Influence du milieu sur le métabolisme cellulaire

publié le 12/06/2012 - mis à jour le 21/06/2017

Métabolisme cellulaire - Seconde - Démarche d'investigation

Descriptif :

Métabolisme cellulaire - Seconde - Démarche d'investigation
Démarche d'investigation permettant de mettre en évidence un changement de la composition en pigments chlorophylliens chez des cyanobactéries selon la longueur d'onde lumineuse reçue.

Sommaire :

- Contexte pédagogique
- Place de la séquence dans la progression
- Déroulement de la séquence
- Étape 1
- Étape 2
- Étape 3
- Étape 4
- Étape 5
- Étape 6
- Autres exemples

Démarche d'investigation permettant de mettre en évidence un changement de la composition en pigments chlorophylliens chez des cyanobactéries selon la longueur d'onde lumineuse reçue.

L'objectif est de mener des investigations afin de résoudre le problème par étapes et où le raisonnement prend une part importante dans la démarche par rapport aux protocoles expérimentaux.

Contexte pédagogique

- **Classe :** 2nd
- **Objectif :** Mettre en évidence l'influence du milieu sur le métabolisme d'une cellule.

Place de la séquence dans la progression

L'unité cellulaire des êtres vivants est à traiter au niveau fonctionnement et à argumenter par les structures. L'unité du fonctionnement " toutes les cellules réalisent des échanges de matière et d'énergie avec leur milieu suite à un ensemble de réactions chimiques qu'on appelle métabolisme cellulaire" doit être faite.

- **Acquis :**
  La photosynthèse au niveau de l'écosystème (Thème 2) et La photosynthèse au niveau cellulaire lors du métabolisme cellulaire (Thème 1).

- **Organisation de la séquence** :

- Une phase de travail en classe entière pour découvrir la problématique.
- Les élèves se mettent par groupe de 4 pour mener des investigations.
- Une phase où les élèves travaillent par binôme pour réaliser une chromatographie et analyser les résultats obtenus.
- Mise en commun des résultats des groupes et bilan final.

- **Durée** :
  1h30 pour les investigations + 20 mn (séance suivante) pour la mise en commun des résultats et le bilan.

Déroulement de la séquence

Découverte du problème et hypothèses (classe entière)

Un document sur les milieux de vie de deux micro organismes chlorophylliens : les euglènes et les synéchocystis, permet de poser le problème quand aux différentes profondeurs où on peut rencontrer ces deux microorganismes.

Découverte du problème et hypothèses (PDF de 115.2 ko)

Propositions à vérifier

Parmi les paramètres cités par les élèves

- La quantité de lumière
- La température
- La profondeur (en pensant à la pression)

Début des investigations (par groupes de 4 élèves)

Afin de mener des investigations en autonomie, une fiche indices en couleur est fournie.

Fiches indices (PDF de 303 ko)

Le groupe propose des solutions qu'il soumet au professeur afin de poursuivre ou d'apporter une remédiation, parfois une solution lorsque le groupe est bloqué, en fournissant des fiches d'aides.

Étape 1

Les élèves doivent faire le lien entre les longueurs d'ondes lumineuses qui sont absorbées par l'eau et la profondeur de vie des euglènes et des synéchocystis ;

Si des élèves sont bloqués : on fournit la fiche "Aide 1"

Fiche Aide 1 (PDF de 265.1 ko)

Suite à cette étape les élèves doivent pouvoir formuler des constats et des hypothèses.

- Constats :

- Les euglènes vivent très proche de la surface de l'eau où le spectre de lumière est presque complet mais sont incapables de vivre en profondeur où le spectre de lumière est réduit à des longueurs d'ondes des couleurs vertes et bleues.

- Les synéchocystis sont capables de vivre à toutes les profondeurs avec un spectre de lumière complet ou avec un spectre lumineux réduit au bleu et vert.

- Hypothèses :

- H1 : les euglènes sont incapables de réaliser la photosynthèse avec des lumières dont les longueurs d'ondes lumineuses sont proches du vert ou du bleu.

- H2 : Les synéchocystis réalisent la photosynthèse avec n'importe quelle couleur du spectre ce qui fait qu'en profondeur, elles réalisent la photosynthèse en présence de la lumière bleue et verte.

Si des élèves sont bloqués : on fournit la fiche "solution 1"

Solution 1 (PDF de 175.7 ko)

Étape 2

Les élèves doivent réfléchir à un protocole pour valider les hypothèses précitées, en indiquant clairement le témoin et les conséquences vérifiables

Si des élèves sont bloqués : on fournit la fiche "Aide 2"

Fiche Aide 2 (PDF de 237.2 ko)
mise à l'épreuve des hypothèses et expériences

Suite à cette étape les élèves doivent formuler au moins deux protocoles pour les euglènes et deux pour les synéchocystis :

- Protocole avec des euglènes :

On éclaire des euglènes avec de la lumière naturelle [conditions surface de l'eau] = protocole témoin
On éclaire des euglènes avec de la lumière bleu ou verte [conditions en profondeur]
Si l'hypothèse est juste : les euglènes doivent se développer bien en lumière naturelle et mourir en lumière verte ou

bleu ;

- Protocole avec des synéchocystis :

On éclaire des synéchocystis avec de la lumière naturelle [conditions surface de l'eau] = protocole témoin.

On éclaire des synéchocystis avec de la lumière bleu ou verte [conditions en profondeur].

Si l'hypothèse est juste, les synéchocystis doivent se développer dans les deux cas.

Remarque : Discuter avec chaque groupe sur la façon d'obtenir de la lumière bleu, certains ont des notions de physique sur les couleurs et les filtres, d'autres non. On peut proposer à ces derniers, une animation :

Filtres (Flash de 7.2 ko)
Alain Retière

Si des élèves sont bloqués : on fournit la fiche "solution 2"

Solution 2 (PDF de 263 ko)
Expériences à imaginer

Étape 3

Fournir aux élèves les résultats des protocoles précités, préparés à l'avance : il faut préparer les cultures de synéchocystis au moins 2 à 3 semaines avant la séance, les filtres sont des films transparents vert et rouge ;

- Remarque 1 :

Les élèves découvrent que la culture des synéchocystis est grise à la lumière naturelle, ils déduisent qu'ils sont morts ! Or le témoin (positif) est important puisque cette culture a reçu la lumière naturelle donc elles doivent être vivantes ! mais ils réalisent par la suite que c'est la couleur de la culture si on leur montre le flacon d'origine du fournisseur (flacon où les synéchocystis apparaissent grises) ou si on les observe au microscope. Ils avancent comme explication la présence d'un pigment gris ! Ce qui est acceptable à ce niveau d'investigation.

- Remarque 2 :

J'ai fourni un protocole en plus, protocole où des euglènes et des synéchocystis sont éclairées avec de la lumière rouge.

- Remarque 3 :

Fournir un tableau à compléter avec les résultats observés, pour gagner du temps.

Suite à ces résultats les élèves valident leurs propositions.

Étape 4

Un nouveau problème émerge de ces résultats, les élèves doivent émettre des hypothèses pour expliquer les différentes couleurs des synéchocystis et des euglènes. Et aussi l'occasion de vérifier leur hypothèse à propos du pigment gris à la lumière naturelle.

A ce stade les élèves doivent se servir des informations 2 et 3 de la fiche indices. Ils doivent émettre des hypothèses pour expliquer le lien entre coloration de la culture

et pigments présents chez les synéchocystis et les euglènes pour réaliser la photosynthèse.

Si des élèves sont bloqués : on fournit la fiche "Aide 3"

Fiche Aide 3 (PDF de 162.9 ko)
expliquer les différentes couleurs des synéchocystis

Suite à cette étape les élèves doivent formuler des constats et des hypothèses :

- **Pour synéchocystis :**

Lorsque la culture est éclairée par la lumière rouge : elle a une coloration " Verte" : les synéchocystis contiennent un pigment vert = la chlorophylle verte.

Lorsque la culture est éclairée par la lumière naturelle : elle a une coloration "Gris claire" : les synéchocystis contiennent un pigment gris ou un mélange de pigments qui aboutit à la couleur grise.

Lorsque la culture est éclairée par la lumière verte : elle a une coloration "Gris foncée" : les synéchocystis contiennent un pigment gris foncé ou un mélange de pigments qui aboutit à la couleur gris foncée.

- **Pour les euglènes :**

Lorsque la culture est éclairée par la lumière naturelle : elle a une coloration "verte" : les euglènes contiennent un pigment vert (la chlorophylle).

Si des élèves sont bloqués : on fournit la fiche "solution 3"

Solution 3 (PDF de 172.5 ko)
les différentes colorations des cultures de synéchocystis

Étape 5

C’est une mise à l’épreuve des hypothèses.
L’information 3, de la fiche indices, doit permettre aux élèves de proposer la technique de chromatographie pour révéler les pigments synthétisés par les synéchocystis et par les euglènes.

Si des élèves sont bloqués : on fournit la fiche "Aide 4"

Fiche Aide 4 (PDF de 163.4 ko)

Les élèves doivent proposer de réaliser une chromatographie afin de mettre en évidence les pigments présents dans chacune des cultures :

- Une chromatographie à réaliser avec des euglènes (lumière naturelle)
- Une chromatographie à réaliser avec des synéchocystis (lumière rouge)

- Une chromatographie à réaliser avec des synéchocystis (lumière verte)
- Une chromatographie à réaliser avec des synéchocystis (lumière naturelle)

Si des élèves sont bloqués : on fournit la fiche "solution 4"

Solution 4 (PDF de 174.3 ko)
Mise à l'épreuve des hypothèses et expériences

La chromatographie :

- Une préparation au préalable des souches au laboratoire est indispensable (au laboratoire, on centrifuge les cultures et on congèle les culots ; ces derniers sont décongelés pour la séance de TP).
- On fournit le protocole et les microorganismes.

Protocole chromatographie (PDF de 163.6 ko)

Les élèves réalisent la chromatographie par binômes et chaque binôme a en charge un seul type de culture.

Exploitation des résultats de la chromatographie :

Un document fournit et à compléter :

Document à compléter (PDF de 566.2 ko)
Mise en évidence de l'action de la lumière
sur la couleur d'une cyanobactérie

- Avec un schéma du résultat de la chromatographie lorsque celle-ci sera finie
- Un résultat théorique afin d'amorcer un raisonnement.

Résultats des chromatographies (PDF de 258.8 ko)

Dans cette réflexion, il est demandé aux élèves de faire un mélange de couleurs des différents pigments révélés par la chromatographie afin d'obtenir la couleur de la culture dont ils ont la charge (le mélange des couleurs se fait avec des crayons de couleur ou de la gouache, c'est encore mieux !)

A partir de cette activité l'élève doit dégager le lien entre couleur de la culture sur laquelle il a fait sa chromatographie et la couleur des pigments synthétisés, afin de mettre en évidence le (ou les) pigment dominant à l'origine de la couleur de sa culture.

Ensuite il doit faire le lien entre la longueur d'onde lumineuse avec laquelle sa culture a été éclairée et les pigments dominants.

Étape 6

Mise en commun des résultats des chromatographies :

Les binômes présentent et confrontent leurs résultats afin de résoudre la problématique de départ :

- Les euglènes synthétisent tous les pigments révélés par chromatographie avec une forte proportion des chlorophylles a et b d'où leur couleur verte.

- Les synéchocystis synthétisent plus de pigments rouge et bleu (les phycobiliprotéines) que les autres pigments (vert et orange), lorsqu'elles sont éclairées avec la lumière verte d'où un mélange de pigments qui donne la coloration gris foncée aux synéchocystis.

- Les synéchocystis synthétisent plus de pigments verts (chlorophylle a) et moins de pigments rouge et bleu (moins de phycobiliprotéines) lorsqu'elles sont éclairées avec la lumière rouge d'où un mélange de pigments qui donne la coloration verte aux synéchocystis.

- Les synéchocystis éclairées avec la lumière naturelle synthétisent l'ensemble des pigments avec des proportions qui aboutissent à une couleur gris claire (mélange de vert, de rouge et de bleu).

–

Bilan final :

1 : Les synéchocystis fabriquent des pigments en quantité différentes selon la profondeur où elles se trouvent : en profondeur pour capter de façon efficace la lumière bleu, elles fabriquent plus les pigments qui captent la lumière bleu (les phycobiliprotéines) et moins les autres pigments : **c'est une adaptation de leur métabolisme selon la lumière reçue** (une adaptation chromatique).

2 : Les euglènes ne synthétisent pas les pigments qui captent la lumière bleue (les phycobiliprotéines) donc ils sont incapables de capter la lumière bleue et par conséquent incapable de vivre en profondeur.

Autres exemples

Exemple 1 : **La crevette grise** , *Crangon crangon*

La coloration de la crevette grise varie selon le milieu qu'elle occupe : gris transparent, jaune sable en passant par une coloration verte.

Illustrations sur le site suivant :

http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/ATP/crevet.htm

Exemple 2 : **Le caméléon**

C'est un animal qui change de couleur mais pas pour s'accorder avec son support.
La couleur du caméléon dépend avant tout de son état émotionnel. Ces modifications sont contrôlées par les hormones comme l'adrénaline mais aussi par le système nerveux : des caméléons à qui on sectionne la partie inférieure de la moelle épinière ne changent plus de couleurs pour le bas du corps.

Ainsi, un caméléon en colère vire au noir. La peur le fait pâlir, la tranquillité le fait verdir. Tandis qu'un mâle prêt au combat pour séduire une femelle devient rouge.

Quelques sites qui traitent du sujet :

http://www.dinosoria.com/cameleon.htm

http://www.dinosoria.com/cameleon-panthere.html

Académie de Poitiers

Avertissement : ce document est la reprise au format pdf d'un article proposé sur l'espace pédagogique de l'académie de Poitiers.

Il ne peut en aucun cas être proposé au téléchargement ou à la consultation depuis un autre site.