

Proposé par Mr AMEL MELI (PLEG SVT)

ANNEE SCOLAIRE 2019-2020

TRAVAUX DIRIGES N°3 de SVT

NIVEAU : Tle D

SYSTEME NERVEUX

THEME

PREPA BAC D

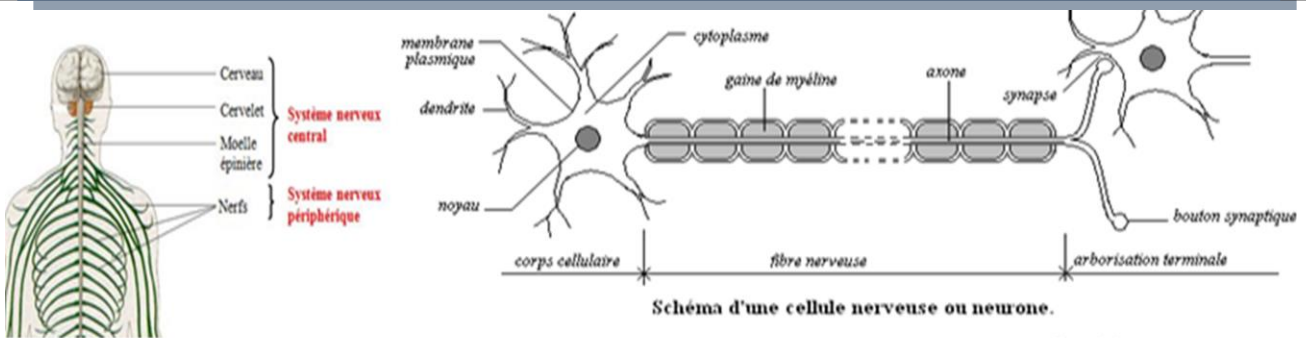
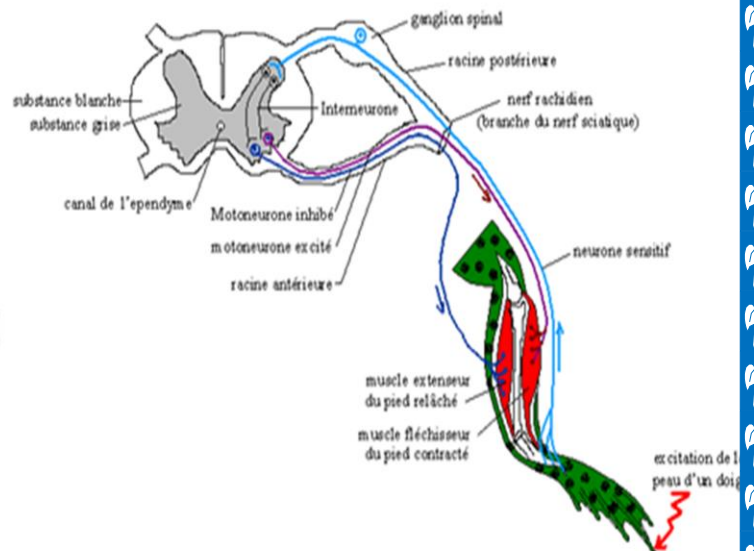
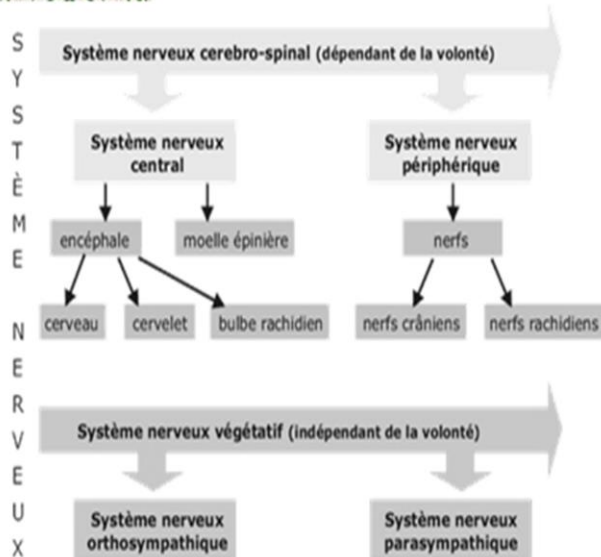


Schéma d'une cellule nerveuse ou neurone.



DANS UN MOUVEMENT DE FLEXION, LA CONTRACTION DU MUSCLE FLECHISSEUR S'ACCOMPAGNE DU RELÂCHEMENT DU MUSCLE EXTENSEUR CORRESPONDANT.

Travaux dirigés sur Le système nerveux : chap 8, 9 et 10

I- Restitution organisée des connaissances

PARTIE A : DEFINITIONS

Neurone, Potentiel de repos, réflexe, réflexe myotatique, Réflexe conditionnel, Potentiel d'action, arc réflexe, Conduction saltatoire, rhéobase, canaux voltage dépendant, Canaux chimio-dépendants, potentiel de récepteur, Hémiparésie, tétraparésie, Neurotransmetteur, Potentiel post-synaptique, Intégration neuronale, Aire pré-motrice, mouvement volontaire, cortex moteur ; Barrière hémato-encéphalique; Apraxie, agnosie, innervation réciproque.

PARTIE B : QUESTIONS A CHOIX MULTIPLES

Noter le numéro de la question suivi de la (ou des lettres) correspondant à la (ou aux) proposition(s) exacte(s).

1- Les neurones constituant un arc réflexe ;

- a- comportent obligatoirement un neurone sensitif, un neurone moteur et un nombre variable de neurones d'association ;
- b- sont des neurones sensitifs des racines dorsales des nerfs rachidiens ;
- c- sont connectés au niveau de la substance grise s'il s'agit d'un réflexe médullaire ;
- d- communiquent entre eux grâce à des synapses qui permettent aux neurones moteurs de transmettre des informations aux neurones sensitifs.

2- Les centres nerveux

- a- comprennent chez les Vertébrés, l'encéphale et la moelle épinière
- b- sont constitués uniquement de substance grise ;
- c- reçoivent des messages nerveux efférents ;
- d- comprennent chez les Vertébrés, le cerveau et la moelle épinière

3- Les méninges sont constituées de trois membranes superposées qui sont de l'extérieur vers l'intérieur :

- a- dure mère – pie mère – arachnoïde ;
- b- arachnoïde – pie mère – dure mère ;
- c- pie mère – dure mère – arachnoïde ;
- d- dure mère – arachnoïde – pie mère.

4- Un neurone :

- a- reçoit généralement, à un instant donné, des informations provenant de plusieurs neurones
- b- porte un grand nombre de contacts synaptiques tous de type excitateurs ou tous de type inhibiteurs
- c- émet des potentiels d'actions qui se propagent le long de son axone dès que des potentiels post-synaptiques excitateurs apparaissent au niveau du corps cellulaire.
- d- Intègre des potentiels post-synaptiques excitateurs et inhibiteurs

5- Concernant la synapse neuromusculaire impliquée dans le réflexe myotatique chez l'homme,

- a. On la qualifie de plaque motrice
- b. Plusieurs synapses neuromusculaires peuvent partager le même axone pré synaptique après que celui-ci s'est divisé au niveau de l'arborisation terminale.
- c. Les récepteurs moléculaires sur lesquels se fixe le neurotransmetteur, impliqués dans cette synapse, sont localisés au niveau de l'enveloppe nucléaire de la cellule musculaire striée squelettique.
- d. Il y a toujours plus d'une synapse neuromusculaire par fibre musculaire.

6- Voici plusieurs propositions concernant des axones isolés de Mammifères, tous de même diamètre, placés in vitro dans une cuve à nerf, et stimulés par un choc électrique unique dont la valeur est supérieure au seuil de dépolarisation de chaque axone. Quel axone conduit le message nerveux plus rapidement ?

- a) Un axone non myélinisé placé à 30 °C.
- b) Un axone myélinisé placé à 20 °C.
- c) Un axone non myélinisé placé à 20 °C.
- d) Un axone myélinisé placé à 30 °C.

7- Quelles propositions s'appliquent au réflexe myotatique chez l'homme ?

- a) C'est la réponse d'un muscle squelettique sous forme de relâchement en conséquence à son propre étirement.
- b) C'est un réflexe monosynaptique qui implique les motoneurons alpha dont les corps cellulaires sont localisés dans le ganglion spinal.
- c) C'est un réflexe monosynaptique de finalité posturale.
- d) C'est la contraction d'un muscle en réponse à son propre étirement, ce dernier constituant le stimulus efficace réflexe.

8- Le potentiel d'action ;

- a- est une modification brève du potentiel de repos, sa durée étant de l'ordre de la milliseconde ;
- b- a une amplitude qui décroît progressivement le long de la fibre nerveuse excitée ;
- c- est lié à des mouvements ioniques intenses mais brefs au travers de la zone membranaire excitée ;
- d- ne peut se propager que dans un seul sens le long d'une fibre nerveuse isolée.

9- Les neurones constituant un arc réflexe

- a- comportent obligatoirement un neurone sensitif, un neurone moteur et un nombre variable d'interneurones.
- b- sont les neurones sensitifs des racines dorsales des nerfs rachidiens.
- c- sont connectés au niveau de la substance grise s'il s'agit d'un réflexe médullaire.
- d- communiquent entre eux grâce à des synapses qui permettent aux motoneurons de transmettre des informations aux neurones sensitifs.

10- Au niveau du cortex moteur cérébral,

- a- on a mis en évidence dans chaque hémisphère une aire motrice principale et une aire pré-motrice.
- b- l'aire motrice de projection d'un hémisphère commande les muscles situés dans la même moitié du corps.
- c- une stimulation électrique d'un point de l'aire motrice de projection entraîne la paralysie du muscle correspondant.
- d- l'aire pré-motrice est impliquée dans la programmation des mouvements complexes, coordonnés.

11- La vitesse de progression d'un potentiel d'action est fonction

- a- de l'intensité de la stimulation qui lui a donné naissance.
- b- du diamètre de la fibre.
- c- de la température du corps.
- d- de la nature de la fibre.

12- Un animal spinal :

- a- peut être obtenu en séparant toute communication entre l'encéphale et la moelle épinière.
- b- est réalisée tout simplement en détruisant la moelle épinière.
- c- est totalement privé de motricité.
- d- ne peut plus répondre de façon coordonnée aux stimulations périphériques.

13- Le réflexe myotatique

- a- est aussi appelé réflexe d'étirement
- b- est classiquement considéré comme mono synaptique
- c- a pour origine une stimulation de récepteurs cutanés
- d- ne concerne que les muscles qui provoquent une extension

14- L'acétylcholine

- a- est un neurotransmetteur qui est le plus souvent stocké dans les vésicules post-synaptiques.
- b- a pour antagoniste l'alpha-bungarotoxine.
- c- peut avoir la nicotine pour agoniste.
- d- n'intervient comme neurotransmetteur qu'au niveau des jonctions neuromusculaires.

15- Au niveau du cortex moteur cérébral :

- a) on a mis en évidence dans chaque hémisphère une aire motrice principale et une aire pré-motrice ;
- b) l'aire motrice de projection d'un hémisphère commande les muscles situés dans la même moitié du corps ;
- c) une stimulation électrique d'un point de l'aire motrice de projection entraîne la paralysie du muscle correspondant;
- d) l'aire pré-motrice est impliquée dans la programmation de mouvements complexes, coordonnés.

16- Le potentiel de membrane résulte :

- a) De la concentration en Na⁺ plus élevée dans le milieu extracellulaire ;
- b) De la concentration en K⁺ plus élevée dans le milieu intracellulaire ;
- c) De l'inégale répartition des ions de part et d'autre de la membrane ;
- d) De l'absence de toute stimulation inhibitrice.

17- La capacité intégratrice des cellules nerveuses consiste à :

- a) Réaliser la sommation de tous les potentiels post-synaptiques afin d'obtenir un potentiel post-synaptique global ;
- b) Conserver dans le corps cellulaire les effets provoqués par les fibres nerveuses afférentes ;
- c) Créer un potentiel d'action à partir de l'action des neurotransmetteurs sur l'élément post-synaptique ;
- d) Transformer le message nerveux en message chimique.

18- Dans la motricité dirigée :

- a) Le message nerveux prend naissance dans un organe de sens et permet la réaction d'un l'effecteur ;
- b) L'aire de projection motrice est l'aire motrice principale ;
- c) La destruction de l'aire prémotrice entraîne la paralysie des muscles correspondants ;
- d) Le message nerveux provenant de l'hémisphère cérébral droit commande les muscles de la partie droite du corps.

19- La séquence des événements qui a lieu lors d'une stimulation efficace portée sur un motoneurone est la suivante :(P.A=potentiel d'action)

- a) P.A du nerf- P.A du muscle- P.A plaque motrice- contraction ;
- b) P.A du muscle- P.A plaque motrice- P.A du nerf- contraction ;
- c) P.A plaque motrice- P.A nerf- P.A du muscle- contraction ;
- d) P.A nerf- P.A plaque motrice- P.A du muscle- contraction.

20- L'intégration du message nerveux dans le neurone post-synaptique se fait quand

- a) il élabore la somme algébrique des messages qu'il reçoit ;
- b) il exerce un choix sur les informations qu'il reçoit ;
- c) il élabore la somme arithmétique des messages qu'il reçoit ;
- d) il a une fonction de relais exclusivement entre axones ou cylindraxes.

21- Après section des nerfs de Héring :

- a) la stimulation du bout central provoque une diminution de la pression artérielle ;
- b) l'excitation du bout central entraîne une augmentation de la pression artérielle ;
- c) l'excitation du bout périphérique entraîne une augmentation de la pression artérielle ;
- d) la stimulation du bout périphérique provoque une diminution de la pression artérielle.

22- Au sein d'une synapse, le message est codé :

- a) en train de potentiels d'action suite à une stimulation efficace ;
- b) en modulation d'amplitude de potentiels d'action à la suite d'une stimulation efficace ;
- c) en concentration de neurotransmetteur dans la fente synaptique ;
- d) en modulation de fréquence de potentiels d'action de neurotransmetteurs.

23- Le potentiel d'action

- a. a une amplitude qui décroît progressivement le long de la fibre nerveuse excitée ;
- b. est lié aux mouvements ioniques intenses mais brefs au travers de la zone membranaire excitée ;
- c. correspond à une augmentation de la polarisation membranaire qui passe de 70 mV à 100 mV ;
- d. ne peut se propager que dans le sens arborisation terminale corps cellulaire le long d'une fibre nerveuse isolée.

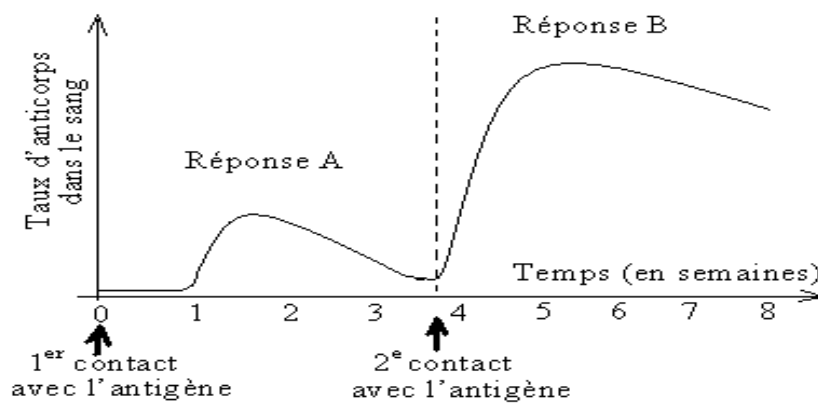
24- Si on stimule le bout périphérique d'un pneumogastrique sectionné chez une souris, on observe :

- a) Une accélération du rythme respiratoire
- b) Une augmentation du tonus musculaire cardiaque
- c) Une diminution des contractions au niveau de l'estomac
- d) Un ralentissement de la fréquence cardiaque

PARTIE C : QUESTIONS A REPONSES OUVERTES.

Exercice 1 : Rappel immunologie

On suit l'évolution du taux d'anticorps dans le sang à la suite de deux injections successives du même antigène.



- 1- De quel type de réponse immunitaire s'agit-il ?
- 2- Reconnaître les réponses A et B.
- 3- Préciser les caractères de différence entre les deux types de réponses.
- 4- A quoi correspond le délai d'apparition des anticorps circulants ?
- 5- Faire un schéma qui résume le déroulement de la réponse immunitaire.

Exercice 2 : généralités sur le système nerveux

- 1- Identifier les 3 fonctions principales du système nerveux
- 2- Identifier les cellules qui forment le tissu nerveux et leurs caractéristiques
- 3- Présenter l'organisation du système nerveux chez l'homme
- 4- Identifier les types de réflexes, leurs caractéristiques et les exemples
- 5- Identifier les types de neurones (selon leur forme) et leur localisation ;
- 6- Expliquer les différents types de messages nerveux ;
- 7- Identifier les voies sensibles et les voies motrices du système nerveux ainsi que leurs fonctions
- 8- Relever les différents types de synapses et leurs caractéristiques
- 9- Identifier les étapes de transmission d'un message nerveux à travers une synapse chimique
- 10- Faire un tableau comparatif entre le système nerveux somatique et le système nerveux autonome.
- 11- Expliquer les deux subdivisions du système nerveux autonome.
- 12- Schématiser le trajet de l'influx nerveux lors d'un mouvement volontaire ;
- 13- Identifier les structures qui protègent les centres nerveux ;
- 14- Expliquer l'effet des substances suivantes sur le fonctionnement des synapses : curare, morphine, cocaïne, nicotine.
- 15- Expliquer les notions de sommation spatiale et sommation temporelle.

Exercice 3 : message nerveux

On se propose de mettre en évidence le potentiel de repos de l'axone géant de Calmar. Pour l'axone géant de Calmar au repos, les résultats expérimentaux suivants sont obtenus :

- La valeur du potentiel de repos est de -70 mv.
 - La membrane est perméable aux ions Na^+ et K^+ . La membrane plasmique contient 60 fois plus de canaux K^+ ouverts que de canaux Na^+ ouverts.
- 1- Expliquer l'origine du potentiel de repos.
 - 2- Quelle hypothèse peut-on formuler quant à la nature du mécanisme maintenant l'état stationnaire du potentiel de repos ?
 - 3- Qu'est-ce qui va se passer si on change l'axone par une autre cellule qui n'est pas une cellule nerveuse ?
 - 4- Schématiser le potentiel de repos en utilisant les deux ions.
 - 5- Expliquer comment une substance chimique, en l'occurrence le curare peut entraîner la paralysie d'un gibier

Exercice 4 : message nerveux

On se propose d'étudier la conduction du message nerveux. On dégage un nerf rachidien d'une grenouille de manière à mettre en évidence ses racines postérieures et antérieures.

On place sur ce nerf des électrodes excitatrices E reliées à un générateur de courant électrique et en O1, O2 et O3 des électrodes réceptrices reliées à trois oscilloscopes à rayon cathodique. Le dispositif d'enregistrement est monophasique.

Les électrodes O1 et O2 sont situées de part et d'autre du ganglion spinal et sont distantes de 4 mm ; l'électrode O3 est située sur la racine antérieure et distante de O2 de 2 mm.

- 1- Schématiser le dispositif expérimental (majorer les distances afin que le schéma soit clair)
- 2- On porte la stimulation convenable en E ; l'influx nerveux est enregistré en O1 au temps $t_1 = 0$ milliseconde, en O2 au temps $t_2 = 0,2$ milliseconde et en O3 au temps $t_3 = 0,80$ milliseconde.
 - a. Calculer la vitesse V1 de conduction entre O1 et O2.
 - b. Calculer la vitesse V3 de conduction entre O2 et O3.

Exercice 5 : trajet de l'influx nerveux

Par des expériences de stimulation électrique à des régions précises des hémisphères cérébraux et grâce à des autopsies après décès des personnes présentant des handicaps etc., on a pu mettre en évidence des grandes lignes de l'organisation de l'encéphale.

- 1- Donner l'organisation de l'encéphale d'un vertébré
- 2- suite à la demande de son camarade, l'élève Karim décide de lui passer une gomme pendant le cours.
 - a- Expliquer comment se fait l'intégration du message nerveux entre les différentes aires corticales
 - b- En considérant que l'élève Karim soit gaucher, préciser le trajet de l'influx nerveux qui va aboutir à la préhension de la gomme

II- Saisie de l'information biologique et appréciation.

Exercice 1 : Synapse

Des chercheurs ont pu localiser au niveau de la zone « R » de la corne dorsale de la moelle épinière deux substances chimiques, respectivement « A » et « B ». La substance « A » est localisée dans les vésicules des neurones « a », la substance « B » dans celles des neurones « b ».

La stimulation du neurone « a » provoque l'activation du neurone « r » de la zone R.

La stimulation du neurone « b » n'a aucun effet sur « r ».

Lorsque préalablement à la stimulation du neurone « a », l'on applique dans la zone synaptique (entre les neurones « a » et « r ») une micro-injection de substance B, le nombre de vésicules de substance A ne diminue pas dans le neurone « a » au cours de sa réponse à la stimulation.

- a- La substance A est un neuromédiateur excitateur.
- b- La substance B est un neuromédiateur inhibiteur.
- c- La substance B agit sur les récepteurs à la substance A localisés sur l'élément post-synaptique
- d- La substance B inhibe la libération de la substance A.

Exercice 2 : messages nerveux

Construire à partir de trois neurones (ou partie de neurones) et deux synapses des schémas d'enregistrement représentant aux lieux bien indiqués :

- 1- les manifestations électro physiologiques caractéristiques : d'un potentiel de repos, d'un potentiel d'action monophasique, d'un potentiel post-synaptique excitateur et d'un potentiel post-synaptique inhibiteur
- 2- les phénomènes ioniques qui accompagnent ce potentiel de repos et ce potentiel d'action
- 3- les phénomènes chimiques qui précèdent la formation de ces potentiels post-synaptiques.

Exercice 3 : Réflexe

Chez un homme, un coup sec appliqué sous la rotule au niveau du tendon du muscle antérieur de la cuisse provoque l'excitation de la jambe.

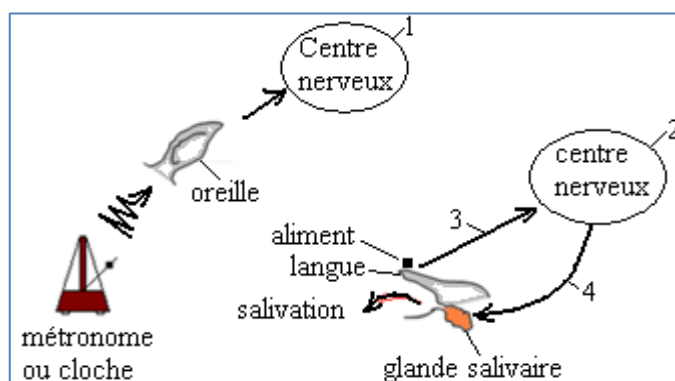
Réaliser un schéma fonctionnel indiquant les organes impliqués dans la réaction étudiée et faites figurer sur ce schéma le trajet du message nerveux.

NB : Avec une couleur différente, mettez en exergue le trajet de l'influx nerveux lors du réflexe myotatique.

Exercice 4: Réflexe

Le document 1 présente les éléments intervenant dans la réalisation d'un même acte réflexe : la salivation d'un chien à un stimulus.

- 1- Nommer à l'aide des chiffres les éléments 1, 2, 3 et 4.
- 2- Reproduire partiellement le schéma de manière à ressortir l'arc réflexe inné.
- 3- Reproduire entièrement et compléter le schéma de manière à obtenir l'arc réflexe conditionnel.



Document 1

Exercice 5 : Réflexe

En 1895, Claude Bernard écrivait :

« Voici une grenouille, dont la moelle épinière a été mise à nu, et chez laquelle j'ai coupé à droite, les racines antérieures qui se rendent aux membres postérieurs, et à gauche les racines postérieures. La patte gauche, qui se meut encore bien, est insensible comme le montre les excitations portées en vain sur elle. La patte droite est immobile mais elle est restée sensible car, si on vient à la pincer, on détermine les mouvements du reste du corps. »

- a- Claude Bernard dans ses expériences, étudiait la notion de réflexe.
- b- Dans les racines postérieures transitent les neurones moteurs du mouvement
- c- Dans les racines antérieures transitent les neurones sensitifs du mouvement
- d- Ces expériences mettent en évidence le rôle des centres nerveux de la moelle épinière.

Exercice 6 : messages nerveux

Sur un nerf, on porte des stimulations d'intensité croissante ; on fait de même sur une fibre. Des réponses R_1 et R_2 sont enregistrées dans le tableau suivant :

Intensité de stimulation	i_1	$<i_2$	$<i_3$	$<i_4$	$<i_5$	$<i_6$	$<i_7$	$<i_8$	$<i_9$	$<i_{10}$	$<i_{11}$	$<i_{12}$
R_1 (en mV)	0	0	110	180	310	410	460	600	680	780	820	820
R_2 (en mV)	0	0	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110

Tracer sur un même graphique deux courbes qui traduisent l'amplitude des potentiels nerveux enregistrés que vous identifierez clairement. Interprétez les différentes parties de chacune des courbes.

Exercice 7 :

Le texte suivant antérieur à 1900, décrit une méthode empirique et ancienne pour dresser les ours.

« On peut dresser les ours à exécuter certains tours, entre autres à danser. Pour lui donner cette instruction, on le plaçait dans une cage dont le fond était formé de plaques de fer que l'on chauffait. Afin d'échapper à cette chaleur, l'ours se levait sur ses pattes de derrière et commençait à sauter. A ce moment-là, on jouait du tambour et du flageolet* : au bout de quelque temps, cette musique rappelait si bien à l'ours son martyre, qu'en l'entendant, il se mettait à danser comme s'il se trouvait encore sur les plaques chauffées... »

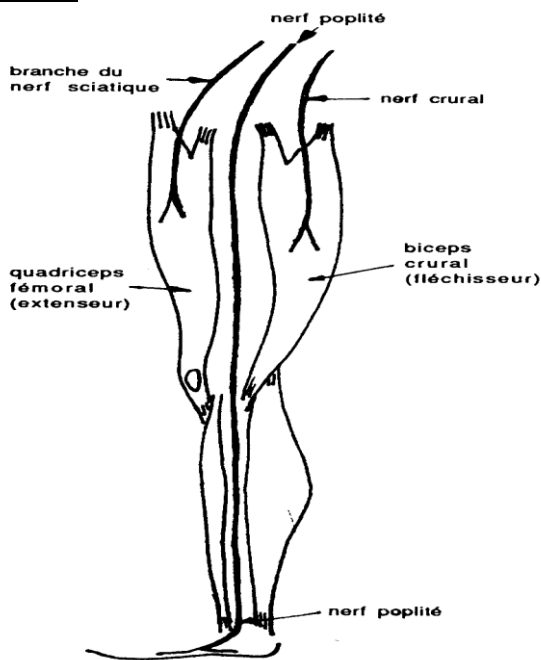
* flageolet : petite flûte à bec en bois.

D'après un recueil de textes publiés sous la direction d'Edmond Perrier.

1. Quel comportement, commun à tous les ours, ne nécessite aucun apprentissage ? Expliquer le circuit nerveux impliqué dans ce comportement.
2. Quel comportement, en revanche résulte d'un apprentissage ? Expliquer le circuit nerveux impliqué dans la réalisation de ce nouveau comportement.
3. Relever dans le texte le stimulus absolu et le stimulus conditionnel.
4. A l'aide des connaissances acquises en classe, comparer un conditionnement opérant et un conditionnement répondant. A quel type de conditionnement correspond la réponse comportementale de la question 2 ?

III- EXPLOITATION DES DOCUMENTS

Partie A :



I- Chez un homme ayant subi un accident entraînant une section haute de la moelle épinière,

- le contact d'un objet chaud sur la peau du pied de la plante du pied entraîne systématiquement la flexion du membre inférieur correspondant (activité A),
- une légère pression sur la peau de la plante du pied provoque toujours une extension du membre inférieur correspondant (activité B).

1- Quel type d'activité nerveuse est ici mise en évidence ? justifiez.

Une étude expérimentale reproduisant les résultats observés peut être réalisée chez le chat (les organes concernés sont les mêmes que chez l'homme).

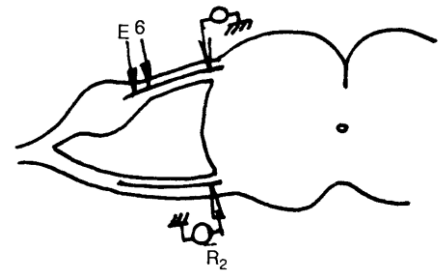
2- En ne considérant que l'activité A, comment peut-on démontrer le rôle des différentes voies nerveuses mises en jeu ici ? Vous utiliserez les éléments anatomiques du Document 1.

Document 1

II - Afin de compléter la comparaison des activités A et B, on réalise sur un chat spinal le montage expérimental figuré dans le document 2.

Dans un premier temps, on stimule en E une fibre nerveuse intervenant dans l'activité A ; on recueille l'activité électrique de cette fibre en R₁ et celle d'une fibre innervant le biceps crural en R₂ ; on obtient respectivement les tracés a et b du document 3.

Dans un deuxième temps, on stimule en E une fibre intervenant dans l'activité B ; on recueille en R₁ l'activité électrique de cette fibre et en R₂ l'activité électrique d'une fibre innervant le quadriceps fémoral ; on obtient respectivement les tracés a et c du document 3.



Document 2



Document 3

1-Comment nomme-t-on le phénomène enregistré ?

Reproduisez sur votre copie un des tracés et indiquez-en les différentes phases.

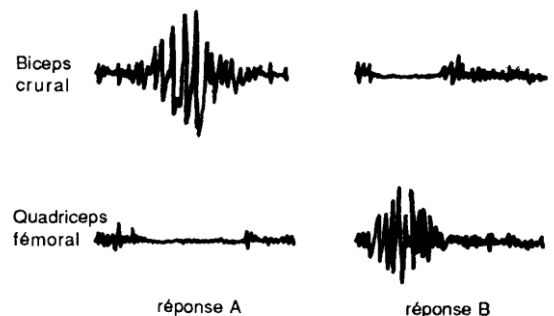
2-Sachant que le délai synaptique est d'environ 1 ms, établissez des schémas annotés représentant les circuits neuroniques intra médullaires impliqués dans chacune des activités A et B.

III- On pose des électrodes sur la peau au niveau du triceps crural d'une part et du quadriceps fémoral d'autre part. Le document 4 représente les phénomènes électriques globaux des muscles enregistrés au cours des activités A et B.

1- En vous appuyant sur les enregistrements du document 4, montrer que les réponses musculaires sont coordonnées.

Afin de comprendre le mécanisme, des expériences sont réalisées au niveau des neurones moteurs innervant les deux muscles dans la réaction A (document 5).

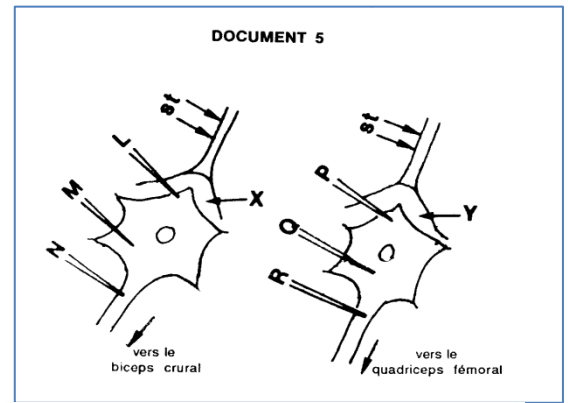
On porte une stimulation efficace sur les fibres présynaptiques participant à l'activité A. on enregistre en 3 points, figurés sur le document 5, pour chaque neurone moteur. Seule l'électrode réceptrice est représentée. Il est précisé que ces électrodes L et P sont au niveau de la membrane postsynaptique.



Document 4

- 2- comparez les tracés obtenus en L, M, N d'une part et P, Q, R d'autre part (document 6).

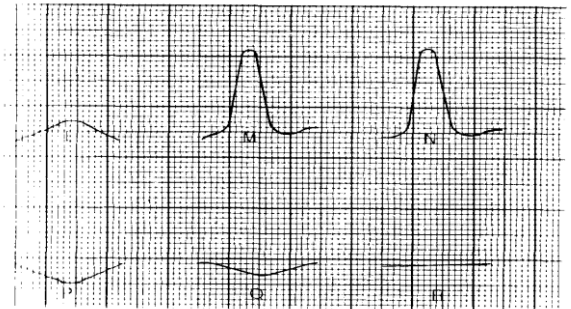
Si on injecte en X (document 5) une quantité suffisante d'acide glutamique ou glutamate, on obtient les tracés L, M et N.
Si on injecte en Y une quantité suffisante de glycine, on obtient les tracés P, Q et R.



- 3- Sachant que ces substances existent naturellement au niveau des espaces synaptiques, comment peut-on appeler ces substances ? Justifier.

Il est démontré :

- qu'au niveau de la membrane en P (document 5), la glycine provoque une augmentation de la perméabilité aux ions K^+ ,
- qu'au niveau de la membrane en L, l'acide glutamique provoque une augmentation de la perméabilité aux ions Na^+ .



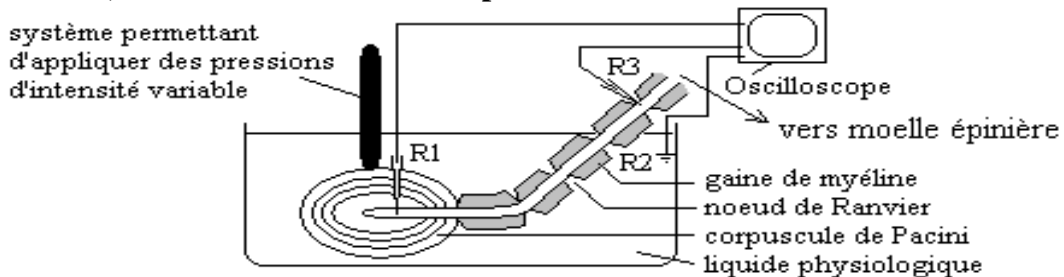
On donne ci-après la répartition au repos de ces ions de part et d'autre de la membrane.

Concentration en millimoles/litre	Milieu intracellulaire	Milieu extracellulaire
$[Na^+]$	50	440
$[K^+]$	400	20

- 4- En ne tenant compte que des forces de diffusion, donner une interprétation des tracés enregistrés en L et P du document 6.
- 5- En quoi ces phénomènes au niveau des synapses permettent-ils d'expliquer la coordination au cours des activités A et B ?

Partie B :

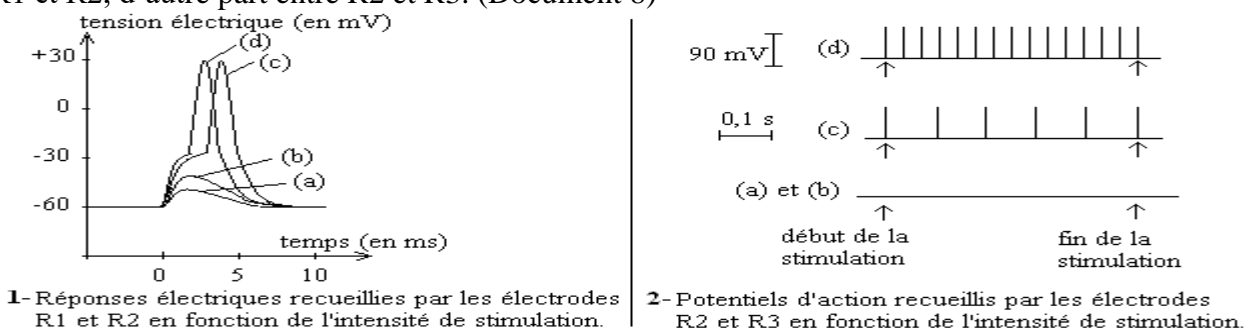
A- On cherche à comprendre l'origine des messages sensitifs. Le document 7 montre le dispositif expérimental permettant d'étudier le fonctionnement d'un mécanorécepteur du derme de la peau, le corpuscule de Pacini, sensible aux variations de pression.



R1, R2 et R3 sont des électrodes réceptrices; R2 étant une électrode de référence à potentiel fixe.

Document 7

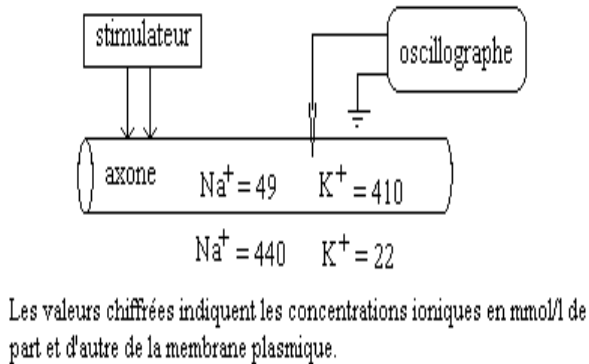
On exerce sur le corpuscule une série de pressions d'intensité croissante qui ont valeur de stimulation ($a < b < c < d$). On enregistre les variations de potentiel de membrane de la fibre nerveuse de ce récepteur d'une part entre R1 et R2, d'autre part entre R2 et R3. (Document 8)



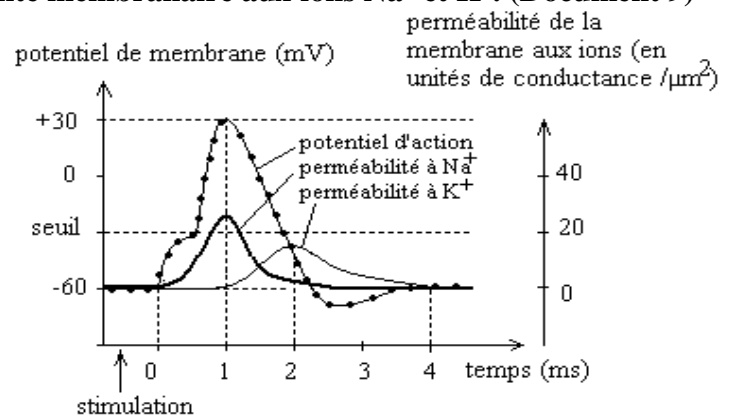
Document 8

- 1- Analyser les résultats obtenus en 1 (document 8) et expliquer le mode de codage du message nerveux au niveau du récepteur sensoriel.
- 2- Analyser les résultats obtenus en 2 (document 8) et expliquer le mode de codage du message nerveux au niveau de la fibre nerveuse.

B- On souhaite étudier le mode de genèse des réponses électriques enregistrées avec les pressions (c) et (d) du document 3 en rapport avec la perméabilité membranaire aux ions Na^+ et K^+ . (Document 9)



1- Dispositif expérimental de base.



2- Résultats expérimentaux

Document 9 : Dispositif expérimental et résultats obtenus.

Interpréter ces courbes de manière à faire ressortir la relation entre la variation de la perméabilité membranaire aux ions Na^+ et K^+ et la manifestation du potentiel d'action.

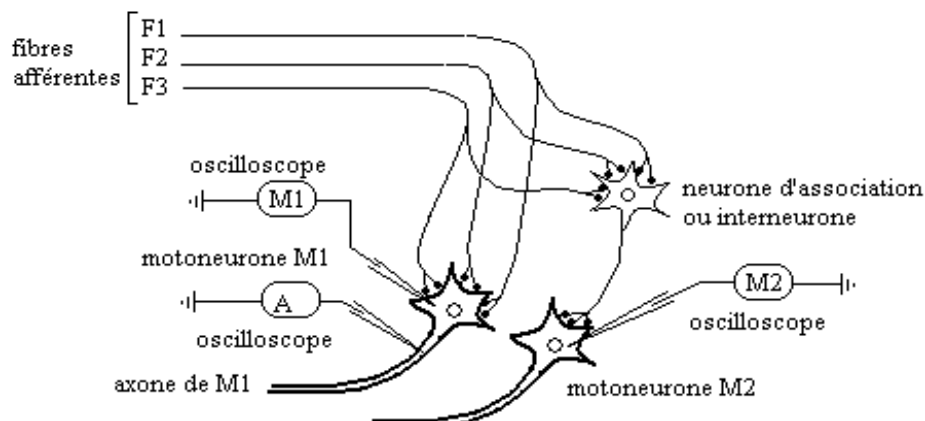
C- On étudie la transmission des messages nerveux provenant de fibres nerveuses afférentes dans la moelle épinière.

1- On mesure en unités arbitraires la quantité de neurotransmetteurs libérés dans la fente synaptique pour les différentes pressions a, b, c et d ci-dessus (partie A, document 8). Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après :

Pression	a	b	c	d
Quantité de neurotransmetteur (en unités arbitraires)	00	00	5	25
Amplitude du PPSE (en mV)	00	00	6	30

Analyser les données du tableau ci-dessus et en déduire le mode de codage du message nerveux au niveau de la synapse chimique.

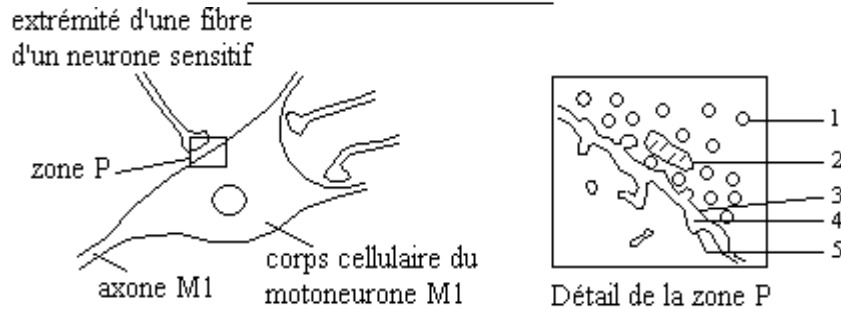
2- On introduit une microélectrode dans un motoneurone M1 et une autre dans un motoneurone M2 localisés dans la moelle épinière, de façon à enregistrer l'activité de ces neurones. Une troisième microélectrode permet d'enregistrer l'activité de l'axone issu du motoneurone M1. On exerce des pressions comparables à (d) - c'est-à-dire de même intensité que (d) - sur trois corpuscules de Pacini C1, C2 et C3 mis à nu et préparés dans les conditions expérimentales du document 7 (document 10 : dispositif expérimental et résultats obtenus)



F1, F2 et F3 sont des fibres afférentes issues chacune d'un corpuscule de Pacini.

	Enregistrement obtenu en M1	Enregistrement obtenu en A	Enregistrement obtenu en M2
premier cas : stimulation de C1	seuil ----- -60 mV _____	-60 mV _____	-60 mV _____
Deuxième cas : stimulation de C1 + C2	seuil ----- -60 mV _____	-60 mV _____	-60 mV _____
troisième cas : stimulation de C1 + C2 + C3	+30 mV ----- seuil ----- -60 mV _____	+30 mV ----- -60 mV _____	-60 mV ----- -66 mV -----

Résultats des stimulations

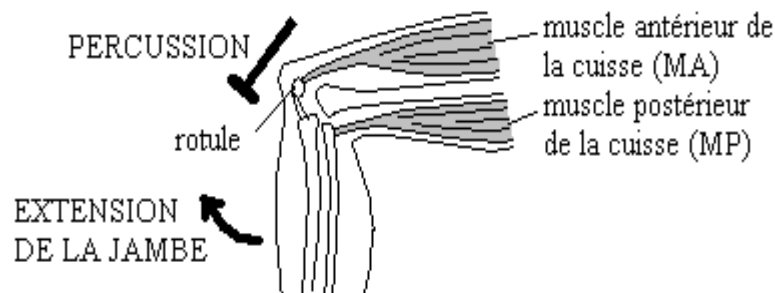


Détail du contact entre le neurone sensitif et le motoneurone M1

Document 10 : dispositif expérimental et résultats obtenus.

- Interpréter les résultats indiqués dans le tableau du document 10 de manière à relever les conditions nécessaires à la naissance d'un message nerveux moteur.
- Montrer que le motoneurone a des propriétés intégratrices.
- Quel peut être le rôle de l'interneurone ?
- Nommer la zone P du schéma (document 10) et indiquer la légende de chacun des éléments numérotés sur l'électronographie. (utiliser uniquement les chiffres)

D) Avec un marteau médical, on percute le tendon reliant le muscle antérieur de la cuisse à la rotule (Document 6). Immédiatement, la jambe entre en extension. La répétition de cette expérience entraîne toujours la même réponse.

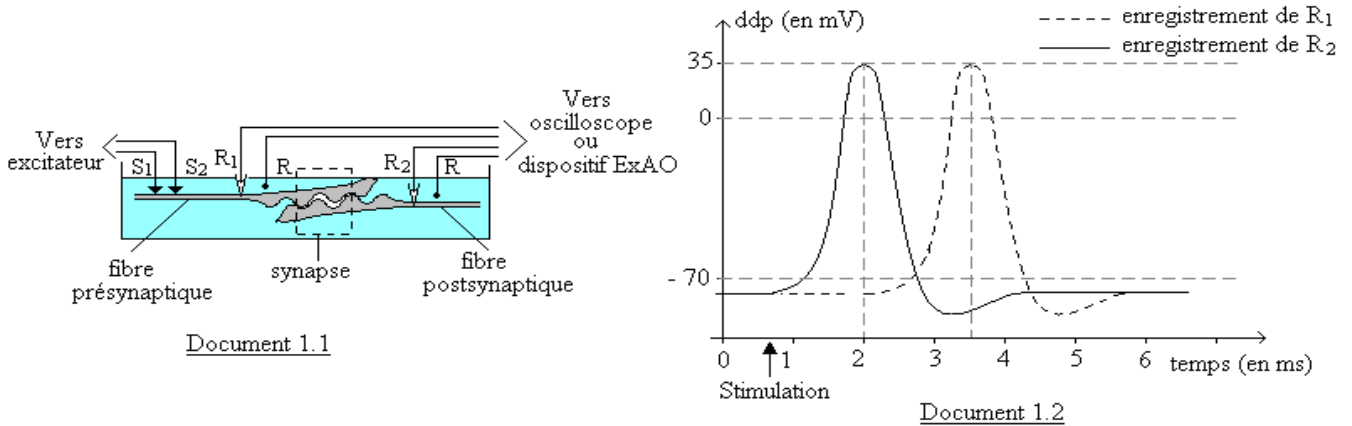


Document 6

- Comment se nomme cette réponse ? Justifier à partir de l'énoncé.
- Comment varie la longueur du muscle antérieur suite à la percussure du tendon ?
- Comment réagit le muscle antérieur en réponse à la stimulation ? Quelle est la conséquence de cette réponse sur sa taille ?
- Dans quel état doit se trouver le muscle postérieur pour que la réponse puisse avoir lieu ?
- Comment qualifie-t-on ces muscles antérieur et postérieur ?
- Schématiser l'arc réflexe correspondant à ce mouvement d'extension de la jambe en présentant l'innervation réciproque des muscles MA et MP.

Partie C :
Exercice 1

Certains neurones de calmar (sorte de poulpe) présentent des synapses géantes. On isole deux fibres séparées par une telle synapse et on monte l'expérience représentée sur le document 1.1. Une stimulation permet d'obtenir sur l'oscilloscope ou le dispositif ExAO l'enregistrement figuré sur le document 1.2.



Document 1.1 et 1.2 : Dispositif expérimental et résultats obtenus.

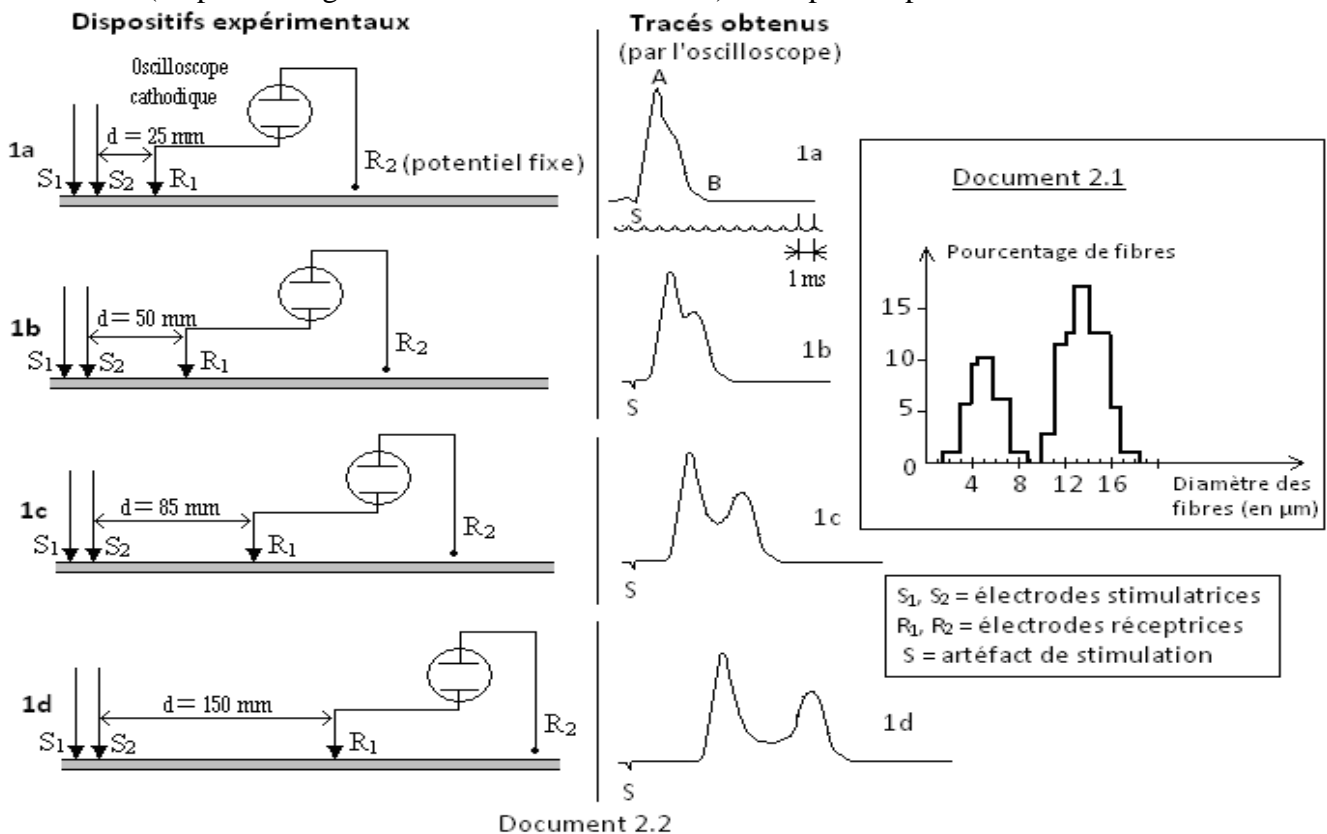
- 1- Identifier chacun des deux potentiels obtenus.
- 2- La distance entre R₁ et R₂ est de 11 mm. Sachant que la vitesse de propagation d'un potentiel sur une fibre est d'environ 11 m.s⁻¹, calculer le délai qui devrait séparer les deux potentiels.
- 3- Mesurer ce délai sur l'enregistrement et tirer une conclusion sur l'influence des synapses sur la vitesse de transmission du message nerveux.

Exercice 2

Pour préciser les caractéristiques de la propagation du message nerveux le long du nerf, on réalise l'expérience suivante : sur un nerf sciatique de grenouille géante dont les fibres sensibles ont été éliminées par dégénérescence, on porte une stimulation.

Dans chacune des quatre expériences du document 2.2, le stimulus unique présente les mêmes caractéristiques. En revanche, la distance séparant les électrodes stimulatrices de la première électrode réceptrice est de plus en plus grande.

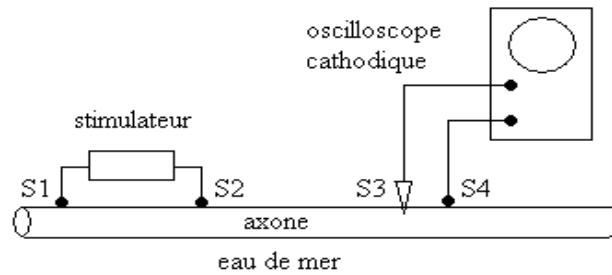
D'autre part, les fibres motrices du nerf sciatique de la grenouille n'ont pas toutes le même diamètre. Leur distribution (ou pourcentage de fibres de même diamètre) est exprimée par le document 2.1.



- 1- Interpréter avec précision l'électroneurogramme obtenu en 1a du document 2.2.
- 2- En se référant à l'histogramme du document 2.1, formuler une explication pour justifier les modifications de forme des tracés 1a, 1b, 1c et 1d.
- 3- Calculer la vitesse de propagation du phénomène observé sur l'écran de l'oscilloscope à l'aide des tracés b et d. Expliquer pourquoi un seul de ces deux enregistrements ne suffit pas pour effectuer ce calcul. Justifier votre réponse.
- 4- L'amplitude réelle du potentiel d'action récolté à la surface du nerf est de l'ordre de quelques millivolts. Expliquer ce résultat sachant que la valeur du potentiel d'action propagé par une fibre est de l'ordre de 100 mV.

Exercice 3 :

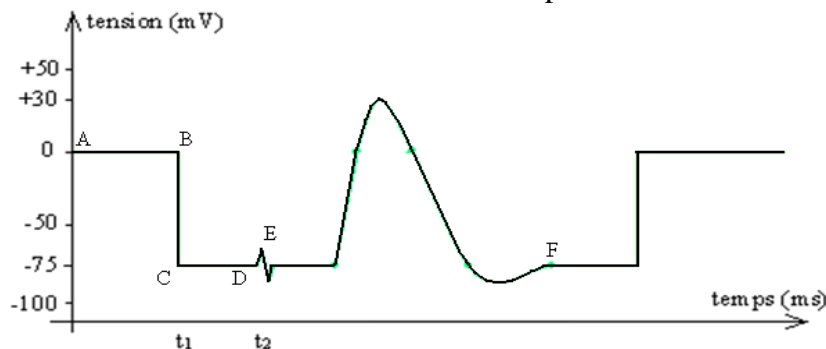
Dans le cadre de l'étude des propriétés d'un axone géant de calmar, on réalise le montage ci-après.



Document 1 : dispositif de stimulation et d'enregistrement.

S3 : microélectrode ; S4 : électrode de référence.

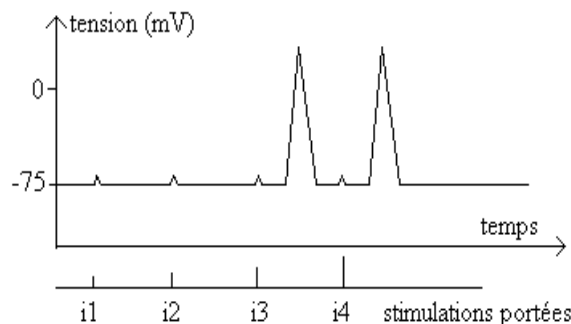
1- Au début de l'expérience, la microélectrode S3 est placée à la surface de l'axone ; sur l'écran de l'oscilloscope on observe la partie AB du tracé ci-après. Au temps t_1 , on fait pénétrer la microélectrode S3 à l'intérieur de l'axone et on enregistre la portion CD. Au temps t_2 , on porte une stimulation électrique avec les électrodes stimulatrices S1-S2 et on obtient la partie EF du tracé ci après.



Document 2 : enregistrement obtenu avant et après stimulation.

Interpréter successivement les différentes parties de cet enregistrement et tirer une conclusion quant à la nature des phénomènes observés.

- 2- Indiquer comment serait modifié cet enregistrement si, avant la stimulation au temps t_2 :
 - a. 1^{er} cas : on avait éloigné les électrodes S3-S4 des électrodes de stimulation S1-S2 ;
 - b. 2^{ème} cas : on avait lésé l'axone entre l'électrode de stimulation S2 et l'électrode d'enregistrement S3.
- 3- On porte sur l'axone des stimulations électriques d'intensités croissantes i_1 , i_2 , i_3 et i_4 . On obtient l'enregistrement ci après.



Document 3 : enregistrements obtenus pour différentes intensités de stimulation.

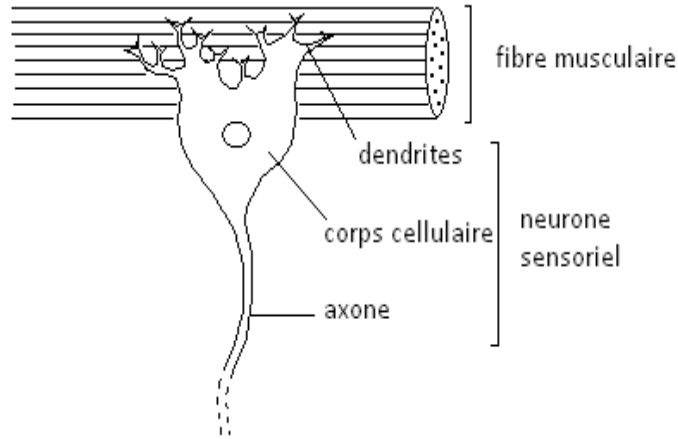
Analyser cet enregistrement. Tirer des conclusions quant aux propriétés de l'axone.

Exercice 4

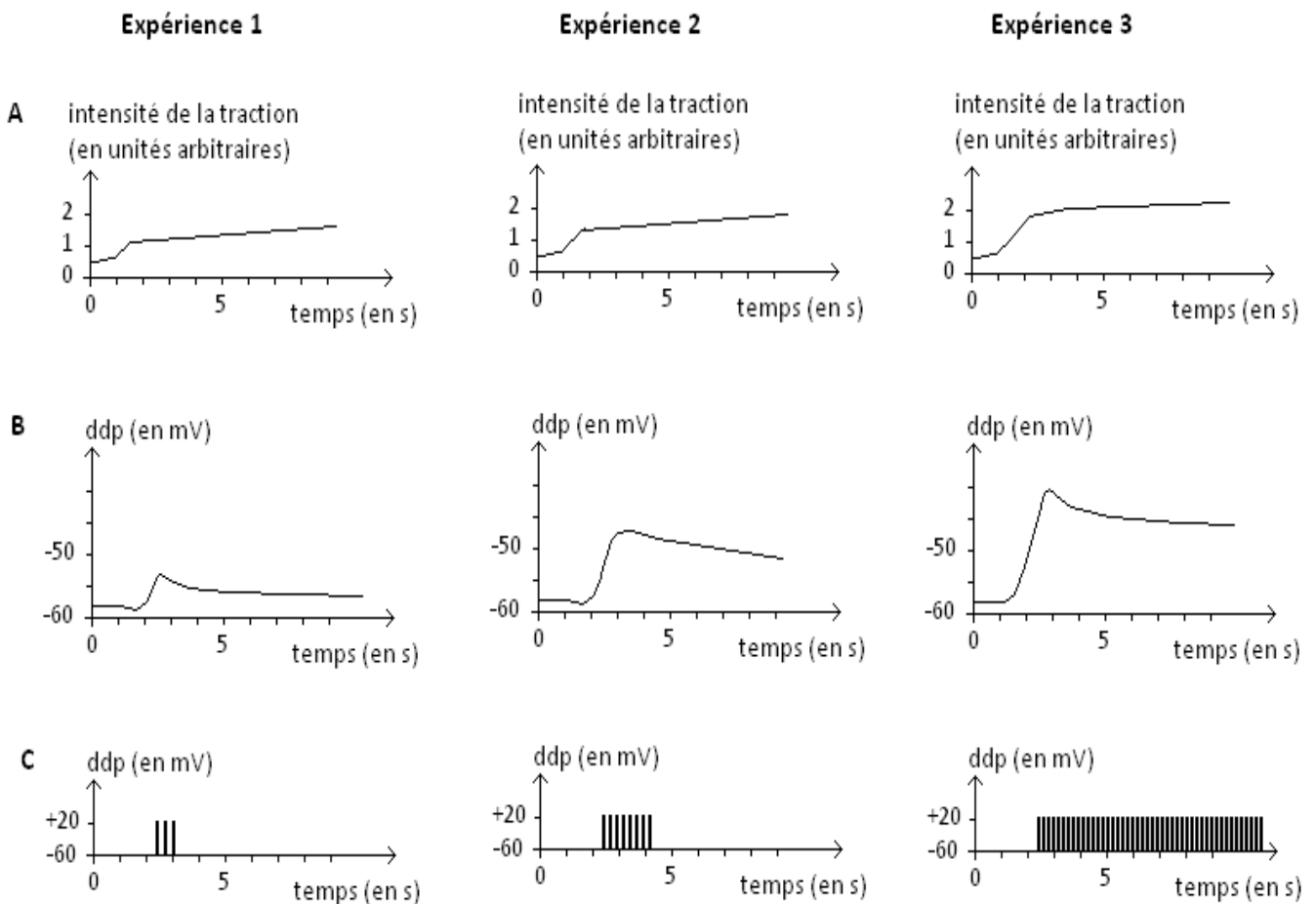
A- Le récepteur à l'étirement de l'écrevisse est un neurone sensoriel dont les ramifications dendritiques sont reliées à une fibre musculaire (voir schéma de structure). Le stimulus du récepteur est un étirement de la fibre musculaire que l'on va réaliser dans les expériences suivantes par traction sur celle-ci. L'étirement croissant de la fibre musculaire (tracés A) est accompagné de phénomènes électriques enregistrés à l'aide de deux microélectrodes introduites dans le corps cellulaire (tracés B) et dans l'axone (tracés C) du neurone du récepteur.

Les résultats obtenus sont donnés par les courbes du document 1

Schéma de structure d'un récepteur à l'étirement chez l'écrevisse.



Document 1 : Enregistrements de la réponse du récepteur à l'étirement au cours de trois expériences de tractions sur la fibre musculaire.



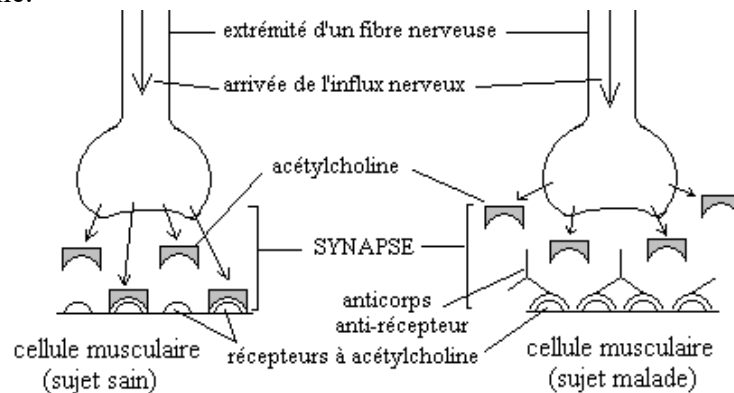
1- Expliquer le mode de naissance et de codage du message nerveux :

- a. au niveau du corps cellulaire
- b. au niveau de l'axone.

2- Déterminer graphiquement l'amplitude d'un potentiel d'action.

Exercice 5

La myasthénie se traduit par des paralysies, les muscles atteints ne se contractent plus. Comme le montre le document suivant, les cellules musculaires se contractent lorsqu'elles reçoivent un influx nerveux conduit par une fibre nerveuse ; cette dernière libère à son extrémité, au contact de la cellule musculaire, une substance appelée acétylcholine qui se fixe sur des récepteurs inclus dans la membrane de la cellule du muscle ; cette fixation provoque la contraction. On met en évidence, dans le sang des myasthéniques, des anticorps anti-récepteurs à l'acétylcholine.



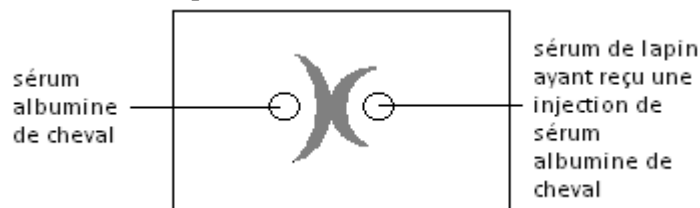
- 1- Expliquer la cause des paralysies chez le malade.
- 2- Emettre une hypothèse pour expliquer l'observation suivante : une mère atteinte de myasthénie peut donner naissance à un enfant qui, pendant quelques semaines, présente des paralysies. Ces troubles disparaissent rapidement.

Exercice 6 :

B₁- Sur une lame recouverte de gélose (dans laquelle peuvent diffuser des molécules), on creuse deux cavités. Dans l'une, on place une solution de sérum-albumine de cheval, dans l'autre le sérum d'un lapin chez lequel on a injecté une solution de sérum-albumine de cheval dix jours plus tôt.

L'observation est réalisée le lendemain de la mise en place des solutions, après avoir coloré la lame avec un réactif spécifique des protéines (Document 3.1).

- 1- Que contient le sérum du lapin 10 jours après l'injection du sérum albumine de cheval ?
- 2- Expliquer le résultat obtenu sur la lame. Combien de sortes d'anticorps le lapin a-t-il formé contre le sérum albumine de cheval ? Justifier votre réponse.



Document 3.1

B₂- A partir de la toxine tétanique, on peut fabriquer une toxine atténuée, ou anatoxine, par addition du formol à 4 %, à la température de 40 °C.

On injecte de l'anatoxine tétanique à un lapin. Quinze jours plus tard, du sérum de ce lapin est prélevé. Après addition d'une solution aqueuse d'anatoxine tétanique, un précipité apparaît.

- 1- Quelle est la nature de la réaction observée ? Que contient le sérum de lapin ?
- 2- Quelle est la propriété conservée par l'anatoxine ?
- 3- Quelle serait la réaction du lapin lors d'une injection ultérieure de toxine tétanique ?

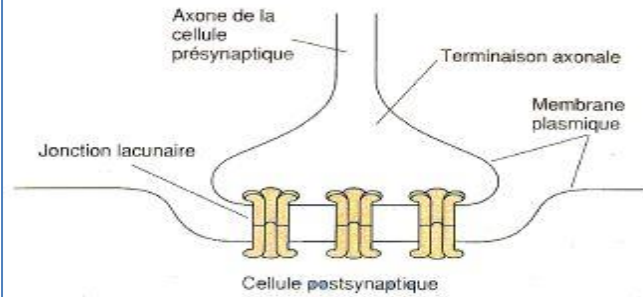
ENGAGEMENT – TRAVAIL – SUCCES

« Il y a plus de courage que de talent dans la plupart des réussites. »

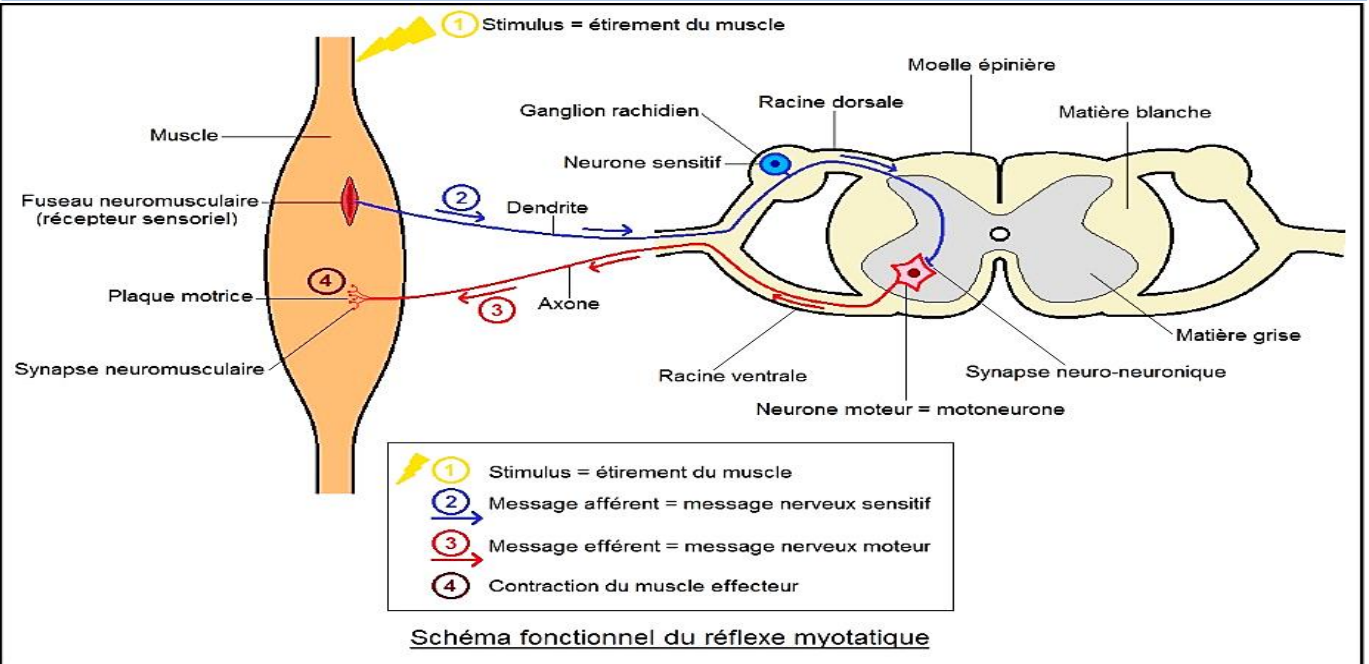
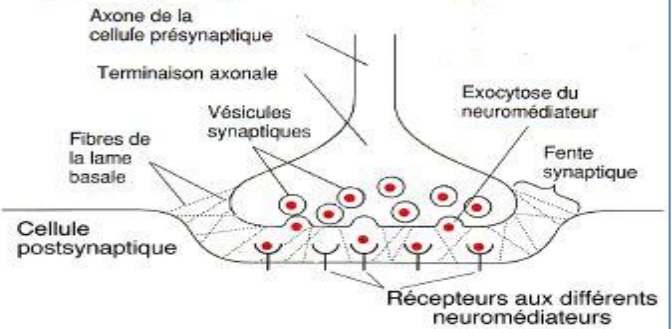
[Félix Leclerc]

PLANCHE

(a) Synapse électrique



(b) Synapse chimique



Local aménagé pour soustraire l'animal aux variations extérieures

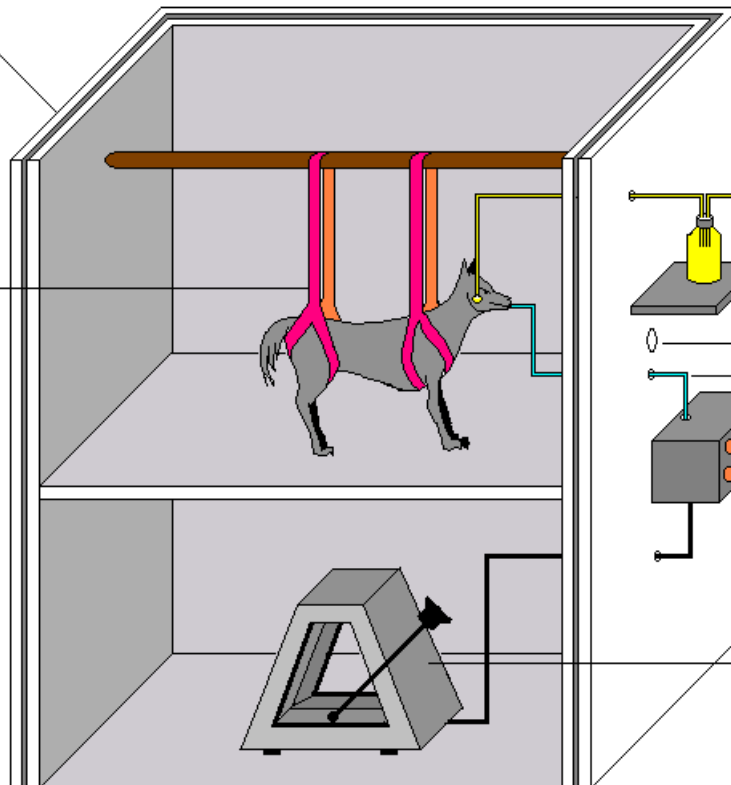
Double cloison pour l'insonnisation, température et luminosité maintenues constantes

Tube fin dont l'extrémité est fixée sur l'un des canaux salivaires du chien

Graduation qui permet une mesure précise de la sécrétion de la salive

Index

Sangles qui maintiennent l'animal debout sans le gêner.



Fenêtre d'observation

Tube permettant d'introduire dans la bouche du chien et à son insu un aliment ou une solution acidulée déclenchant le réflexe inné de sécrétion salivaire

Tableau de commande permettant de diriger l'expérience à distance et d'éviter que le chien ne voie n'entende ou ne sente l'expérimentateur

Métronomie dont le battement d'une fréquence bien définie est déclenchée à un moment choisi et pour une durée déterminée.