La biodiversité

Table des matières

Objectifs **4**

Introduction **5**

I - 1. La biosphère **6**

1. 1.1 Qu'appelle-t-on un être vivant ? 6
2. 1.2 Voici un exemple : le loup 7
3. 1.2 Voici un exemple : le loup (suite) 7
4. 1.3.1 Activité 1 8
5. 1.3.2 Activité 2 8
6. En résumé 8

II - 2. La complexité du vivant **9**

1. 2.1 La matière inerte est assez simple à décrire 9
2. 2.2 Un système biologique est complexe à décrire 9
3. 2.3 Activité : état de santé de la forêt amazonienne 10
4. 2.4 Que penser des politiques de protection et de préservation de la biodiversité ? 10
5. En résumé 11

III - 3. La fragilité du vivant **12**

1. 3.1 La fragilité du vivant 12
2. Exercice : Il commence à faire chaud... 12
3. 3.2 Extinction 12
4. En résumé 13

IV - 4. D'où viennent l'oxygène et l'énergie dont les vivants ont besoin ? **14**

1. 4.1 La photosynthèse 14
   - 1.1. Exercice : 4.1.1 Inspiration... Expiration 14
   - 1.2. 4.1.2 Une expérience pour mieux comprendre 14
   - 1.3. 4.1.3 Une seconde expérience 15
   - 1.4. En résumé 15
2. 4.2 Le cycle de l'oxygène 16

V - Conclusion **17**

VI - Bravo ! Vous avez terminé la leçon. **18**

VII - En savoir plus **19**

1. La réaction chimique de la photosynthèse 19
2. La régulation de la température chez l'être humain.....19
3. Interactions entre l'inerte et le vivant.....20

VIII - La biodiversité **22**

Solutions des exercices **23**

Glossaire **25**

Objectifs

A l'issue de ce cours, vous serez capables de :

☐ définir de façon simplifiée les êtres vivants par opposition à la matière inerte

☐ donner des exemples illustrant la complexité du vivant et l'interdépendance des êtres vivants à toutes les échelles

☐ en déduire que le vivant s'appréhende comme un système, un « tout »

☐ questionner les politiques de « compensation » et de « protection » de la biodiversité

☐ comprendre de façon simplifiée la dépendance des animaux au travail de photosynthèse des plantes et du plancton

☐ distinguer et utiliser les notions de système, dynamique, processus pour décrire le monde vivant

Introduction

« Aujourd'hui on va parler de biologie, c'est-à-dire des êtres vivants. C'est quoi au juste un être vivant ? Dit autrement : d'après vous qu'est-ce qui nous différencie des pierres, et de la matière dite inerte ?

Dans ce cours on va d'abord poser une définition assez sommaire du vivant et on va s'apercevoir que l'une des grandes caractéristiques des êtres vivants c'est d'être extrêmement dépendants de leur environnement et en constante évolution. Si on met un caillou en orbite dans l'espace : pas de problème ! A moins d'une météorite malchanceuse, on le retrouvera intact un an plus tard. Mais un poisson ? Ou bien tout un bac de légumes, avec sa terre et ses vers de terre ?

Même sans aller dans l'espace, quand on regarde à quelles conditions les êtres vivants perdurent, on se rend compte qu'ils sont très fragiles. Ils sont très dépendants les uns des autres et des conditions extérieures.

Ce qu'on va voir dans ce cours c'est aussi que non seulement la vie est impactée par le climat mais que le contraire est vrai aussi : la vie a influencé, et continue à influencer, le climat terrestre.

L'oxygène que nous respirons, par exemple, n'existait pas il y a 333 milliards d'année : c'est un sous-produit de la photosynthèse. . Ca paraît fou non ?

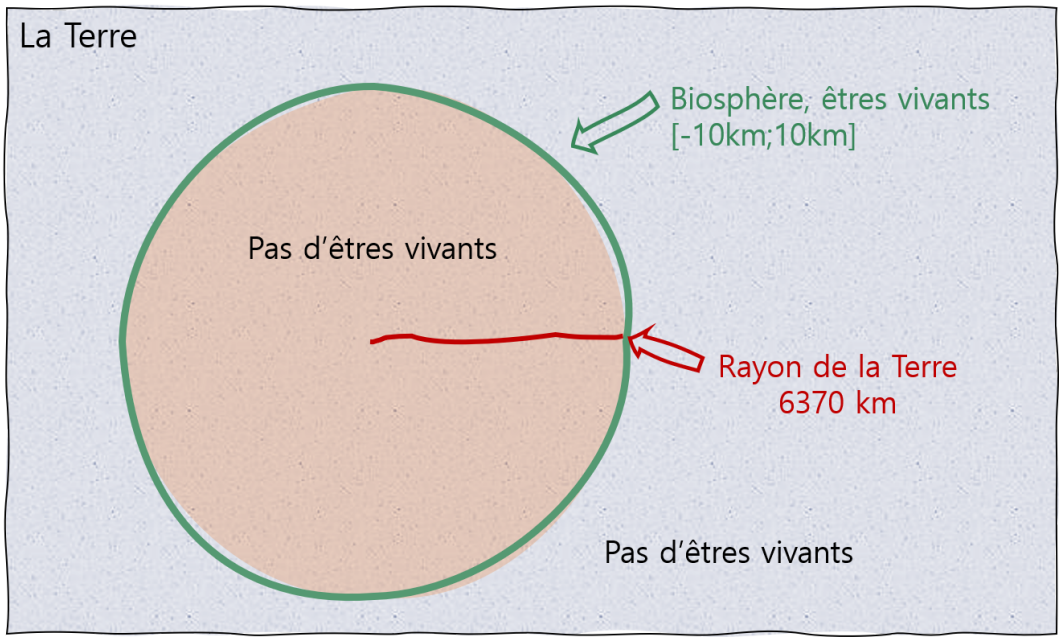
Il continue à être produit aujourd'hui, avec le gaz carbonique, mais sa proportion ne varie plus car un équilibre est atteint. C'est cet équilibre qui est en train d'être détruit. Et tout comme l'apparition de l'oxygène a tué des milliers d'êtres vivants pour qui il était toxique, à notre tour, nous avons de quoi nous inquiéter si les conditions climatiques étaient amenées à changer. »

1. La biosphère

1. 1.1 Qu'appelle-t-on un être vivant ?

C'est une question complexe mais on peut identifier de façon simplifiée de grandes différences entre êtres vivants et êtres inertes : contrairement aux choses inertes, les vivants se reproduisent, s'alimentent et respirent : c'est-à-dire qu'ils puisent autour d'eux certaines choses qui leur permet de se maintenir.

Le rayon de la Terre est de 6 400 km (c'est la distance entre vos pieds et le centre de la Terre). Mais si on s'intéresse aux êtres vivants, à toutes les plantes, insectes, planctons, champignons, animaux, petits et gros, qui s'alimentent, se reproduisent, et constituent le milieu naturel où est née l'espèce humaine, alors **tout se passe dans une mince pellicule comprise entre 10 km (troposphère) et -10 km (océans)**. Rien au-dessus, rien en-dessous. C'est ce qu'on appelle la **biosphère** et vous voyez bien qu'à l'échelle des dimensions de la Terre, nous ne représentons vraiment pas grand chose !



La biosphère constitue un seul système : il n'y a pas de sous-partie qui fonctionne en totale indépendance du reste. Tous les êtres vivants sont liés. Toutes les parties se tiennent, on ne peut pas toucher à l'une sans finalement toucher à toutes les autres.

Ces connexions sont dynamiques, c'est-à-dire qu'elles évoluent au cours du temps. Ces processus de connexion sont aussi organisés en structures multiples, entrecroisées les unes aux autres suivant des logiques différentes.

2. 1.2 Voici un exemple : le loup

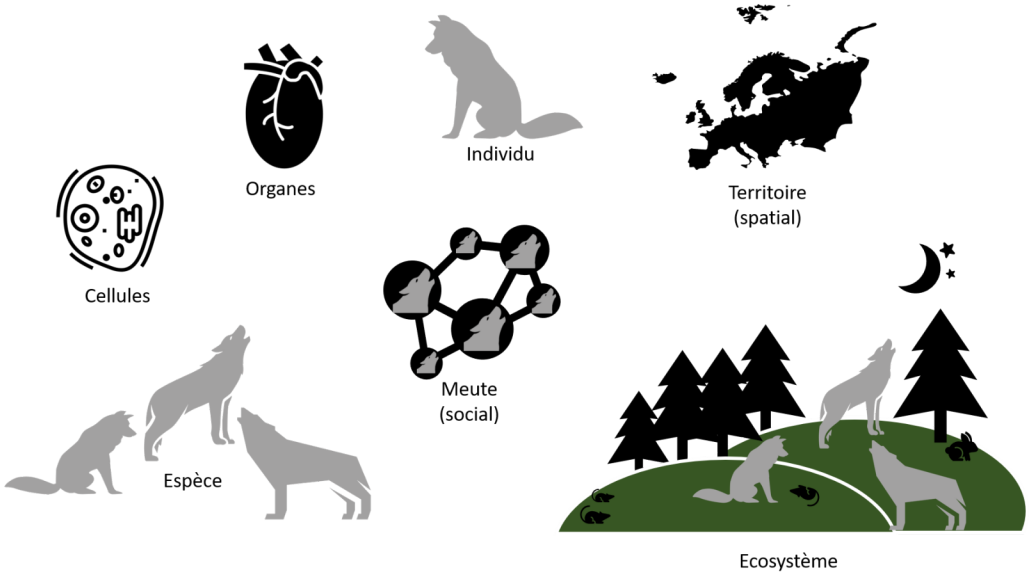
• Commençons à petite échelle : nous y observons déjà une **organisation biologique** d'êtres vivants interconnectés. Les cellules sont regroupées en organes, chacun ayant ses propres fonctions. C'est cet ensemble interconnecté qui constitue un **individu** et qu'on appelle le loup. Notez que toutes ces structures ne sont ni complètement indépendantes (si un organe est atteint, le loup risque de mourir, et avec lui toutes les autres structures disparaissent) ni totalement dépendantes (certaines cellules meurent et sont remplacées tous les jours)

• Il est à la base d'une autre **hiérarchie biologique** : les individus capables de se reproduire entre eux. Ceux-ci constituent une espèce.

• Mais ce n'est pas fini : d'autres espèces vivent dans le même milieu et dépendent les unes des autres suivant de multiples rapports : de prédation, parasitisme, symbiose, etc. Cela imbrique le loup dans un ensemble interconnecté avec les lièvres et les renards, donc les petits rongeurs et insectes, mais aussi les grands arbres qui lui offrent des cachettes et à l'abri desquels il met bas. Ensemble, ces êtres constituent un **écosystème**.

• L'interdépendance des espèces est souvent révélée par des perturbations importantes et soudaines venues de l'extérieur. Par exemple : la réintroduction du loup dans le parc national du Yellowstone aux États-Unis a profondément modifié l'écosystème : en diminuant la population de cervidés, les loups ont changé la couverture végétale et permis à d'autres espèces animales de prospérer

Pour creuser : https://academic.oup.com/jmammal/article/99/5/1021/5107035



3. 1.2 Voici un exemple : le loup (suite)

Mais ce n'est pas tout ! Le loup est aussi inséré dans d'autres hiérarchies qui se superposent à la hiérarchie des cellules > organes > individus > espèce > écosystème que nous venons de décrire, par exemple :

• **Sociale** : au sein même de son espèce, l'individu fait partie d'une meute, strictement hiérarchisée, avec des règles fixes pour la chasse, le partage des proies, la reproduction.

• **Spatiale** : sa meute est en concurrence avec d'autres meutes, et fait l'économie de conflits coûteux en se cantonnant dans un territoire bien délimité.

▪ Pour creuser : La délimitation du territoire, la définition des frontières, font l'objet de négociations entre meutes décrites par Morizot dans son livre « Les diplomates »

Chacune de ces hiérarchies a sa propre logique dynamique :

• Les principaux moteurs qui façonnent l'espèce sont l'alimentation et la reproduction.

• Au niveau de l'écosystème, ce sont les mécanismes darwiniens de compétition qui agissent : les espèces les mieux adaptées survivent.

• Pour la meute, le problème est de gérer le flux des entrants (nouveaux-nés, juvéniles) et des sortants (atteints par la limite d'âge). Elle y pourvoit par l'éducation et l'apprentissage, qui apprennent aux nouveaux comment chasser, comment se comporter avec les autres, comment grimper dans la hiérarchie sociale.

• Au niveau individuel, chaque loup a une histoire : il commence comme nouveau-né, devient juvénile, puis adulte, et atteint finalement la vieillesse. Sa position dans la hiérarchie sociale change au cours du temps en fonction de ses capacités bien sûre, mais aussi de ses actions : il a une stratégie.

Notons que les diverses logiques peuvent se croiser (en définitive les règles de reproduction et de chasse adoptées par la meute doivent favoriser la survie de l'espèce) et que les échelles de temps sont très différentes d'une dynamique et d'une hiérarchie à l'autre (un loup vit une quinzaine d'années, alors l'espèce canis lupus existe depuis cinquante millions d'années).

Notons enfin que la stabilité apparente des systèmes biologiques cache des flux permanents, où les entrées compensent les sorties : les meutes de loups peuvent subsister des dizaines d'années dans le même territoire. Les individus meurent, les chefs changent, mais c'est toujours la même meute.

4. 1.3.1 Activité 1

Interconnexion et interdépendance des systèmes vivants

Choisissez un être vivant d'un endroit que vous connaissez (par exemple un endroit où vous partez en vacances)

En faisant varier l'échelle spatiale (des cellules aux écosystèmes) et temporelle, décrivez 3 hiérarchies (ou plus) dans lesquelles est prise cet être vivant, ainsi que les dynamiques qui les régissent et leurs temporalités

5. 1.3.2 Activité 2

Interconnexion et interdépendance des systèmes vivants (suite)

1. Ouvrez la carte[1] et placez un repère à l'endroit choisi dans l'activité 1
2. Mettez le nom de l'être vivant comme titre du repère
3. Décrivez dans la zone "description" les hiérarchies dans lesquelles est prise cet être vivant
4. Vous pouvez si vous le souhaitez ajouter une photo de cet être vivant

Vous voyez ci-dessous l'ensemble des repères positionnés par vos camarades.

https://drive.google.com/open?id=1HVYdFUrhCvVgPTXferdNcPq6BiI83Mhg&usp=sharing

6. En résumé

Fondamental

✔ La biosphère constitue un seul système d'êtres vivants interconnectés. C'est le théâtre d'une multitude de processus dynamiques, stationnaires ou non, articulés les uns aux autres, et fonctionnant à des échelles de temps et d'espace très différentes.

[1] https://drive.google.com/open?id=1HVYdFUrhCvVgPTXferdNcPq6BiI83Mhg&usp=sharing

2. La complexité du vivant

1. 2.1 La matière inerte est assez simple à décrire

Par définition, la matière inerte n'évolue pas, sauf sous l'effet de conditions extérieures. On peut donc assez bien la décrire à l'aide de quelques mesures clés : prendre sa température, étudier sa composition (de quels *atomes*∗ – « briques élémentaires » - est-elle faite), mesurer sa taille...

Deux exemples pour s'en convaincre ***Exemple***

Partout dans la pièce qui vous entoure se trouve du gaz, c'est-à-dire des molécules et des atomes qui s'agitent, ne sont pas liées les unes aux autres et passent leur temps à se percuter et à percuter les objets et les murs de la pièce. Bien que leurs mouvements individuels soient assez chaotiques, il serait possible en zoomant au microscope de les décrire seconde par seconde, un par un. Au global, si l'on dézoomait et qu'on s'intéressait au mouvement d'ensemble, toute cette agitation pourrait être résumée par trois grandes variables : V, T et P, autrement dit la le volume (nombre d'atomes dans la pièce), la température (à quelle vitesse s'agite-t-elle) et la pression (avec quelle force percutent-elles les objets qui les entourent). Si on parle d'un gaz réel, comme l'air que nous respirons, il faudrait encore ajouter peut-être quelques caractéristiques (comme la composition par exemple, car l'air que nous inspirons et expirons n'est pas fait que d'un seul type de molécule), mais la règle générale est que quelques variables que l'on peut mesurer suffisent pour très bien décrire un objet physique inerte.

Pour s'en convaincre on peut imaginer un autre exemple avec l'expérience suivante : décrivez-moi un caillou de calcaire. Sa forme au micron près, sa composition chimique (de quels atomes est-il fait), à quelle température est-il. Avec ces informations, je peux (en théorie) aller tailler un caillou exactement identique dans une roche calcaire de composition exactement identique et le chauffer à la bonne température. Mis à coté du premier caillou, il devient peu ou prou indiscernable. Et je peux attendre des jours, peut-être des années, je serai bien en peine de voir une quelconque différence.

2. 2.2 Un système biologique est complexe à décrire

L'état d'un système biologique est beaucoup plus difficile à définir. On ne peut pas le résumer par quelques chiffres, comme pour un corps inerte.

Exemple

Si vous voulez décrire un individu en bonne santé par exemple, par quoi commenceriez vous ? La température du corps est un bon indice (si votre température chute à 26 degrés ou monte à 42, il y a de quoi s'inquiéter). On pourrait certainement ajouter les taux de glycémie dans le sang, le rythme cardiaque, la réaction musculaire à l'effort... mais ce ne serait encore pas suffisant ! (saviez-vous par exemple que dans votre système digestif vivent quelques 150 000 bactéries qui n'ont pas le même ADN que les cellules de votre corps, sans lesquelles la digestion serait impossible et qui auraient même une influence sur votre état psychique) . On pourrait obtenir d'autres chiffres, en prescrivant d'autres examens, mais ils ne suffiront jamais à décrire complètement l'état d'un corps humain, alors que, comme nous l'avons vu, avec trois chiffres on décrit complètement l'état d'un gaz.

Et comment définir l'état de santé d'un écosystème : une mangrove par exemple, ou une forêt ? Pourrait-on compter le nombre et la taille des arbres de chaque espèce ? Cela ne suffira pas : pour qu'une espèce d'arbres survive dans la forêt, ses individus sont disséminés à différents endroits de la forêt, en fonction peut-être de leur âge et de leur forme. Et d'ailleurs si on ne considère que les arbres on se trompera car on manquera une foultitude d'interactions et d'acteurs qui assurent la pérennité de la forêt. Il faudrait par exemple prendre en compte les insectes (pollinisateurs ou vecteurs de maladies), les champignons qui vivent en symbiose avec leurs racines pour leur apporter les bons nutriments, les autres plantes comme le lierre qui grimpe sur leurs troncs et les animaux, y compris les carnivores (on a vu comment le loup avait changé l'écosystème du Yellowstone : cela affecta même les arbres).

3. 2.3 Activité : état de santé de la forêt amazonienne

https://padlet.com/embed/it8nx74p3s4b

4. 2.4 Que penser des politiques de protection et de préservation de la biodiversité ?

La complexité des systèmes vivants a des conséquences pratiques pour toutes les politiques de protection et de préservation de la biodiversité.

Exemple

Reprenons l'exemple des forêts. Il est facile d'observer qu'une forêt d'eucalyptus est très différente d'une forêt amazonienne. Mais est-ce que l'on peut faire une liste finie de toutes ces différences ? Est-ce qu'on peut les mesurer, ou sont-elles purement qualitatives ? Si l'on en détruit une, est-ce que l'on peut la remplacer par l'autre ? La réponse est négative, et cela pose un problème à toutes les politiques de conservation.

La biodiversité elle-même est bien difficile à caractériser, même dans un espace restreint. On sent bien qu'elle est liée au nombre d'espèces et à la qualité de leurs interactions, mais encore ? Comment la mesurer ? Quel sens donner aux procédures dites de compensation ? Qu'est-ce que cela veut dire que je compense un Paris-Pékin en avion en faisant planter des arbres (lesquels?) quelque part (où cela?). Si je détruis un écosystème, par exemple en asséchant une zone humide pour y construire un aéroport, je ne pourrai jamais le reconstituer à l'identique. Au mieux, je pourrai construire un écosystème analogue ailleurs. Comment les comparer, comment juger que l'un compense l'autre ?

5. En résumé

Fondamental

✔ Du fait de cette multiplicité d'interconnexion en constante évolution, il est très difficile de décrire et de reproduire un système vivant

3. La fragilité du vivant

1. 3.1 La fragilité du vivant

Les êtres vivants meurent. Les objets physiques ne meurent pas.

Si un vase est là aujourd'hui, il y a de fortes chances qu'il soit encore là demain, dans un an ou dans vingt ans. Si je le mets sur orbite autour de la Terre, il tournera gentiment, sauf s'il est frappé par un météorite. Si un être vivant est là aujourd'hui, il sera peut-être là demain, mais il est peu probable qu'il soit toujours là dans vingt ans ; s'il l'est, il aura beaucoup changé. Si je le mets sur orbite autour de la Terre, il mourra immédiatement.

Pour survivre, les être vivants ont besoin d'un environnement favorable : dans la mesure de leur moyens, il cherchent à l'établir et à le maintenir.

Je vous recommande grandement la lecture de « Dans la combi de Thomas Pesquet » une BD qui montre les exploits techniques et la débauche d'énergie nécessaires pour maintenir en vie trois astronautes dans une station orbitale. On se rend bien compte à travers cet exemple de notre dépendance directe à un environnement propice à la vie.

Dans un environnement suffisamment favorable, les êtres vivants ont des mécanismes qui leur permettent de se maintenir. C'est ce qu'on appelle l'homéostasie.

Ainsi, le corps humain déploie quantité d'efforts pour maintenir sa température interne autour de 37°C. Au-delà de 38°C c'est la fièvre, et si elle atteint 40°C c'est un risque de santé majeur et immédiat.

2. Exercice : Il commence à faire chaud...

[solution n°1 p. 23]

Quand il commence à faire chaud, comment réagit le corps humain ?

3. 3.2 Extinction

Cela ne concerne pas seulement les individus : les espèces aussi peuvent mourir, ou plutôt disparaître. Et c'est bien logique puisque les individus ont globalement les mêmes limites dans leur capacité à se maintenir dans un environnement hostile. On parle alors d'extinction.

Les espèces peuvent même disparaître très rapidement. Le pigeon américain, Ectopistes Migratorius, un oiseau grégaire qui se déplaçait en bandes de milliards d'individus (mais oui ! plus que le nombre d'humains sur Terre), et dont les colonies couvraient des dizaines de kilomètres carrés, fut complètement et exterminé par une chasse systématique dans les dernières années du 19ème siècle.

Plus de détails sur l'extinction du pigeon américain : https://fr.wikipedia.org/wiki/Tourte_voyageuse

4. En résumé

Fondamental

✔ Les êtres vivants meurent. Les objets physiques ne meurent pas.

✔ Pour survivre, les être vivants ont besoin d'un environnement favorable : dans la mesure de leur moyens, il cherchent à l'établir et à le maintenir.

✔ Dans un environnement suffisamment favorable, les êtres vivants ont des mécanismes qui leur permettent de se maintenir. C'est ce qu'on appelle l'homéostasie.

4. D'où viennent l'oxygène et l'énergie dont les vivants ont besoin ?

IV

1. 4.1 La photosynthèse

1.1. Exercice : 4.1.1 Inspiration... Expiration

[solution n°2 p. 23]

Inspiration !

Tout au long de la vie, les êtres vivants respirent, s'alimentent et se reproduisent. Quel est le gaz dont nous les humains avons absolument besoin pour survivre ?

Expiration !

Et quel gaz expulsons-nous quand nous respirons ?

1.2. 4.1.2 Une expérience pour mieux comprendre

Mais alors comment se fait-il que les animaux n'aient pas déjà épuisé les stocks de dioxygène sur Terre ?

La réponse a été trouvée par Joseph Priestley au 17ème siècle et complétée par Jan Ingenhousz en 1778 grâce à une fameuse expérience :

Imaginons une bougie qui brûle sous une cloche en verre

La cloche est étanche, l'air ne passe pas. On attend un peu... Que va-t-il arriver à la bougie ?

Oui, la bougie s'est éteinte. On introduit une souris vivante. On attend un peu... Que va-t-il arriver à la souris ?

Eh oui, elle meurt...

Que pensez-vous qu'il faille mettre sous la cloche pour éviter à la prochaine souris le même destin tragique ?

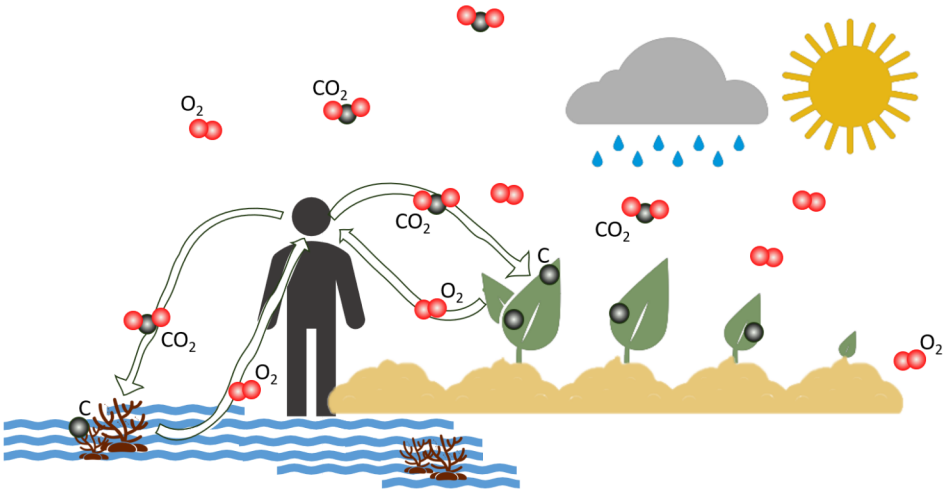
Eh oui ! Introduisons une plante verte. Que va-t-il arriver à la plante ?

La plante ne meurt pas. On la laisse quelques jours, et elle prospère.

On introduit alors une autre souris. Que va-t-il lui arriver ?

Hourra ! elle ne meurt pas.

Joseph Priestley a ainsi constaté que les plantes sont capables de « régénérer » un air vicié. C'est le premier pas vers la découverte de la photosynthèse !



1.3. 4.1.3 Une seconde expérience

On peut déduire une seconde chose essentielle de cette expérience fondatrice. Si les plantes inspirent deux atomes d'oxygène liés à un atome de carbone pour ne renvoyer que deux atomes d'oxygène, y a-t-il un tour de magie quelque part... ?

Pour l'anniversaire de votre grand-père, vous lui offrez une plante dans un pot. La plante pèse 500 grammes. La terre du pot pèse 5 kg.

Pendant un an votre grand-père a pris soin de sa plante. Un an après, elle pèse 1kg. Combien pèse la terre du pot ?

À quelques grammes près qu'on peut négliger, elle pèse toujours 5 kg ! Mais alors où la plante a-t-elle pris ses 500g supplémentaires ?

Réponses possibles : 1. de la terre ? 2 ? de l'air ? 3. de l'eau d'arrosage ?

Réponse correcte : De l'air. C'est la photosynthèse : la plante prélève le carbone contenu dans le CO2 de l'atmosphère et le fixe sous forme de matière organique. Si on brûle la plante, on libérera le carbone emprisonné dans cette matière organique, et il retournera dans l'atmosphère sous forme de CO2

La photosynthèse est une manière de stocker le rayonnement solaire sous forme chimique. C'est le processus par lequel la plante grandit en fixant les uns à la suite des autres des atomes de carbone qu'elle récupère dans le CO2 qu'elle « inspire » et qu'elle mélange à l'eau qu'elle « boit ». Pas étonnant, du coup, qu'en coupant du bois et en le brûlant, on libère... du carbone !

En savoir plus sur la réaction de la photosynthèse (cf. p.19)

1.4. En résumé

Fondamental

✔ La photosynthèse est donc le mécanisme « complémentaire » de la respiration des animaux, par lequel les plantes absorbent du dioxyde de carbone (CO2) pour renvoyer du dioxygène (O2). Les animaux que nous sommes dépendons donc absolument des plantes et des autres êtres vivants comme le plancton pour nous fabriquer l'oxygène dont nous avons besoin.

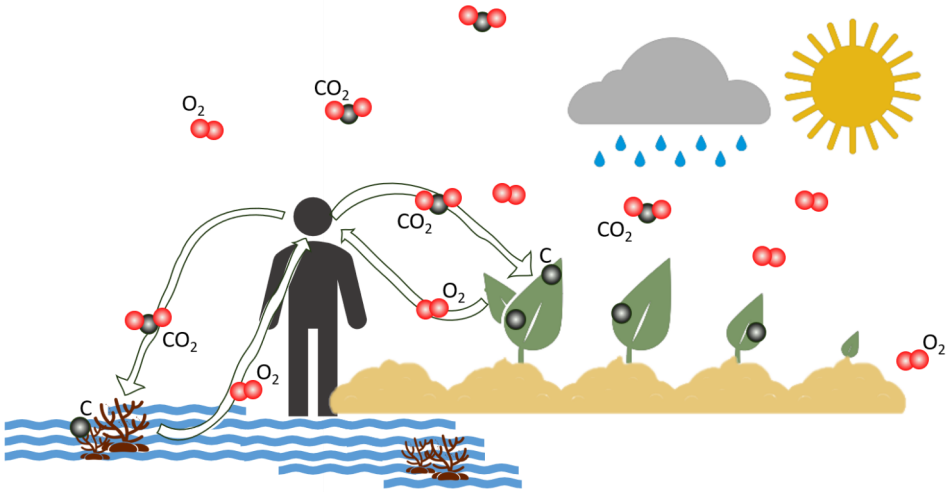
✔ La photosynthèse est une manière de stocker le rayonnement solaire sous forme chimique. C'est le processus par lequel la plante grandit en fixant les uns à la suite des autres des atomes de carbone qu'elle récupère dans le CO2 qu'elle « inspire » et qu'elle mélange à l'eau qu'elle « boit ». Pas étonnant, du coup, qu'en coupant du bois et en le brûlant, on libère... du carbone !

2. 4.2 Le cycle de l'oxygène

Au tout début de l'histoire de la Terre, il n'y avait pas d'oxygène dans l'atmosphère ! Cela paraît presque incroyable non ? C'est l'apparition de la photosynthèse par les plantes qui a donné à notre planète son oxygène atmosphérique, il y a 2,3 milliards d'année, et l'a maintenu depuis au niveau actuel de 21 % de la composition de l'air en dépit de sa consommation par la respiration des êtres vivants, et des diverses combustions.

Il y a donc un cycle de l'oxygène :

- d'un côté il est absorbé régulièrement par les animaux et par les plantes, pour leur « respiration »
- de l'autre, il est émis par les plantes, au cours de la photosynthèse



Notre survie en tant qu'espèce dépend entièrement de ce service rendu par les plantes et le plancton.

Complément

Le bilan est globalement équilibré, les continents et l'océan produisant respectivement 16,5 et 13,5 x 1010 kg d'oxygène par an.

Conclusion

✔ La biosphère constitue un seul système d'êtres vivants interconnectés. C'est le théâtre d'une multitude de processus dynamiques, stationnaires ou non, articulés les uns aux autres, et fonctionnant à des échelles de temps et d'espace très différentes.

✔ Du fait de cette multiplicité d'interconnexion en constante évolution, il est très difficile de décrire et de reproduire un système vivant

✔ Les êtres vivants meurent. Les objets physiques ne meurent pas. Pour survivre, les être vivants ont besoin d'un environnement favorable : dans la mesure de leur moyens, il cherchent à l'établir et à le maintenir. Dans un environnement suffisamment favorable, les êtres vivants ont des mécanismes qui leur permettent de se maintenir. C'est ce qu'on appelle l'homéostasie.

✔ La photosynthèse est le mécanisme « complémentaire » de la respiration des animaux, par lequel les plantes absorbent du dioxyde de carbone (CO_2) pour renvoyer du dioxygène (O_2). Les animaux que nous sommes dépendons donc absolument des plantes et des autres êtres vivants comme le plancton pour nous fabriquer l'oxygène dont nous avons besoin.

✔ Il y a un cycle de l'oxygène :

• d'un côté il est absorbé régulièrement par les animaux et par les plantes, pour leur « respiration »

• de l'autre, il est émis par les plantes, au cours de la photosynthèse

Notre survie en tant qu'espèce dépend entièrement de ce service rendu par les plantes et le plancton.

Bravo ! Vous avez terminé la leçon.

VI

Avant de passer à la leçon suivante, nous vous proposons de vous auto-positionner sur les objectifs clés de la leçon afin de faire le point sur votre apprentissage. Ce sondage n'est ni noté, ni obligatoire. Il est pour vous. Et si le sujet vous a passionné, n'hésitez pas à poursuivre avec la section "En savoir plus".

[cf.]

En savoir plus

VII

1. La réaction chimique de la photosynthèse

Le principe de la réaction est le suivant :

« $CO_2 + H_2O + photons \rightarrow [CH_2O] + O_2$ »

La plante absorbe du gaz carbonique et de l'eau, stocke l'énergie lumineuse sous forme de sucres et libère de l'oxygène.

Le rendement est faible : 1 % seulement de l'énergie du rayonnement est stockée.

Le processus inverse est la respiration :

« $C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O + énergie$ »

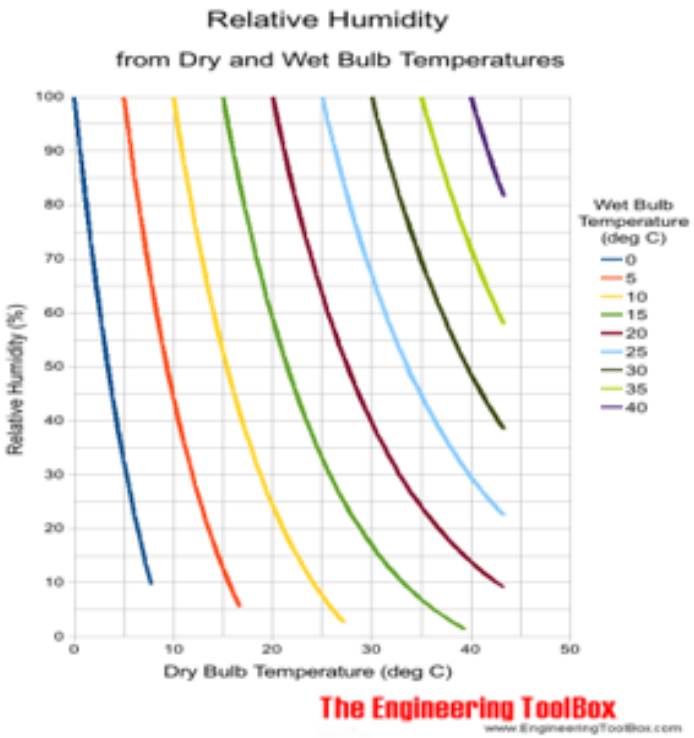
La plante (ou l'animal) brûle la matière organique pour utiliser son énergie, et libère comme sous-produit du gaz carbonique et de l'eau.

Les deux processus coexistent chez les plantes, tant qu'il y a de la lumière. S'il n'y en a pas, la nuit par exemple, elles ne peuvent que respirer.

2. La régulation de la température chez l'être humain

Si la température et l'humidité ambiantes excèdent certaines limites, l'être humain ne peut pas maintenir sa température interne autour de 37°C et meurt rapidement. Ces conditions de température et d'humidité sont synthétisées dans la notion de **WBT, Wet Bulb Temperature**, température du thermomètre mouillé. C'est la température que l'on mesure si on enveloppe le thermomètre d'un linge mouillé. Elle simule donc la température d'un corps humain se défendant de la chaleur par transpiration. Elle est léthale à partir de 35°.

Le graphique ci-dessous relie la WBT à la température et à l'humidité. La ligne jaune, par exemple, représente toutes les manières d'atteindre une WBT de 10°. On voit par exemple qu'elle peut être atteinte avec une température de 20°C (en bas) et une humidité de 25 % (à gauche), comme avec une température de 25°C et une humidité de 13 %. La température léthale de 35° WBT est atteinte dès 40°C pourvu que l'humidité soit de 70 %. L'être humain ne survit que quelques heures dans ces conditions, parce que son corps ne peut plus évacuer la chaleur par transpiration ;



3. Interactions entre l'inerte et le vivant

Les interactions vont dans les deux sens : la physique du globe influence la vie dans la biosphère, et la vie influence la physique du globe.

De la physique vers la biologie :

- Un premier exemple (et non des moindres !) c'est la protection salvatrice de notre atmosphère, qui crée des conditions de température favorables à la vie grâce à l'effet couette
- La biosphère est une mince couche emprisonnée entre le haut de l'atmosphère (et donc aux rayonnement solaire) et la surface du globe (y compris le fond des océans). La partie basse du rayonnement solaire a des effets bénéfiques (c'est lui qui fournit l'énergie nécessaire à la vie) et la partie haute, très énergétique, (les ultraviolets) des effets nuisibles (il détruit les cellules vivantes). La haute atmosphère laisse passer les premiers et intercepte les seconds, grâce à une mince couche d'ozone. C'est un effet physique qui permet la vie.
- Certains phénomènes physiques menacent directement la vie. Ainsi les éruptions volcaniques, ainsi que les impacts de météorites, qui sont de phénomènes purement physiques, peuvent avoir des effets dévastateurs et conduire à des extinctions massives. On impute la grande extinction qui a eu lieu voici 66 millions d'années et qui a emporté les dinosaures à l'impact d'une météorite sur la Terre.
- De petits changements physiques peuvent avoir des conséquences biologiques majeures. Beaucoup d'espèces animales marines se déplacent très loin de leur lieu de naissance (tortues marines, saumons, anguilles, oiseaux) mais y reviennent pour la reproduction. La destruction de cet endroit (par exemple, pour les saumons, la pollution de la rivière ou l'installation d'un barrage) a pour corollaire l'extinction de la population qui la fréquentait.

De la biologie vers la physique : le vivant peut produire de la matière inerte ou la transformer

- L'oxygène de l'atmosphère est d'origine biologique : c'est un sous-produit de la photosynthèse, comme nous le verrons. Notons qu'il est en circulation permanente: il est absorbé par la respiration des êtres vivants et les activités humaines (combustion, pour le chauffage, la cuisine ou les moteurs), et renouvelé par la photosynthèse.

- Les roches calcaires sont toutes d'origine biologique. Elles résultent de l'accumulation des coquillages d'animalcules marins au fond des océans. Il y a là des masses énormes de carbone immobilisé
- Les sols sont également d'origine biologique. Une Terre sans vie présenterait un sol uniquement rocheux (sans calcaire bien sûr) sur lequel on glisserait. C'est la vie (notamment les bactéries) qui fractionne les roches, les décompose, leur ajoute d'autres éléments, et les transforme en humus, sols meubles et riches en matières organiques. Imagine-t-on cultiver des poireaux sur un bloc de granite ? Le rôle des vers de terre est essentiel dans la constitution des sols cultivables. Darwin disait que tout l'humus passait et repassait dans l'estomac des lombrics. Son dernier livre s'intitule La Formation de la terre végétale par l'action des vers de terre
- Les combustibles fossiles sont tous d'origine biologique : ils proviennent des végétaux antérieurs qui ont été transformés dans des conditions géologiques favorables. Ce sont en fait des manières de stocker une très faible partie de l'énergie solaire reçue pendant des millions d'années.

La biodiversité

VIII

Ivar Ekeland et Aicha Ben Dhia, co-auteur.e.s, ont souhaité faire de ce cours un bien commun en le plaçant sous licence libre Creative Commons CC-BY-SA 4.0. Cela signifie qu'en l'absence d'indication contraire, vous pouvez réutiliser, distribuer, citer, modifier et adapter les contenus de ce cours comme bon vous semble, y compris à des fins commerciales, tant que :

• Vous l'attribuez de la manière suivante : "Ivar Ekeland et Aïcha BenDhia, avec le soutien de l'Université Paris-Dauphine, la Fondation Madeleine et la société 2050" ;

• Le contenu que vous créez sur la base de celui-ci est placé sous une licence similaire, c'est-à-dire qu'il n'interdit à personne de réutiliser vos améliorations.

Pour plus de détails, nous vous invitons à consulter la licence complète : https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.fr

Cette licence ne concerne toutefois pas les illustrations ou les travaux référencés, qui demeurent placés sous leur mention légale d'origine.

Solutions des exercices

Solution n°1

[exercice p. 12]

Quand il commence à faire chaud, comment réagit le corps humain ?

Transpiration

Il transpire, exactement ! Un exemple quotidien d'homéostasie du corps humain est la transpiration. Mais ce mécanisme de défense du corps en environnement hostile (car trop chaud) n'est pas toujours possible : si la température et l'humidité ambiantes excèdent certaines limites, l'être humain ne peut pas maintenir sa température interne autour de 37°C et meurt rapidement. Par exemple dans un hammam où le taux d'humidité est de 100% et où il fait seulement 40 degrés, le corps n'arrive pas à transpirer et est en danger de mort.

Plus généralement, l'homéostasie désigne en biologie les mécanismes par lequel un état est maintenu autour d'une valeur bénéfique pour le système considéré, grâce à un processus de régulation. Et à travers l'exemple de la transpiration dans un hammam saturé d'eau, vous comprenez que les êtres vivants atteignent vite leurs limites à se maintenir dans un état sain.

En savoir plus sur régulation de la température chez l'être humain (cf. p.19)

Solution n°2

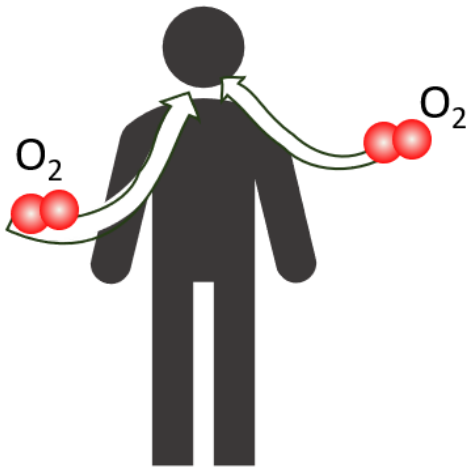
[exercice p. 14]

Inspiration !

Tout au long de la vie, les êtres vivants respirent, s'alimentent et se reproduisent. Quel est le gaz dont nous les humains avons absolument besoin pour survivre ?

oxygène

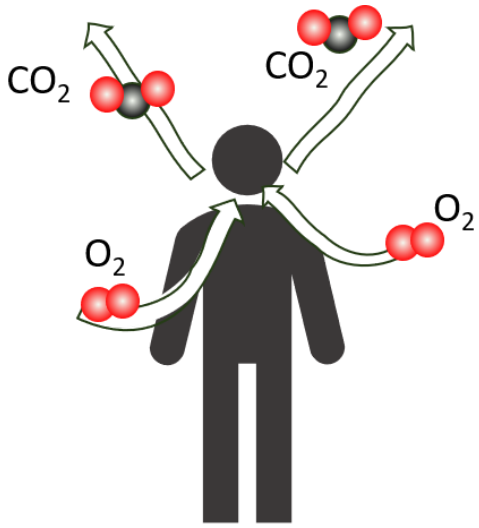
Exactement ! Nous avons besoin d'inspirer des molécules de dioxygène, c'est-à-dire deux atomes d'oxygène qui sont liés ensemble pour former une molécule d'O2



Expiration !

Et quel gaz expulsons-nous quand nous respirons ?

dioxyde de carbone



Tout à fait : nos poumons déchargent une molécule un peu différente. Entre les deux atomes d'oxygène s'est glissé un atome de carbone. Le tout forme le fameux CO2 qui nous cause tant de soucis. C'est bien pour ça que vous ne pouvez pas faire du bouche à bouche avec quelqu'un pour respirer sous l'eau !

Glossaire

atome

« Prenez un objet, mettons un glaçon. Si on zoome avec un super microscope, on va voir qu'il est constitué de sortes de briques élémentaires appelés « molécules». Les molécules sont des groupements resserrés d'atomes qui « aiment bien » être ensemble. Par exemple, deux atomes d'hydrogène aiment bien faire équipe avec un atome d'oxygène pour former une molécule d'eau !

Qu'est-ce qui différencie les atomes entre eux ?

Les atomes sont tous faits des mêmes particules mais ils sont plus ou moins grands. Le plus petit atome est fait d'une particule appelée proton et une particule appelée électron. C'est l'hydrogène. Le second plus petit atome est fait de quatre particules : deux protons et deux électrons. C'est l'hélium