

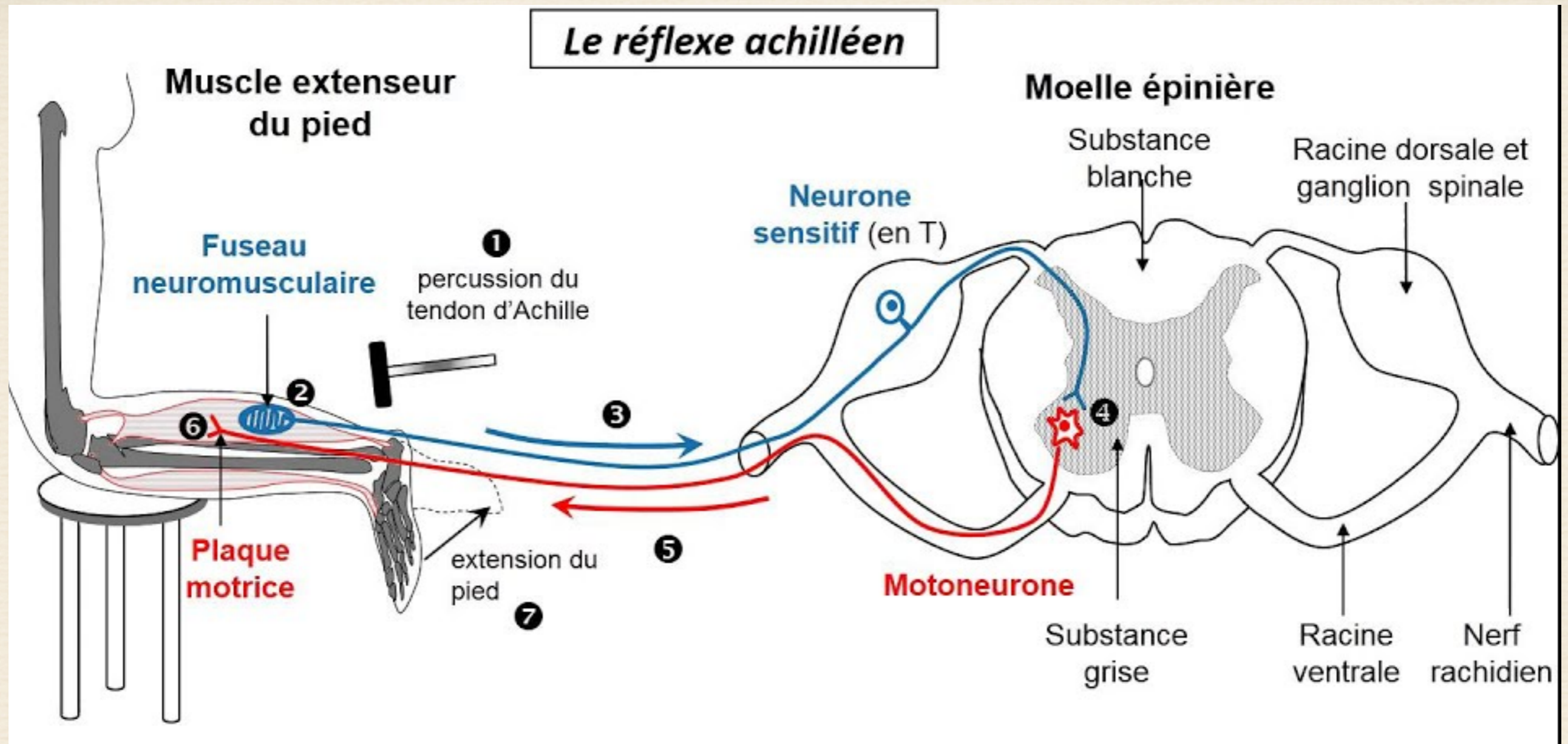
# La communication nerveuse



*Mémo*

# Le réflexe myotatique.

## Le réflexe achilléen



**Le réflexe myotatique est la contraction involontaire, rapide, et stéréotypée d'un muscle en réponse à son propre étirement.**

1: Le choc du marteau sur le tendon d'Achille provoque l'étirement du muscle, et du fuseau neuro musculaire (récepteur sensoriel sensible à l'étirement)

2: Le fuseau neuro musculaire étiré stimule les dendrites du neurone sensoriel

3: Le neurone sensoriel propage un message nerveux sensoriel (train de PA) vers la moelle épinière en se projetant via la racine dorsale

4: Dans la substance grise de la moelle épinière, la terminaison synaptique du neurone sensoriel établit une synapse neuro neuronique avec les dendrites du neurone moteur. Le neurotransmetteur libéré dans la fente synaptique par les boutons synaptiques du neurone sensoriel stimule le neurone moteur.

5: Le neurone moteur propage un message nerveux moteur (train de PA) vers la plaque motrice du muscle, en se projetant via la racine ventrale

6: La terminaison synaptique du neurone moteur établit une synapse neuro musculaire avec la fibre musculaire de la plaque motrice. Les neurotransmetteurs (acétylcholine) libérés dans la fente synaptique par les boutons synaptiques du neurone moteur stimulent la fibre musculaire de la plaque motrice, ce qui provoque la contraction du muscle.

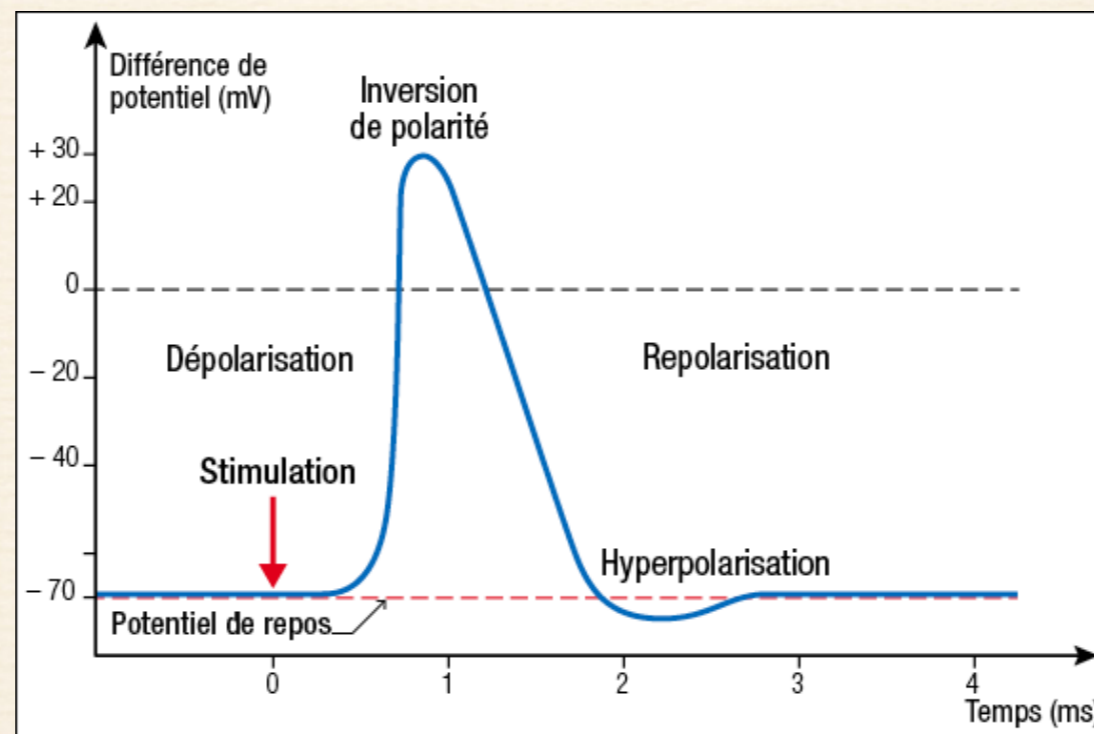
7: La contraction du muscle extenseur induit l'extension du pied.

Le potentiel de membrane  
d'un neurone.

Dans un neurone au repos (non stimulé) le potentiel membranaire (différence de charge entre les 2 faces de la membrane plasmique) est de  $-70$  mV (face interne chargée négativement, face externe chargée positivement). C'est le **potentiel de repos** du neurone.

En dessous d'une valeur seuil de l'intensité de stimulation, la fibre répond par une diminution de la différence de potentiel trans-membranaire (dépolariation) dont l'amplitude diminue jusqu'à s'annuler au cours de la propagation sur l'axone. Une fois le seuil de stimulation atteint, la réponse de la fibre nerveuse est un **potentiel d'action**, qui constitue le signal élémentaire des messages nerveux. Il s'agit d'une inversion transitoire de la polarisation membranaire, qui se propage le long de l'axone sans modification. Les caractéristiques du potentiel d'action sont identiques, quelle que soit l'intensité de la stimulation: d'une durée de quelques millisecondes, il est constitué:

- d'une phase de dépolariation où le potentiel de membrane passe de -70 mV à 0 mV
- d'une phase d'inversion du potentiel de membrane: 0 mV → + 30 mV → 0 mV
- d'une phase de repolarisation plus lente: 0 mV → - 70 mV
- d'une phase d'hyperpolarisation: le potentiel devient encore plus électronégatif



Une fibre nerveuse répond donc à la loi du tout ou rien:

- Soit l'intensité de stimulation est supérieure à une valeur seuil, et l'on observe une réponse d'emblée maximale (amplitude = 100 mV) qui ne varie pas quelle que soit l'intensité du stimulus: le potentiel d'action;
- Soit l'intensité de stimulation est inférieure à cette valeur seuil, et il n'y a pas de potentiel d'action.

# Le codage de l'information

**Dans un neurone, le message nerveux est de nature électrique , et l'information est codée en fréquence de PA.**

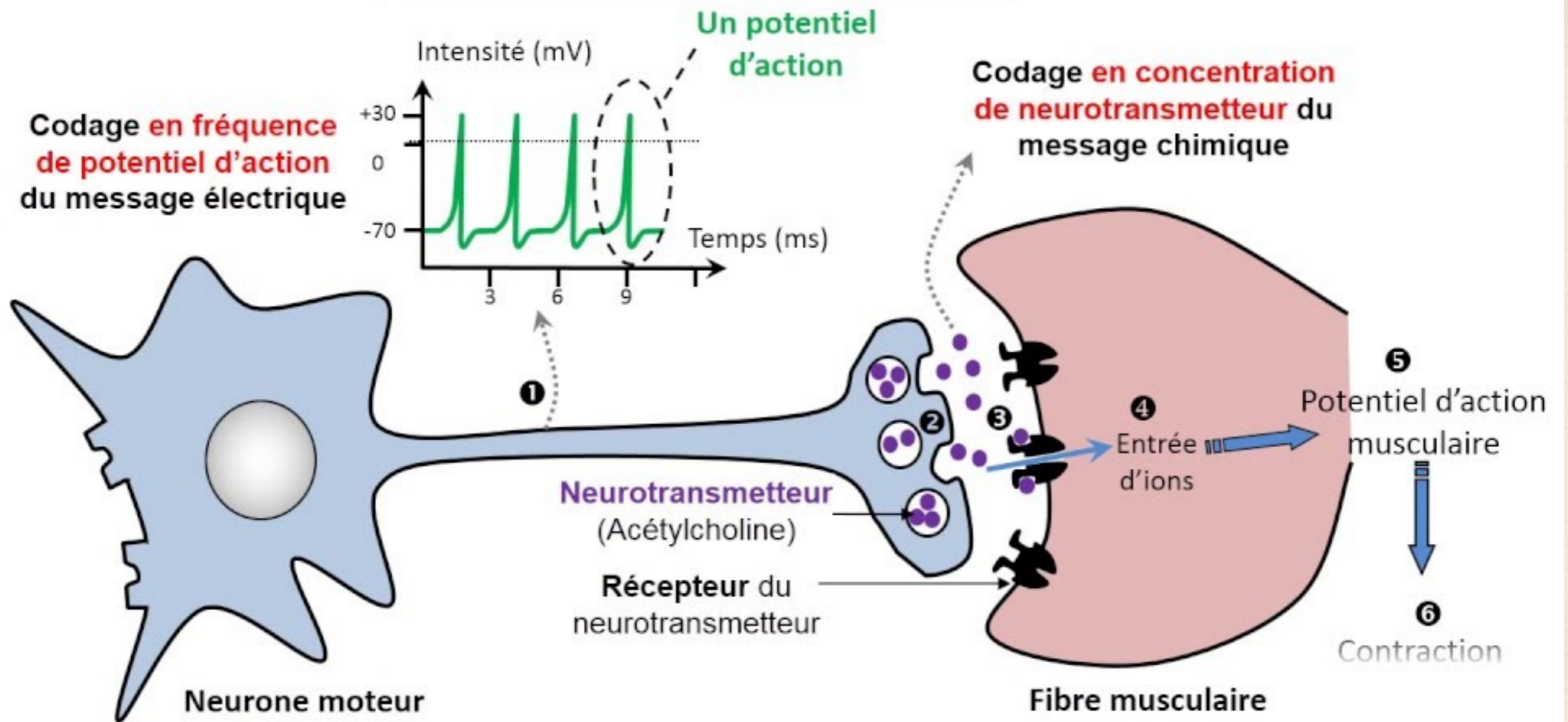
La stimulation d'un récepteur sensoriel avec une intensité supérieure au seuil génère, au niveau d'une fibre nerveuse, un message nerveux constitué d'une succession de potentiels d'action ou train de potentiels d'action. La fréquence des potentiels d'action augmente avec l'intensité de la stimulation du récepteur; cette intensité ne modifie pas l'amplitude des potentiels d'action (loi du tout ou rien).

**Dans un nerf (ensemble de neurones), le message nerveux est de nature électrique, et l'information est codée en amplitude du potentiel global du nerf.**

L'amplitude du potentiel global du nerf augmente avec l'intensité de la stimulation, jusqu'à atteindre une amplitude maximale qui ne peut être dépassée. Plus le nombre de fibres stimulées est grand, plus l'amplitude du potentiel global du nerf est importante. Lorsque toutes les fibres sont recrutées le potentiel du nerf est maximal et ne peut plus augmenter même si l'intensité de la stimulation augmente.

**Au niveau d'une synapse, le message nerveux est de nature chimique, et l'information est codée en concentration de neurotransmetteurs.**

# La synapse neuro-musculaire



**Une synapse neuro musculaire est une zone de communication entre un neurone moteur et une fibre musculaire.**

1: Un message nerveux moteur (train de PA) se propage dans l'axone du neurone moteur.

2: L'arrivée du message nerveux moteur dans la terminaison synaptique du neurone moteur induit l'exocytose des vésicules de neurotransmetteurs qui se trouvent dans les boutons synaptiques.

3: Les neurotransmetteurs (acétylcholine) libérés dans la fente synaptique se fixent sur des récepteurs spécifiques situés sur la membrane plasmique de la fibre musculaire.

4,5,6: Cela induit un PA musculaire à l'origine de la contraction musculaire.

L'intégration des messages nerveux par  
les neurones post synaptiques au niveau  
des synapses neuro-neuroniques

Les synapses neuro-neuroniques (zone de communication entre 2 neurones) fonctionnent globalement suivant le même principe que la synapse neuro-musculaire.

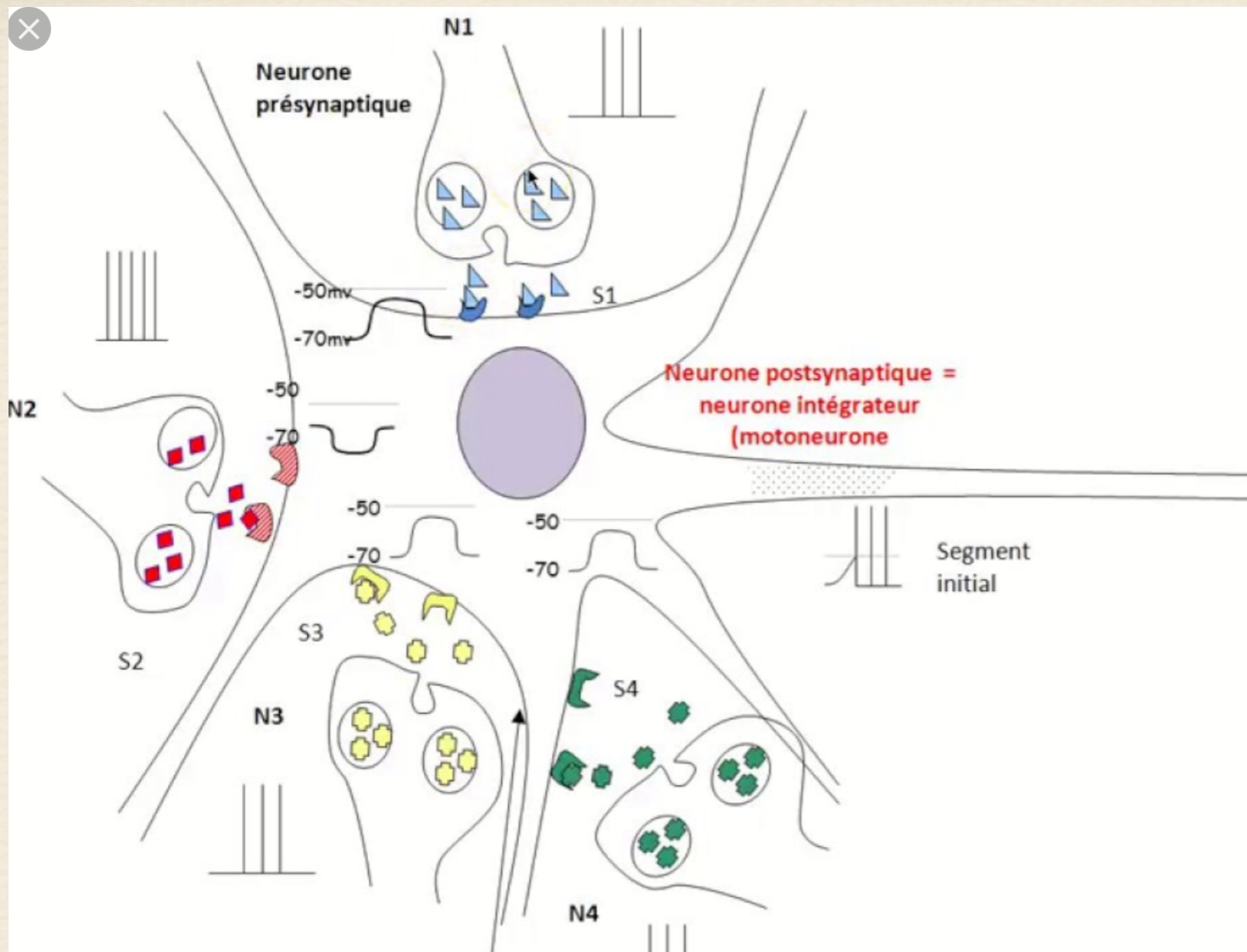
L'arrivée d'un message nerveux (train de potentiels d'actions) dans la terminaison synaptique du neurone pré-synaptique induit l'exocytose des vésicules de neurotransmetteurs situées dans les boutons synaptiques du neurone pré-synaptique.

Les neurotransmetteurs libérés dans la fente synaptique se fixent sur des récepteurs spécifiques situés sur la membrane des dendrites ou du corps cellulaires du neurone post synaptique.

En fonction de la nature du neurone pré-synaptique (excitateur ou inhibiteur) et donc de la nature du neurotransmetteur libéré (excitateur ou inhibiteur), le corps cellulaire du neurone post-synaptique va soit subir une dépolarisation (qui pourra si elle dépasse le seuil induire un ou des PA) soit subir une hyper polarisation éloignant le potentiel de membrane du neurone post-synaptique du seuil nécessaire à la genèse d'un PA.

Cependant, contrairement à la synapse neuro-musculaire, le neurone post-synaptique de la synapse neuro-neuronique est capable d'effectuer une double sommation (temporelle et ou spatiale).

# La sommation spatiale.



Le neurone pré-synaptique N1 est un neurone exciteur, le neurotransmetteur qu'il libère dépolairise la membrane post-synaptique du corps cellulaire du neurone post-synaptique (le gros neurone avec le gros noyau gris).

Cette dépolairisation est insuffisante, elle ne dépasse pas le seuil (ici -50 mV) nécessaire à la genèse d'un PA.

Il en est de même pour les neurones pré-synaptiques N3 et N4.

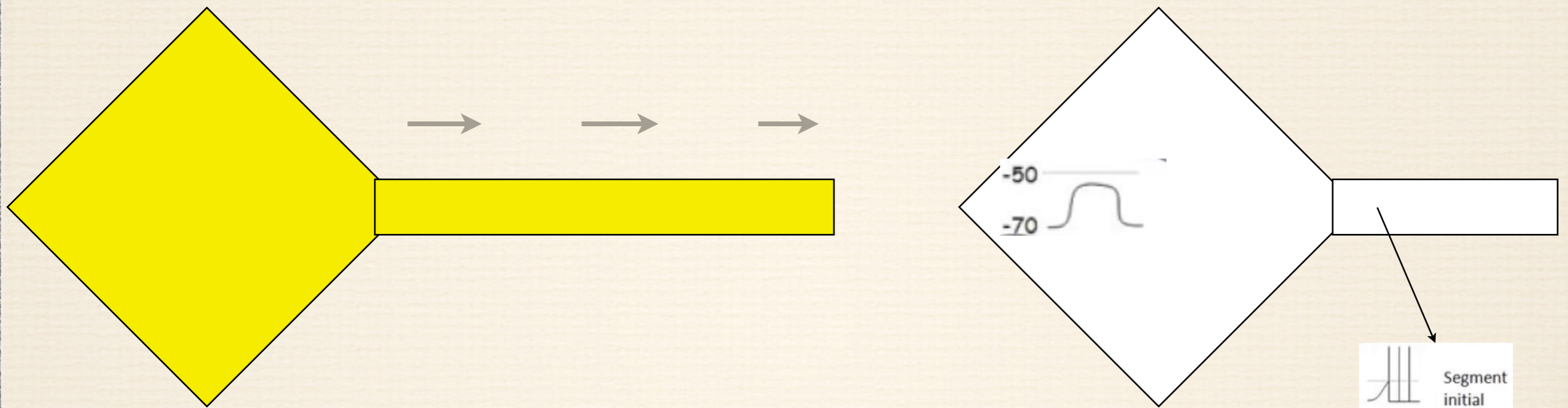
Le neurone pré-synaptique N2 est un neurone inhibiteur, le neurotransmetteur qu'il libère hyperpolarise la membrane post-synaptique du corps cellulaire du neurone post-synaptique, éloignant ainsi son potentiel de membrane du seuil nécessaire à la genèse d'un PA.

Cependant, au niveau de son segment initial (cône axonique), le neurone post-synaptique effectue une sommation spatiale en « additionnant » les trois dépolairisations (qui étaient chacune insuffisantes pour dépasser le seuil) et en « soustrayant » l'hyperpolarisation. Il en résulte (dans le cas de ce schéma) une dépolairisation suffisante pour dépasser le seuil et induire la genèse d'un train de 3 PA au niveau du segment initial du neurone post-synaptique.

*Attention, la vitesse du balayage de l'oscilloscope n'est pas la même sur les différents graphiques (plus lent pour les potentiels présentés dans le corps cellulaire du neurone post-synaptique).*

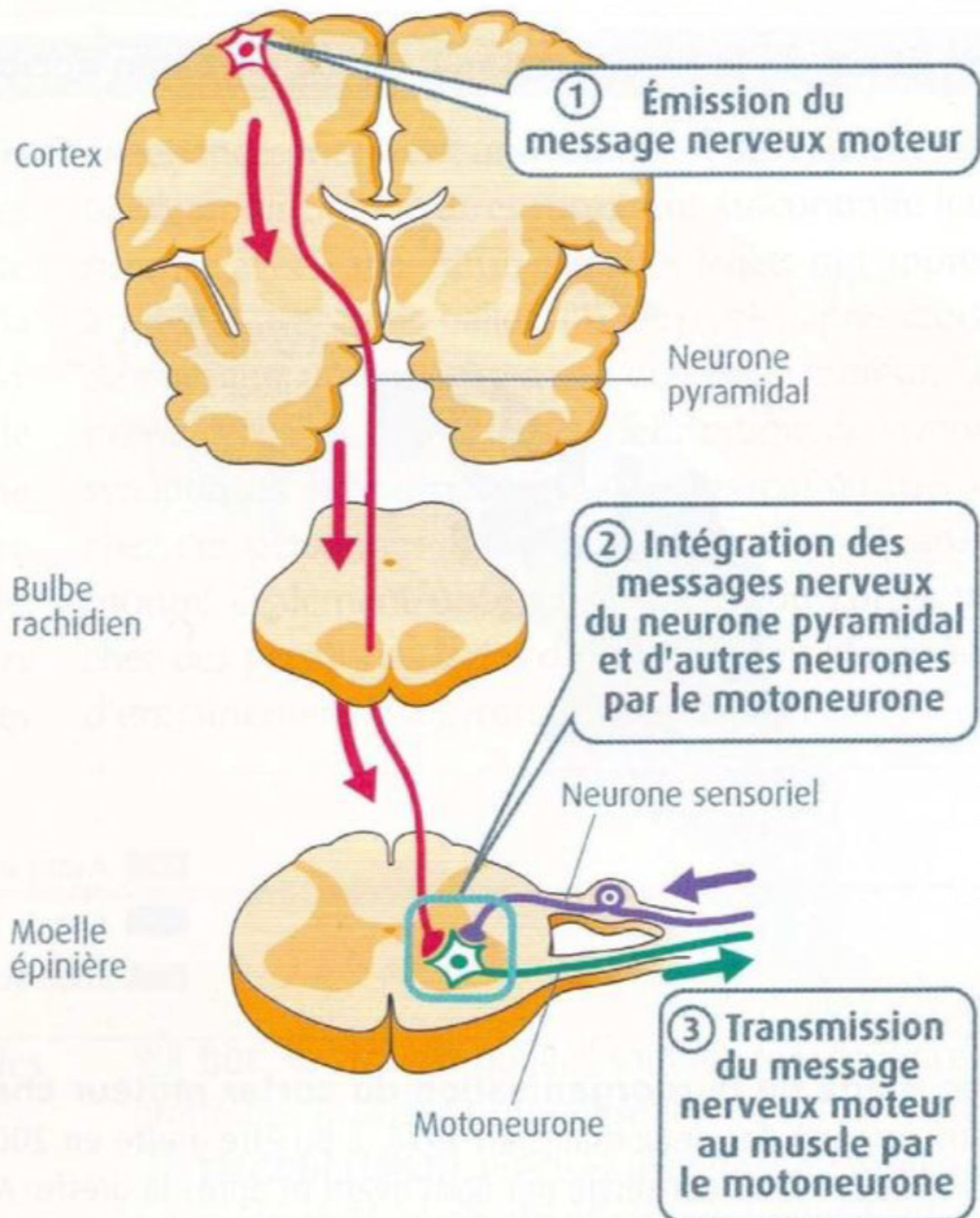
La sommation temporelle.

# La sommation temporelle.



3 trains de PA (chacun représenté par une flèche grise) se propagent successivement dans un intervalle de temps court dans l'axone du neurone pré-synaptique (ici en jaune). Chacun d'eux induit une libération de neurotransmetteur (non représentés sur mon schéma) qui provoque une dépolarisation de la membrane du corps cellulaire du neurone post-synaptique (en blanc). Les 3 dépolarisations successives sont chacune insuffisantes pour dépasser le seuil de 50 mV nécessaire à la genèse d'un PA. Cependant, au niveau de son segment initial, le neurone post-synaptique effectue une sommation temporelle en « additionnant » les 3 dépolarisations successives, ce qui permet de dépasser le seuil et d'induire la genèse d'un train de 3 PA (dans le cas de mon schéma)

La voie pyramidale de la  
motricité volontaire.



La motricité volontaire est gouvernée par l'aire motrice primaire (elle même contrôlée par les aires pré-motrices) située dans le cortex frontal (cortex du lobe frontal).

Les neurones pyramidaux (en rouge) dont les corps cellulaires sont situés dans l'aire motrice se propagent via le bulbe rachidien jusqu'à la moelle épinière.

Au niveau du bulbe rachidien, les neurones pyramidaux issus de l'aire motrice de l'hémisphère cérébral gauche se projettent vers le côté droit de la moelle épinière: la commande de la motricité volontaire est contra-latérale.

Dans la substance grise de la moelle épinière, les terminaisons synaptiques des neurones pyramidaux innervent les neurones moteurs (en vert) qui stimule la contraction d'un muscle.

Ces neurones moteurs peuvent être les mêmes que ceux impliqués dans le réflexe myotatique; ils intègrent alors des messages nerveux (éventuellement contradictoires) provenant des neurones pyramidaux et des neurones sensoriel (en violet)

# La plasticité cérébrale.

La plasticité cérébrale est la propriété qu'a notre cerveau à réorganiser ses connexions synaptiques et donc ses aires cérébrales en fonction de l'influence de notre environnement.