

(1^{ère} partie)*Énoncé du devoir* _____**PARTIE I** (10 points)

Les centres nerveux contiennent des moto neurones qui sont capables d'intégrer différents messages qui leur parviennent afin de produire un message efférent.

Expliquez comment, dans un centre nerveux, le message nerveux est transmis aux moto neurones, et comment ceux-ci traitent les différentes informations qu'ils reçoivent pour élaborer un message nerveux.

Des schémas illustreront vos propos.

PARTIE II*Exercice 1* _____ (4 points)

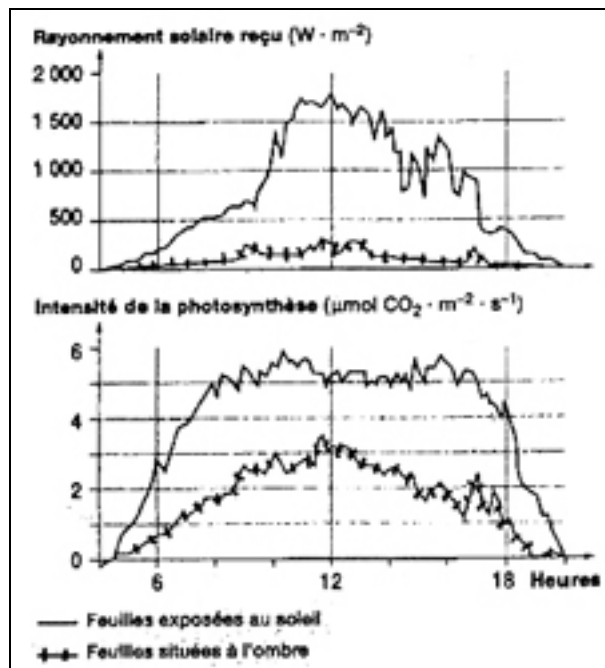
Les feuilles de hêtre présentent une morphologie différente selon leur emplacement dans l'arbre : la surface moyenne d'une feuille exposée au soleil est de 28,8 cm², alors que celle d'une feuille située à l'ombre est de 48,9 cm².

A l'aide des informations extraites du document, proposez une explication à la différence de morphologie des feuilles de hêtre. (Cf. ci-dessous)

Document. Rayonnement solaire et intensité de la photosynthèse

On a mesuré la quantité de lumière reçue et la photosynthèse réalisée au cours d'une journée par des feuilles de hêtre exposées à la lumière et par des feuilles de hêtre exposées à l'ombre.

Les mesures sont exprimées par m² de surface foliaire. Expliquez les unités du graphe watt par mètre carré, quantité de CO₂ absorbé par mètre carré et seconde.



Exercice 2 _____ (6 points)

Lors de sa croissance en longueur, la racine croît vers le bas sous l'effet de la gravité : on parle de gravi tropisme positif.

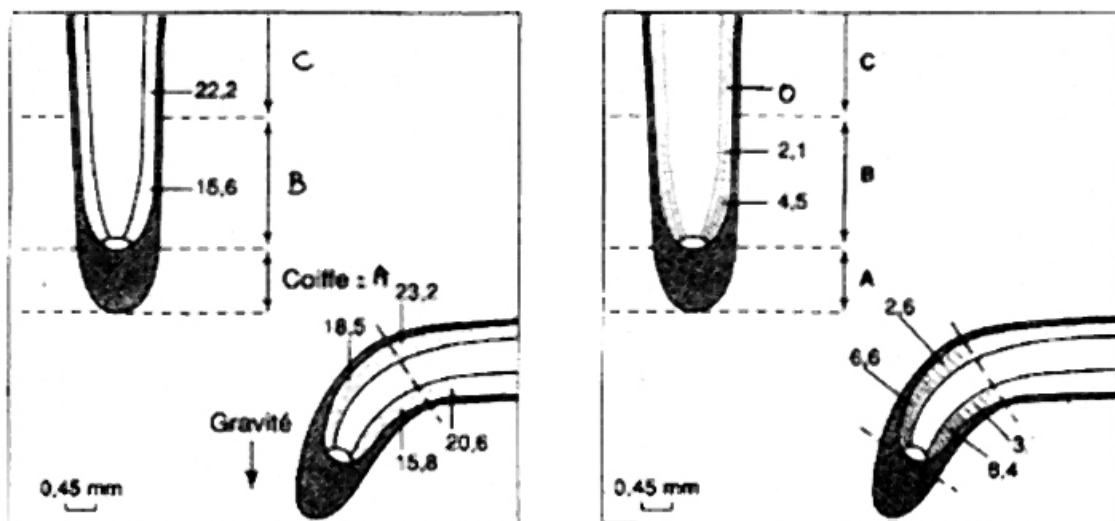
Quand on place horizontalement une racine d'un jeune pied de lentille, on observe rapidement une réaction de courbure telle que la pointe de la racine se dirige à nouveau vers le bas.

A partir de l'exploitation des documents complétée par vos connaissances, indiquez comment s'effectue la croissance en longueur d'une racine, puis proposez une explication à la réaction de courbure d'une racine placée horizontalement. (Cf : ci-dessous)

Document 1. Longueur et activité mitotique des cellules d'une racine de lentille témoin et d'une racine de lentille présentant une réaction de courbure.

Des mesures de la taille des cellules et de l'activité mitotique ont été réalisées à différents endroits de l'apex racinaire.

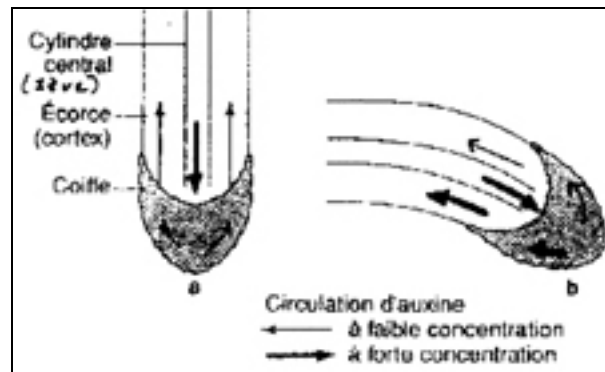
Chiffres mitoses 1b peu visibles = 6.4 .



Document 1a. Longueur moyenne (en μm) des cellules de la zone périphérique d'une racine maintenue en position verticale (témoin) ou placée à l'horizontale pendant deux heures.

Document 1b. Activité mitotique d'une racine maintenue en position verticale ou placée à l'horizontale pendant deux heures (valeurs en pourcentage de mitoses par rapport au nombre total de noyaux observés dans la zone d'étude).

Document 2. Distribution de l'auxine dans une racine de lentille témoin et dans une racine de lentille présentant une réaction de courbure.



Trajet de la circulation d'auxine au cours d'un gravi tropisme, dans une racine de lentille ou maïs.

a : Témoin

b : Racine maintenue en position horizontale pendant deux heures.

(2^{ème} partie)**Corrigé du Professeur et Aide méthodologique** _____**PARTIE I** (10 points)

La difficulté de ce sujet était de bien cerner les limites et d'éviter les redites.

Introduction :

Tout être vivant est soumis et interagit avec son environnement. Pour les êtres humains, et en ne tenant compte que de la communication de type nerveux (un type : masculin), les stimuli émis par l'environnement sont captés par des récepteurs sensoriels.

Une fois, captés, ces stimuli sont traduits en signaux électriques compréhensibles par l'ensemble du corps et véhiculés par des fibres nerveuses afférentes jusqu'à un centre nerveux ; puis du centre intégrateur vers l'effecteur par les moto neurones.

On peut alors se demander comment dans un centre nerveux, le message est transmis aux moto neurones, et comment ceux-ci traitent les différentes informations qu'ils reçoivent afin d'élaborer un message nerveux efférent.

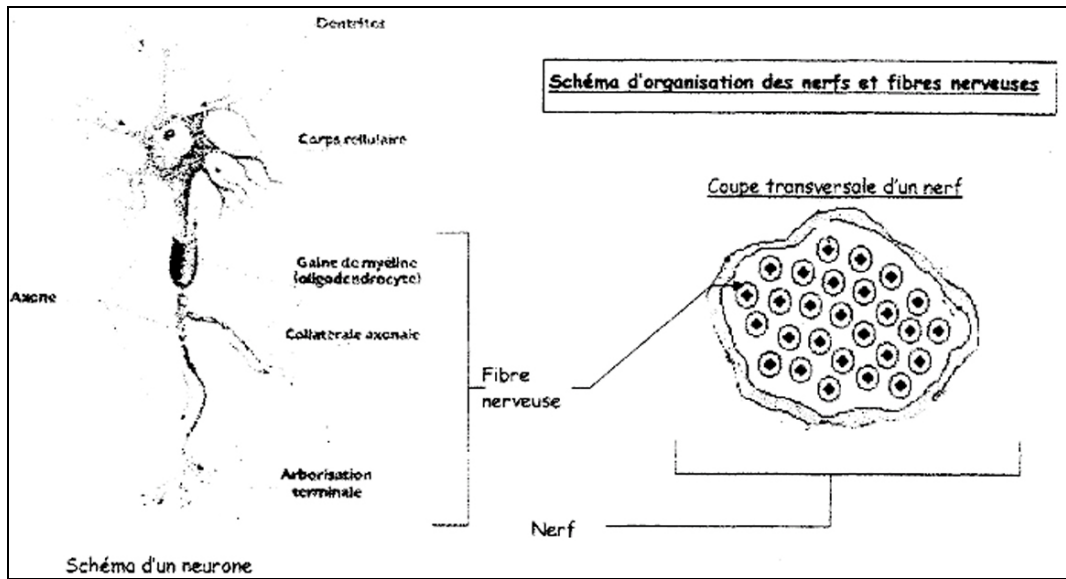
I. Transmission du message nerveux aux motoneurones**A. sur la fibre nerveuse**

Lors de la stimulation d'une fibre nerveuse, on mesure un signal grâce à un voltmètre ; ce signal est visualisable grâce à un oscilloscope. La nature de ce message est donc électrique.

Ce message est en fait une dépolarisation de la membrane plasmique de la cellule nerveuse : c'est un potentiel d'action (PA) dont la naissance suit la loi du tout ou rien et dont la propagation unidirectionnelle s'effectue le long de la fibre nerveuse de façon saltatoire, suivant les nœuds de Ranvier.

Le message nerveux est codé en fréquence de PA, en fonction de l'intensité de la stimulation.

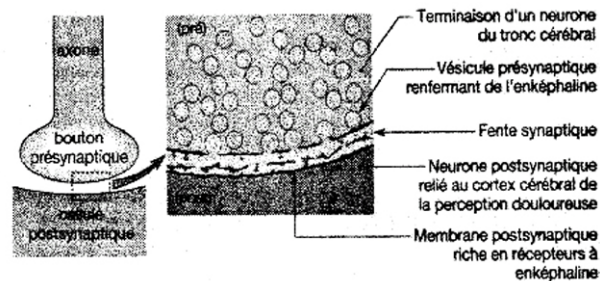
Loi du tout ou rien : dès que le seuil d'excitation est dépassé il existe un PA, si l'excitation augmente l'intensité du PA ne varie pas seule la fréquence augmente, c'est le codage en fréquence de PA



B. au niveau des synapses

Il n'existe pas de continuité physique entre les neurones. En effet, il a été mis en évidence par des observations au microscope électronique de zones synaptiques. Ces zones correspondent à des jonctions entre des neurones. Au niveau du bouton pré-synaptique, on voit la formation de vésicules d'exocytose contenant des molécules chimiques, appelées neuromédiateurs. Le message nerveux est alors transmis de manière chimique. Ces neuromédiateurs se fixent sur des récepteurs spécifiques de la membrane post synaptique. Le codage de l'information nerveuse est alors fonction de la concentration des neuromédiateurs libérés. Cette concentration doit être suffisante pour donner naissance à un PA., et plus la concentration augmente plus la fréquence en PA du message post synaptique sera grande.

Les synapses peuvent se faire au niveau des dendrites, ou directement au niveau du corps cellulaire. (Remplacer enképhaline par neuromédiateur)



(Microscope électronique à transmission, grossissement : $\times 75\,000$)

Ainsi, un motoneurone peut être mis en contact avec plusieurs neurones différents et donc recevoir plusieurs informations de plusieurs synapses différentes, alors que lui-même ne transmettra qu'une seule information à l'effecteur ; d'où la nécessité d'une intégration. Schéma montrant le motoneurone recevant plusieurs synapses mais avec un seul message sortant au niveau de l'axone

II. Traitement des différentes informations reçues par le motoneurone

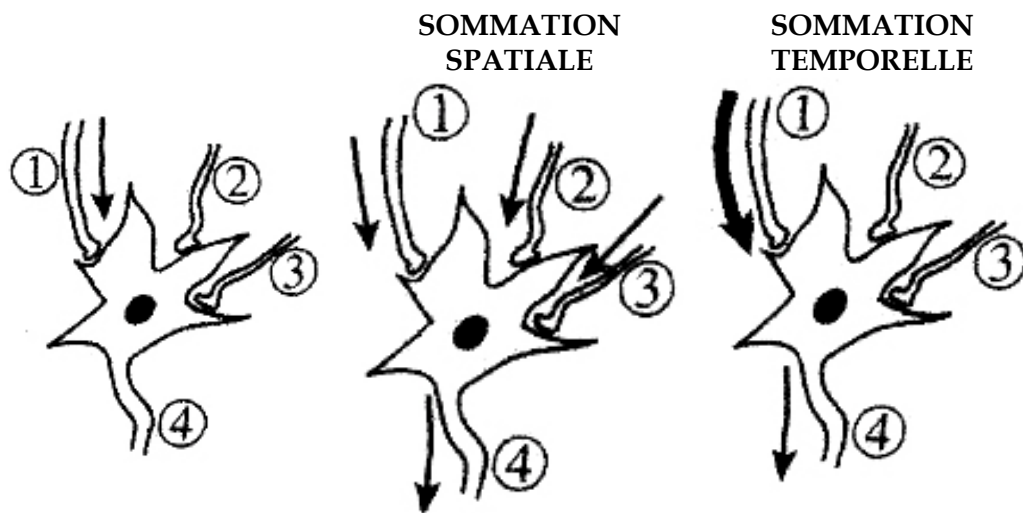
Il existe deux types de synapses en fonction de la nature du neuromédiateur : des synapses excitatrices et des synapses de type inhibitrices.

Contrairement au PA, le codage de l'information des PPS (Potentiel Post Synaptique) se fait par amplitude du signal et dépend de la quantité de neuromédiateurs reçue par le motoneurone.

A. Sommation spatiale

L'intégration spatiale consiste donc en une sommation, au niveau des corps cellulaires, des polarisations (excitations) et des hyper polarisations (inhibitions) venant des différentes synapses.

(1), (2), (3), axones de neurones pré synaptiques



Arrivée d'un seul potentiel d'action en (1). Pas de potentiel d'action émis par le neurone post synaptique (4) seuil d'excitation non atteint

Arrivée de potentiels d'action en (1) et (2) et (3). Naissance d'un potentiel d'action au niveau du neurone postsynaptique (4). Seuil atteint

Arrivée de potentiels d'action à une fréquence élevée en (1). Naissance d'un potentiel d'action au niveau du neurone post synaptique (4). Seuil atteint

Sommation au niveau d'un neurone post-synaptique

B. Sommation temporelle

Le corps cellulaire ne reçoit pas toutes les informations de toutes les synapses en même temps. Il y a donc sommation dans le temps de toutes les informations qui convergent au corps cellulaire.

Au niveau du corps cellulaire du moto neurone, il y a donc une sommation spatio-temporelle, on peut alors se demander à quoi aboutit cette sommation spatio-temporelle.

III. Elaboration du message nerveux

A. Genèse de potentiel d'action

A l'issue de la sommation spatio-temporelle, si la dépolarisation dépasse un seuil critique, il y a alors génération d'un PA (loi du tout ou rien). Le message nerveux est plus ou moins rapide en fonction du diamètre de la fibre et de la quantité de myéline.

B. Stimulation de l'effecteur

Ce PA arrive au niveau de l'effecteur qui est alors stimulé, dans le cas d'un muscle, cela provoque sa contraction. En effet, le PA arrive au niveau de la plaque motrice, ce qui provoque la contraction simultanée des fibres musculaires qui se contractent. Ce qui provoque le mouvement du membre.

Nous avons donc mis en évidence l'intégration du message nerveux au niveau du corps cellulaire du moto neurone, l'élaboration et la transmission du message nerveux (électrique et chimique) le long du moto neurone jusqu'à l'effecteur. L'intégration du message nerveux se fait au niveau de centre nerveux qui peuvent être la moelle épinière (dans le cadre d'un réflexe) et / ou le cerveau (mouvements volontaires). (Au sein de ses deux centres, la structure est bien différente.) Bien que ces deux centres nerveux soient formés de neurones comment expliquer leurs fonctions différentes, peut-être par des organisations différentes ?

PARTIE II

Exercice 1 _____ (4 points)

On a observé que la surface des feuilles d'un hêtre variait (d'un facteur 1,7 environ) en fonction de son emplacement dans l'arbre : 28,8 cm² au soleil et 48,9cm² à l'ombre. On cherche à trouver une explication à cette différence de surface des feuilles de hêtre.

On a mesuré la quantité de rayonnement reçu (en W.m⁻²) pour des feuilles de hêtre exposées ou non à la lumière durant une journée. On obtient des courbes à deux phases : avant midi, la quantité de rayonnement reçu augmente et après midi cette quantité de rayonnement reçu par les feuilles diminue.

On remarque que globalement, il y a très peu voire pas de réception de rayonnement solaire entre 18h et 6h du matin. Ceci s'explique par le fait que le «soleil se couche». On remarque également que ce rayonnement est le plus intense autour de midi pour les deux types de feuilles : il atteint environ 1700 W.m⁻² pour les feuilles exposées au soleil et 250 W.m⁻² pour les feuilles situées à l'ombre. Le rayonnement solaire reçu pour les feuilles exposées au soleil est donc nettement plus intense pour les feuilles au soleil par rapport aux autres.

Une feuille à l'ombre capte donc nettement moins de lumière qu'une feuille au soleil, ce qui ne nous surprend guère !

Le deuxième graphique représente deux courbes présentant l'intensité de la photosynthèse ($\mu\text{mol de CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) effectuée par des feuilles exposées à la lumière et d'autres étant restées à l'ombre au cours d'une journée.

On remarque qu'entre 8h et 16h, cette intensité est maximale : entre 5 et 6 $\mu\text{mol de CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ pour les feuilles de hêtre exposées à la lumière et entre 2,5 et 3 $\mu\text{mol de CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Il semblerait donc que l'intensité photosynthétique des feuilles exposées à la lumière soit plus élevée (d'un facteur 1,5 environ) par rapport aux autres feuilles. Or ce facteur est moindre par rapport à la différence entre le rayonnement solaire perçu par ces 2 types de feuilles. On peut donc se demander comment ça se fait qu'avec si peu de lumière perçue, on obtient une activité photosynthétique convenable.

Entre 18h et 6h du matin, il y a très peu d'activité photosynthétique pour les deux types de feuilles ; ceci est normal quand on considère qu'à ces heures, il fait sombre voire nuit.

Les deux graphiques présentent le même type de courbe et de variation environ aux mêmes moments de la journée. Or on sait que la photosynthèse est un processus qui convertit l'énergie lumineuse en énergie chimique afin de produire de la matière organique à partir de matière minérale. On peut donc dire que **plus le rayonnement solaire reçu par les feuilles augmente, plus la photosynthèse augmente.**

Remarque: les deux paramètres ne sont pas strictement proportionnel : exemple au soleil, une intensité lumineuse de 500 W.m^{-2} entraîne une activité photosynthétique maximale. Une augmentation de l'ensoleillement n'augmente pas l'activité photosynthétique à l'infini.

Donc, comme les feuilles d'ombre perçoivent moins de lumière, afin de maintenir une intensité photosynthétique la plus élevée possible, elles doivent développer une surface foliaire plus importante. D'où les mesures différentes observées entre la surface des feuilles de hêtre exposées à la lumière et la grande surface des feuilles d'ombre. On parle d'**adaptation morphologique foliaire à la lumière.**

Exercice 2 _____ (6 points)

On cherche à comprendre comment s'effectue la croissance en longueur d'une racine et à proposer une explication afin d'expliquer la réaction de courbure d'une racine placée à l'horizontale.

Pour obtenir le témoin de chacun de ces 3 documents, on a placé la racine verticalement ; l'autre racine a été placée horizontalement et est donc plus soumise au gravi tropisme positif. Nous verrons par la suite pourquoi.

Globalement pour les 2 documents 1, on constate qu'il y a des différences de longueur et de division mitotique de part et d'autre de la racine pour la racine courbée mais on observe des valeurs similaires pour les racines témoins.

Le document 1a présente les valeurs mesurées pour une racine de lentille témoin et pour une racine de lentille s'étant courbée par gravi tropisme positif. On remarque que les longueurs moyennes des zones périphériques de la racine sont du même ordre de grandeur pour les deux racines. On constate également des différences de longueur au sein d'une même racine : la zone C (= zone d'élongation) est plus longue que la zone B (= zone de division) qui est elle-même plus longue que la zone A (= coiffe).

On remarque également que pour la racine présentant une courbure, du côté externe à cette courbure, les valeurs sont plus élevées par rapport à celles du côté interne de la courbure.

On peut donc dire que la courbure de la racine est due à une différence de vitesse de croissance de la racine, du côté opposé au sol.

Le document 1b présente les valeurs des activités mitotiques d'une racine témoin et d'une racine de lentille présentant une courbure due au gravi tropisme positif. On constate que plus on s'approche du centre quiescent de la racine, plus le nombre des divisions mitotiques augmente : il est nul dans la zone d'élongation de la racine témoin. On constate également que le nombre de divisions au niveau de la partie supérieure de la zone de division est du même ordre de grandeur pour les deux racines. Mais pour la racine courbée, l'activité mitotique près de la coiffe est plus élevée par rapport à la racine témoin. De plus, l'activité mitotique du côté extérieur de la courbure est plus élevée que l'activité mitotique du côté interne de la racine.

On peut donc dire que la différence de vitesse de croissance en longueur serait due à une différence de nombre de divisions cellulaires.

Donc, la formation d'une courbure gravi tropique positive de la racine est due à une augmentation de la vitesse de croissance du côté extérieur de la racine, elle-même due à une augmentation du nombre de divisions cellulaires du côté externe de la racine.

Le document 2 présente la distribution de l'auxine, hormone végétale, dans une racine de lentille témoin et dans une racine de lentille présentant la réaction de courbure précédemment étudiée.

Dans le cas de la racine témoin (a), on constate qu'une forte concentration d'auxine circule du cylindre central vers la coiffe. De l'auxine circule également mais à faible concentration du bout de la coiffe vers la partie aérienne de la plante en passant par le cortex de la racine.

En faisant un parallèle avec le document 1a, on peut dire que l'augmentation de l'auxine vers la coiffe est corrélée avec la diminution de la croissance dans la zone de division par rapport à la zone d'élongation. On peut donc penser que l'auxine inhibe la croissance en longueur de la racine.

Dans le cas de la racine présentant une courbure (b), on constate que l'auxine circule en faible concentration de la coiffe vers le cortex racinaire supérieur de la courbure ; mais également, à forte concentration, du cylindre central vers la coiffe de la racine puis vers le cortex racinaire inférieur de la courbure.

En comparant avec la racine courbée des documents 1a et 1b, on constate que la diminution de l'auxine dans la partie supérieure de la courbure est corrélée avec l'augmentation de la vitesse de croissance du côté supérieure de la courbure de la racine. **Donc l'auxine inhibe la croissance dans la racine.**

Donc, la croissance en longueur de la racine par gravi tropisme positif est dû à une augmentation du nombre de divisions cellulaires dans la partie supérieure de la courbure, elle-même due à une faible concentration de l'auxine, hormone végétale.