

Physiologie – Athlétisme  
Cours numéro 6

# Le système nerveux

# Le système nerveux central

- I. Description anatomique
- II. Les différentes fibres nerveuses
- III. Transport du message nerveux
- IV. La synapse
- V. Les réflexes

# I. Description anatomique

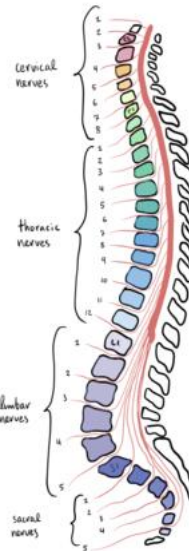
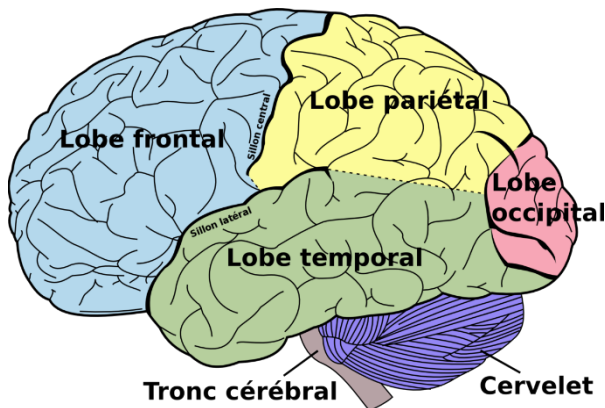
Le système nerveux est composé de 2 parties distinctes,

**Le système nerveux central (SNC)** et **le système nerveux périphérique (SNP)**.

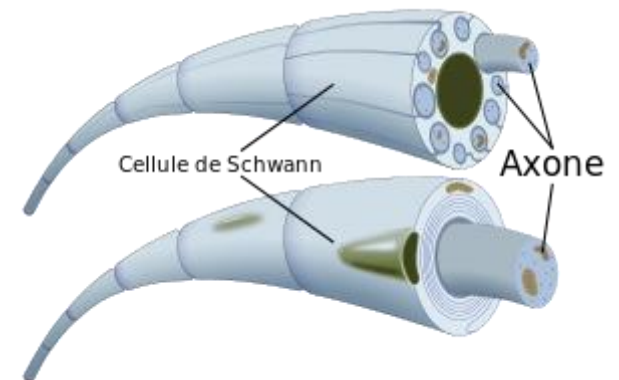
Ces deux systèmes interagissent ensemble afin d'assurer le transport d'informations dans tout le corps. Ces informations constituent un message que l'on appelle **message nerveux**.

## La moelle épinière

### Le cerveau



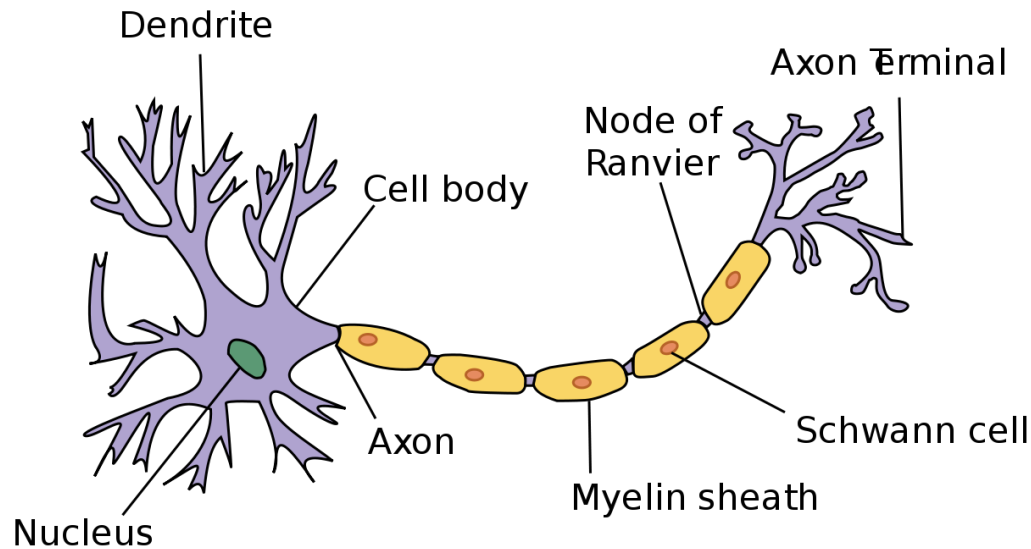
### Les nerfs



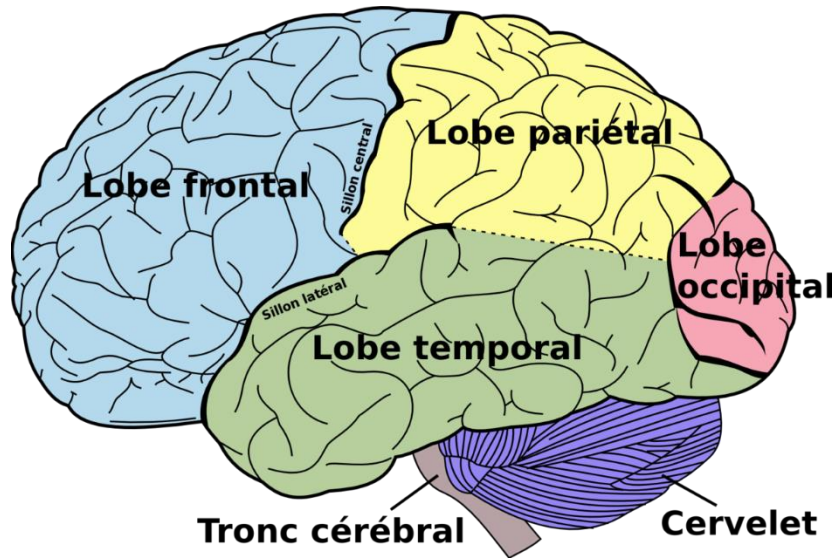
# I. Description anatomique

Le message nerveux est **génééré et transmis par les neurones**, sous forme de signaux **électriques** le long de l'axone et **chimiques** au niveau des synapses.

Le neurone

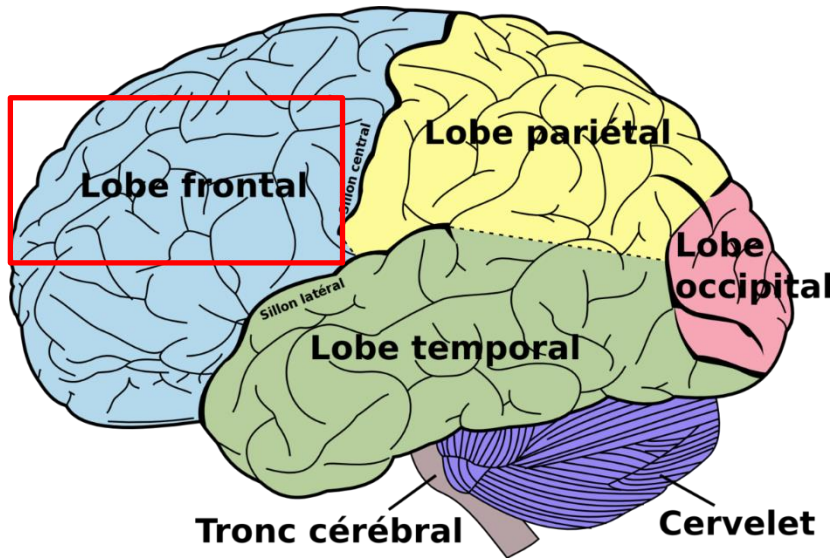


# I. Description anatomique



Le cerveau est divisé en deux **hémisphères**. Dont chacune possède des lobes assurant des rôles bien précis, plus ou moins connus à ce jour.

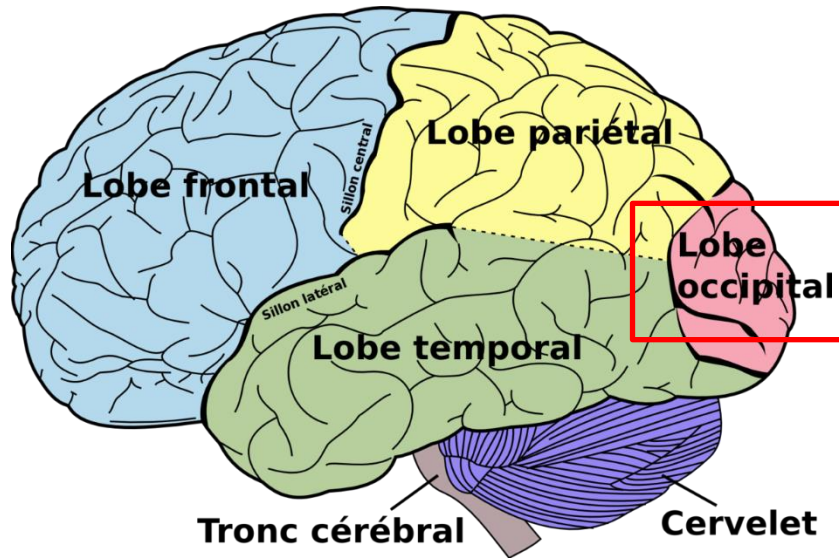
# I. Description anatomique



Le lobe frontal :

- **L'aire motrice primaire** pour le contrôle de tous les mouvements conscients.
- **L'aire pré-motrice** contrôlant les activités motrices apprises ou automatisé (la technique...)
- **L'aire oculomotrice** contrôlant les mouvements des yeux
- **L'aire de Broca**, contrôlant les muscles du langage.

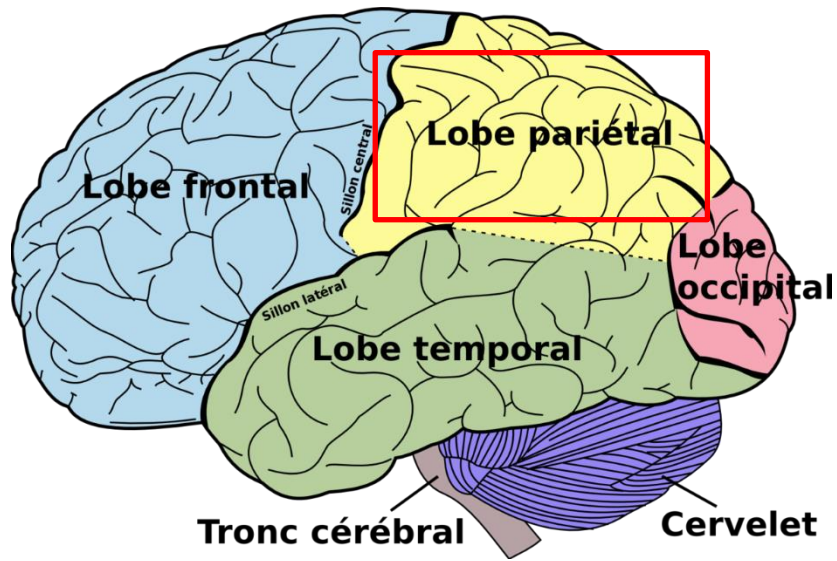
# I. Description anatomique



## Le lobe occipital :

- Centre visuel du cerveau
- Permet la **reconnaissance des formes**
- Permet de distinguer les **sens de déplacement**
- Permet de distinguer les couleurs
- Ses fonctions se prolongent dans les lobes pariétaux et temporal.

# I. Description anatomique

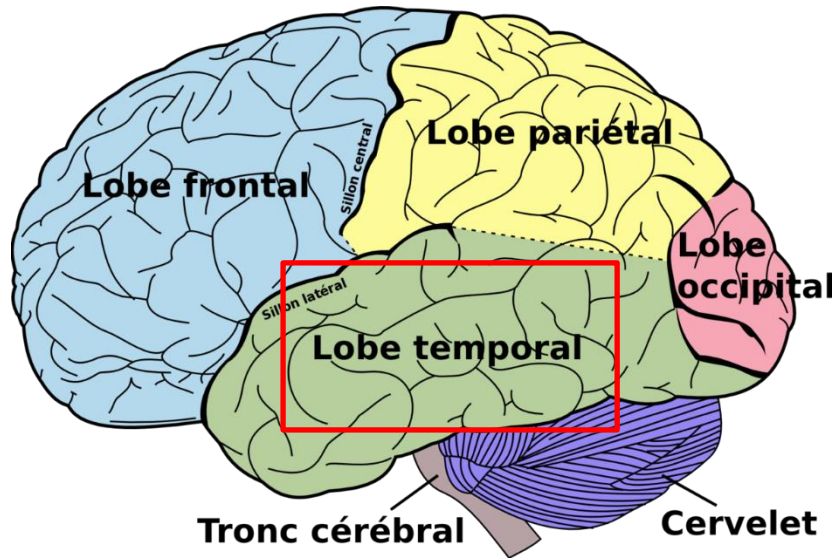


Le lobe pariétal :

Le lobe pariétal est impliqué dans :

- **traitement somatosensoriel** (toucher, pression, température, douleur).
- la **proprioception**, la perception du schéma corporel et l'orientation spatiale.

# I. Description anatomique



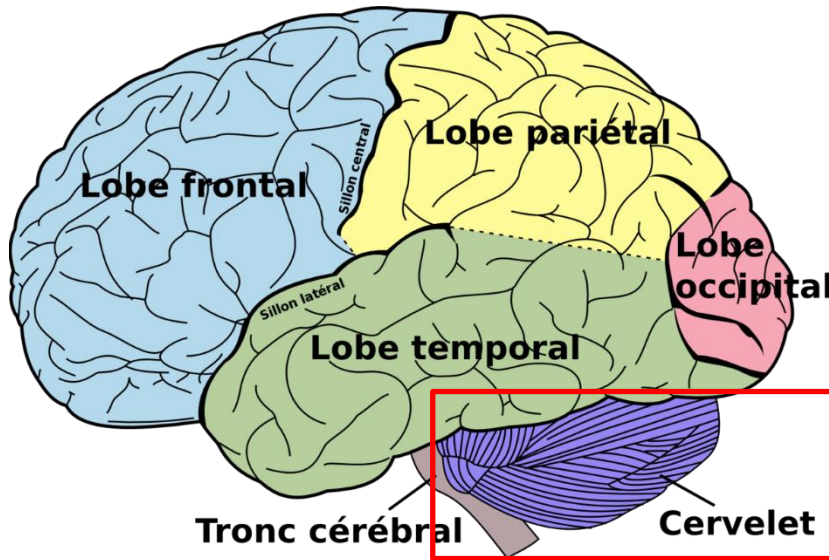
**Le lobe temporal :**

Le lobe temporal est impliqué dans :

- l'**audition**.
- la **compréhension du langage**.
- la **mémoire**, notamment à court et moyen terme.
- certaines fonctions émotionnelles.

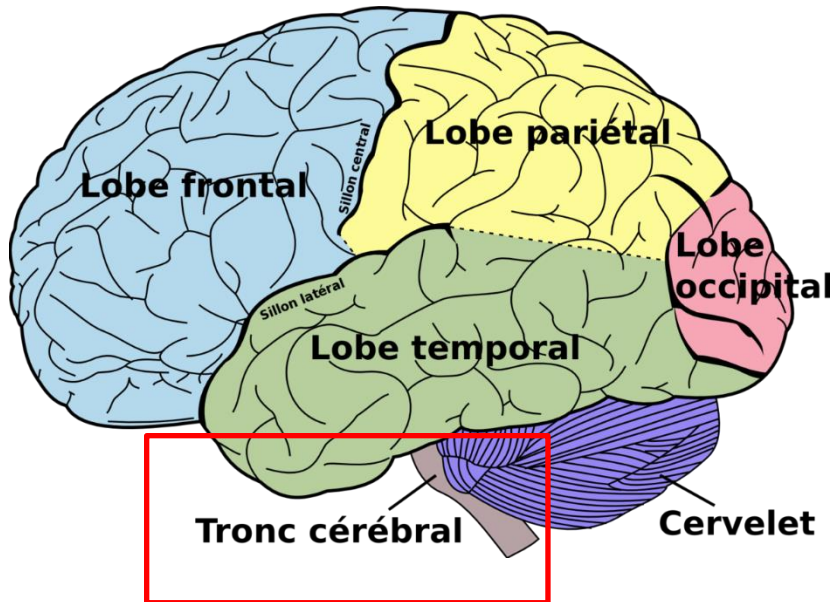
# I. Description anatomique

Le cervelet :



- **Coordonne et synchronise l'activités des différents groupes musculaires** pour effectuer un mouvement
- **Régule** la posture et l'équilibre
- Il communique avec les organes de la vision et du **système vestibulaire** afin d'ajuster le tonus musculaire et les mouvements
- Il intervient directement dans le processus d'apprentissage cognitif et moteur.

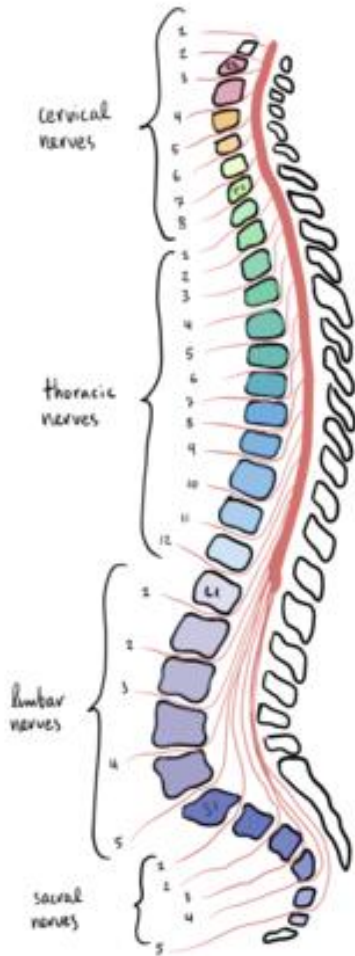
# I. Description anatomique



## Le tronc cérébral :

- Point de passage de nombreuses voies motrices et sensibles
- **Centre cardiovasculaire**, module la fréquence et la force cardiaque ainsi que la pression artérielle (via le système nerveux autonome)
- **Centre respiratoire**, amorce et module le rythme et l'amplitude respiratoire.
- Fonctions buccales et digestives, déglutition, salivation, hoquet, vomissement, toux, éternuement...

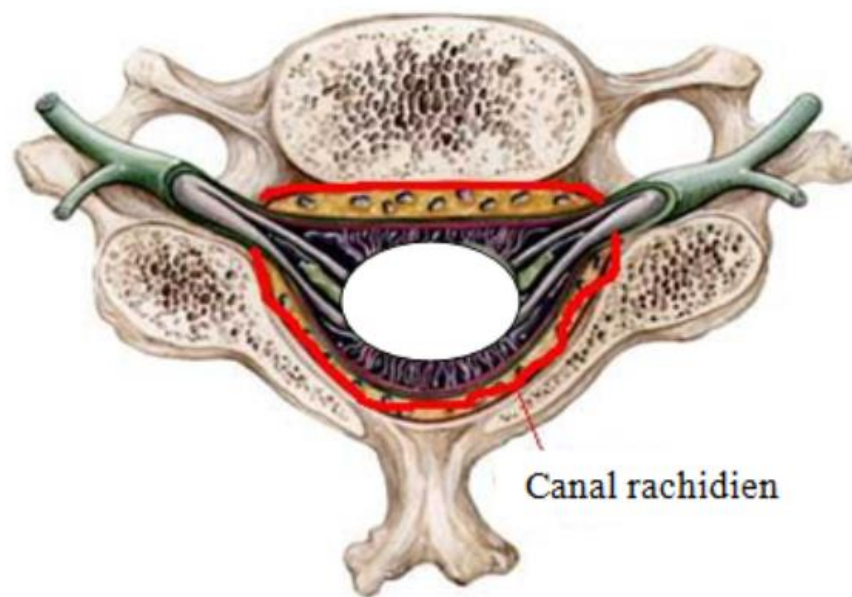
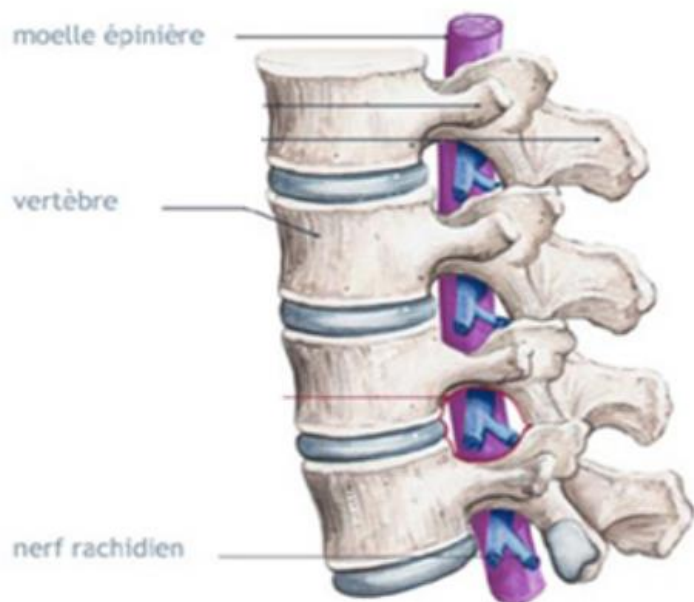
# I. Description anatomique



## La moelle épinière :

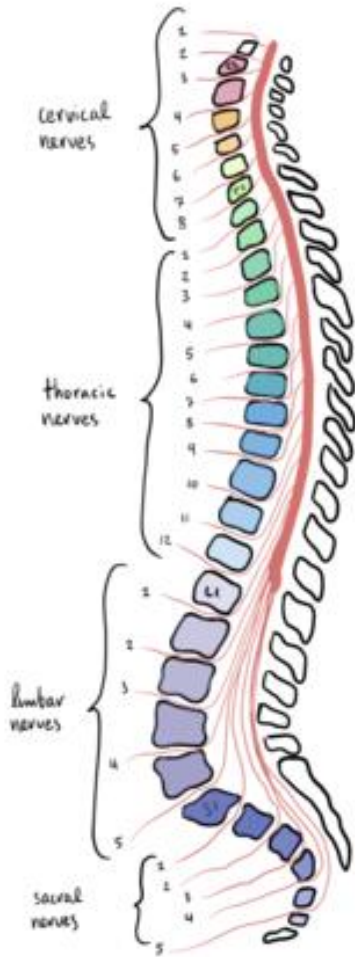
- Représente le point de passage obligatoire de toutes les informations partant du SNC (**efférences**) et de celles venant des récepteurs sensitifs du corps (**afférences**)
- Elle s'insère à l'intérieur de la colonne vertébrale qui lui sert de protection via le canal rachidien. Elle remonte jusqu'au tronc cérébral.
- Chaque vertèbre de la colonne vertébrale est un point de départ d'un nerf de la moelle épinière.

# I. Description anatomique



Colonne vertébrale et canal rachidien

# I. Description anatomique

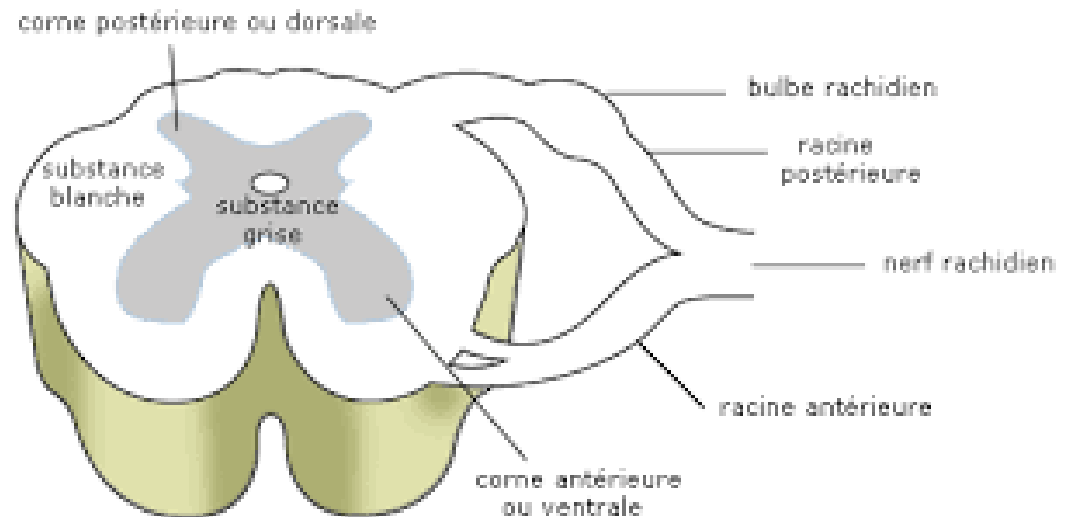


- Si on sectionne une partie de la ME, on prive d'informations tous les organes contrôlés par la section qui se retrouve déconnecté du SNC. (= paralysie)
- La ME est riche en neurones et représente le centre névralgique de la **contraction musculaire réflexe**.

# I. Description anatomique

La moelle épinière (et aussi le cerveau) est composée de deux substances ou matières :

- **La substance grise** : Une zone regroupant massivement les noyaux de milliers de neurones
- **La substance blanche** : Une zone où s'étendant les prolongements des neurones (axones)

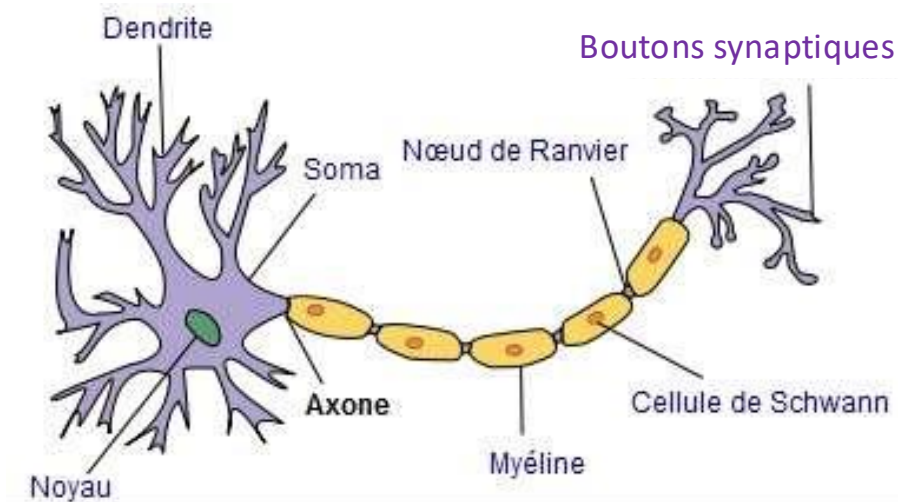


# I. Description anatomique

**Les neurones** : « Un neurone, ou une cellule nerveuse, est une **cellule excitable** constituant l'unité fonctionnelle de la base du système nerveux.

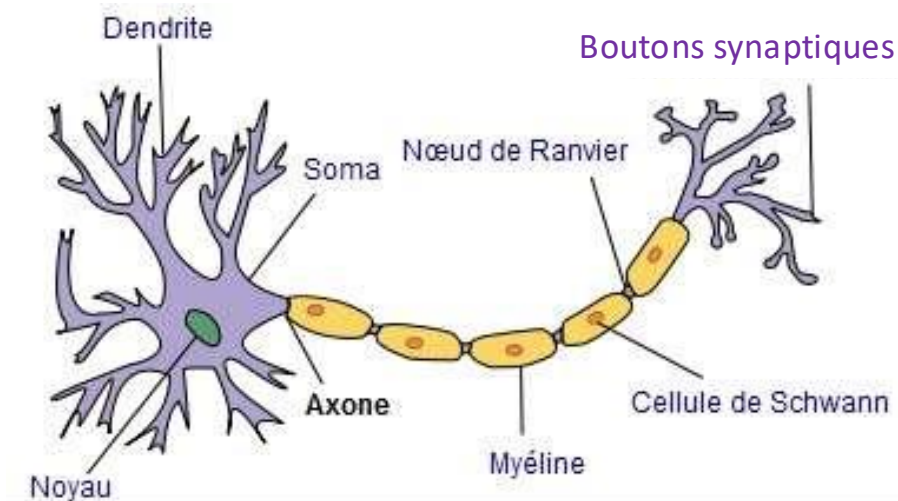
Les neurones assurent la transmission d'un signal **bioélectrique** appelé **influx nerveux**. Ils ont deux propriétés physiologiques :

- **l'excitabilité**, c'est-à-dire la capacité de répondre aux stimulations et de convertir celles-ci en impulsions nerveuses.
- **la conductivité**, c'est-à-dire la capacité de transmettre les impulsions. »



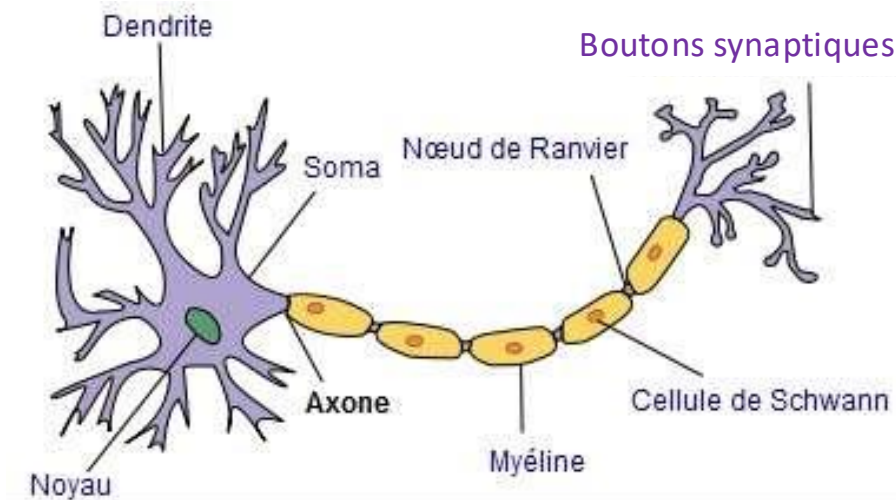
# I. Description anatomique

- **Dendrite** : Ont pour fonction d'être reliés à d'autres cellules nerveuses et de **recevoir l'influx nerveux** (signal) provenant d'elles. S'il est excité, il enverra alors un influx nerveux par le biais de l'axone vers un autre neurone, muscle ou tissu.
- **Axone** : **Long prolongement unique** émergeant du corps cellulaire du neurone, généralement à l'opposé des dendrites. Il conduit l'influx nerveux jusqu'aux cellules cibles. Ces dernières, regroupés en faisceau forment **les nerfs**.



# I. Description anatomique

- **Soma** : Cytoplasme du corps cellulaire du neurone. Signifie en grec « autour du noyau ». Contient le noyau et tous autres organites responsables du fonctionnement du neurone.
- **Myéline** : Membrane grasse entourant les fibres nerveuses permettant d'augmenter la vitesse de propagation de l'influx nerveux et formant une véritable gaine autour de l'axone. Elles sont formées par des petites cellules nommées « **cellules de Schwann** » pour le SNP et les « **oligodendrocytes** » pour le SNC.



# I. Description anatomique

- On compte en moyenne **86 MILLIARDS de neurones** dans un cerveau humain adulte.
- Entre le 7<sup>e</sup> et 9<sup>e</sup> mois de grossesse, le cerveau crée plus de 250 000 neurones... **A LA MINUTE !**
- A 80 ans, nous n'avons plus que 70% du volume de neurone que nous avons entre 20 et 30 ans.
- Dans 1cm<sup>3</sup> de cerveau humain, on dénombre en moyenne plus de 10 000 synapses ou connexion nerveuses.
- Dans les fibres nerveuses, l'influx nerveux circule à 120 mètres/secondes, **soit 430km/h ou 119,4m/s**
- Mis bout à bout, les axones du corps mesureraient entre **150 000km à 180 000km** (3 à 4 fois le tour de la terre)
- Le cerveau représente 2% de poids de corps total d'un homme adulte... Mais consomme **20% de son énergie totale !**
- Les neurones **ne se renouvellent quasiment pas**, mais les **connexions synaptiques évoluent en permanence** (plasticité neuronale)

## II. Les différentes fibres nerveuses

Quand le cerveau et la moelle épinière représente **le système nerveux centrale**, les nerfs représentent eux le **système nerveux périphérique**.

Différents types de nerfs vont innervent l'ensemble des organes du corps humain afin d'assurer des fonctions différentes.

La mission principale des nerfs reste **le transport d'information** :

- Du SNC vers les organes (efférences)
- Des organes vers le SNC (afférences)

Le mauvais fonctionnement de certains nerfs entrainera l'absence de retours d'informations et/ou l'arrêt du fonctionnement de l'organe innervé.

## II. Les différentes fibres nerveuses

Il existe deux grands types de nerfs :

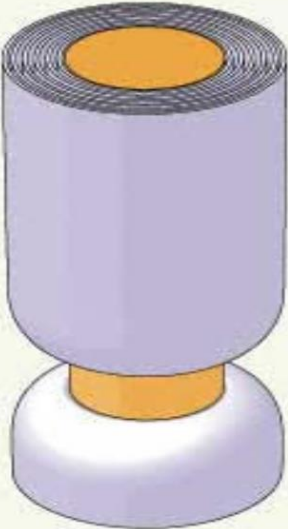



- **Les nerfs rachidiens** (partant de la moëlle épinière) étant obligatoirement mixtes, c'est-à-dire **MOTEUR** (efférences) et **SENSITIF** (afférences).
- **Les nerfs crâniens** (partant du tronc cérébral) pouvant être soit uniquement moteur soit mixtes.

Les nerfs moteurs **envoient des informations** aux organes renseignant sur le mouvement qu'elles doivent faire (sa force, sa vitesse, sa durée, son amplitude). Ils véhiculent un ordre.

Les nerfs sensitifs **vont renseigner** sur ce qu'il se passe à un endroit du corps (température, pression, force exercée, vitesse de contraction, douleurs, orientation du corps, vue, vitesse de déplacement, accélération...)

## II. Les différentes fibres nerveuses

**BONUS**

|                            | A $\alpha$   | A $\beta$   | A $\delta$   | C  |
|----------------------------|--|---|--|--|
| Axons from skin            |  |   |  |  |
| Axons from muscles         |  |   |  |  |
|                            | Group I  | II  | III  | IV   |
|                            |  |  |  |  |
| Diameter ( $\mu\text{m}$ ) | 13–20  | 6–12  | 1–5  | 0.2–1.5  |
| Speed (m/sec)              | 80–120   | 35–75   | 5–30   | 0.5–2  |
| Sensory receptors          | Proprioceptors of skeletal muscle  | Mechanoreceptors of skin  | Pain, temperature  | Temperature, pain, itch  |

# III. Le transport du message nerveux

## VOIE EFFERANTE

Un ordre est envoyé par le SNC vers un organe via les nerfs moteurs.

- Cet ordre peut-être **conscient ou volontaire**, exemple : Ordre de contracter le biceps huméral pour plier mon coude
- Il peut être **autonome ou involontaire**, exemple : Contraction cardiaque

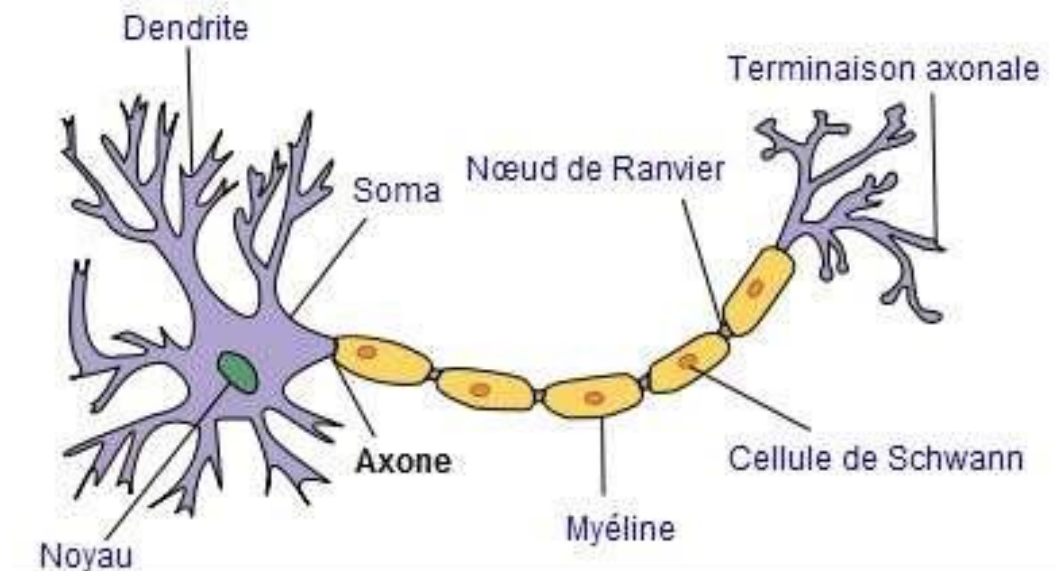
L'influx nerveux va parcourir son chemin via les axones des neurones jusqu'aux muscle à contracter.

## III. Le transport du message nerveux

### VOIE EFFERANTE

Dans les fibres myélinisées, l'influx nerveux se propage par **conduction saltatoire**, en sautant de **noeud de Ranvier en noeud de Ranvier**, ce qui augmente fortement la vitesse de transmission.

Une fois arrivée aux terminaison axonale (**aussi appelée boutons synaptiques**), le message sera délivré à l'organe choisie via les **synapses**.



## III. Le transport du message nerveux

### VOIE AFFERENTE

La voie afférente est la voie des nerfs sensitifs. **C'est via cette voie que les organes informent notre SNC sur leurs états.**

En fonction des informations reçues, et surtout si les informations préviennent d'un danger, **le SNC organisera la réponse la plus adéquate pour faire face au danger.**

Exemple : La température de ma main augmente car j'ai touché la poêle encore chaude.

Les capteurs de température de ma main informent le SNC de l'augmentation de la température.

Le SNC orchestre et synchronise des contractions musculaires afin que ma main se retire rapidement de la poêle.

Très souvent de manière involontaire pour aller + vite et se sortir du danger !

# III. Le transport du message nerveux

## VOIE AFFERENTE

Plusieurs types de capteurs vont avoir pour rôle d'informer le SNC de l'état des organes. En voici les principaux :

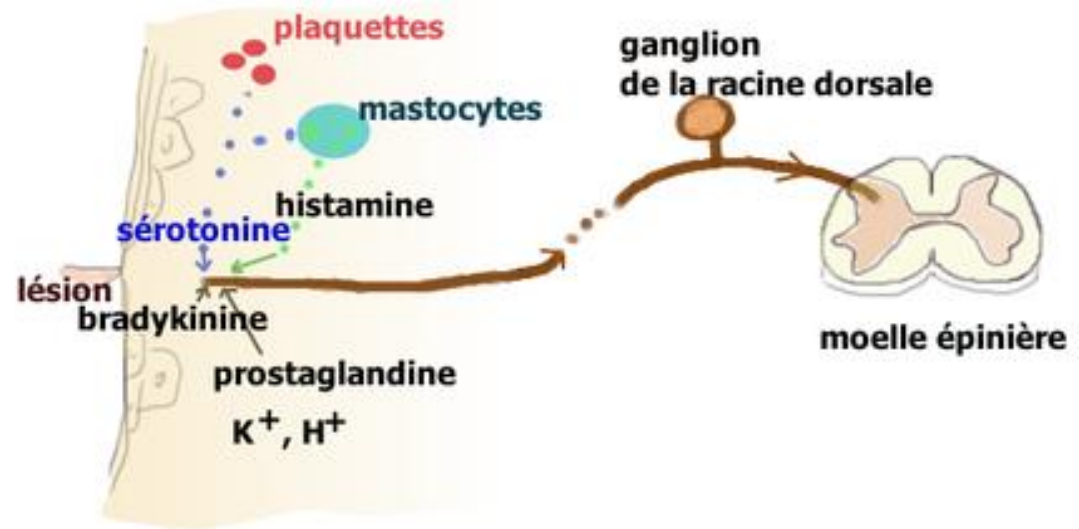
## III. Le transport du message nerveux

### VOIE AFFERENTE

#### Les nocicepteurs :

Informe sur l'apparition d'une pression trop importante, d'une température trop élevée ou trop basse...

Ils sont responsables de l'apparition de la sensation de douleurs.



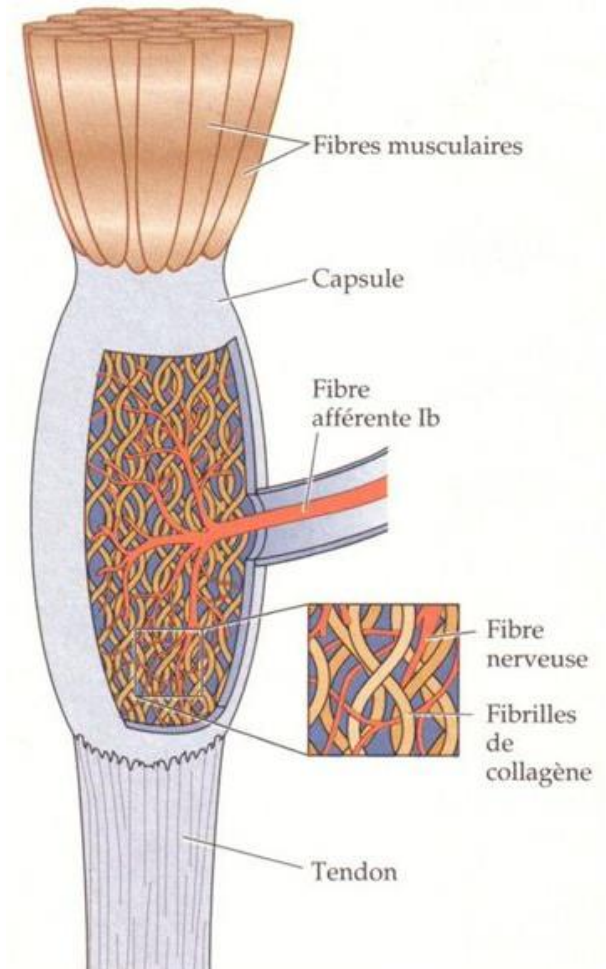
## III. Le transport du message nerveux

### VOIE AFFERENTE

**Les organes tendineux de golgi :**  
Ils informent le SNC de la **tension musculaire**.

En cas de tension excessive, ils participent à une **inhibition réflexe** du muscle pour le protéger.

Ils sont innervés par des nerfs très myélinisés afin que le message soit conduit très rapidement.



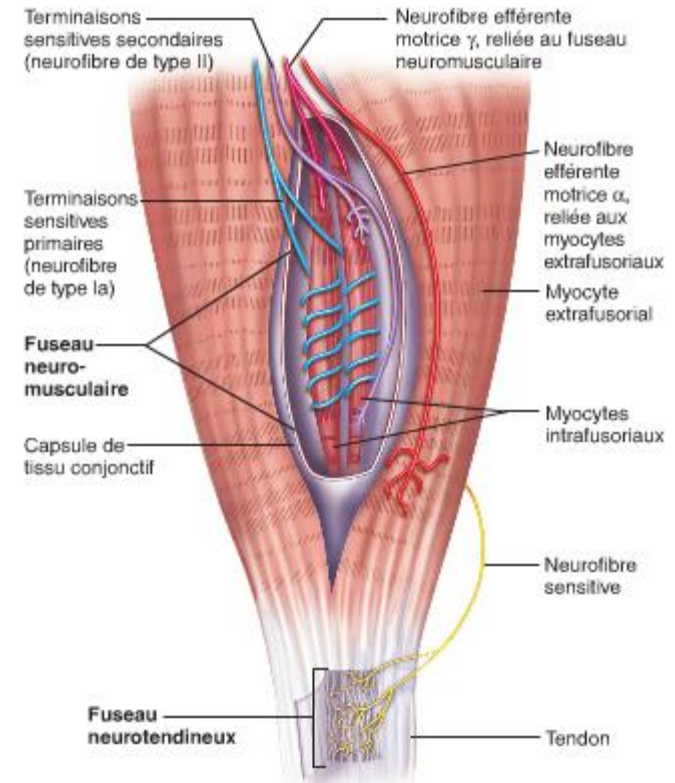
## III. Le transport du message nerveux

### VOIE AFFERENTE

**Les fuseaux neuromusculaires** : Informent sur la longueur du muscle ainsi que sa vitesse d'allongement/raccourcissement.

En cas d'allongement trop important, le SNC pourra ordonner une contraction réflexe pour empêcher le muscle de trop s'étirer.

Ils sont aussi innervés par des nerfs très myélinisés afin que le message soit conduit très rapidement.



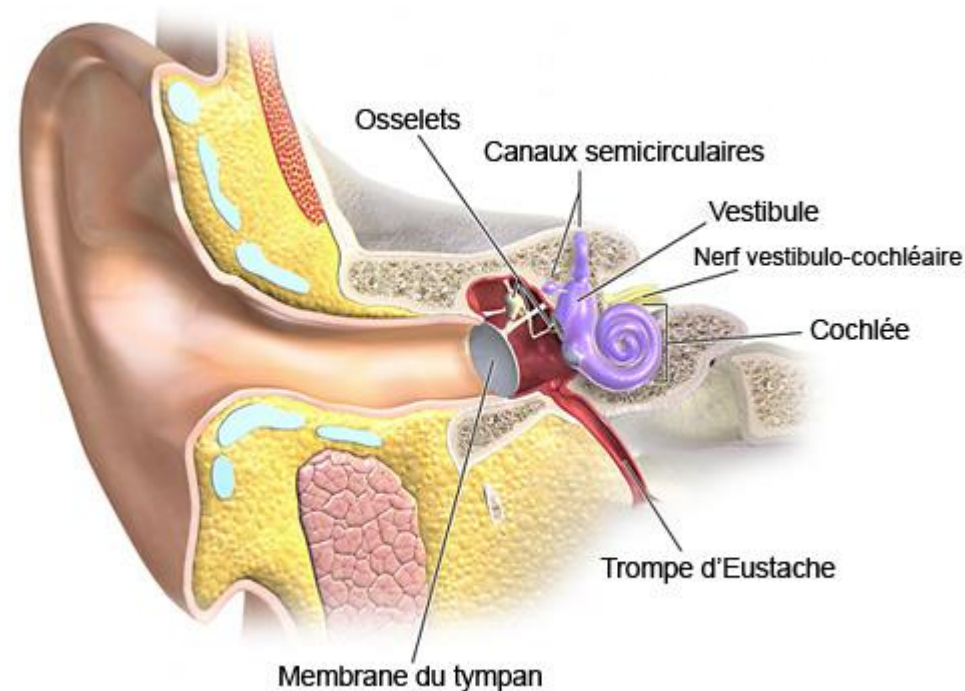
**Figure 13.15 Anatomie du fuseau neuromusculaire et du fuseau neurotendineux.** Notez les neurofibres afférentes provenant du fuseau neuromusculaire et les neurofibres efférentes qui s'y rendent. (La myéline des neurofibres n'est pas représentée pour plus de clarté.)

# III. Le transport du message nerveux

## VOIE AFFERENTE

**Le système vestibulaire** : via les capteurs de l'oreille interne, informe sur les changements d'accélération subits par la tête.

Informe aussi sur la position de la tête par rapport à la gravité. (couplé à la circulation sanguine)



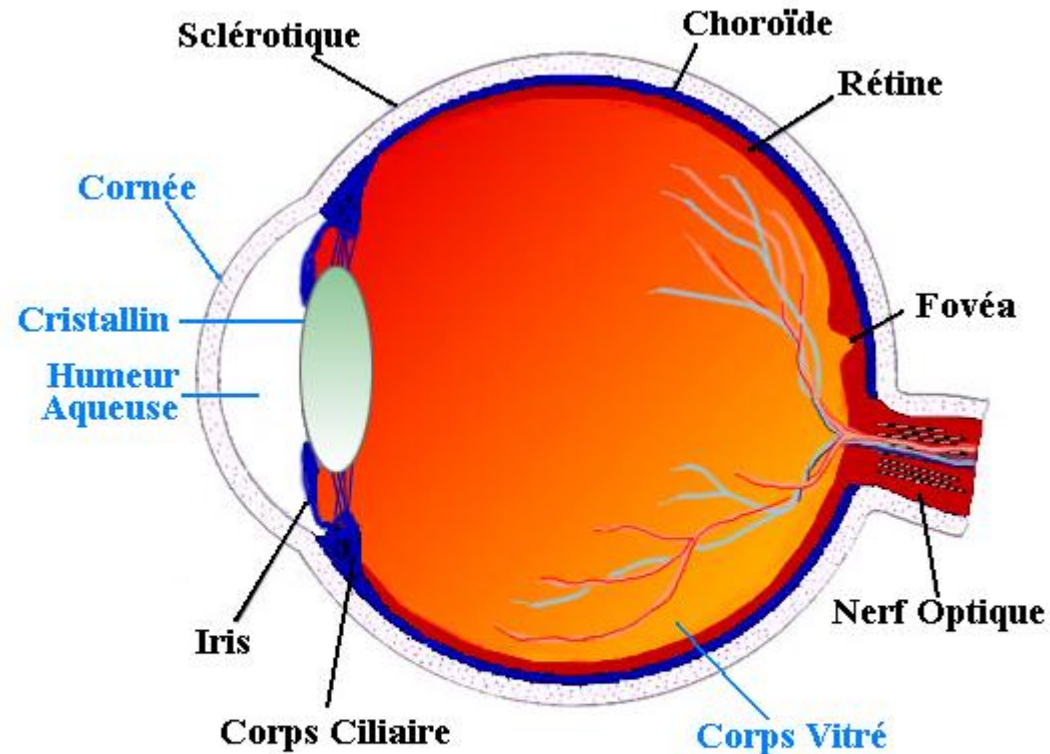
## III. Le transport du message nerveux

### VOIE AFFERENTE

**Le système oculaire** : via les yeux.  
Nous informons sur notre position dans l'environnement et sur notre environnement lui-même.

Grâce à eux nous connaissons notre vitesse de déplacement ainsi que la vitesse de déplacement des objets par rapport à nous.

Nous reconnaissons les formes et pouvons repérer les dangers.



**Légende :**

- Milieu Transparent
- Membrane opaque

# III. Le transport du message nerveux

## VOIE AFFERENTE

Tous ces capteurs sensoriels informent le SNC ensemble afin que nous puissions être à même de constamment adapter notre comportement aux circonstances dans lesquels nous nous trouvons.

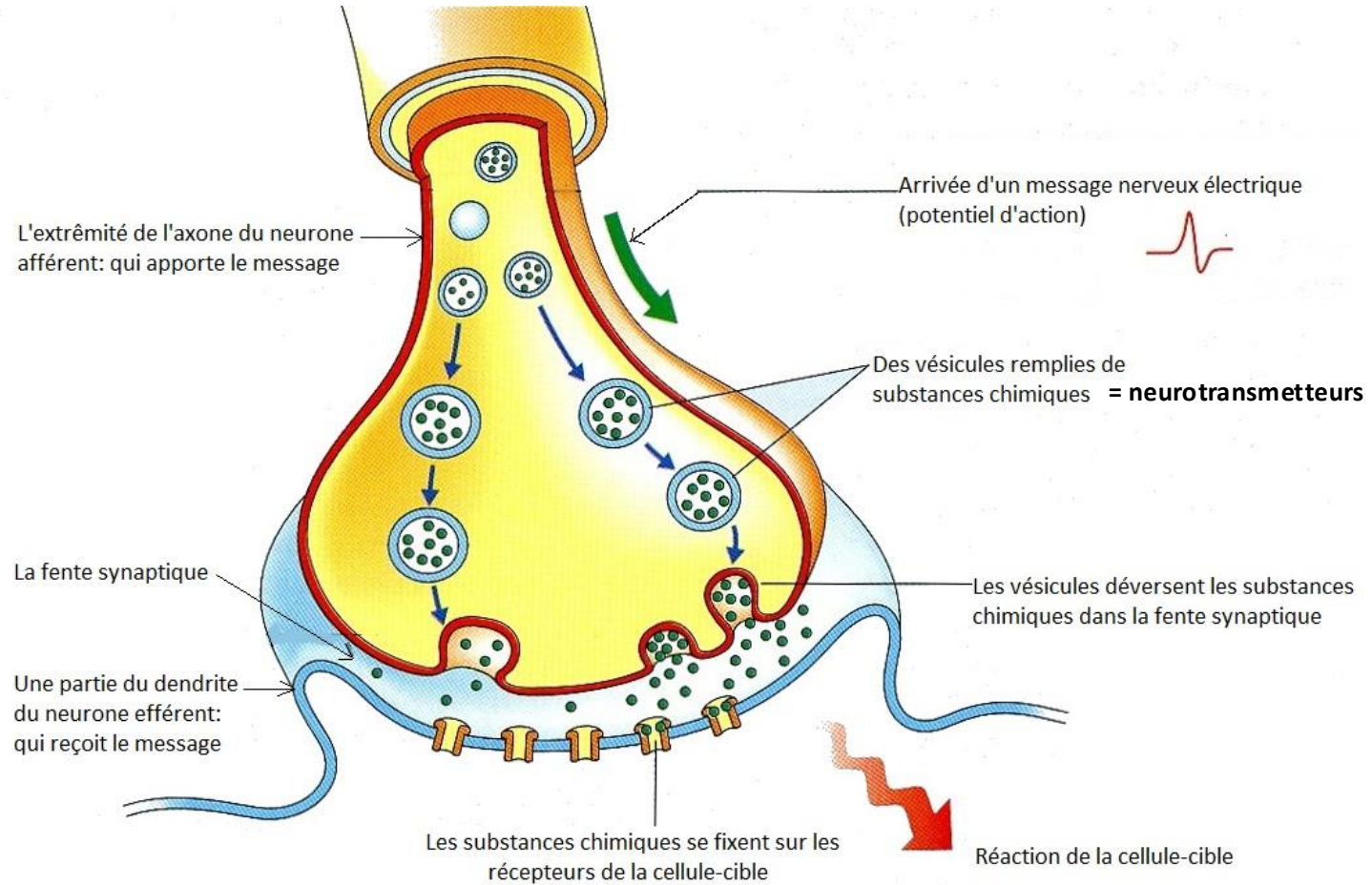
L'intégration de ces informations influence notre **proprioception**.

Lorsque ces capteurs envoient en même temps des signaux contradictoires, cela peut amener à des situations assez loufoques...

**Exemple** : Le train dans lequel nous sommes assis est à l'arrêt mais le train le train à l'extérieur est en mouvement.

Notre système vestibulaire informe d'aucune accélération mais nos yeux nous envoient un faux signal de vitesse... Pendant un court instant notre corps bascule mais l'information est vite corrigée.

## IV. La synapse



**Schéma fonctionnel d'une synapse: la transmission d'un message nerveux d'un neurone à sa cellule-cible**

## IV. La synapse

La synapse est une zone de contact entre deux neurones ou entre un neurone ou une cellule. La zone de contact est appelée **fente synaptique**.

La fente synaptique est une **zone de traduction** de l'influx nerveux électrique en message chimique compréhensible par les cellules.

Si la synapse ne fonctionne pas correctement, le message n'est pas transféré ou alors de la mauvaise manière.

Certaines substances (caféine, nicotine, drogues, médicaments) peuvent **modifier la transmission synaptique** en agissant sur les neurotransmetteurs ou leurs récepteurs, ce qui peut entraîner une **acomodation**.

## V. Les réflexes

Les réflexes sont des actions populaires dans tous les sports. Elles sont exécutées dans un laps de temps très court, très souvent à des moments clés d'une rencontre ou d'un combat. Mais ces actions représente-t-elle réellement des réflexes ?

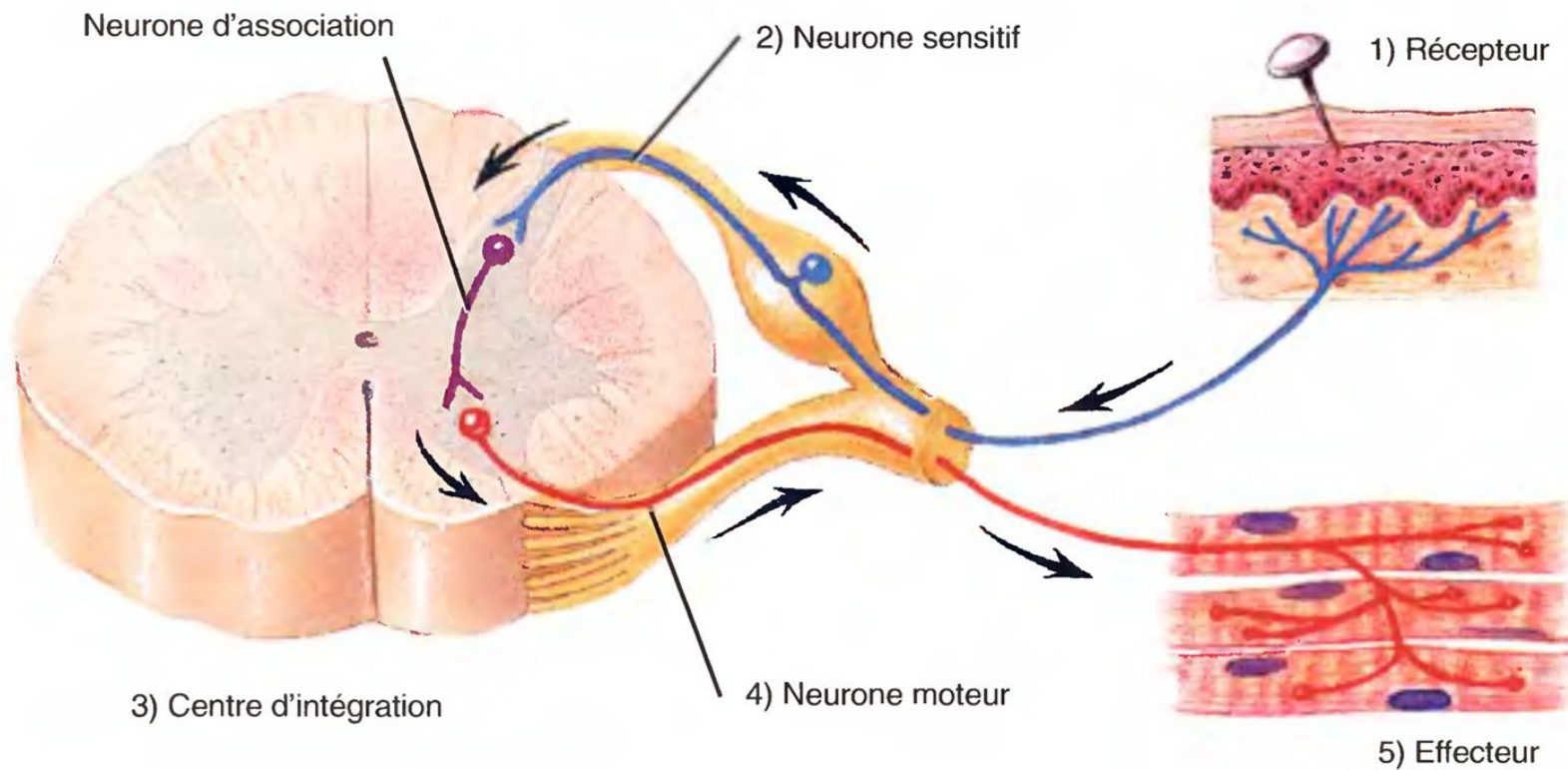
« Réponse **automatique**, **involontaire** et **immédiate** d'une structure ou d'un organisme vivant à la stimulation d'un récepteur sensible déterminé »

Le réflexe résulte d'une **alerte émise par un récepteur**. L'information remonte le long du nerf sensitif jusqu'à la moelle épinière. Afin de réagir rapidement au danger, la moelle épinière va **traiter directement le signal** et émettre une réponse via un nerf moteur. C'est ce que l'on appelle **l'arc reflète**.

**Le signal ne remonte pas dans le cerveau** et ne fait donc l'objet d'aucun traitement cognitif, **cela prendrait trop de temps !!!**

Une réponse rapide conscientisée se rapproche donc plutôt d'action anticipées et automatisées, pas d'un réflexe au sens neurophysiologique strict.

# V. Les réflexes



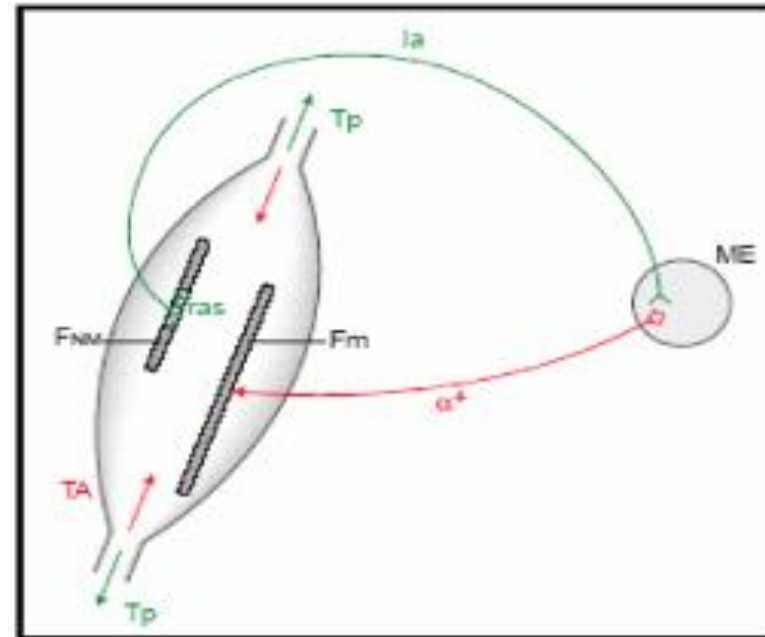
## V. Les réflexes

### Le reflexe myotatique

Renseigné par le **fuseau neuromusculaire**.

Il permet de créer une **contraction reflexe forte** pour limiter l'allongement du muscle dans deux cas :

- Phasique : **Allongement rapide** du muscle qui va provoquer une contraction reflexe forte de celui-ci afin de limiter son allongement (= **c'est le principe de la pliométrie**)
- Tonique : **Allongement lent** dans des amplitudes extrêmes, provoque une raideur musculaire pour empêcher de placer l'articulation dans une position dangereuse.



## V. Les réflexes

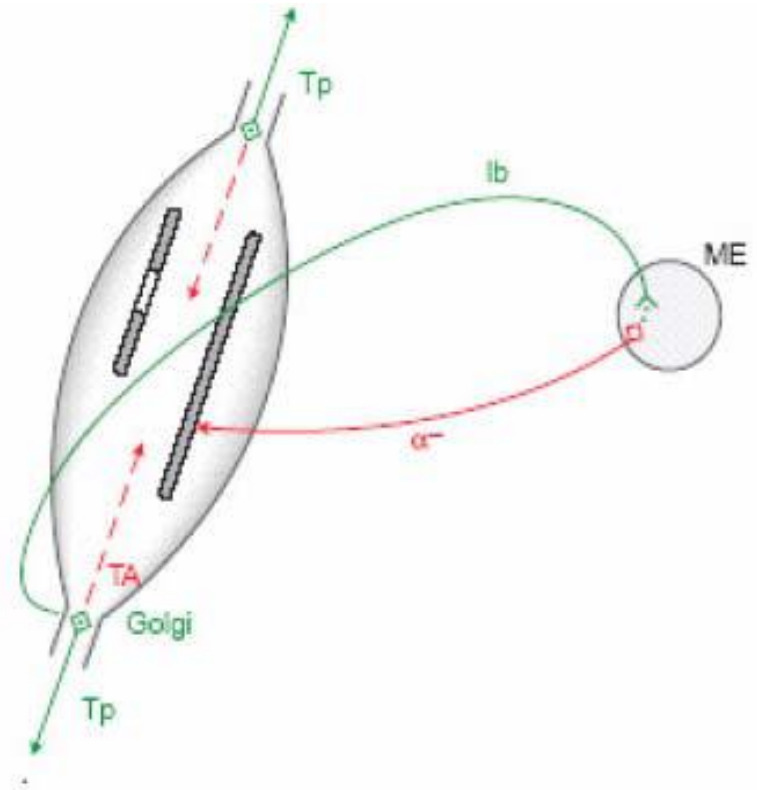
### Le reflexe myotatique inversé

Le rôle du reflexe myotatique inversé est de contrôler la tension du muscle et de provoquer un relâchement musculaire en réponse à une tension excessive du tendon.

Ce reflexe est le fondement des techniques de stretching par contracté/relâché

Par exemple :

Je contracte fortement mon quadriceps pendant 4 secondes... Puis je l'étire 4 secondes et je recommence.



## V. Les réflexes

### Le réflexe d'innervation réciproque

Reflexe provoqué par la contraction d'un muscle et qui va entraîner le **relâchement de son antagoniste**.

Exemple : Si je contracte mon biceps, le triceps se relâche pour permettre à mon coude de se fléchir.

Le relâchement va durer un peu dans le temps malgré l'arrêt de la contraction de l'agoniste. C'est la base théorique du contracté/relâché inversé...

