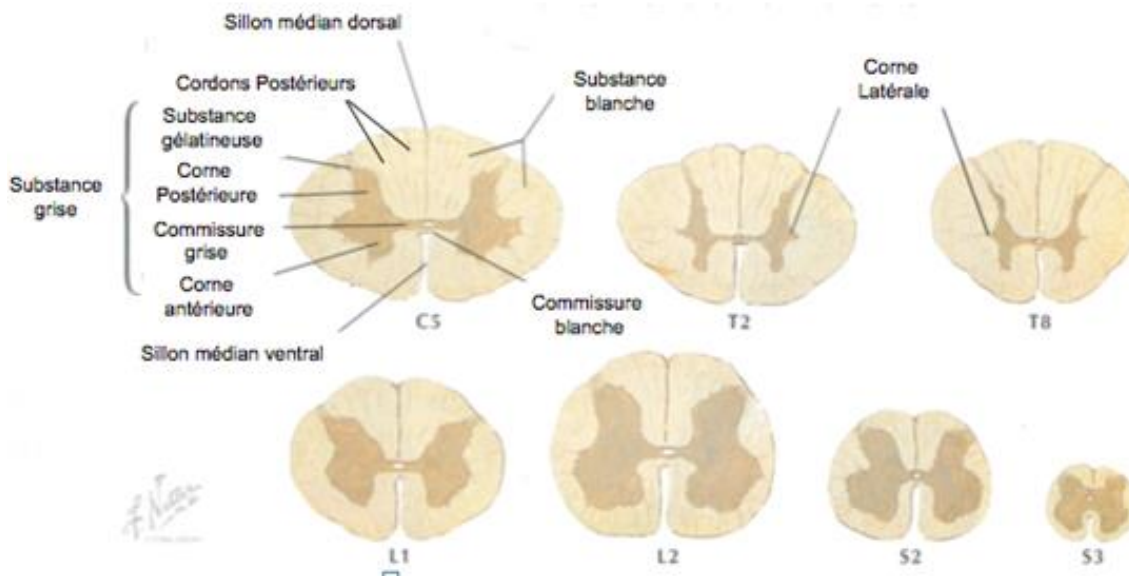


## Systematisation de la moelle

### Rappel: Morphologie interne de la moelle

Sur une coupe transversale de la moelle épinière :



**1° - la substance blanche** : elle est située en périphérie de la substance grise. On distingue :

- les cordons dorsaux (postérieurs), séparés par le septum médian postérieur;
- les cordons ventraux et latéraux qui se rejoignent en avant pour former les cordons ventro-latéraux droit et gauche.
- Les 2 cordons ventraux sont réunis par la commissure blanche.

La substance blanche est le lieu de passage des axones des cellules nerveuses, entourés de leur gaine de myéline. Elle est organisée en faisceaux descendants (moteurs) et en faisceaux ascendants (sensitifs). Il y a plus de substance blanche de bas en haut (augmentation du nombre des fibres ascendantes et descendantes).

**2° - La substance grise** : elle correspond aux cornes ventrales et dorsales. C'est le centre nerveux de la moelle car contiennent les corps cellulaires des neurones.

Au niveau du renflement cervical et lombaire la substance grise est volumineuse, en relation avec l'augmentation du nombre de neurones donnant naissance aux nerfs des membres supérieurs et inférieurs, au niveau thoracique la substance grise est moins abondante.

- **La corne ventrale** a une fonction motrice. Elle contient les motoneurones dont les axones forment les fibres motrices des nerfs périphériques. Ces motoneurones sont groupés en noyaux moteurs. Les uns, en situation médiale, sont responsables de l'innervation des muscles axiaux (muscles spinaux). Les autres, en situation latérale, sont responsables de l'innervation des muscles des membres. Les noyaux intermédiaires sont responsables de l'innervation des muscles des ceintures et proximaux des membres. Le plan le plus antérieur correspond aux muscles extenseurs et le plan postérieur, aux muscles fléchisseurs. Il existe donc une somatotopie de la corne ventrale.

Au niveau des renflements médullaires, les noyaux moteurs sont groupés verticalement formant de véritables colonnes, se prolongeant sur plusieurs segments de moelle et formant **des centres moteurs plurisegmentaires**. Ceux-ci contiennent les motoneurones périphériques des muscles ayant des synergies fonctionnelles. (exemple : muscles deltoïde, biceps brachial, coraco-brachial, brachio-radial, qui assurent l'abduction de l'épaule, la flexion du coude et la supination, et dont l'innervation radulaire commune est de niveau radulaire C5 et C6).

- **La corne dorsale** a une fonction sensitive. Ses neurones sont regroupés en 3 noyaux principaux :

a) - le noyau de **CLARKE** situé sur le bord médial du col de la corne dorsale;

b) - le noyau de **BETCHEREW**, situé sur le bord latéral du col. Il figure uniquement au niveau du renflement cervical, car il concerne l'innervation sensitive du membre supérieur.

Ces deux noyaux sont des relais sur les voies de la sensibilité proprioceptive inconsciente.

c) - le noyau propre de la corne dorsale est un relais sur la voie des sensibilités protopathiques, thermiques et douloureuse.

Les trois noyaux constituent, par association verticale, **des centres sensitifs plurisegmentaires** au niveau des renflements médullaires.

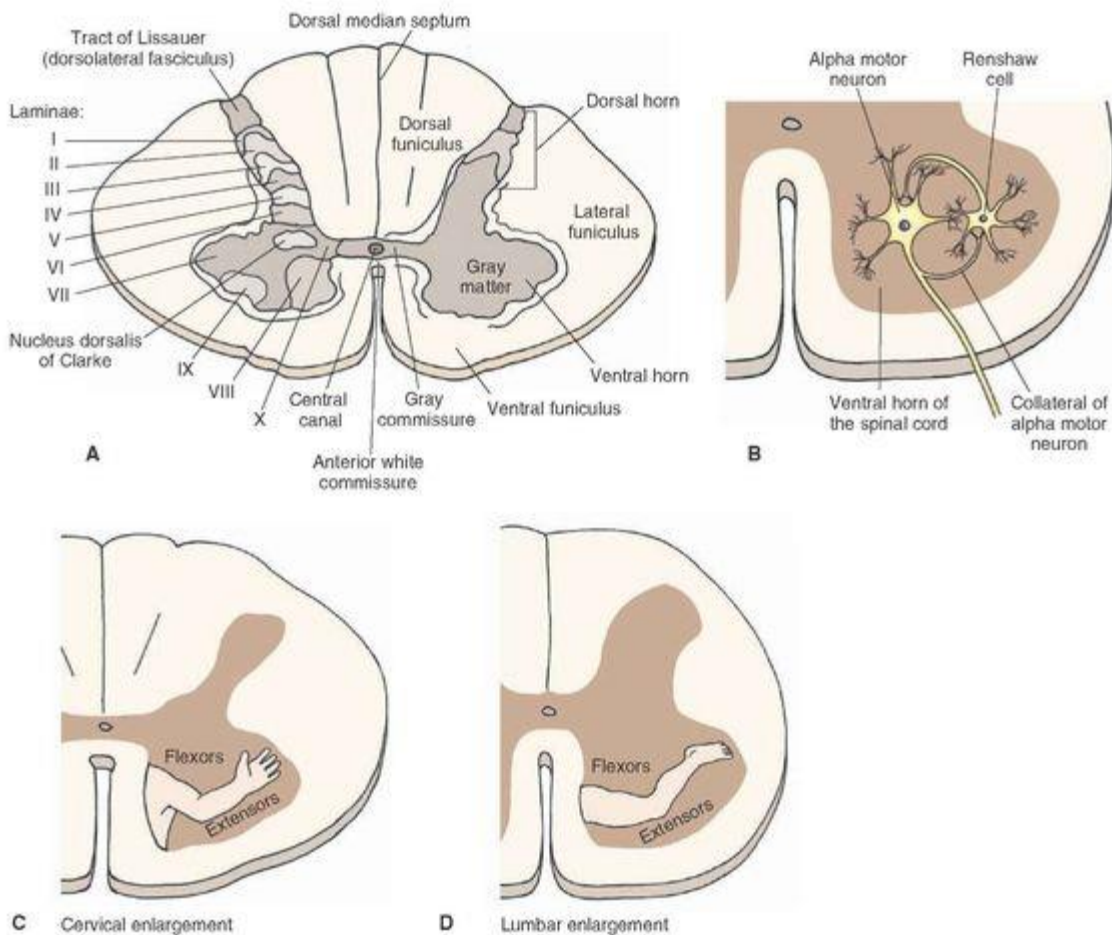
Dans la pointe de la corne dorsale on distingue, en arrière du noyau propre:

a) - la substance gélatineuse de **ROLANDO** qui joue un rôle important dans la transmission et le filtrage de la douleur;

b) - la zone marginale de **WALDEYER**

c) - le faisceau de **LISSAUER** qui est un étroit recouvrement de substance blanche.

- **La corne latérale**, au niveau de la moelle thoracique, contient les cellules nerveuses végétatives du sympathique.



### La lamination de la substance grise selon Rexed :

La notion ancienne de zones cellulaires fonctionnelles (base, col, tête) dans la substance grise de la moelle épinière tend à être remplacée par la notion plus précise de lames ou laminae :

- Lame I : zone marginale de Lissauer - Lame II et III : substance gélatineuse de Rolando, apex de la corne dorsale -

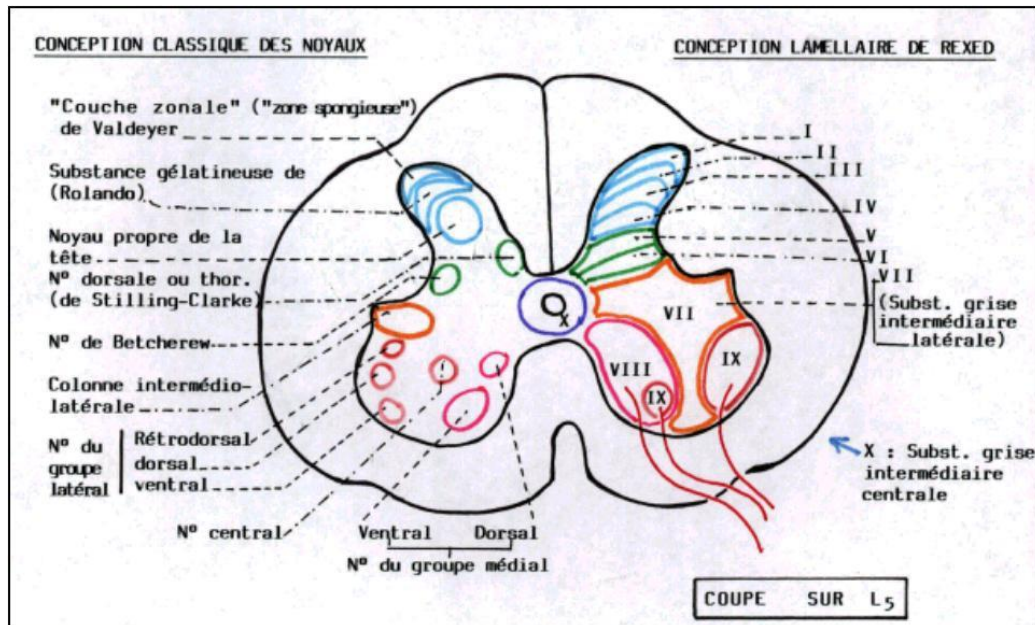
Lames IV et V : isthme de la corne dorsale, noyaux réticulaires pour la lame V - Lame VI : neurones d'association médullaire, base de la corne dorsale -

Lame VII : noyaux végétatifs, colonne thoracique de Clarke, corne latérale, interneurons, motoneurons  $\gamma$  -

Lame VIII : terminaison des voies extrapyramidales - Lame IX : centres moteurs de la corne ventrale, motoneurons  $\alpha$  -

Lame X : zone centrale péri épendymaire.

L'ensemble : lames IV, V et VI est aussi appelé noyau propre.



En résumé: les lames de I à VI : relais et contrôles des afférences sensibles, Les lames VII-VIII : interneurones; La lame IX : motoneurones; X : végétatif

### Systématisation de la moelle

La substance blanche et la substance grise ont une organisation et des fonctions différentes.

**La substance grise:** est un centre nerveux segmentaire.

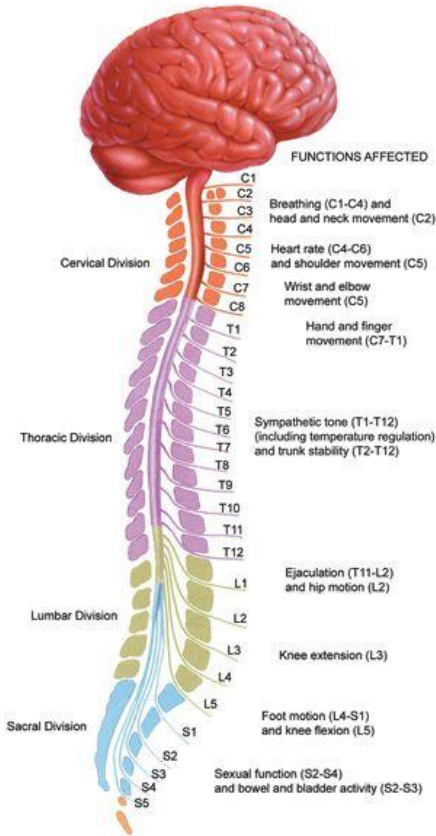
\* **Centre nerveux**, car, dans la substance grise, se déroulent des phénomènes réflexes.

\* **Segmentaire**, car la substance grise est formée d'éléments étagés qui correspondent à la subdivision métamérique de l'embryon. Chaque segment de moelle grise, appelé neuromère ou myélomère, donne naissance aux racines d'un nerf spinal. Ainsi sur toute la hauteur de la substance grise de la moelle, on peut reconnaître la naissance de 31 paires de nerfs spinaux qui sont :

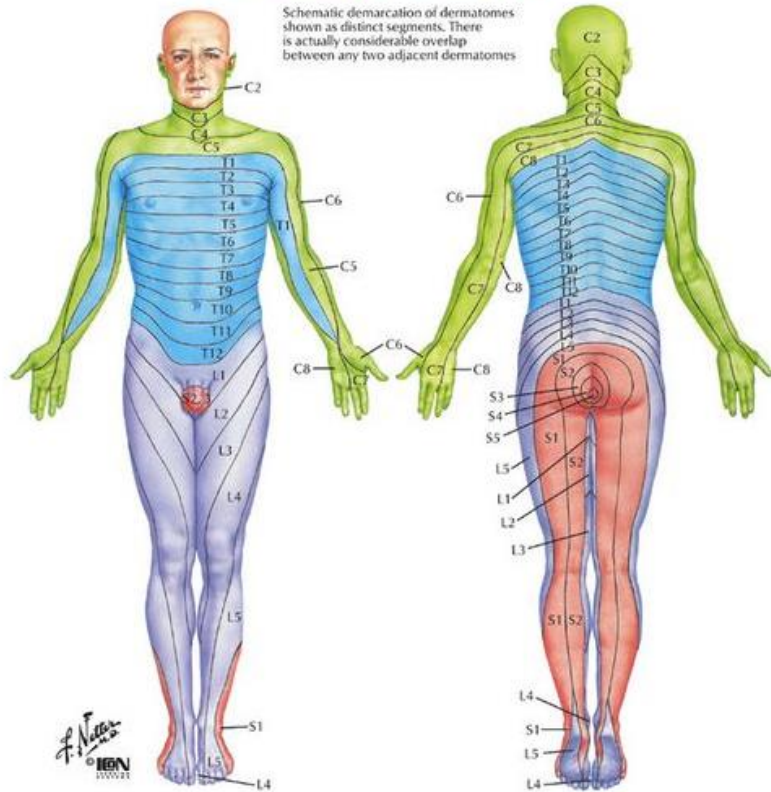
- 8 neuromères cervicaux qui donnent 8 nerfs spinaux cervicaux;
- 12 neuromères thoraciques qui donnent 12 nerfs spinaux dorsaux;
- 5 neuromères lombaires qui donnent 5 nerfs spinaux lombaires;
- 5 neuromères sacrés qui donnent 5 nerfs spinaux sacrés et
- 1 neuromère coccygien qui donne 1 nerf spinal coccygien.

Il faut rappeler ici que la moelle épinière est plus courte que la colonne vertébrale (limite inférieure de la moelle : 2ème vertèbre lombaire). Il n'y a donc pas de concordance exacte de hauteur entre les neuromères médullaires et les niveaux vertébraux



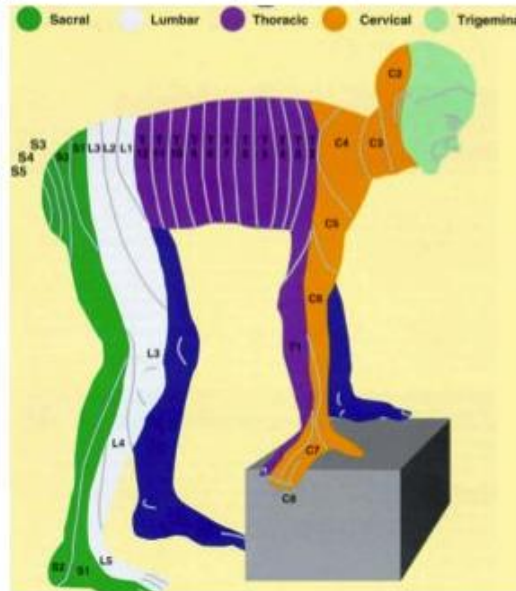


## Dermatomes, you make no sense.



### Levels of principal dermatomes

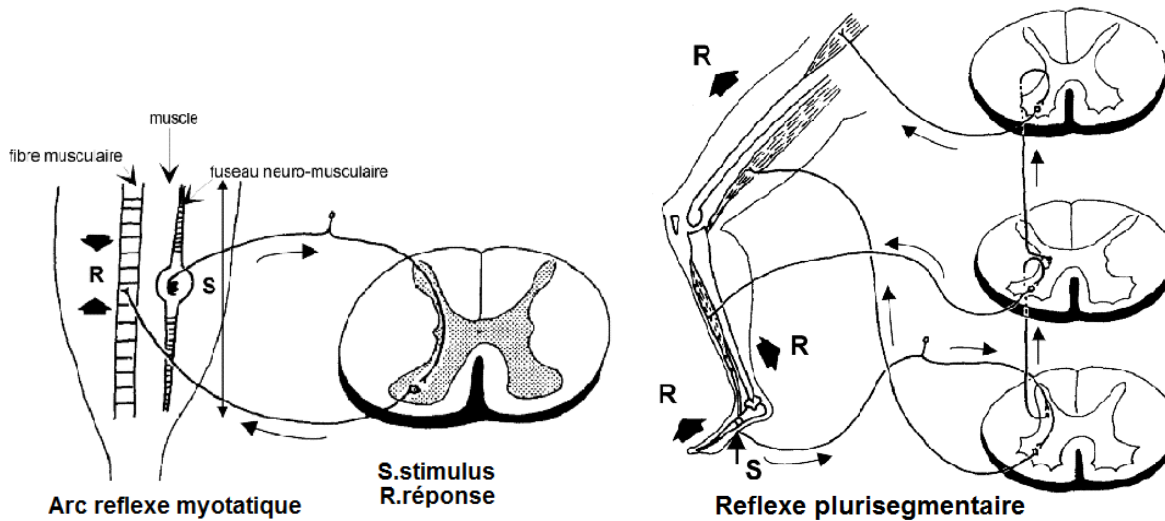
<b>C5</b>	Clavicles	<b>T10</b>	Level of umbilicus
<b>C5, 6, 7</b>	Lateral parts of upper limbs	<b>T12</b>	Inguinal or groin regions
<b>C8, T1</b>	Medial sides of upper limbs	<b>L1, 2, 3, 4</b>	Anterior and inner surfaces of lower limbs
<b>C6</b>	Thumb	<b>L4, 5, S1</b>	Foot
<b>C6, 7, 8</b>	Hand	<b>L4</b>	Medial side of great toe
<b>C8</b>	Ring and little fingers	<b>S1, 2, L5</b>	Posterior and outer surfaces of lower limbs
<b>T4</b>	Level of nipples	<b>S1</b>	Lateral margin of foot and little toe
		<b>S2, 3, 4</b>	Perineum



**la substance grise, centre réflexe** : l'arc réflexe simple et le réflexe médullaire réel.

C'est au niveau de la substance grise d'un neuromère que se réfléchit l'arc réflexe simple dont voici le cheminement. Une information sensitive périphérique (tact, douleur ...) est véhiculée par le nerf périphérique (ex. n. médian) puis par le nerf spinal. Il pénètre par la racine dorsale jusqu'à la substance grise médullaire. Par articulation monosynaptique ou pluri synaptique, l'influx nerveux aboutit à un motoneurone de la corne ventrale. L'influx nerveux moteur efférent chemine alors dans la racine ventrale, puis dans le nerf spinal jusqu'à la plaque motrice de la fibre musculaire qui réagit par contraction.

Le réflexe myotatique est un exemple de réflexe monosynaptique, assurant le réglage de la tonicité musculaire. Chez l'homme, l'arc réflexe n'est jamais aussi simple. L'information sensitive diffuse sur plusieurs neuromères grâce à des cellules d'association verticale, et l'influx moteur peut partir d'un nombre encore plus grand de neuromères. Ce débordement de l'influx nerveux est en rapport direct avec l'intensité de la stimulation et sa diffusion est rendue possible par un très grand nombre de fibres d'association. Ces dernières sont disposées autour de la substance grise et constituent les voies proprio-spinales ou faisceau fondamental ou faisceau propre. Le réflexe rotulien est un bon exemple d'un arc réflexe relativement simple puisqu'il intéresse deux neuromères (L3 et L4).



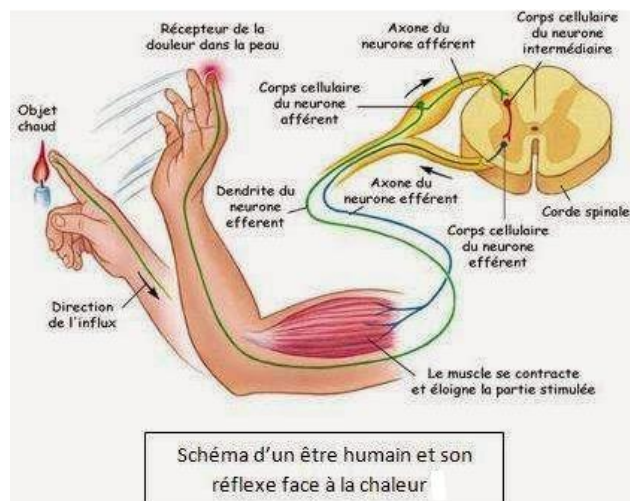
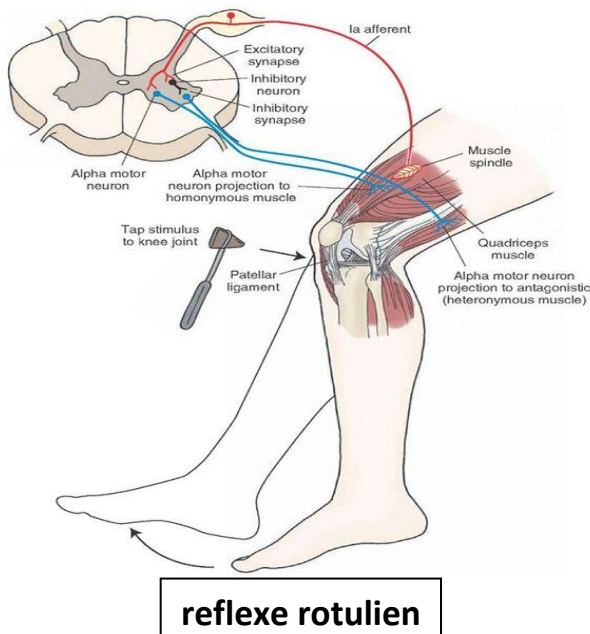
### La substance grise, centre de la motricité automatique.

Lorsque pour des raisons pathologiques (myélite transverse ou section de moelle), les relations nerveuses entre le cerveau et la moelle sont interrompues, le segment médullaire sous-jacent à la lésion devient le siège de phénomènes moteurs automatiques qui sont :

**l'hypertonie musculaire** : elle résulte de l'interruption de la voie motrice pyramidale. Cette hypertonie ou contracture pyramidale, s'appelle **SPASTICITE**. Elle est provoquée par une majoration de l'activité gamma du réflexe myotatique. Elle est aussi responsable de l'hyper réflexivité tendineuse.

### l'apparition de réflexes de retrait

Ce sont des réflexes automatiques de défense dont la partie sensitive utilise la voie de la sensibilité superficielle (extéroceptive et nociceptive). Ce sont des réflexes cutanés. La partie motrice aboutit à des muscles provoquant le repli et le retrait des segments de membre. C'est le cas du réflexe cutané plantaire ou signe de **BABINSKI**. En cas de signe positif, le grattement du bord latéral de la plante du pied provoque l'élévation du gros orteil, associée parfois à une flexion complète du membre inférieur. Cette forme apparaît plus tardivement et succède à la phase précédente.



## La substance grise, centre de la régulation médullaire de la motricité

La corne ventrale de la substance grise contient les corps cellulaires des motoneurones alpha (innervation des fibres musculaires phasiques), et des motoneurones gamma (innervation des fibres musculaires intra fusoriales, pour la régulation de l'activité tonique). Elle contient en plus, un réseau de petits neurones intercalaires, à fonction inhibitrice (cellules de RENSCHAW). Ces cellules assurent la régulation et la répartition des phénomènes toniques dans les muscles agonistes et antagonistes, assurant le contrôle de la précision du geste.

### SYSTEMATISATION DE LA SUBSTANCE BLANCHE

**I. Cordon postérieur**, renferme les fibres ascendantes (sensitives), Véhiculant la sensibilité proprioceptive consciente et tactile épicrotique. Le protoneurone qui véhicule ces sensibilités lemniscales se dirige vers la moelle dans les troncs nerveux périphériques. Son corps cellulaire est dans le ganglion spinal de la racine dorsale. Le cylindraxe pénètre dans la moelle. Il monte directement dans la substance blanche des cordons dorsaux en formant les faisceaux gracile et cunéiforme (anciens faisceaux de **Goll** et **Burdach**). Il se termine au niveau de la moelle allongée, dans les noyaux gracile et cunéiforme (anciens noyaux de **Goll** et **Burdach**) où il fait relais avec le deutoneurone.

A noter que ces protoneurones des sensibilités lemniscales abandonnent, en pénétrant dans la moelle, des collatérales destinées à la corne dorsale de la substance grise, et plus spécialement, à la substance gélatineuse de **Rolando** (notion de Gate Control de **Melzak** et **Wall** : filtrage de la douleur au niveau segmentaire).

Organisation somatotopique : Les fibres sont d'autant plus proches de la ligne médiane que leur origine est basse (les fibres venant des membres inférieurs et du tronc dans le faisceau gracile et celles venant des membres sup dans le faisceau cunéiforme).

**II. Cordon latéral**, renferme:

➤ Des fibres descendantes (motrices):

**a. Faisceau corticospinal latéral**, Fibres appartenant à la voie de la motricité principale (voie pyramidale) responsable des mouvements volontaires. Ces fibres se terminent dans la corne antérieure de la moelle (noyaux somato-moteurs) puis articulation avec les motoneurones de la voie finale commune.

Organisation somatotopique : les fibres les plus latérales sont destinées aux membres inférieurs.

**b. Faisceau rubro-spinal**, voies de la motricité secondaire (extrapyramidales) qui intervient dans la synergie des mouvements. Il s'épuise sans dépasser le niveau de la moelle thoracique supérieure. Origine : noyau rouge mésencéphalique controlatéral - Trajet : croisent la ligne médiane - Terminaison : **cordon latéral** puis dans la corne antérieure de la moelle épinière.

**c. Faisceau réticulo-spinal latéral**, voies de la motricité secondaire : action facilitatrice sur les muscles fléchisseurs des membres et du tronc - Origine : substance réticulée homo ou controlatérale du tronc cérébral - Trajet : **cordon latéral** - Terminaison : corne antérieure au niveau des motoneurones fléchisseurs

➤ Fibres ascendantes

**a. Faisceau spinocérébelleux dorsal**: Les deutoneurones, qui naissent du noyau de Clarke, gagnent le **cordon latéral** du même côté, pour former le **faisceau spinocérébelleux direct** ( F. de Fleischsig).

Il monte tout au long de la moelle et du tronc cérébral, vers le cervelet (pédoncule cérébelleux inférieur). Il transporte la sensibilité proprioceptive inconsciente des membres inférieurs et du tronc.

**b. Faisceau spinocérébelleux croisé** : Les deutoneurones qui naissent du noyau de **Bethereu** croisent la ligne médiane dans la commissure grise postérieure et montent dans la moelle en formant le faisceau spinocérébelleux croisé ( F. de Gowers). Il monte dans la moelle épinière, vers le cervelet (pédoncule cérébelleux supérieur). Il

transporte la sensibilité proprioceptive inconsciente du membre supérieur. De ce fait, le faisceau n'est présent que dans le segment cervical de la moelle.

Les protoneurones montent dans les nerfs périphériques, et dans la racine dorsale des nerfs spinaux. Leur corps cellulaire est dans le ganglion spinal. Les cylindraxes pénètrent dans la moelle épinière et se terminent dans les deux noyaux du col de la corne dorsale, les uns dans le noyau de Clarke, les autres dans le noyau de Betcherew.

**c. Faisceau spinothalamique dorsal**, (ou néo-spinothalamique), il transporte les sensations thermiques et les sensations douloureuses du tronc et des membres. Le protoneurone passe par la racine postérieure du nerf spinal, et se termine et fait relais avec le deutoneurone dans la substance gélatineuse et noyau propre puis croise la ligne médiane dans la commissure grise puis remonte vers le cerveau.

**d. Faisceau spinothalamique ventral**, (ou paléo-spinothalamique), il transporte la sensibilité protopathique dont l'excès de stimulation donne une sensation douloureuse profonde, confuse et imprécise s'accompagnant éventuellement de réactions végétatives (pâleur et nausées). Ce faisceau donne des rameaux collatéraux à la substance réticulée du tronc cérébral.

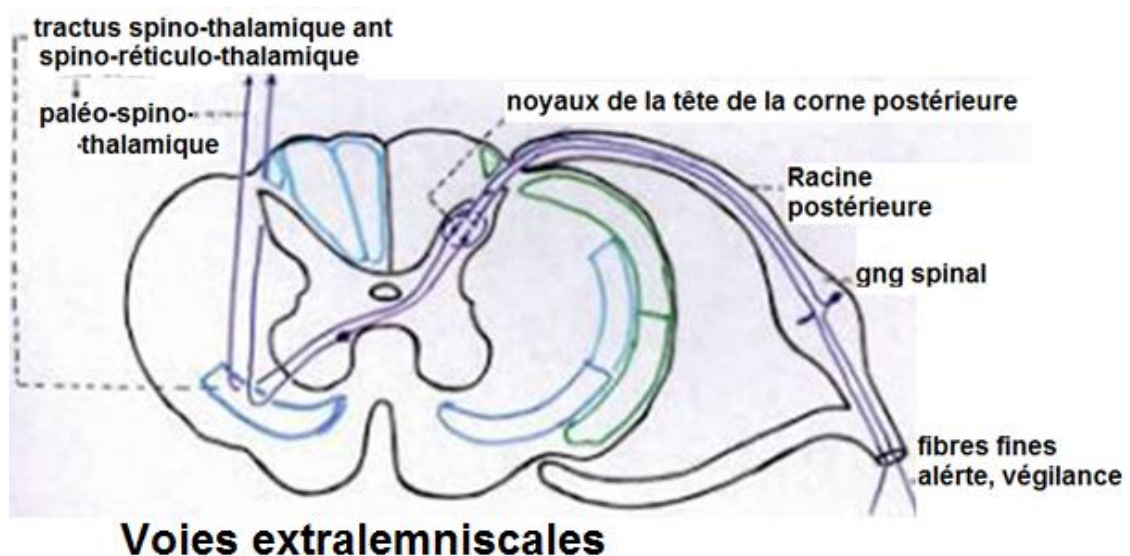
### III. Cordon ventral

#### 2. Fibres descendantes

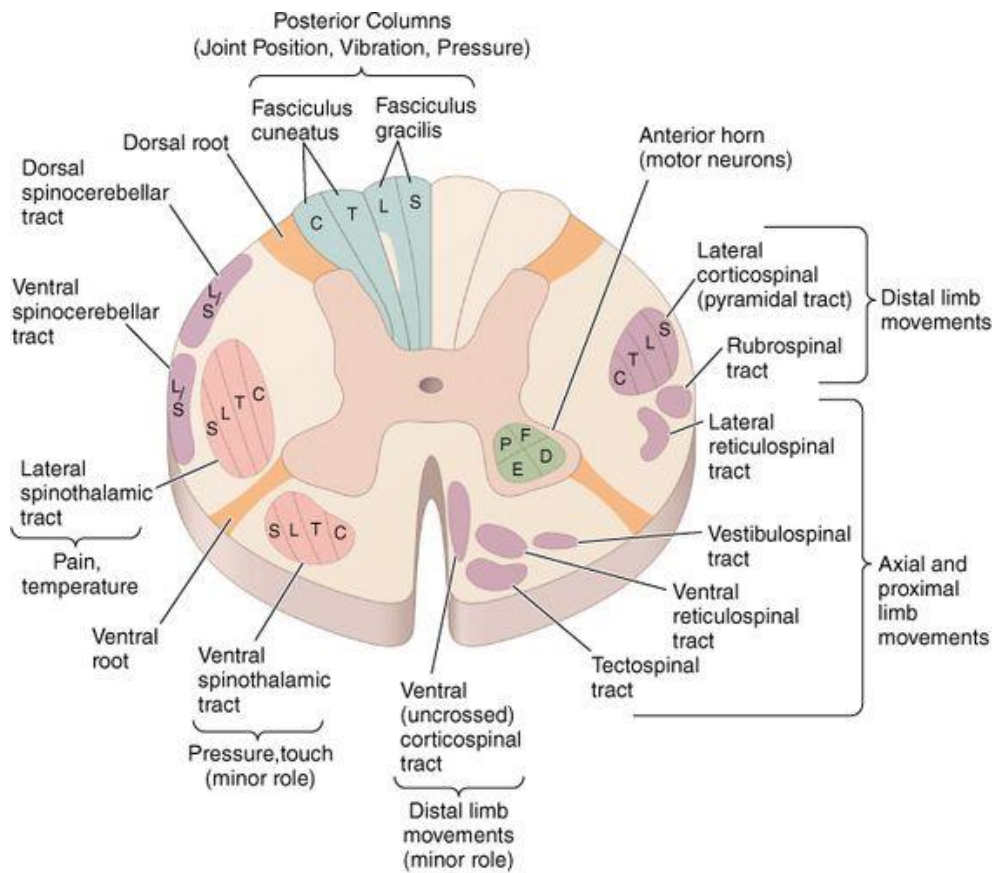
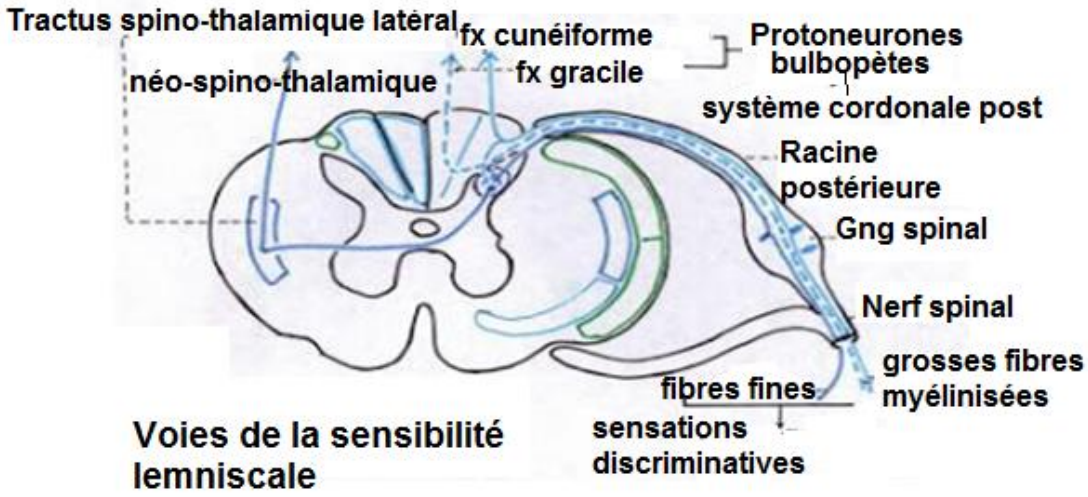
**a. Faisceau corticospinal médial ou ventral**, 10% des fibres de la voie pyramidale poursuivent leur trajet jusqu'au niveau de la moelle (**cordon ventral**) puis croisent la ligne médiane à différents étages pour atteindre les noyaux somato-moteurs de la corne antérieure pour se terminer en s'articulant avec les motoneurones de la voie finale

#### **b. Faisceau hétérogène**

- Faisceau tecto-spinal : voie de la motricité extrapyramidale, issu des colliculus supérieurs. Fibres intervenant dans l'oculomotricité et l'oculocéphalogyrie.
- Faisceau réticulo-spinal médial : issu de la substance réticulée du tronc cérébral( homo ou controlatéral). les fibres se rendant aux motoneurone extenseurs( à fonction facilitante).
- Faisceaux vestibulo-spinaux : il est en rapport avec le maintien de l'équilibre.







Source: Fauci AS, Kasper DL, Braunwald E, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J: *Harrison's Principles of Internal Medicine*, 17th Edition: <http://www.accessmedicine.com>  
 Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.