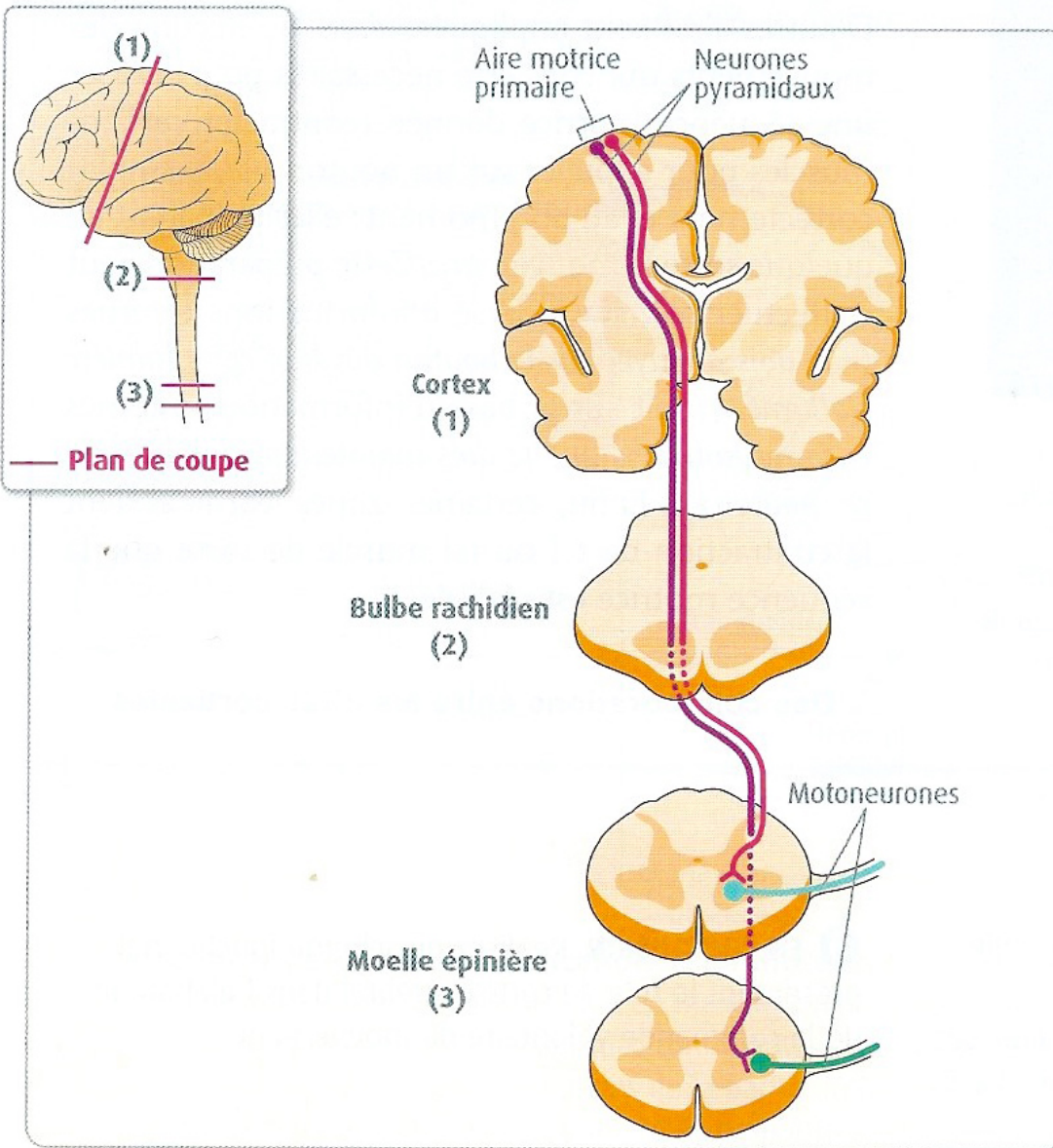
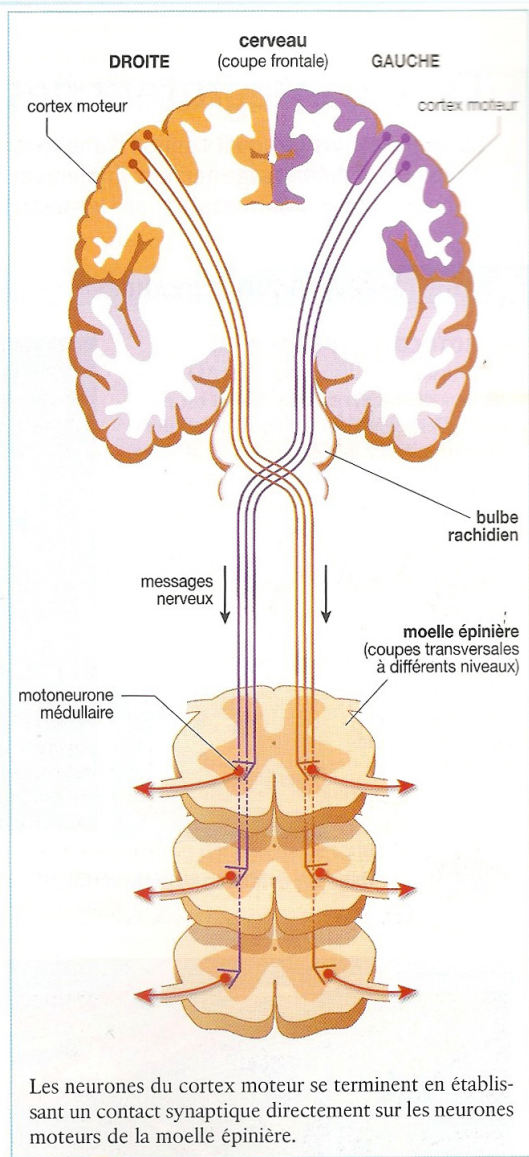


## 2) Les voies motrices



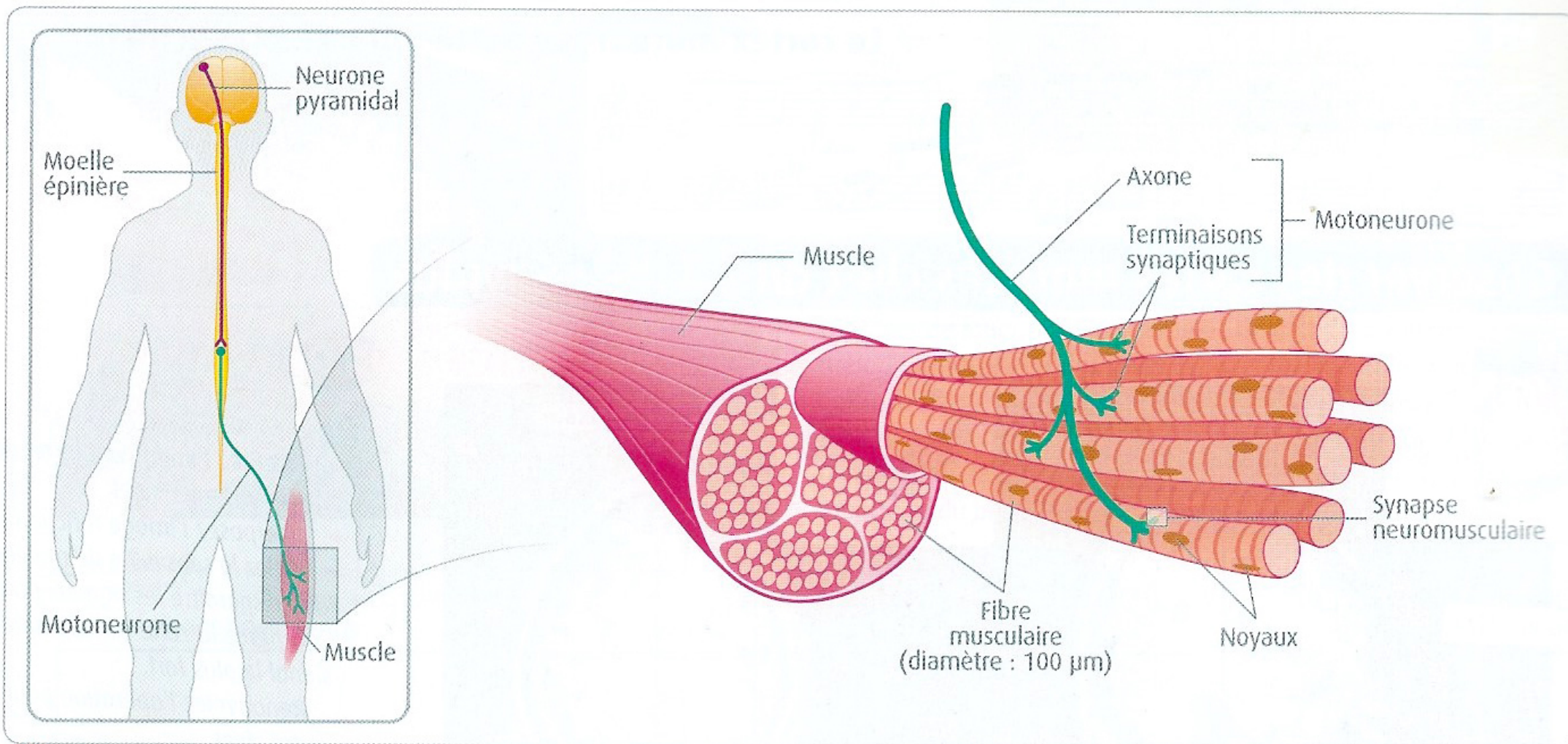
**3 Du cortex aux motoneurones : la voie pyramidale.** Les neurones de l'aire motrice primaire, ou neurones pyramidaux, envoient leurs axones vers les structures inférieures du cerveau, le bulbe rachidien puis la moelle épinière. Au niveau du bulbe, les axones issus des hémisphères gauche et droit se croisent, puis ils descendent le long de la moelle épinière : c'est la voie pyramidale. À différents niveaux de la moelle, ces axones sont en contact avec les motoneurones au niveau de synapses (voir doc. 5).



**Doc. 5** Des faisceaux de neurones dans la moelle épinière.

Les neurones du cortex moteur se terminent en établissant un contact synaptique directement sur les neurones moteurs de la moelle épinière.





**4** **L'innervation des muscles par les motoneurones.** Une même fibre musculaire (cellule musculaire) n'est innervée que par un seul motoneurone. Un même motoneurone innerve plusieurs fibres d'un même muscle.

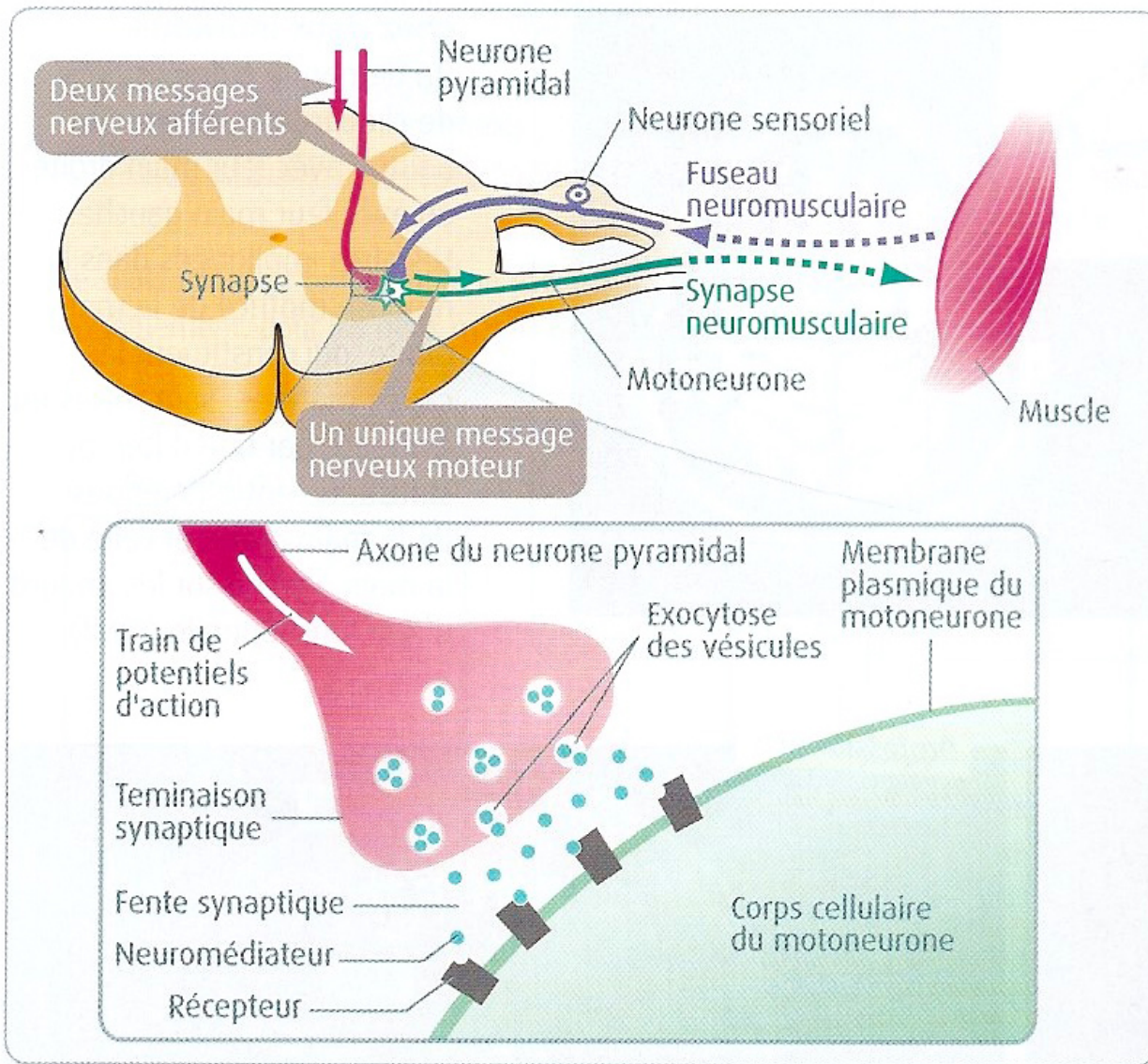
Le message nerveux moteur volontaire est élaboré dans les **neurones pyramidaux de l'aire M1**.

Leurs axones se prolongent jusqu'au **bulbe rachidien** puis la **moelle épinière** ou ils forment une synapse avec des motoneurones.

Les voies motrices sont **croisées** : l'aire motrice de l'hémisphère cérébral droit commande la partie gauche du corps et inversement.

### 3) L'intégration des messages nerveux au niveau de la synapse neuromusculaire :



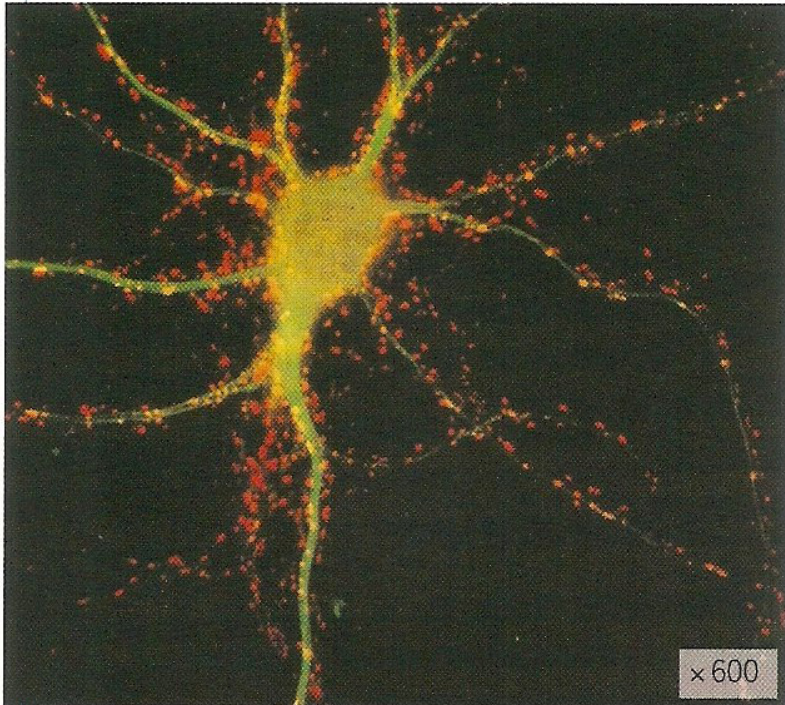


**5 Les synapses et le rôle intégrateur des motoneurones.** Par l'intermédiaire de synapses, un motoneurone est en contact avec les terminaisons synaptiques d'un neurone pyramidal et avec celles de neurones sensoriels (impliqués dans les réflexes myotatiques par exemple). L'arrivée d'un train de potentiels d'action dans la terminaison synaptique d'un neurone pyramidal (ou d'un neurone sensoriel) provoque l'exocytose des vésicules qui s'y trouvent et la libération dans la fente synaptique des molécules de neuromédiateur qu'elles contiennent. Leur fixation sur des récepteurs situés sur la membrane plasmique du motoneurone provoque des modifications des propriétés électriques de cette membrane. Les modifications résultant du fonctionnement des différentes synapses sont « additionnées » par le motoneurone, qui émet alors, au niveau de l'axone, un unique message nerveux. Le motoneurone a ainsi intégré les messages nerveux qu'il a reçus.

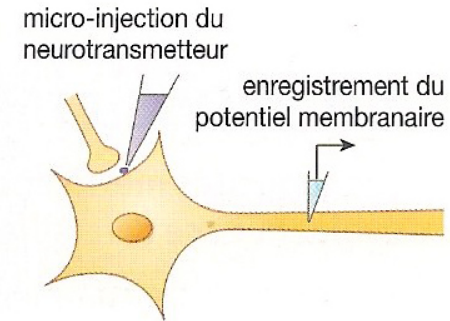


## Synapses excitatrices ou inhibitrices

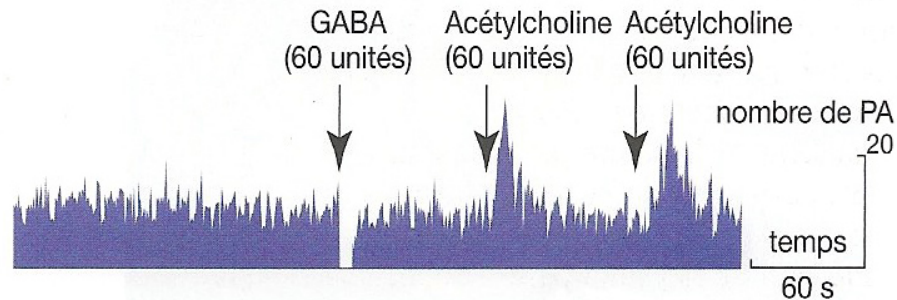
- Dans le système nerveux, chaque neurone peut être en connexion avec de très nombreux autres neurones : sur la *photographie ci-dessous*, chaque point rouge correspond à un contact synaptique établi sur le neurone figuré en jaune. On estime qu'un volume de cortex équivalent à une tête d'allumette contient environ un milliard de connexions.



- Les synapses ne fonctionnent pas toutes avec le même neurotransmetteur. Par une technique de micro-injection, on teste l'effet de deux neurotransmetteurs, l'acétylcholine et le GABA, sur l'activité d'un neurone (il s'agit dans cette expérience d'un neurone du cortex cérébral de rat).



Le *graphique ci-dessous* montre l'activité électrique enregistrée au niveau de l'axone, mesurée en fréquence de potentiels d'action. L'activité de base du neurone est environ de 15 potentiels d'action par seconde.

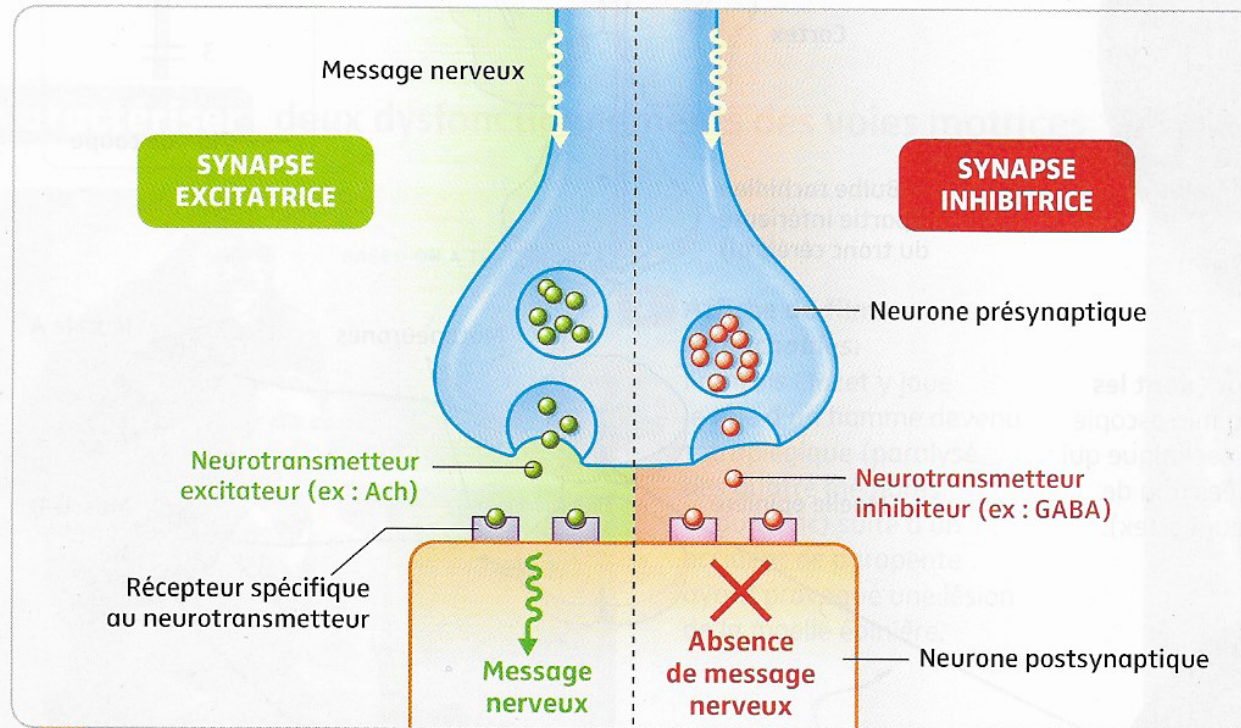


**Doc. 3** Des milliers de contacts synaptiques sont établis sur un neurone.

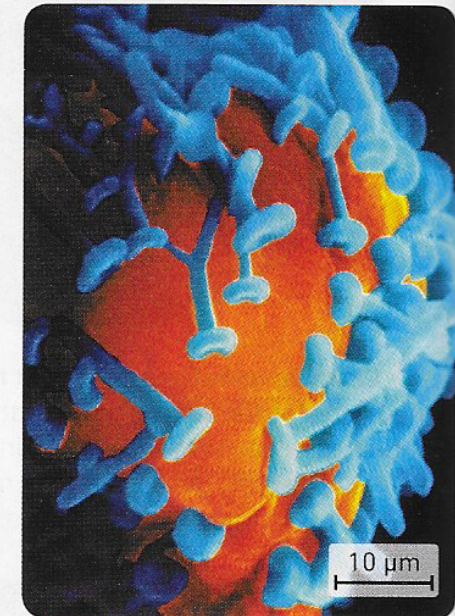


## Synapse excitatrice ou inhibitrice

Les **motoneurones de la moelle épinière** reçoivent de multiples informations provenant de très nombreux autres neurones. Ces connexions se font par l'intermédiaire de synapses.



**1 Synapses excitatrices et inhibitrices.** Toutes les synapses fonctionnent de la même manière mais, selon la nature du neurotransmetteur libéré, la synapse peut être excitatrice ou inhibitrice.



**2 Corps cellulaire d'un motoneurone (en orange) recevant de nombreuses connexions synaptiques provenant d'autres neurones (en bleu).**

## Sommation spatiale et temporelle des messages nerveux

Un motoneurone médullaire reçoit des informations diverses, excitatrices et/ou inhibitrices. Le corps cellulaire des motoneurones effectue une **sommation** de ces informations.

– Cette sommation peut être **spatiale** si les informations arrivent en même temps de synapses différentes.

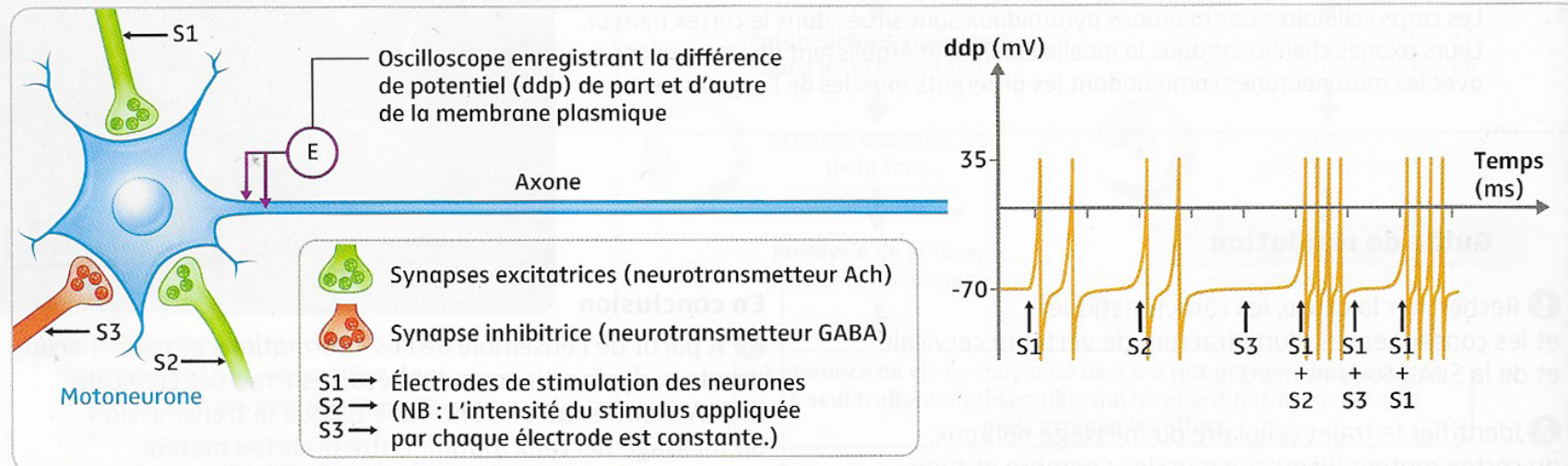
Par exemple, sur le document ci-dessous, deux stimulations simultanées S1 + S2 (qui sont deux stimulations excitatrices) font naître un message nerveux de fréquence de potentiels d’actions plus élevée qu’une stimulation S1 ou S2 seule. Selon le même principe, une stimulation excitatrice (S1) associée à une stimulation inhibitrice (S3) ne font pas naître de message nerveux dans l’axone du motoneurone.

Les messages issus de ces deux stimulations « s’annulent » en quelque sorte.

– La sommation peut également être **temporelle** si les informations arrivent par une même synapse dans un intervalle de temps court.

Par exemple, sur le document ci-dessous, deux stimulations rapprochées S1 font naître un message nerveux de fréquence de potentiels d’actions plus élevée qu’une stimulation S1 seule.

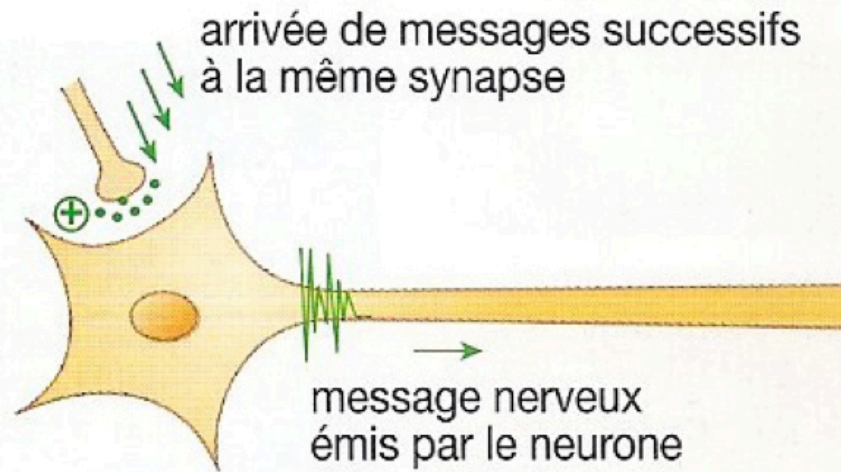
On parle d’**intégration** pour désigner la propriété des motoneurones à élaborer un message nerveux moteur unique à partir d’informations diverses.



**3** Expérience de stimulations d'un corps cellulaire de motoneurone et enregistrement des messages nerveux en résultant dans l'axone de ce motoneurone.

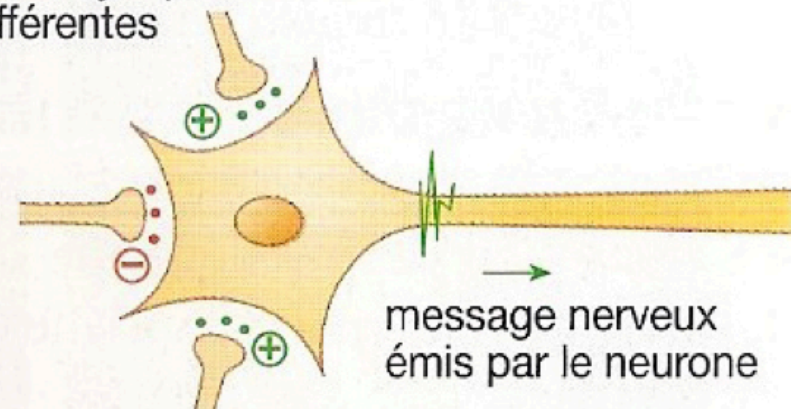


Intégration des messages nerveux



**Sommation temporelle**

arrivée simultanée de messages  
à des synapses  
différentes



**Sommation spatiale**



Chaque motoneurone **intègre toutes les informations** des nombreux neurones à son contact (il existe des milliers de synapses par motoneurone) : il émet ainsi un **unique message** nerveux moteur induisant la contraction.