



Université Batna 2
Département de médecine
Faculté de médecine



PHYSIOLOGIE DE LA MEMBRANE CELLULAIRE :

La transmission synaptique

Dr J.O. BOUHIDEL

OBJECTIFS PEDAGOGIQUES

4. Transmission synaptique (3h)

- Définir la notion de synapse.
- Classer les synapses selon la structure et la fonction.
- Décrire la structure d'une synapse.
- Expliquer la TS au niveau de la plaque motrice.



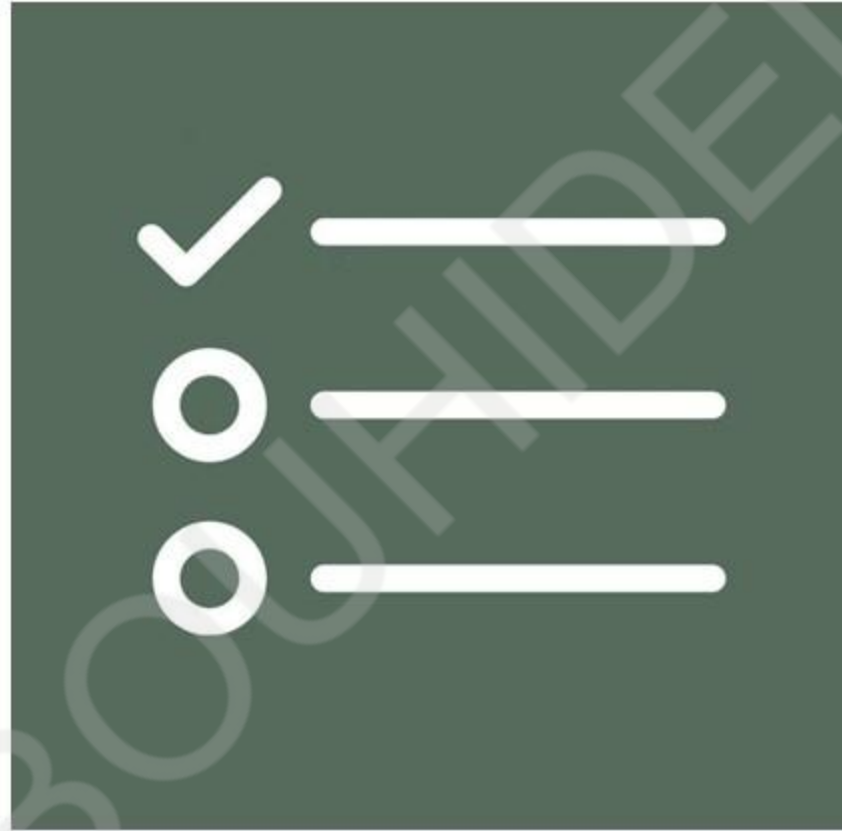
- Exposer la notion de neurotransmetteur.
- Préciser la notion de récepteur membranaire.
- Définir la synapse neuro neuronale.
- Définir un potentiel post synaptique excitateur (PPSE).
- Citer les caractéristiques électrophysiologiques du PPSE.
- Décrire le mécanisme ionique du PPSE.
- Définir un potentiel post synaptique inhibiteur (PPSI) et Citer ses caractéristiques électro physiologiques.
- Citer les neurotransmetteurs inhibiteurs majeurs du système nerveux.
- Citer les neurotransmetteurs excitateurs majeurs du système nerveux.
- Citer les caractéristiques des canaux récepteurs.
- Définir l'intégration synaptique.
- Définir les sommations spatiale et temporelle.

INTRODUCTION

PLAN DE PRESENTATION

- I. RAPPELS**
- II. INTRODUCTION**
- III. LES DEUX TYPES DE SYNAPSES**
- IV. FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE**
- V. NEUROTRANSMETTEURS**
- VI. RECEPTEURS**

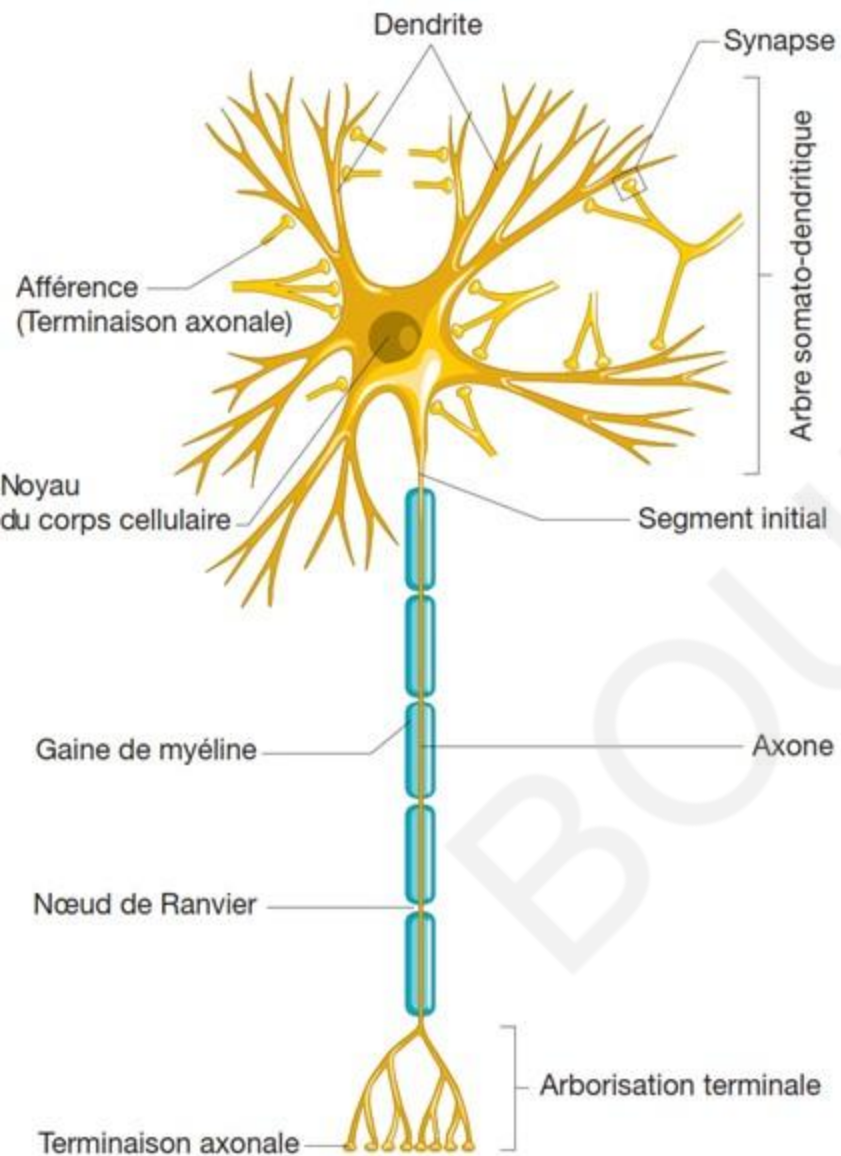
RAPPELS



RAPPELS

- ❖ **Tout le fonctionnement du système nerveux repose sur la transmission de l'influx nerveux entre les neurones ou entre ceux-ci et des cellules effectrices au niveau des synapses.**

RAPPELS



Structure générale d'un neurone myélinisé.

(In : Vibert J.-F. et al. Neurophysiologie. De la physiologie à l'exploration fonctionnelle. 2^e édition. Collection Campus illustré. Paris : Elsevier-Masson ; 2011.)

RAPPELS

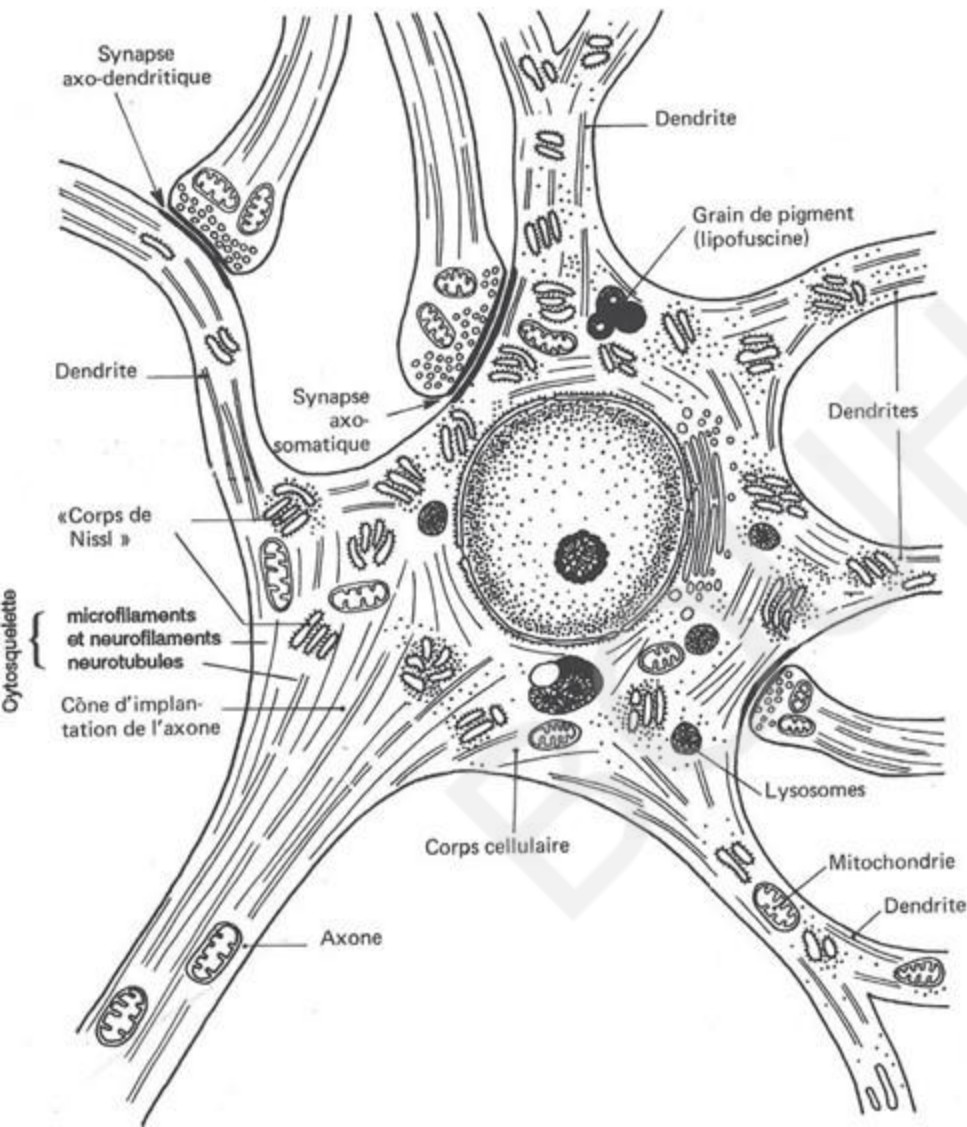
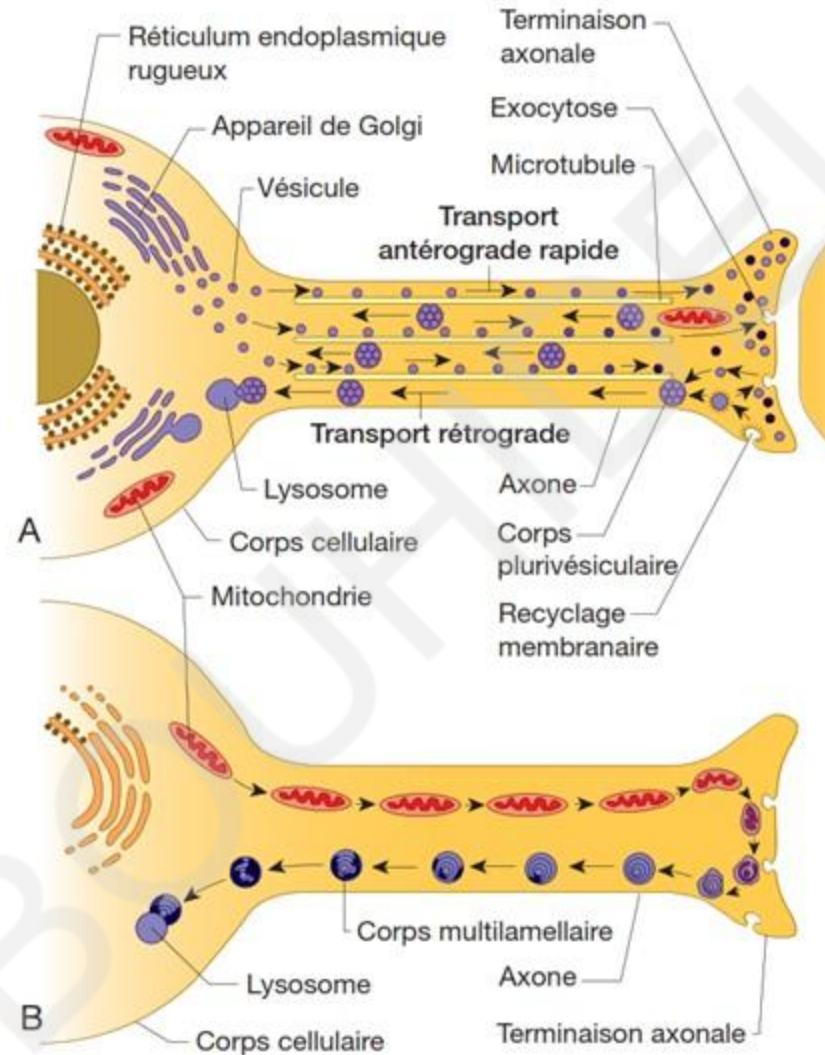


Schéma de l'ultrastructure du soma d'un neurone.

(In : Poirier J. et al. Histologie moléculaire. Texte et atlas. Paris : Masson; 1999.)

RAPPELS

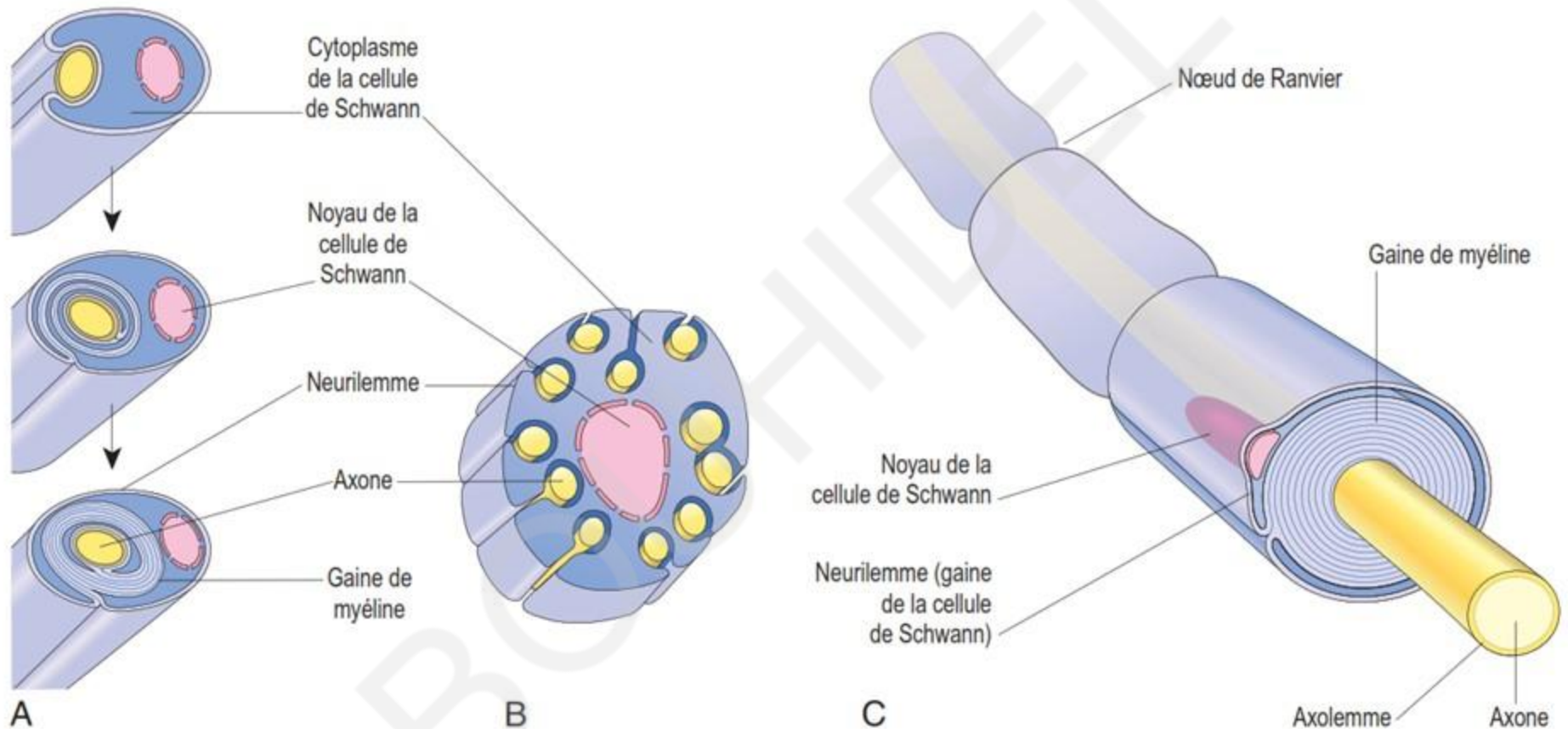


Transport axonal.

A. Transport antérograde des vésicules renfermant des protéines ou les molécules de neurotransmetteurs et transport rétrograde des corps plurivésiculaires. **B.** Transport antérograde des mitochondries et, après dégradation, transport rétrograde des corps multilamellaires.

(In : Vibert J.-F. et al. Neurophysiologie. De la physiologie à l'exploration fonctionnelle. 2^e édition. Collection Campus illustré. Paris : Elsevier-Masson; 2011.)

RAPPELS



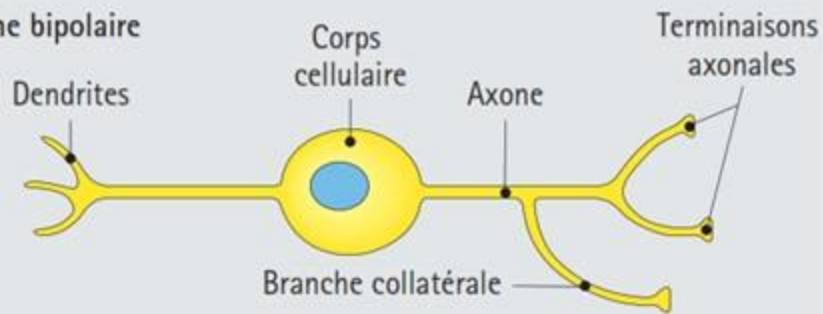
Disposition de la myéline.

A. Neurone myélinisé. **B.** Neurones non myélinisés. **C.** Longueur d'un axone myélinisé.

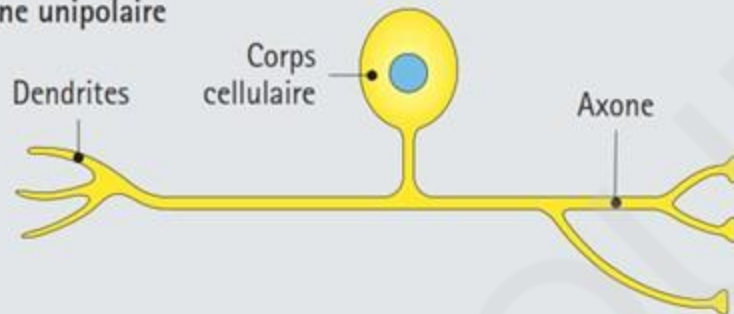
(In : Waugh A., Grant A. Ross et Wilson Anatomie et physiologie normales et pathologiques. Paris : Elsevier-Masson; 2011.)

RAPPELS

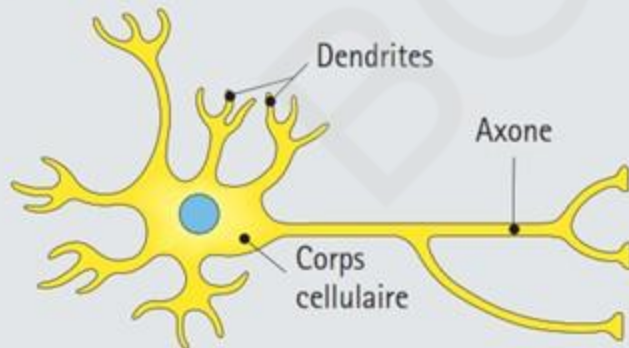
Neurone bipolaire



Neurone unipolaire



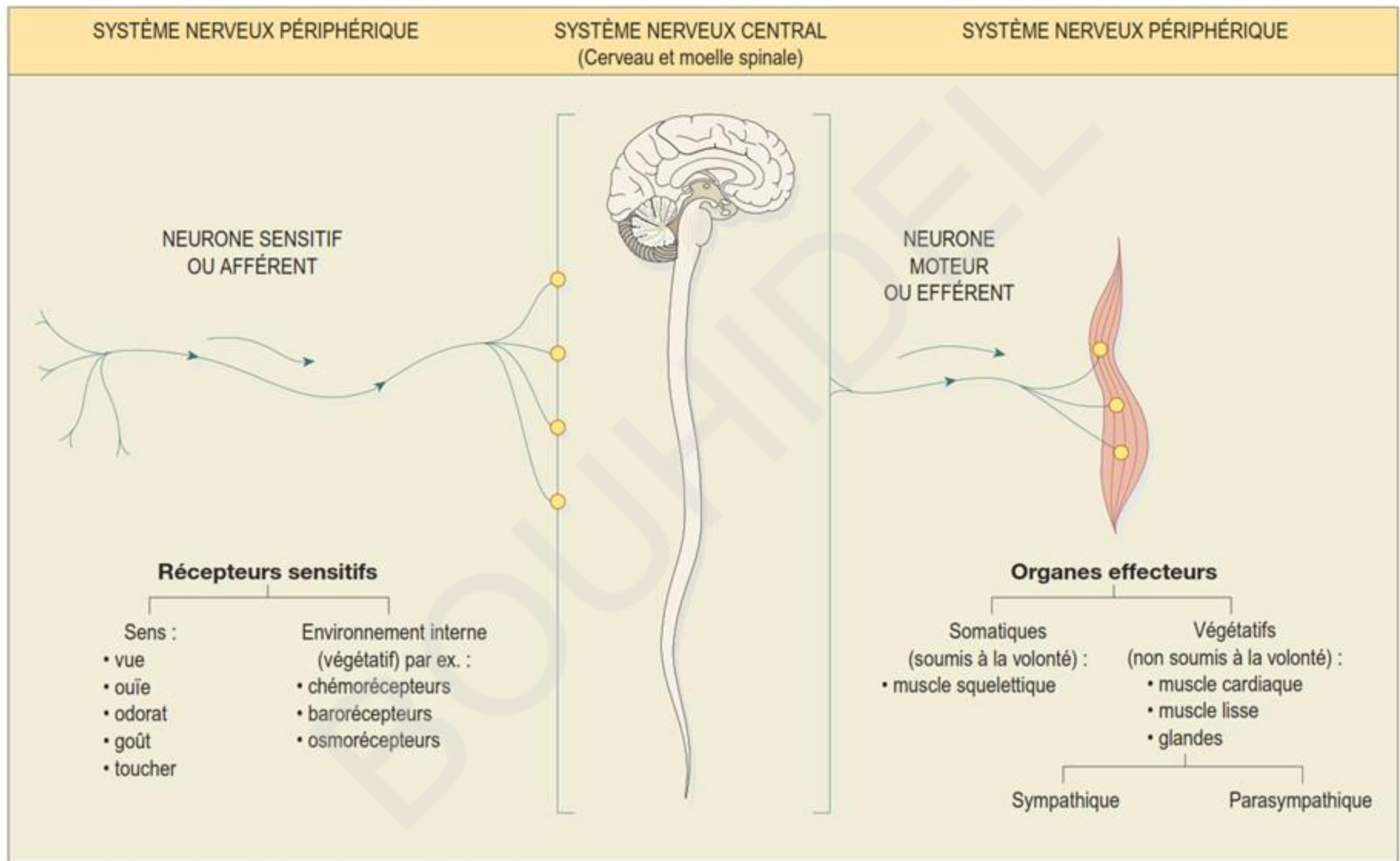
Neurone multipolaire



Neurones unipolaire, bipolaire et multipolaire.

(In : Stevens A., Lowe J. Histologie humaine. 3^e édition. Collection Campus référence. Paris : Elsevier; 2006.)

RAPPELS

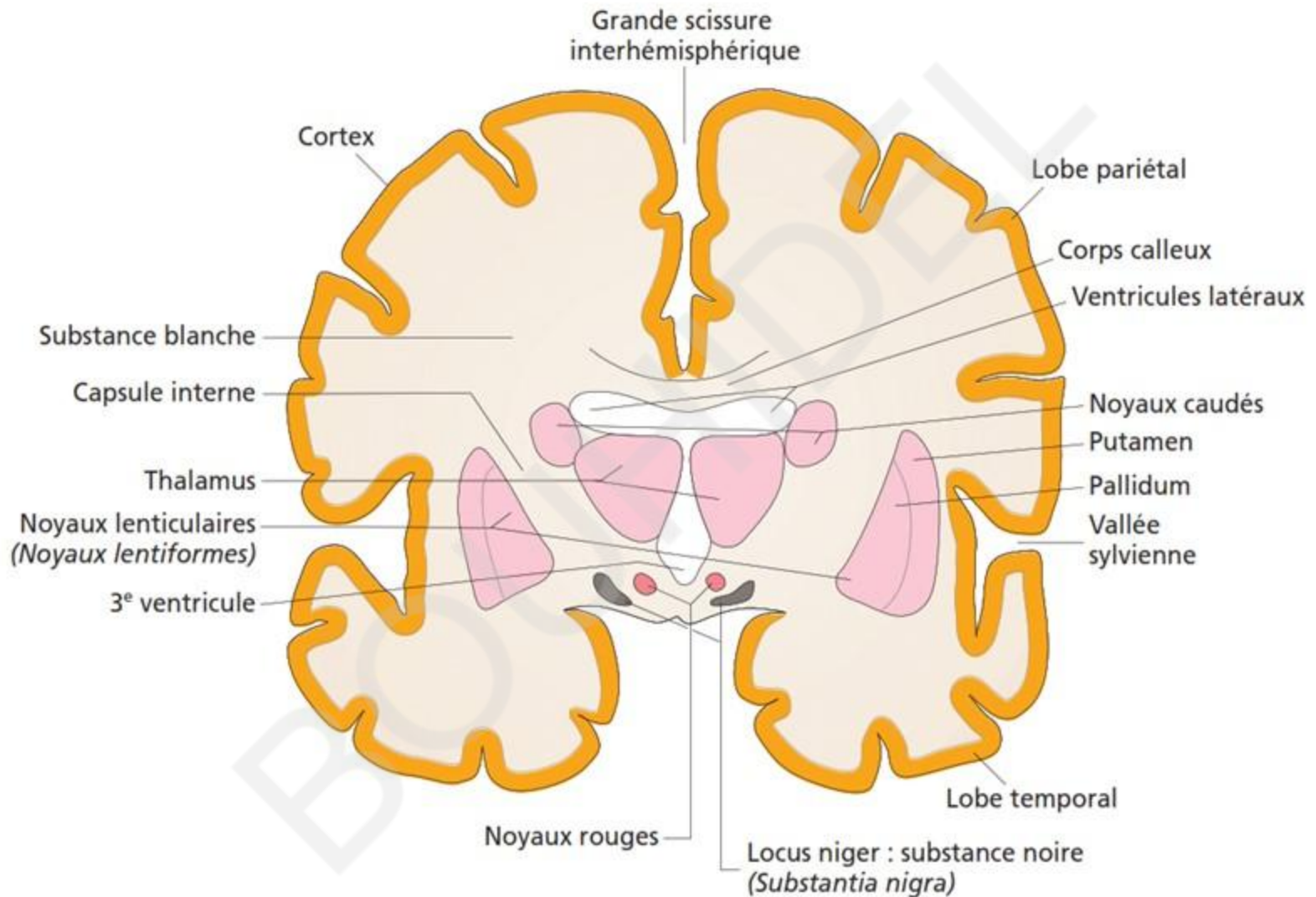


Neurones afférents et efférents.

Les flèches indiquent la direction de la conduction de l'influx nerveux.

(In : Waugh A., Grant A. Ross et Wilson Anatomie et physiologie normales et pathologiques. Paris : Elsevier-Masson; 2011.)

RAPPELS



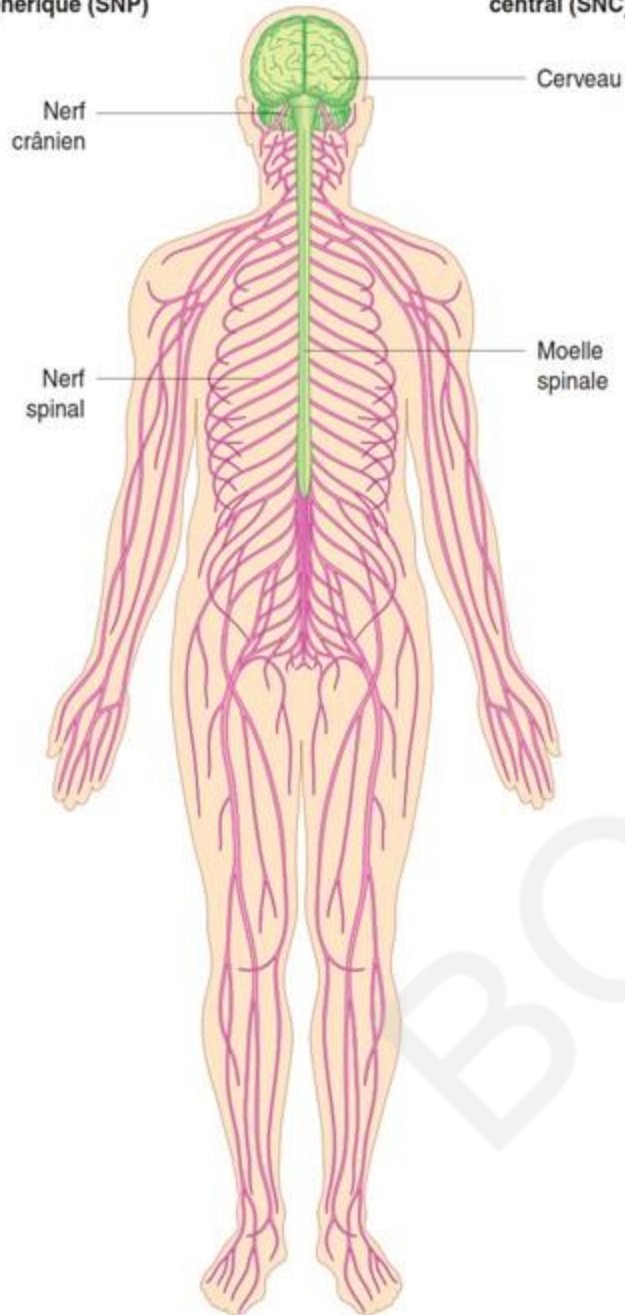
Coupe du cerveau.

(In : Bonin M.-C. et al. *Processus obstructifs*. UE 2.8. *Cahiers des sciences infirmières*. Paris : Elsevier-Masson; 2011.)

RAPPELS

Système nerveux
périphérique (SNP)

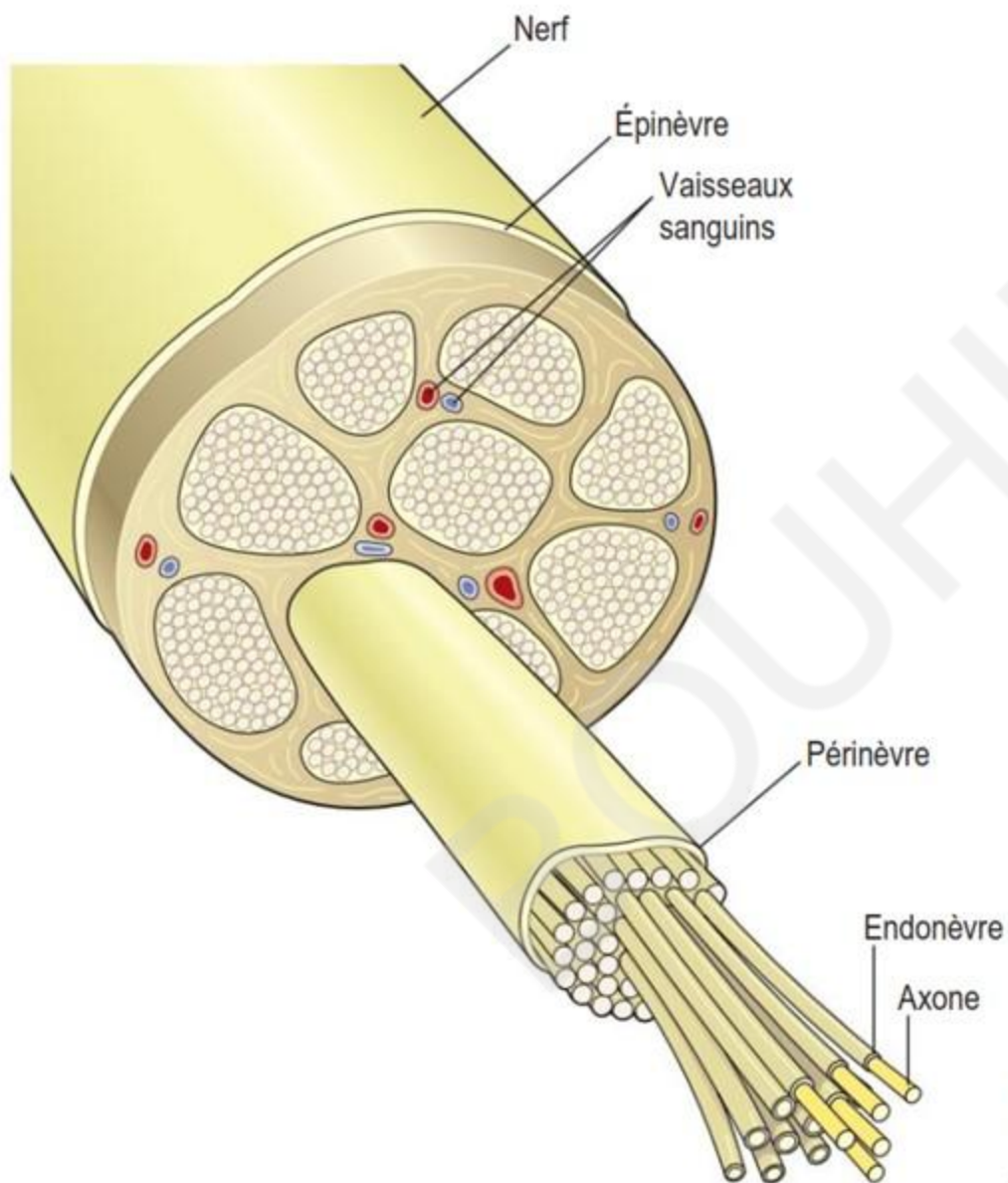
Système nerveu
central (SNC)



**Système nerveux central (SNC, en vert) et système nerveux
périphérique (SNP, en violet).**

(In : Drake R.L., Vogl A.W., Mitchell A.W.M. *Gray's Anatomie pour les étudiants*.
2^e édition. Paris : Elsevier; 2010.)

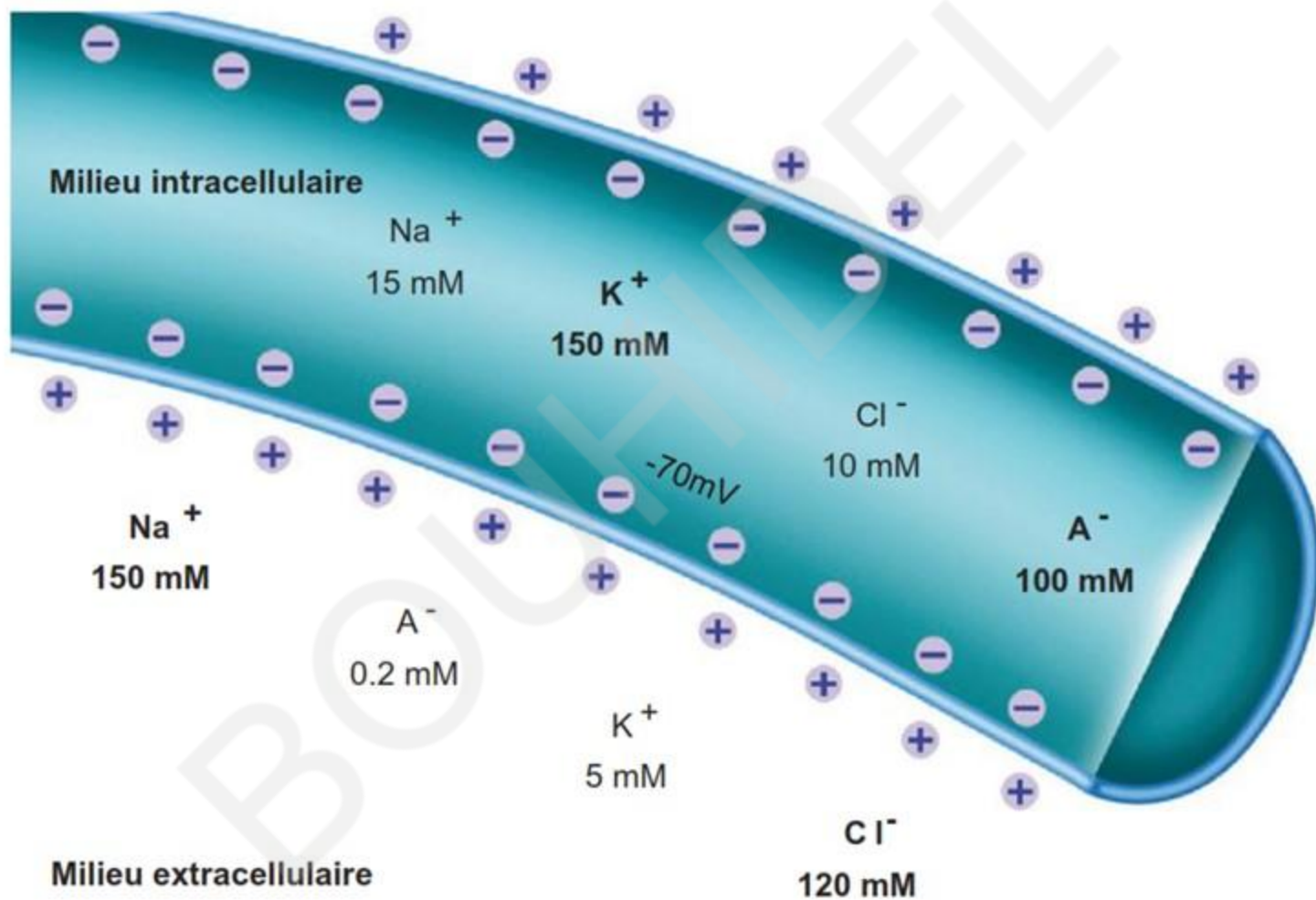
RAPPELS



Coupe d'un nerf périphérique.

(In : Waugh A., Grant A. Ross et Wilson Anatomie et physiologie normales et pathologiques. Paris : Elsevier-Masson; 2011.)

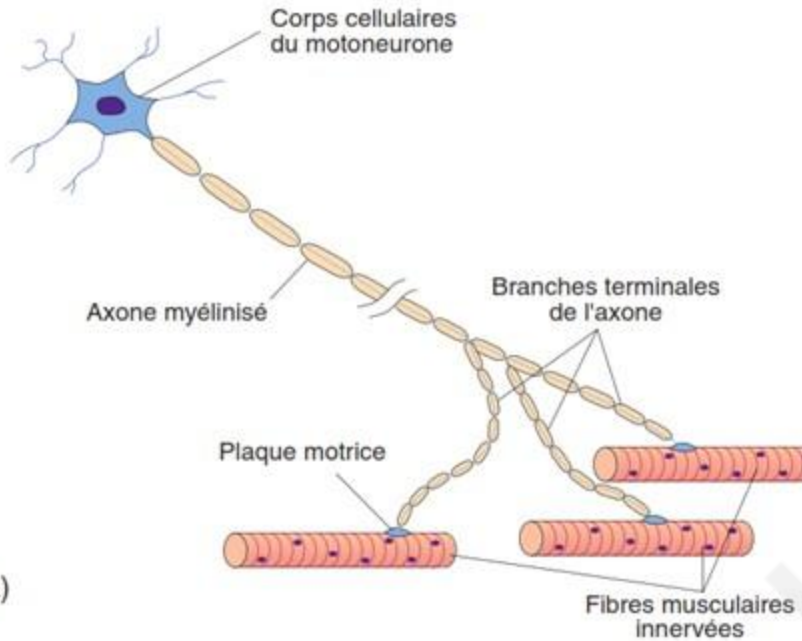
RAPPELS



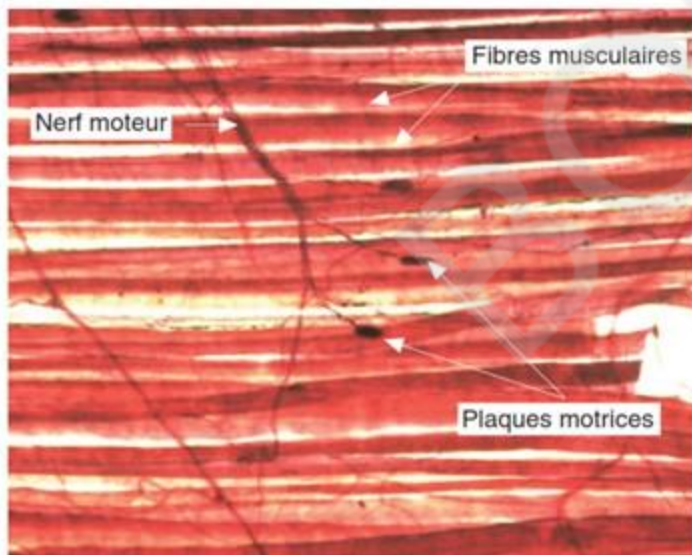
Répartition ionique de part et d'autre de la membrane plasmique.

(In : Rousset S. et Perlemuter G. *Biologie fondamentale et génétique*. UE 2.1, UE 2.2. Cahiers des sciences infirmières. Paris : Elsevier-Masson ; 2010.)

RAPPELS



(a)



(b)

Schéma de l'innervation du muscle squelettique des mammifères et de la structure de la jonction neuromusculaire. Le panneau (a) montre l'organisation générale d'une unité motrice. Un motoneurone dans le SNC donne naissance à un axone moteur, qui se ramifie pour innover un certain nombre de fibres musculaires. Le motoneurone et les fibres musculaires qu'il innerve forment une seule unité motrice. Dans le panneau (b), une photomicrographie montre l'innervation motrice d'un muscle de mammifère. Noter la ramification du tronc nerveux moteur et l'élargissement des terminaisons axonales qui forment les plaques motrices.

INTRODUCTION

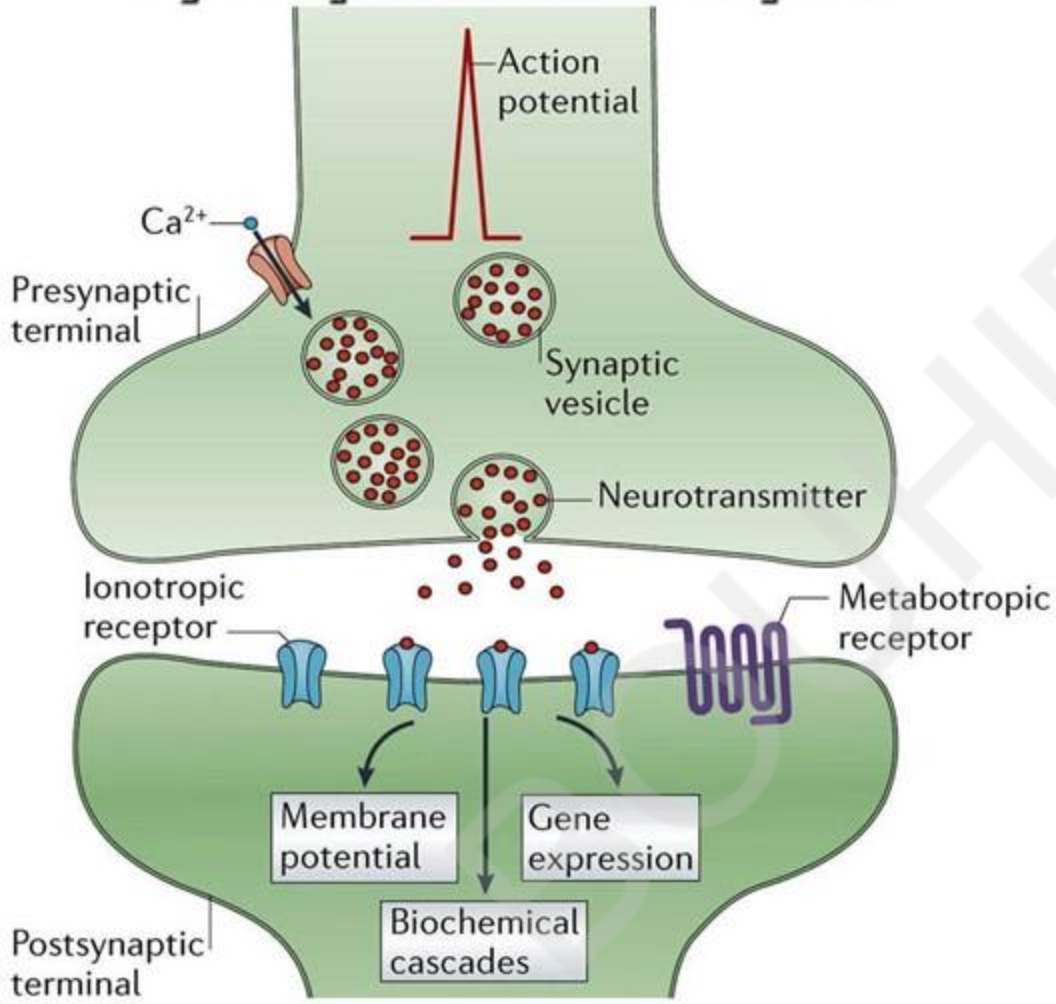


INTRODUCTION

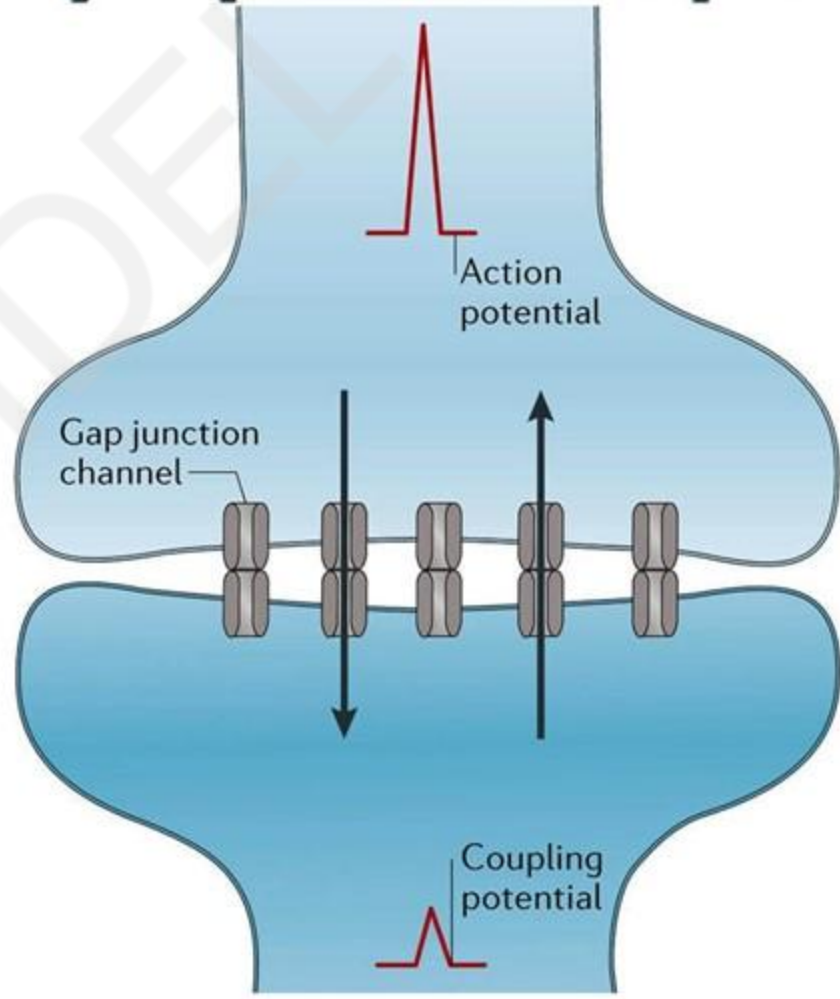
- ❖ Tout le fonctionnement du système nerveux repose sur **la transmission de l'influx nerveux entre les neurones** ou entre ceux-ci et **des cellules effectrices** au niveau des synapses.

LES DEUX TYPES DE SYNAPSES

synapse chimique



synapse électrique



LES DEUX TYPES DE SYNAPSES

- ❖ Il existe **deux types de synapses** :
 - **des synapses électriques**, qui permettent de faire passer directement le signal électrique du cytoplasme d'une cellule à l'autre à travers les jonctions communicantes (*gap junctions*) (**figure 01**) ;
 - **des synapses chimiques**, qui font passer indirectement l'information d'une cellule à l'autre au moyen des neuro- transmetteurs (**figure 02**). Un neurone établit en moyenne des contacts avec mille neurones voisins à travers des synapses chimiques.
- ❖ Les deux types de synapses diffèrent entre elles surtout par **la vitesse de transmission des influx nerveux**.

LES DEUX TYPES DE SYNAPSES

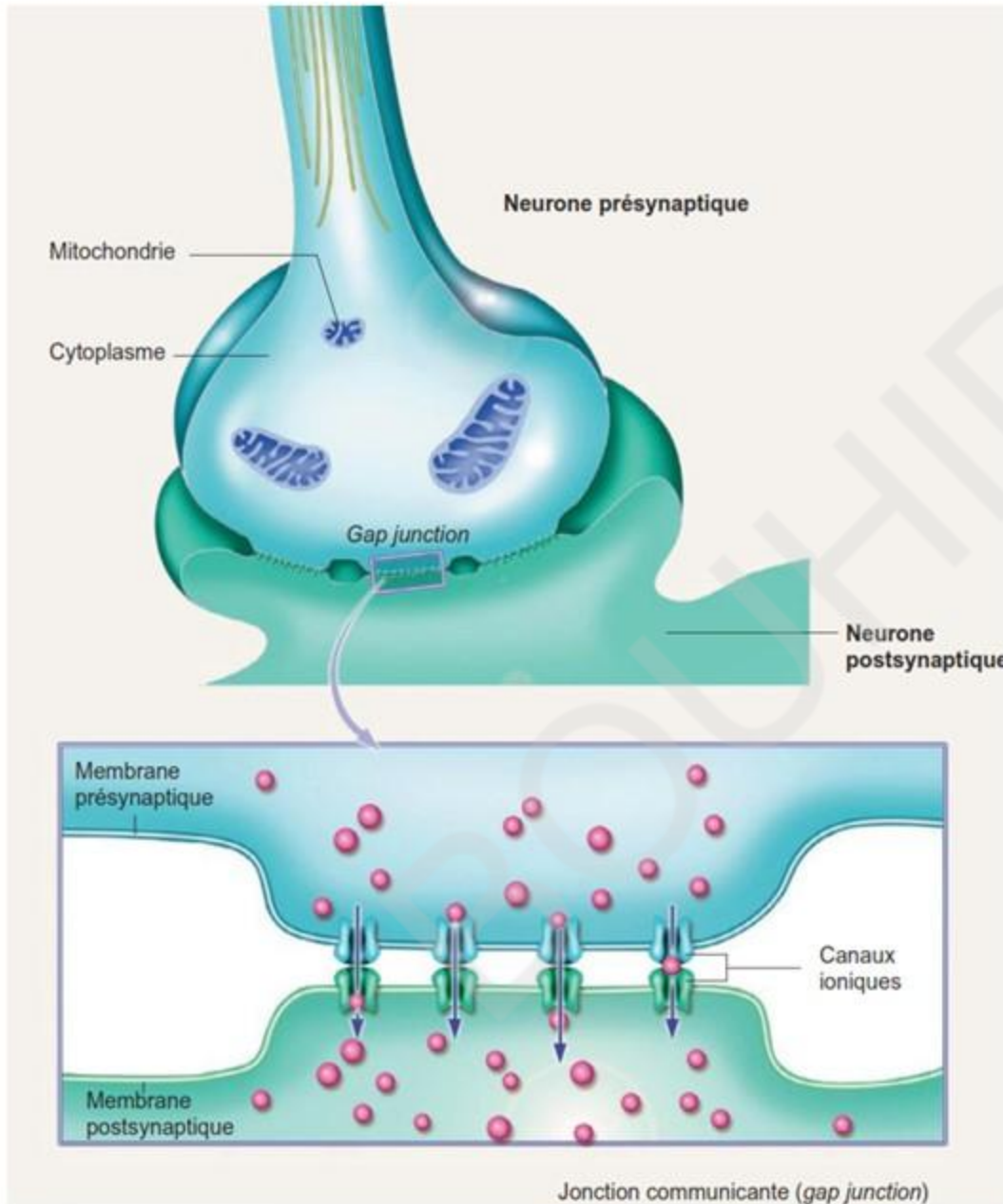


Figure 01 : La synapse électrique.

LES DEUX TYPES DE SYNAPSES

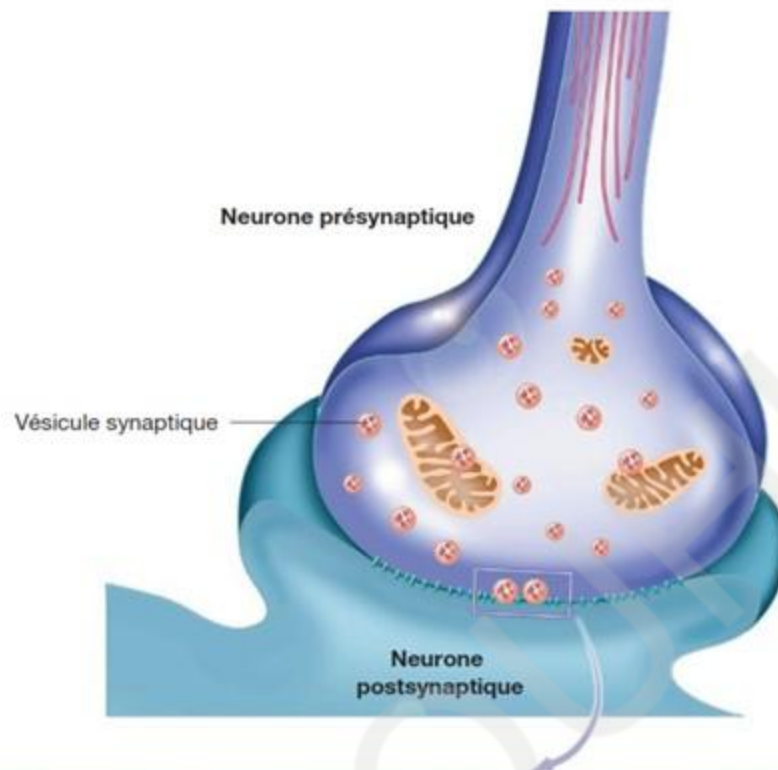
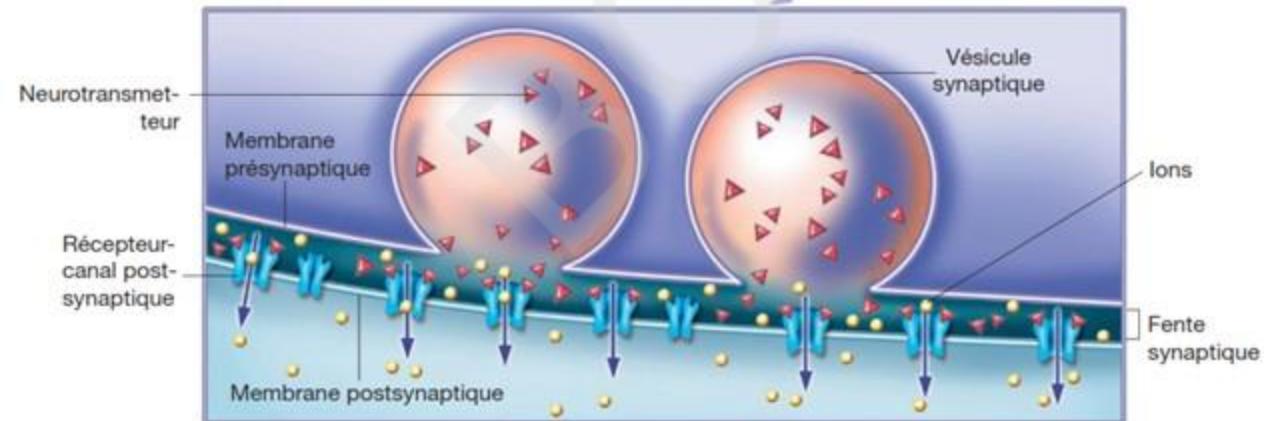


Figure 02 : La synapse chimique.



FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE



FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Définition

- ❖ Les synapses sont des zones de contact fonctionnel entre des terminaisons axonales d'une fibre nerveuse et d'autres cellules (**nerveuses, musculaires ou glandulaires**) au niveau d'une dendrite (**synapse axo-dendritique**), d'un soma (**synapse axo-somatique**) ou même d'un autre axone (**synapse axo-axonale**) (**figure 03**).
- ❖ Dans la synapse, l'information est donc transmise d'une **cellule présynaptique** à une **cellule postsynaptique**.
- ❖ La synapse joue un rôle de **clapet unidirectionnel bloquant tous les influx antidromiques**.

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Définition



Figure 03 : Les différentes synapses. Les synapses peuvent se former entre axone et dendrite, entre axone et péricaryon, ou entre axones.

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Définition

- ❖ Certaines synapses du **système nerveux central** ont une certaine **plasticité**.
- ❖ Elles peuvent se modifier, ce qui est très important **dans les processus d'apprentissage et de mémorisation**.
- ❖ De plus, le fonctionnement **des synapses** est modifiable par les **substances pharmacologiques à titre thérapeutique** ou par **des drogues** qui créent alors **des accoutumances**.

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie

- ❖ Dans ce type de synapse, les neurones présynaptique et postsynaptique sont séparés par un espace rempli de liquide extracellulaire, **la fente synaptique, large de 30 à 50 nm.**
- ❖ Les influx nerveux ne peuvent pas franchir cette zone.
- ❖ Ils doivent **libérer un neurotransmetteur contenu dans des vésicules synaptiques** qui va diffuser à travers l'espace de la fente synaptique et **agir sur des récepteurs situés dans la membrane plasmique** du neurone postsynaptique et produire un potentiel postsynaptique, **qui est un potentiel gradué.**

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie

- ❖ Fondamentalement, le **signal électrique présynaptique**, c'est-à-dire l'influx nerveux qui est codé en fréquence, va être converti d'abord en signal chimique, le neurotransmetteur, qui est codé en amplitude.
- ❖ Ensuite, le **neurone postsynaptique reçoit le signal chimique et le convertit en signal électrique**, le potentiel postsynaptique codé en amplitude, qu'il va devoir transformer en potentiel d'action et recoder en fréquence pour pouvoir acheminer l'information le long de l'axone.

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie

- ❖ L'ensemble de ces processus (**figure 04**) va prendre du temps : c'est le délai synaptique, qui dure environ 0,5 ms.
- ❖ On comprend que ce type de synapse soit **plus lent que la synapse électrique**.

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie

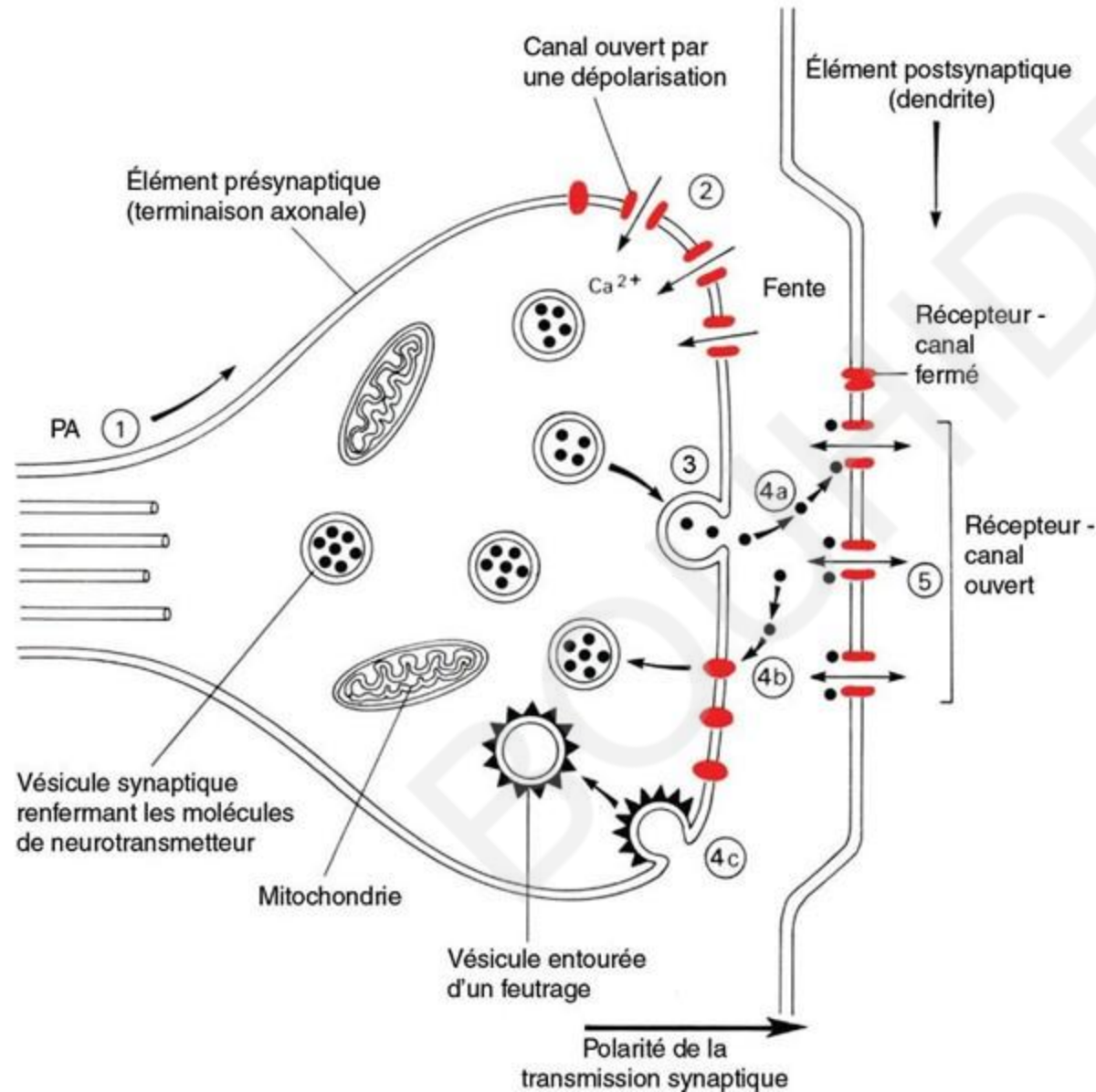


Figure 04 : La séquence des événements se déroulant au cours de la transmission synaptique.

1. Arrivée du potentiel d'action dans le bourgeon axonal. 2. La dépolarisation entraîne une ouverture de canaux calciques de la terminaison présynaptique. 3. Le calcium entrant favorise la fusion des vésicules à la membrane et l'exocytose du neurotransmetteur dans la fente synaptique. 4a. Fixation aux récepteurs-canaux et flux d'ions entrant ou sortant qui polarise ou dépolarise localement la membrane postsynaptique. 4b. Recapture du neurotransmetteur. 4c. Recyclage des vésicules. 5. Génération de potentiels postsynaptiques.

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : libération des neurotransmetteurs

- ❖ Lorsque l'influx nerveux arrive dans le bouton synaptique d'un neurone présynaptique, la phase de dépolarisation du potentiel d'action ouvre, en plus des canaux Na^+ potentiel-dépendants, des canaux Ca^{2+} potentiel-dépendants qui sont présents en forte densité à ce niveau.
- ❖ Comme les ions Ca^{2+} sont beaucoup plus concentrés dans le liquide extracellulaire, ils pénètrent largement dans le cytoplasme de façon passive le long du gradient électrochimique.
- ❖ Toutefois, l'ouverture de ces canaux Ca^{2+} est lente et est responsable d'une grande partie du délai synaptique.

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : libération des neurotransmetteurs

- ❖ L'ouverture de ces canaux entraîne une augmentation de la concentration du Ca^{2+} cytosolique, qui déclenche alors la migration et l'exocytose des vésicules synaptiques, vésicules qui contiennent un ou plusieurs neurotransmetteurs.
- ❖ L'exocytose des vésicules est déclenchée par l'action du calcium sur certaines protéines transmembranaires des vésicules synaptiques, les synapsines (en particulier la synaptotagmine), qui peuvent ensuite interagir avec des protéines situées sur la membrane plasmique de la terminaison axonale (en particulier la syntaxine).

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : libération des neurotransmetteurs

- ❖ La présence de Ca^{2+} permet aussi l'interaction d'autres protéines membranaires des vésicules et de la membrane plasmique regroupées sous le terme de SNAP (*Soluble N-ethylmaleimide-sensitif factor Attachment Protein*) et SNARE (*Soluble N-ethylmaleimide-sensitif factor Attachment protein REceptor*), et la fusion des membranes.
- ❖ L'ouverture des vésicules permet l'exocytose des neurotransmetteurs dans la fente synaptique. Ces neurotransmetteurs diffusent ensuite dans la fente synaptique et atteignent la membrane postsynaptique où ils se fixent sur des récepteurs spécifiques et génèrent localement un ou des potentiels postsynaptiques.

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : libération des neurotransmetteurs

- ❖ Ensuite, le Ca^{2+} est éliminé (Ca^{2+} -ATPase, échangeur $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$) et la vésicule est recyclée.
- ❖ La libération des neurotransmetteurs est dite quantique, car les molécules de neurotransmetteurs sont libérées par paquet correspondant à l'ouverture de chaque vésicule.
- ❖ Le nombre de vésicules ouvertes dépend directement de la quantité de Ca^{2+} cytosolique. C'est donc la fréquence des influx dans le neurone présynaptique qui contrôle la quantité de Ca^{2+} qui entre à travers les canaux et donc la quantité de Ca^{2+} cytosolique et donc la quantité de neurotransmetteurs libérés.

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : potentiels postsynaptiques

- ❖ Les potentiels postsynaptiques résultent de l'ouverture de canaux ioniques qui dépendent d'un médiateur chimique et qui sont insensibles au potentiel.
- ❖ Le nombre des canaux qui s'ouvrent ne dépend que de la quantité de neurotransmetteurs libérés. Ces potentiels postsynaptiques peuvent être excitateurs ou inhibiteurs (**figure 05**).

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : potentiels postsynaptiques

- ❖ Lorsque la fixation du neurotransmetteur sur le récepteur provoque une dépolarisation de la membrane postsynaptique et qu'elle rapproche le potentiel de membrane de son seuil d'excitation, on a un potentiel **postsynaptique excitateur, ou PPSE**.
- ❖ En pratique, les canaux à cations ainsi ouverts (par exemple, le récepteur-canal nicotinique de l'acétylcholine) n'ont pas de sélectivité ionique et ils peuvent laisser passer les trois cations les plus abondants Na^+ , K^+ et Ca^{2+} à travers la membrane.

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : potentiels postsynaptiques

- ❖ Toutefois, compte tenu des gradients électriques et des gradients de concentration des ions de part et d'autre de la membrane, l'entrée de Na^+ excède très largement l'entrée de Ca^{2+} et la sortie de K^+ . À la suite de l'entrée des ions Na^+ , il s'ensuit donc une diminution du potentiel de membrane.
- ❖ Un seul PPSE est insuffisant pour déclencher un potentiel d'action, mais le neurone postsynaptique devient plus excitable. Étant dépolarisé, son potentiel de membrane s'est rapproché de son seuil d'excitation.

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : potentiels postsynaptiques

- ❖ Quand la fixation du neurotransmetteur sur le récepteur provoque une hyperpolarisation de la membrane postsynaptique, **on parle de potentiel postsynaptique inhibiteur, ou PPSI**. Le potentiel de la membrane s'est éloigné de son seuil d'excitation et donc la production d'un potentiel d'action est devenue plus difficile.
- ❖ En pratique, ces PPSI résultent de l'ouverture de canaux Cl^- avec entrée des anions Cl^- ou de canaux K^+ avec sortie des ions K^+ , qui sont tous dépendants d'un médiateur chimique et insensibles au potentiel. Le potentiel de la membrane devient plus négatif, la cellule est hyperpolarisée.

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : potentiels postsynaptiques

- ❖ Finalement l'état d'excitation du neurone postsynaptique dépend de la somme algébrique des **très nombreux PPSE et PPSI** qui sont générés par toutes les synapses établies par un neurone.
- ❖ Lorsque cette somme dépasse le seuil, il y a **déclenchement d'un potentiel d'action**.

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : Sommation des potentiels postsynaptiques

- ❖ La sommation des PPSE et des PPSI est facilitée pour trois raisons.
- ❖ Le PPSE comme le PPSI durent longtemps, environ 15ms, ce qui est beaucoup plus long que le potentiel d'action qui ne dure que 2 à 3ms.
- ❖ Ils ne présentent pas de période réfractaire à la différence du potentiel d'action.
- ❖ Enfin, un seul neurone du système nerveux central reçoit des informations en provenance de 1 000 à 10 000 synapses, ce qui est à l'origine de très nombreux PPSE et PPSI sur le neurone postsynaptique.

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : Sommation des potentiels postsynaptiques

- ❖ Si la sommation résulte de l'accumulation de neurotransmetteur libéré par de nombreux boutons synaptiques en même temps, on parle de sommation spatiale.
- ❖ Si elle résulte de l'accumulation de neurotransmetteur libéré par un seul bouton synaptique qui produit des décharges en successions rapides, on parle de sommation temporelle.
- ❖ Il faut alors que la deuxième décharge se produise au plus tard 15 ms après la première (**figure 05, 06**).

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : Sommation des potentiels postsynaptiques

- ❖ Étant donné que la densité des canaux Na^+ est très importante au niveau de la zone «gâchette» des neurones moteurs ou dans les parties réceptrices des neurones sensitifs, c'est à ces niveaux que va se faire l'intégration finale des influences excitatrices et inhibitrices.
- ❖ Dans les motoneurones, cette zone est éloignée des dendrites, riches en synapses, ce qui va faciliter la fonction d'intégration du neurone, puisque seules les influences synaptiques bénéficiant d'une sommation spatiale ou temporelle suffisante pourront atteindre par conduction électrotonique la région «gâchette».

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : Sommation des potentiels postsynaptiques

- ❖ En effet, les PPSE et les PPSI ne se propagent que sur des distances très faibles.
- ❖ Enfin, l'excitabilité d'un neurone est d'autant plus grande que son soma est plus petit. Ainsi, les motoneurones γ de petite taille sont plus facilement mis en action que les motoneurones α de grande taille.

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : Sommation des potentiels postsynaptiques

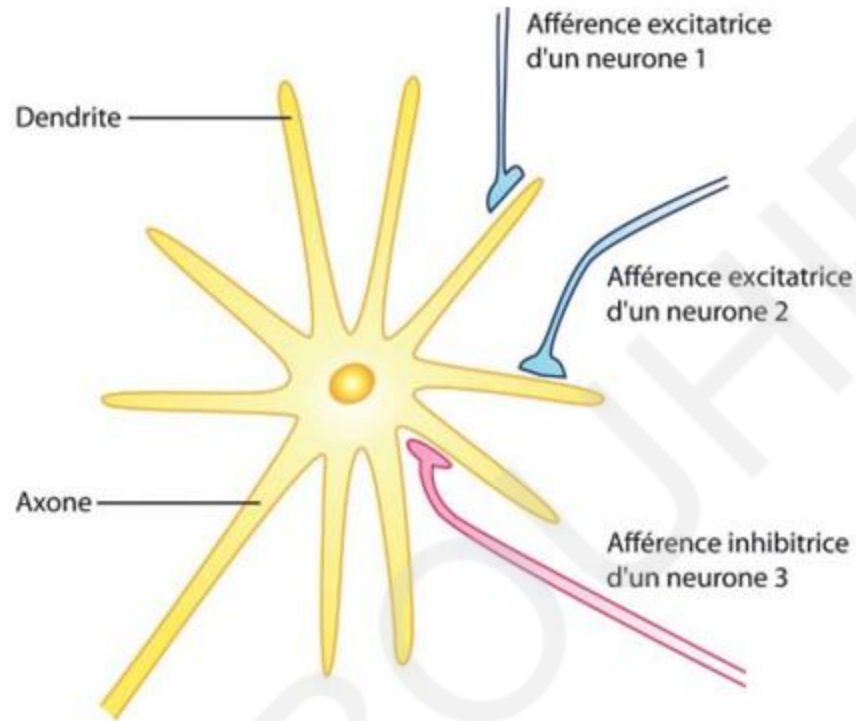
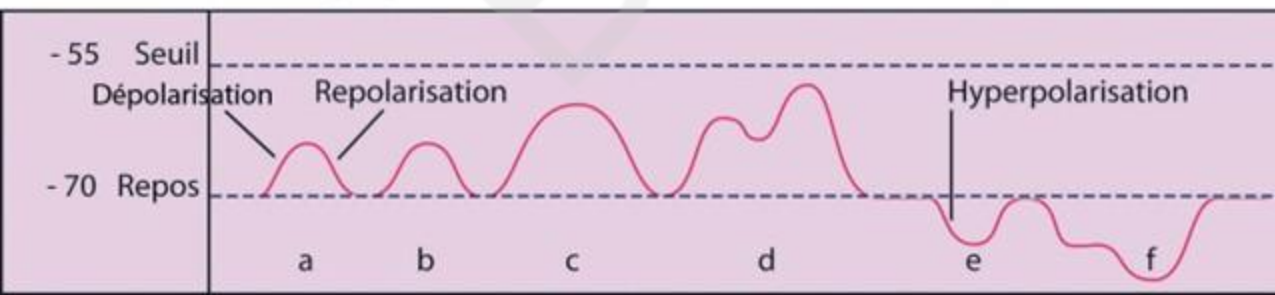


Figure 05 : Structure générale du tube digestif.

Potentiel de membrane (mV)



FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : Sommation des potentiels postsynaptiques

Figure 05 : Structure générale du tube digestif. Potentiels postsynaptiques excitateur (PPSE) et inhibiteur (PPSI).

Sommations temporelles et spatiale.

- Réponse du neurone à l'arrivée d'un potentiel d'action au niveau de l'afférence du neurone 1 : déclenchement d'un PPSE.
- Réponse du neurone à l'arrivée d'un potentiel d'action au niveau de l'afférence du neurone 2 : déclenchement d'un PPSE.
- Réponse du neurone lorsque les afférences du neurone 1 et du neurone 2 sont stimulées simultanément : sommation spatiale (PPSE d'amplitude plus grande, susceptible de déclencher un potentiel d'action si le seuil est franchi).
- Réponse du neurone lorsque la même afférence excitatrice est stimulée par l'arrivée de deux potentiels d'action très rapprochés : sommation temporelle (PPSE d'amplitude plus grande, susceptible de déclencher un potentiel d'action si le seuil est franchi).
- Réponse du neurone à l'arrivée d'un potentiel d'action au niveau de l'afférence inhibitrice du neurone 3 : déclenchement d'un PPSI.
- Réponse du neurone lorsque la même afférence inhibitrice du neurone 3 est stimulée par l'arrivée de deux potentiels d'action très rapprochés : sommation temporelle (PPSI d'amplitude plus grande qu'en e).

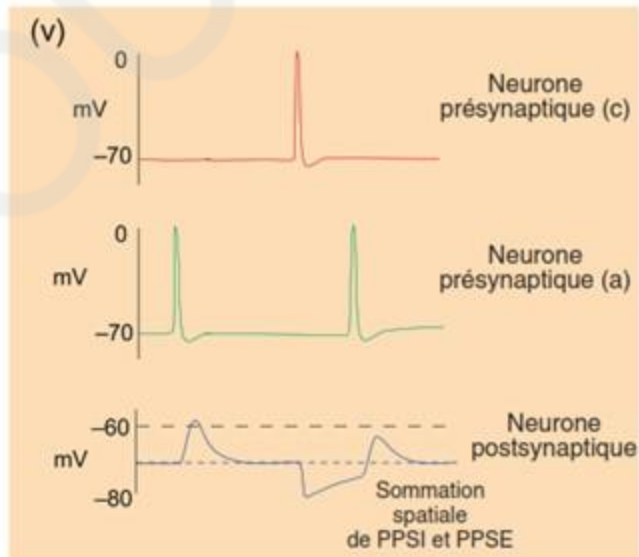
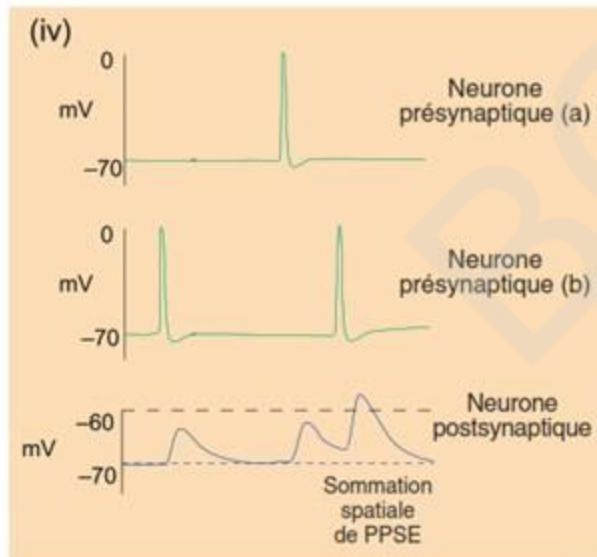
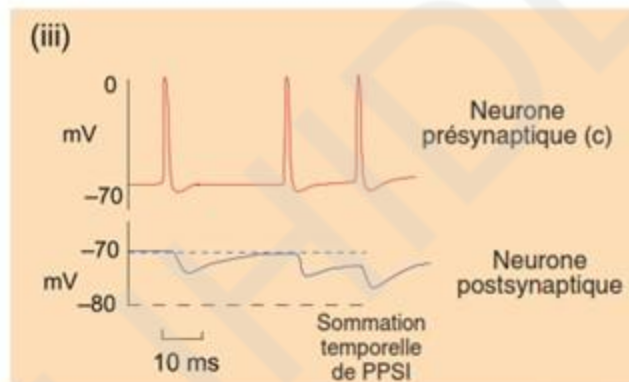
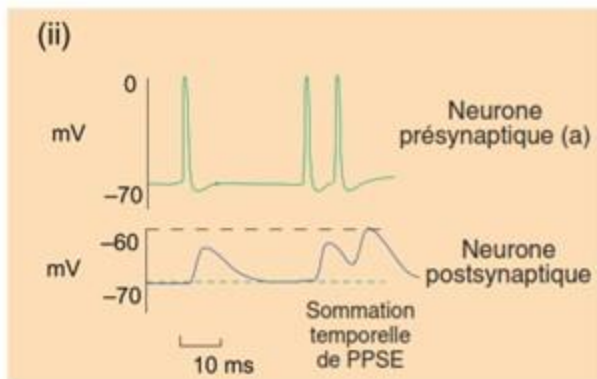
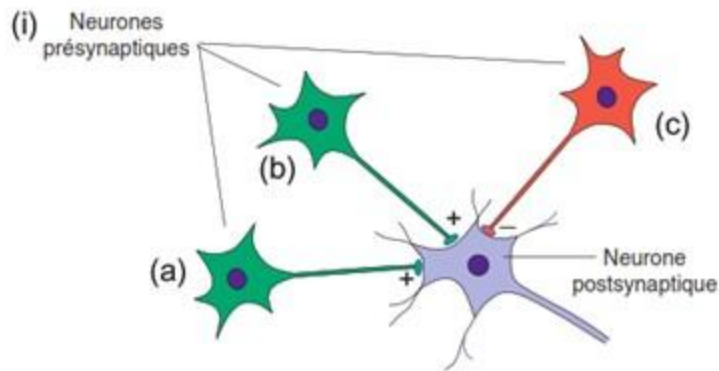


Figure 06 : Schéma simple illustrant les sommations temporelle et spatiale des potentiels synaptiques.

Figure 06 : Schéma simple illustrant les sommations temporelle et spatiale des potentiels synaptiques.

Considérons un groupe de quatre neurones tels que ceux au sommet de la figure (i).

Les potentiels d'action dans les neurones présynaptiques (a-c) provoquent des potentiels postsynaptiques excitateurs (PPSE) et des potentiels postsynaptiques inhibiteurs (PPSI) dans le neurone postsynaptique.

Si deux PPSE se succèdent rapidement à un même contact synaptique, ils s'additionnent, comme le montre le panneau (ii) (sommation temporelle).

Les PPSI ont aussi une sommation temporelle (panneau iii).

Si les PPSE sont produits à différents contacts synaptiques dans un court laps de temps, ils présentent une sommation spatiale – panneau (iv).

PPSE et PPSI peuvent également subir une sommation spatiale, comme indiqué dans le panneau (v).

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : Facilitation et inhibition présynaptiques

- ❖ Certaines synapses peuvent modifier la quantité de neurotransmetteurs libérés au niveau d'autres synapses.
- ❖ Ainsi, la facilitation présynaptique augmente la quantité de neurotransmetteur libéré, alors que l'inhibition présynaptique la diminue.
- ❖ Ces deux processus peuvent durer longtemps et jouent un rôle dans l'apprentissage et la mémorisation.

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : Elimination du neurotransmetteur

- ❖ L'élimination du neurotransmetteur est essentielle pour avoir un fonctionnement synaptique normal, **c'est-à-dire fugace.**
- ❖ Elle s'effectue de trois façons : **par diffusion, par dégradation enzymatique, par recapture présynaptique ou gliale.**

FONCTIONNEMENT DE LA SYNAPSE CHIMIQUE

Physiologie : Elimination du neurotransmetteur

- ❖ **Par diffusion** : une partie de tous les neurotransmetteurs diffuse en dehors de la fente synaptique ;
- ❖ **Par dégradation enzymatique** : ainsi, l'acétylcholine est dégradée par l'acétylcholinestérase située dans la fente synaptique ; à ce niveau, les molécules anticholinestérasiques comme la néostigmine ou la physostigmine, qui bloquent la dégradation de l'acétylcholine, vont favoriser la transmission synaptique ;
- ❖ **Par recapture présynaptique ou gliale** : les neurotransmetteurs peuvent être recaptés par le neurone qui vient de les libérer ou même par les cellules gliales, via des transporteurs présynaptiques à huit ou douze hélices transmembranaires (exemple du glutamate ou des catécholamines) ; cela permet de moduler la libération du neurotransmetteur.

NEUROTRANSMETTEURS



NEUROTRANSMETTEURS

Cotransmission

- ❖ En général, un **neurone peut libérer plusieurs neurotransmetteurs**.
- ❖ Ils sont localisés dans la même vésicule, **s'ils sont tous les deux peptidiques**, sinon ils sont localisés dans des vésicules différentes.

NEUROTRANSMETTEURS

Les différents neurotransmetteurs

- ❖ Les neurotransmetteurs sont soit de **nature peptidique** soit de **nature non peptidique**. Ils sont tous localisés dans **les vésicules synaptiques**.
- ❖ **Les neurotransmetteurs peptidiques** sont synthétisés dans les corps de Nissl du corps cellulaire, puis ils sont stockés dans des vésicules issues de l'appareil de Golgi et sont transportés sous cette forme par les microtubules jusque dans les vésicules synaptiques.
- ❖ **Les neurotransmetteurs non peptidiques** sont synthétisés sur place dans la terminaison de l'axone, grâce à des enzymes spécifiques qui sont élaborées dans le corps cellulaire du neurone, puis transportées jusqu'aux terminaisons axonales par le flux axonal.

NEUROTRANSMETTEURS

Les différents neurotransmetteurs

❖ Parmi les neurotransmetteurs, on distingue :

- **l'acétylcholine** : elle est synthétisée dans la terminaison présynaptique, à partir de la choline et de l'acétyl-coenzyme A sous l'action de la choline-acétyl transférase ; elle est dégradée par l'acétylcholinestérase qui est localisée dans l'espace synaptique ;

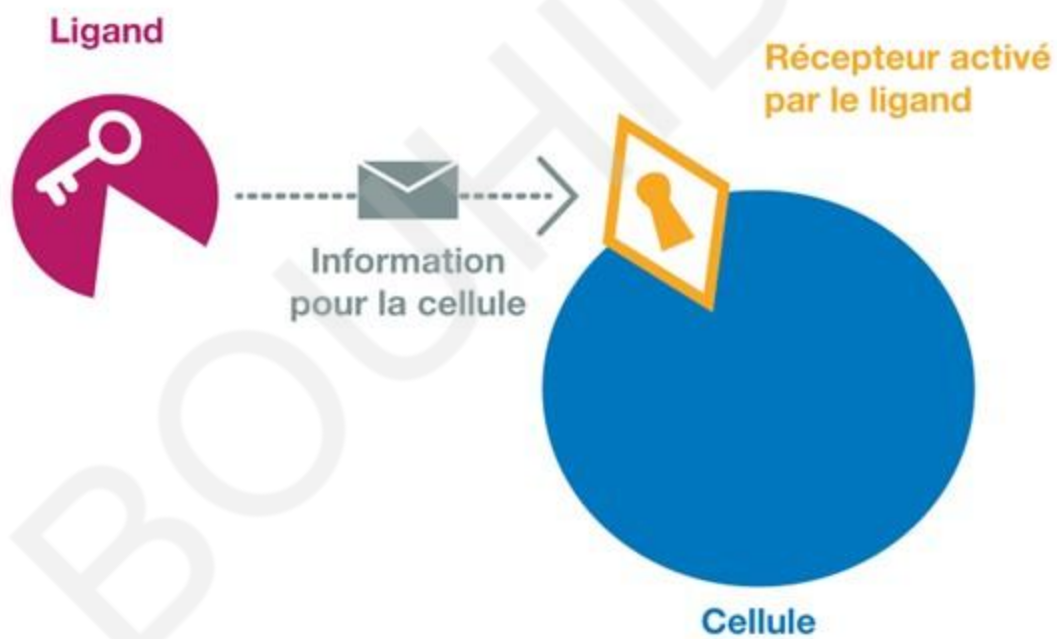
- **le groupe des amines** : ce groupe comprend différentes molécules classées selon leur nature chimique. Le sous-groupe des catécholamines comprend la dopamine et la noradrénaline, qui sont synthétisées à partir de la tyrosine sous l'action de la tyrosine hydroxylase puis de la DOPA décarboxylase et de la dopamine oxydase ou dopamine β -hydroxylase. L'adrénaline n'est pas un neurotransmetteur. Le sous-groupe des indolamines est représenté par la sérotonine, ou 5OH-tryptamine, qui est synthétisée à partir du tryptophane. Enfin, l'histamine est synthétisée à partir de l'histidine ;

NEUROTRANSMETTEURS

Les différents neurotransmetteurs

- **le groupe des acides aminés** : on a pris l'habitude de classer les acides aminés neuromédiateurs en fonction de leurs effets postsynaptiques et on parle d'acides aminés excitateurs pour le glutamate et l'aspartate et d'acides aminés inhibiteurs pour le GABA (acide γ -aminobutyrique) et la glycine dans le cerveau et la moelle ;
- **le groupe des polypeptides**, qui comprend de nombreuses familles, dont : – les peptides opioïdes, avec les enképhalines, les endorphines et la dynorphine ; – les tachykinines, avec la substance P ;
- **le groupe des purines** : ce sont l'adénosine, l'adénosine monophosphate (AMP) et l'adénosine triphosphate (ATP) ;
- **le groupe des messagers intercellulaires diffusibles** : le chef de file en est le NO (monoxyde d'azote).

RECEPTEURS



RECEPTEURS

Définition

- ❖ Pour agir, le neurotransmetteur doit se fixer sur une **protéine transmembranaire spécialisée, le récepteur.**
- ❖ Le messenger **est dénommé agoniste**, comme toutes les autres molécules qui se fixent sur le récepteur et produisent le même effet que le messenger lui-même.
- ❖ Certaines substances sont également capables de se fixer sur le récepteur, mais agissent en le bloquant, **ce sont des antagonistes.**

RECEPTEURS

Définition

- ❖ On distingue les **récepteurs postsynaptiques**, dont le rôle est de transmettre l'information du neurone présynaptique au neurone postsynaptique, et **les récepteurs présynaptiques**, dont le rôle est très différent puisqu'ils modulent la libération du neurotransmetteur et ne participent pas à la transmission du message.

RECEPTEURS

Définition

- ❖ On peut classer les récepteurs selon qu'ils **sont excitateurs et provoquent une dépolarisation de la membrane**, ou **inhibiteurs et provoquent une hyperpolarisation de la membrane**.
- ❖ Toutefois, lorsque le **neurotransmetteur se fixe sur la protéine réceptrice**, il **provoque une modification de conformation** et donne naissance à un signal intracellulaire, **c'est la transduction**.
- ❖ Selon le mode de transduction, on distingue **des récepteurs-canaux** (avec une réponse directe et très rapide) et **des récepteurs métabotropes** (avec une réponse amplifiée car il y a génération de seconds messagers).

RECEPTEURS

Récepteurs-canaux

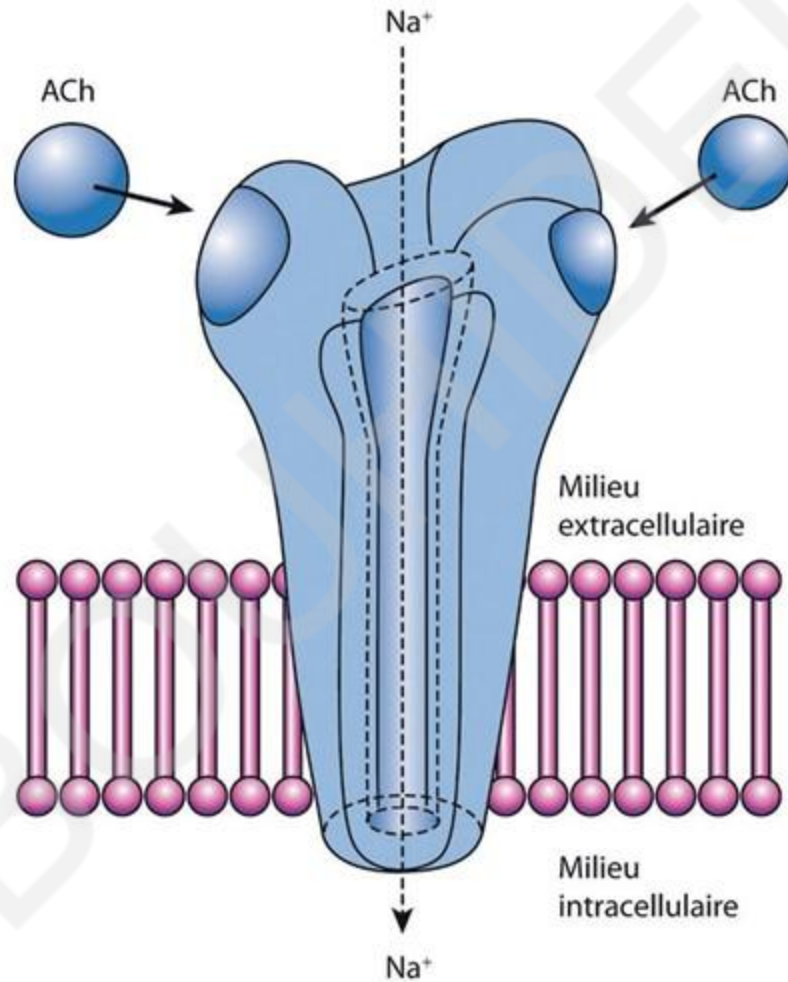


Figure 07 : Récepteur nicotinique. Ach, acétylcholine.

RECEPTEURS

Récepteurs métabotropes

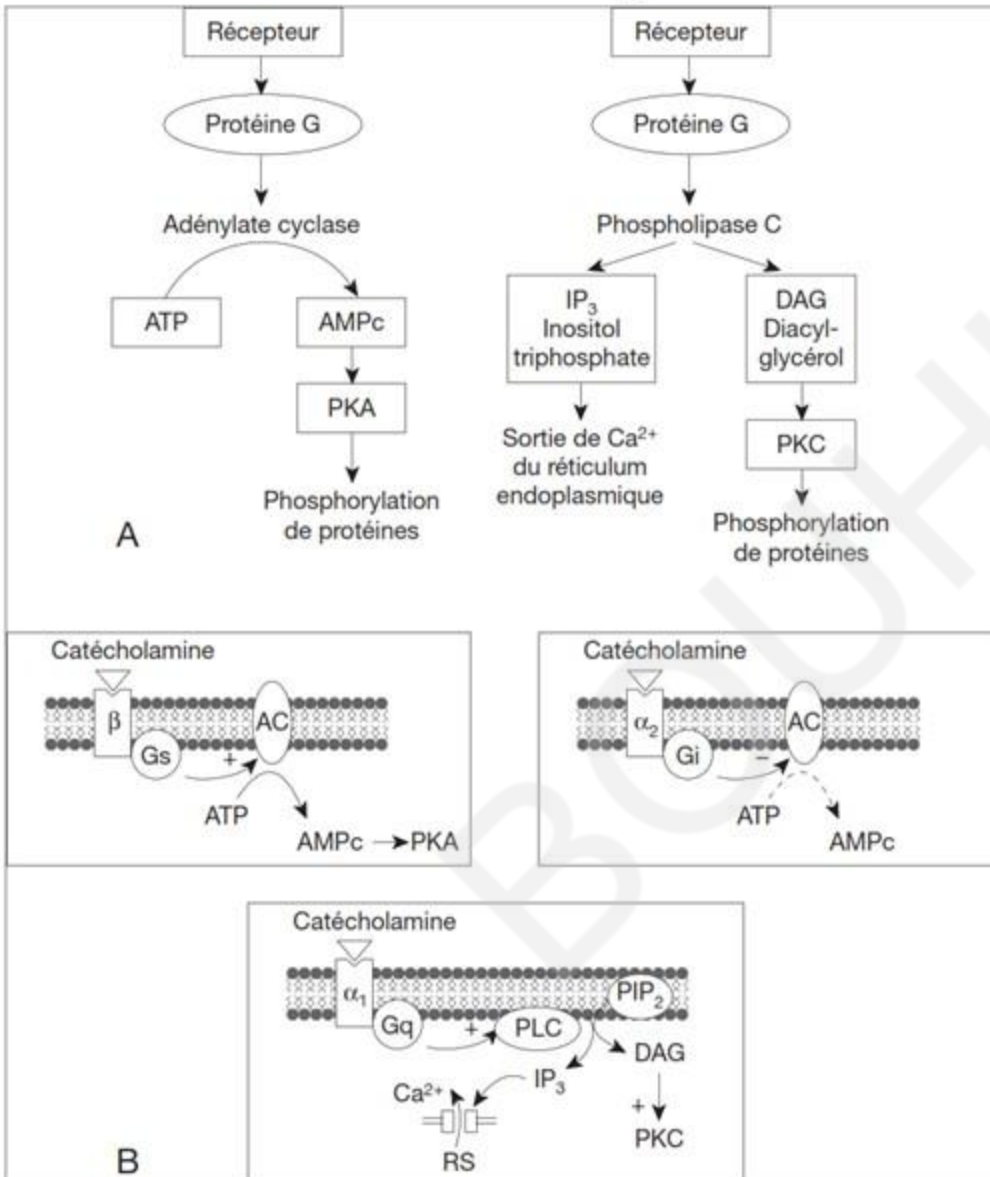


Figure 08 : Récepteurs métabotropes noradrénergiques. A. Représentation schématique de la transduction du signal. B. Mécanisme d'action des catécholamines sur les récepteurs β, α₁, et α₂.

**MERCI DE VOTRE
ATTENTION**