

CORRIGÉ
GÉNÉRAL - MÉTROPOLE 2022
SPÉ SVT

Exercice 1-1 : Modulation de la contraction musculaire

Expliquer les mécanismes nerveux qui permettent de moduler la contraction d'une cellule musculaire.

Introduction : Une cellule musculaire est composée de fibres musculaires parallèles les unes aux autres et regroupées en faisceaux. Les muscles squelettiques sont les muscles reliés au squelette par les tendons.

Comment la contraction d'une cellule musculaire peut être modulée par des mécanismes nerveux ?

1. La fibre musculaire spécialisée pour la contraction

Les myofibrilles sont constituées de sarcomères (schéma possible d'un sarcomère) qui sont formés de deux types de filaments :

- des filaments fins : actine (bande claire) ;
- des filaments épais : myosine (bande sombre).

La contraction musculaire est due au glissement des filaments dans chaque sarcomère ; tous les sarcomères d'une fibre se contractent de la même façon et en même temps. Les étapes de contractions sont :

- fixation des têtes de myosine aux filaments d'actine ;
- pivotement des têtes des myosine (fixation puis hydrolyse d'ATP) ;
- raccourcissement des sarcomères.

Tant que de l'ATP est disponible, il peut y avoir plusieurs contractions par minute.

Lors de la contraction, les sarcomères ont un raccourcissement de 25 % de leur longueur. Pour mesurer cela il est possible de réaliser une expérience :

- Prendre une fibre musculaire au repos et la placer entre la lame et la lamelle puis observer au microscope.
- Réaliser une capture d'écran.
- Ajouter une goutte de solution d'ATP d'un côté de la lamelle en maintenant un essuie-tout de l'autre côté (pour absorber l'eau et permettre à la solution d'ATP d'être en contact avec la fibre).
- Refaire une capture d'écran et mesurer le raccourcissement observé.

2. Les mécanismes nerveux de la contraction musculaire

Les messages nerveux passent au travers des neurones à partir de/jusqu'au cortex.

La commande du mouvement volontaire se trouve dans l'aire motrice et peut être facilement repérable sur une IRM. Nous savons ainsi que l'hémisphère droit commande la partie gauche du corps et inversement. Pour réaliser des actions complexes (écrire, conduire, etc.), les aires vont coopérer.

Pour la contraction musculaire, le message doit suivre la voie motrice : cela commence par un message des aires motrices primaires qui passe dans la moelle épinière, via les neurones, pour aller jusqu'aux muscles. L'information nerveuse arrive ensuite dans le muscle, entraînant une contraction musculaire (ou un relâchement) via les motoneurones.

Conclusion : La contraction d'une cellule musculaire nécessite un message du cortex, qui doit être transporté via les neurones et motoneurones jusqu'aux muscles. Une fois arrivée dans le muscle, l'information permet la contraction avec le raccourcissement des sarcomères par le glissement des filaments d'actine par rapport aux filaments de myosine.

Exercice 1-2 : Variation climatique au Carbonifère

Montrer que les grandes forêts du Carbonifère ont pu participer au piégeage du CO₂ atmosphérique, contribuant ainsi au refroidissement constaté au cours de cette période.

Introduction : Le Carbonifère est une période géologique datant de -360 à -300 millions d'années. Nous savons (grâce aux fossiles) qu'il y a eu durant cette période une formation massive de charbon à partir de végétaux. Les températures au début du Carbonifère étaient stables puis elles ont rapidement chuté.

I) Le piégeage du CO₂ par les grandes forêts

Le Carbonifère est une époque où les végétaux étaient présents en très grandes quantités et dans de grandes forêts. Les forêts au niveau de l'équateur étaient les plus fournies, mais il était possible de trouver des forêts sous les hautes latitudes.

Les nombreux fossiles d'empreintes de végétaux ont permis d'estimer les espèces présentes dans ces forêts au Carbonifère ainsi que leur quantité. Il est possible d'en conclure que les végétaux étaient très nombreux et de grandes tailles, donc que le climat devait être propice à leur développement et leur croissance (climat chaud).

La présence de nombreux végétaux permet le piégeage massif de CO₂ atmosphérique :

- lors de la croissance des végétaux ;
- lors de leur enfouissement rapide (ex : charbon).

Expérience possible :

- Mettre une plante sous une cloche hermétique avec un capteur de CO₂ (mettre la plante à la lumière).
- Mesurer la concentration en CO₂ sous la cloche durant plusieurs heures.

II) Conséquence sur le climat du piégeage de CO₂

Nous savons actuellement que l'augmentation du taux de CO₂ atmosphérique entraîne un réchauffement de la température atmosphérique.

Expérience possible :

- Prendre deux enceintes hermétiques avec des capteurs de CO₂ et de température dans chaque.
- Ajouter du CO₂ dans une des deux enceintes.
- Mesurer la concentration en CO₂ sous la cloche durant plusieurs heures.

L'inverse est aussi vrai : si beaucoup de CO₂ atmosphérique a pu être piégé et stocké au Carbonifère par les grandes forêts, cela a entraîné une baisse de la température atmosphérique.

C'est d'ailleurs ce qu'il est possible d'observer sur les différents modèles des scientifiques.

Conclusion : Les grandes forêts du Carbonifère ont permis le piégeage massif de CO₂ atmosphérique lors de leur croissance. Leur enfouissement rapide a ensuite permis un stockage de ce CO₂ piégé, ce qui a entraîné une diminution importante de la température atmosphérique lors du Carbonifère.

Exercice 2 : Allogamie chez les angiospermes

Expliquer en quoi les particularités des philodendrons thermogéniques favorisent l'allogamie.

Tout d'abord les philodendrons sont constitués d'une fleur mâle et d'une fleur femelle sur le même axe. Elles sont séparées par une partie stérile et entourée d'une bractée (structure ressemblant à une feuille). Les philodendrons possèdent des particularités leur permettant de produire de la chaleur, on parle alors de plantes thermogéniques. Ces particularités permettent de favoriser l'allogamie (c'est-à-dire une fécondation croisée entre individus différents mais de la même espèce).

Dans le document 3a, on observe que la maturation de la fleur mâle et celle de la fleur femelle ne se font pas en même temps : le 1er jour, c'est la maturation des parties femelles et, le 2ème jour, la maturation des parties mâles ainsi que la « désactivation » des parties femelles. Cela permet d'éviter l'autofécondation des fleurs. Le document montre également qu'un coléoptère (*Erioscelis emarginata*) a été trouvé dans la fleur au moment de la maturation des fleurs mâles. La fleur produit une résine collante sur la bractée, on peut supposer que cela facilite la fixation du pollen sur l'insecte puisqu'à sa sortie de la fleur, il est recouvert de pollen. Le document précise qu'une seule espèce de coléoptère a été trouvée, ce qui laisse penser que la fécondation des philodendrons se fait uniquement par cet insecte.

En plus d'une maturation des fleurs séparées dans le temps, les philodendrons ont deux particularités majeures leur permettant de favoriser l'allogamie :

- la production de chaleur ;
- la production de molécules odorantes.

La production de chaleur se fait principalement à la fin du 1er jour entre 17 h et minuit avec un pic entre 18 h et 20 h (document 3b : la différence de température entre l'air ambiant et la plante atteint les 16°C). L'expérience a été réalisée sur une autre espèce de philodendrons mais il est précisé que cela fonctionne de la même façon avec philodendron adamantum. Nous avons vu précédemment que le 1er jour de la reproduction, c'est la partie femelle qui est mature. Pour savoir comment se fait cette production de chaleur, nous observons dans le document 2a que la thermogénèse est possible chez certains végétaux et qu'elle se déroulait dans les mitochondries.

La chaleur est produite lorsque les protons H^+ (produits lors de la respiration) passent au travers de la protéine UCP qui est située dans la membrane interne des mitochondries.

Pour déterminer quelle partie de la plante est capable de produire de la chaleur, on cherche les organes exprimant le gène codant la protéine UCP. Le document 2b nous montre que ce gène s'exprime dans la feuille et la partie stérile (bande blanche) mais que son expression est importante uniquement dans la partie stérile et pendant la phase thermogénique (bande plus intense). Le document 4b présente les effets des changements de température sur les mouvements des masses d'air. Lorsque l'air est plus chaud, la masse volumique de l'air diminue, entraînant un mouvement d'air ascendant. Le pic de chaleur produit par la fleur de philodendrons vers 18 h provoque donc un mouvement d'air ascendant, permettant ainsi d'attirer les insectes jusqu'à la fleur et favorisant ainsi sa pollinisation.

Les philodendrons sont capables de produire de nombreuses molécules odorantes (39 ont été relevées) et leur libération se fait principalement le 1er jour vers 18 h 30 (soit au moment du pic de chaleur). Lorsqu'on utilise un piège avec les deux molécules odorantes les plus présentes, on observe trois insectes pour la Dihydro-B-ionone seule, et treize insectes pour l'ensemble Dihydro-B-ionone + Méthyl jasmonate. Cela prouve que les molécules odorantes combinées entre elles permettent d'attirer plus d'insectes vers la fleur. De plus, les seuls insectes appâtés sont des *Erioscelis emarginata*, validant ainsi l'hypothèse que ce sont bien les insectes pollinisateurs des philodendrons.

Conclusion : Les philodendrons ont plusieurs particularités favorisant l'allogamie : tout d'abord, une maturation florale qui est séparée dans le temps pour éviter l'autofécondation de la fleur ; ensuite, la production de molécules odorantes permettant d'attirer certains insectes comme *Erioscelis emarginata* qui sont les pollinisateurs principaux ; et, pour finir, la production de chaleur (possible grâce au gène UCP) qui favorise les mouvements des masses d'air à proximité des fleurs pour aider les insectes à les atteindre.

