

# Physiopathologie des déficiences motrices \*

Ce chapitre présente de façon schématique et sommaire les bases de ce qu'il est nécessaire de connaître pour comprendre le fonctionnement de la motricité et les conséquences des atteintes qui peuvent la perturber. Il ne s'agit évidemment pas d'un précis d'anatomie ou de physiologie, mais d'un article dont le but est avant tout pédagogique ; on se reportera utilement aux ouvrages cités en fin d'article pour approfondir les connaissances abordées ci-dessous. On pourra aussi, pour les termes techniques explicités ou non ci-dessous, se reporter au glossaire p. 467.

Les aspects spécifiques des mécanismes à l'origine de certaines déficiences associées aux déficiences motrices seront abordés dans les articles consacrés à ces troubles, en particulier : troubles sphinctériens (p. 355), troubles neuro-psychologiques (p. 397). Une approche des causes de déficience motrice (mode de survenue, classement) est proposée p. 145.

## INTRODUCTION : NOTION DE DÉFICIENCE MOTRICE

**Une déficience motrice** est une atteinte (perte de substance ou altération d'une structure ou fonction, physiologique ou anatomique) de la motricité, c'est-à-dire de la capacité du corps ou d'une partie du corps à se mouvoir ou à se maintenir dans une position donnée de façon ordinaire, quels que soient le but et la fonction du mouvement produit ou du positionnement obtenu :

- déplacement (locomotion, transferts, etc.) ;
- fonction posturale (se tenir debout, assis, etc.) ;
- action sur le monde extérieur (préhension, manipulation d'objet, etc.) ;
- communication (parole, gestes et mimiques, écriture, etc.) ;
- alimentation (mastication, déglutition, etc.) ;
- perception du monde extérieur (mouvement des yeux, de la tête...) ;
- mouvement réflexe (exemple : retrait de la main qui touche un objet brûlant) ; motricité automatique (sphincter, muscles de la paroi intestinale) ; etc.

## La motricité est schématiquement permise par :

### 1. Des structures de commande et de régulation :

- *une commande* : volontaire ou involontaire, située à différents endroits ou centres du système nerveux central : encéphale, moelle épinière ;
- *une régulation* : le système nerveux central coordonne et contrôle, de façon consciente ou non, les activités motrices, en permet l'harmonie et l'efficacité (coordination) et contribue à la motricité par des fonctions complexes : équilibre, perception du corps dans l'espace.

2. **Des voies de transmission** : les voies nerveuses centrales et les nerfs périphériques.

### 3. Des effecteurs : l'appareil locomoteur

- *des organes moteurs* : les muscles,
- *un outil* sur lequel agissent les muscles : le squelette (os et articulations).

Afin de comprendre les conséquences des atteintes de la motricité, il faut connaître le fonctionnement normal des structures qui permettent le mouvement. Seront donc abordés successivement ci-dessous :

- un **rappel anatomique** des structures de ce qu'on pourrait appeler *l'appareil moteur* : système nerveux, musculature, squelette ;
- **la motricité normale** à travers le schéma simplifié de la réalisation d'un mouvement ;
- **les perturbations possibles** de la motricité, les grands syndromes qu'elles entraînent.

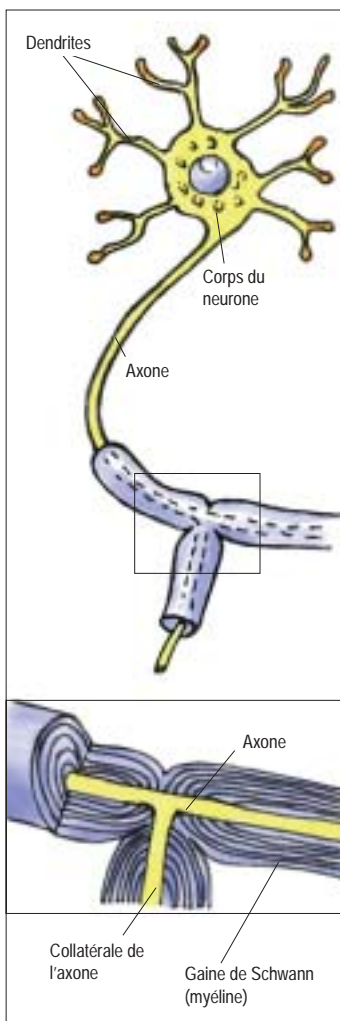


Figure 1. Le neurone.

## Rappel anatomique et physiologique

### LE SYSTÈME NERVEUX

#### Généralités

#### LE NEURONE, L'INFLUX NERVEUX

Le système nerveux est un ensemble d'organes dont l'unité fondamentale est la cellule nerveuse ou **neurone**. Il s'agit d'une cellule de forme et de fonctionnement très particuliers, qui a pour rôle fondamental la **transmission de l'influx nerveux**, d'un neurone à l'autre, ou d'un neurone vers l'organe innervé (un muscle par exemple). L'influx nerveux, qui véhicule les messages (stimulations sensibles ou sensorielles, ordres de réponse, réponses réflexes, etc.) peut être comparé à un courant électrique parcourant le neurone d'un bout à l'autre, transmis d'un neurone à l'autre par l'intermédiaire de substances chimiques (**neurotransmetteurs**).

#### Le neurone comporte (fig. 1)

- un **corps cellulaire** contenant le noyau de la cellule et présentant des ramifications ou **dendrites**, reliées par des connexions ou synapses avec d'autres neurones ; **la synapse** est un espace d'échange de produits chimiques (neurotransmetteurs) entre deux terminaisons nerveuses, qui assure la transmission et le sens du message transmis ; les corps cellulaires constituent la **substance grise** du tissu nerveux ;

- un **axone** qui est un prolongement du corps cellulaire qui va conduire les messages nerveux, notamment à travers les nerfs, jusqu'à leur destination. L'axone, à la sortie de la substance grise, s'entoure d'une gaine de **myéline**, qui joue un rôle capital dans la rapidité de transmission des messages nerveux et donc la réalisation des mouvements.

## SYSTÈME NERVEUX VÉGÉTATIF ET SYSTÈME NERVEUX CÉRÉBRO-SPINAL

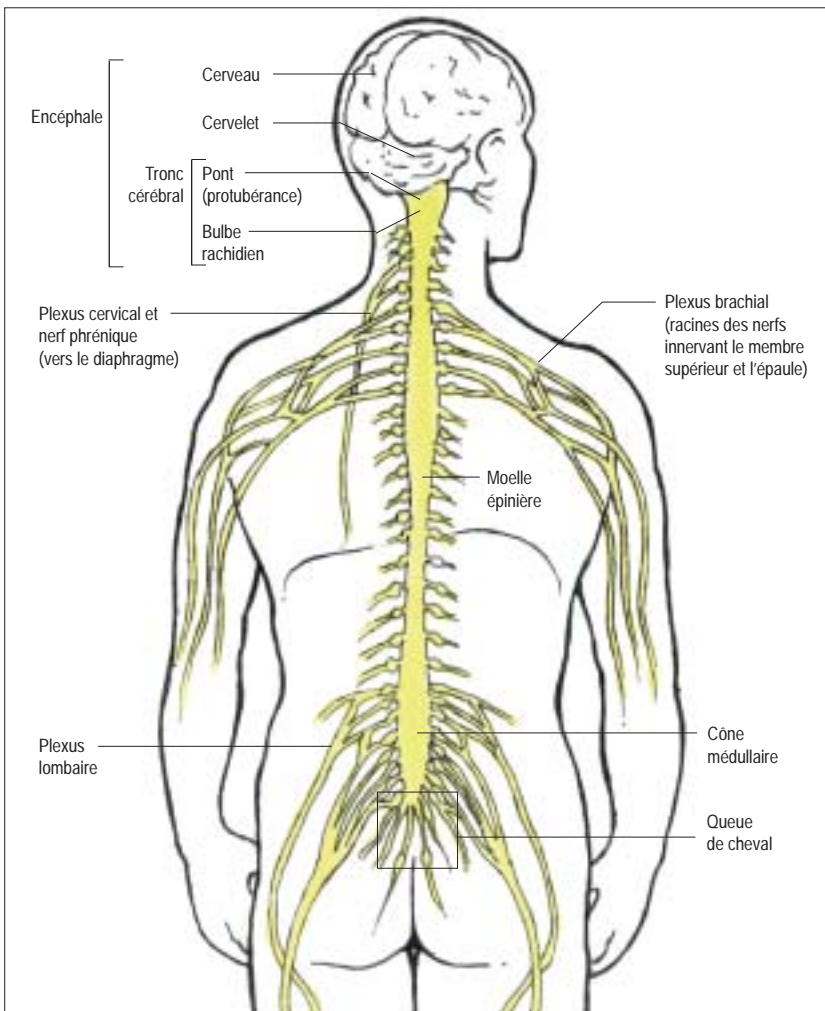
Le système nerveux, sur un plan physiologique (concernant son fonctionnement), peut être séparé en :

– **système neurovégétatif**, qui assure les fonctions cardio-respiratoires (rythme cardiaque et respiratoire, tension artérielle), de nutrition (digestion, transit intestinal...) et de reproduction. Comprenant un certain nombre de centres nerveux centraux, il utilise les nerfs sympathiques et parasympathiques et ses fonctions sont assurées de façon involontaire et inconsciente (on ne pense pas à respirer, on ne choisit pas sa tension artérielle...);

– **système cérébro-spinal** ou système nerveux de la vie de relation (ou système nerveux **somatique**), qui comprend des centres de l'encéphale, la moelle, les nerfs crâniens et rachidiens.

Dans le cadre de cet article, sauf précision, **seul le système cérébro-spinal sera abordé**. Ce système est composé par :

- le système nerveux central ;
- le système nerveux périphérique.



**Figure 2.**  
**Le système nerveux.**  
**Vue d'ensemble.**

## Le système nerveux central (ou névraxe)

Le système nerveux central comprend l'encéphale et la moelle épinière (fig. 2), qui sont nourris par le **liquide céphalo-rachidien (LCR)** dans lequel ils baignent. Le liquide céphalo-rachidien est contenu entre le tissu nerveux et les enveloppes qui le protègent : les méninges. Au niveau du cerveau, il est en particulier contenu dans des cavités appelées : ventricules cérébraux (fig. 4). L'encéphale, logé dans la cavité crânienne, comprend :

– **le cerveau**, formé de deux parties, droite et gauche : les hémisphères cérébraux. Chaque hémisphère est constitué de substance blanche, interne, recouverte de substance grise ou cortex cérébral, partie superficielle du cerveau contenant la fine fleur des neurones et siège des activités

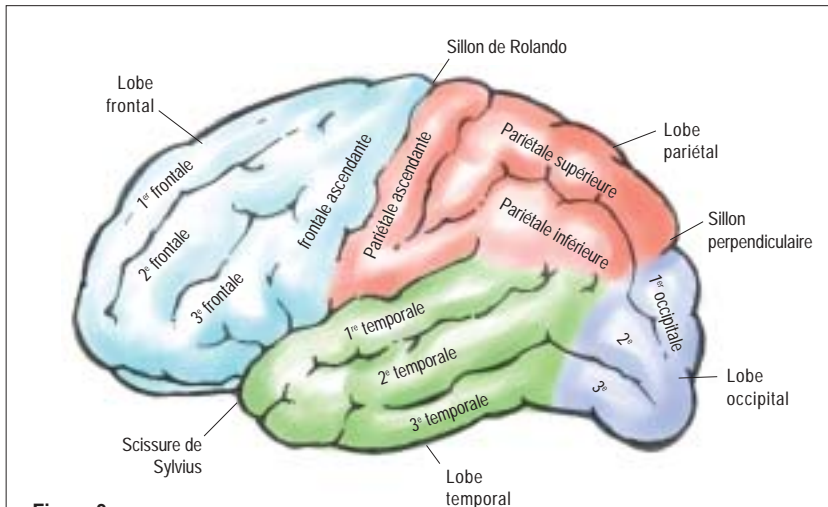


Figure 3

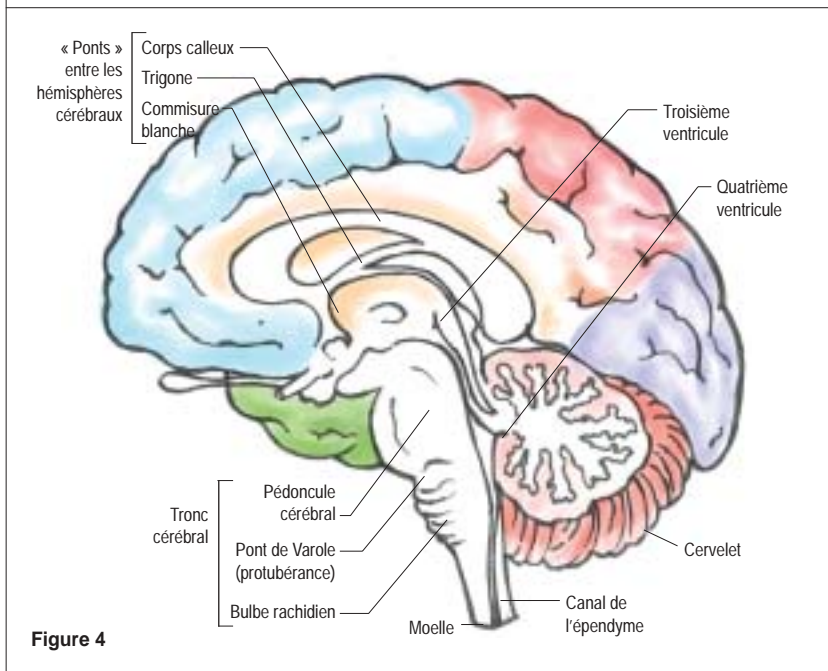


Figure 4

Vue de l'extérieur, chaque hémisphère cérébral présente quatre parties ou **lobes** (lobes frontal, temporal, pariétal, et occipital : cf. fig. 3), divisés eux-mêmes en un grand nombre de sous-parties ou **circonvolutions** séparées par des sillons ou **scissures**. Chaque partie du cerveau, ou « aire », est soit spécialisée dans une fonction donnée (exemple : l'aire frontale ascendante a une fonction de commande motrice), soit a une fonction « associative », permettant aux différentes parties du cerveau un fonctionnement coordonné extrêmement complexe. Les hémisphères cérébraux droits et gauche sont reliés entre eux par des « ponts » de substance blanche ou **commissures** (appelées : corps calleux, trigone, petite commissure blanche) permettant leur coordination (fig. 4).

Figure 3.  
Le cerveau : lobes et circonvolutions de l'hémisphère cérébral gauche.

Figure 4.  
L'encéphale : coupe longitudinale de l'hémisphère droit.

conscientes volontaires. Le cerveau peut être compris globalement comme un lieu complexe d'intégration et de sélection des données, de régulation, mais aussi de formulation et d'élaboration des ordres.

À la base et sur la face interne des hémisphères cérébraux se trouvent un certain nombre de structures de substances grises (striatum ou corps striés, thalamus) qui ont un rôle important dans la régulation des mouvements.

– **Le cervelet**, situé à l'arrière et en bas de la boîte crânienne. Relié au cerveau et au tronc cérébral (et par lui à la moelle) par de nombreux faisceaux de fibres nerveuses, le cervelet joue un rôle essentiel dans la coordination des mouvements et l'équilibre.

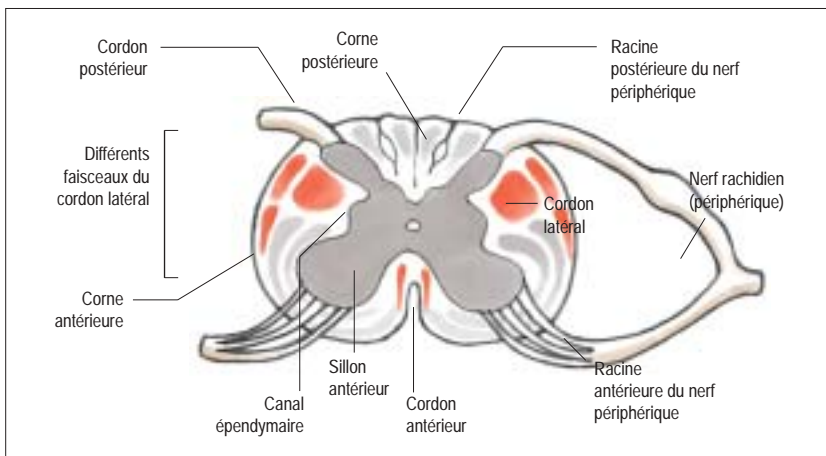
– **Le tronc cérébral**, qui est le prolongement de la moelle épinière dans la boîte crânienne, comprend trois parties principales (de haut en bas, et d'avant en arrière) : les pédoncules cérébraux, la protubérance, ou pont de Varole, le bulbe rachidien (fig. 2 et 4).

Bulbe et protubérance comprennent un certain nombre de structures qui sont **des relais et des centres de connexions** pour les voies motrices entre cerveau, moelle et cervelet. Le tronc cérébral est **traversé par les voies « longues »** entre cerveau et moelle épinière, et comprend les noyaux (corps cellulaires des neurones) des **12 paires crâniennes** : nerfs

(allant par deux : droit et gauche) innervant en particulier la tête et la face (mobilité oculaire, muscles masticateurs, langue, muscles de la déglutition, muscles et sensibilité de la face, des lèvres, etc.) ainsi que les fonctions sensorielles suivantes : vision (nerf optique), audition (nerf auditif), olfaction (nerf olfactif), gustation.

## LA MOELLE ÉPINIÈRE

La moelle est un cordon de 50 cm environ de longueur et de 1cm de diamètre, logé dans le **canal rachidien** formé par les vertèbres. Elle se termine en pointe (**cône médullaire**) au niveau de la deuxième vertèbre lombaire. La moelle contient un grand nombre de voies nerveuses, et est le siège de « centres » de réflexes importants.



**Figure 5.**  
La moelle épinière en coupe transversale.

Vue en coupe transversale (fig. 5), la moelle présente deux domaines distincts :

– **au centre, la substance grise** en forme d'ailes de papillon, avec deux **cornes antérieures** et deux **cornes postérieures** ; la substance grise contient en particulier le corps des neurones moteurs (innervant les muscles) et les centres réflexes médullaires ;

– **autour, la substance blanche**, divisée de chaque côté par les racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens qui sortent de la moelle ou y arrivent en trois **cordons** : antérieurs, postérieurs, latéraux.

Chacun de ces cordons contient un grand nombre de **faisceaux** de fibres nerveuses (fig. 5) montantes : remontant des informations (sensitives en particulier) de la périphérie vers l'encéphale, ou descendantes : transmettant des ordres, notamment moteurs, de l'encéphale vers les organes effecteurs (muscles notamment).

### Le système nerveux périphérique (SNP)

Composé par les nerfs périphériques, il relie la moelle aux différents organes, et notamment les muscles. Son rôle essentiel est la transmission des messages nerveux.

### L'organisation segmentaire de la moelle

La moelle a une structure « segmentaire » ou métamérique. Chaque segment ou métamère innerve un territoire particulier d'organes ou de parties d'organe. Généralement, la fonction d'un même organe est sous la dépendance de plusieurs métamères. Sur un plan pratique, **on nomme métamère (cutané)** le territoire de peau innervé par un segment médullaire précis : en testant la sensibilité de la peau (au chaud, à la douleur...), on

peut déterminer quels segments de moelle sont atteints (fig. 7).

Le caractère segmentaire de la moelle a aussi pour conséquence un mode dominant de fonctionnement qui est le **réflexe segmentaire** : la stimulation sensitive d'un métamère (exemple : la brûlure d'un territoire de peau de la main) entraîne de la part d'un centre situé dans la moelle une réponse à son niveau (retrait de la main).

**Métamères et niveaux vertébraux** : de la moelle se détachent 31 paires de nerfs rachidiens (voir ci-dessous). Ils sortent

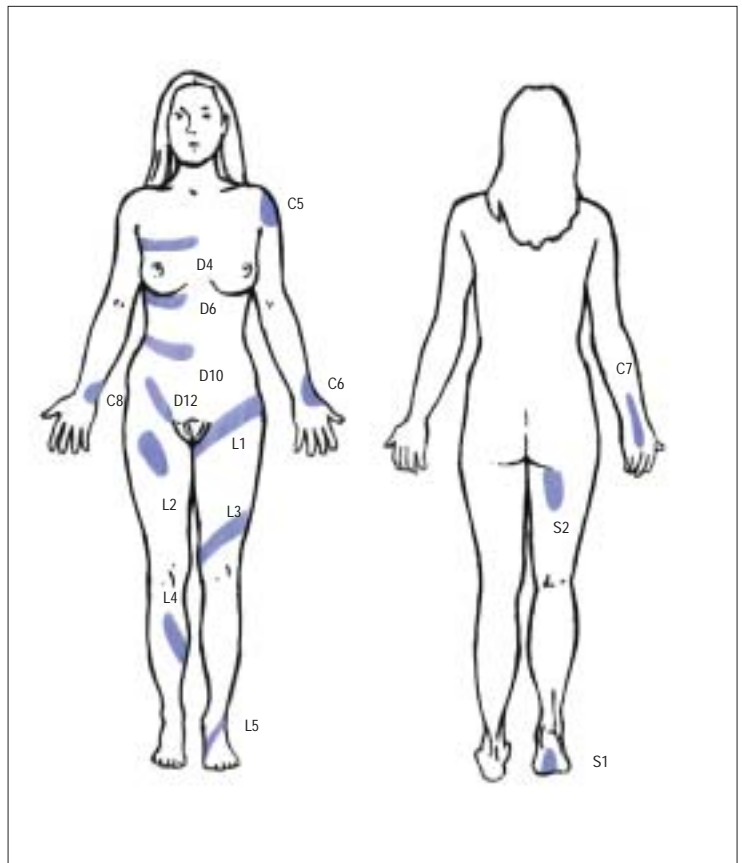
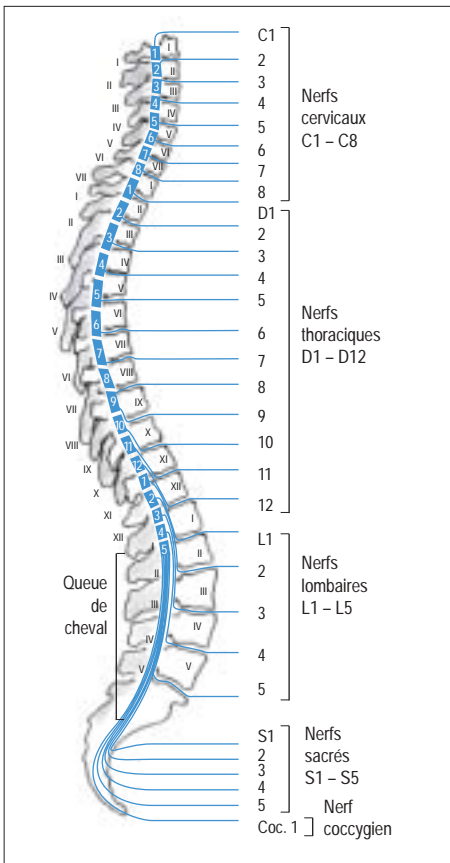


Figure 6 : Niveaux vertébraux (chiffres romains) et métamériques médullaires (neurologiques).

Figure 7 : Niveaux métamériques sensitifs cutanés : les zones test.

de la colonne vertébrale (fig. 6) juste après leur naissance de la moelle, mais avec un léger décalage : il y a 7 vertèbres cervicales mais 8 (paires de) nerfs rachidiens cervicaux (12 dorsaux, 5 lombaires, 5 sacrés) ; le premier nerf cervical sort entre la première et la deuxième vertèbre cervicale, etc. Lorsqu'on parle, à propos de lésion médullaire (para/tétraplégie notamment), de « **niveau** » C6, on évoque en principe le niveau neurologique (le nerf touché, repéré par le métamère où sont observées les anomalies neurologiques) et non le numéro de la vertèbre, ce qui peut prêter à confusion (une fracture de C5 peut correspondre ainsi à une tétraplégie de niveau C6). Cela est encore plus vrai avec les derniers nerfs rachidiens issus du cône médullaire, qui font un certain trajet dans le canal rachidien avant de sortir entre les vertèbres bien en-dessous de leur émer-

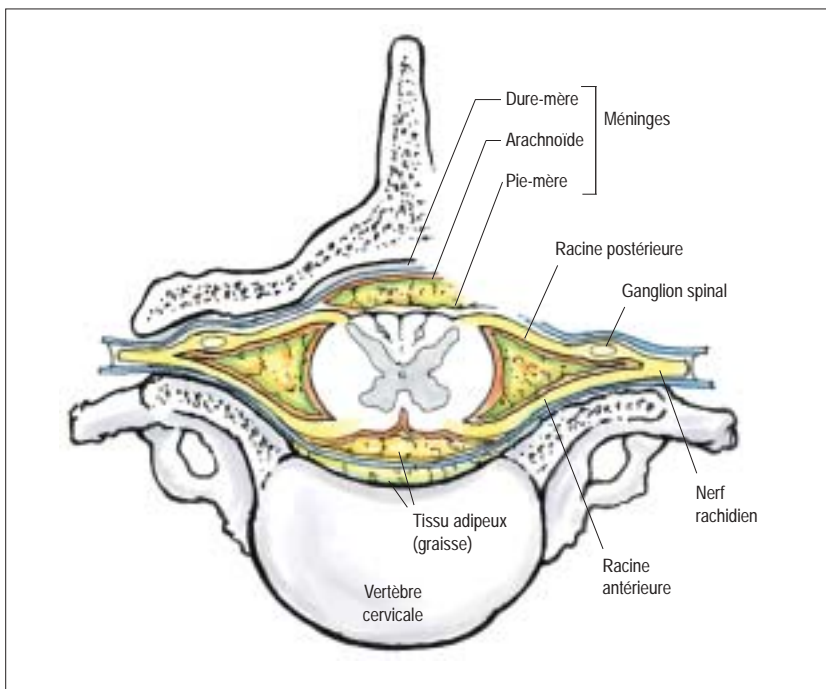
gence de la moelle (fig. 6). Filets nerveux issus de la moelle, ils forment dans le canal rachidien une touffe de racines nerveuses appelée **queue de cheval**.

On peut encore noter que l'habitude française est de désigner le niveau neurologique le plus haut qui est atteint (une tétraplégie C7 signifie que les 7<sup>e</sup> nerfs rachidiens sont touchés) alors que partout ailleurs dans le monde on désigne le numéro des derniers métamères dans le monde on désigne le numéro des derniers métamères sains (une tétraplégie C7 signifie alors que les 7<sup>e</sup> nerfs rachidiens sont indemnes et correspond à une tétraplégie C6 selon la terminologie française ; toutefois, les rééducateurs et neurologues français tendent de plus en plus à utiliser des grilles de cotation internationales et donc à utiliser le système de désignation internationale des niveaux touchés).

## LES NERFS RACHIDIENS

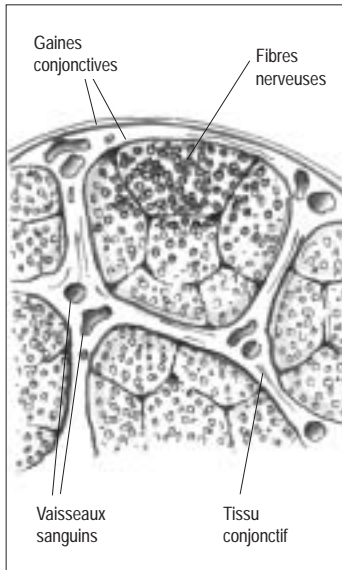
Issus de la moelle épinière (et les nerfs crâniens issus du tronc cérébral), ils sont les éléments fondamentaux du SNP. Chaque nerf rachidien véhicule des influx nerveux sensitifs et moteurs, et est relié à la moelle épinière par deux racines (ou **racine** médullaire) (fig. 8) :

– une racine postérieure, reliée à la corne postérieure de la moelle, qui véhicule les informations sensitives issues des organes :



**Figure 8.**  
Coupe du rachis et de la moelle épinière (dans la région cervicale) : naissance des nerfs rachidiens (périphériques).

- **sensibilité superficielle** ou cutanée ou extéroceptive (douleur, température, sensations tactiles),
- **sensibilité profonde**, qu'elle provienne de l'appareil locomoteur (muscle et squelette) et informe sur la position des parties du corps dans l'espace (**sensi-**



**Figure 9.**  
Coupe partielle  
schématique d'un nerf.

bilité proprioceptive), ou des organes profonds (viscères : sensibilité intéroceptive) ;

- **une racine antérieure**, qui part de la corne antérieure de la moelle et véhicule l'influx moteur vers les muscles. La corne antérieure de la moelle contient en particulier le corps cellulaire du **motoneurone périphérique** (neurone moteur) qui innerve les fibres musculaires.

Les deux racines réunies forment le **nerf périphérique** qui contient les axones des fibres nerveuses motrices et sensibles, et innerve un territoire précis d'organes : peau, muscle, viscères. Un même nerf comprend une multitude d'axones différents, regroupés en faisceaux visibles en coupe transversale (fig. 9). Les axones des nerfs périphériques moteurs se terminent au niveau de la plaque motrice ou jonction neuromusculaire (cf. ci-dessous) pour transmettre les ordres de contraction aux muscles.

## LES MUSCLES

Les muscles sont des organes dont la caractéristique est d'être **excitables** (par un influx nerveux) et **contractiles** (capacité à se contracter). On distingue :

- **les muscles striés** (rouges), **volontaires**, ou muscles de la vie de relation, innervés par le système nerveux cérébro-spinal : ils seront seuls considérés ci-dessous (fig. 10 et 11) ; le terme de volontaire signifie qu'on peut les commander volontairement, mais leurs contractions ou leurs relâchements peuvent être réflexes, involontaires, ou inconscients (exemple : on tient sa tête droite sans y penser) ;

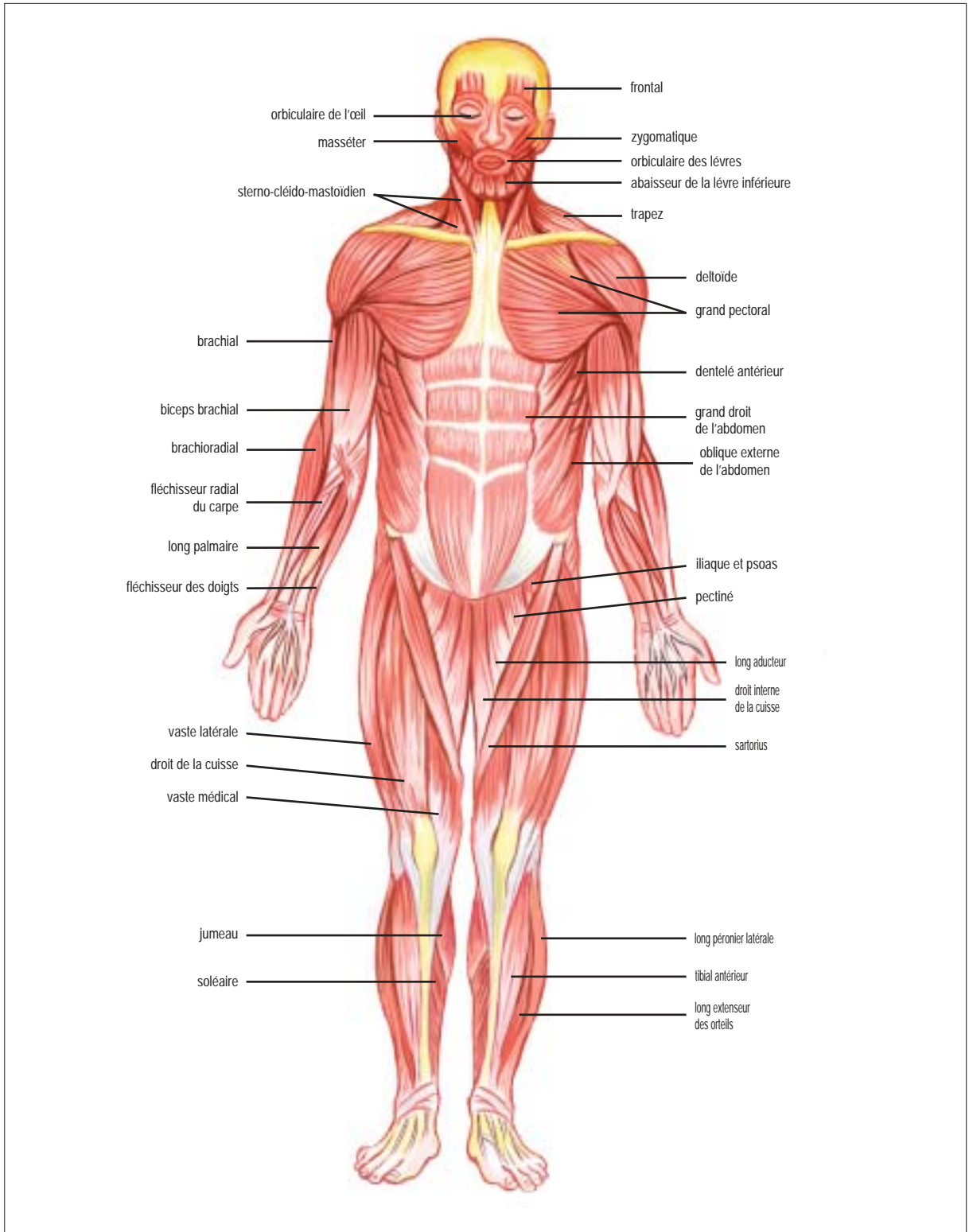
- **les muscles lisses** (blancs) **involontaires**, ou muscles de la vie végétative, innervés par le système neurovégétatif (muscles de la paroi des vaisseaux sanguins, du tube digestif, de certains sphincters, etc.) ;

- **le muscle cardiaque** (myocarde) est à part, car de structure striée mais innervé par le système neurovégétatif.

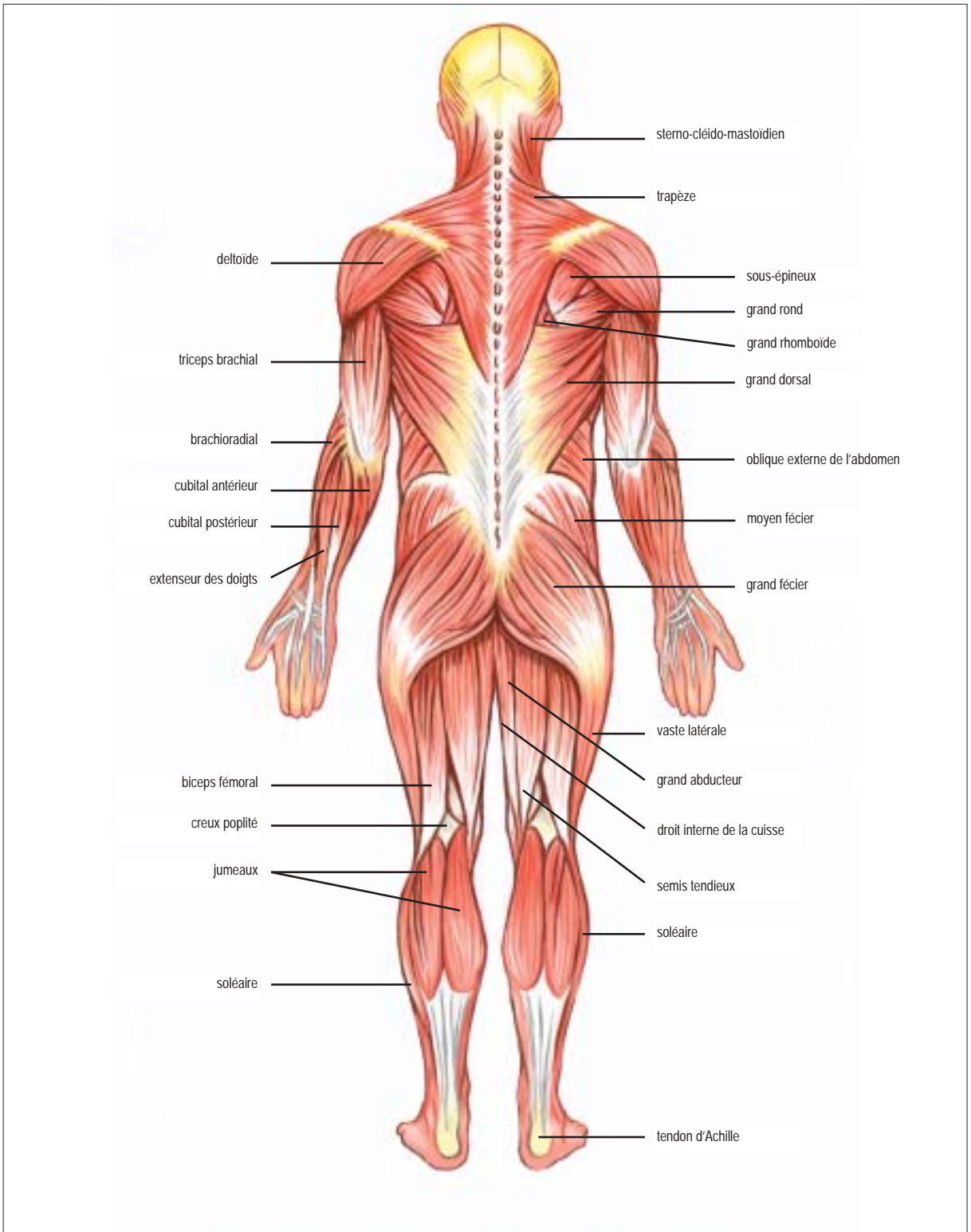
Fixés aux os par des terminaisons tendineuses (tendons), **les muscles striés volontaires sont les moteurs du mouvement** par contraction (raccourcissement) ou relâchement (allongement) des fibres qui les constituent. Les muscles participant à une même action (exemple : flexion de l'avant-bras sur le bras) sont dits **agonistes**, ceux dont les effets sont opposés (exemple : fléchisseur et extenseur de l'avant-bras) sont **antagonistes**. Cette notion est importante car beaucoup de paralysies prédominent sur des groupes musculaires précis, et entraînent un déséquilibre entre groupes antagonistes : par exemple, si les extenseurs d'un membre sont paralysés, le membre se mettra en flexion permanente, avec risque de rétraction musculaire (diminution permanente de la longueur du muscle), voire d'ankylose articulaire, qui viendront aggraver le handicap.

Les contractions des muscles striés du tronc et des membres sont déclenchés par un **influx moteur** transmis par les grands neurones de la corne antérieure de la moelle, dont les axones aboutissent aux fibres musculaires par la **jonction neuromusculaire**. Chaque fibre musculaire ne reçoit qu'une terminaison nerveuse, mais un seul axone peut, par ramification, commander la contraction de plusieurs fibres musculaires. C'est pourquoi, concernant la motricité, l'élément clé est l'**unité motrice** qui représente l'ensemble des fibres musculaires innervées par un seul axone, donc un seul motoneurone.





**Figure 10**  
**Système musculaire de face.**



**Figure 11**  
**Système musculaire de dos.**

## LE SQUELETTE

Le squelette, qui avec la musculature constitue l'appareil locomoteur, est constitué par :

- **les os** ;
- **les articulations**, qui les unissent et conditionnent la direction de leurs mouvements.

## LES OS

Les os (et les cartilages) forment le squelette (fig. 13, page suivante) : crâne et face, tronc (colonne vertébrale et cage thoracique) et membres.

**Le crâne** est une boîte osseuse rigide renfermant l'encéphale ; les os de la face lui sont juxtaposés.

Le tronc comprend la colonne vertébrale et la cage thoracique :

– **la colonne vertébrale** est constituée de l'empilement de 33 vertèbres articulées entre elles (fig. 12) : 7 vertèbres cervicales (cou), 12 vertèbres dorsales (dos), 5 vertèbres lombaires (bas du dos), 5 vertèbres sacrées soudées en un seul os, le sacrum, de même que les 4 vertèbres coccygiennes (coccyx). Les vertèbres, creusées en leur milieu, réalisent par leur empilement un canal osseux (canal médullaire) dans lequel passe la moelle ;

– **la cage thoracique** comprend les **côtes** (12 paires) et le sternum. Les côtes sont articulées en arrière avec les vertèbres

**Le squelette de chaque membre** comprend une ceinture : **ceinture scapulaire** (omoplate et clavicule) pour les membres supérieurs ; **ceinture pelvienne** (os du bassin) pour les membres inférieurs, et trois segments ou articles : bras, avant-bras et main (membre supérieur), cuisse, jambe et pied (membre inférieur).

## LES ARTICULATIONS

Ce sont des **dispositifs mobiles entre deux ou plusieurs os** (sauf exceptions : os du crâne – articulations fixes ; vertèbres entre elles (fig. 12) – articulations semi-mobiles dans lesquelles les os sont séparés par un disque souple de cartilage fibreux).

Les zones osseuses en contact sont appelées **surfaces articulaires** (fig. 14) et sont recouvertes de **cartilage**. **La capsule articulaire** est un manchon fibreux solide inséré sur les pourtours de l'articulation qui maintient en contact les deux os articulés. Elle délimite la **cavité articulaire**, qui est recouverte à l'intérieur – sauf au niveau des cartilages – d'une membrane : la synoviale. Cette membrane produit un liquide lubrifiant l'articulation : la synovie (ou liquide synovial).

Lors de la contraction d'un muscle inséré sur deux os reliés par une articulation, le raccourcissement du muscle provoque une traction sur ses points d'insertion sur les os et, en fonction de l'emplacement de ces points, provoque un mouvement précis. Exemple (fig. 15) : au niveau du bras ; la contraction du biceps ramène l'avant-bras sur le bras (flexion), celle du triceps étend l'avant-bras sur le bras (extension).

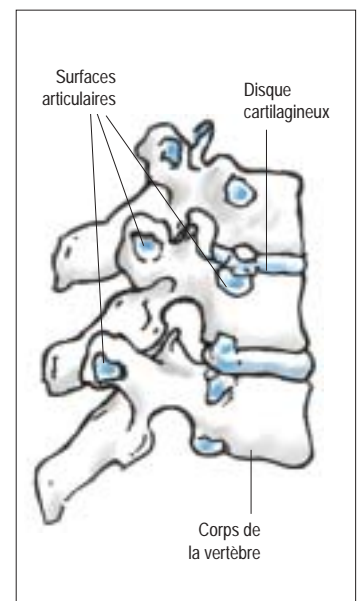


Figure 12.  
Articulation des vertèbres entre elles.

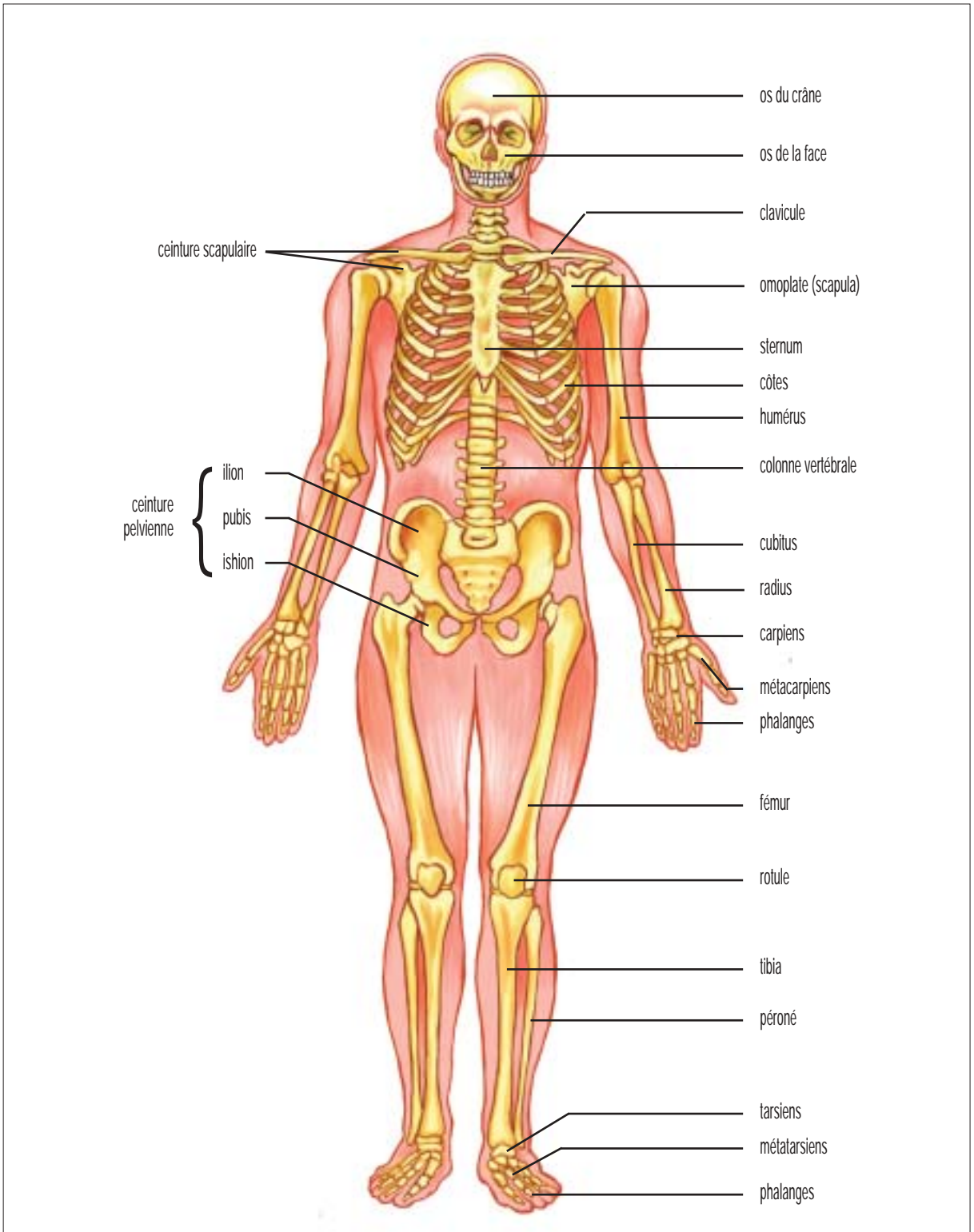
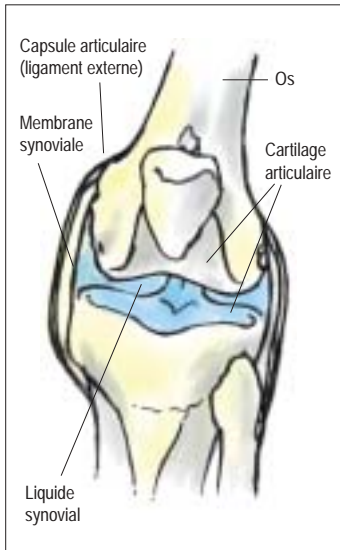
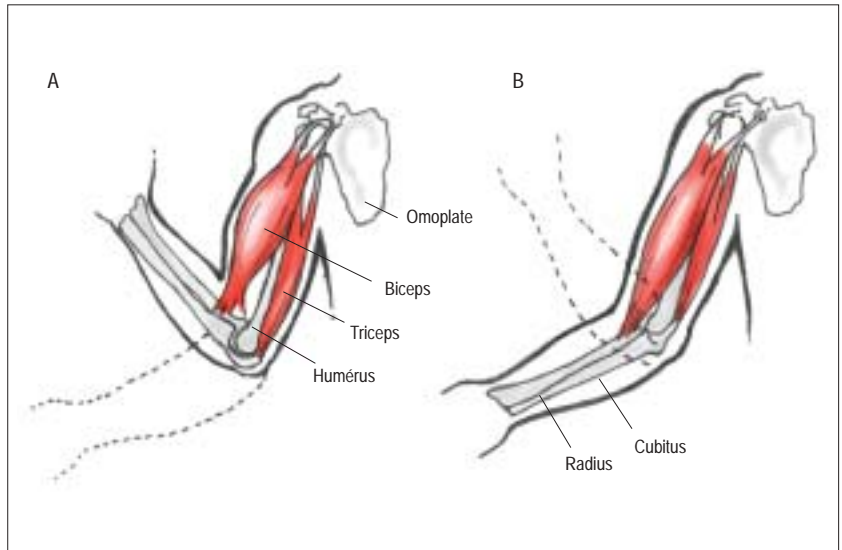


Figure 13 Squellette de l'Homme.



**Figure 14.**  
L'articulation du genou.



**Figure 15.**  
Exemple de production de mouvement : contraction du biceps (flexion de l'avant-bras) ; du triceps (extension).

## La motricité volontaire et ses perturbations

### LA COMMANDE DU MOUVEMENT VOLONTAIRE

Afin de tenter la synthèse de l'ensemble des éléments décrits ci-dessus, on peut proposer de résumer la production du mouvement par les muscles squelettiques au schéma (fig. 16) qui reprend les éléments développés en introduction de ce chapitre, à savoir que **la motricité est schématiquement permise par** :

1. **une commande et une régulation** : centres du système nerveux central : cerveau, cervelet, tronc cérébral et centres médullaires ;
2. **des voies de transmission de cette commande** : notamment moelle épinière puis nerfs périphériques ;
3. **des organes effecteurs** (appareil locomoteur) : muscles, squelette (os et articulations).

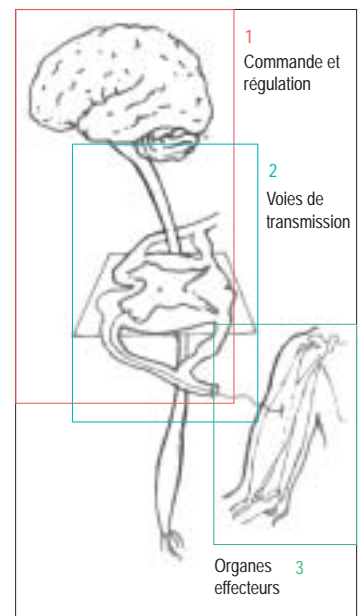
### LES PERTURBATIONS DU MOUVEMENT VOLONTAIRE

Une déficience motrice procède donc d'une atteinte (cf. fig. 17) :

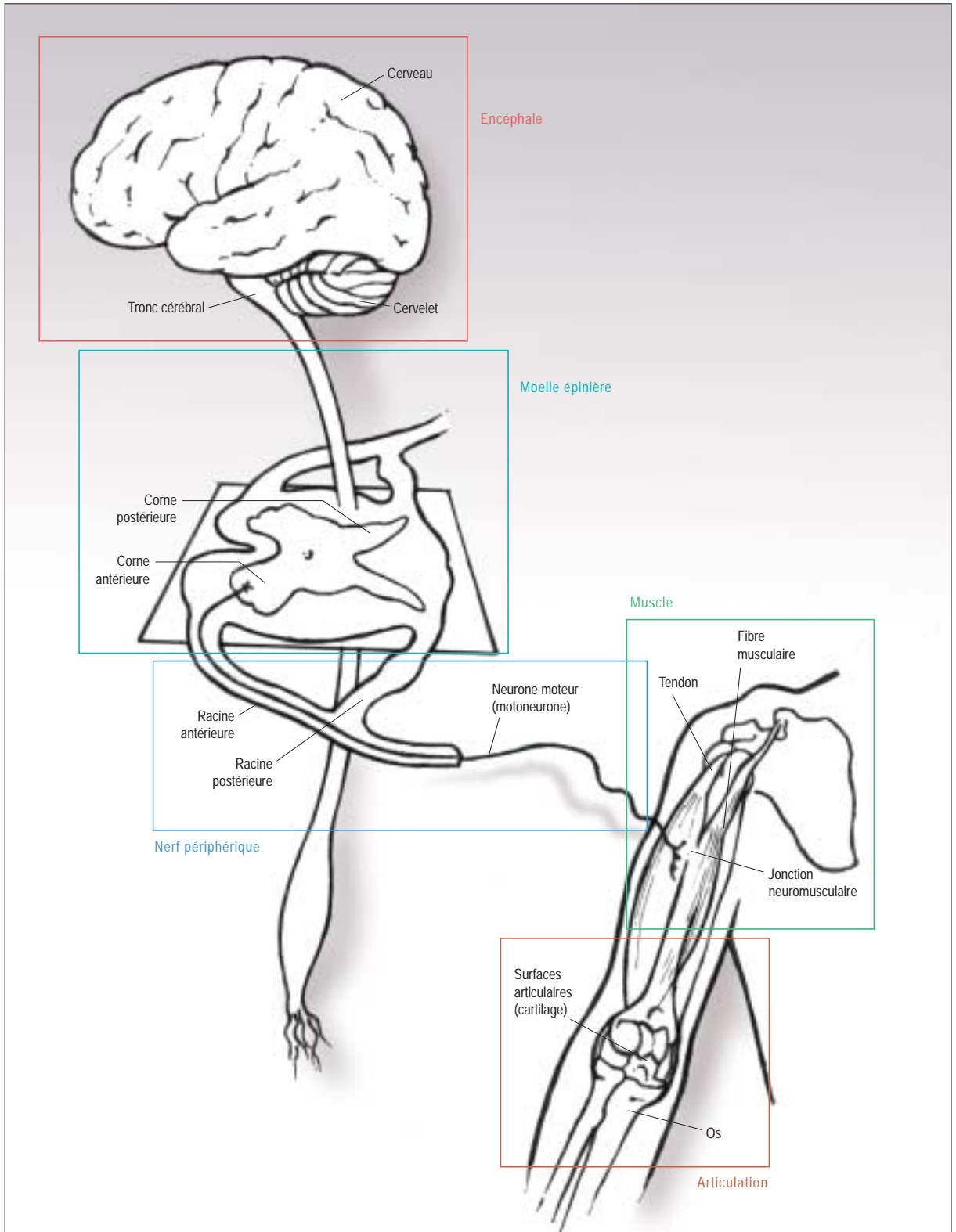
- du **système nerveux central et/ou périphérique** (exemple : lésion cérébrale par traumatisme crânien, atteinte dégénérative de nerfs périphériques, malformation de la moelle, etc.) ;
- et/ou des muscles** (exemple : myopathie) ;
- et/ou du squelette** (exemple : arthrose, amputation...) ;
- et/ou des liaisons entre ces structures** (exemple : jonction neuromusculaire : entre nerf et muscle).

**Ces atteintes peuvent être :**

- dues à des causes extrêmement diverses (cf. p. 145) : traumatismes, maladies, malformations... ;



**Figure 16.**  
Représentation schématique de la motricité volontaire.



**Figure 17.**  
Structures en jeu dans la motricité volontaire : représentation schématique  
(dans un souci didactique, les proportions des différents organes ne sont pas respectées).

- élémentaires (atteinte d'un seul nerf, d'une seule articulation) ou diffuses (tétraplégie, polyarthrite) ;
- entraînées par des mécanismes très différents : lésions par anoxie (privation d'oxygène sanguin, notamment des cellules cérébrales), par blessure, par infection, inflammation, dégénérescence, etc. ;
- être de nature complètement différente, isolée ou associée : paralysies, amputation, ankylose, contractures, mouvements involontaires, troubles de l'équilibre, etc.

**Le handicap en résultant** sera donc extrêmement variable en fonction des atteintes, la localisation des lésions conditionnant non seulement le type d'atteinte motrice mais également le risque de déficiences associées (exemple : une déficience intellectuelle et/ou psychique pourra être présente en cas de lésion cérébrale, des troubles sphinctériens seront fréquents en cas d'atteinte médullaire, etc.). En gardant à l'esprit le fait que **le handicap ne se résume pas aux déficiences**, motrices ou associées, mais englobe les incapacités quotidiennes et surtout les désavantages sociaux qui peuvent en découler.

---

## VOIES NEUROLOGIQUES DE LA MOTRICITÉ : TYPOLOGIE DES ATTEINTES

### Les grandes voies de la neurologie de la motricité

Tout acte moteur peut être considéré comme une réponse à une stimulation sensitive ou sensorielle. La réponse motrice à l'information reçue va dépendre du niveau auquel la stimulation est intégrée : si l'acte moteur n'implique ni la conscience ni la volonté, on le qualifie de **réflexe**. Lorsqu'on produit un mouvement, de façon consciente ou non, l'ordre donné part de **centres** précis puis, par neurones successifs, suit un certain nombre de **voies** fondamentales : voies pyramidale, extrapyramidale, arcs réflexes, etc. La connaissance sommaire de ces voies permet de comprendre les conséquences des lésions qui les touchent.

#### LES CENTRES DE COMMANDE OU DE RÉGULATION SONT DE PLUSIEURS TYPES :

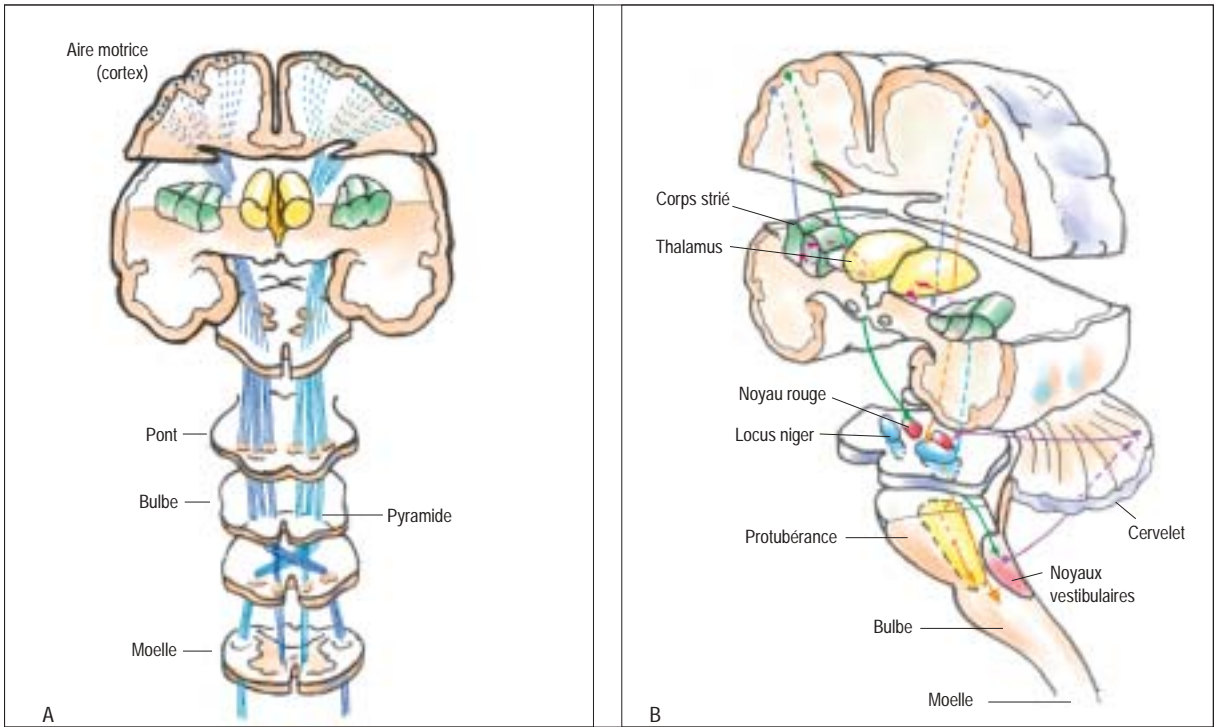
- **Centres segmentaires** (au niveau de la moelle et du tronc cérébral) : cornes antérieures de la moelle (où se situe le corps des neurones moteurs), noyaux gris du tronc cérébral (point de départ des nerfs moteurs crâniens). Ces centres sont notamment impliqués dans les activités réflexes (cf. ci-dessous).
- **Centres supra-segmentaires sous-corticaux** (entre tronc cérébral et cortex) : il s'agit de structures de régulation et de relais entre cortex cérébral et centres segmentaires : elles sont situées dans le tronc cérébral ou à la base du cerveau et constituent ce qu'on appelle les **noyaux gris centraux** qui jouent un rôle clé dans la coordination des mouvements et le contrôle du tonus musculaire (cf. fig. 18B).

- **Centres corticaux** : il s'agit des aires motrices du cortex (fig. 19) et notamment l'**aire motrice principale** (circonvolution frontale ascendante), véritable **centre de commande** des mouvements volontaires. Elle assure la contraction de chaque muscle squelettique. Seules les réponses motrices liées aux centres corticaux sont conscientes et volontaires.

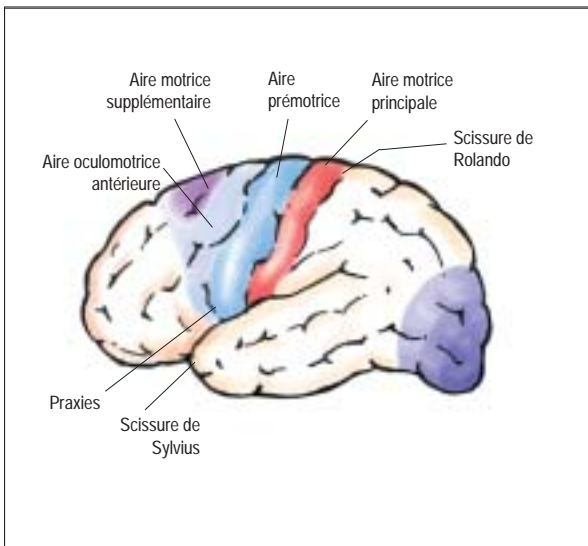
#### LES VOIES MOTRICES PRINCIPALES

**La voie pyramidale est la voie motrice volontaire principale.** Elle est ainsi nommée en raison de la pyramide que forme au niveau du bulbe les fibres la constituant (fig. 18A). Le faisceau (de fibres nerveuses) pyramidal part du cortex moteur (aire motrice) et descend dans le tronc cérébral. Dans la protubérance et le bulbe, les fibres destinées aux nerfs crâniens s'en détachent. Il se divise ensuite en deux : 80 % des fibres passent du côté opposé (faisceau indirect) et descendent dans la moelle (cordon latéral) alors que les 20 % restants restent du même côté et descendent dans le cordon antérieur de la moelle. Cela explique qu'une lésion cérébrale gauche entraîne une paralysie (hémiplégie) droite et inversement. Les neurones du faisceau pyramidal transmettent leurs messages aux motoneurones périphériques (corne antérieure de la moelle) qui innervent les muscles.

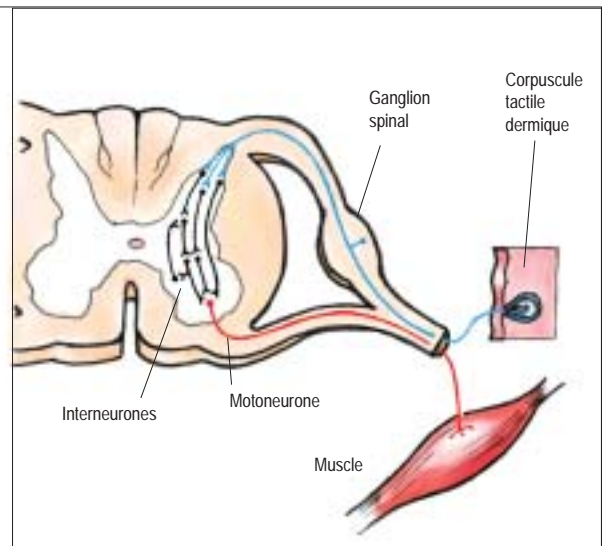
**Les voies extrapyramidales sont des voies complexes de régulation des mouvements** (fig. 18B). Les fibres nerveuses issues des aires motrices corticales ou sous-corticales font relais au niveau de différents centres : noyau rouge, olive bulbaire, etc., ou établissent des dérivations avec le cervelet.



**Figure 18.**  
**Les grandes voies neurologiques de la motricité. (A) voies pyramidales ; (B) centres relais des voies extrapyramidales.**



**Figure 19.**  
**Aires corticales motrices.**



**Figure 20.**  
**Arc réflexe médullaire à point de départ cutané.**



**Les arcs réflexes médullaires** (fig. 20) interviennent de façon incessante dans le contrôle inconscient de la motricité ou la réponse involontaire à certains stimuli. L'exemple type est celui du retrait de la main lors du contact avec un objet brûlant : le récepteur sensitif de la peau transmet l'information au neurone sensitif (en bleu sur le schéma) qui fait relais au niveau du centre segmentaire dont il dépend et déclenche la réponse motrice de retrait par l'intermédiaire du motoneurone qui innerve les muscles adéquats (le cerveau n'est pas du tout impliqué dans l'acte moteur qui en résulte). Mais les réflexes médullaires ont aussi un rôle essentiel dans le maintien postural (on tient

assis sans y penser, par contractions incessantes des muscles antigravitaires) et d'autres fonctions, y compris non motrices (contrôle sphinctérien par exemple).

**NB : Les voies sensibles empruntent des chemins parallèles**, en particulier les voies transmettant les informations sensibles périphériques (sensibilité superficielle ou profonde) : véhiculés par les nerfs périphériques, les messages parviennent à la moelle par la racine postérieure des nerfs rachidiens, puis empruntent les différents cordons de la moelle pour remonter vers le tronc cérébral puis les aires sensibles du cerveau.

## Les grandes typologies d'atteinte de la motricité

**La proximité des structures sensibles et motrices explique l'association fréquente des troubles moteurs et sensitifs**, que ce soit par lésion cérébrale (exemple : accident vasculaire touchant les aires motrices et sensibles), médullaires (exemple : paraplégie traumatique touchant l'ensemble des cordons de la moelle), ou neurologique périphérique (exemple : section d'un nerf périphérique).

Les différentes déficiences touchant les organes de la motricité entraînent, de façon plus ou moins sévère, de façon plus ou moins diffuse ou associée, des **symptômes** (signes cliniques) en rapport direct avec les structures touchées. L'association caractéristique de plusieurs symptômes réalise un **syndrome**. Un syndrome est souvent évocateur d'une atteinte précise, mais celle-ci peut relever de causes parfois très différentes (par exemple : un syndrome parkinsonien ne s'observe pas que dans la maladie de Parkinson). On peut évoquer de façon brève et schématique les plus répandus (dans l'ordre du schéma, fig. 17).

### EN CAS DE LÉSION ENCÉPHALIQUE, PLUSIEURS NIVEAUX DOIVENT ÊTRE DISTINGUÉS

– L'atteinte de la voie pyramidale entraîne un **syndrome pyramidal**, caractérisé par des signes déficitaires de la motricité volontaire (paralysies complètes ou partielles), généralement suivis par des signes d'hypertonie de type spastique ou **spasticité** (par libération d'activités motrices réflexes normalement inhibées par le système pyramidal). L'atteinte pyramidale, qui peut relever de causes diverses, peut se faire aux différents niveaux de la voie pyramidale :

- l'atteinte des aires motrices d'un hémisphère cérébral, ou de la voie pyramidale motrice au niveau cérébral (accident vasculaire cérébral, trauma crânien...), entraîne une **hémiplégie controlatérale** : paralysie de la moitié du corps (du côté inverse de la lésion car les fibres motrices croisent la ligne médiane dans le bulbe).
- l'atteinte de la voie pyramidale après son croisement dans le bulbe (et notamment dans la moelle) entraînera des paralysies du même côté que la lésion.
- des lésions bilatérales ou diffuses du cerveau (exemple : IMC, SEP, trauma crânien grave, encéphalopathies diffuses) entraîneront des tableaux paralytiques bilatéraux (tétraplégie plus ou moins complète).

– L'atteinte des noyaux gris centraux ou des voies extrapyramidales entraîne un **syndrome extrapyramidal**, caractérisé par des troubles perturbant la motricité par des mouvements involontaires (« anormaux ») et/ou des troubles du tonus musculaire, selon les cas : tremblement, athétose, chorée, hypertonie dite extrapyramidale, dyskinésies... Ces troubles s'associent de façon diverse, notamment en fonction des noyaux gris centraux touchés. On les rencontre en particulier dans la maladie de Parkinson et les syndromes parkinsoniens, dans l'IMC (athétose), la maladie (ou chorée) de Huntington, les atteintes cérébrales diffuses. Syndromes pyramidal et extrapyramidal ne sont pas du tout exclusifs et s'associent dans les atteintes cérébrales diffuses (grandes encéphalopathies, polyhandicaps, etc.).

– L'atteinte des voies ou des aires sensibles superficielles ou profondes au niveau cérébral entraînera **des troubles de la sensibilité** de type et de territoire en rapport avec les structures touchées. En particulier, l'atteinte des voies de la sensibilité profonde proprioceptive (perception de la position des parties du corps dans l'espace) entraîne une **ataxie**, c'est-à-dire un trouble de la coordination du mouvement volontaire non expliqué par un déficit moteur (qui peut cependant lui être associé).

– L'atteinte du cervelet entraîne un **syndrome cérébelleux**, présent dans un grand nombre d'affections neurologiques centrales, associé ou non à des signes d'atteintes cérébrales ou médullaires (SEP, ataxies cérébelleuses, traumatismes crâniens, etc.). Le syndrome cérébelleux (voir glossaire) est caractérisé par des troubles de la coordination des gestes, des troubles de l'équilibre et un tremblement d'intention (accentué lors des mouvements volontaires).

### EN CAS DE LÉSION MÉDULLAIRE

Les conséquences seront directement liées aux structures médullaires touchées (cf. p. 235) :

- **atteintes de voies** qui parcourent la moelle : atteinte pyramidale motrice, atteinte sensitive superficielle et/ou profonde (ataxie), etc. ;
- **atteinte de centres médullaires** qui contrôlent la motricité réflexe mais aussi un certain nombre d'autres fonctions. En cas de lésion complète des structures de la moelle à un niveau donné, les centres médullaires sous-jacents sont déconnectés du contrôle qu'exerce habituellement sur eux le cerveau et

fonctionnent de façon **autonome**. Au niveau moteur, cette déconnection est responsable d'une fréquente spasticité (hypertonie musculaire par exagération d'un phénomène réflexe régulant normalement le tonus musculaire). Ce peut être aussi le cas des centres régulant le contrôle des sphincters ou des fonctions génito-sexuelles (l'activité réflexe est conservée, l'activité volontaire impossible) ;

– en cas **d'atteinte de la corne antérieure** de la moelle, où se trouvent les corps des neurones moteurs, il s'agit en fait de lésions neurologiques périphériques (dans le cadre de lésion globale de la moelle – exemple : paraplégie ; ou de façon isolée – exemple : maladie de Charcot, amyotrophies spinales), entraînant des paralysies marquées par un retentissement important sur le volume des muscles paralysés (**amyotrophie**).

#### EN CAS D'ATTEINTE DES NERFS PÉRIPHÉRIQUES (neuropathies)

La paralysie touchera les muscles sous la dépendance du (des) nerf(s) touché(s), et sera également marquée par une fonte musculaire importante.

#### LES LÉSIONS DE LA JONCTION NEUROMUSCULAIRE

Elles ont des conséquences particulières : syndrome myasthénique (cf. p. 296).

#### EN CAS DE LÉSIONS MUSCULAIRES (myopathies)

L'atteinte directe des muscles entraîne une perte de force musculaire touchant, selon les pathologies en cause, l'ensemble de la musculature squelettique (plus ou moins le muscle cardiaque) ou prédomine sur des groupes de muscles particuliers (exemple : muscles des ceintures).

#### EN CAS DE LÉSIONS OSSEUSES

Les troubles seront très différents selon qu'ils concernent **la croissance** des os (cf. p. 343) lors de l'enfance ou l'adolescence, leur structure et **leur solidité** (exemple : ostéogénèse imparfaite, cf. p. 311), ou s'il s'agit de conséquences traumatiques (séquelles de fractures graves).

#### LES DÉFORMATIONS OSTÉO-ARTICULAIRES (SCOLIOSE, LUXATIONS, ETC.)

Qu'elles soient ou non la conséquence d'atteintes paralytiques ou musculaires préexistantes, elles entraînent par elles-mêmes des déficiences motrices ou aggravent celles déjà présentes.

#### EN CAS DE LÉSIONS ARTICULAIRES

Le retentissement sur le mouvement de la partie du corps concerné est direct, que l'atteinte soit inflammatoire ou infectieuse (**arthrite**), dégénérative (**arthrose**), traumatique, etc. Le type d'articulation touché, la diffusion des atteintes à plusieurs articulations, mais aussi le caractère douloureux des atteintes, seront les clés de l'invalidité occasionnée.

**NB : l'ensemble des structures contribuant à la motricité est en étroite relation de dépendance** : la lésion d'une structure retentit sur les organes qu'elle contribue à faire fonctionner, par exemple :

- l'atteinte d'un nerf n'entraîne pas seulement la paralysie du muscle qu'il innerve, mais aussi une amyotrophie (fonte du muscle) par non-utilisation ;
- la paralysie d'un segment de membre peut entraîner la raideur voir le blocage des articulations qui ne bougent plus ;
- la paralysie asymétrique des muscles du tronc peut conduire à une scoliose.

#### Pour en savoir plus

Castaigne A., *Neurologie*, Paris, Abrégé Masson.

Delmas J. et A., *Voies et centres nerveux*, Paris, Masson.

Robert C. et Vincent P., *Biologie et physiologie humaines*, Paris, Vuibert, 1995.

Viel E., Plas F. et coll., *Neurologie centrale chez l'adulte et réadaptation*, Dossiers de kinésithérapie, Paris, Masson, 1993.

Vincent P., *Le corps humain*, Paris, Vuibert, 1994.