

STRUCTURE DE LA PLAQUE MOTRICE = jonction neuromusculaire (neuromuscular junction)

Objectif :

-Comprendre la physiologie de la plaque motrice

1-l'unité motrice

Pour qu'une cellule musculaire squelettique puisse se contracter, elle doit être stimulée par un signal électrique (= potentiel d'action musculaire) qui est produit par un neurone moteur. Chaque neurone moteur communique avec des myocytes squelettiques ; l'ensemble constitué par un neurone moteur et les myocytes qu'il stimule s'appelle l'unité motrice. La stimulation d'un neurone moteur entraîne la contraction simultanée de tous les myocytes de cette unité motrice. A son arrivé dans le muscle, l'axone se divise en un certain nombre de ramifications, chacune d'elles innervant une seule fibre musculaire. Une ramification = bouton terminal , chaque bouton terminal est une synapse avec la zone musculaire en contact = jonction neuromusculaire = plaque motrice

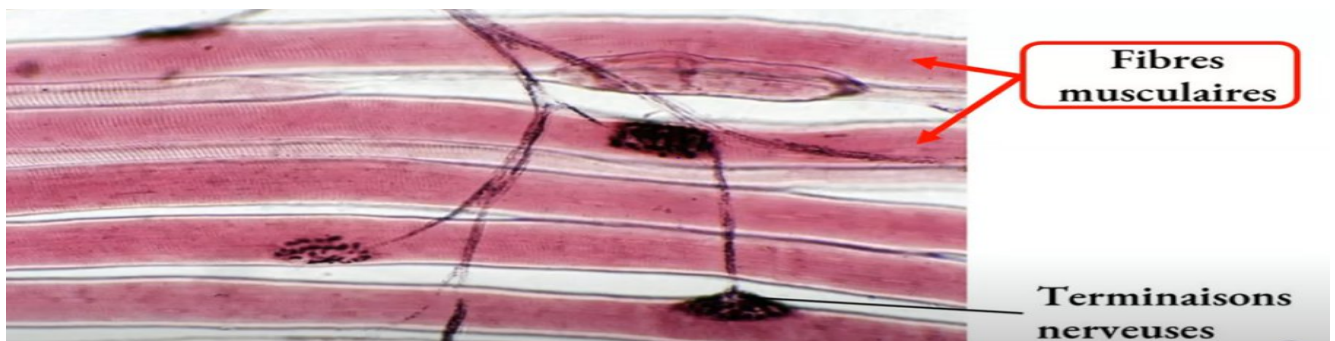


Figure1 : Observation du muscle en ME. Fibres musculaires = cellules musculaires ou myocytes. Les terminaisons nerveuses : à la périphérie, le nerf moteur se divise, chaque subdivision atteint une seule fibre musculaire. Chaque subdivision = motoneurone (c'est un axone unique).

2- Physiologie de la plaque motrice

2-1 Définition de la plaque motrice

Chacun des contacts étroits entre une terminaison axonale et une fibre musculaire est une synapse chimique particulière appelée jonction neuromusculaire. Comme pour toutes les synapses on lui distingue deux éléments : - L'élément pré-synaptique, constitué par l'extrémité axonale - L'élément post-synaptique, formé par une région spécialisée de la membrane de la fibre musculaire appelée, la plaque motrice. La plaque motrice est située dans la partie moyenne de la fibre musculaire et elle est innervée par une seule terminaison axonale d'un motoneurone.

Remarque : la plaque motrice est une jonction entre l'extrémité d'un motoneurone et la fibre musculaire striée squelettique.

2-2 Structure de la jonction neuromusculaire

2-2-1 l'élément prè synaptique

A son arrivé dans le muscle, l'axone se divise en un certain nombre de ramifications (une ramification = bouton terminal), chacune d'elles innervant une seule fibre musculaire. Les ramifications axonales pré-synaptiques sont remplies de vésicules synaptiques contenant le médiateur chimique (l'acétylcholine) d'environ 50 nm de diamètre et de mitochondries

2-2- 2 l'élément post synaptique

L'élément post synaptique de la jonction neuromusculaire est la membrane de La fibre musculaire. Chacune des deux extrémités de la fibre est insérée sur un tendon. Elle contient plusieurs noyaux, elle est de forme globalement cylindrique ; son diamètre est d'environ 60 microns ; sa longueur varie d'un muscle à l'autre. La périphérie de la fibre musculaire est constituée principalement de noyaux, alors que le corps cellulaire est occupé essentiellement par les myofibrilles contractiles (actine et myosine).

Dans la partie moyenne de la fibre musculaire, quelques noyaux périphériques, sont rassemblés et forment avec les mitochondries et le réticulum endoplasmique un monticule vallonné de 60 um de diamètre, c'est la plaque motrice.

Les récepteurs à l'acétylcholine sont insérés dans le sarcolemme du myocyte, avec un espace de 10 nm entre deux récepteurs. Dans la membrane interne du sarcolème , Les récepteurs à l'acétylcholine sont reliés les uns aux autres par des structures fibrillaires.

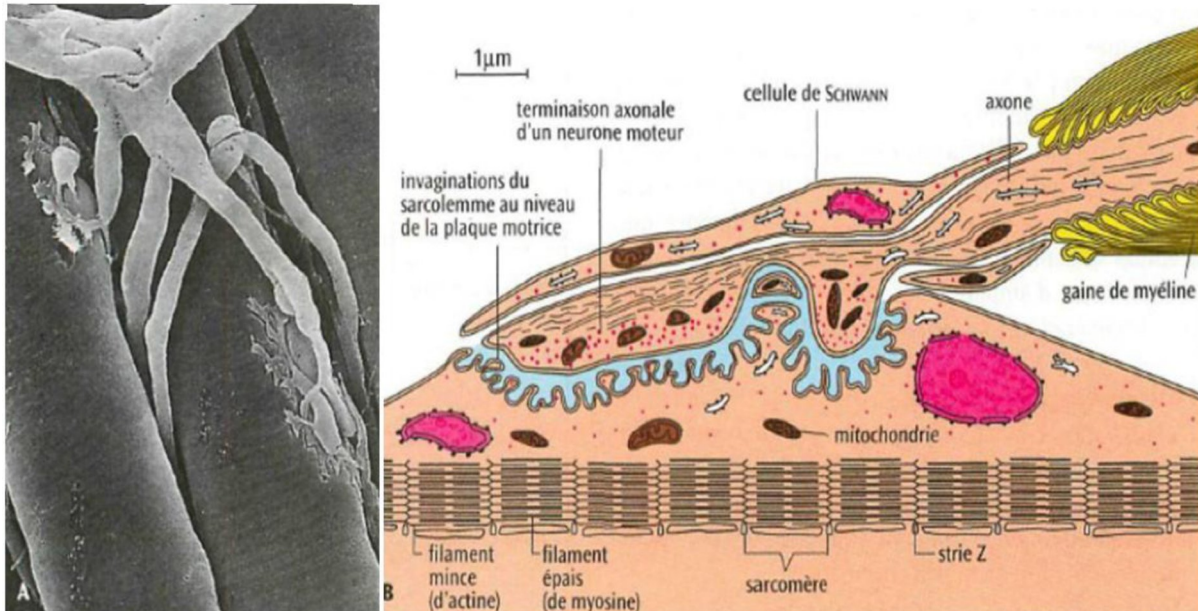


Figure 2 : jonction neuromusculaire ou plaque motrice. A) microscopie électronique. B) représentation schématique

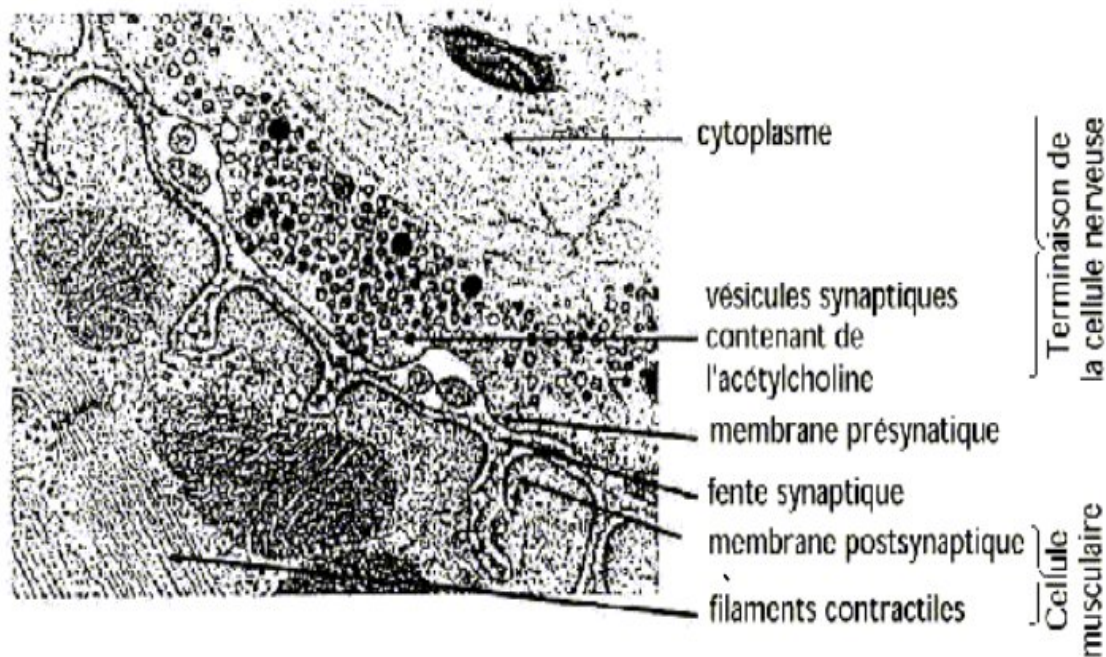


Figure 3 : jonction neuromusculaire. Vue au MET.

2-3 Fonctionnements

2-3-1 Libération de l'acétylcholine au niveau de la jonction neuromusculaire

Au niveau de la plaque motrice, le potentiel d'action arrive dans la terminaison nerveuse d'un neurone moteur, induit la dépolarisation de la membrane plasmique du neurone déclenchant ainsi la libération de l'acétylcholine dans la fente synaptique, par groupes constant d'environ 10.000 molécules (quanta de sécrétion). Après diffusion dans l'espace inter synaptique, l'acétylcholine va se lier à son récepteur spécifique, le récepteur nicotinique de l'acétylcholine. Celui-ci est un récepteur canal cationique s'ouvre brutalement et fait entrer de grandes quantités de Na^+ . Son ouverture entraîne la dépolarisation locale de la membrane post-synaptique musculaire en moins d'une milliseconde, car l'acétylcholine est immédiatement hydrolysée en choline et acétate par l'acétylcholinestérase. (Figure 4)

L'action du cholinestérase est très puissante et très rapide, de sorte que l'acétylcholine n'a pas le temps d'induire un second PA.

Ainsi dans les conditions physiologiques, le PA axonal entraîne toujours un seul PA dans la fibre musculaire. le neurotransmetteur au niveau de la plaque motrice est l'acétylcholine. Il est toujours excitateur, provoquant toujours la dépolarisation.

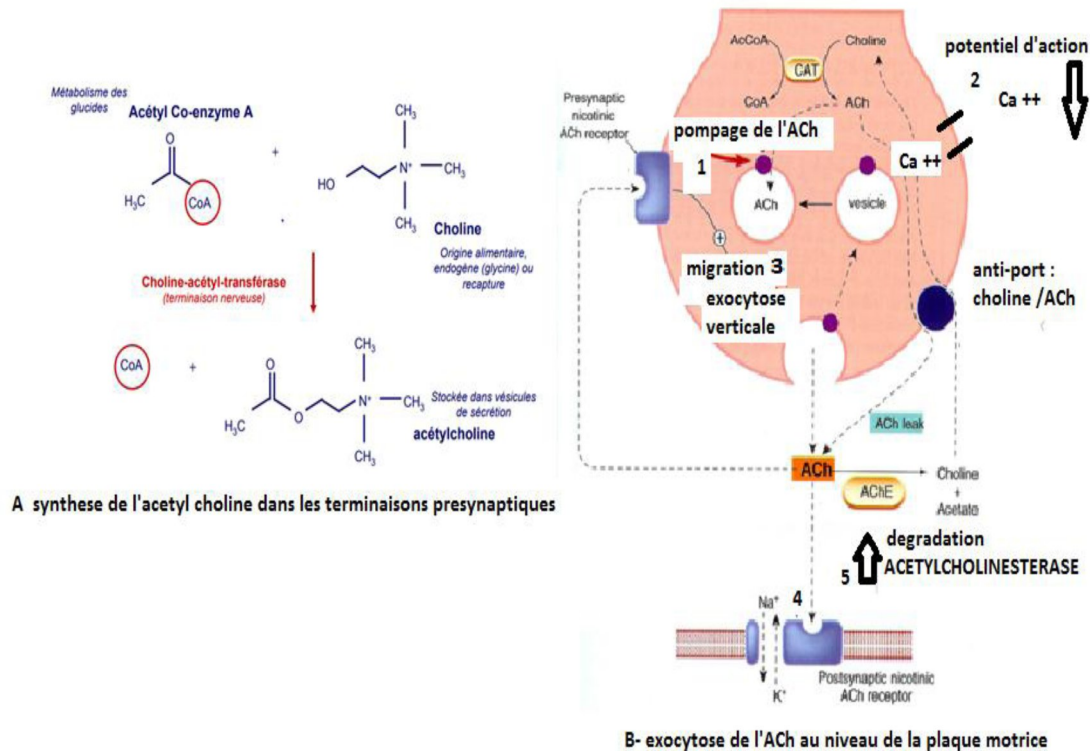


Figure 4 : Représentation schématique de la libération de l'acétylcholine au niveau de la plaque motrice. 1) pompage de l'ACh synthétisé 2) ouverture des canaux calciques voltages dépendants 3) exocytose 4) ouverture du récepteur canal sodique nicotinique (AChR) , 5) dégradation de l'acétylcholine . Un influx nerveux active 300 vésicules, qui libèrent +/- 3000000 molécules d'ACh, dont les 2/3 se fixent au niveau de la post synapse.

REMARQUE : Les récepteurs nicotiniques sont des éléments clés dans la transmission cholinergique, que ce soit au niveau de la jonction neuromusculaire des muscles striés, de la synapse des ganglions du système autonome périphérique, ou dans différentes régions du cerveau. (voir la figure 5)

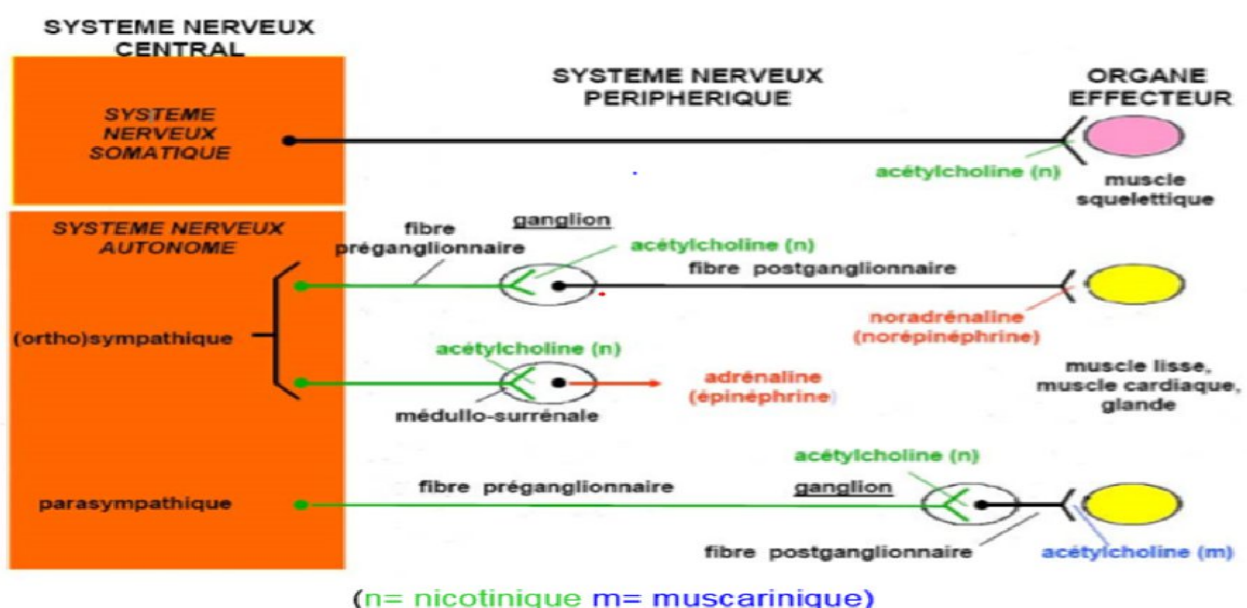


Figure 5 : organisation de la transmission nerveuse cholinergique.

2-3-2 Structure et fonctionnement du récepteur de l'acétyl choline

Le récepteur nicotinique a été le premier récepteur à être isolé et purifié. Il s'agit d'un récepteur canal cationique, Il appartient au groupe des récepteurs polymériques de la membrane plasmique incluant un canal ionique (hétéro-oligomère glycoprotéique transmembranaire).

Le récepteur est un pentamère constitué de cinq sous-unités arrangées autour d'un pseudo-axe de symétrie. Sa masse moléculaire est d'environ 280 000. En microscopie électronique, il est visible comme une protéine transmembranaire de 11 nanomètres de long en forme de rosette de 8 nanomètres de diamètre. La cavité centrale est un canal ionique qui, au stade de repos, est imperméable aux ions ; son diamètre est d'environ 6,5 angströms. Le canal formé par les 5 sous-unités est bordé par des zones particulières en alpha-hélice ; les hélices M2. Des résidus glutamates et/ou aspartates aux deux extrémités des chaînes M2 sont essentiels dans le fonctionnement du récepteur : ils forment aux deux entrées du canal un anneau d'électronégativité apte à piéger les cations. (fig.6)

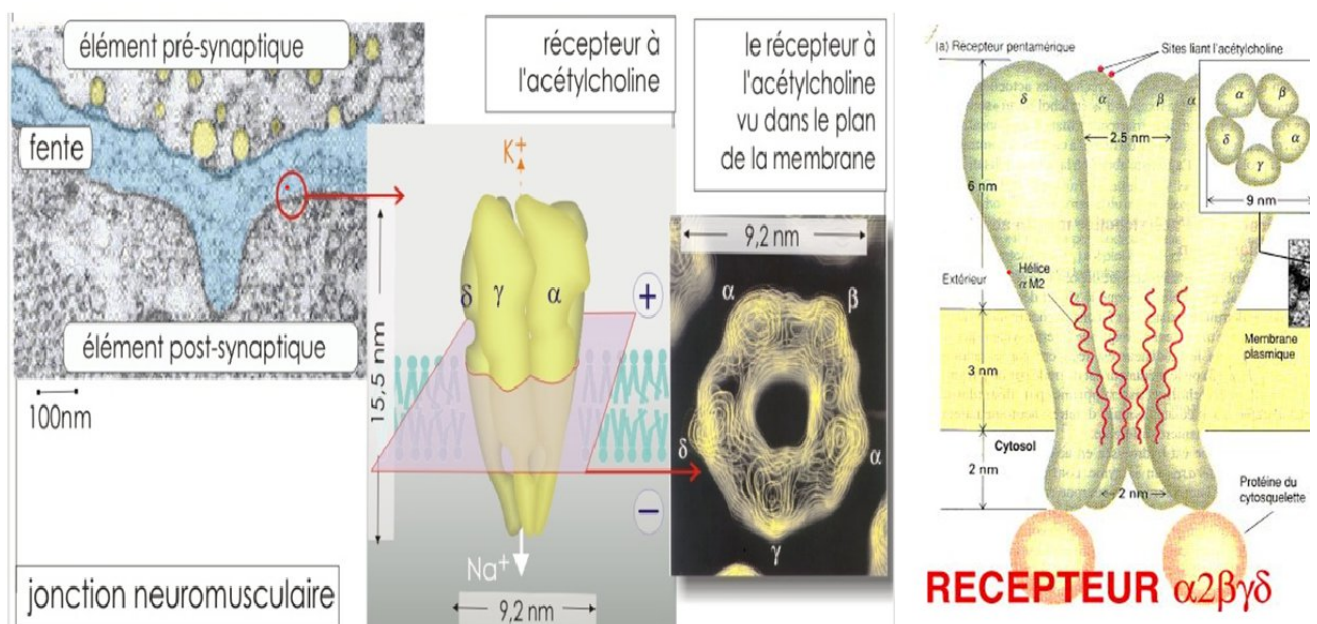


Figure 6 : le R. nicotinique, canal cationique, incluant un canal ionique (hétéro-oligomère glycoprotéique transmembranaire, pour le passage des ions de Na^+ et K^+).

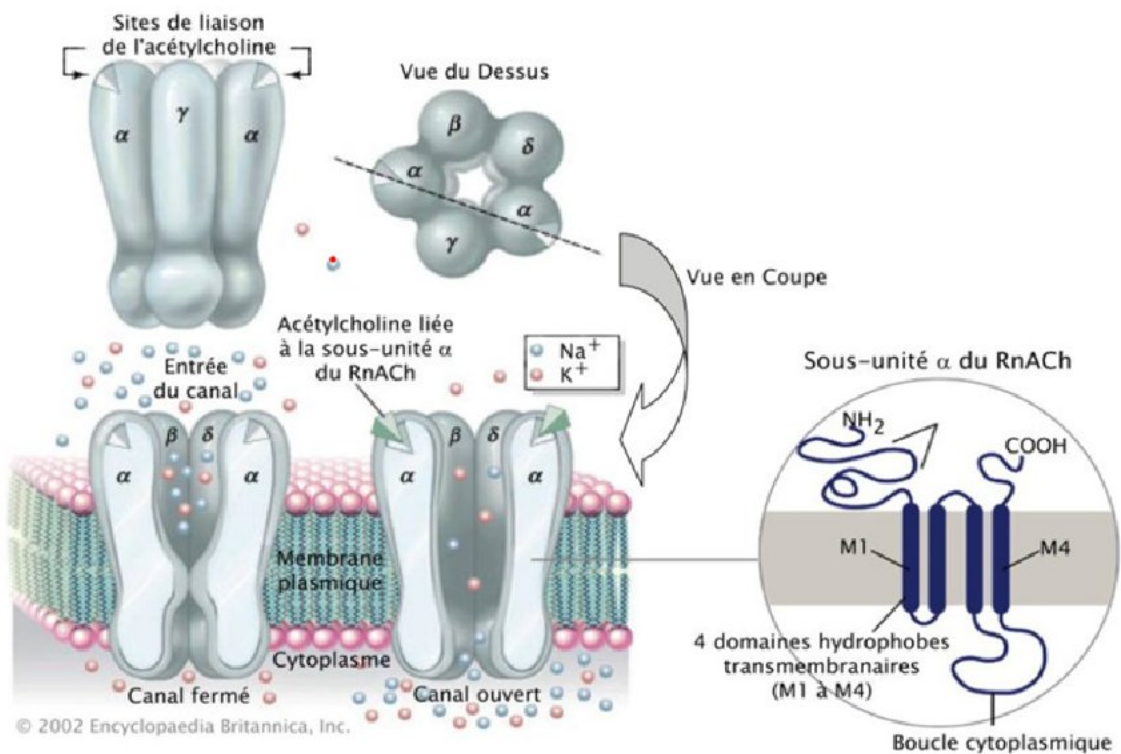
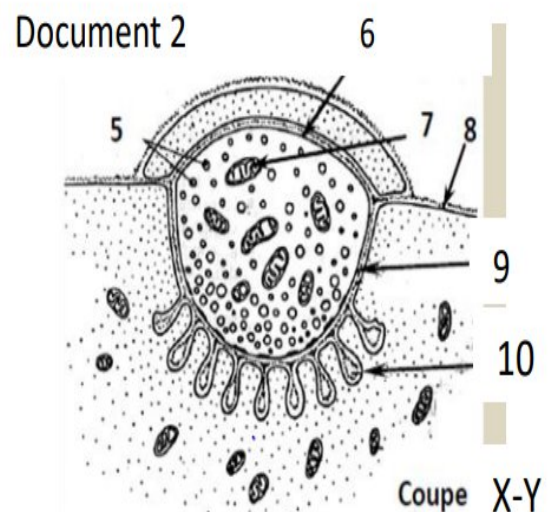
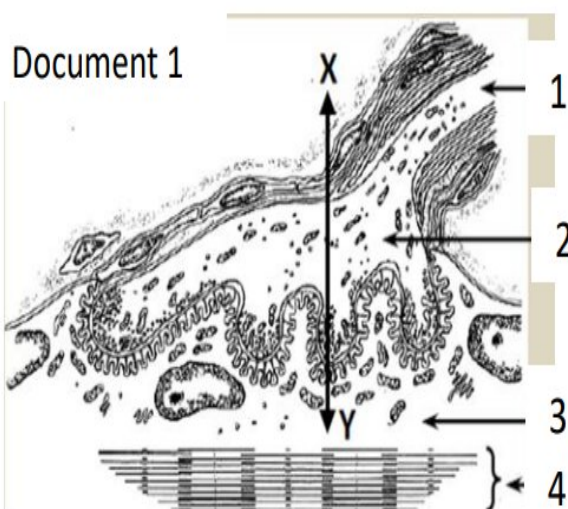


Figure 7 : Les deux conformations du R. nicotinique de l'acétylcholine

Autoévaluation :

Le document 1 représente une jonction neuromusculaire. Le document 2 montre les détails d'une coupe de cette jonction selon l'axe X-Y. **identifiez** les deux cellules de la jonction. **Légendez.**

-A quel niveau sont regroupées les mitochondries dans les deux cellules. Que peut-on conclure.



-Les propositions suivantes décrivent dans un désordre fonctionnel la physiologie de la plaque motrice. Mettez dans l'ordre :

- 1- Libération de l'acétylcholine (10.000 molécules = quanta de sécrétion).
- 2- Hydrolyse de l'acétylcholine en choline et acétate par l'acétyl-cholinestérase
- 3- Arrivée du potentiel d'action.
- 4- La terminaison axonale pré-synaptique (bouton terminal) est remplie de vésicules synaptiques d'environ 50 nm de diamètre et de mitochondries.
- 5- Ouverture des canaux calciques voltage dépendants, dépolarisation de la membrane du neurone moteur.
- 6- Diffusion de l'acétylcholine dans l'espace inter synaptique, se lie à son récepteur spécifique, le récepteur nicotinique de l'acétylcholine
- 7- Entrée brusque d'une grande quantité de Na^+ et dépolarisation postsynaptique.