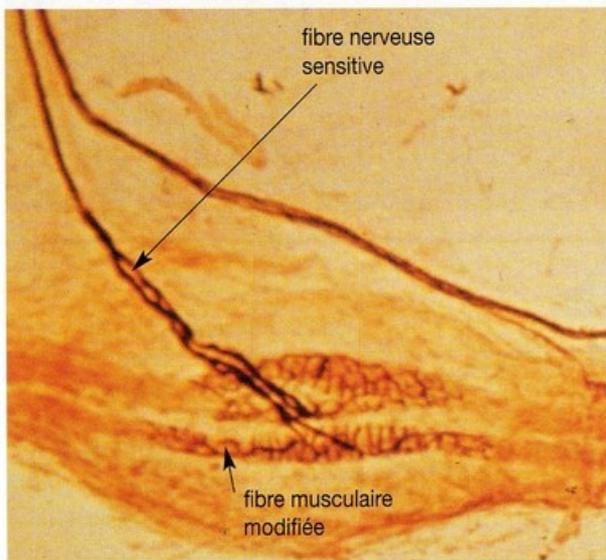
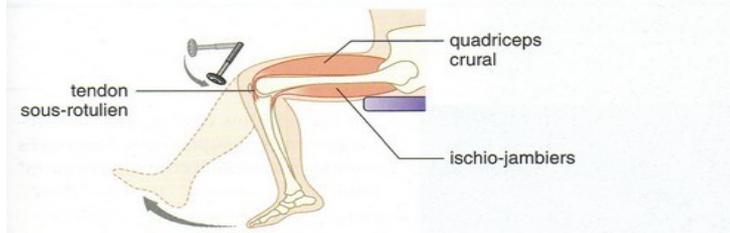


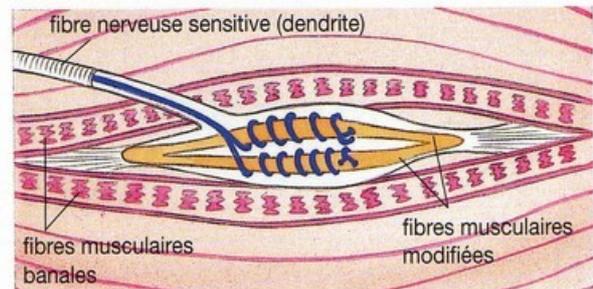
Chapitre 15 : Une commande réflexe du muscle

Un exemple de réponse réflexe : le maintien de la posture

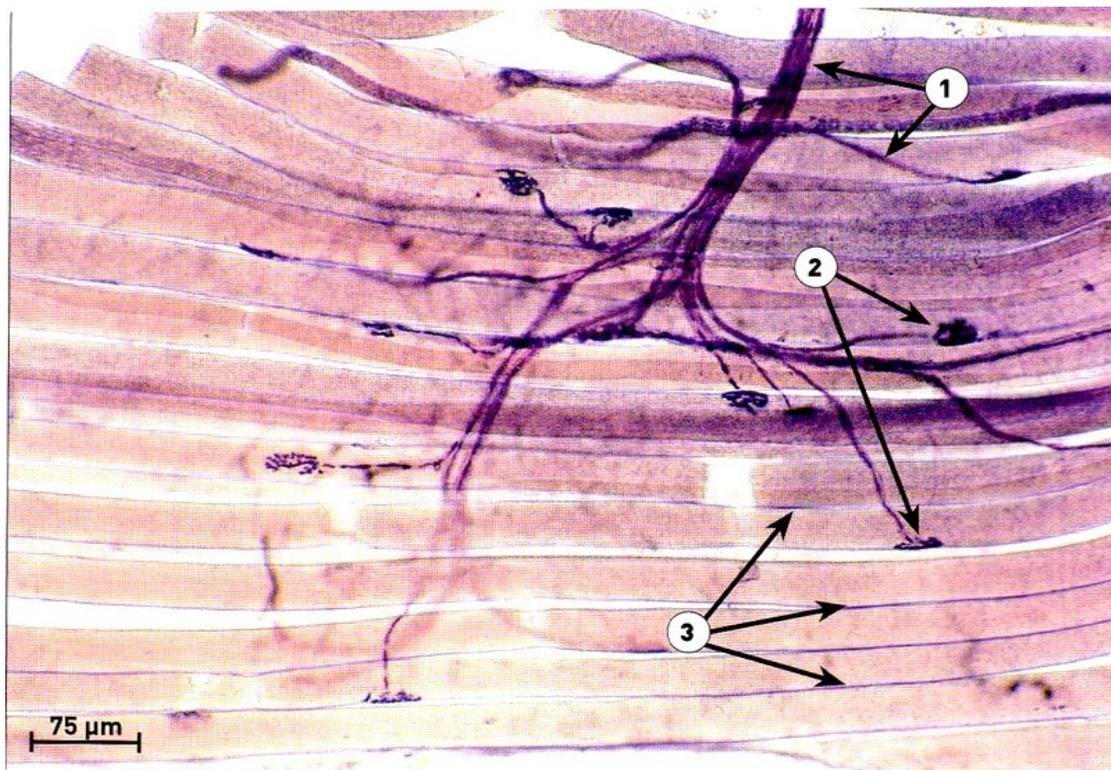
Le réflexe rotulien est un test médical banal : il s'agit de déclencher une contraction réflexe du muscle antérieur de la cuisse (quadriceps crural) suite à une percussion du tendon sous-rotulien qui relie ce même muscle au tibia. Le résultat visible est une extension de la jambe. À noter que la stimulation portée a eu pour effet d'étirer localement le muscle.



x 400

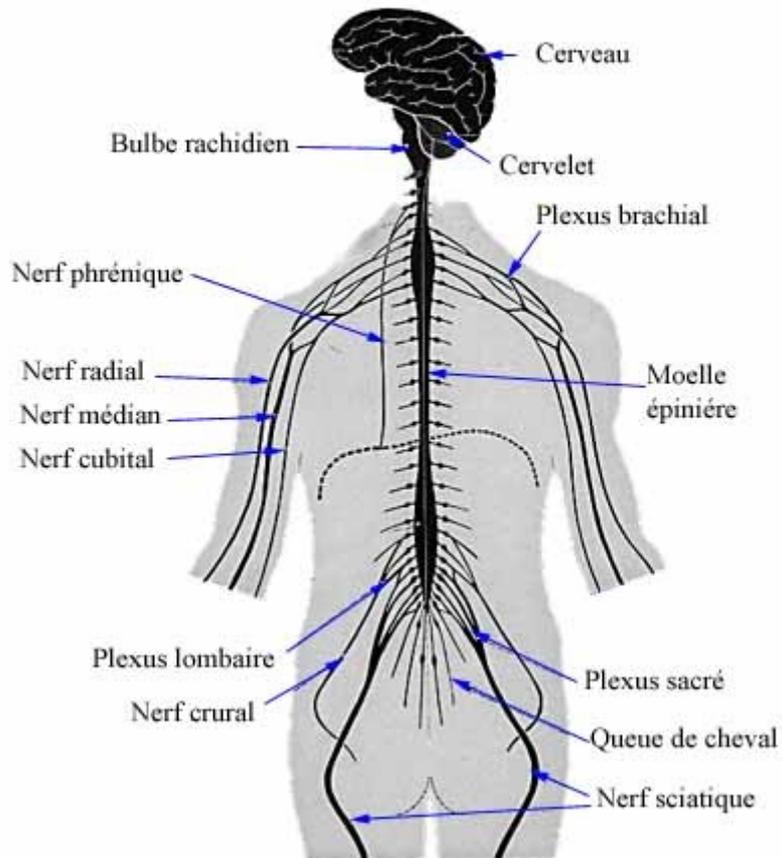


Certains malades présentent une dégénérescence de structures incluses dans le tissu musculaire, les fuseaux neuromusculaires. On constate alors une absence de réflexe lorsque l'on frappe le tendon d'Achille. Cependant, la motricité volontaire du pied n'est pas abolie puisque ces malades peuvent étendre (ou fléchir) le pied d'une manière volontaire.

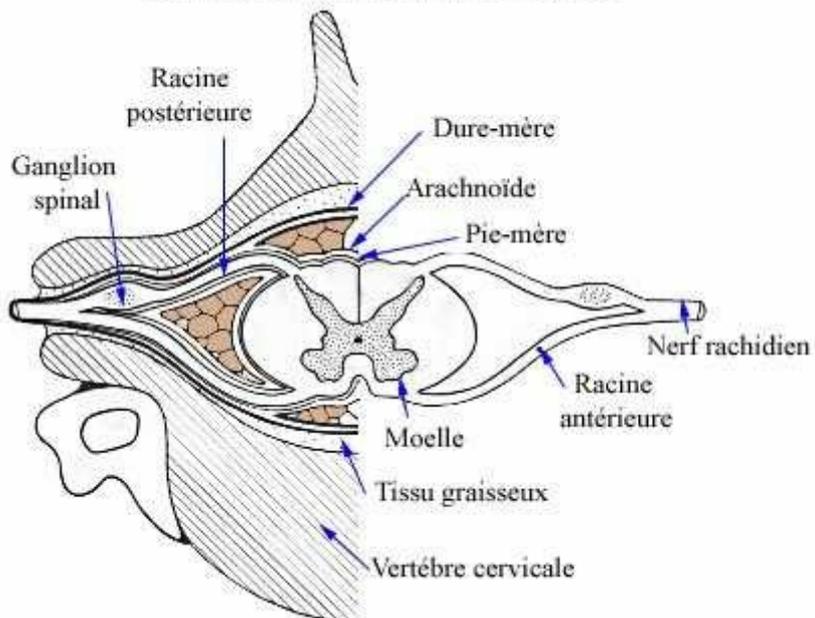


b **Plaque motrice (MO).** On observe les fibres nerveuses (1), les synapses neuromusculaires (2) et les fibres musculaires (3).

Schéma du système nerveux cérébro-spinal



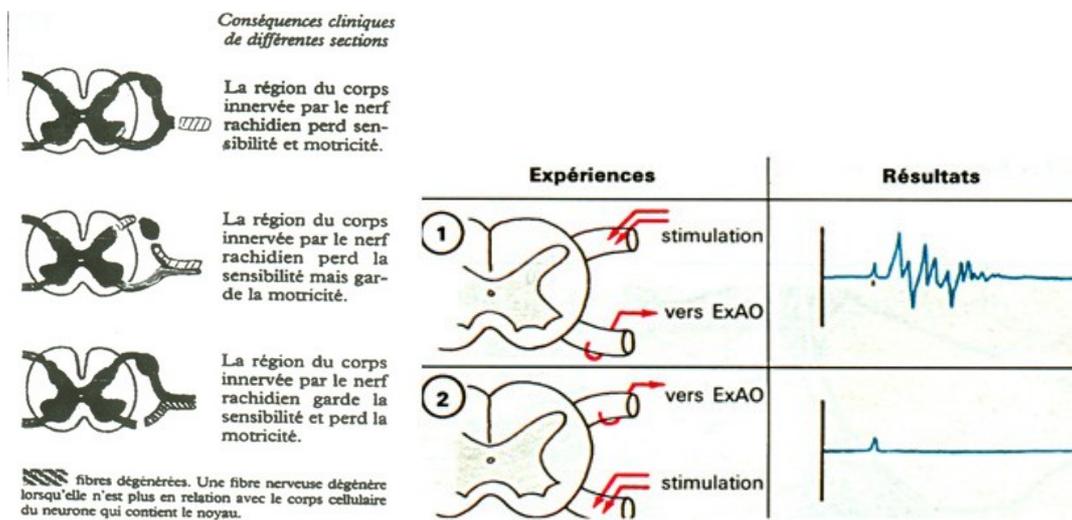
Coupe au niveau d'une vertèbre cervicale



Le texte ci-dessous est un extrait du journal de physiologie expérimentale de Magendie écrit en 1822. Ces expériences sont restées célèbres car il a été le premier à établir le sens de circulation des messages nerveux dans les racines des nerfs rachidiens. « Depuis longtemps, je désirais faire une expérience dans laquelle je couperais sur un animal les racines postérieures des nerfs qui naissent de la moelle épinière.....J'eus alors sous les yeux les racines postérieures des paires lombaires et sacrées, en les soulevant successivement avec les lames de petits ciseaux, je pus les couper d'un côté, la moelle restant intacte. Le membre correspondant au nerf coupé était insensible aux piqûres et aux pressions, il me paraissait immobile, mais bientôt, je le vis se mouvoir d'une manière très apparente, bien que la sensibilité y fût toujours éteinte. Enfin, je coupais les racines antérieures en laissant intactes les postérieures. Comme dans les expériences précédentes, je ne fis la section que d'un côté, afin d'avoir un terme de comparaison. Le membre était complètement immobile et flasque tandis qu'il conservait une sensibilité. J'ai coupé à la fois les racines postérieures et antérieures : il y eut perte de sentiment et de mouvement. »

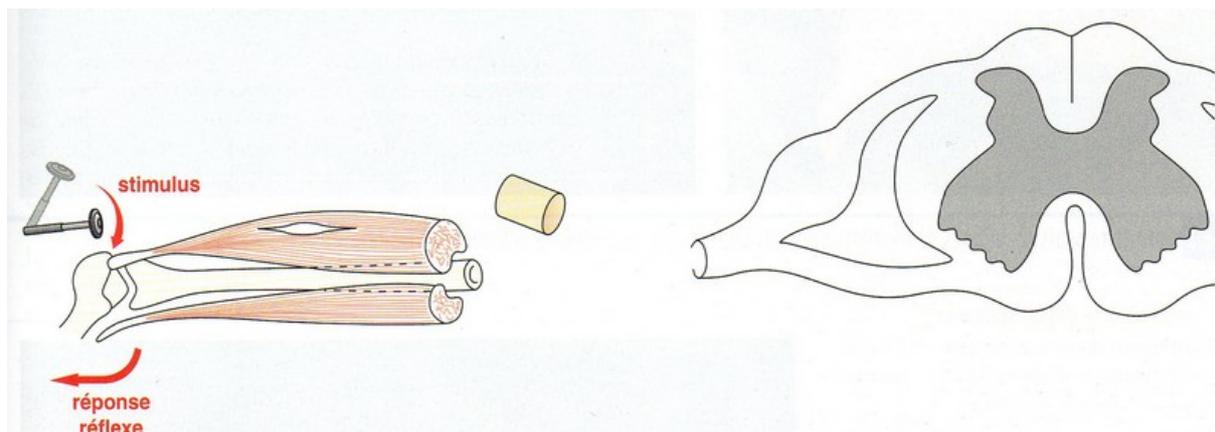
1) Quel est le témoin dans les expériences de Magendie ? Proposez une hypothèse expliquant les résultats de Magendie.

AUTRES EXPERIENCES PLUS RECENTES

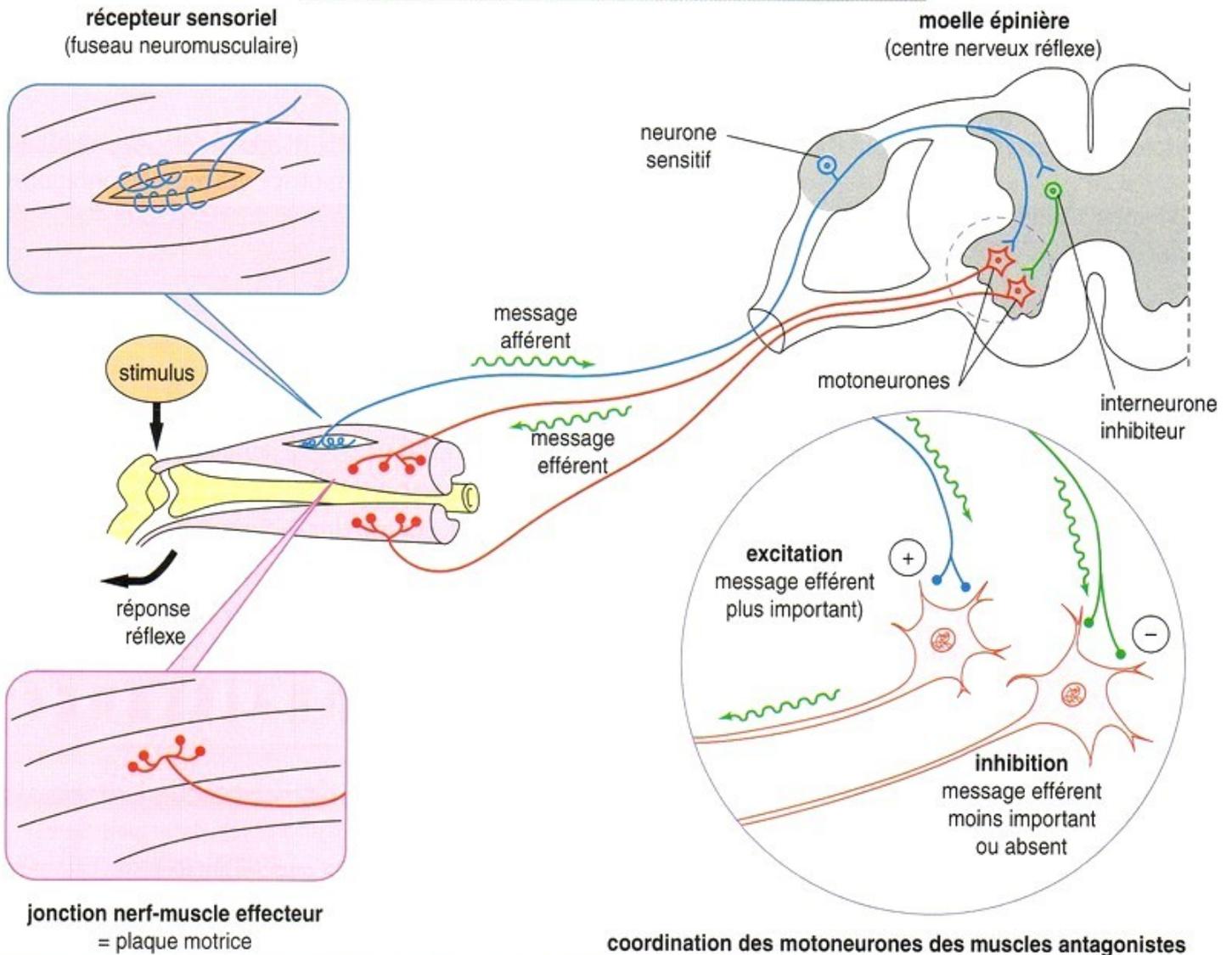


Après section des racines d'un nerf rachidien, on porte une stimulation électrique sur les fibres d'une des racines. On recherche alors le passage d'un message nerveux sur l'autre racine grâce à une électrode réceptrice reliée à un oscillographe. Le petit événement électrique visible au début de chaque enregistrement est l'artefact de stimulation.

- 2) Décrivez et interprétez méthodiquement chacune des expériences présentées.
- 3) En fonction de ces résultats validez ou non votre hypothèse.
- 4) Complétez votre schéma bilan.



Les circuits neuronniques du réflexe myotatique



Exercice : le réflexe d'évitement

Il suffit de poser son doigt sur une aiguille ou de toucher un objet très chaud pour aussitôt retirer sa main très rapidement. Il s'agit-là d'une réaction réflexe qualifiée de réflexe d'évitement.

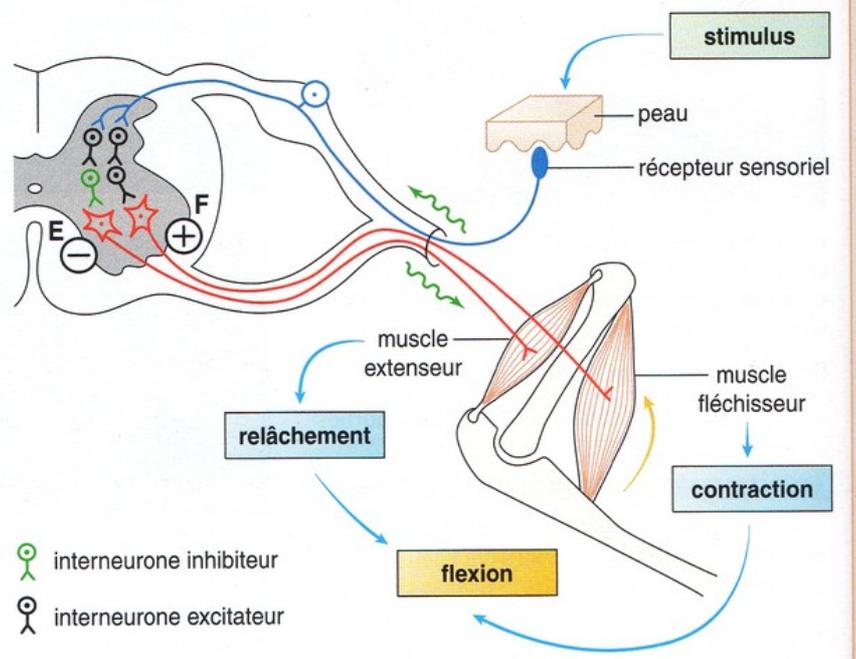
Le dessin ci-contre présente les circuits neuronniques qui en sont responsables : en E, le motoneurone est inactivé, en F, le motoneurone est activé.

Question 1 (Saisir des informations et utiliser ses connaissances)

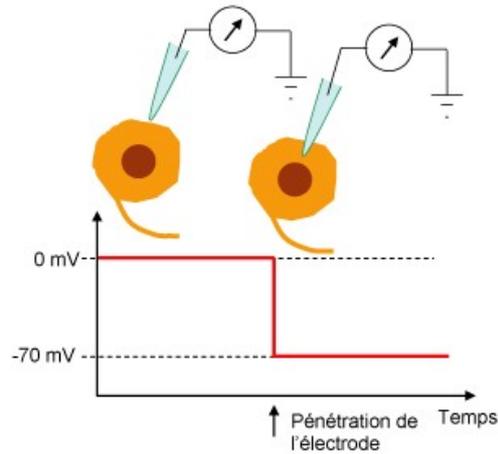
Comparez le réflexe d'évitement avec le réflexe myotatique (relevez les différences et les points communs).

Question 2 (Adopter une démarche explicative)

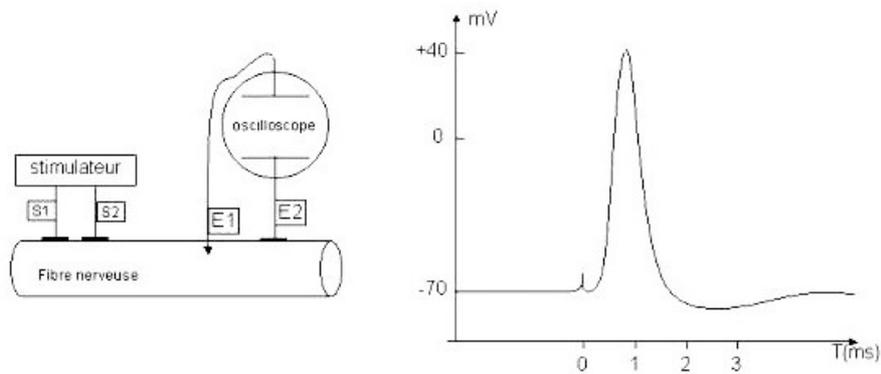
Expliquez comment est rendue possible la flexion du membre.



Nature et propagation des messages nerveux



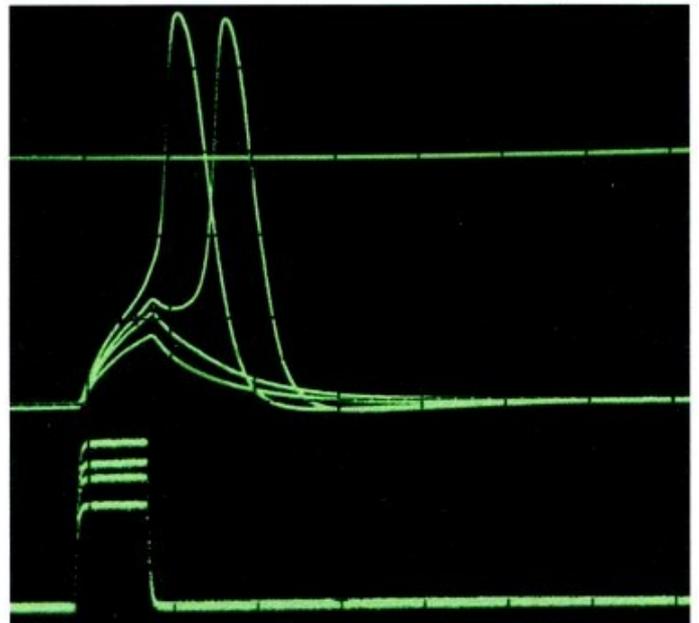
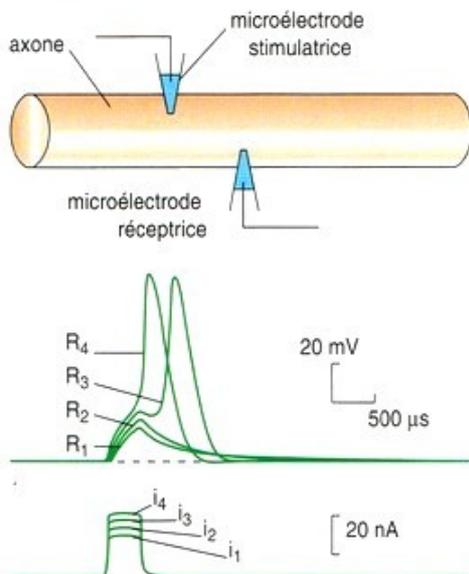
Source : http://ticemed.chusa.jussieu.fr/www_poly_interactif/neurophysio/figures/fig0201.png



Source : A. Gallien

[Lien vers une animation réalisée par Claude Perrin sur la conduction des messages nerveux](#)

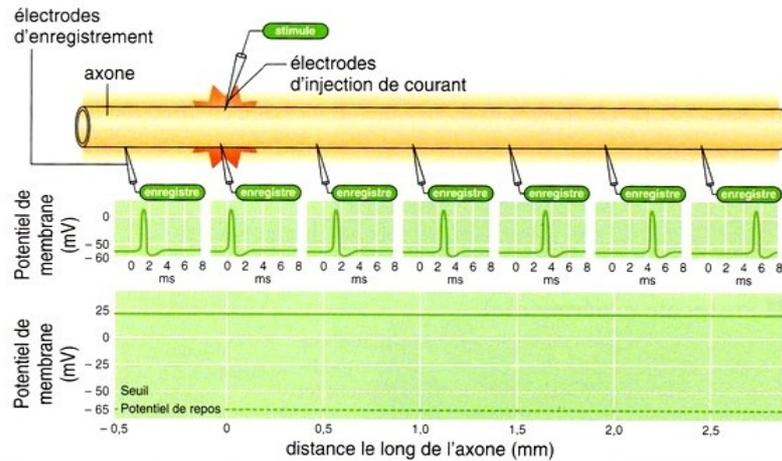
Deux microélectrodes, l'une stimulatrice, l'autre réceptrice, sont implantées à faible distance l'une de l'autre dans une fibre nerveuse de gros diamètre. Grâce à la microélectrode stimulatrice, on soumet cette fibre à quatre stimulations électriques de durée constante et d'intensité régulièrement croissante à partir de i_1 .



▲ Les quatre « réponses » de la fibre (R₁, R₂, ...) correspondant aux quatre stimulations d'intensité différente (i₁, i₂, ...) sont enregistrées par un oscillographe à mémoire puis superposées sur l'écran.

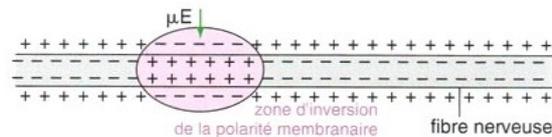
Nature et propagation des messages nerveux (suite)

Ces auteurs portent une stimulation électrique efficace* sur une fibre nerveuse « géante » de calmar et enregistrent l'état électrique de la membrane à différentes distances du point de stimulation.



L'expérience de Hodgkin et Rushton (1938).

Extrait du manuel SVT de 1èreS Bordas 2007 p204-205



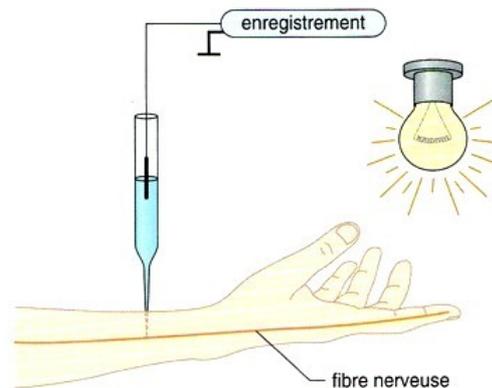
Le codage du message nerveux

■ Protocole expérimental

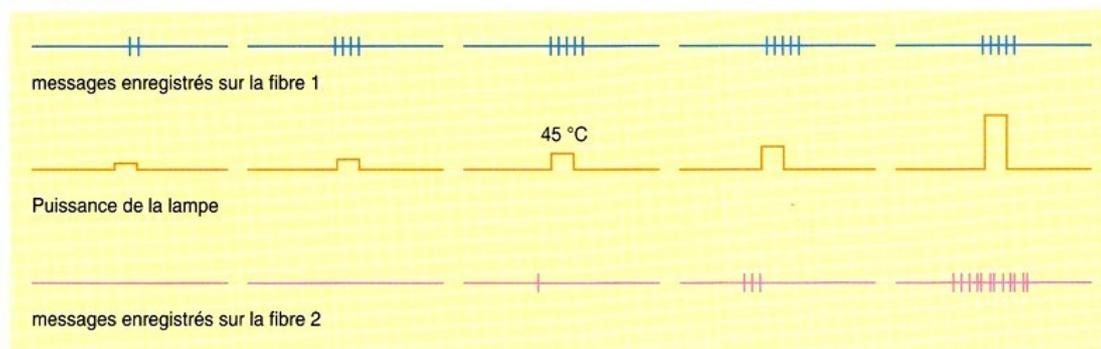
Un sujet place sa main au voisinage immédiat d'une ampoule électrique allumée. L'expérimentateur modifie progressivement la puissance de l'éclairage (et donc la température de l'ampoule).

Des électrodes réceptrices très fines implantées dans le nerf de l'avant-bras enregistrent les messages nerveux qui se propagent sur deux types de fibres :

- une **fibre 1** qui transporte les signaux émis par un thermorécepteur* de la peau ;
- une **fibre 2** reliée à un nocicepteur* impliqué dans la sensation douloureuse.

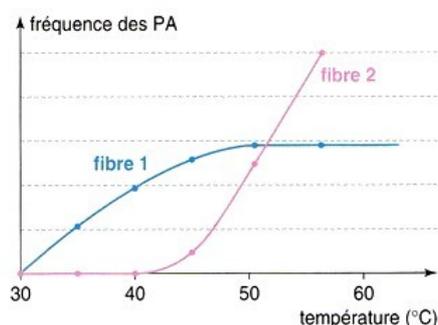


■ Résultat



Les sensations perçues par le sujet

- À partir de la température de 45 °C, l'individu déclare ressentir de la douleur ; par la suite, plus la température est élevée et plus la sensation douloureuse est intense.
- Le sujet est capable de décrire l'augmentation de la chaleur dégagée par la lampe jusqu'à 45 °C mais il s'avère incapable de discriminer les hausses ultérieures de température : pour lui, la lampe est aussi chaude à 50 °C qu'à 60 °C.



Une transmission chimique du message nerveux

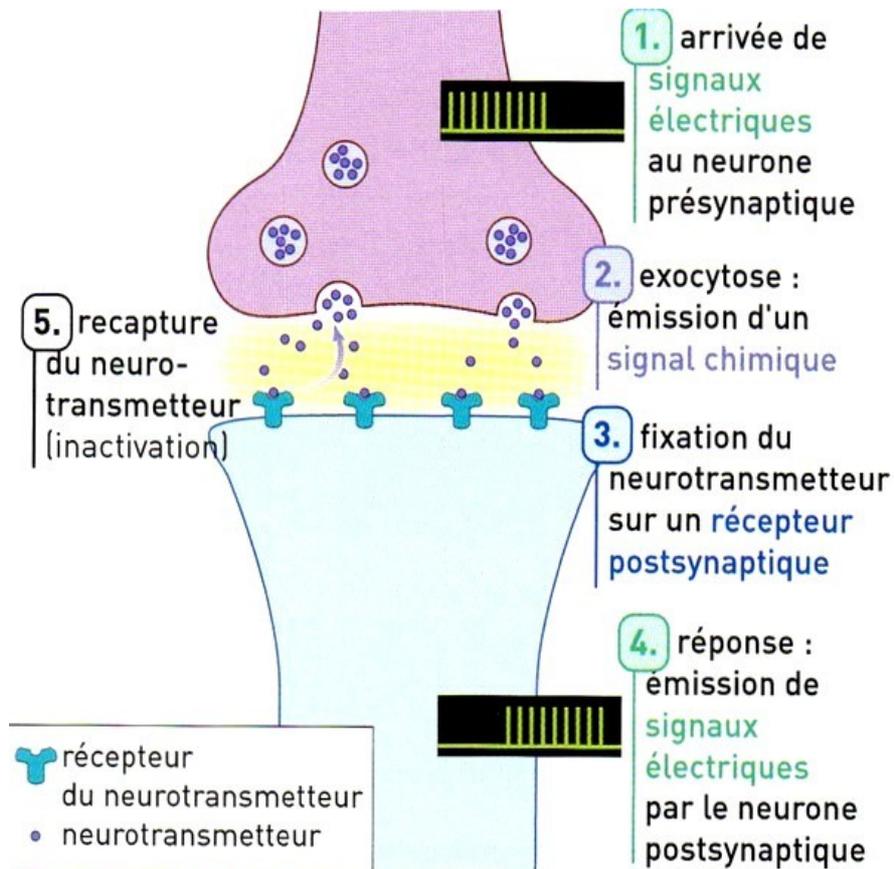
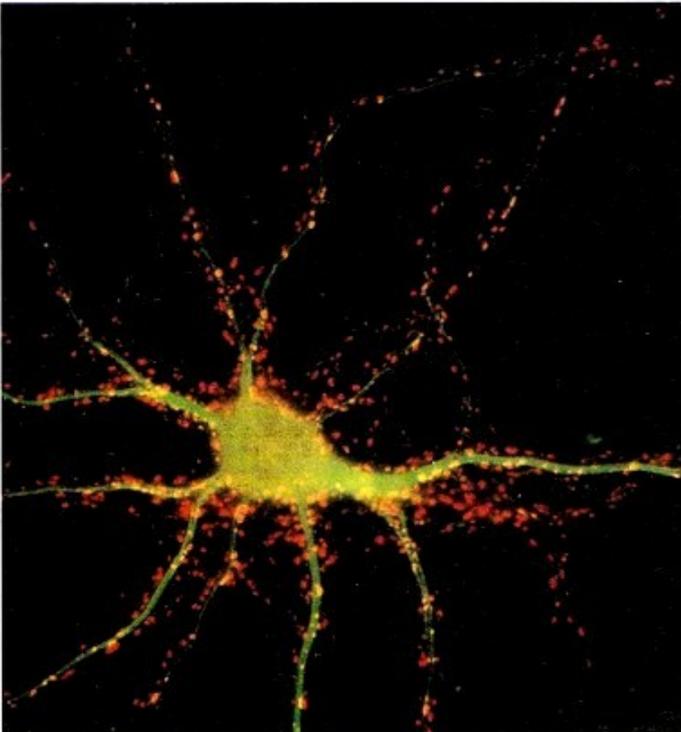


Schéma très simplifié d'une synapse chimique

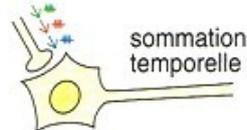
L'intégration des messages nerveux



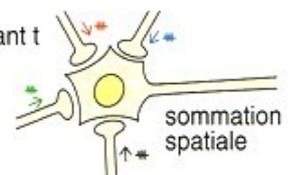
Chaque neurone reçoit des milliers de contacts synaptiques (points rouges sur la photographie). On estime qu'un volume de cortex équivalent à une tête d'allumette contient environ un milliard de connexions !

Au niveau d'une synapse donnée, la dose de neurotransmetteur délivrée dépend du nombre et de la fréquence des potentiels d'action présynaptiques qui atteignent la zone. Par ailleurs, à tout instant, de nombreuses synapses sont actives : le neurone est alors soumis à une « pluie » de neurotransmetteurs, les uns tendant à l'exciter, les autres à le mettre au repos. Cette situation évolue constamment au cours du temps. C'est la **sommation temporelle et spatiale** de toutes ces influences qui conditionne à chaque instant l'état d'activité du neurone : cette propriété remarquable est l'intégration neuronale*.

trois temps successifs



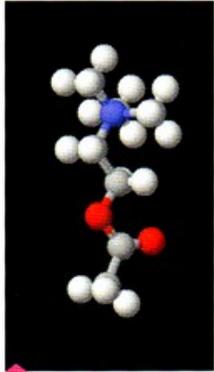
un instant t



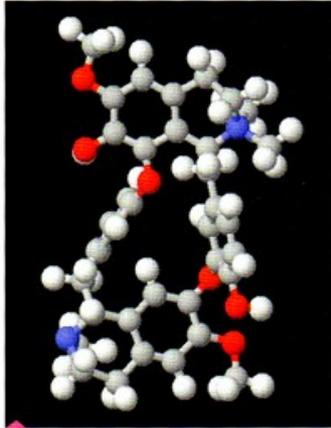
Exemple 1 : le curare

Les indiens d'Amazonie utilisent le curare, pour chasser leur proie en les paralysant avec des fléchettes projetées à l'aide de sarbacanes. Pour l'Homme, le curare est un poison qui provoque la mort par paralysie des muscles respiratoires. Au XIX^e siècle, Claude Bernard étudia le mode d'action du curare et proposa qu'elle empêchait le contact entre les nerfs et le muscle.

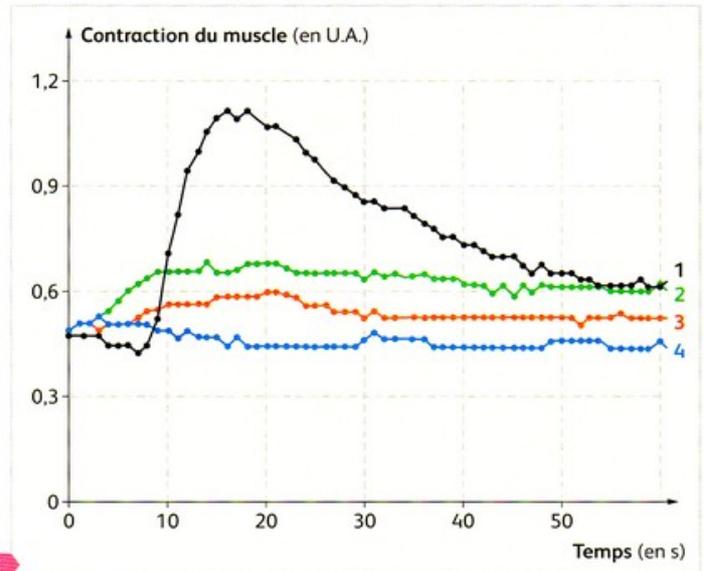
Un muscle isolé est relié à un système permettant de mesurer son état de contraction. On introduit au temps t_0 une dose test d'acétylcholine (courbe 1). Puis on répète l'expérience en ajoutant à cette dose test des concentrations croissantes de curare (courbes 2 à 4).



a Molécule d'acétylcholine, neuromédiateur de la jonction neuromusculaire.



b Molécule de curare.



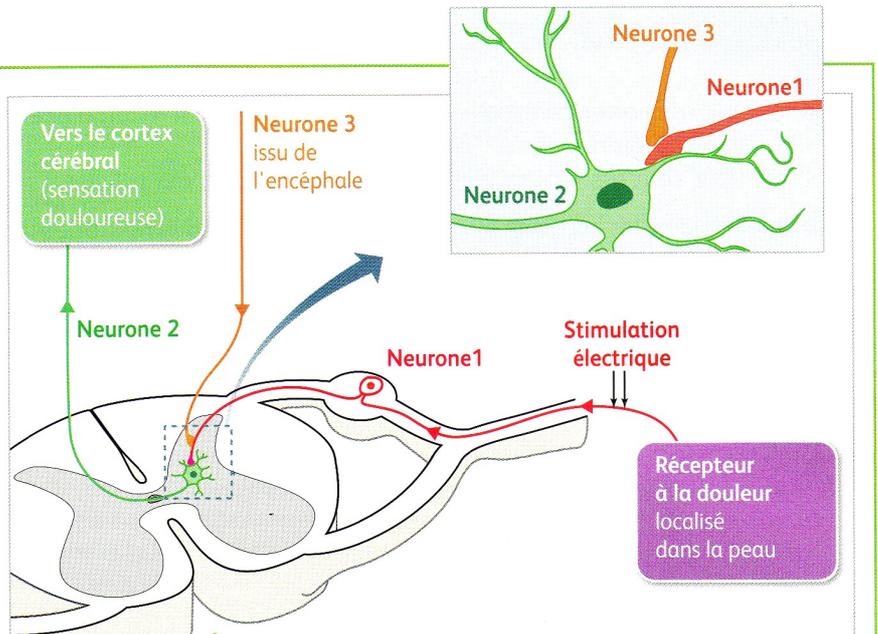
Résultats expérimentaux. **c**

Exemple 2 : la morphine

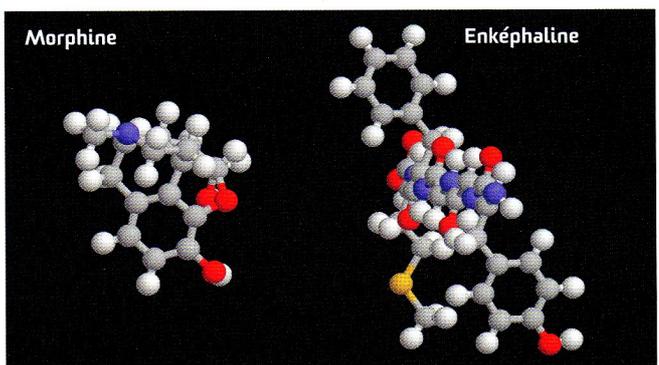
La sensation douloureuse met en jeu plusieurs neurones. La stimulation électrique du neurone 1, issu de la peau, provoque des messages sur le neurone 2 et une sensation douloureuse. Une analyse chimique fine, réalisée avant et après la stimulation met en évidence une augmentation de la substance P au niveau des synapses entre les neurones 1 et 2. Cette substance est aussi décelée dans les vésicules des boutons synaptiques des neurones 1.

La stimulation de certaines zones du cerveau diminue la sensation douloureuse. Les neurones, issus de l'encéphale, sont en contact avec le neurone 1 par l'intermédiaire de synapses localisées sur la synapse du neurone 1 sur le neurone 2. Les neurones 3 libèrent de l'encéphaline qui inhibe la libération de substance P.

Depuis l'Antiquité, la morphine, extraite du pavot, est utilisée. En présence de morphine, la fréquence des potentiels d'action émis par le neurone 2 diminue.



1 Schéma des neurones impliqués.



2 Représentation moléculaire de la morphine et de l'encéphaline.

QUESTIONS

- Analysez le document 1 et dégagez le rôle de la substance P.
- Indiquez la particularité de la localisation de la synapse libérant des encéphalines et précisez la conséquence de la libération d'encéphaline au contact du bouton synaptique.
- Expliquez le mode d'action d'une substance comme la morphine dans la suppression de la douleur.