

UNIVERSITE DE DJILLALI LIABES
SIDI BEL ABBES
FACULTE DE MEDECINE TALEB MORAD

La synapse

1ère année médecine
Cours de neurophysiologie

Dr Ardjoun Z – Pr Bradai Meskine F

La Synapse

I-Introduction:

II-Définition :

III-Classification :

IV- Principe de la transmission chimique

V- Intégration synaptique :

VI- Conclusion :

I-Introduction:

Les neurones sont des cellules capables de générer et de propager des variations de potentiel au niveau de leur membrane axonale dans le but de fournir des informations aux cellules qui les environnent, parfois à des distances lointaines de leur corps cellulaire.

Pour transmettre ces messages, il existe des contacts entre différents neurones qui sont nommés **synapse**.

Donc le neurone a 2 fonctions: une fonction de propagation de l'influx nerveux et une fonction sécrétrice.

Les substances qui servent à transmettre l'information d'un neurone à un l'autre sont nommées **neurotransmetteurs**.

II-Définition :

La synapse est une zone de contact membranaire entre un neurone et une autre cellule excitable. C'est une zone de contiguïté (ou de connexion) et non de continuité entre les 2 cellules.

Elle assure la conversion d'un potentiel d'action déclenché dans le neurone présynaptique en un signal dans la cellule postsynaptique.

La terminaison présynaptique impliquée dans la transmission est le bouton terminal qui comporte plusieurs centaines de **zones actives**. Cette dernière représente la région où se produit effectivement la transmission.

III-Classification :

On classe les synapses chimiques selon l'élément post-synaptique en deux catégories:

- les synapses **neuro-effectrice** : neuro-musculaires et neuro-glandulaire.
- les synapses **neuro-neuronaux** du système nerveux central ; La grande majorité des neurones sont à la fois présynaptiques et post-synaptiques. Ceci signifie qu'ils reçoivent l'influx nerveux (information) de la part d'autres neurones et qu'ils envoient cet influx nerveux vers d'autres neurones. Chaque neurone, qui est lui-même stimulé par le même nombre de neurones, est composé de 1000 à 10 000 terminaisons nerveuses constituant les synapses. Selon les composants des neurones entre lesquels circule l'influx nerveux on distingue :

- La synapse axo-dendritique, entre l'axone et les dendrites (L'axone est le prolongement en forme de cylindre allongé, du neurone. Il permet de conduire l'influx nerveux à travers le corps de la cellule nerveuse vers son extrémité où se trouve la synapse.)
- La synapse axo-somatique, entre l'axone d'un neurone et le corps de la cellule composant un autre neurone
- La synapse axo-axonale, entre les axones de deux neurones consécutifs
- La synapse dendro-dendritique, entre les dendrites de deux neurones consécutifs
- La synapse dendro-somatique entre les dendrites et les corps cellulaires.

Les synapses dendro-dendritique, axo-axonale et dendro-somatique sont plus rares. Leur fonctionnement et leur rôle ne sont toujours pas complètement élucidés.

La classification des synapses se fait également selon leur mode de fonctionnement. On distingue :

1) La synapse chimique

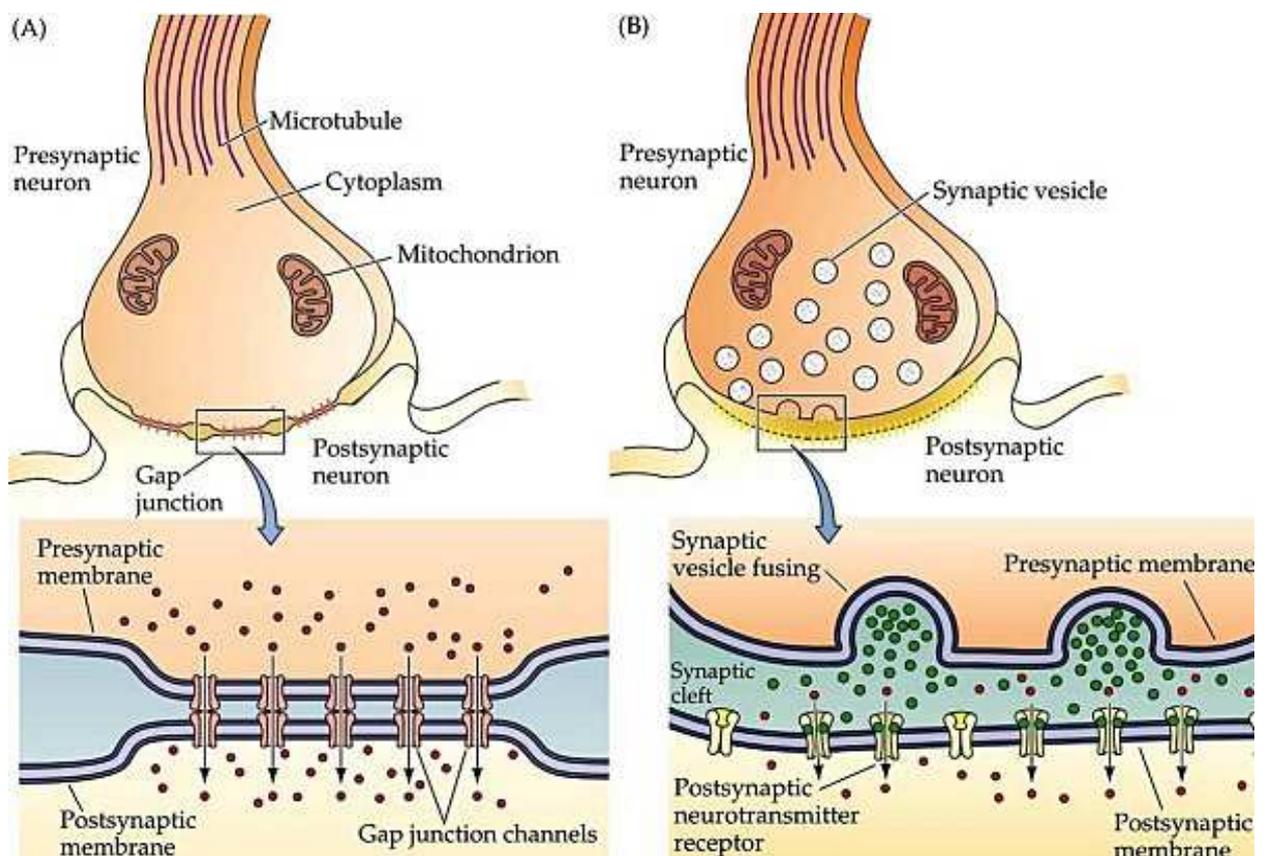
qui se caractérisent morphologiquement par la présence d'un espace entre les membranes plasmiques des cellules connectées, espace appelé fente synaptique. Dans ce cas, une molécule chimique, le neurotransmetteur, transmet les informations de la cellule présynaptique à la cellule post-synaptique en se fixant sur des récepteurs spécifiques de la membrane post synaptique et modifie sa perméabilité aux ions.

2) La synapse électrique

La synapse électrique est une jonction ouverte c'est-à-dire qu'il existe une communication entre les deux neurones par l'intermédiaire de canaux de nature protéique. Les ions n'ont pas besoin, comme dans le cas des synapses chimiques, d'emprunter des canaux ioniques.

Ils passent directement d'un neurone à un autre, modifiant les charges électriques des membranes déclenchant le passage de l'influx nerveux grâce à l'arrivée d'une dépolarisation. Dans ce cas la transmission à travers ce type de synapse est très rapide (quelques microsecondes). D'autre part, la communication est soit dans une seule direction soit dans les deux (bidirectionnelle).

Les synapses électriques représentent une conduction électrique automatique entraînant des excitations elles-mêmes automatiques et rythmiques (cardiaque par exemple). On les retrouve chez l'embryon ou au cours des premiers stades de développement du neurone, permettant ainsi l'échange de signaux adaptant les liaisons entre les neurones. Par la suite, ce type de synapse est remplacé par la synapse chimique mais reste prépondérant dans certains types de tissu non nerveux (muscle cardiaque, muscles lisses).



La synapse électrique

La synapse chimique

IV- Principe de la transmission chimique

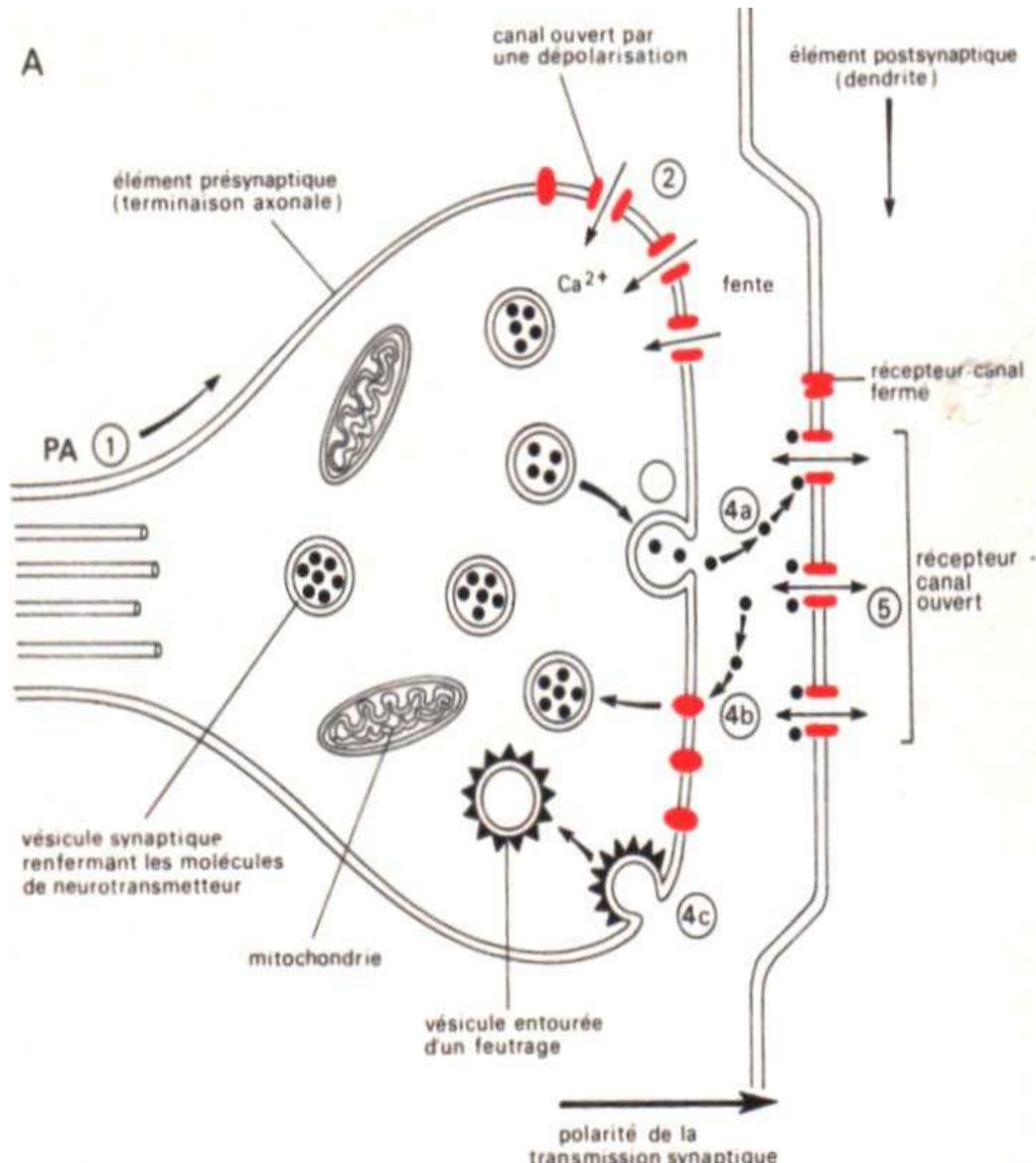
Le schéma général du fonctionnement d'une synapse chimique est le suivant :

Le neurotransmetteur est stocké dans les vésicules synaptiques de l'élément présynaptique.

En réponse à l'arrivée des potentiels d'action (1) dans l'élément présynaptique, on observe une entrée d'ions Ca^{2+} (2) dans l'élément présynaptique et la fusion d'une vésicule avec la membrane plasmique. La vésicule libère ainsi par un processus d'exocytose (3) le neurotransmetteur dans la fente synaptique.

Les molécules de neurotransmetteur peuvent alors se fixer sur la membrane de l'élément post-synaptique au niveau de récepteurs qui lui sont spécifiques (4a) et entraîner un passage d'ions à travers la membrane post-synaptique (5). A ce stade, la transmission synaptique est effectuée.

De façon concomitante, les molécules neurotransmetteur présentes dans la fente synaptique sont recaptées vers l'élément présynaptique (4b) et la membrane présynaptique est recyclée (4c).



La destinée du neurotransmetteur libéré

Le neurotransmetteur libéré dans l'espace synaptique peut connaître diverses finalités :

- Soit il se **fixera** sur un récepteur post-synaptique ; il s'agit là de sa destinée principale :
 - Les molécules de NT se fixent sur des récepteurs de la membrane Post-synaptique.
 - Provoque l'ouverture de canaux spécifiques
 - Échanges ioniques
 - Si les canaux laissent passer les ions + = Dépolarisation
 - Si les canaux laissent passer les ions - = Hyperpolarisation

L'action du NT dépend de la sorte de NT et de la sorte de récepteur.

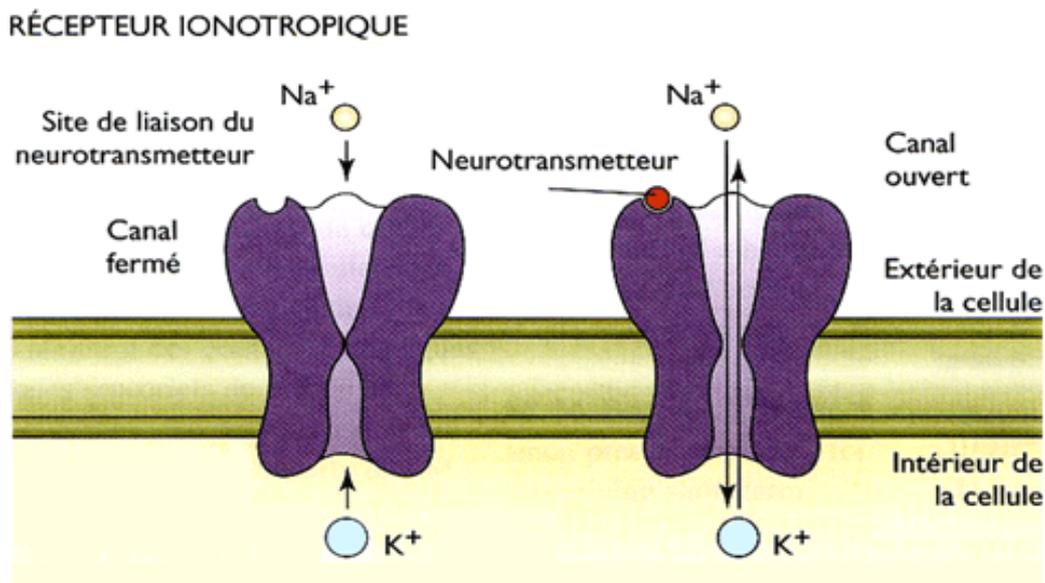
- Soit il sera **recapturé** par le neurone pré-synaptique s'il ne s'est pas fixé au niveau d'un récepteur post-synaptique (Recapture par des cellules gliales ou par le bouton synaptique).
- Soit il sera **inactivé** par des enzymes dans la fente synaptique.

Certaines substances vont pouvoir agir sur l'une de ces trois actions. Par exemple, les amphétamines agissent sur le phénomène de recapture des neurotransmetteurs augmentant la communication neuronale.

Les récepteurs

1. Les récepteurs ionotropiques :

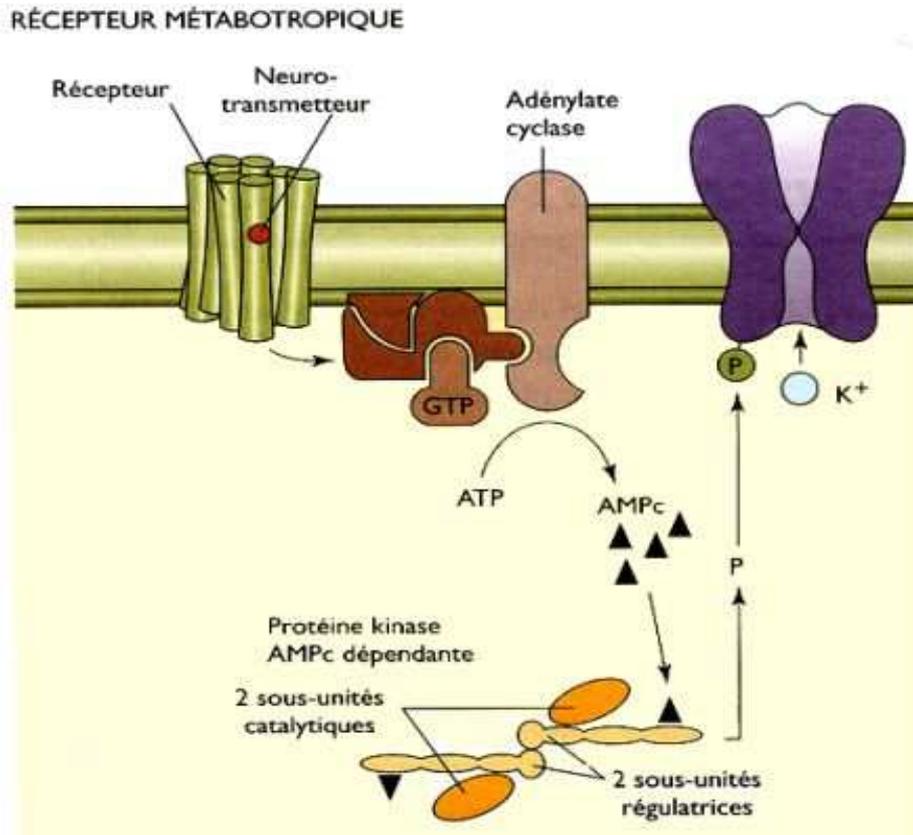
Un récepteur ionotrope est un canal ionique pouvant fixer un neuromédiateur.



S'il n'y a pas activation synaptique, le canal reste fermé. Si un neuromédiateur se fixe sur le récepteur, celui-ci s'ouvre pour permettre le passage des ions ; il y a alors dépolarisation ou hyperpolarisation. Les effets sont directs.

2. Les récepteurs métabotropes :

Il ne s'agit pas de canaux ioniques mais d'une protéine fermée qui ne peut pas permettre le passage d'ions. Elle est rattachée à d'autres protéines situées à l'intérieur du neurone



Quand un neurotransmetteur se fixe sur le récepteur, il y a activation de protéines intracellulaires entraînant l'activation de molécules intracellulaires désignées sous le nom de « second messenger (l'AMPc par exemple). Cette cascade d'activations à pour effet l'ouverture des canaux ioniques situés au niveau de la membrane, ouverture entraînant une dépolarisation ou une hyperpolarisation.

Il s'agit d'un système plus complexe et moins rapide que le précédent.

La plupart des neuromédiateurs peuvent avoir des récepteurs ionotropes et métabotropes ; c'est notamment le cas de l'acétylcholine.

V- Intégration synaptique :

L'arrivée de l'influx nerveux dans l'élément pré synaptique va provoquer la libération du médiateur chimique dans la fente synaptique ; ce médiateur va ensuite se fixer sur les sites récepteurs de la membrane de l'élément post synaptique .Selon la nature du médiateur et du site récepteur on aura ;

- Soit des potentiels post synaptique excitateurs (PPSE)
- Soit des potentiels post synaptiques inhibiteurs (PPSI)

Mécanisme du PPSE et du Potentiel d'action :

Le PPSE résulte d'une augmentation simultanée de la perméabilité aux ions sodium et de la perméabilité aux ions potassium (entrée de 3 Na et sortie de 2 K), provoquant une dépolarisation de la membrane post synaptique.

Le Potentiel d'action est dû à la sommation de plusieurs PPSE. La contribution d'un PPSE à la genèse d'un potentiel d'action dépend de plusieurs facteurs, y compris:

- le nombre de synapses excitatrices coactivées,
- la distance entre la synapse et la zone d'initiation des potentiels d'action,
- et les propriétés des membranes dendritiques.

Mécanisme du potentiel post synaptique inhibiteur (PPSI) :

Les synapses inhibitrices ont pour effet de réduire ou même d'empêcher l'émission de l'influx des cellules nerveuses.

L'arrivée des influx nerveux au niveau des boutons synaptiques provoque la libération du médiateur inhibiteur dans la fente synaptique qui augmente la perméabilité de la membrane post synaptique aux ions K^+ qui vont sortir, ou le chlore qui va entrer ceci diminue les charges (+) à l'intérieur et laisse encore plus d'ions (-) ce qui entraîne une hyperpolarisation de la membrane post synaptique (- 90 mV) ceci caractérise le PPSI qui entraîne un état d'hyperpolarisation

Principe de l'intégration

Le neurone postsynaptique intègre tous ces signaux chimiques et ioniques complexes, et génère un signal simple: **le potentiel d'action.**

Le PPSE ou le PPSI est un phénomène local qui apparaît au niveau de la synapse. Ces variations locales de potentiel font fluctuer le potentiel membranaire du neurone à distance de façon électrotonique.

Les neurones du SNC reçoivent essentiellement leurs synapses au niveau de leur arborisation dendritique et dans une certaine mesure au niveau de leur corps cellulaire.

Ces régions ne sont pas connues pour présenter des potentiels d'action propagés ; en particulier, les dendrites ne présentent pas de potentiel d'action.

Au **segment initial** de l'axone, c'est-à-dire à sa naissance à partir du soma, en amont de la gaine de myéline, se trouve la plus grande accumulation de canaux Na^+ voltage-dépendants de toute la membrane neuronale.

C'est à cet endroit qu'apparaissent les potentiels d'action lorsque le potentiel de membrane atteint le seuil liminaire.

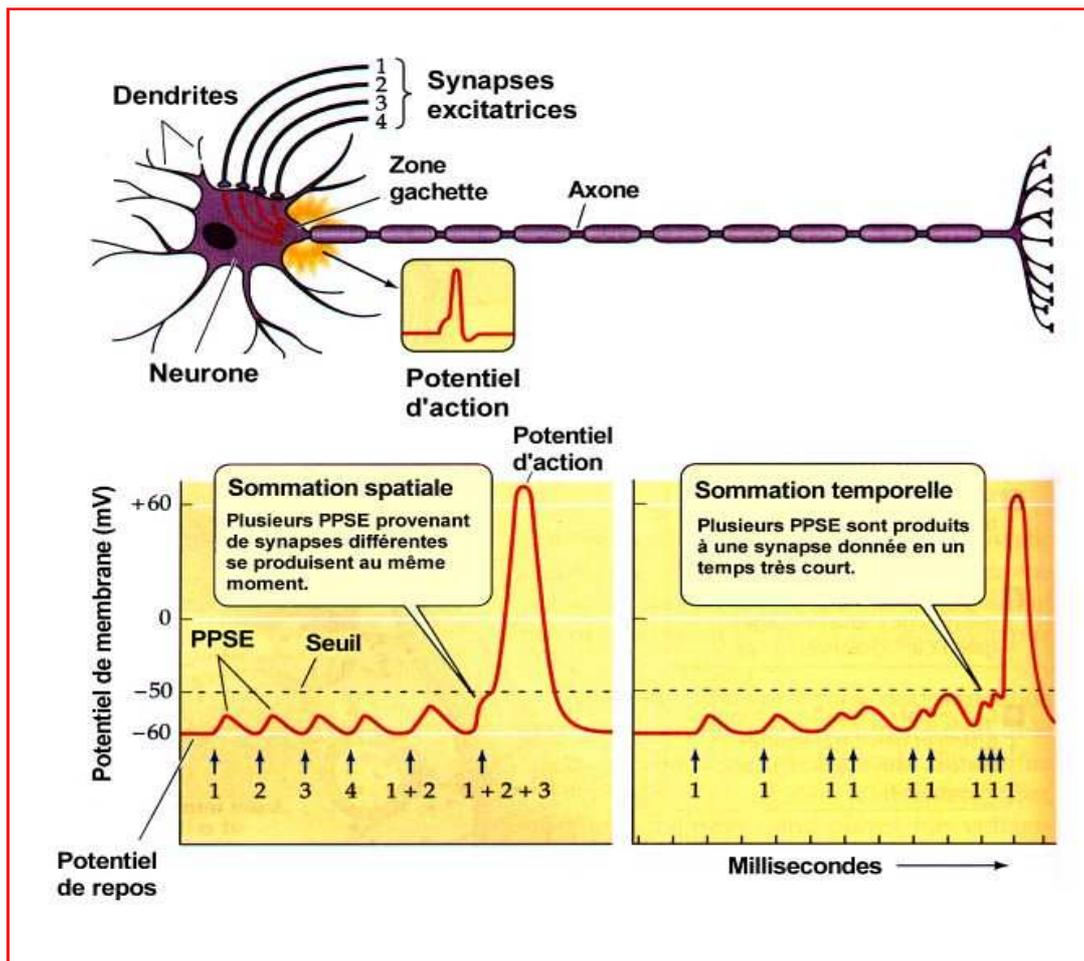
Lorsque ce potentiel apparaît, il va se propager le long de l'axone et de ses différentes branches, en vue de libérer le neurotransmetteur propre à cet axone.

Sommation des PPS

Les potentiels post synaptiques se somment pour donner un potentiel global au niveau post synaptique. On a deux types de sommation.

1/La **sommation spatiale** correspond à l'addition de tous les PPS générés simultanément au niveau des différentes synapses d'une même dendrite.

2/La **sommation temporelle** correspond à l'addition des PPS générés au niveau d'une même synapse lorsque les PPSE se succèdent très rapidement.



VI- Conclusion :

On peut classer les synapses:

- Selon la structure anatomique en synapse neuro-effectrice et neuro-neuronale.
- Selon le mode de transmission en synapse électrique et chimique
- Selon l'effet post synaptique excitateur ou inhibiteur.