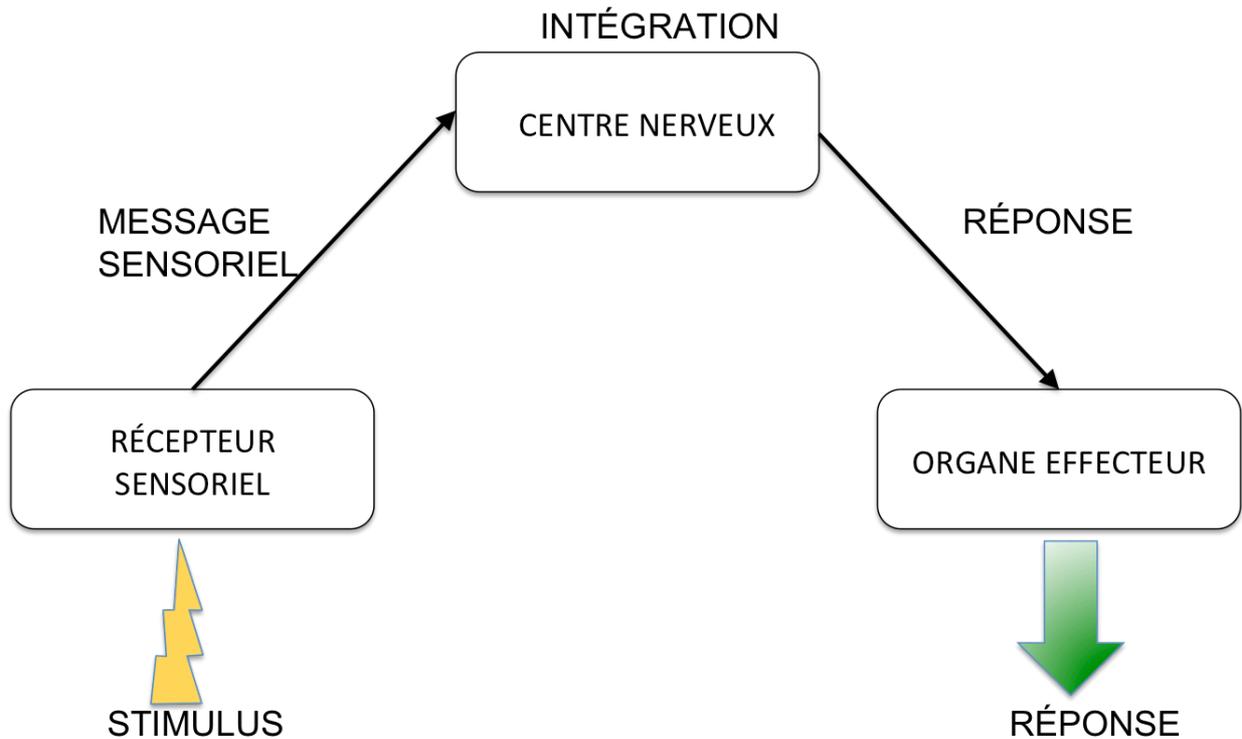


## CHAPITRE 9 – COMMUNICATION NERVEUSE

Le système nerveux forme dans l'organisme un réseau de communication qui permet à la fois :

- **De recueillir** des informations en provenance de l'environnement et des structures internes et de convoier les messages vers les centres.
- **D'intégrer** et éventuellement de mettre en mémoire ces informations au niveau des centres.
- **D'élaborer** des décisions et **de propager** des messages efférents correspondants vers la périphérie pour générer des actions appropriées.



### Les acquis de troisième :

L'activité des récepteurs sensoriels, dispersés ou groupés en organes des sens, est déclenchée par un stimulus spécifique, provoquant la naissance de messages nerveux.

La propagation des messages nerveux vers le cerveau se fait le long de fibres nerveuses en relation avec les récepteurs sensoriels.

La perception de l'environnement et la commande motrice sont des phénomènes cérébraux, elles s'élaborent au niveau du cortex cérébral.

Elles mettent en jeu des aires cérébrales localisées, où aboutissent et d'où partent les messages nerveux.

Elles supposent des communications entre les différentes régions du cerveau et la mise en jeu de la mémoire.

Les organes effecteurs reçoivent des messages nerveux venant du cerveau, la propagation des messages nerveux se fait le long de fibres nerveuses en relation avec des aires spécialisées du cortex cérébral.

« La douleur est une sensation désagréable et une expérience émotionnelle en réponse à une atteinte tissulaire réelle ou potentielles, ou décrite dans des termes évoquant une telle lésion »

D'après l'Association Internationale pour l'Etude de la Douleur.

## 1- Les voies nerveuses du message nociceptif

**Un stimulus nociceptif** est un stimulus capable de produire une lésion tissulaire (stimulus qui porte atteinte à l'intégrité de l'organisme).

**Un nocicepteur** est un récepteur préférentiellement sensible à un stimulus nociceptif ou à un stimulus qui deviendrait nociceptif s'il se prolongeait.

La douleur est souvent l'interprétation d'une sensation nociceptive. Cependant la douleur n'est pas toujours liée à une atteinte corporelle externe (pique, brûlure ...) ou interne (tumeur...).

Il peut y avoir douleur :

- sans atteinte corporelle (migraine, névralgie faciale)
- disproportionnée par rapport à l'atteinte corporelle (calculs rénaux)
- qui persiste très longtemps après une blessure (membre fantôme)
- qui intervient longtemps après l'atteinte corporelle (sensibilité épisodique à la douleur des accidentés de voiture).

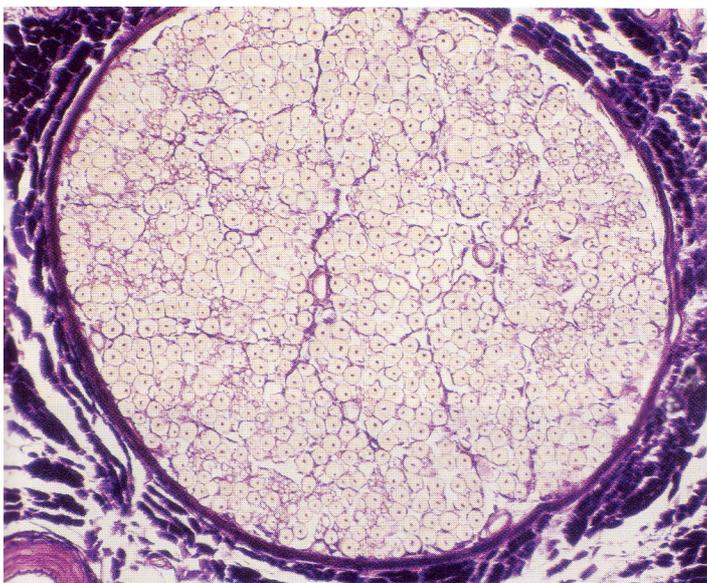
La douleur est subjective, elle varie d'un individu à l'autre, elle varie avec le type de société.

La douleur bénéficie de voies nerveuses et de centres nerveux spécifiques : ce sont les voies nerveuses et les centres nerveux de la nociception.

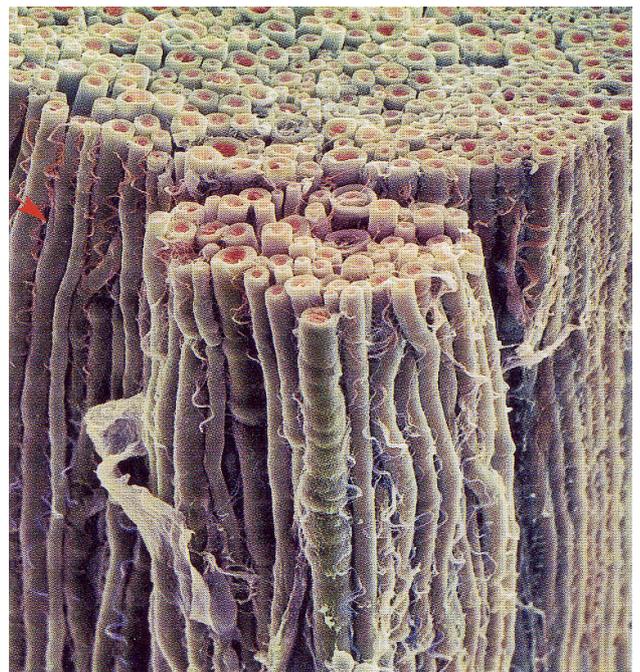
### 1-1- Les neurones sont les cellules conductrices des messages nerveux

Un nerf est constitué pour l'essentiel de nombreuses fibres nerveuses. Ces fibres correspondent à de longs prolongements cytoplasmiques de cellules nerveuses ou neurones.

Les fibres nerveuses relient les centres nerveux entre eux et aux organes périphériques.

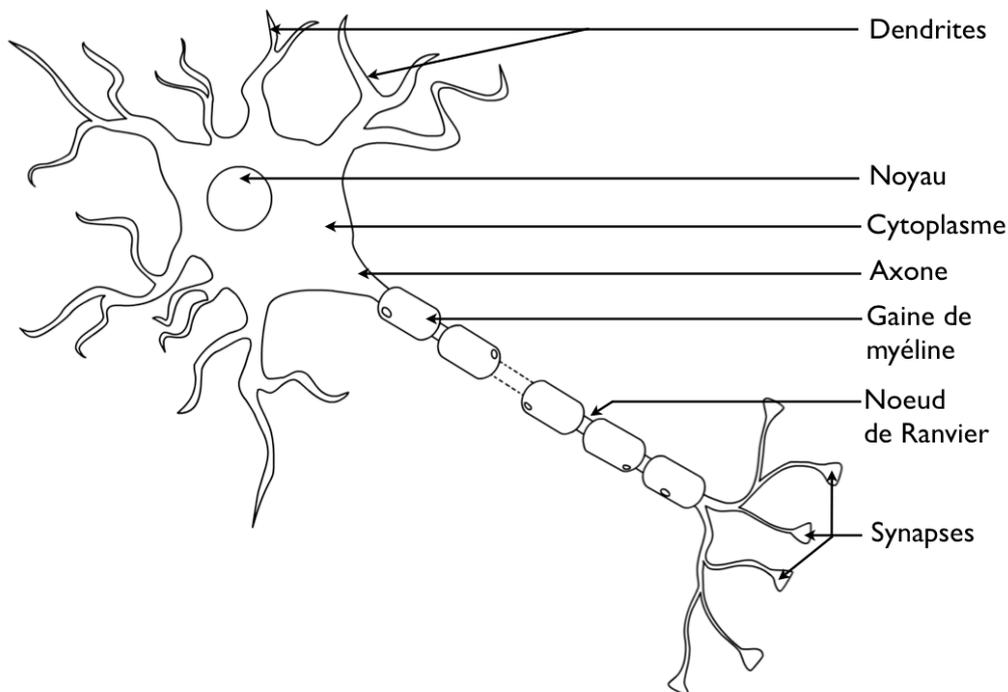


**Coupe transversale d'une fibre nerveuse (nerf)**  
(microscopie optique)



**Nerf dégagé de son enveloppe conjonctive**  
(microscopie électronique)

Le neurone est une cellule spécialisée, constituée d'un corps cellulaire contenant le noyau et de prolongements cytoplasmiques plus ou moins longs, dendrites et axones.



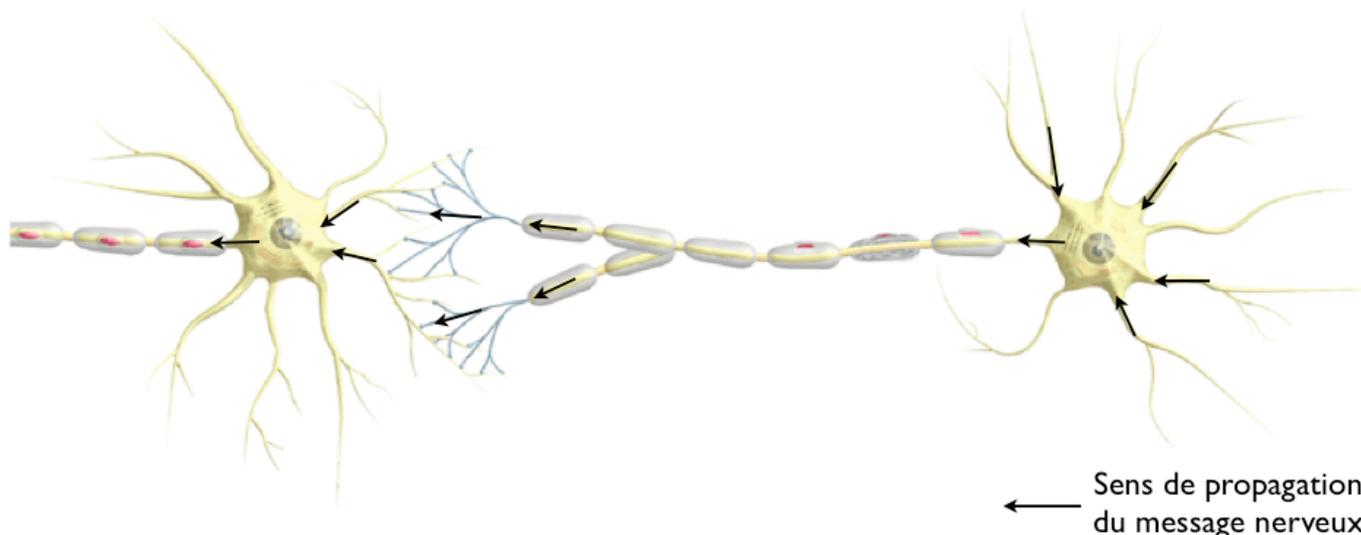
Les dendrites recueillent les informations qui vont être acheminées jusqu'au niveau du corps cellulaire (noyau, cytoplasme). Le corps cellulaire génère alors un potentiel d'action qui se propage dans l'axone.

Une fibre nerveuse est une association d'axones ou de dendrites.

Chaque dendrite et chaque axone de la fibre nerveuse sont entourés par une gaine de myéline, les isolants de leur voisin.

Le message nerveux circule donc dans un seul sens.

Les messages nerveux sont rapidement propagés (vitesse pouvant atteindre 100 mètres par seconde) dans un seul sens par des chaînes de neurones, cellules spécialisées connectées entre elles.

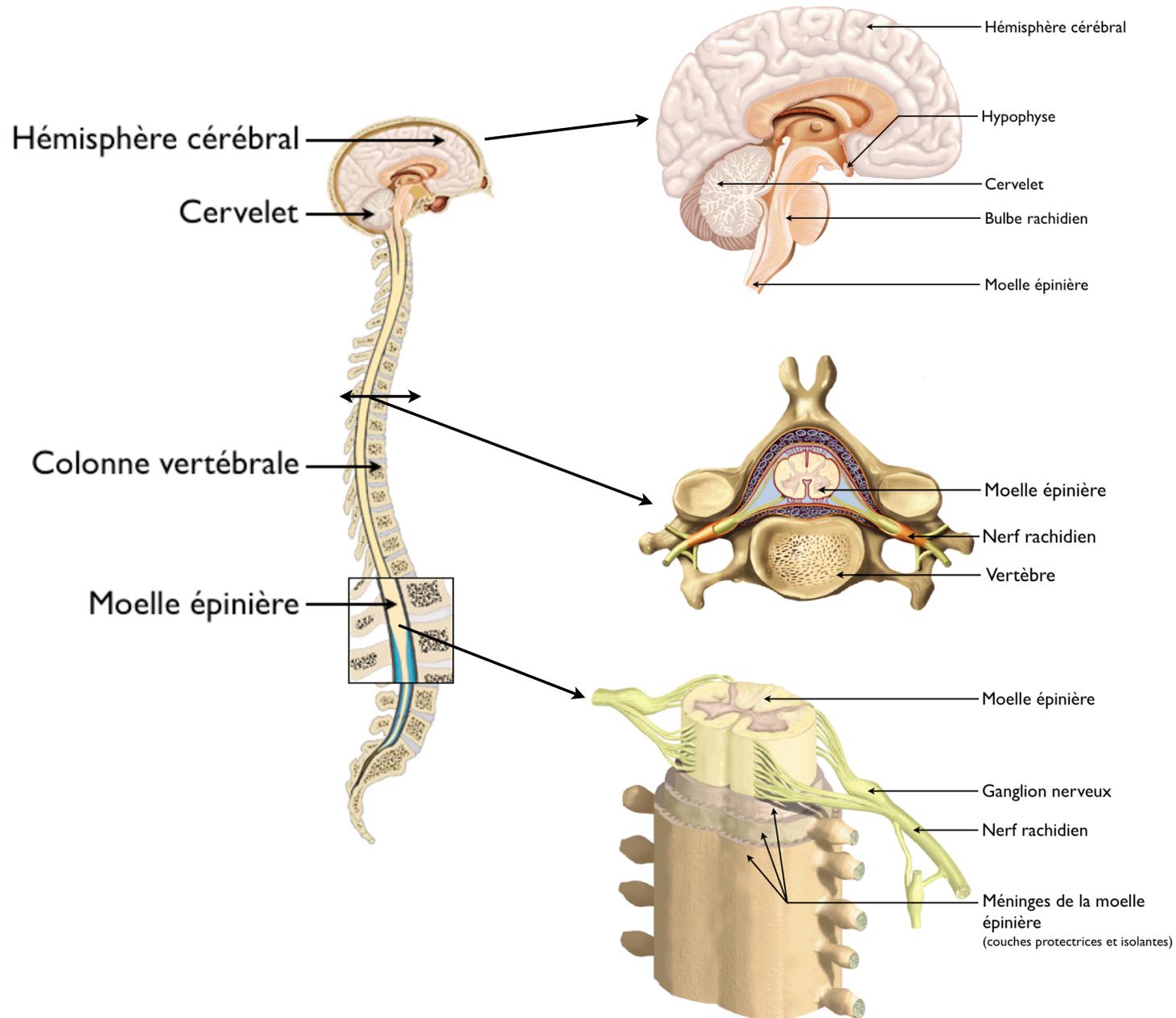


Les corps cellulaires des neurones sont regroupés dans les ganglions nerveux (ganglions rachidiens) et dans la substance grise des centres nerveux (moelle épinière et cerveau).

Les dendrites et les axones constituent les fibres nerveuses ainsi que la substance blanche des centres nerveux.

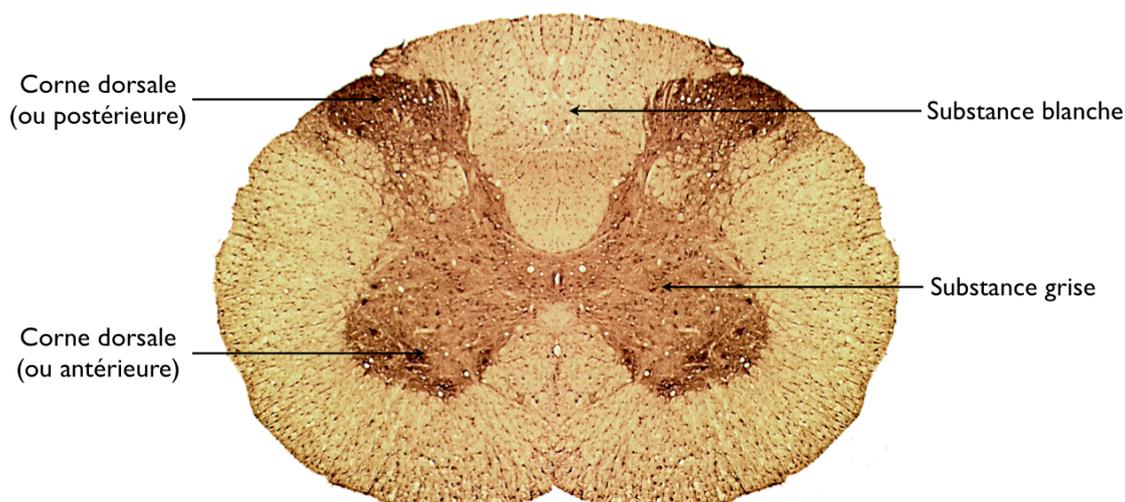
## 1-2- Les centres nerveux

La moelle épinière et le cerveau constituent les centres nerveux de ces messages nociceptifs. C'est dans le cerveau que s'établit la sensation de douleur.

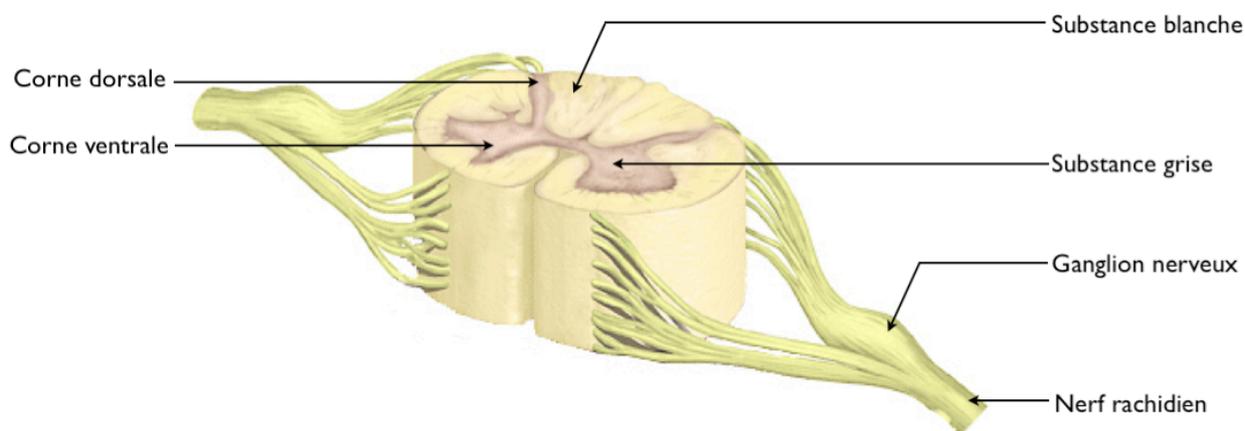


Dans la moelle épinière la substance grise qui contient les corps cellulaires des neurones est interne. Elle correspond à une figure en forme de papillon dont les ailes correspondent aux cornes dorsales et ventrales.

Coupe transversale de la moelle épinière

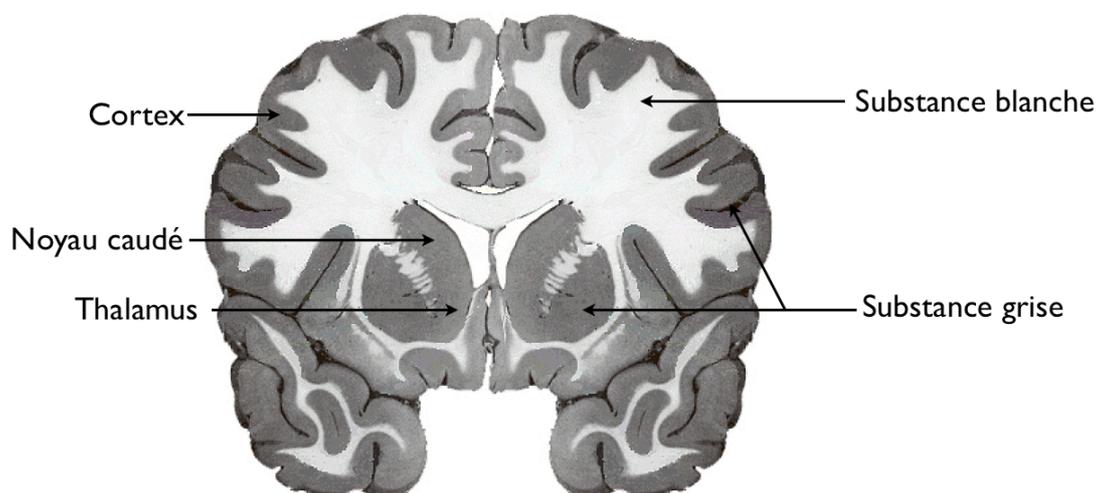


La substance blanche est constituée des dendrites et des axones des neurones. Les nerfs rachidiens sont constitués de nombreux axones et dendrites regroupés au sein de fibres nerveuses.



Dans le cerveau, la substance grise forme le cortex cérébral et des noyaux à la base de l'encéphale.

Coupe frontale d'un cerveau humain



### 1-3- Les récepteurs de la douleur sont disséminés dans tous les organes

Les nocicepteurs sont des terminaisons sensorielles disséminées par millions dans tous les organes.

Les nocicepteurs donnent naissance à des messages nerveux propagés par des fibres dites nociceptives.

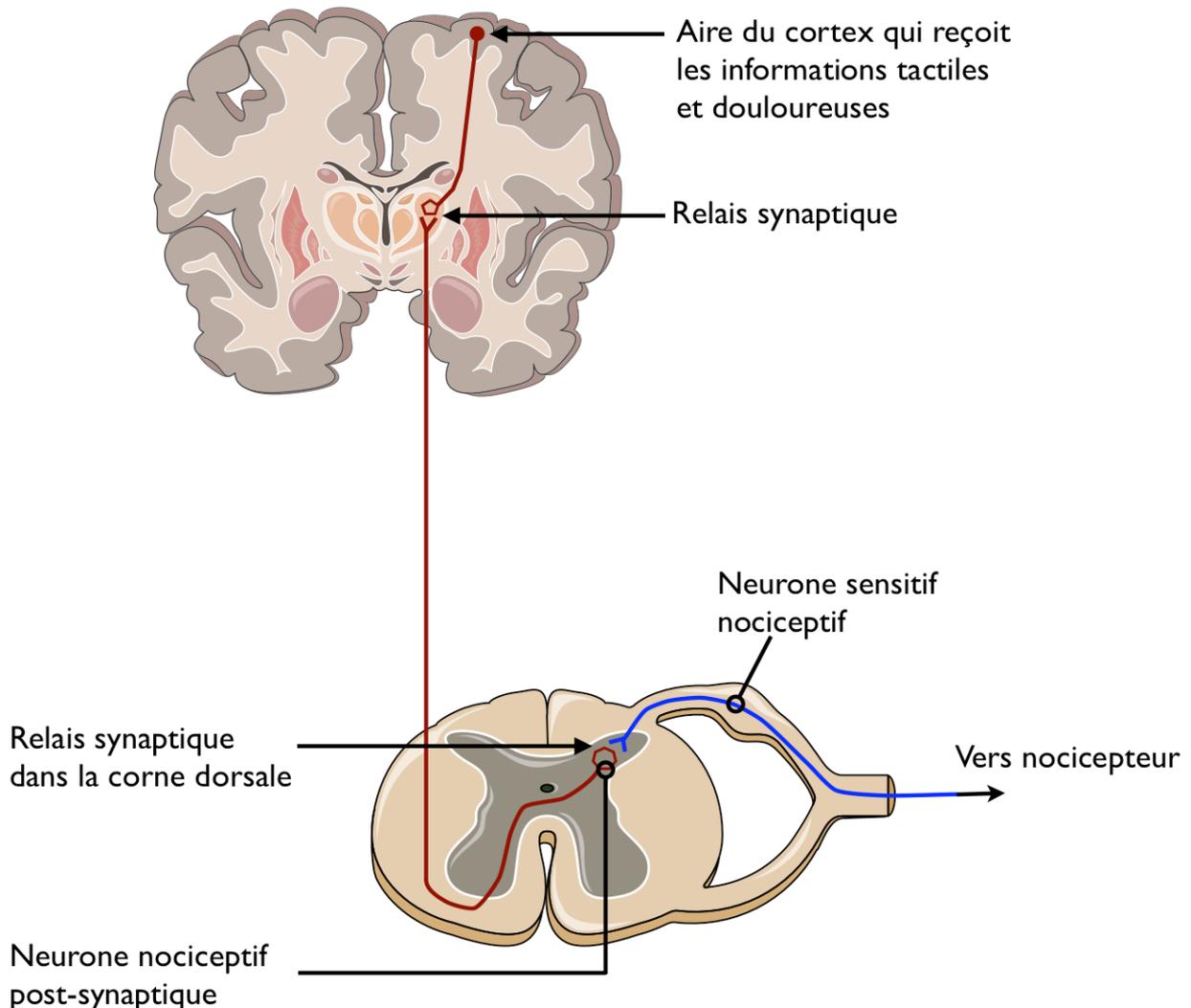
### 1-4- La transmission des messages nerveux

Les messages nerveux afférents (qui partent du nocicepteur vers le centre nerveux) sont véhiculés par les nerfs rachidiens qui innervent chaque organe du corps.

Ces fibres nerveuses, nommées de type C, sont dépourvues de myéline et constituent les prolongements de neurones dont le corps cellulaires est localisé dans les ganglions rachidiens.

Au niveau de la moelle épinière, les axones de ces neurones établissent des contacts synaptiques avec d'autres neurones nociceptifs dont le corps cellulaire est situé dans les cornes postérieures, ou dorsales, de la substance grise.

Les axones de ces neurones gagnent le côté opposé de la moelle et remontent en empruntant la substance blanche jusqu'à l'encéphale où naît la sensation de douleur.



### **Bilan :**

**La sensation de douleur naît de la stimulation de nocicepteurs et de la propagation de messages nerveux le long d'une chaîne de neurones. Ces derniers empruntent des voies particulières jusqu'à l'encéphale où s'élabore cette sensation.**

## 2- Nature du message nerveux.

La propagation des messages nerveux afférents se fait sous la forme d'un ensemble de signaux électriques enregistrables (on parle de potentiel d'action).

### 2-1- Le potentiel de repos

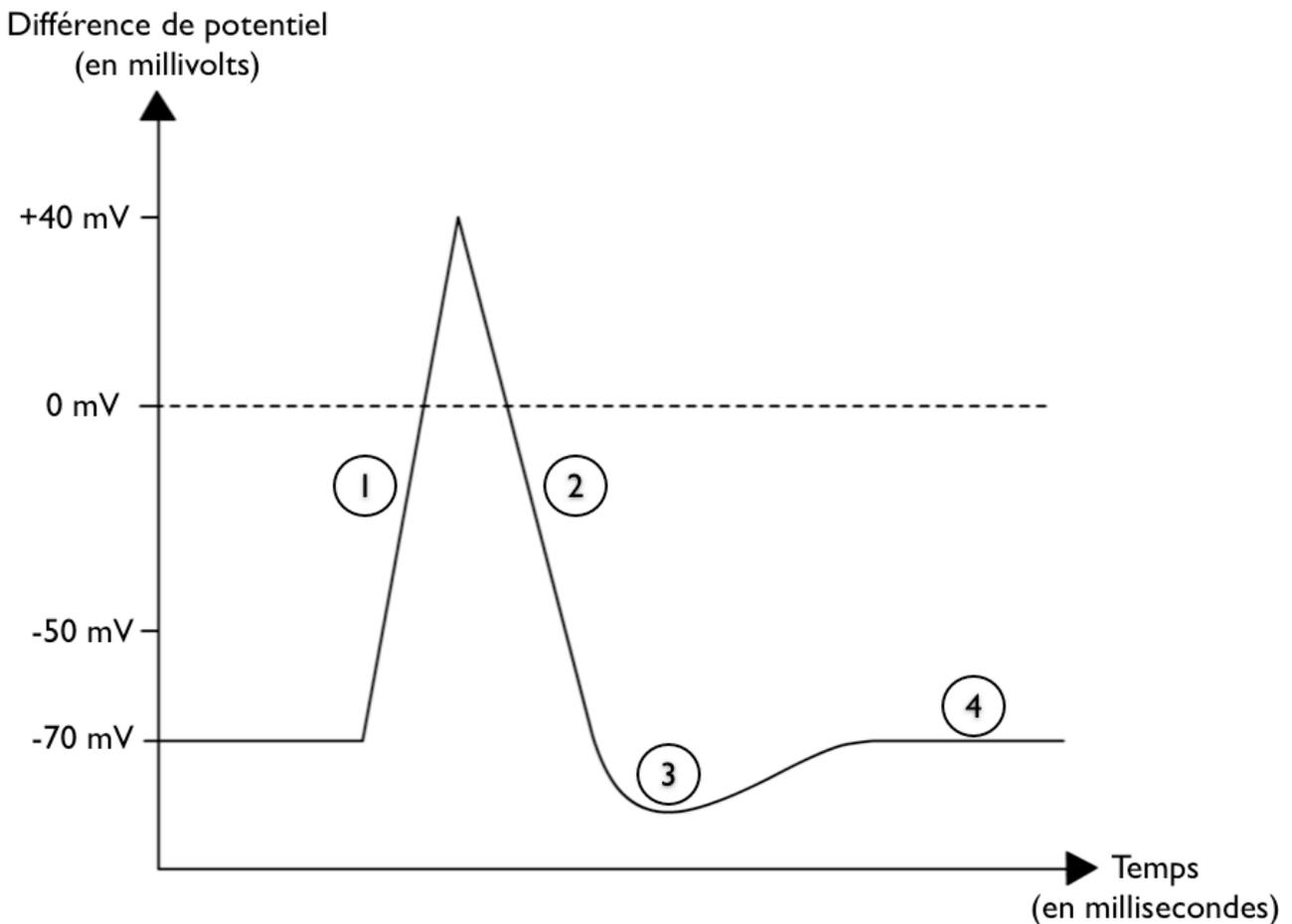
La membrane d'une cellule nerveuse présente au repos une différence de potentiel permanent, appelé potentiel de membrane.

Ce potentiel de membranes est dû à une inégale répartition des charges électriques, portés par des ions, de part et d'autre de la membrane de la cellule.

L'intérieure de la cellule est négatif par rapport à l'extérieure. La valeur du potentiel de membrane est de -70 mVolts.

### 2-2- Genèse d'un potentiel d'action.

Suite à un stimulus (ici un stimulus nociceptif), Le potentiel de repos de la fibre nerveuse est modifiée. Cette modification se fait en 4 étapes principales :



**1- Dépolarisation** (l'intérieur de la cellule devient positif)

**2- Repolarisation** (l'intérieur de la cellule redevient peu à peu négatif)

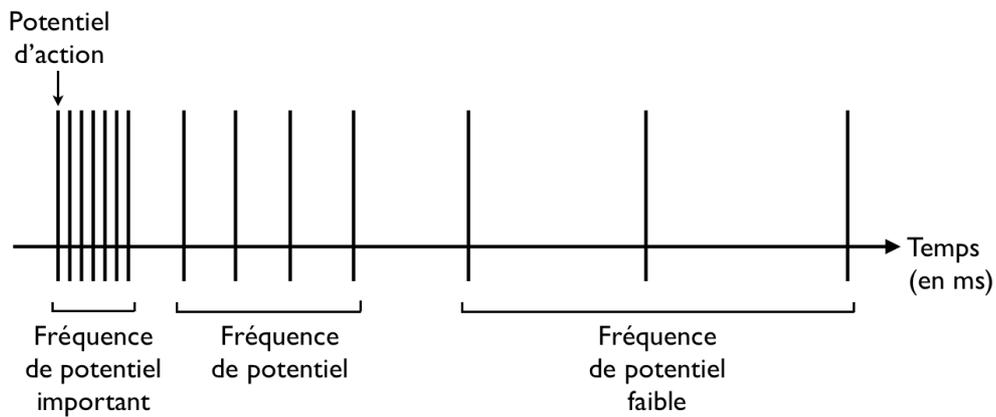
**3-Hyperpolarisation**

**4- Retour au potentiel de repos**

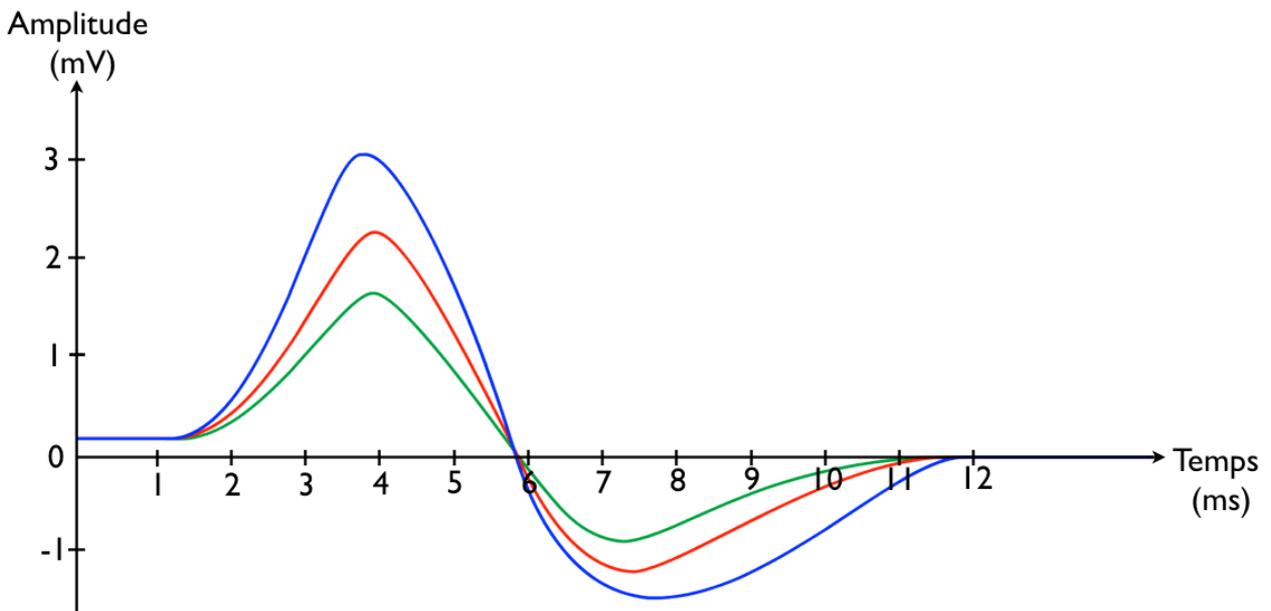
## 2-3-Codage du message nerveux

Au sein de la fibre nerveuse le message nerveux est codé en fréquence de potentiel.

En générale plus le nombre de potentiel d'action généré par seconde (fréquence) est important plus le message nerveux nociceptif déclenchera, après intégration par les centres nerveux, une douleur importante



Au niveau du nerf, ensemble de fibres nerveuses, l'existence d'un message nerveux se traduit par l'apparition d'une modification de l'état électrique à la surface du nerf. Ce potentiel global du nerf traduit l'activité des fibres propageant un message. Son amplitude et sa durée sont donc variables et dépendent du nombre de fibres en activité.



Plus la stimulation est importante (douleur plus intense) plus amplitude du potentiel global du nerf est grande.

### Bilan :

**Le message nerveux se traduit par une variation de l'activité électrique enregistrable tant au niveau de la fibre que du nerf.**

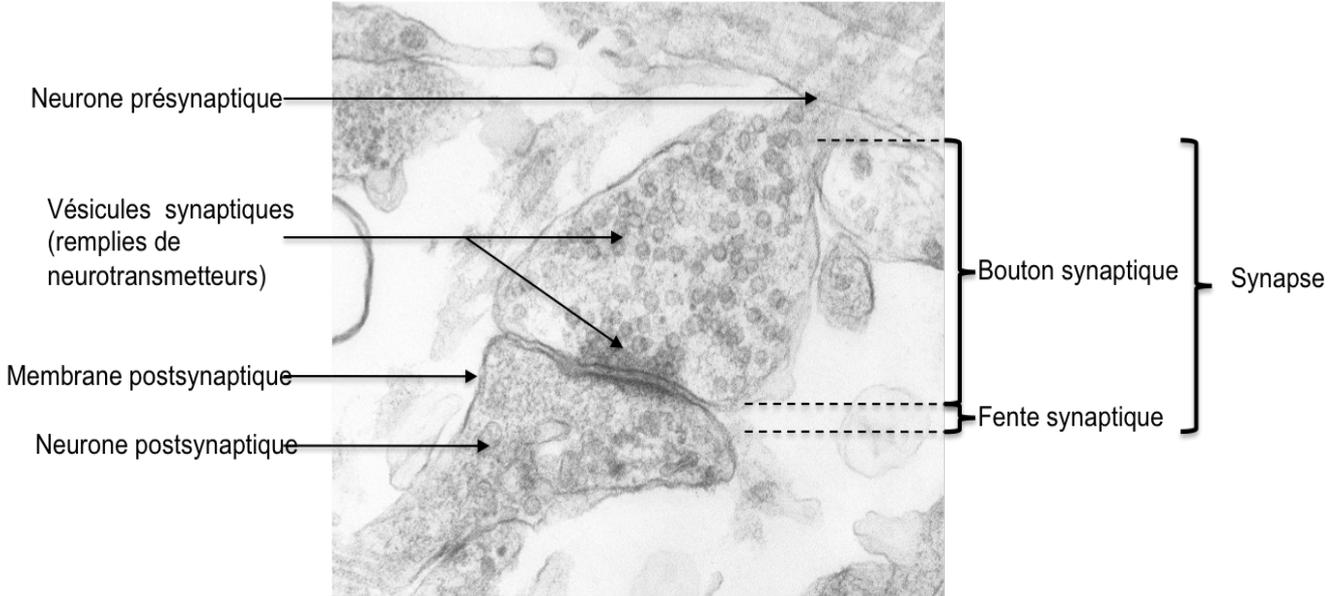
**Le signal électrique élémentaire du message nerveux est un potentiel d'action. Il se propage sans modification le long de la fibre. Son caractère invariant entraîne un codage du message en modulation de fréquence. Le nombre de fibres sollicitées par la transmission code également pour l'intensité du message au niveau du nerf.**

### 3- La transmission synaptique

Les neurones communiquent entre eux par des synapses.

#### 3-1-Le synapses, zone de contact entre neurones.

Les neurones impliqués dans un réseau ne communiquent pas physiquement les uns avec les autres. Les observations montrent l'existence d'un intervalle au point de contact entre les deux neurones. Cette zone de rapprochement est appelée synapse.



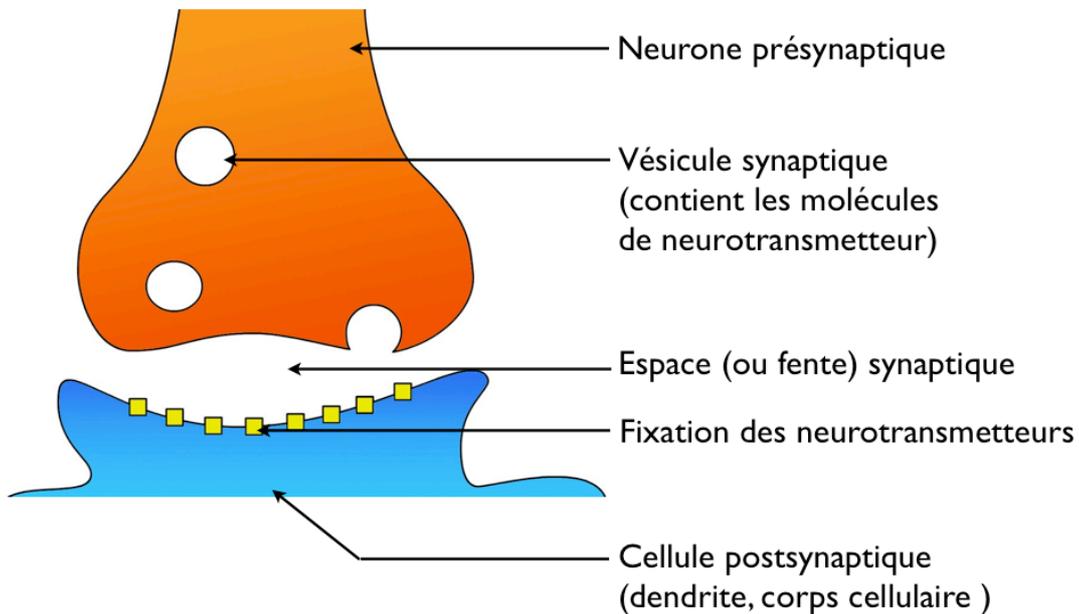
Electronographie d'une synapse au MEB ( G x 25000)

Au niveau d'une synapse, on distingue la terminaison pré-synaptique, caractérisée par la présence de vésicules, et la membrane post-synaptique.

Les deux parties sont séparées par une fente ou espace synaptique de 20 à 30 nm.

La terminaison pré-synaptique est toujours un axone tandis que la partie post-synaptique peut correspondre soit à un dendrite, soit à un corps cellulaire (soit aussi à une cellule musculaire dans le cas d'une synapse neuromusculaire).

Le neurone est une cellule « sécrétrice » très particulière. Le produit de sécrétion du neurone est le **neurotransmetteur**, contenu dans **des vésicules synaptiques**.



### 3-2- Un message nerveux chimique dans l'espace synaptique

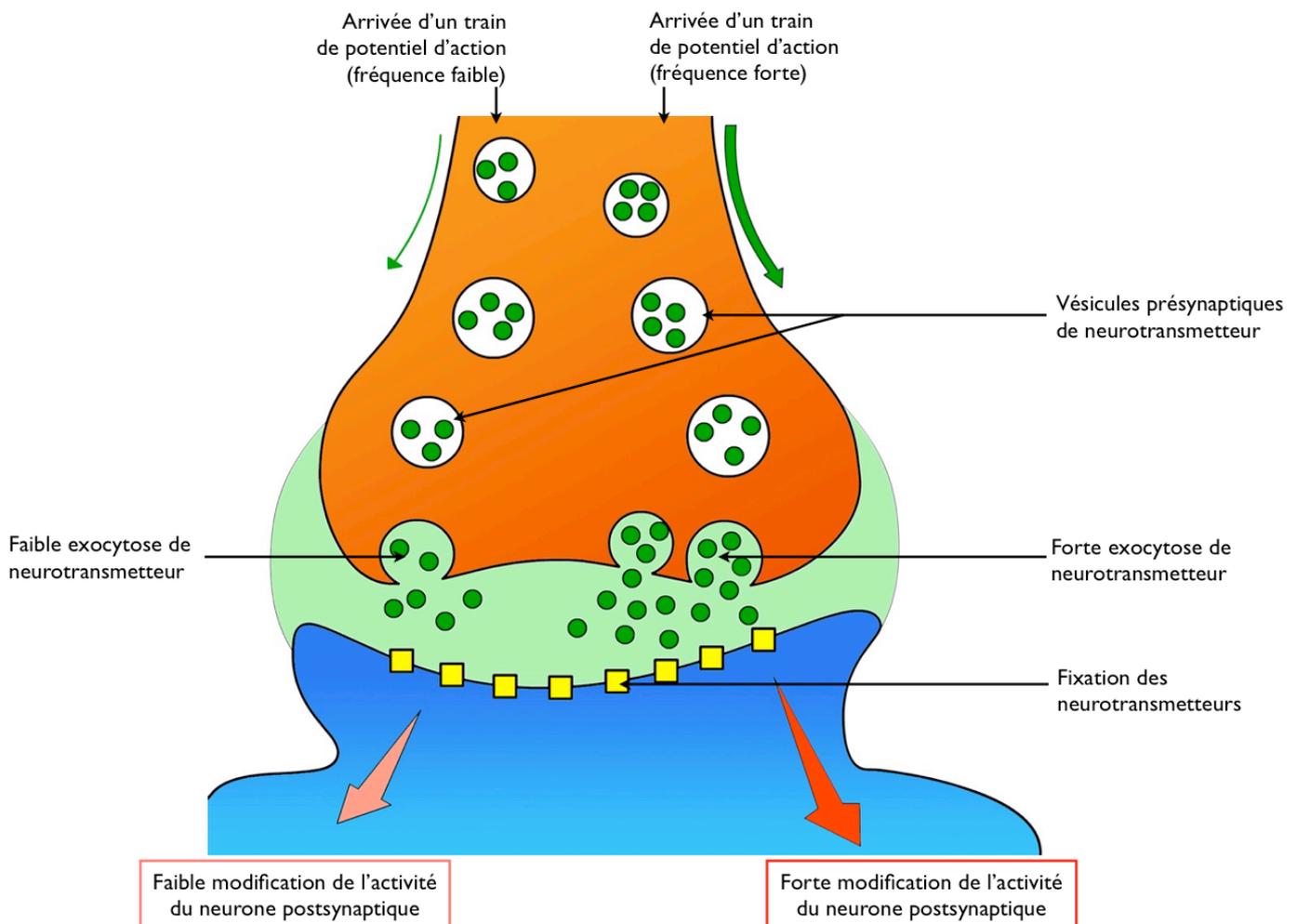
A l'arrivée d'un message nerveux, les vésicules synaptiques fusionnent avec la membrane du neurone pré-synaptique et libèrent dans la fente synaptique le neurone des neurotransmetteurs par exocytose.

Ces neurotransmetteurs se fixent sur des récepteurs de la membrane de la cellule post-synaptique, ce qui peut générer un message nerveux dans la cellule post-synaptique.

Au niveau de la synapse, le message nerveux est codé par la quantité de neurotransmetteur libéré.

Dans la synapse, la transmission de l'information ne peut se faire que dans un seul sens, car seule la cellule pré-synaptique possède des vésicules de neurotransmetteurs et seule la cellule post-synaptique possède des récepteurs spécifiques à ces neurotransmetteurs.

La fin de la transmission s'effectue par l'inactivation des neurotransmetteurs ou leur récupération par la terminaison pré-synaptique.



Il existe des neurotransmetteurs excitateurs et des neurotransmetteurs inhibiteurs. Cependant, un neurone n'émet qu'une seule molécule donc un neurone ne peut pas être à la fois excitateur et inhibiteur.

- **Dans une synapse excitatrice (notée +)**, le neurotransmetteur provoque une **dépolarisation** du neurone post-synaptique et peut, si le seuil est atteint, générer un potentiel d'action.

- **Dans une synapse inhibitrice (notée -)**, le neurotransmetteur provoque une **hyperpolarisation** qui se manifeste par une absence de génération de potentiel d'action

**Bilan :**

**La transmission du message nerveux d'un neurone à l'autre s'effectue au niveau d'une synapse. La nature et le codage du message sont alors modifiés.**

**Une substance chimique, le neurotransmetteur, libérée en quantité plus ou moins importante va assurer la transmission du message dans l'espace synaptique.**

**L'existence de synapses excitatrices et inhibitrices permet un fonctionnement harmonieux du système nerveux.**