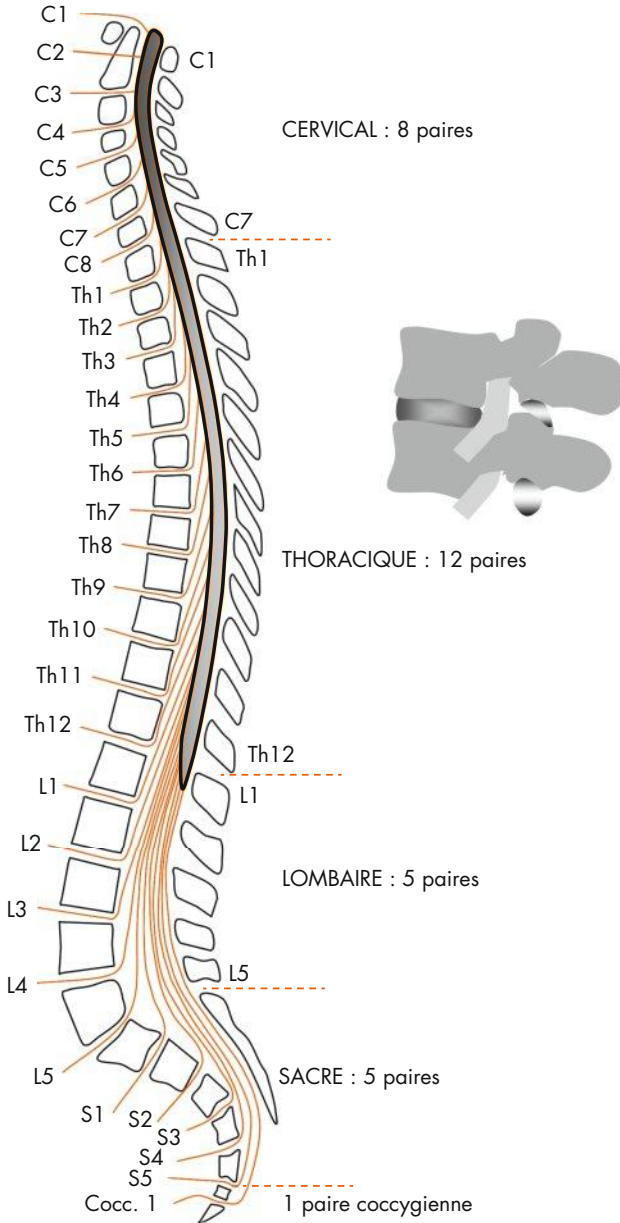
Elle ressemble à un cordon cylindrique légèrement aplati d'avant en arrière dont le diamètre est de l'ordre de 10 à 13 mm selon le niveau considéré. Elle présente deux renflements (cervical et lombaire) et se termine caudalement par le cône médullaire (**Figure 1-7**). Chez l'adulte, elle s'étend de la 1<sup>re</sup> vertèbre cervicale (atlas ou C1) à la seconde vertèbre lombaire (L2) sur une longueur d'environ 45 cm (**Figure 1-8**). Chez le nouveau-né, elle descend jusque L3. La moelle épinière pèse environ 40 à 45 g. Les 31 paires de nerfs rachidiens communiquent avec la moelle épinière.

L'encéphale et la moelle épinière sont entourées des méninges (*voir* paragraphe « Méninges » p. 17), qui délimitent l'espace intra-axial



**Figure 1-7** Schéma général de la moelle épinière selon un axe rostro-caudal. Le renflement cervical et le renflement lombaire sont le site d'origine des racines destinées au plexus brachial et au plexus lombaire, respectivement.

NERFS RACHIDIENS



**Figure 1-8** Illustration des nerfs rachidiens (31 paires au total). Schéma dans un plan sagittal.



(hémisphères cérébraux, ventricules, noyaux de la base, tronc cérébral, cervelet, moelle épinière) de l'espace extra-axial (espaces sous-arachnoïdien, sous-dural, extradural).

## Morphologie interne : substance grise et substance blanche

### Objectif pédagogique

Être capable de décrire la substance grise et la substance blanche.

La substance grise correspond aux amas de corps cellulaires (péricaryons) des neurones. Elle a une position centrale ou périphérique

La *substance grise centrale* est présente :

- au niveau spinal : au centre ;
- au niveau du tronc cérébral ;
- en profondeur du cerveau.

Les péricaryons de la substance grise centrale sont groupés sous forme de :

- noyaux : ils ont en général une forme ovoïde ou une forme d'ellipse ;
- colonnes : au niveau spinal, les colonnes correspondent à des arrangements verticaux selon l'axe longitudinal ;

– lames : ce sont des amas de péricaryons qui ont une forme aplatie.

Les péricaryons de la substance grise centrale peuvent s'organiser sous forme d'un filet à petites mailles dont les bords sont mal définis (formation réticulaire ou réticulée).

La *substance grise périphérique* est divisée en :

- cortex cérébral : il occupe la surface du télencéphale et présente un aspect plissé ;
- cortex cérébelleux : en surface du cervelet.

La substance blanche occupe une position centrale au niveau du cerveau et du cervelet, alors qu'elle est périphérique au niveau spinal. Elle comprend les axones issus des cellules nerveuses. Les axones de la substance blanche sont groupés sous forme de :

- commissures : les fibres ont une disposition transversale et relient les deux hémisphères cérébraux ;
- capsules : ressemblant à une enveloppe qui entoure un noyau et de forme aplatie ;
- faisceaux et tractus : les axones y sont groupés de manière relativement homogène ;
- lemnisques : ils ressemblent à un faisceau mais sont aplatis et souvent plus courts ;
- pédoncules : ils sont constitués de la réunion de plusieurs faisceaux ou tractus de substance blanche. Ils ont une morphologie allongée ;
- radiations : les fibres se regroupent en prenant une forme radiaire.

Localiser la lésion est une étape clé en clinique neurologique. Cette étape repose essentiellement sur une parfaite connaissance de la neuroanatomie et des symptômes ou signes associés.

Ce guide d'apprentissage complet de la neuroanatomie du système nerveux central et de la sémilogie neurologique a pour objectif d'aider l'étudiant durant ses études, depuis les exposés théoriques de neuroanatomie jusqu'aux stages cliniques en pratique ambulatoire ou hospitalière. Chaque partie, richement illustrée, tient compte des implications cliniques futures. Les images IRM complètent les illustrations anatomiques.

L'ouvrage inclut des questions d'examens résolues, des exercices cliniques corrigés et un chapitre consacré aux séances pratiques de dissection du cerveau. Il fournit également des schémas sans légende afin de faciliter le travail de l'étudiant qui éprouverait des difficultés à réaliser des schémas anatomiques. Enfin, chaque chapitre présente des objectifs pédagogiques qui mettent en évidence les points essentiels à retenir.

Ce livre répond aux besoins des étudiants en médecine, pharmacie, kinésithérapie, soins infirmiers et ergothérapie. Il utilise un langage clair et conforme aux pratiques actuelles.

## Mario Manto

Mario Manto est neurologue à l'Université Libre de Bruxelles et chercheur au Fonds national de la recherche scientifique (Belgique). Il est professeur de neuroanatomie et de sémilogie neurologique à l'Université de Mons (Belgique) et enseigne la physiopathologie neurologique à la Haute école libre de Bruxelles. Il est rédacteur en chef des revues internationales *The Cerebellum* et *Cerebellum and Ataxias* et est l'auteur de plusieurs ouvrages en langue française et en langue anglaise.



Les Précis

La collection « Les Précis » propose une gamme de livres de synthèse, sur des thèmes de formation initiale et continue, destinés aux étudiants en médecine et aux praticiens en exercice.

editions.lavoisier.fr