AlloSchool

Sciences de la Vie et de la Terre 1 Bac

La communication nerveuse
Cours (Partie 4)

Professeur : Mr BAHSINA Najib

Sommaire

V- Points de connexions entre neurones : notion de synapse

5-1/ Mise en évidence de la synapse

5-2/ Transmission du message nerveux au niveau de la synapse

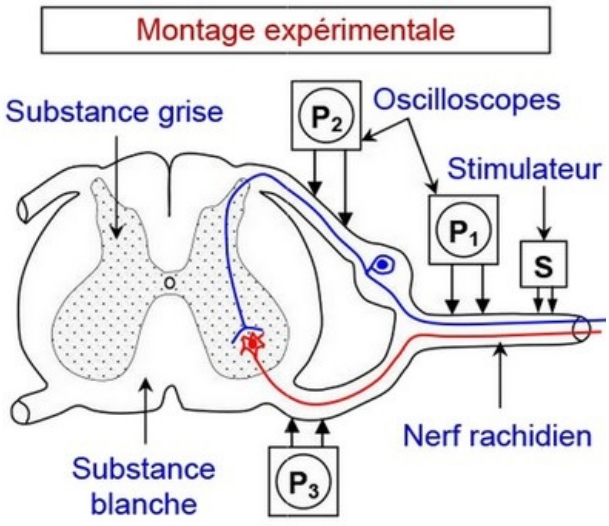
5-3/ Les types de synapses

5-4/ Mécanisme de la transmission synaptique

V- Points de connexions entre neurones : notion de synapse

5-1/ Mise en évidence de la synapse

On applique une excitation sur un nerf rachidien d'une grenouille au point S et on enregistre simultanément la durée mise par l'influx nerveux lors de son passage de P_1 à P_2 et de P_2 à P_3 :



Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

	Distance (mm)	Durée mise par l'influx nerveux (ms)
Entre P_1 à P_2	4	0,2
Entre P_2 à P_3	2	0,25

	Distance (mm)	Durée mise par l'influx nerveux (ms)
Entre P_1 à P_2	4	0,2
Entre P_2 à P_3	2	0,25

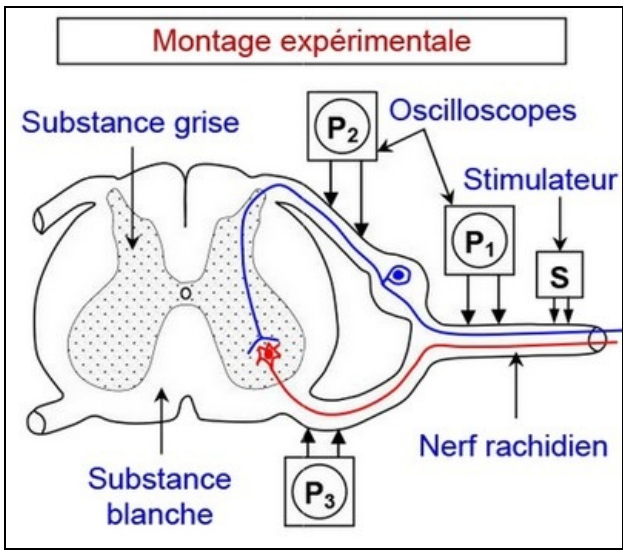
Calculons la vitesse de propagation de l'influx nerveux :

Entre P_1 à P_2 :

Entre P_2 à P_3 :

IL y a un retard dans la transmission de l'influx nerveux au niveau de la moelle épinière.

Ce retard est appelé délai synaptique, et s'explique par l'existence dans la substance grise, de points de connexion entre les neurones ou synapse.



Le délai synaptique est le temps nécessaire pour la conduction d'un signal à travers une synapse.

Calculons donc la valeur du délai synaptique dans le cas précédent:

En présence de la synapse, la durée mise par l'influx nerveux pour traverser la distance $P_2 - P_3$ est $t_1 = 0,25ms$.

Si on suppose qu'il n'y a pas de synapse entre P_2 à P_3,

la durée mise par l'influx nerveux pour traverser la distance $P_2 - P_3$ est t_2.

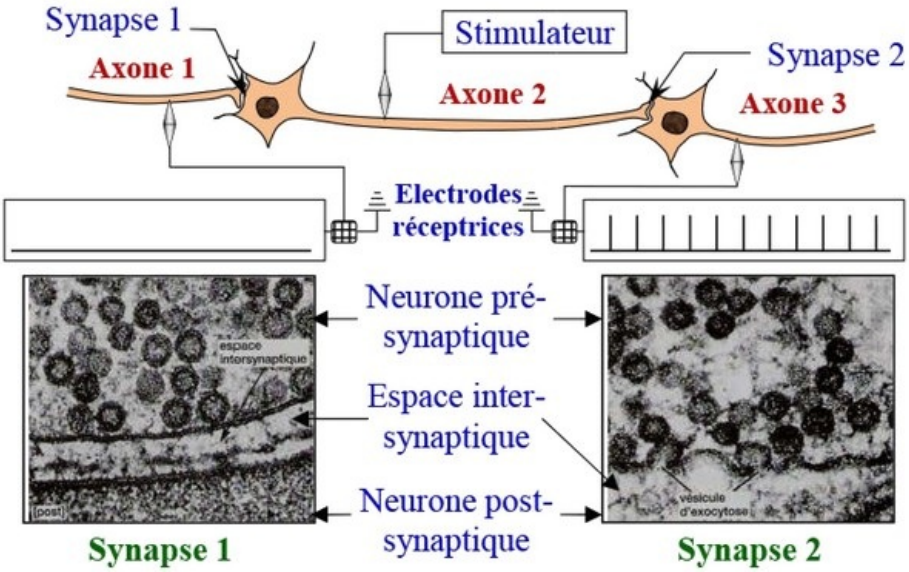
La vitesse de l'influx nerveux en absence de synapses est :

Le délai synaptique est :

5-2/ Transmission du message nerveux au niveau de la synapse

Sur un circuit de 3 neurones, on porte des excitations efficaces et successives sur l'axone 2 du neurone 2 , et on enregistre l'activité électro-nerveuse au niveau des axones des neurones 1 et 3.

On obtient les enregistrements représentés sur les figures suivantes :

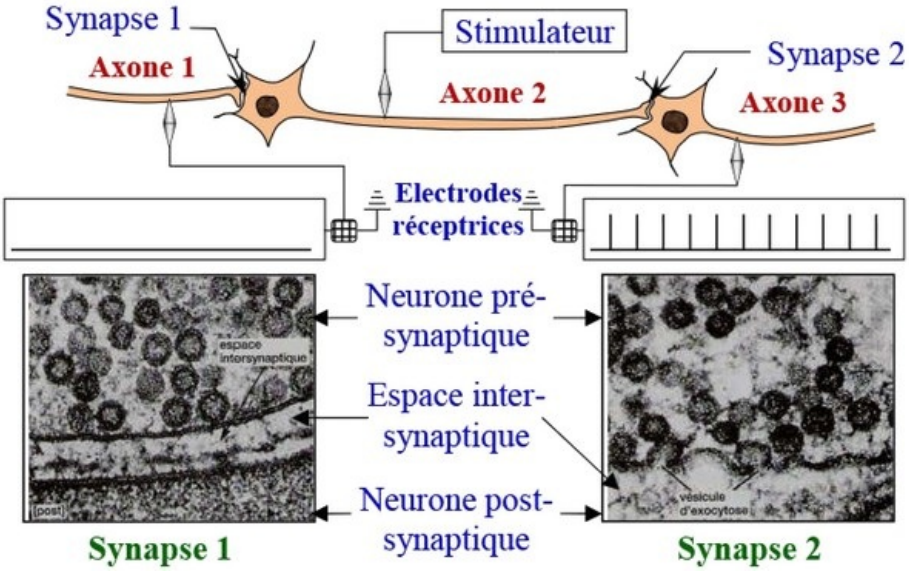


L'excitation de l'axone 2 a permis d'enregistrer des potentiels d'actions sur l'axone 3, et n'a donnée aucun potentiel d'action sur l'axone 1.

Les potentiels d'action se propagent donc de l'arborisation terminale du neurone 2 au corps cellulaire du neurone 3, et ne peuvent être transmis du corps cellulaire du neurone 2 vers l'arborisation terminale du neurone 1.

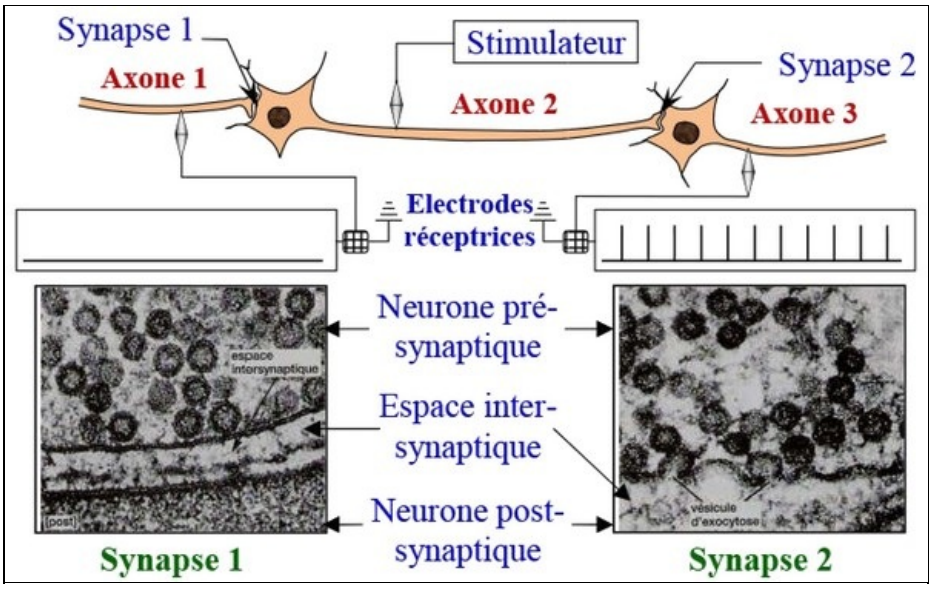
Donc le message nerveux se transmet d'un neurone à l'autre, à travers les synapses, et ceci dans un seul sens : de l'arborisation terminale d'un neurone vers le corps cellulaire du neurone suivant.

Les synapses sont donc unidirectionnelles.



Entre les deux neurones pré-synaptique et post-synaptique on trouve un espace inter-synaptique qui sépare la membrane pré-synaptique de la membrane poste-synaptique.

Le cytoplasme prés-synaptique porte des vésicules synaptiques contenant des substances appelées médiateurs chimiques, alors que le cytoplasme post- synaptique ne porte aucune vésicules synaptiques.



Quand le potentiel d'action pré-synaptique atteint la membrane pré-synaptique, il provoque :

- L'exocytose du médiateur chimique ou neurotransmetteur dans l'espace synaptique
- La fixation du neurotransmetteur à des récepteurs spécifiques sur la membrane post-synaptique.
- La naissance du potentiel d'action post-synaptique qui se propage le long du neurone post-synaptique.

Ainsi, la transmission synaptique est unidirectionnelle, les vésicules synaptiques ne se trouvent que dans le cytoplasme pré-synaptique, et les récepteurs du neurotransmetteur ne se trouvent que sur la membrane post-synaptique.

5-3/ Les types de synapses

On peut classer les synapses suivant deux critères principaux qui sont :

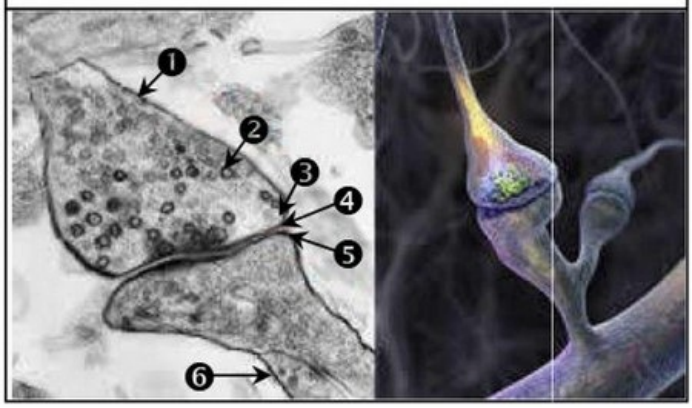
- La nature de la transmission du message nerveux au niveau de la synapse.
- Le type de cellule post-synaptique.

La nature de la transmission, du message nerveux au niveau de la synapse

1- Transmission par l'intermédiaire d'un médiateur chimique : la synapse est dite synapse à médiation chimique :

1 = Neurone pré-synaptique ; 2 = Vésicule synaptique ; 3 = membrane pré-synaptique ; 4 = espace inter-synaptique ; 5 = membrane post-synaptique ; 6 = neurone postsynaptique.

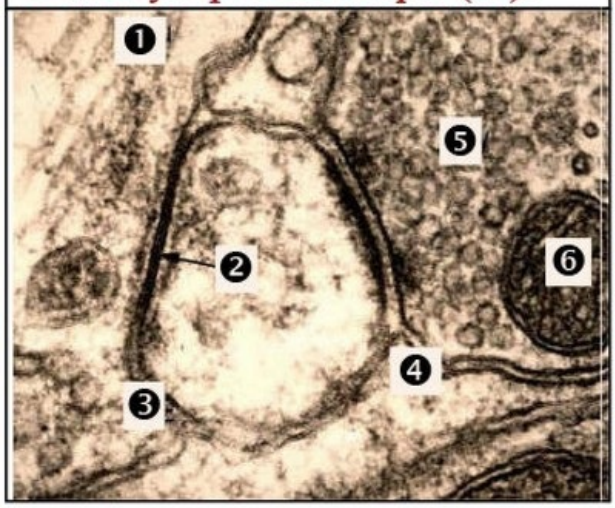
Figure 1 : Electronographie d'un point de connexion nerveuse.



2- Transmission par onde de dépolarisation : la synapse est dite synapse à médiation électrique :

1 = Neurone ; 2 = jonction ; 3 = synapse électrique ; 4 = synapse chimique ; 5 = Vésicules ; 6 = mitochondrie.

Figure 2 : Electronographie d'une synapse électrique (❸).

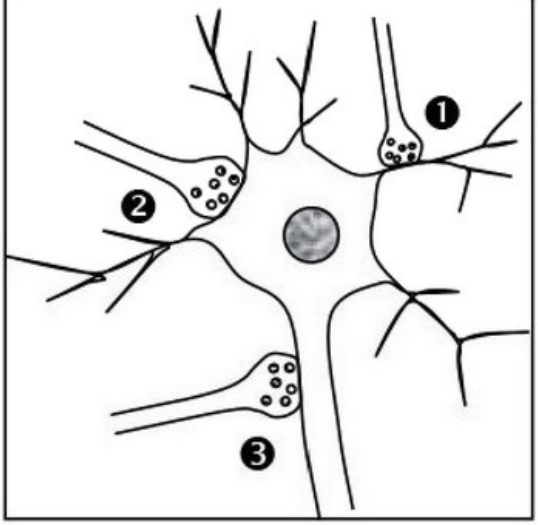


Le type de cellule post-synaptique

1- Synapse inter-neuronique :

1 = Axo-dendritique ; 2 = Axo-somatique ; 3 = Axo-axonique.

Figure 3 : Les synapses inter-neuroniques



2- Synapse neuromusculaire appelée aussi plaque motrice :

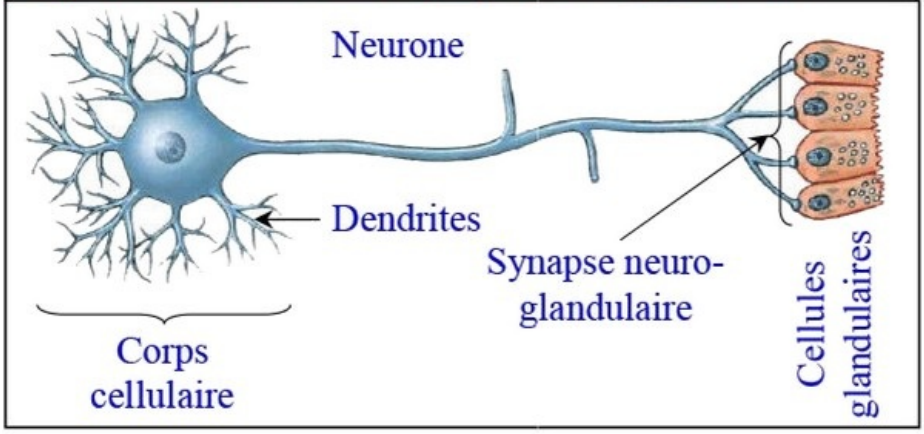
1 = Neurone pré-synaptique ; 2 = Vésicules remplie de neuromédiateur ; 3 = espace synaptique ; 4 = cellule musculaire postsynaptique.

Figure 4 : Electronographie d'une synapse neuromusculaire.



3- Synapse neuro-glandulaire, qui relie la fibre nerveuse à des cellules glandulaires.

Figure 5 : Schéma d'une synapse neuro-glandulaire.

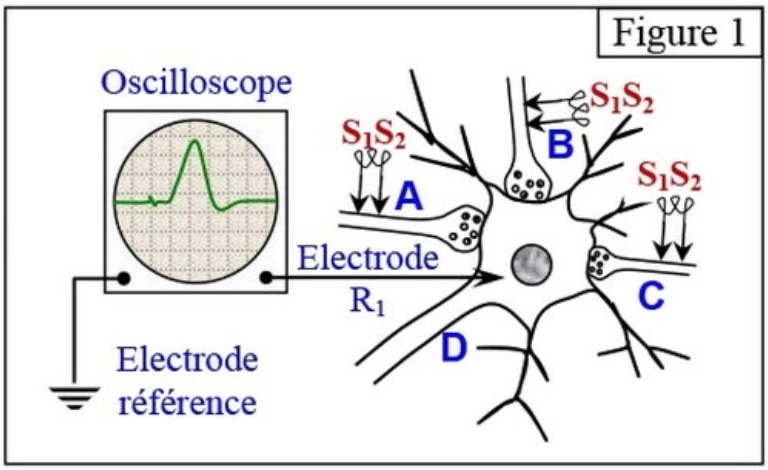


5-4/ Mécanisme de la transmission synaptique

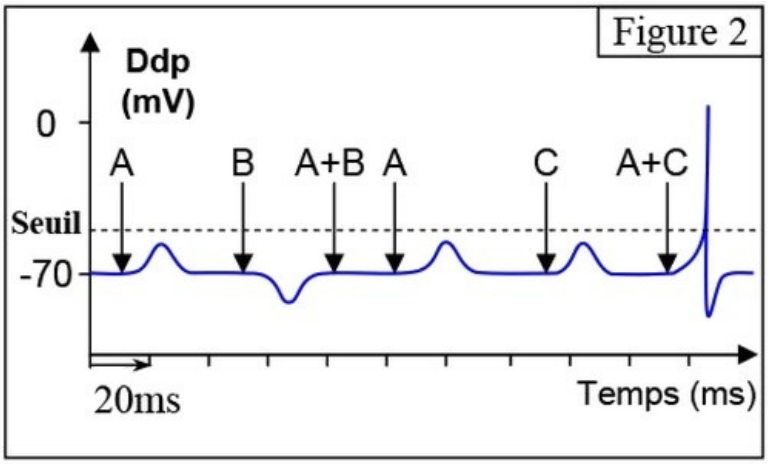
Transmission du message nerveux au niveau de la synapse

La figure 1 représente un montage expérimental qui permet d'enregistrer l'activité électrique du neurone D, lié par des synapses à trois axones (A), (B) et (C).

À l'aide d'électrodes excitatrices S1,S2, on pratique des excitations efficaces , soit sur un seul axone : A, B ou C. Ou bien des excitations en même temps sur deux axones à la fois (A + B) ou (A + C) :



Les résultats obtenus sont représentés par l'enregistrement électro-nerveux :



Au niveau d'une synapse axo-somatique, le corps cellulaire du neurone post-synaptique (D) peut recevoir les influx nerveux de plusieurs dizaines de neurones pré-synaptiques (A, B et C).

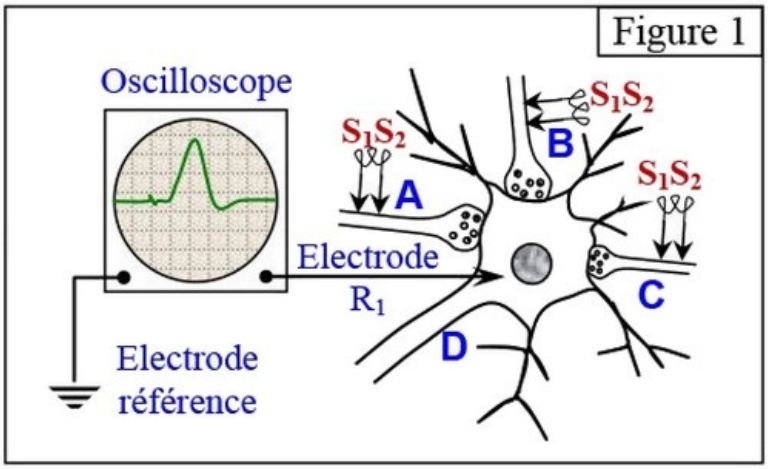
Les influx provenant de ces neurones provoquent au niveau du corps cellulaire du neurone postsynaptique et selon le récepteur considéré, soit :

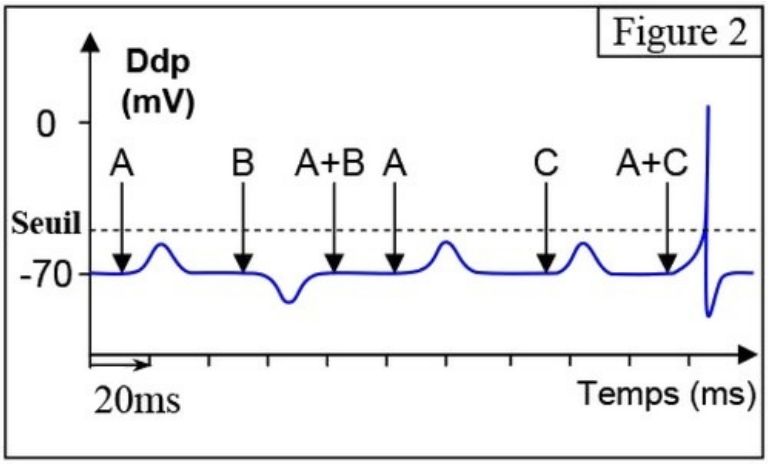
- Des dépolarisations locales (Synapse A), on parle de potentiel post-synaptique excitateur (PPSE).
- Des hyper-polarisations (Synapse B), on parle de potentiel post-synaptique inhibiteur (PPSI).

La valeur du potentiel de membrane du neurone post-synaptique dépend de la résultante de ces influences.

Le corps cellulaire du neurone fait la somme de ces différents messages.

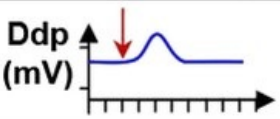
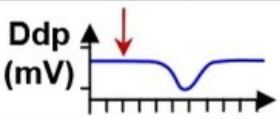
Il en résulte soit une dépolarisation globale si les PPSE remportent sur les PPSI soit une hyper-polarisation dans le cas contraire.





Par l'intermédiaire d'une micropipette on ajoute, de manière séparée, deux substances qui sont l'acétylcholine et l'acide gamma-amino butyrique (GABA) au niveau des synapses A et B.

On obtient les résultats suivants :

	+ Acétylcholine	+ GABA
Enregistrement électro- nerveux		

l'acétylcholine produit une dépolarisation au niveau du neurone post-synaptique,

le GABA produit une hyper-polarisation à ce niveau.

Le message nerveux électrique pré-synaptique, est généralement transféré sous forme de molécules spécifiques variées appelées neuromédiateurs (Neurotransmetteurs).

Quelques principaux neurotransmetteurs

Un neurotransmetteur est une substance chimique, sécrétée par l'organisme et permettant aux cellules nerveuses de transmettre un message nerveux.

Ce message peut être destiné à d'autres neurones ou à des cellules de l'organisme (cellules des muscles, des glandes ou des organes).

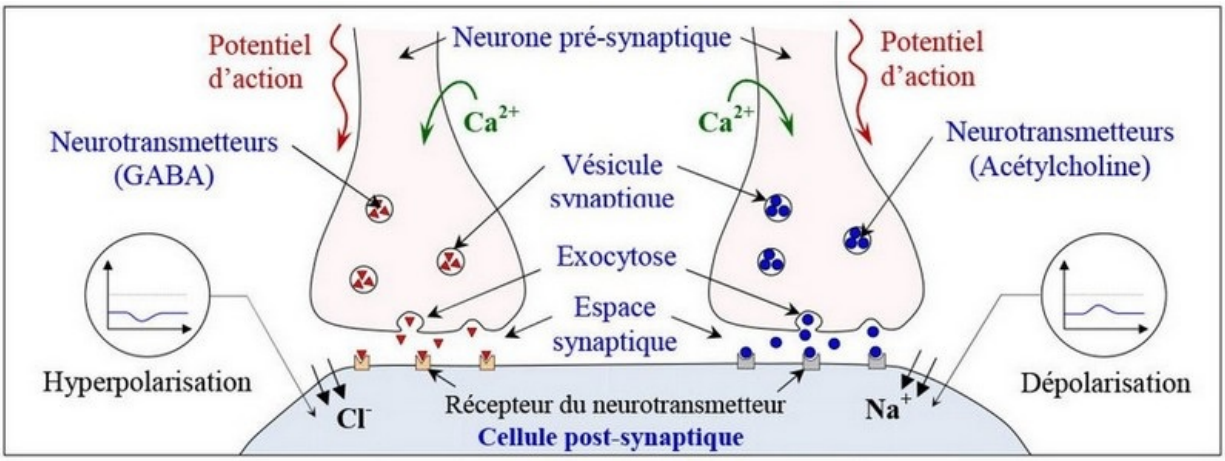
Nom	Effets	Implications	Implication d'un

			désordre (-) : déficit ; (+) : excès
Acétylcholine	Contraction musculaire, ralentissement du rythme cardiaque, excrétion de certaines hormones.	Éveil, attention, colère, agression, sexualité, soif et mémoire.	Maladie d'Alzheimer (-), troubles de la mémoire et de la concentration (-).
Dopamine	Mouvement musculaire, croissance des tissus.	Comportement d'exploration, vigilance, contrôle du mouvement et de la posture, humeur.	Maladie de Parkinson (-), dépression (-), agressivité (+).
GABA	Contrôle moteur et vision.	Fonctions corticales, anxiété.	Insomnie et anxiété (-), permet de traiter les crises d'épilepsie ou les tremblements dans la maladie de Huntington.
Noradrénaline	Libération hormonale, contraction des vaisseaux sanguins, augmentation de la fréquence cardiaque.	Fertilité, appétit, attention, apprentissage, sommeil.	Dépression (-), acquisition des connaissances (-), comportement social (- et +)
Adrénaline	Active la réponse à un stimulus, contrôle du système nerveux sympathique.	Contraction des muscles lisses, réflexion, flux sanguin, capacités respiratoires.	Fatigue, insomnie et anxiété (+).
Sérotonine	Inhibition de certaines hormones, contrôle du mouvement.	Régulation de la température, humeur, sommeil,	Maladie de Parkinson (+), comportements impulsifs et agressifs (-), suicide (-).

		douleur.	

Mode d'action des neurotransmetteurs

La figure suivant est un schéma représentant le mécanisme de transmission du message nerveux par les neurotransmetteurs au niveau de la synapse :



Quelque soit le type de synapse, excitatrice ou inhibitrice, elle fonctionne selon les étapes suivantes :

1- L'arrivée d'un message nerveux dans le neurone pré-synaptique entraîne la migration de vésicules synaptiques. Accompagnée d'un flux de Ca^{2+} à travers la membrane pré-synaptique.

Les vésicules synaptiques fusionnent avec la membrane pré-synaptique et y libèrent leur contenu.

Les neurotransmetteurs sont délivrés ainsi, par exocytose, dans la fente synaptique.

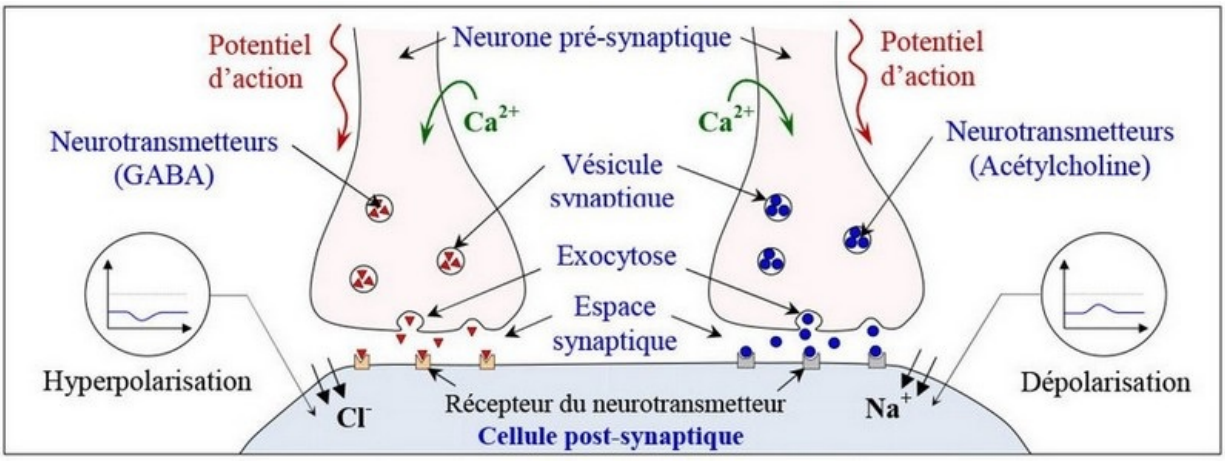
2- Plus la stimulation pré-synaptique est importante, plus la quantité de neurotransmetteurs libérés augmente.

Le message chimique est donc codé par la concentration de neurotransmetteurs.

3- Fixation du neurotransmetteur sur des récepteurs spécifiques intégrés dans la membrane postsynaptique.

Ce sont des canaux ioniques qui ne s'ouvrent qu'en présence du médiateur chimique. Ce sont des canaux chimio-dépendants.

4- Séparation du neurotransmetteur des récepteurs membranaire et son hydrolyse par une enzyme spécifique.



Il existe des différences dans le mode d'action de la synapse selon sa nature :

- Cas de la synapse excitatrice :

Une fois le neurotransmetteur (Exemple : acétylcholine) est fixé sur les récepteurs spécifiques de la membrane post-synaptique, les canaux à Na^+ et K^+ s'ouvrent et déclenchent des échanges ioniques donnant naissance à une onde de dépolarisation au niveau du neurone post-synaptique.

- Cas de la synapse inhibitrice :

Le neurotransmetteur (Exemple : GABA) se fixe sur les récepteurs spécifiques de la membrane postsynaptique, qui sont des canaux ioniques qui acceptent les ions Cl^-. Cela entraîne l'entrée massive des ions Cl^- et l'apparition d'une hyper polarisation du neurone post-synaptique.

