

Répondre en s'aidant des connaissances acquises durant l'étude de ce thème et en utilisant les documents proposés sur le site au paragraphe « 1.3 Le couplage Biosphère - Lithosphère - Hydrosphère – Atmosphère. »

A. Photosynthèse, respiration et chaînes alimentaires d'un écosystème

Nous savons que les plantes chlorophylliennes sont capables de photosynthèse.

» Quelle est l'importance de la photosynthèse pour l'écosystème et la chaîne alimentaire ?

Les plantes chlorophylliennes synthétisent un sucre, le glucose à partir de molécules minérales, le dioxyde de carbone et l'eau.

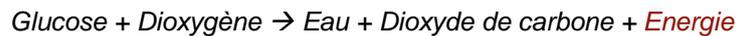


Dans la chaîne alimentaire, les plantes chlorophylliennes sont autotrophes, elles sont productrices d'une matière organique, le glucose mis en réserve sous forme d'amidon. Les autres maillons de la chaîne alimentaire sont des consommateurs hétérotrophes, ils synthétisent leurs propres molécules organiques à partir des matières organiques consommées et digérées.

» Comment une plante verte obtient-elle l'énergie dont elle a besoin pour faire fonctionner ses cellules et assurer les mitoses qui lui permettent de croître ?

Les plantes chlorophylliennes consomment le glucose synthétisé dans les cellules photosynthétiques, contenue dans la sève élaborée.

Par la respiration, elle récupère l'énergie chimique contenue dans la molécule de glucose.



La photosynthèse permet à la plante de synthétiser un sucre, le glucose. Les sucres sont des glucides, molécules organiques constituées des atomes de carbone, hydrogène et oxygène.

» Comment la plante peut-elle synthétiser les protéides indispensables à la construction cellulaire alors que les molécules de protéides sont constituées de carbone, hydrogène, oxygène et d'azote ?

En effet, le glucose est dit ternaire, il n'apporte que 3 atomes (C, H et O). Or les cellules ont besoin pour se construire de molécules autres que les sucres (lipides et protéides) comportant d'autres atomes comme l'azote mais aussi le potassium, etc... C'est la sève brute, solution absorbée par les racines dans le sol qui apportent les éléments chimiques minéraux manquants et indispensables.

» Dans une chaîne alimentaire, expliquer pourquoi la quantité de matières transmises d'un maillon à l'autre diminue, ce qui est illustré par la forme pyramidale de la chaîne alimentaire.

Comme nous venons de le voir, la plante chlorophyllienne consomme déjà une partie des produits de la photosynthèse pour obtenir sa propre énergie. Cette énergie consommée est faible car les plantes ont peu de besoins, mis à part la synthèse moléculaire et la multiplication cellulaire.

Les consommateurs (végétariens puis prédateurs) sont des animaux, ils consomment beaucoup plus d'énergie pour se déplacer et pour conserver une température constante (Oiseaux et Mammifères). Seule une faible proportion des aliments ingérés est réutilisée pour construire leur organisme.

À cela on doit ajouter les déchets et pour les plantes les feuilles et branches mortes.

B. Évaluation de la productivité à l'échelle de la planète

1. Le « jardin » mondial vertit.

» Quelle hypothèse peut-on fournir pour expliquer l'augmentation de productivité dans les régions du Nord de l'Europe et de l'Alaska ?

Dans les régions du Nord de l'Europe et de l'Amérique, le réchauffement global a permis de rallonger la période estivale de dégel.

2. La production végétale est limitée par les facteurs climatiques

» Quels facteurs limitent la production végétale et dans quelles régions du monde ? Argumenter.

Les facteurs limitant de la photosynthèse se déduisent des réponses aux questions du chapitre A qui précède : l'eau, le dioxyde de carbone, l'intensité lumineuse et la température puisque cette dernière contrôle la vitesse des réactions chimiques. À cela il faudrait ajouter les sels minéraux indispensables à la synthèse des molécules qui participent à la construction cellulaire.

Le document étudié prend en compte comme facteurs limitants : l'eau, la température et la luminosité. Des exemples :

- La photosynthèse est fortement limitée par un manque d'eau dans les régions subtropicales désertiques (Arabie, Sahara, Gobi, Australie...)
- La photosynthèse est fortement limitée par un manque de lumière, étonnamment dans les régions équatoriales et tropicales. Ceci peut s'expliquer par la forte nébulosité de ces régions alors que les autres facteurs (température et eau) semblent être à leur maximum sur notre planète.
- La photosynthèse est fortement limitée par une température trop basse dans les régions montagneuses et subpolaires. On notera qu'à cela s'ajoute un déficit en eau laquelle n'est plus disponible étant sous forme de glace dans les montagnes et un déficit de luminosité aux pôles.

3. Un déclin de productivité océanique ?

» Proposer une hypothèse pour expliquer comment un réchauffement océanique peut entraîner une diminution de la production planctonique des océans.

La concentration en gaz dissous des fluides évolue inversement à la température. Un réchauffement de la surface des océans entraîne une diminution de la concentration de dioxyde de carbone et le dioxyde de carbone est un facteur limitant de la photosynthèse.

» Proposer deux explications qui permettent de comprendre l'augmentation de productivité du plancton uniquement près des côtes et près du cercle arctique.

En fait, trois explications peuvent être proposées :

- Des phénomènes d'upwelling, remontées d'eaux froides profondes riches en sels minéraux (oligo-éléments).
- Aux pôles en été, réchauffement avec brassage des eaux de surface et des eaux profondes lié aux changements de thermocline.
- Sur les côtes des pays industrialisés, ce sont les apports de nitrates qui sont responsables, mais près des estuaires des grands fleuves (Amazonie, Rio de la Plata,...), cela s'explique par l'apport de sédiments.

C. Le métabolisme du carbone sur la planète Terre en fonction des saisons

» Comment expliquer les faibles variations de productivité des océans comparés à celle des continents en fonction des saisons ?

Mise à part une très faible épaisseur en surface, la température des océans varie très peu, que ce soit au niveau des rythmes des jours, des saisons et même des changements climatiques.

D. « Human Footprint », l'influence humaine à la surface du globe

» Trouver un argument pour expliquer l'influence de chacun des quatre facteurs étudié pour estimer le degré d'impact de l'Homme sur son environnement.

• La densité de population

L'Homme a depuis 10 000 ans (découverte des techniques de culture et d'élevage), une action de transformation de son environnement qui lui est spécifique dans le monde vivant.

• Le degré de transformation des terres

L'Homme défriche pour acquérir de nouvelles terres cultivables : déforestation par brûlis.

• L'accessibilité par l'homme

Le degré d'action de l'Homme sur l'environnement dépend de l'accessibilité à un milieu (voie de passage fluviale, routière, ferrée,...). Ainsi certaines parties des forêts tropicales humides étant restées inaccessibles conservent leur écosystème primaire.

• Les infrastructures de production d'énergie.

La disponibilité de sources d'énergie facilite la création d'urbanisme et d'usines, sources de concentration humaine et de pollution.

E. Le cycle du carbone montrant les transferts d'énergie

» Quels sont les deux principaux réservoirs de carbone sur notre planète ? Indiquer la taille (masse) de ces réservoirs et leur origine.

Les deux principaux réservoirs sont situés dans la lithosphère :

- les roches carbonatées $25 \cdot 10^{15}$ tonnes de carbone.
- les roches carbonées $6 \cdot 10^{15}$ tonnes de carbone.

» Quelles sont les deux principales productions humaines de dioxyde de carbone pouvant être responsables de l'augmentation de l'effet de serre ? Chiffrez cette production.

Les deux principales productions humaines de dioxyde de carbone sont :

- la combustion végétale, 1 à $2 \cdot 10^9$ tonnes de carbone.
- La combustion d'énergie fossile par les véhicules, le chauffage et l'industrie, 5 à $6 \cdot 10^9$ tonnes de carbone.

F. Reconstitution de la composition de l'atmosphère dans les temps géologiques et impact des modifications sur l'évolution de la biosphère

La photosynthèse est apparue, très tôt dans les océans. Document « Evolution conjointe de l'atmosphère et de la biosphère ».

» Pour quelle raison l'oxygène produit comme déchet de la photosynthèse n'a-t-il été disponible dans les océans puis dans l'atmosphère que 2 milliards d'années plus tard ?

Durant les deux premiers milliards d'années, le dioxygène libéré par la photosynthèse dans les « oasis photosynthétiques » des océans, a été utilisé pour oxyder les minerais de la lithosphère.

» Pour quelle raison les êtres vivants ont-ils pu conquérir les continents à partir de -350 Ma ?

Lorsque les minerais qui étaient à l'état réduit ont été oxydés, le dioxygène de la photosynthèse s'est accumulé à l'état dissous dans l'eau, s'est lentement répandu dans l'atmosphère. Dans les strates supérieures de l'atmosphère, le dioxygène sous l'effet des rayonnements énergétiques solaires s'est transformé en ozone formant ainsi une strate gazeuse protégeant la surface de la planète de ces rayonnements mortels.

Document évolution conjointe de la vie et de la teneur de l'atmosphère en oxygène

» Comment expliquer la rapidité de l'évolution et de la diversification de la vie à partir du dernier milliard d'année ?

*L'apparition du **dioxygène dans l'hydrosphère** va permettre de sélectionner les mutations apparues chez certaines bactéries qui permettaient d'extraire toute l'énergie disponible dans la matière organique : **la respiration**. L'apparition de la fonction de respiration va permettre de mettre à disposition des cellules une quantité d'énergie très supérieure à celle obtenue jusque-là par fermentation. Les **êtres vivants métazoaires** vont faire leur apparition. De nouveaux plans de constructions vont voir le jour. La protection créée par la couche d'ozone, va mettre à la disposition de l'invention évolutive un nouveau milieu vierge : le milieu terrestre continental. Une importante radiation adaptative va suivre.*

G. La planète Terre, une planète originale

» Quels sont les principaux facteurs qui expliquent la présence d'une biosphère sur la planète Terre ?

- Une atmosphère dont la composition est quasiment conservée depuis 300 MA d'années.
- La présence d'une hydrosphère, milieu primitif de la vie et composant des êtres vivants.
- Une distance Terre – Soleil qui permet une température moyenne d'environ 14°C à la surface de la planète.
- Un rayonnement solaire inégalement réparti qui favorise les mouvements de convection, des fluides et le cycle de l'eau.
- Une énergie interne qui participe à la tectonique des plaques et à l'apport de chaleur.