

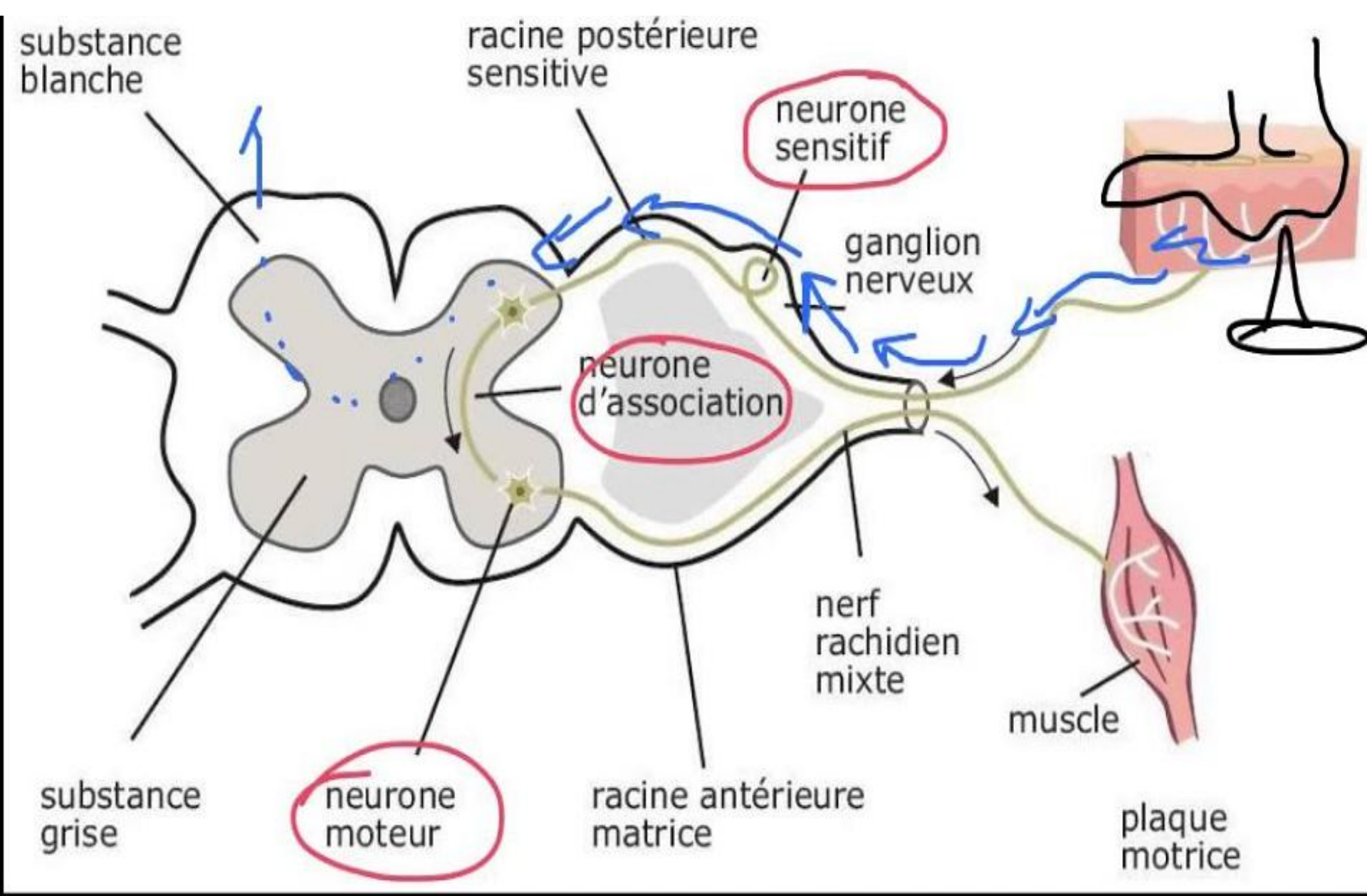
Généralités sur le système nerveux

Un *organisme animal* est formé de plusieurs *systèmes* ou *appareils*.
Un *système* est constitué de plusieurs organes. Un *organe* possède maints tissus. Un *tissu* a maintes cellules.

Un appareil est formé de plusieurs organes qui exercent la même fonction.
Exemple : l'appareil respiratoire est constitué de fosses nasales, pharynx, larynx, poumons, branches et trachée.

Le tissu nerveux est spécialisé dans la conduction et le traitement des informations. **Présent dans toutes les régions du corps**, il est avec le système hormonal et les cytokines l'un des 3 grands moyens de communication de l'organisme. **Le système nerveux est rapide** ; le système hormonal est lent.

Tissu nerveux =
cellules nerveuses (neurones, 10 %) + névroglie (cellules gliales ou cellules non nerveuses, 90 %).

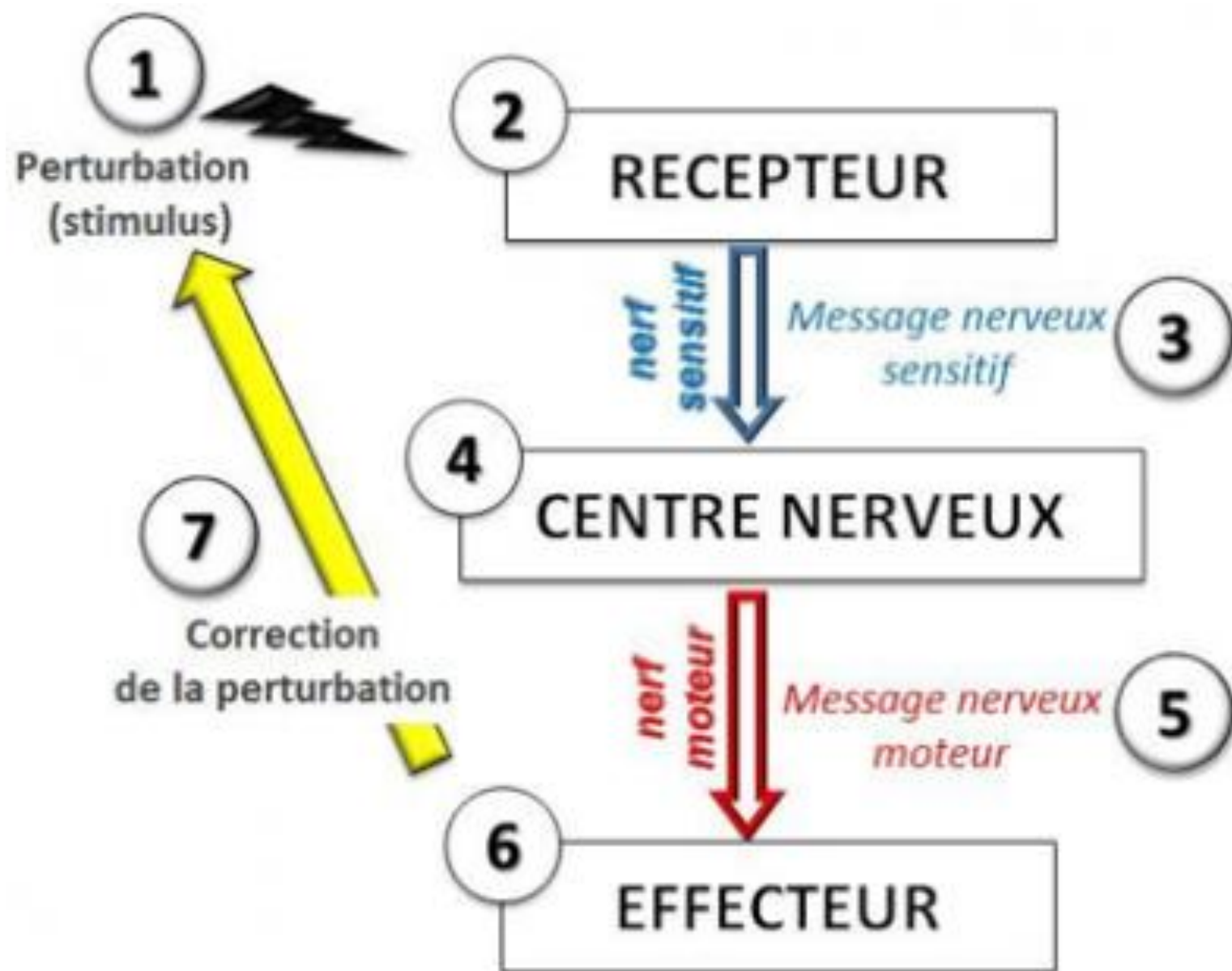


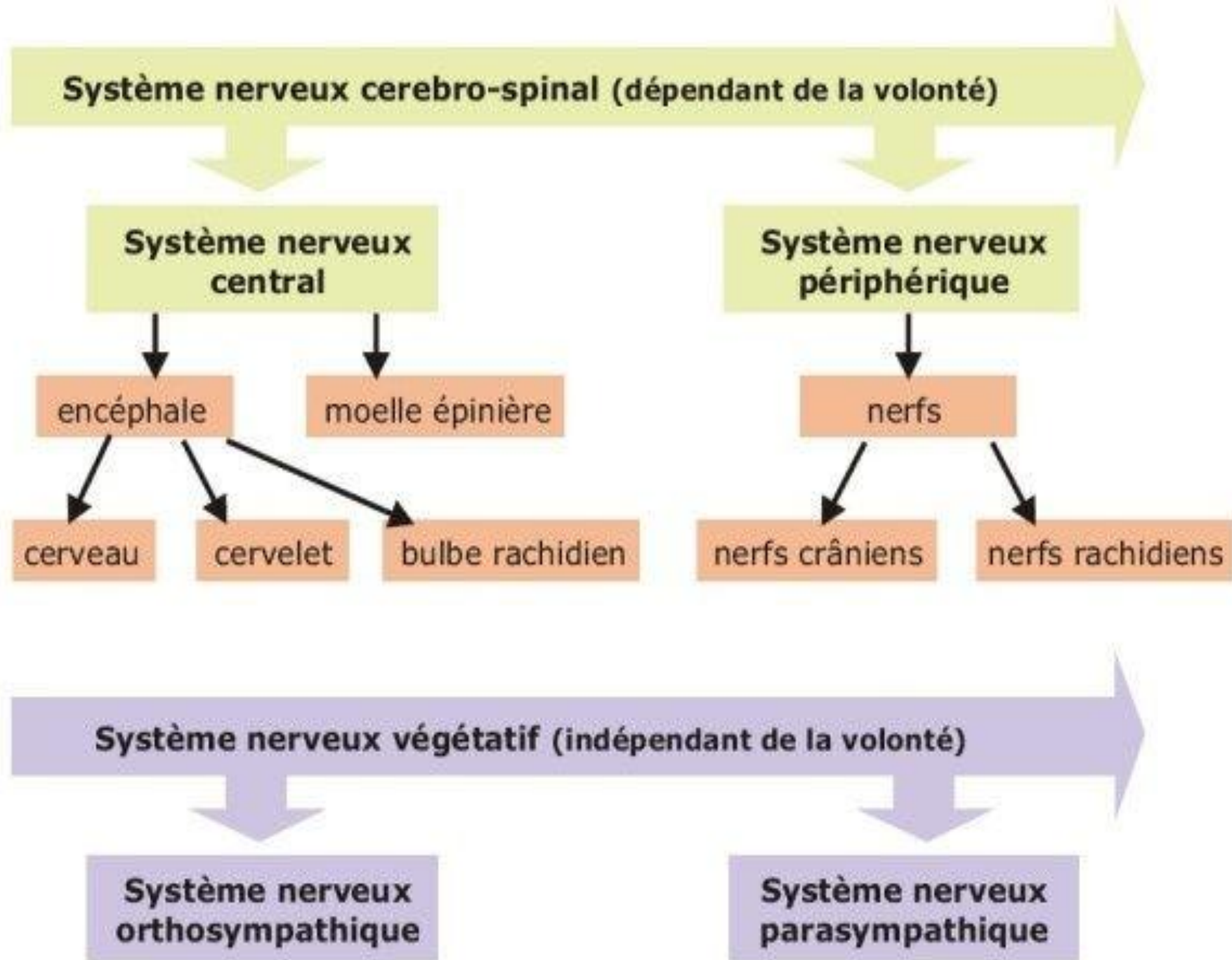
Éléments d'un arc réflexe

Un arc réflexe typique nécessite cinq éléments (figure 11.2) :

- **Le récepteur.** Terminaisons dendritiques d'un neurone sensoriel, situées dans la peau, au niveau d'un tendon ou d'une articulation, ou situées au niveau d'autres organes périphériques, qui répondent à des stimuli spécifiques.

- **Le neurone sensoriel.** Part du récepteur et passe à travers la racine dorsale pour amener les influx sensitifs jusqu'à la corne dorsale de la moelle épinière.
- **Le centre nerveux.** Substance grise de la moelle épinière où les neurones sensitifs et moteurs s'articulent directement ou *via* un ou plusieurs interneurones.
- **Le neurone moteur.** Conduit les influx nerveux de la corne ventrale de la moelle épinière, par la racine ventrale, jusqu'à l'organe effecteur.
- **L'effecteur.** Le muscle qui répond à l'influx moteur par la contraction ou la glande qui répond à cet influx par la sécrétion.





NOM	FIBRES	COMMENTAIRES
I. Olfactif	Afférent	Véhicule les influx provenant de récepteurs du neuroépithélium olfactif. Pas réellement un nerf.
II. Optique	Afférent	Véhicule les influx provenant de récepteurs oculaires. Pas réellement un nerf.
III. Oculomoteur	Efférent	Innervé les muscles squelettiques qui déplacent le globe oculaire vers le haut, le bas et médialement, et soulèvent la paupière supérieure; innervé les muscles lisses qui contractent la pupille et modifient la forme du cristallin pour la vision de près et de loin.
	Afférent	Transmet l'information des récepteurs musculaires.
IV. Trochléaire	Efférent	Innervé les muscles squelettiques qui déplacent le globe oculaire vers le bas et latéralement.
	Afférent	Transmet l'information des récepteurs musculaires.
V. Trijumeau	Efférent	Innervé les muscles squelettiques de la mastication.
	Afférent	Transmet l'information des récepteurs cutanés, des muscles squelettiques de la face, du nez et de la bouche, et des alvéoles dentaires.
VI. Abducens	Efférent	Innervé les muscles squelettiques qui déplacent le globe oculaire latéralement.
	Afférent	Transmet l'information des récepteurs musculaires.
VII. Facial	Efférent	Innervé les muscles squelettiques de l'expression faciale et de la déglutition; innervé le nez, le palais et les glandes lacrymales et salivaires.
	Afférent	Transmet l'information des bourgeons du goût de la partie antérieure de la langue et de la bouche.
VIII. Vestibulocochléaire	Afférent	Transmet l'information des récepteurs auriculaires.
IX. Glossopharyngien	Efférent	Innervé les muscles squelettiques de la déglutition et la glande salivaire parotide.
	Afférent	Transmet l'information des bourgeons du goût de la partie postérieure de la langue et des récepteurs de la peau du conduit auditif.
X. Vague	Efférent	Innervé les muscles squelettiques du pharynx et du larynx et les muscles lisses et les glandes du thorax et de l'abdomen.
	Afférent	Transmet l'information des récepteurs du thorax et de l'abdomen.
XI. Accessoire	Efférent	Innervé les muscles squelettiques du cou.
XII. Hypoglosse	Efférent	Innervé les muscles squelettiques de la langue.

Nerfs crâniens

NOM	FIBRES	COMMENTAIRES
I. Olfactif	Afférent	Véhicule les influx provenant de récepteurs du neuroépithélium olfactif. Pas réellement un nerf.
II. Optique	Afférent	Véhicule les influx provenant de récepteurs oculaires. Pas réellement un nerf.
III. Oculomoteur	Efférent	Innervent les muscles squelettiques qui déplacent le globe oculaire vers le haut, le bas et médialement, et soulèvent la paupière supérieure; innervent les muscles lisses qui contractent la pupille et modifient la forme du cristallin pour la vision de près et de loin.
IV. Trochléaire	Afférent	Transmet l'information des récepteurs musculaires.
	Efférent	Innervent les muscles squelettiques qui déplacent le globe oculaire vers le bas et latéralement.
	Afférent	Transmet l'information des récepteurs musculaires.
V. Trijumeau	Efférent	Innervent les muscles squelettiques de la mastication.
	Afférent	Transmet l'information des récepteurs cutanés, des muscles squelettiques de la face, du nez et de la bouche, et des alvéoles dentaires.
VI. Abducens	Efférent	Innervent les muscles squelettiques qui déplacent le globe oculaire latéralement.
	Afférent	Transmet l'information des récepteurs musculaires.

Afférent

Efférent

Afférent

Afférent

Efférent

Afférent

Efférent

Afférent

Efférent

Efférent

VII. Facial

VIII. Vestibulocochléaire

IX. Glossopharyngien

X. Vague

XI. Accessoire

XII. Hypoglosse

Transmet l'information

Innervent les muscles squelettiques de l'expression faciale et de la déglutition; innervent le nez, le palais et les glandes lacrymales et salivaires.

Transmet l'information des bourgeons du goût de la partie antérieure de la langue et de la bouche.

Transmet l'information des récepteurs auriculaires.

Innervent les muscles squelettiques de la déglutition et la glande salivaire parotide.

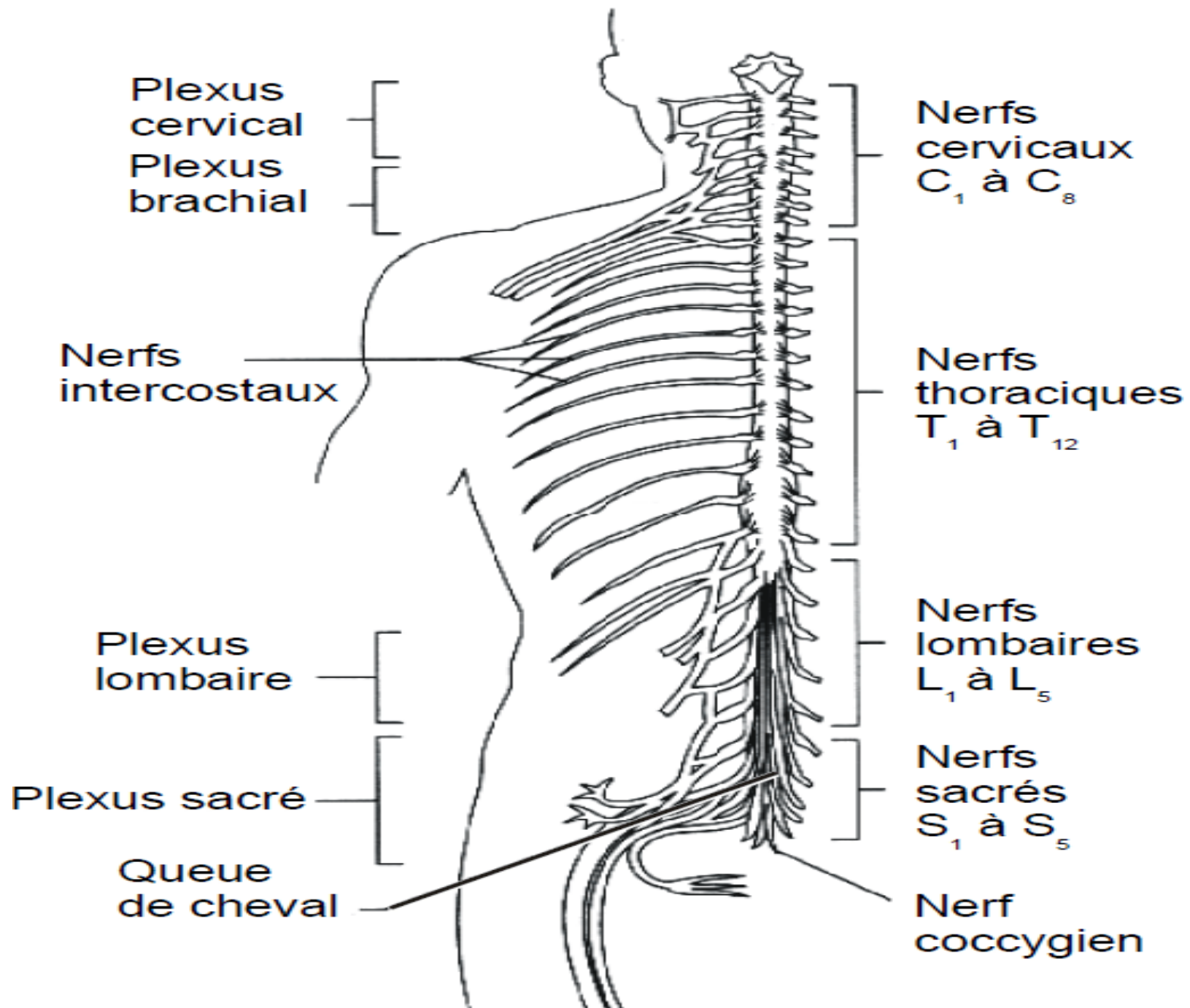
Transmet l'information des bourgeons du goût de la partie postérieure de la langue et des récepteurs de la peau du conduit auditif.

Innervent les muscles squelettiques du pharynx et du larynx et les muscles lisses et les glandes du thorax et de l'abdomen.

Transmet l'information des récepteurs du thorax et de l'abdomen.

Innervent les muscles squelettiques du cou.

Innervent les muscles squelettiques de la langue.



Nerfs crâniens : il en existe 12 paires .

Nerfs rachidiens : il en existe 31 paires (8 paires de nerfs cervicaux, 12 paires de nerfs thoraciques, 5 paires de nerfs lombaires, 5 paires de nerfs sacrés et 1 paires de nerf coccygien).

Les **nerfs** contiennent les axones des neurones afférents ou efférents ou bien les deux à la fois.

Les **ganglions nerveux** renferment des amas de corps cellulaires de neurones.

Moelle épinière : c'est un long cordon blanc localisé dans le canal rachidien. Elle renferme une **substance grise** au centre, constituée de corps cellulaires de neurones et de dendrites ou d'axones non myélinisés et de névroglie ; la **substance blanche** (en périphérie) est formée d'agrégats (amas) d'axones myélinisés.

Le **système nerveux cérébrospinal** permet la vue, l'odorat, le toucher, la motricité...Il agit sous l'influence de notre volonté, il est dit volontaire.

Le **système nerveux autonome** contrôle le fonctionnement de nos glandes, nos muscles lisses et muscle cardiaque, il est dit involontaire.

Les **neurones parasympathiques** sont dits **cholinergiques** car ils synthétisent l'acétylcholine.

Les **neurones sympathiques** sont dits **adrénergiques** car ils libèrent de la noradrénaline. Un neurone adrénergique synthétise soit la noradrénaline ou l'adrénaline. **Il existe des fibres sympathiques cholinergiques qui innervent les glandes sudoripares, certains vaisseaux des muscles squelettiques, les organes génitaux externes et la médullosurrénale.**

Organe effecteur	Effet parasympathique	Effets sympathique
Pupille	Constriction	Dilatation (α)
Glandes salivaires	Sécrétion aqueuse	Mucus, enzymes (α et β_2)
Coeur	Baisse de la fréquence	Augmentation de la fréquence et de la force de contraction (β_1)
Artérioles et veines	-----	Constriction (α) ou dilatation (β)
Poumons	Bronchoconstriction	Bronchodilatation (β_2)
Système digestif	Motilité et sécrétion augmentées	Motilité et sécrétion diminuée (α et β_2)
Pancréas endocrine	Augmente la sécrétion d'insuline	Baisse la sécrétion d'insuline (α)
Pancréas exocrine	Augmente la sécrétion enzymatique	Diminue la sécrétion enzymatique (α)
Rein	-----	Augmente la sécrétion de rénine (β_1)
Vessie	Favorise la miction	Favorise la rétention urinaire (β_1)
Organes sexuels	Erection	Ejaculation (α)
Utérus	Variable selon la phase du cycle	Variable selon la phase du cycle
Tissu adipeux	-----	Catabolisme lipidique (β)
Glandes sudoripares	-----	Augmente la sudation (α)

Cellules nerveuses (neurones)

La cellule nerveuse est l'élément constitutif de base de tissu nerveux. A la différence des cellules des autres tissus, **les différents neurones ne sont pas tous identiques** (*forme et taille variable et présentent selon leurs rôles de grandes différences*).

Les éléments communs des neurones sont :

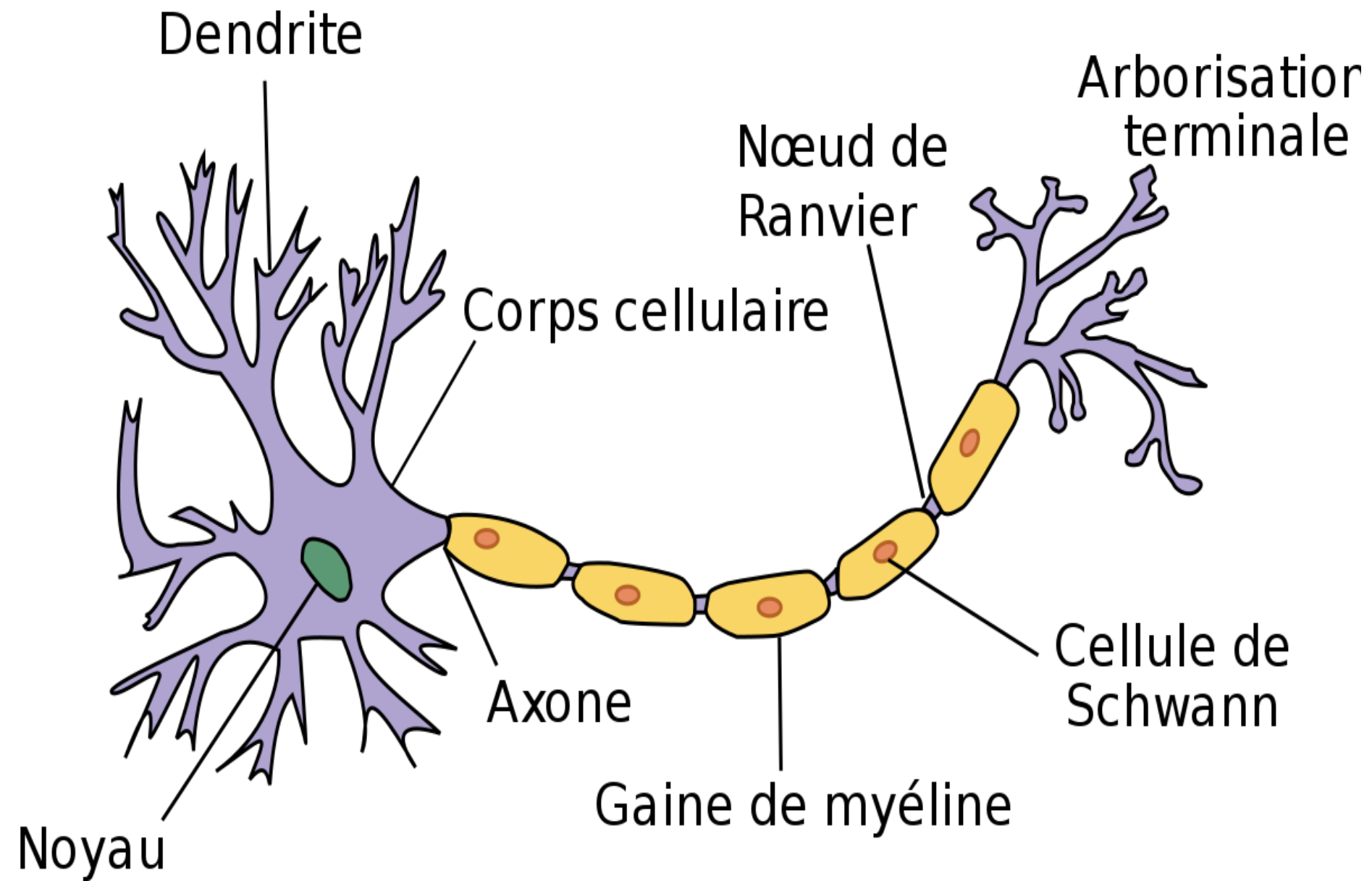
- **Le corps cellulaire (Soma)** qui contient le noyau et des organites.
- **Les prolongements du corps cellulaire (dendrites, axones).**

Dendrites : excroissance de soma, de nombre et de forme variable, on peut y avoir 40 000. Ces dendrites reçoivent la plupart des influx nerveux provenant des autres neurones. Plus il y a de dendrites, plus la capacité de réception des signaux s'élève.

Axone myélinisé : il contient la myéline, l'influx nerveux passe d'un nœud de Ranvier à un autre. Un nœud de Ranvier est un espace existant entre deux couches de myéline.

Axone non myélinisé : il conduit plus lentement l'influx nerveux.

L'axone se termine par une arborisation terminale (ou bouton terminal) qui contient des vésicules synaptiques ayant des neurotransmetteurs.



Classification :

- Selon la forme du soma** (étoilée, fusiforme, sphérique et conique).
- Selon l'organisation dendritique** (neurone isodendritique = divergence des dendrites dans toutes les directions).
- Selon la longueur de l'axone** : neurone de Golgi I (axone long) et neurone de Golgi II (axone court, exemple : neurone d'association).
- Selon le type de neurotransmetteur synthétisé** : en général, un neurone synthétise un seul type de neurotransmetteur (neurones cholinergique, adrénergique, dopaminergique, histaminergique, sérotoninergique...).

-Selon le nombre de prolongements émergeant du soma :

Neurones multipolaires : ils ont de nombreux dendrites et un seul axone, ils sont plus nombreux et sont présents surtout dans le SNC).

Neurones bipolaires : ils ont une dendrite et un seul axone, ils sont rares et sont présents dans certains organes de sens (rétine, muqueuse olfactive...).

Neurones unipolaires : ils ont un prolongement unique et très court se divisant en forme de T, ils existent dans le SNP (ganglions de la racine dorsale de la moelle épinière et ganglions sensitifs des nerfs crâniens).

Neurone bipolaire

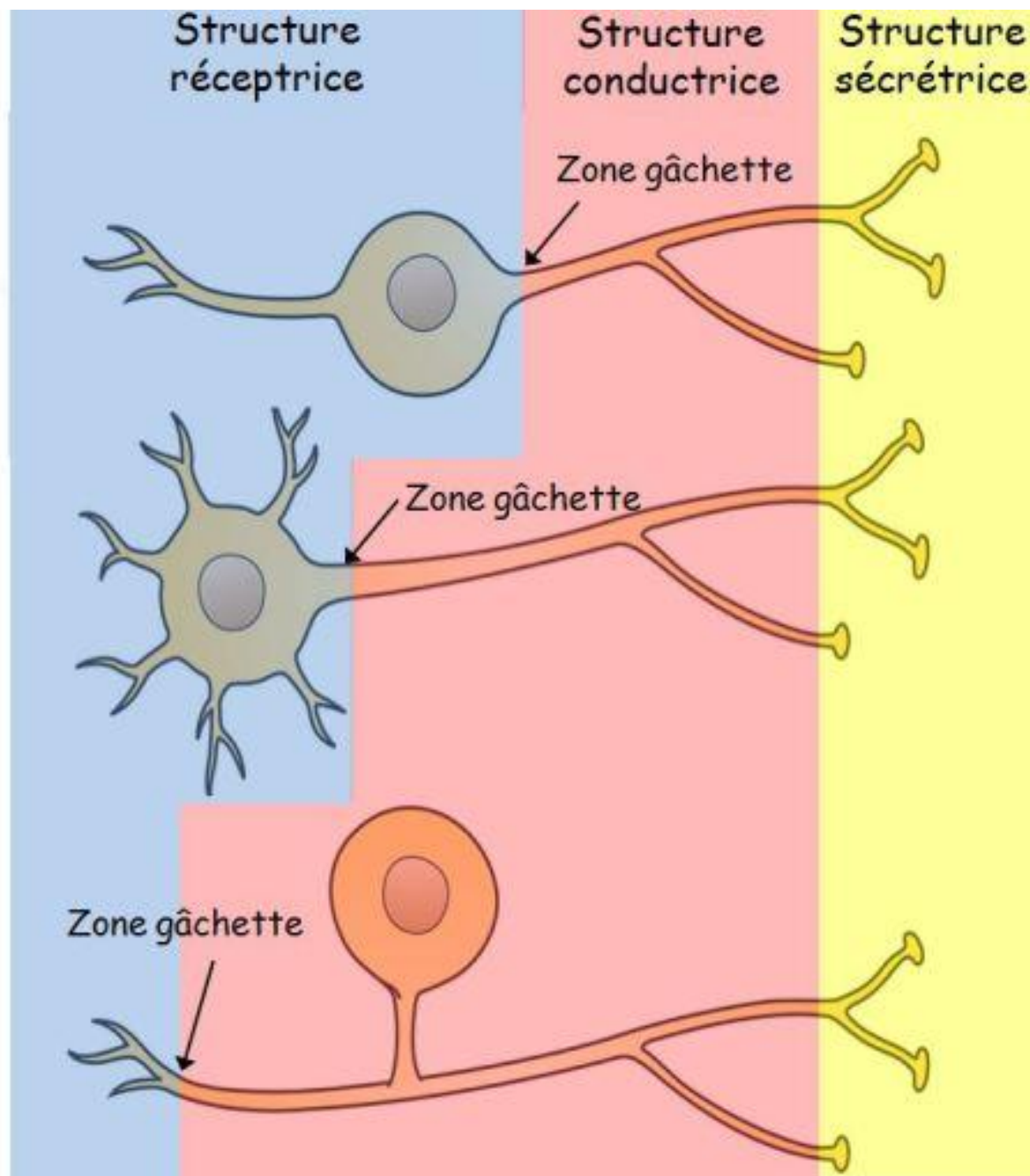
Peu nombreux, surtout dans certains organes des sens

Neurone multipolaire

Les plus fréquents, neurones moteurs et interneurones

Neurone unipolaire

Neurones afférents du système nerveux périphérique avec le corps cellulaire le plus souvent dans un ganglion

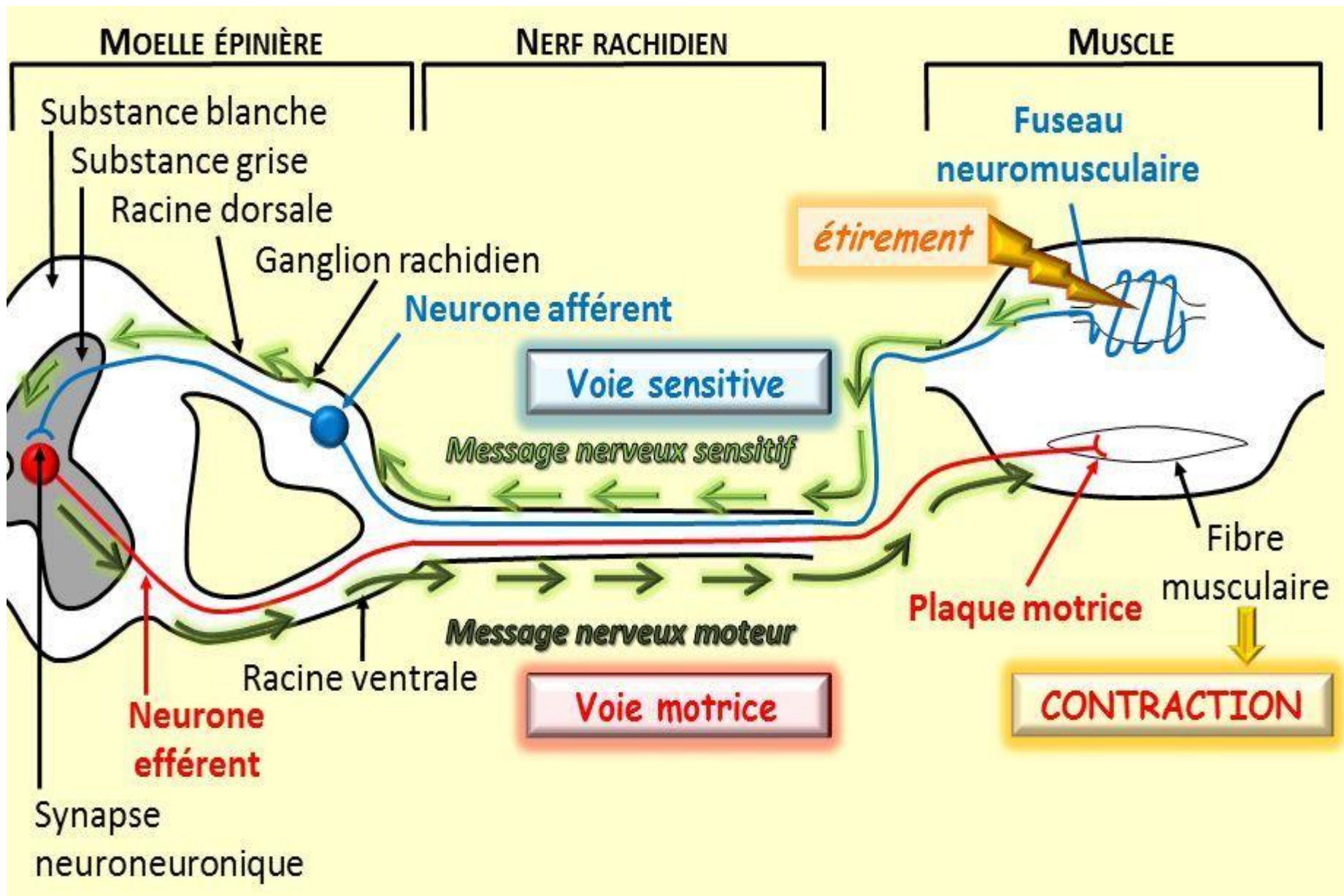


-Selon la direction de l'influx nerveux par rapport au SNC :

Neurones sensitifs (afférents) : ils conduisent l'influx nerveux des récepteurs sensoriels de la peau ou des organes internes vers le SNC.

Neurones moteurs (efférents) : ils transmettent l'influx nerveux de SNC vers les organes effecteurs (muscles, glandes).

Neurones d'association (interneurones) : situés entre les neurones sensitifs et moteurs, ils servent de relais aux influx nerveux qui sont acheminés au SNC. Ils se localisent dans le SNC et constituent 99 % de tous les neurones.

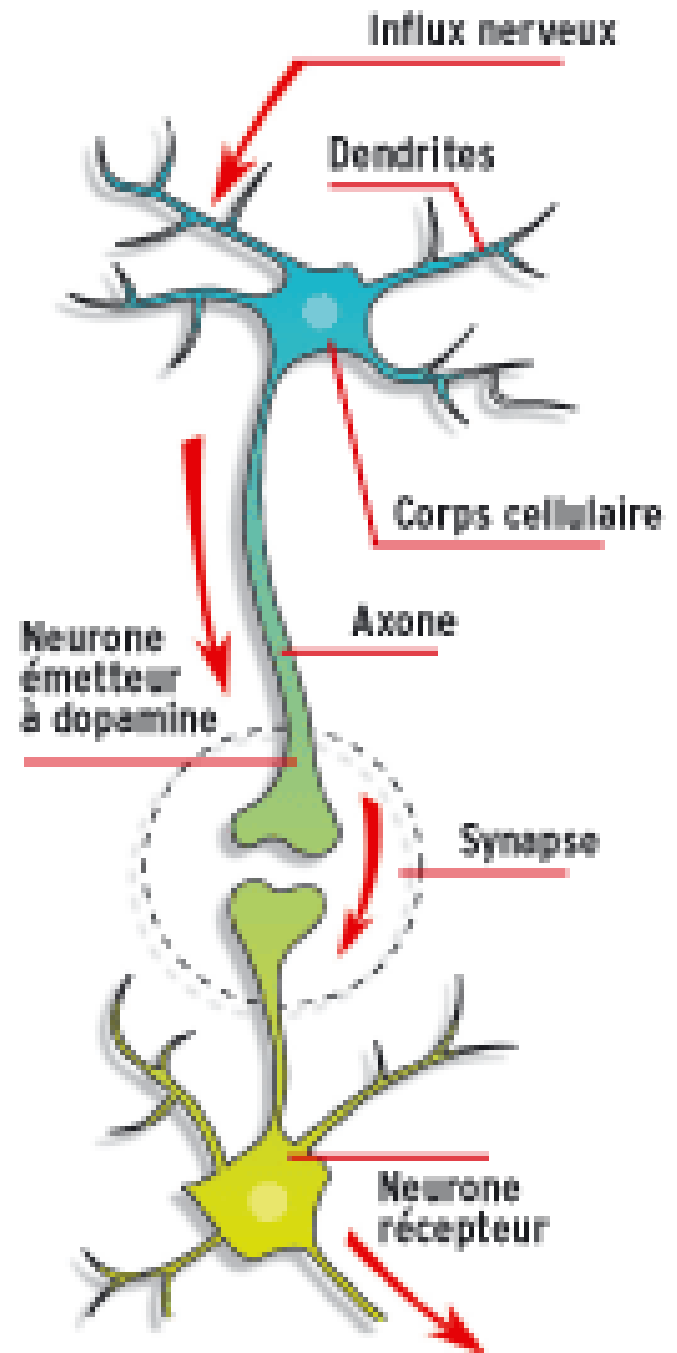
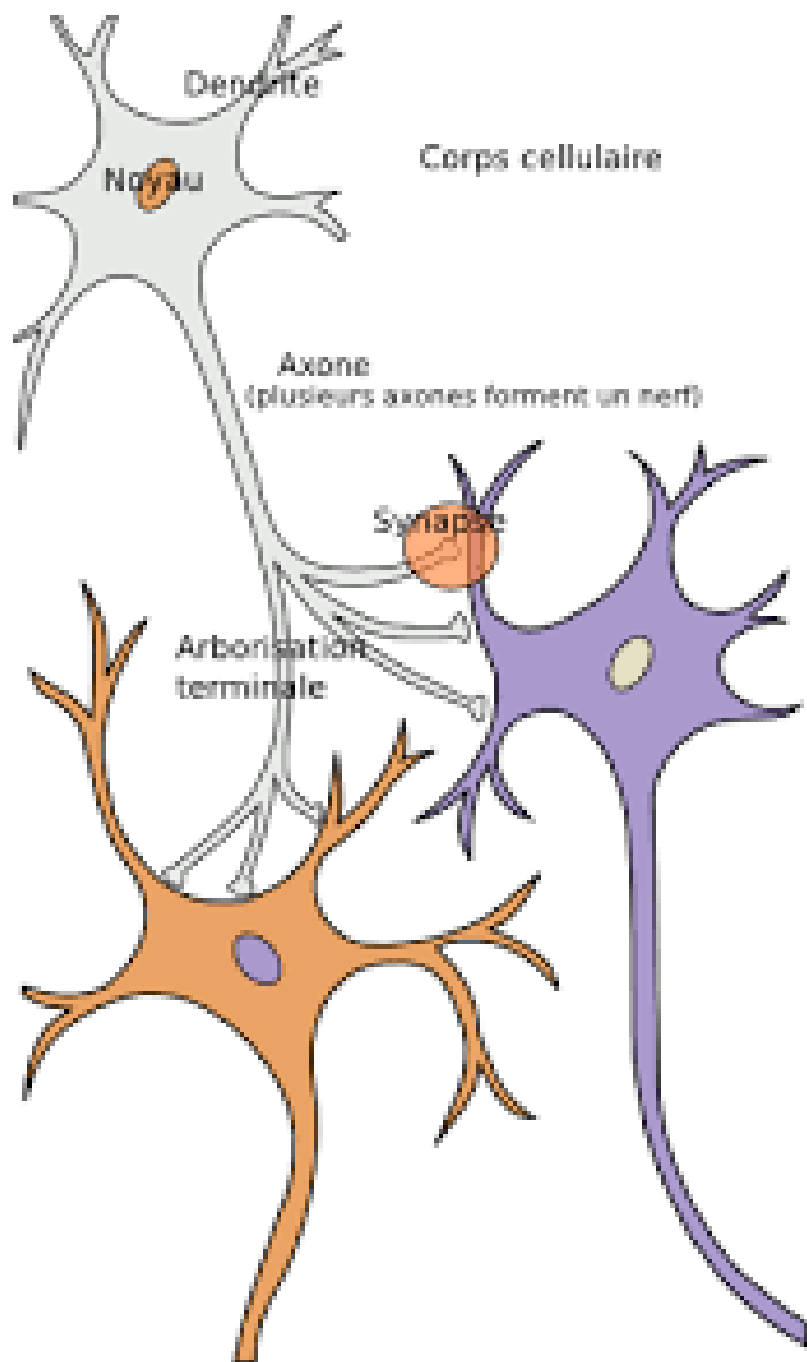


Synapses

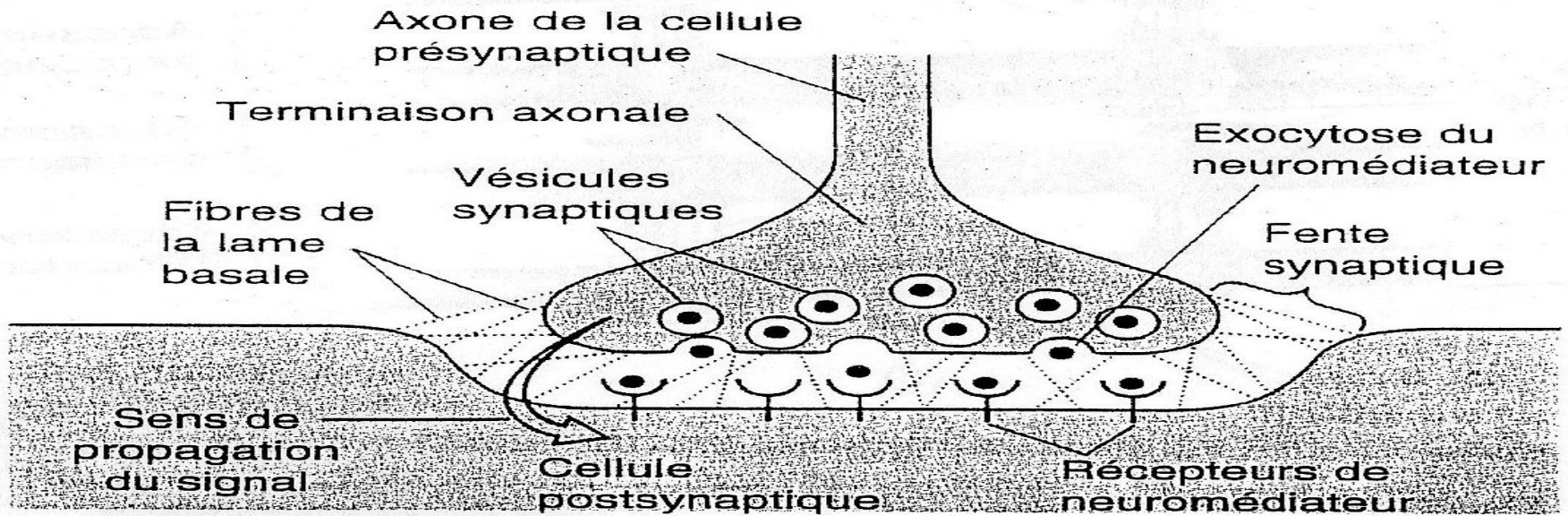
Synapse : c'est une zone de contact entre 2 cellules permettant le passage de l'influx nerveux. Elle est constituée d'une *cellule présynaptique*, d'une *fente synaptique* et d'une *cellule postsynaptique*. Cette dernière peut être un neurone, une cellule musculaire ou une cellule glandulaire.

La synapse axodendritique est la plus répandue. Cependant, il existe des synapses axo-axoniques, dendrodendritiques, axosomatiques et somatosomatiques.

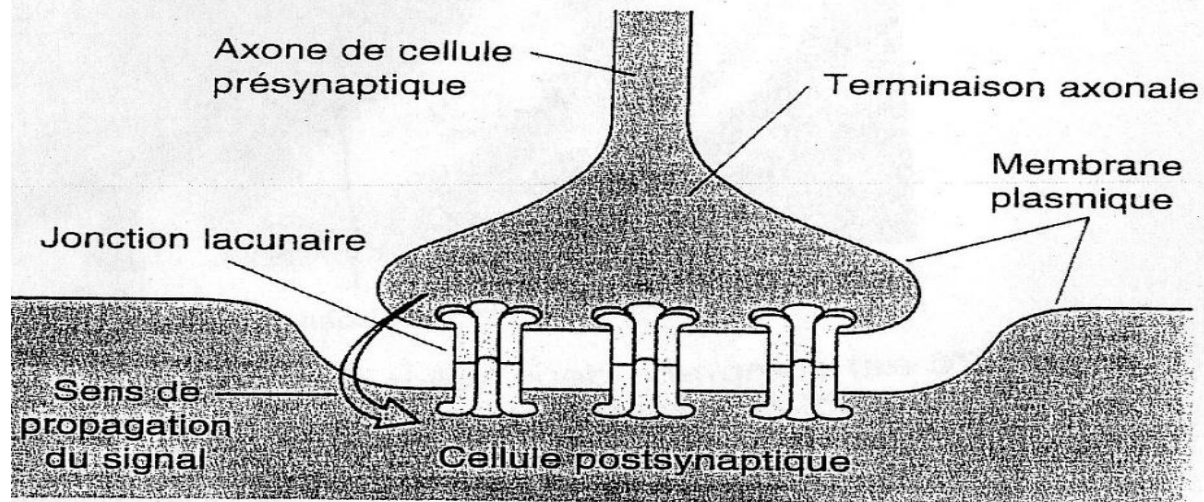
Jonction neuro-musculaire & Jonction neuro-glandulaire.



Synapse chimique



Synapse électrique



La **synapse chimique** peut être soit activatrice ou inhibitrice. La **synapse électrique** ne nécessite pas la libération de neurotransmetteur.

Les neurones communiquant entre eux par une synapse électrique sont reliés par des ***jonctions lacunaires*** à travers desquelles des impulsions électriques passent directement d'une cellule présynaptique à une cellule postsynaptique.

Névroglie

Les cellules gliales se divisent par mitose et elles ne conduisent pas l'influx nerveux. Il existe 4 types de cellules gliales :

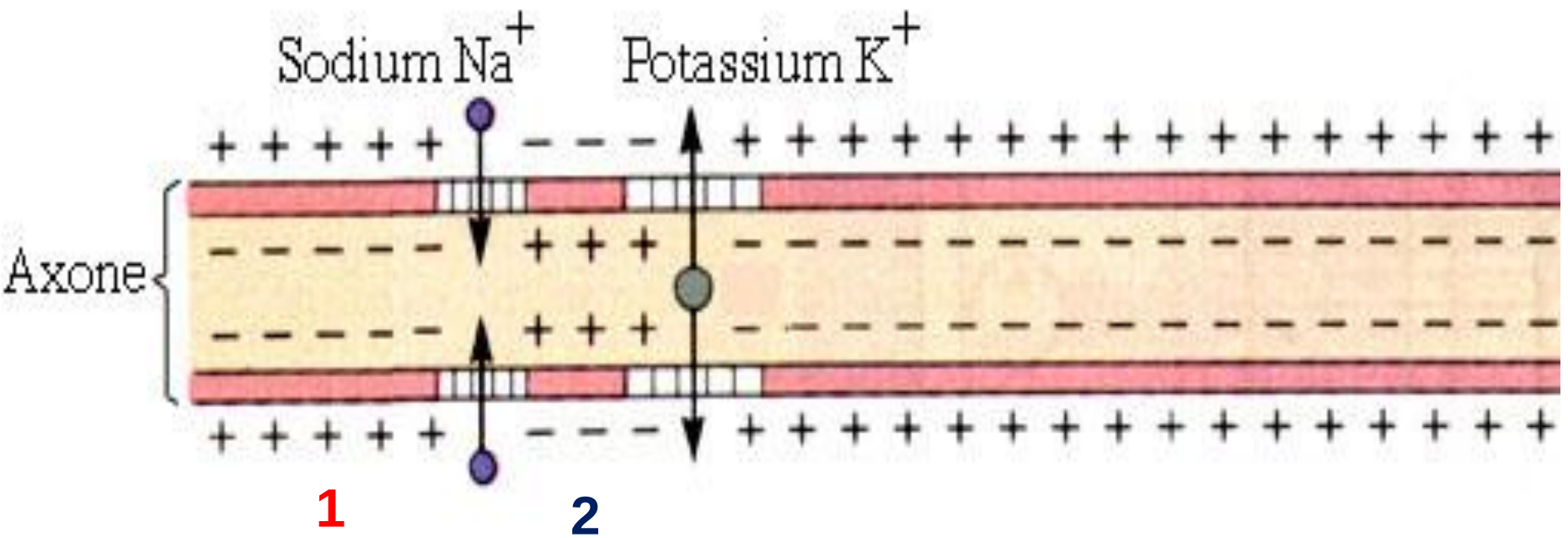
-Cellules de Schwann : elles synthétisent la myéline dans le SNP.

-Oligodendrocytes : elles fabriquent la myéline dans le SNC.

-Microglie : ce sont des macrophages qui participent aux réactions immunitaires.

-Astrocytes : ce sont des cellules ayant une forme étoilée et plusieurs prolongements. Elles constituent la **barrière hématoencéphalique. Elles apportent le glucose et éliminent l'ammoniaque.** Chez l'embryon en développement, ces cellules guident la migration des neurones vers leur emplacement final. En outre, elles participent à la régulation du liquide extracellulaire de SNC en **éliminant les neurotransmetteurs autour des synapses.**

Le SNC est recouvert par 3 enveloppes appelées ***méninges*** (dure-mère, arachnoïde et pie-mère). La pie-mère est un feuillet très mince qui adhère au névraxe. Dans l'espace sous-arachnoïdien circule le ***liquide céphalo-rachidien (LCR)***.



1 = Etat de repos

2 = Etat dépolarisé

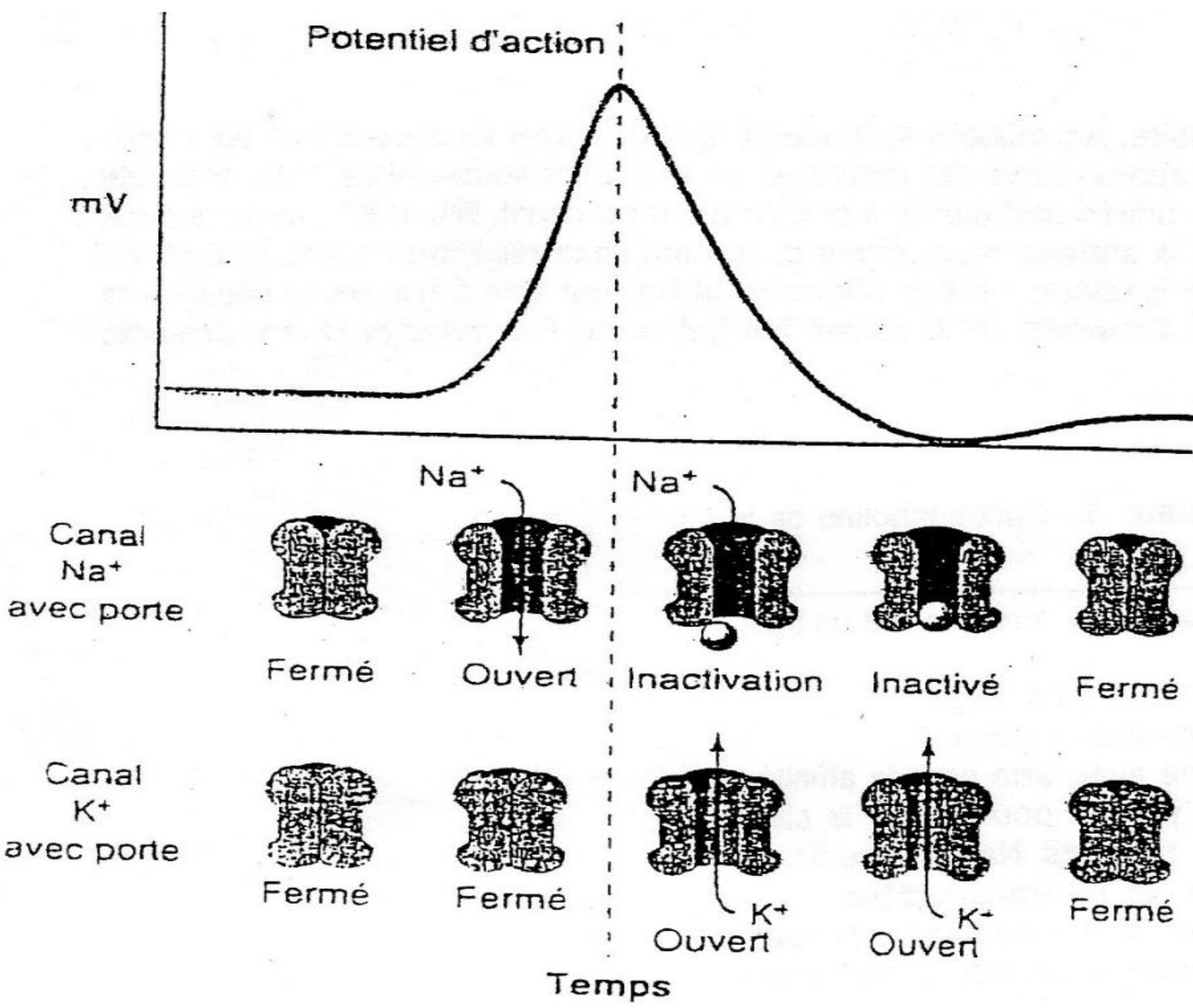
Influx nerveux

L'**influx nerveux** est une suite de **dépolarisation** au niveau de la membrane cytoplasmique d'un neurone.

L'influx nerveux est un déplacement d'un **potentiel d'action** le long de la membrane du neurone.

L'influx nerveux est un moyen de communication rapide et il est nécessaire pour le fonctionnement des synapses électrique et chimique. Il débute par dendrite puis corps cellulaire, axone et terminaison axonique.

A l'état de repos (pas de stimulation), la membrane neuronale est **polarisée**. Cette polarisation est due au déséquilibre ionique des milieux intra et extracellulaire (c'est-à-dire qu'il y ait une répartition inégale des ions sodiques (Na^+) et potassiques (K^+). Les ions Na^+ sont abondants dans le milieu extracellulaire ; les ions K^+ sont répandus dans le milieu intracellulaire. Par conséquent, **l'état polarisé résulte de l'inversement de la distribution de ces ions.**



Neurone	Milieu intracellulaire (mM)	Milieu extracellulaire (mM)
Calmar		
Na⁺	50	440
K⁺	400	20
Cl⁻	40-150	560
Mammifère		
Na⁺	5-15	145
K⁺	140	5
Cl⁻	4-30	110

mM = millimole/litre

**TERMINAISON
NERVEUSE**

**ELEMENT
PRESYNAPTIQUE**

**FENTE
SYNAPTIQUE**

**ELEMENT
POSTSYNAPTIQUE**

(DENDRITE)

**(auteur : P COSENTINO)*

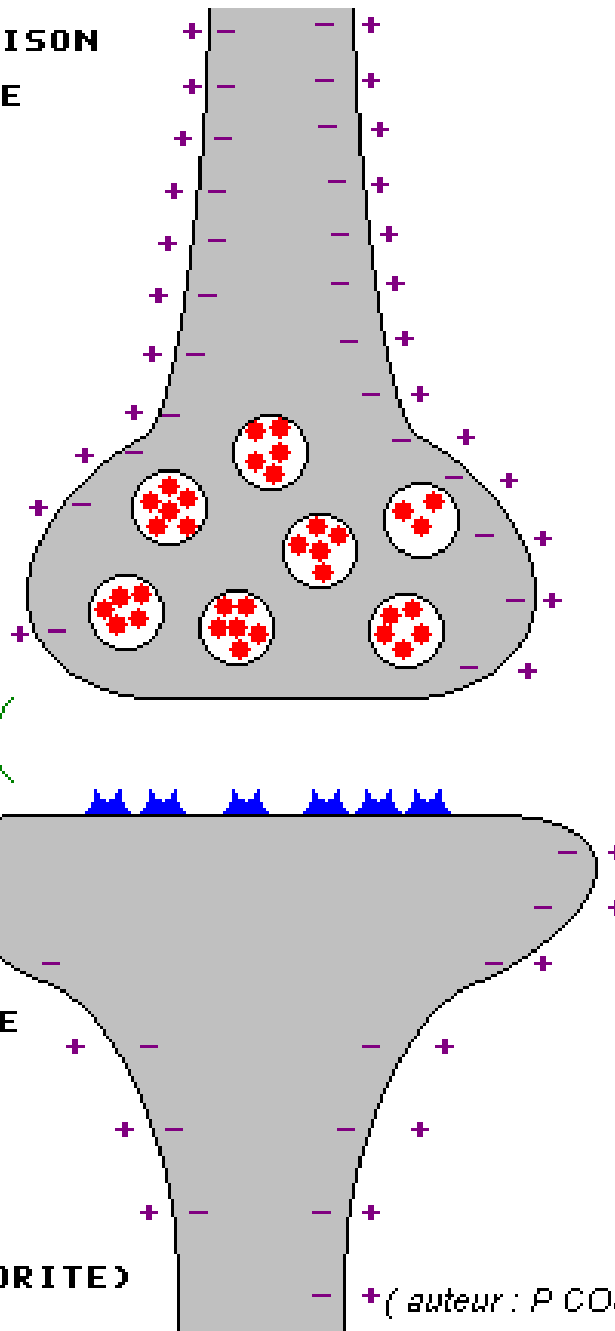
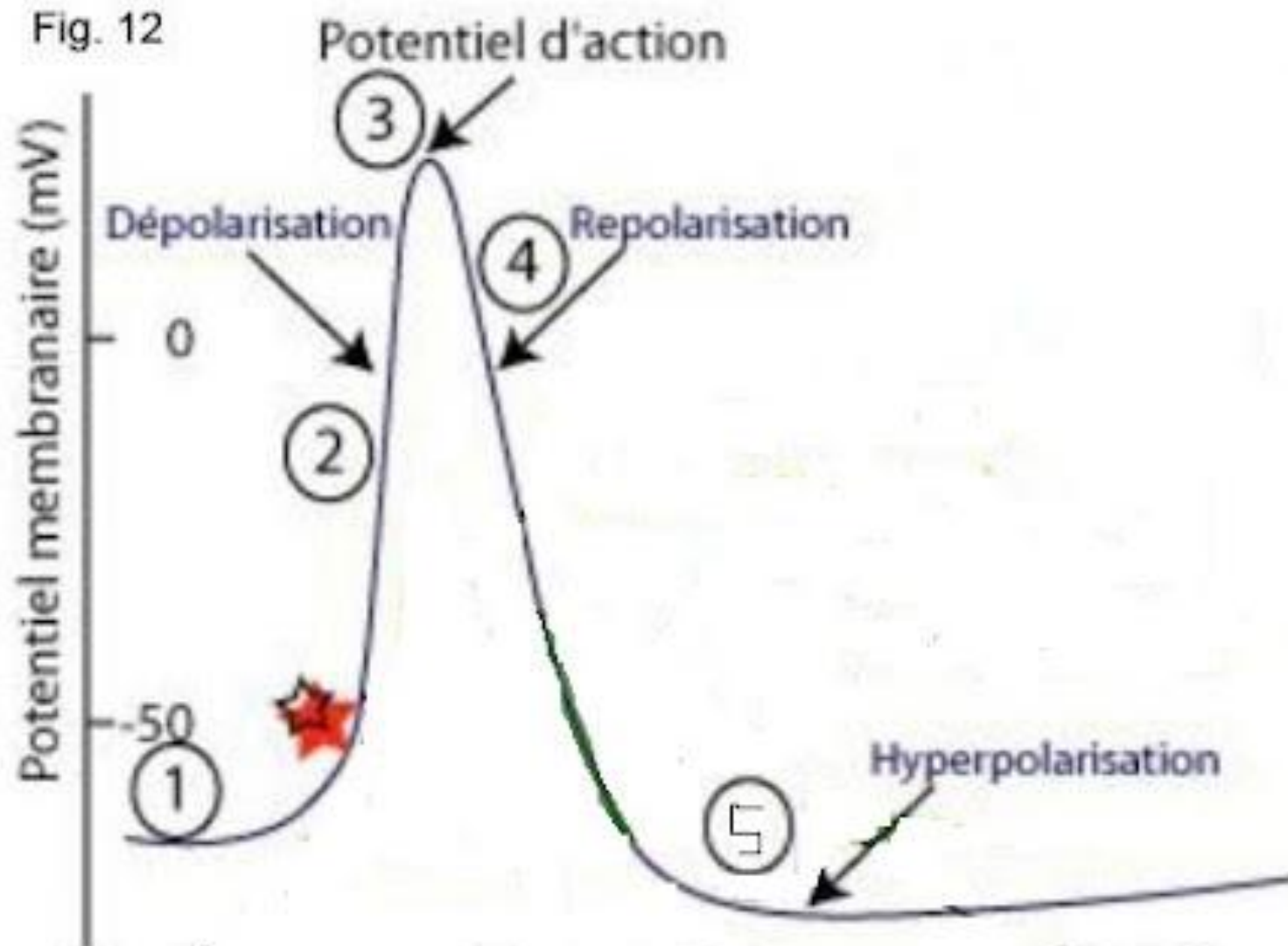


Fig. 12



Le potentiel de repos est dû à un phénomène ionique actif.

2 = phase de dépolarisation : ouverture des canaux sodiques voltage-dépendants et entrée passive (selon le gradient de concentration) d'ions sodiques dans le milieu intracellulaire.

3 = potentiel de pointe. Le flux entrant d'ions sodiques est maximal, tous les canaux sont ouverts.

4 = phase de repolarisation. Sortie des ions potassiques.

5 = hyperpolarisation. Il y a sortie massive des ions potassiques.

Pompe sodium-potassium : rétablissement de la différence de concentration ionique.

Le déséquilibre ionique de l'état de repos est dû :

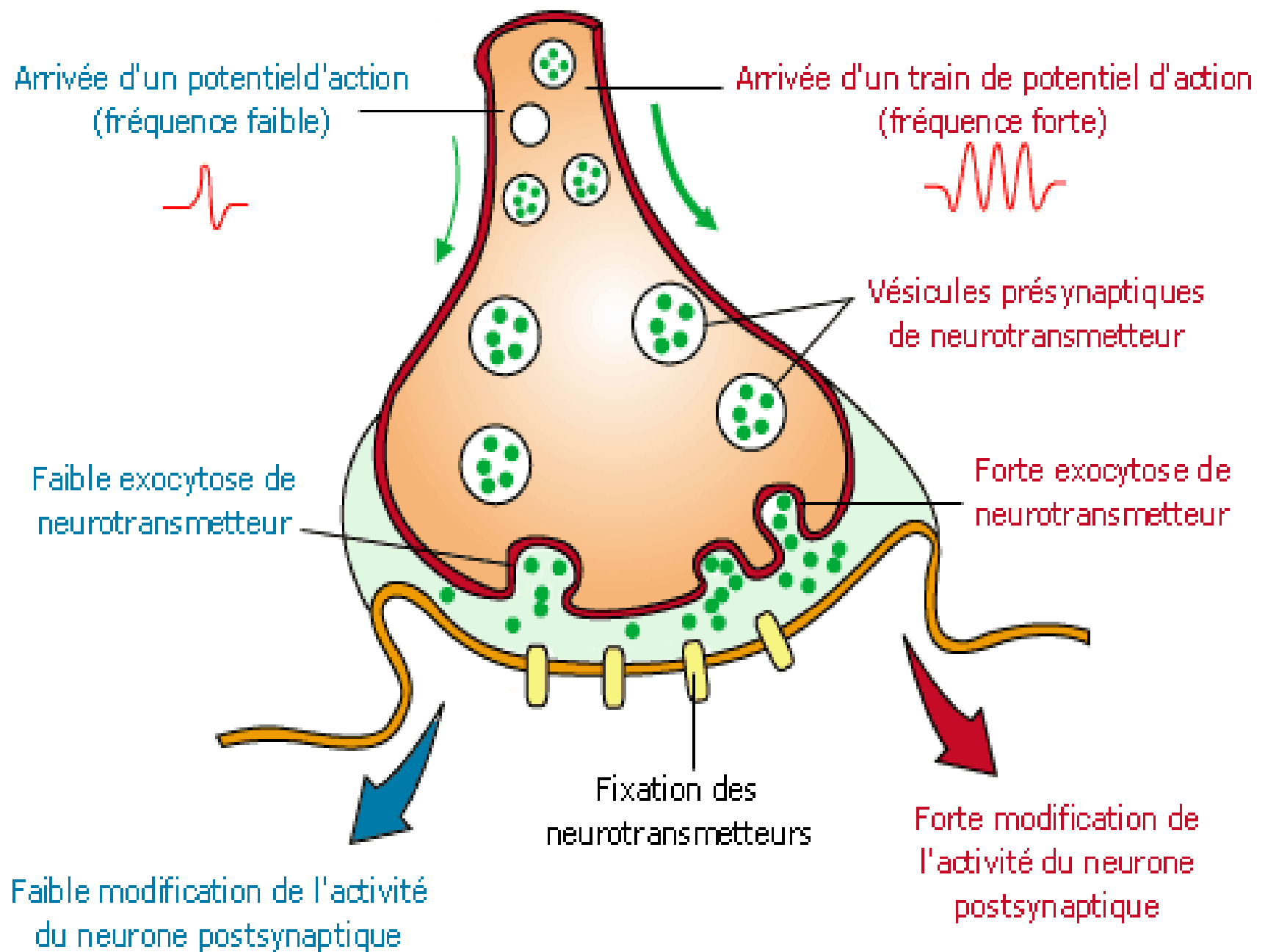
- Au transport actif de Na^+ et K^+ . En effet, la pompe Na^+/K^+ expulse 3 ions Na^+ et fait rentrer 2 ions K^+ , c'est une pompe ATPasique.
- A la membrane plasmique neuronale qui est plus perméable à K^+ par rapport à Na^+ .
- A l'imperméabilité de la membrane plasmique qui ne laisse pas sortir les anions de masse moléculaire élevée.

La répartition des canaux Na^+ est différente selon que le neurone soit myélinisé ou non. Dans les axones dépourvus de gaine de myéline, les canaux Na^+ sont uniformément répartis et peu nombreux, environ 20 canaux par μm^2 . Par contre, dans les axones myélinisés, les canaux Na^+ sont regroupés dans les nœuds de Ranvier où leur densité est d'environ 10 000 canaux par μm^2 .

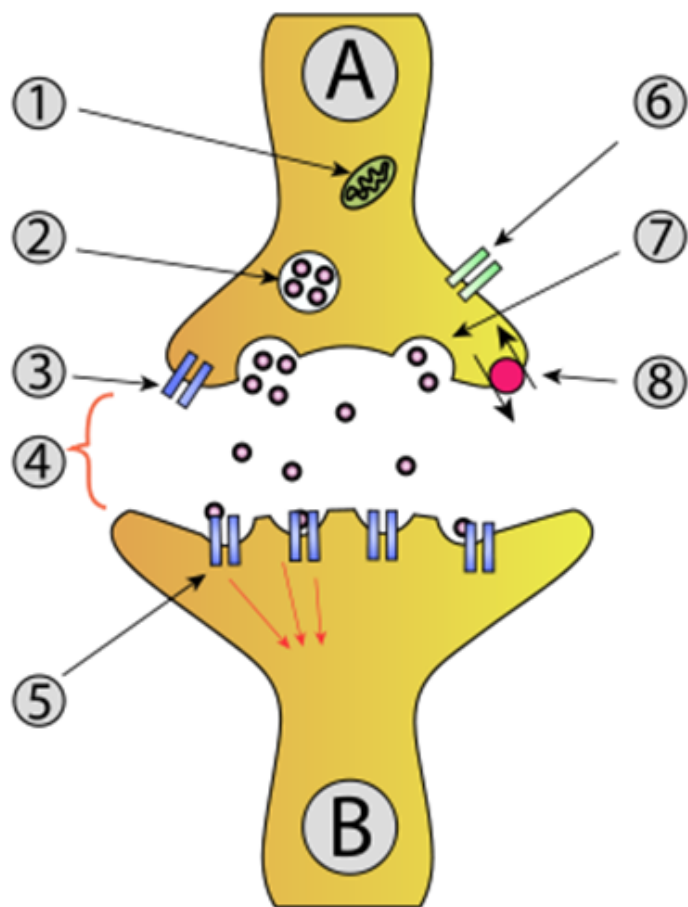
La vitesse de l'influx nerveux est rapide dans un neurone myélinisé (conduction saltatoire) par rapport à un neurone non myélinisé.

La quantité d'ATP consommée dans un neurone non myélinisé est grande par rapport à celle d'un neurone myélinisé. Il y a économie d'énergie (moins de membrane exposées aux échanges) dans un neurone myélinisé.

Loi de tout ou rien : Dès que le seuil est atteint, il y a production d'un potentiel d'action d'intensité maximale, peu importe l'intensité du stimulus. Le seuil de dépolarisation peut être différent d'un neurone à l'autre. Cependant, il reste constant pour un neurone donné.



Synapse chimique



- 1 : Mitochondries.
- 2 : Vésicule synaptique avec des neurotransmetteurs.
- 3 : Autorécepteur.
- 4 : Fente synaptique avec neurotransmetteur libéré (ex : dopamine).
- 5 : Récepteurs postsynaptiques activés par les neurotransmetteurs.
- 6 : Canal calcium.
- 7 : Exocytose d'une vésicule.
- 8 : Neurotransmetteurs recapturés.