

Biologie et géosciences

L2 Géosciences fondamentales

Examen.

Le mercredi 25 avril 2007

Salle Océane. Bât N1. 14h00-16h00

Durée : 1 heure 45 minutes

1. Expliquez précisément à partir de quelles molécules biologiques et comment à partir de ces molécules on peut construire l'arbre universel du vivant.

Acides nucléiques, principalement les ADN codant pour les ARNr de la petite sous-unité des ribosomes.

On mesure les nombres de différences entre les séquences de ces ADN chez tous les organismes. Deux organismes seront d'autant plus éloignés dans l'arbre du vivant qu'ils ont de différences dans ces séquences

2. De quand datent les traces de vie les plus anciennement enregistrées dans les roches ?

De -3.5 Ga

3. Sous quelle forme fossile observe-t-on ces traces anciennes de vie ?

Des stromatolites

4. Citez trois grandes étapes de l'évolution du vivant sur Terre

- L'apparition de la photosynthèse oxygénique (date possible -2.4 Ga)
- L'apparition des eucaryotes (date possible vers - 2Ga)
- L'explosion cambrienne (-0.55 Ga)

5. Quelles sont les deux grandes familles de procaryotes ?

Bactéries et Archae

6. Quelle caractéristique métabolique permet de penser que les eucaryotes sont apparus après les procaryotes ? Proposez une date possible pour cette apparition

Chez les eucaryotes, la respiration utilise le dioxygène comme accepteur d'électrons alors que de nombreux procaryotes respirent en milieu anoxique. Tous les eucaryotes ou presque possèdent des mitochondries qui pratiquent la respiration oxygénique. De plus, l'autotrophie chez les eucaryotes est limitée à la photosynthèse oxygénique alors que de nombreux métabolismes autotrophes n'impliquant pas l'oxygène existent chez les procaryotes. Ces observations suggèrent que les eucaryotes sont apparus après l'apparition du dioxygène dans l'atmosphère terrestre, peut être vers -2 Ga

7. Qu'est ce que la méthode de PCR ?

C'est la réaction de polymérisation en chaîne qui permet d'effectuer de nombreuses copies d'une séquence d'ADN commençant par une séquence bien déterminée.

Expliquez son principe en utilisant des schémas.

Voir document distribué en cours

Donnez un exemple où elle peut contribuer à la résolution de problèmes géochimiques.

On peut ainsi, à partir d'un extrait d'ADN d'un échantillon géologique, déterminer l'ensemble des micro-organismes présents dans l'objet à partir du séquençage de leurs ADN codant pour les petites sous unités ribosomales (ARN 16s). On met ainsi en évidence une immense biodiversité que les méthodes de mise en culture ne font qu'effleurer.

8. Citez trois caractéristiques communes à tous les êtres vivants sur Terre.

- Les membranes lipidiques
- Le stockage d'énergie sous forme d'ATP
- Le système de transcription, traduction ADN-->ARN-->Protéines impliquant les ribosomes

9. Citez un mécanisme montrant l'importance possible des virus pour l'évolution ?

L'incorporation de gènes du virus dans le génome de l'hôte peut prendre un caractère stable et conduire ainsi à une modification du génome.

10. Citez une enzyme fondamentale utilisée par les rétrovirus. Donnez un exemple où cette catégorie d'enzyme peut contribuer à la résolution de problèmes géochimiques.

La RT : transcriptase inverse

En géochimie, il peut être fondamental de déterminer quels ARN sont présents dans un échantillon géologique car on peut ainsi mettre en évidence des processus métaboliques en action dans l'échantillon géologique. La RT permet de transformer ces ARN en ADN complémentaires (ADNc) qui peuvent être analysés grâce aux méthodes d'analyses sur les ADN, par exemple la PCR. Ces méthodes n'existent pas (encore) directement pour les ARN.

11. Écrivez les deux demi-équations faisant intervenir des électrons ainsi que l'équation bilan de la photosynthèse oxygénique. On symbolisera la matière organique constituant la biomasse par la formule : CH_2O .

Vu à de multiples reprises en cours et TD

12. Ces échanges d'électrons font intervenir une molécule biologique intermédiaire. Laquelle ?

Le NADP sert d'accepteur d'électrons intermédiaire.

13. Quelle est l'enzyme responsable de la fixation du CO_2 lors de la photosynthèse ?

La Rubisco (ribulose bi-phosphate carboxylase)

14. Sur quel type de molécule (famille, caractéristique de la molécule) cette fixation de CO_2 se produit elle ?

Il s'agit d'un sucre à 5 atomes de carbone

15. Quel est l'effet de la photosynthèse sur le rapport des deux isotopes stables du carbone ? Dans quelles molécules ?

L'assimilation de CO_2 se fait préférentiellement avec $^{12}\text{CO}_2$ par rapport à $^{13}\text{CO}_2$.

16. Dans quel compartiment cellulaire se déroule la photosynthèse chez les végétaux ?

Dans les chloroplastes

17. Quelle est la taille typique de ce compartiment cellulaire ?

Quelques microns

En termes d'évolution, quelle est l'origine de ce compartiment cellulaire ?

Le chloroplaste a une forte parenté avec une bactérie. On peut penser que c'est une ancienne bactérie symbiote

De quels organismes vivants se rapproche-t-il le plus ?

Des cyanobactéries

Comment peut-on le démontrer ?

Le chloroplaste contient encore du matériel génétique que l'on peut séquencer et positionner dans l'arbre du vivant. On constate que, dans cet arbre, il n'est pas loin des cyanobactéries.

18. Qu'appelle-t-on phase claire et phase sombre de la photosynthèse.

La phase claire nécessite de la lumière, ce qui n'est pas le cas de la phase sombre.

Citez les principales molécules produites dans chacune de ces phases.

Phase claire : production d'ATP et de NADPH

Phase sombre : consommation d'ATP et de NADPH pour effectuer la fixation et la réduction de CO_2 sur un sucre en C5 : formation d'un sucre en C6 le glucose.

19. Qu'appelle-t-on production primaire ?

La formation de matière organique à partir de carbone inorganique (CO_2 essentiellement)

20. En vous souvenant du cycle du carbone, décrivez les scénarii potentiels du devenir de la matière organique produite par les producteurs primaires et quantifiez leurs impacts respectifs.

Voir cours. La matière organique produite par les producteurs primaires est pour l'essentiel respirée. Une petite partie (de l'ordre du millième) échappe à la reminéralisation (retransformation en CO_2) et participe à la formation de kérogènes, charbons, pétroles, le plus souvent à de la matière organique diffuse dans les sédiments.