

Le Système Nerveux (début)

→ cours Neurophysiologie

Pauline Neveu, PhD
docteur en biologie

Plan : « le Système Nerveux »

1-Rôle du système nerveux (SN)

2-Organisation macroscopique du SN : aperçu

3- Organisation microscopique du SN

4- Communication nerveuse

5-Organisation macroscopique du SN : détail

1-Rôle du système nerveux

Histoire de la Terre (Ma=millions d'années)

-4 600 Ma: Terre

-3 500 Ma: apparition vie: unicellulaires de structure procaryote
(origine unique de la vie, tous les êtres vivants sont apparentés)

-1 500 Ma: diversification vie : unicellulaires de structure eucaryote

-600 Ma: diversification vie : pluricellulaires

(tous faits de cellules de type eucaryote)...

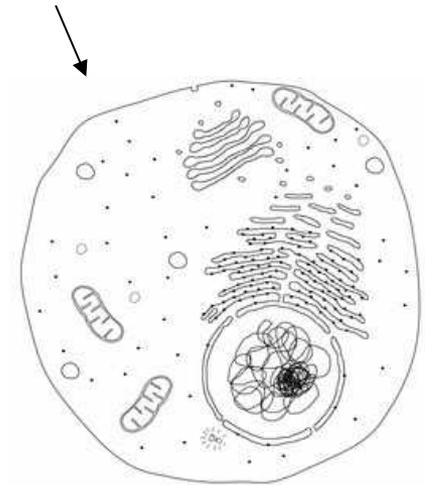
(datations plus anciennes existent)



cellule bactérienne



cellule archéenne



cellule eucaryote

1-Rôle du Système Nerveux

Le SN:

→ apparaît chez des pluricellulaires

- assure coordination entre les cellules en intimité avec le système hormonal

- autonomise ces pluricellulaires; il leur permet d'agir sur leur environnement

1-Rôle du Système Nerveux

Rôle du SN?

«Un SN, ça sert à agir. » *Sic Laborit*

1-Rôle du Système Nerveux

- un exemple: on vous appelle...
- schématiquement, les fonctions du SN sont:

-Réception des stimulations

-Transport des informations

-Intégration/élaboration d'une réponse

-Transport des informations

-Exécution de la réponse

Réception



Action

2-Organisation macroscopique du SN : aperçu

Deux SN:

-SN Central (SNC)

- Encéphale

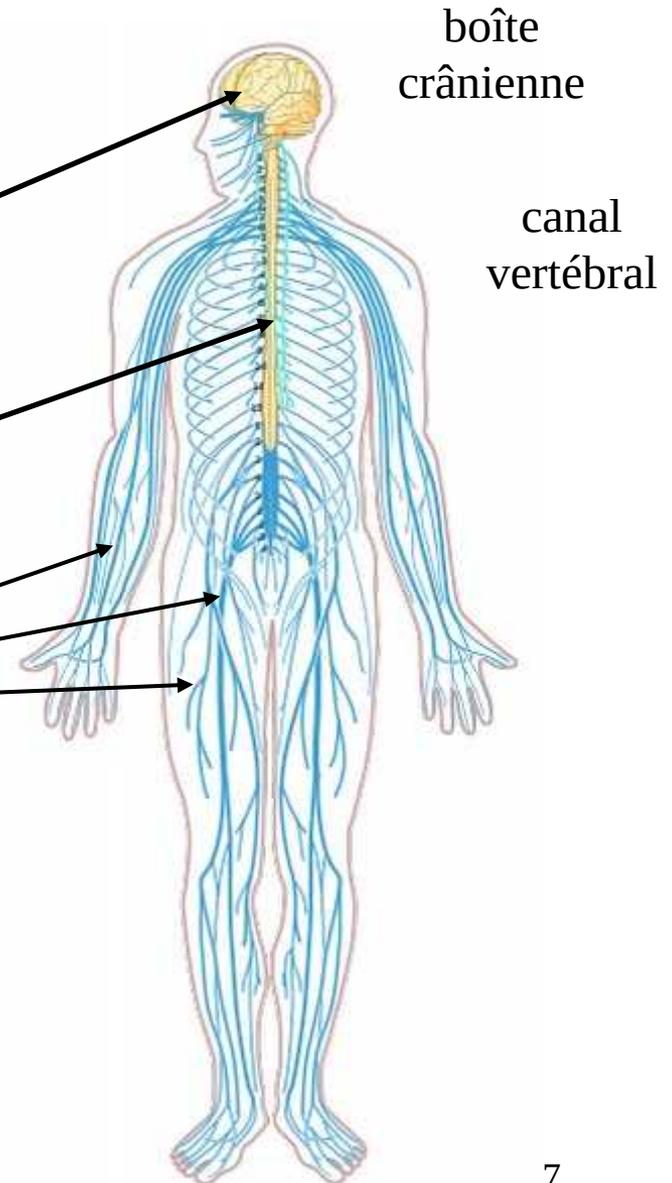
- Moelle épinière

-SN Périphérique (SNP)

- Nerfs

- Ganglions

- Récepteurs sensoriels



3-Organisation microscopique du SN

Le tissu nerveux comprend deux types cellulaires:

- neurones

- cellules gliales

Il y a de très nombreux sous-types cellulaires différents;
 10^{12} neurones et plus de cellules gliales

3-Organisation microscopique

3.1-Les cellules gliales

- plus nombreuses que les neurones (glue des neurones)
- diverses formes
- peuvent se diviser
- pas de conduction de l'information nerveuse, mais modulation
- nombreux rôles vis à vis des neurones:
 - nourricier
 - soutien
 - isolation...



3-Organisation microscopique

3.1-Les cellules gliales

Différents types de cellules gliales:

- *Cellules gliales du SNP:*

- *cellules de Schwann*

- *Cellules gliales du SNC:*

- *cellules épendymaires*

- *oligodendrocytes*

- *astrocytes*

- *microgliocytes*

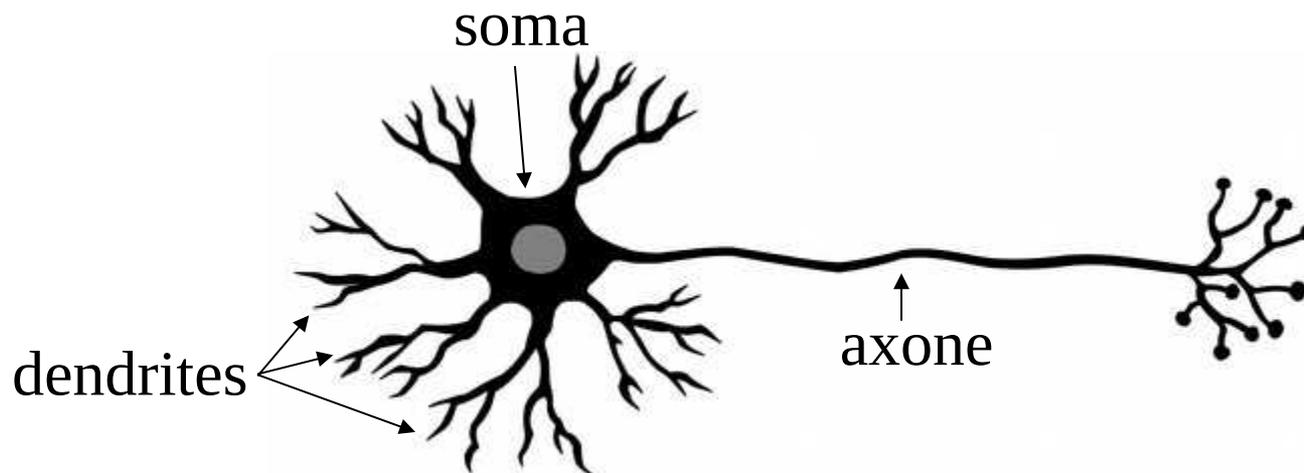
→ certaines forment, autour des fibres nerveuses, des manchons qui sont des isolants électriques

3-Organisation microscopique

3.2-Les neurones

Trois régions dans un neurone:

- corps cellulaire = péricaryon = soma
- axone = cylindraxe = fibre nerveuse
- dendrites



3-Organisation microscopique

3.2-Les neurones

Classement des neurones:

- forme/nombre prolongements:

- multipolaires

- bipolaires

- *monopolaires ou unipolaires*

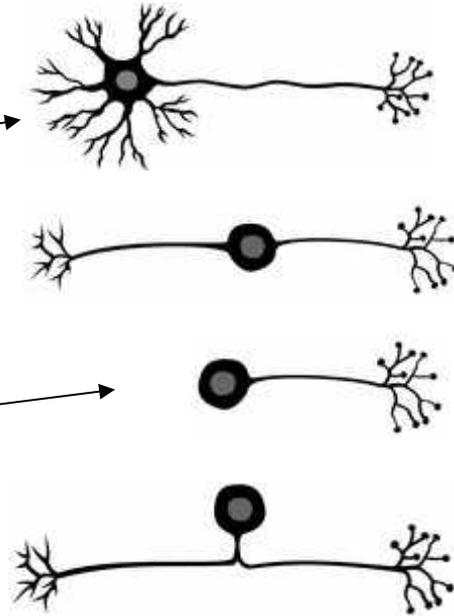
- pseudo-unipolaires

- taille du soma

- longueur de l'axone

- allure des dendrites

- neurotransmetteur utilisé



3-Organisation microscopique

3.2-Les neurones

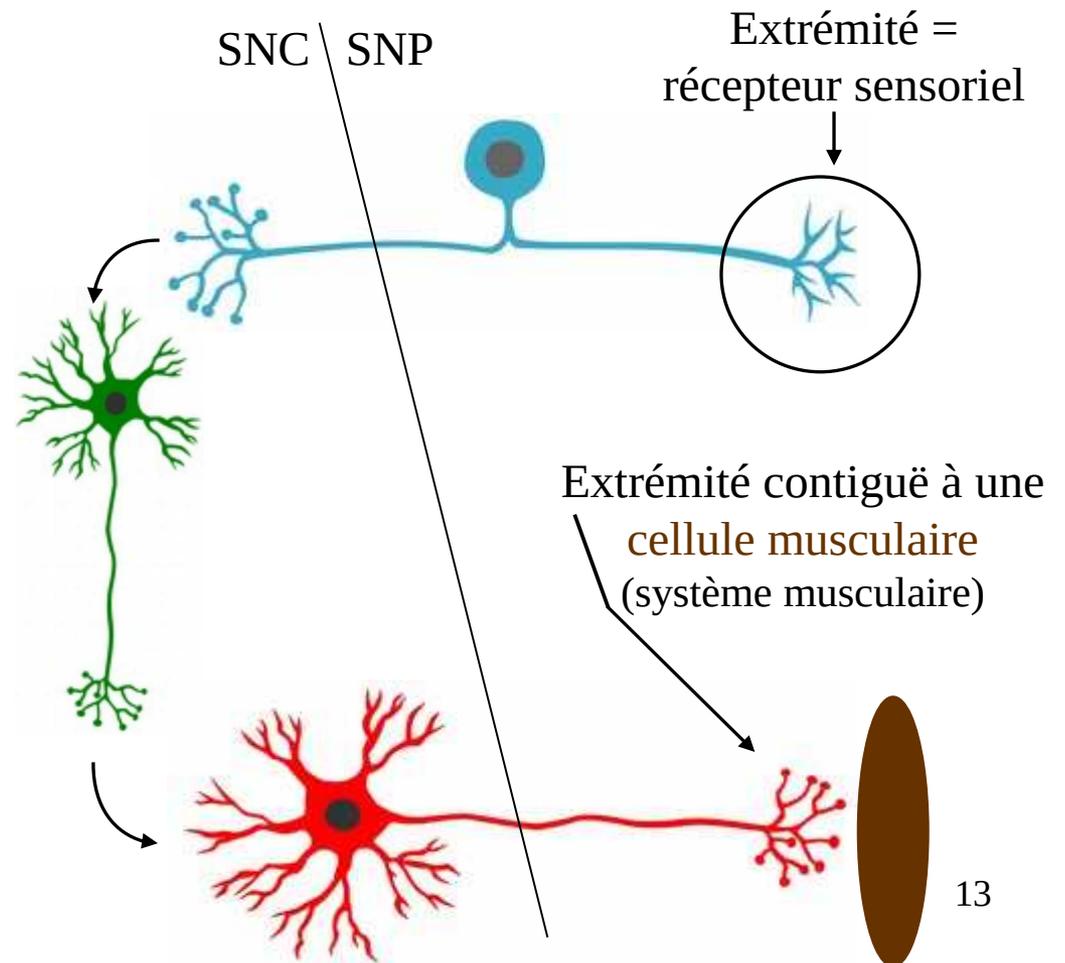
Classement des neurones (suite):

- selon la fonction:

- neurones sensoriels

- interneurones

- motoneurones



3-Organisation microscopique

3.2-Les neurones

Evolution des neurones pendant la vie:

- le nombre de neurones diminue
- de nouveaux neurones peuvent apparaître: néoneurogenèse

Le tissu nerveux peut se réorganiser → plasticité

Les neurones ont une consommation énergétique très élevée:

- oxygène
- glucose

4-Communication nerveuse

4.1-L'information nerveuse

4.1.1-Le potentiel de repos

- existe dans les cellules vivantes
- dû à une répartition inégale des particules chargées (ions) de part et d'autre de la membrane cellulaire
- correspond à une différence de potentiel ou ddp d'environ -65mV

→ une cellule est analogue à une pile:
milieu intracellulaire = pôle négatif
milieu extracellulaire = pôle positif



4-Communication nerveuse

4.1-L'information nerveuse

4.1.2-Le potentiel d'action

- existe dans les cellules vivantes excitables: neurones et cellules musculaires lorsqu'elles sont stimulées
- dû à une variation de la répartition des ions de part et d'autre de la membrane cellulaire, du fait de l'ouverture de canaux ioniques particuliers
- correspond à une variation du potentiel de repos
- se caractérise par une phase de dépolarisation suivie d'une phase de repolarisation

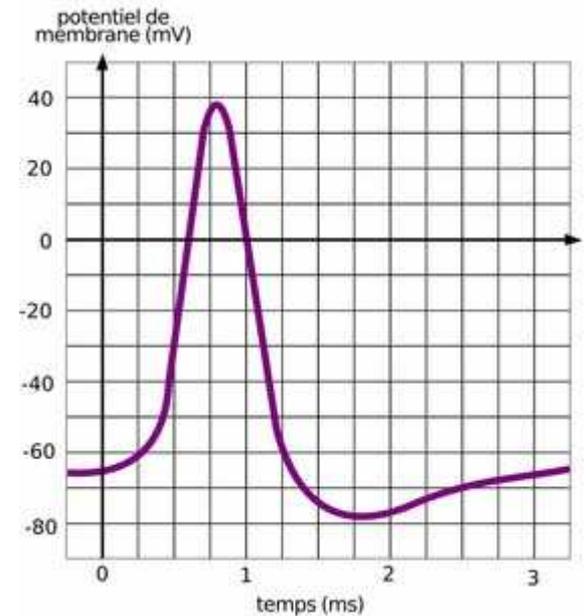
4-Communication nerveuse

4.1-L'information nerveuse

4.1.2-Le potentiel d'action

Tracé du potentiel d'action (PA):

- phase ascendante: dépolarisation avec inversion du potentiel de membrane (+40mV)
- phase descendante: repolarisation
 - repolarisation
 - hyperpolarisation (-80mV)



La durée du potentiel d'action est de l'ordre de la milliseconde

4-Communication nerveuse

4.1-L'information nerveuse

4.1.2-Le potentiel d'action

Propriétés du PA:

- *suit une loi de tout ou rien*

si une stimulation est d'intensité suffisante, un PA se forme dont l'amplitude est maximale; si elle n'est pas d'intensité suffisante, pas de PA

- *est non décrementiel*

il se propage identique à lui-même

L'intensité d'une stimulation:

- *ne peut être codée par l'amplitude du PA qui est constante*

- *est codée en fréquence de PA*

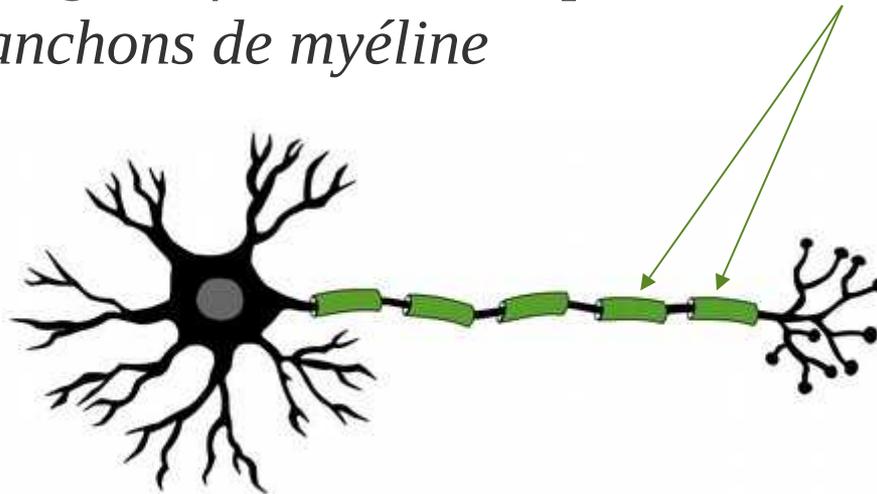
4-Communication nerveuse

4.1-L'information nerveuse

4.1.2-Le potentiel d'action

Propagation du PA:

- *régénéré de proche en proche de l'amont vers l'aval*
comme une étincelle qui se déplace sur une traînée de poudre
- *saltatoire le long des fibres isolées par des cellules gliales qui forment des manchons de myéline*



4-Communication nerveuse

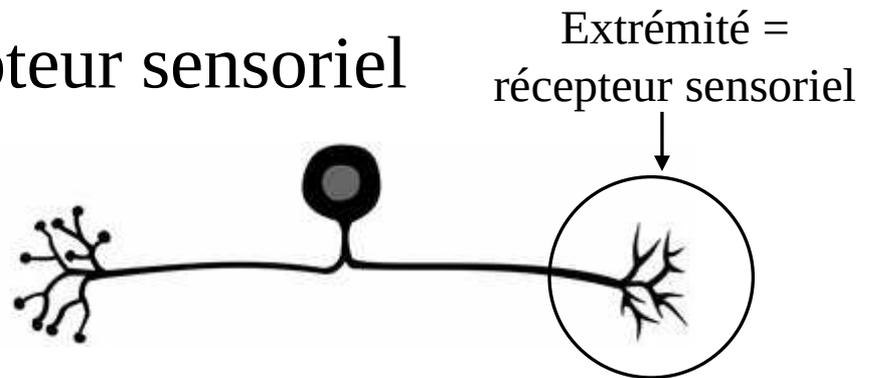
4.1-L'information nerveuse

4.1.2-Le potentiel d'action

Naissance des PA:

- conditions artificielles: par une stimulation électrique
- conditions naturelles: par une stimulation sensorielle

Le point de départ est le récepteur sensoriel



La naissance des PA a lieu dans la fibre sensorielle

→ transduction sensorielle

4-Communication nerveuse

4.1-L'information nerveuse

4.1.2-Le potentiel d'action

La transduction sensorielle:

→ stimulation sensorielle

→ ouverture/fermeture de canaux ioniques :
au niveau du site de transduction

→ potentiel de récepteur (potentiel gradué)

-son amplitude dépend de l'intensité de la stimulation

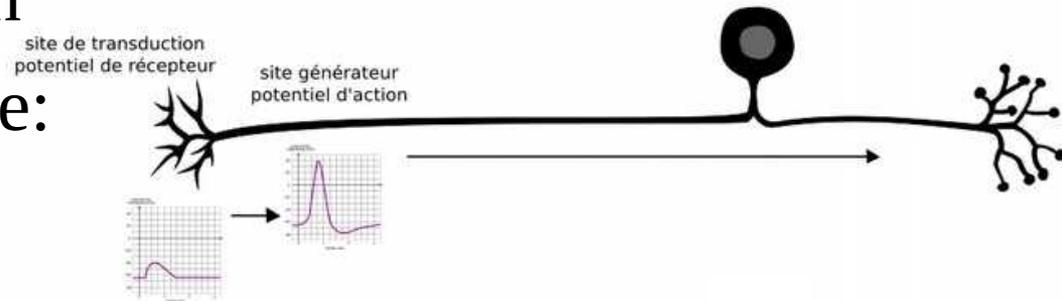
-il est sommable temporellement et spatialement

-il se propage peu

→ site générateur

→ si potentiel de récepteur > seuil

→ naissance de PA



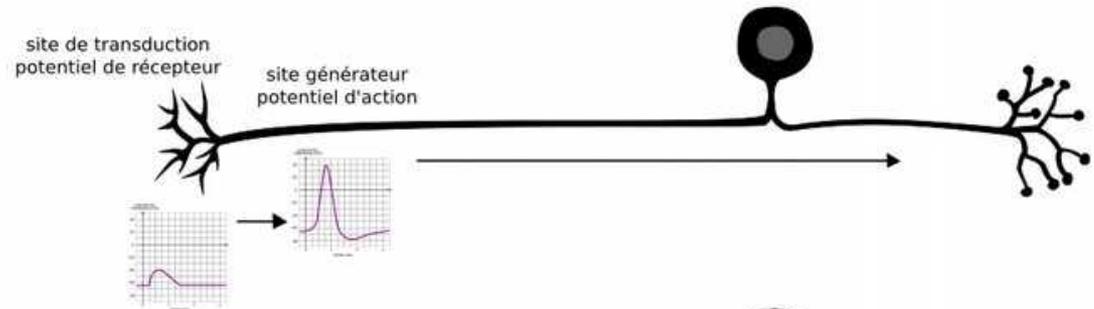
4-Communication nerveuse

4.1-L'information nerveuse

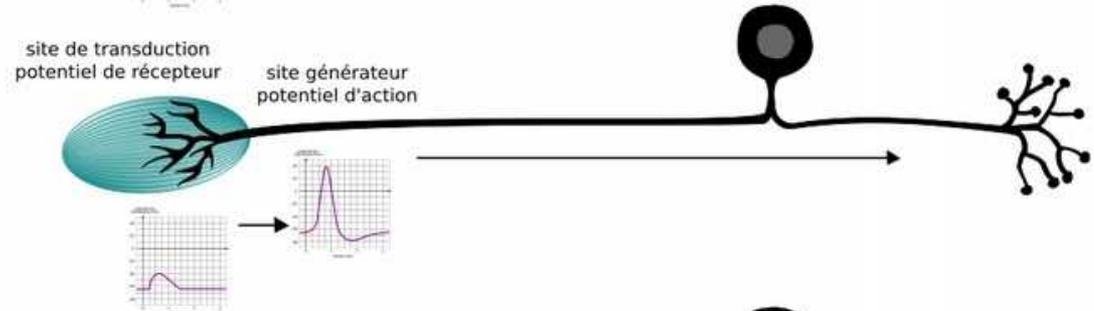
4.1.2-Le potentiel d'action

Différentes structures de récepteurs et transduction sensorielle:

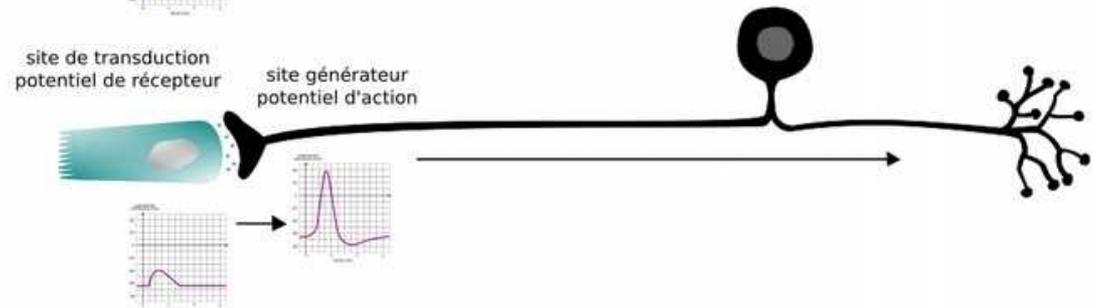
-fibre nerveuse nue



-fibre nerveuse encapsulée



-fibre nerveuse associée à une cellule spécialisée



4-Communication nerveuse

4.2-Les synapses

Les synapses

- sont des lieux d'articulation entre neurones
- sont des lieux où l'information nerveuse passe d'un neurone à un autre
- sont de deux types:
 - synapses électriques: lieux de continuité entre neurones
 - synapses chimiques: lieux de contiguïté entre neurones

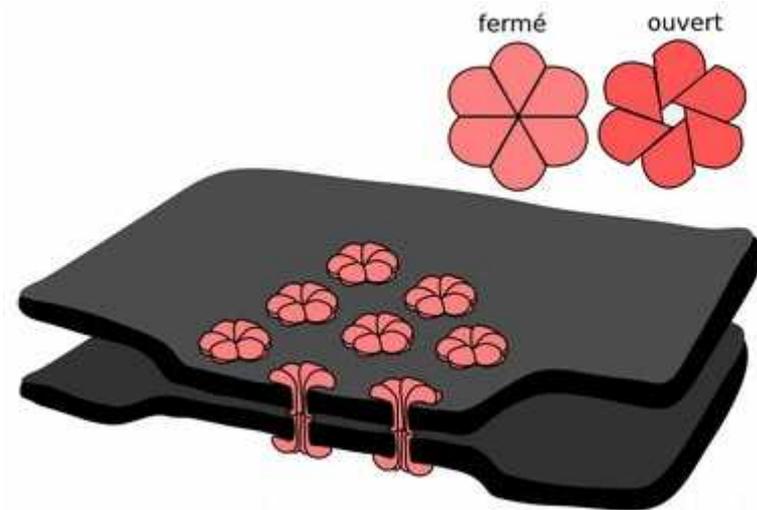
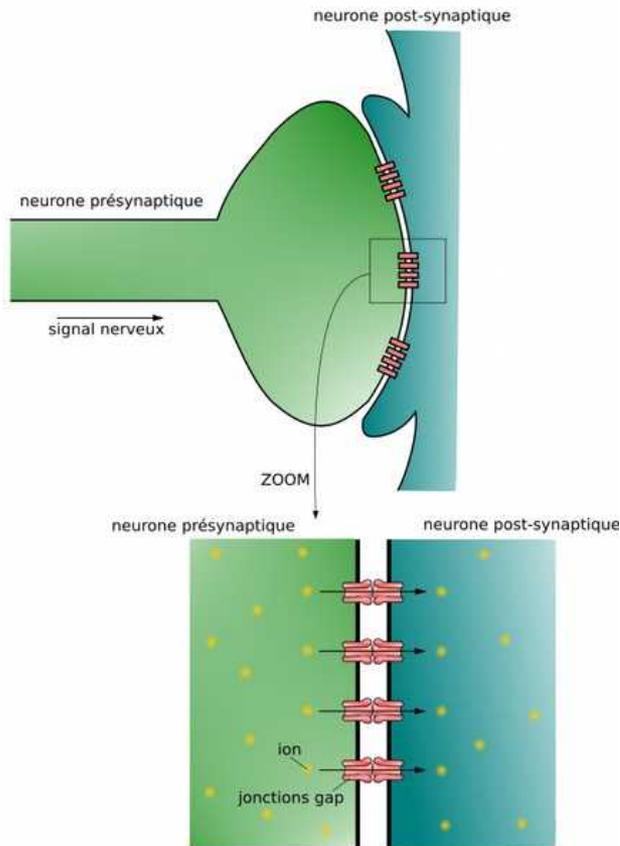
4-Communication nerveuse

4.2-Les synapses

4.2.1-Les synapses électriques

- mettent en continuité les neurones

- assurent une propagation très rapide de l'information nerveuse d'un neurone à un autre



d'après : snek01, Public domain, via Wikimedia Commons

4-Communication nerveuse

4.2-Les synapses

4.2.2-Les synapses chimiques

Organisation:

- élément présynaptique

- terminaison axonale le plus souvent

- apporte l'information

- possède des vésicules synaptiques contenant des molécules de neurotransmetteur (NT)

- espace synaptique

- élément postsynaptique

- dendrite le plus souvent

- reçoit l'information qui renaît

- possède des récepteurs au neurotransmetteur (NT)

4-Communication nerveuse

4.2-Les synapses

4.2.2-Les synapses chimiques

Fonctionnement:

-arrivée PA dans l'élément présynaptique

-ouverture de canaux ioniques au calcium

-entrée Ca^{++}

→ inactivation et recyclage du NT

-migration des vésicules et libération du NT par exocytose

-liaison du NT à ses récepteurs post-synaptiques qui sont aussi des canaux ioniques

-ouverture des canaux ioniques et mouvements d'ions

-formation d'un potentiel post-synaptique ou PPS

4-Communication nerveuse

4.2-Les synapses

4.2.2-Les synapses chimiques

Les potentiels post-synaptiques ou PPS:

- deux types de PPS:

- PPS excitateurs ou PPSE → dépolarisation

- PPS inhibiteurs ou PPSI → hyperpolarisation

- *sont des potentiels gradués:*

- *amplitude variable*

- *peu propagé*

- *sommation temporelle et spatiale*

- entraînent la formation de PA au niveau du cône axonique si sommation > seuil déclenchement des PA²⁷

4-Communication nerveuse

4.2-Les synapses

4.2.2-Les synapses chimiques

Deux types de synapses chimiques existent:

- les synapses ionotropiques dont le récepteur post-synaptique est couplé à un canal ionique

→ à l'origine de PPS

- les synapses métabotropiques dont le récepteur post-synaptique est couplé à une molécule de transduction à l'origine de cascades réactions qui peuvent être:

→ à l'origine de PPS

→ à l'origine de modifications du fonctionnement du neurone

4-Communication nerveuse

4.2-Les synapses

4.2.2-Les synapses chimiques

Les synapses sont des lieux d'intégration

Un neurone reçoit de nombreux influx et a deux options:

- décharger

- ne pas décharger

→ Opération fondamentale du SN (Sherrington)

4-Communication nerveuse

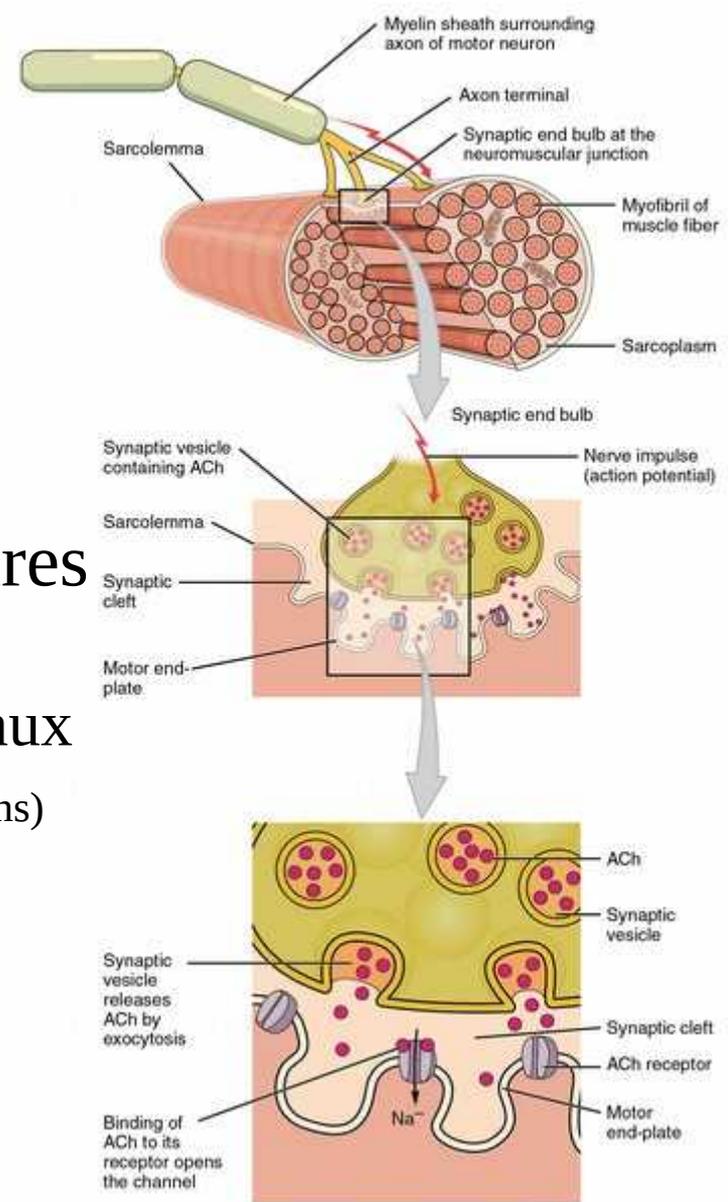
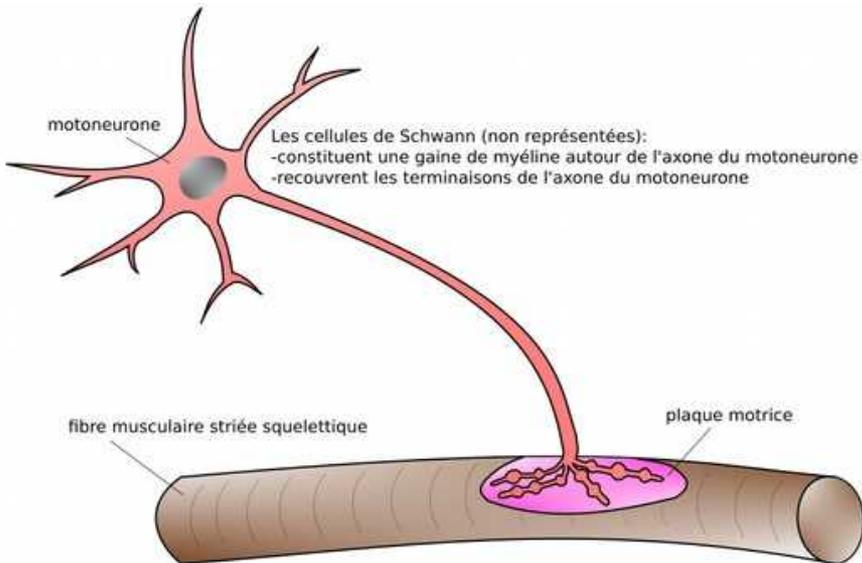
4.2-Les synapses

4.2.2-Les synapses chimiques

Des synapses existent:

- entre neurones
- entre neurones et cellules musculaires (jonction neuro-musculaire)

permettent aux neurones d'ordonner aux muscles de se contracter (origine des actions)



OpenStax, CC BY 4.0

<<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>>, via Wikimedia Commons

4-Communication nerveuse

4.2-Les synapses

4.2.2-Les synapses chimiques

Quelques neurotransmetteurs (NT):

- acétylcholine Ach
 - amines ou monoamines ou amines biogènes:
 - catécholamines:
 - dopamine DA
 - noradrénaline NA
 - adrénaline A
 - sérotonine ou 5 hydroxytryptamine 5HT
 - histamine HA
 - acides aminés
 - glutamate Glu
 - aspartate Asp
 - GABA ou acide-gamma-aminobutyrique
 - glycine Gly
- peptides ou neuropeptides
 - substance P
 - morphines endogènes
 - somatostatine
 - prostaglandines
 - vasopressine...
 - NT atypiques
 - ATP et purines
 - endocannabinoïdes
 - gaz solubles