

Biodiversité et science

Cette section Biodiversité et Science de *Healing Earth* vous ouvre la voie pour répondre aux questions posées à la fin de l'étude de cas :

- Pourquoi la biodiversité est-elle importante et comment est-elle apparue ?
- Quelles sont les principales formes de biodiversité sur Terre et pourquoi déclinent-elles ?

Plus de 3.6 milliards d'années d'évolution biologique ont abouti à la vaste gamme de formes de vie magnifiques de la planète. C'est la biodiversité de la Terre. Les humains, comme tous les autres organismes, dépendent de toutes ces formes de vie pour leur existence. Ironiquement, l'existence même de cette variété biologique si nécessaire est maintenant menacée et menacée d'extinction en raison des activités humaines au cours des 200 dernières années.

Qu'est-ce que la biodiversité et pourquoi est-elle importante ?

La biodiversité est la forme abrégée de l'expression "diversité biologique". En termes simples, la biodiversité est la variété de la vie dans le monde ou dans un habitat ou un écosystème particulier. Plus précisément, la biodiversité indique la diversité des espèces, des populations et des communautés dans un écosystème. La biodiversité est un terme relativement récent dans la science, qui n'est devenu courant que dans les années 1980. Depuis lors, il est devenu l'un des concepts les plus importants des sciences de l'environnement.

Le nombre total d'espèces présentes sur Terre n'a cessé d'augmenter au fil du temps, rythmé par six périodes d'extinction massive et des événements d'extinction mineurs périodiques (figure 1).

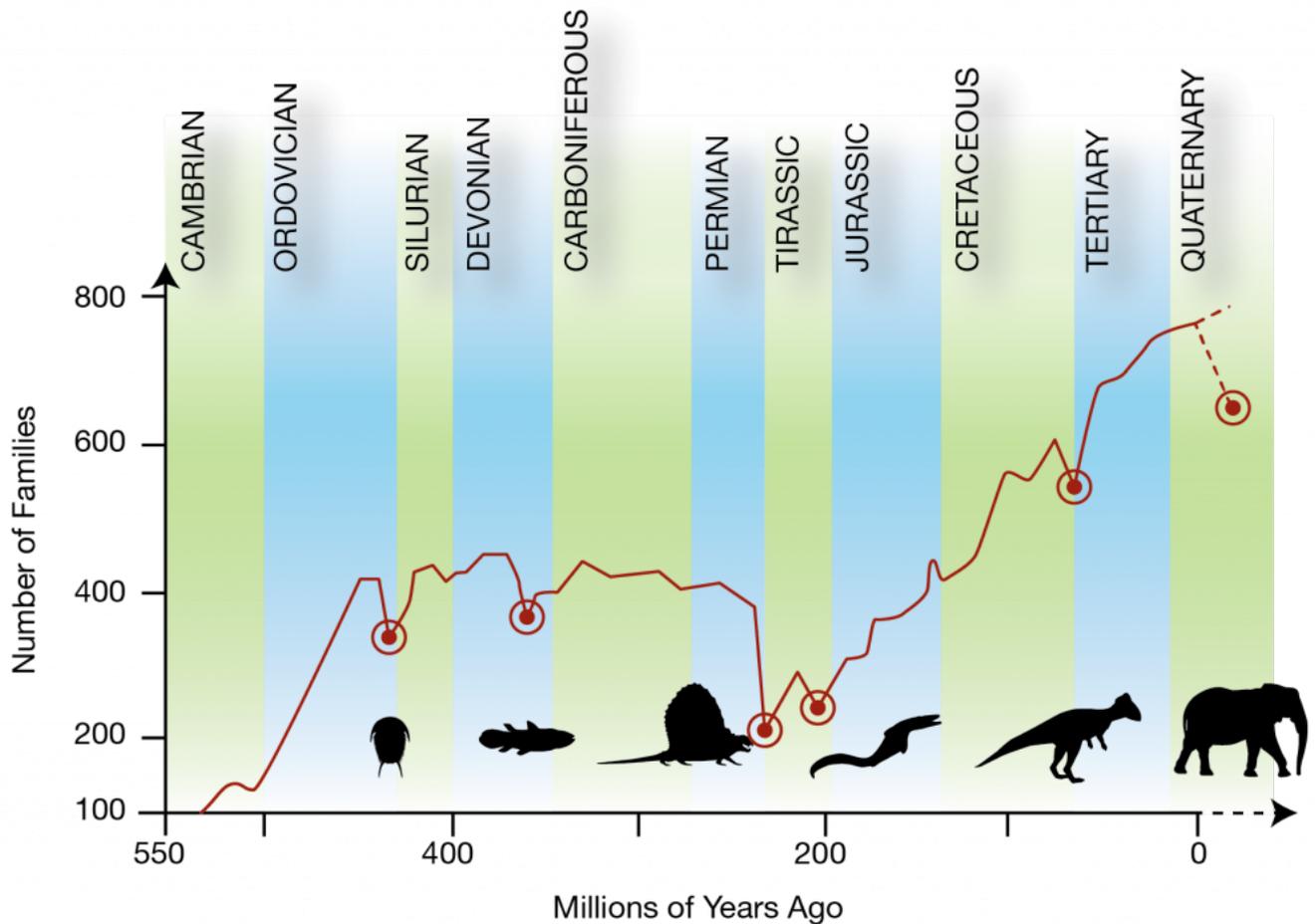


Figure 1: Schéma de changement du nombre de familles (groupes de genres apparentés) au cours des 550 derniers millions d'années, avec des événements d'extinction de masse indiqués par les 6 cercles concentriques. [efn_note] Credit: Margaret Wilson [efn_note]

D'une espèce unique qui a vu le jour il y a plus de 3,6 milliards d'années, environ 8,7 millions d'espèces ont évolué pour peupler la planète aujourd'hui.¹ Parmi celles-ci, seulement environ 2 millions (14% des espèces terrestres et 9% de celles des environnements marins) ont effectivement été décrits et classés par les scientifiques. Ce nombre et cette variété énormes d'espèces qui existent sur la planète sont appelés « diversité biologique » ou « biodiversité ».

Le terme biodiversité peut s'appliquer à la diversité à tous les niveaux de l'organisation biologique : diversité parmi les individus au sein d'une espèce particulière (diversité génétique), diversité des espèces dans un écosystème et diversité des écosystèmes sur Terre. Elle s'applique aux environnements terrestres, aquatiques (d'eau douce et marins) et atmosphériques, y compris ceux résultant de modifications humaines importantes telles que les paysages agricoles et les zones urbaines.

Dans la section Biodiversité et éthique, vous apprendrez que la biodiversité a une « valeur intrinsèque ». Ici, vous voyez une raison à cette valeur : les services indispensables que la biodiversité fournit à la vie sur Terre.

Les avantages de la biodiversité

La valeur d'une espèce est souvent déterminée par la mesure dans laquelle elle profite aux humains. Ceux-ci comprennent des avantages tangibles, comme la nourriture, les matériaux de construction et la médecine et des avantages indirects, tels que l'enrichissement esthétique, spirituel et culturel. Cependant, le rôle que joue la biodiversité dans la structure et la fonction des écosystèmes dont dépend *toute* vie est également précieux. Il est essentiel que les interconnexions fragiles entre les espèces de toutes sortes soient maintenues. La biodiversité rend cela possible.

Cela est vrai même pour les processus biologiques les plus discrets. Alors que les organismes qui peuvent être vus à l'œil nu attirent le plus l'attention, ceux qui ne sont visibles qu'au microscope sont extrêmement importants pour la vie sur Terre.

La photosynthèse par les micro-algues dans les océans et les systèmes d'eau douce, par exemple, représente entre 45 et 80% de l'oxygène de l'atmosphère. Les processus critiques de l'écosystème, tels que le cycle de l'azote et la décomposition, ne seraient pas possibles sans bactéries et champignons microscopiques. Avec le développement de nouvelles techniques de génétique moléculaire, les scientifiques n'ont que récemment commencé à apprécier la grande diversité génétique de ces groupes d'organismes microscopiques et commencent à découvrir leur importance pour assurer le bon fonctionnement des écosystèmes.

En savoir plus sur le [cycle de l'azote](#).

Toutes les espèces contribuent à la structure et au fonctionnement de l'écosystème de manières distinctes, mais ont co-évolué dans une relation d'interdépendance. Souvent, la perte d'une seule espèce peut avoir un effet dramatique sur tout un écosystème. Ces espèces sont appelées espèces clés car elles sont essentielles au maintien de l'équilibre global de l'écosystème.

La loutre de mer est un excellent exemple d'une espèce clé de voûte. Au large des côtes du centre de la Californie, lorsque les populations de loutres de mer sont saines, les forêts luxuriantes de varech (macro algues) prospèrent et soutiennent un réseau alimentaire diversifié et complexe. Cependant, lorsque les loutres de mer sont retirées, les populations d'oursins de mer, leur proie préférée, se développent à des densités très élevées, consommant le varech et créant des « landes d'oursins » (voir figure 2). La perte de forêts luxuriantes de varech fait en sorte que les populations d'espèces qui dépendent directement ou indirectement d'eux pour entrer dans un déséquilibre et finalement s'effondrer, réduisent la santé et la stabilité de l'écosystème.

Plus loin dans ce chapitre, vous apprendrez dans la section Biodiversité et spiritualité que de nombreuses religions du monde voient l'interdépendance des espèces comme une qualité sacrée.

Une autre façon dont la biodiversité aide un écosystème est la résilience. Plus un écosystème est diversifié organiquement, plus il est résistant aux perturbations telles que la sécheresse, les inondations, les

tempêtes ou les explosions de population d'insectes. La biodiversité augmente la capacité d'un écosystème à se remettre d'une perturbation en augmentant les chances qu'une menace pour une espèce puisse être compensée par l'endurance d'une autre.

Regardez cette [vidéo](#) du Stockholm Resilience Centre pour en savoir plus sur la résilience.

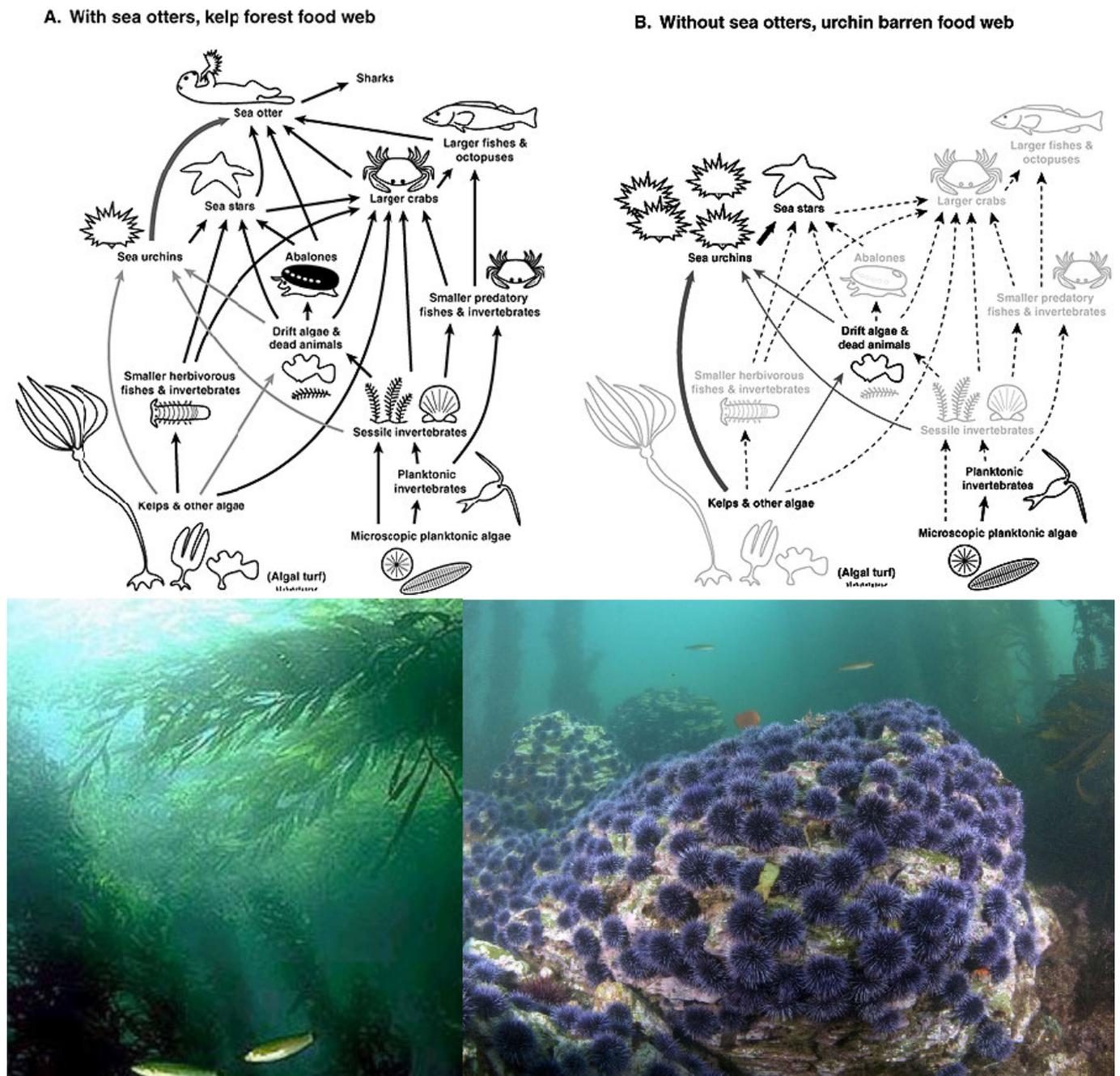


Figure 2 : Réduction de la diversité et de la complexité du réseau trophique lors du retrait des loutres de mer, un prédateur clé de voûte, sur les communautés sous-marines. Les flèches indiquent la direction et la quantité de nutriments et de flux d'énergie ; les flèches en pointillés indiquent un flux d'énergie / nutriments minimal. Les organismes gris clair indiquent des populations petites / instables .[efn_note] 1.

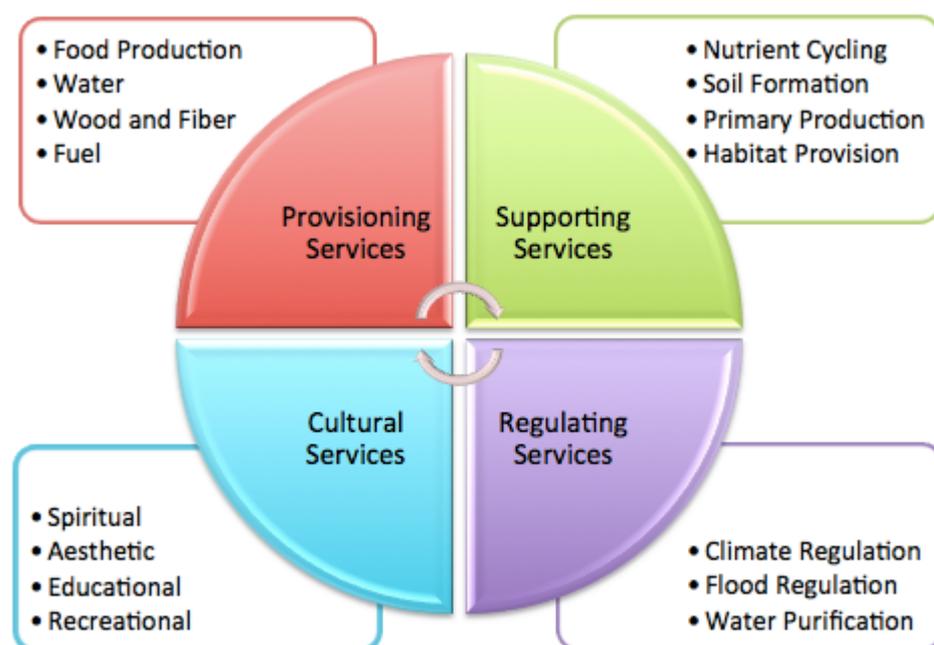
Credit: Brumbaugh, DR, T Agardy, and F Staub. Introduction to Marine Conservation Biology: Trophic Interactions in a Marine Community (Exercise solutions). Network for Conservation Educators and Practitioners, American Museum of Natural History. 2. Kelp forest by Kip Evans - Published by National

Oceanic and Atmospheric Administration at <http://www.photolib.noaa.gov/nurp/nur03505.htm> Licensed under Public domain via Wikimedia Commons – 3. Credit: Ocean Defenders Alliance Sources: 1. <http://ncep.amnh.org/> 2. http://en.wikipedia.org/wiki/Kelp_forest#mediaviewer/File:Kelp_forest.jpg 3. <http://mission-blue.org/2013/11/ghost-gear-a-scary-matter/> [/efn_note]

Service d'écosystème

Sans biodiversité, les propriétés et les processus de la Terre dont dépendent la vie humaine et non humaine n'existeraient pas. Les scientifiques identifient plusieurs avantages fondamentaux de la biodiversité pour la vie sur Terre. Depuis l'Évaluation des écosystèmes en début de millénaire (MEA) de 2005, ces avantages sont communément appelés « services écosystémiques ». Dans le document MEA *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*, ces services sont divisés en quatre catégories : les services d'approvisionnement, les services de soutien, les services culturels et les services de régulation (figure 3).

En savoir plus sur les [ecosystem services](#).



Source: Millenium Ecosystem Assessment, 2005.

Figure 3 : Services écosystémiques – Les quatre types de services fournis par les écosystèmes pour soutenir la vie et le bien-être humains comprennent des services de soutien, culturels et réglementaires.

[efn_note] Source: Millenium Ecosystem Assessment 2005 [/efn_note]

Les services d'approvisionnement fournissent des biens qui bénéficient directement aux gens, tels que la nourriture, le bois, les plantes médicinales et l'eau douce. Les services de soutien sont des processus naturels essentiels au fonctionnement de l'écosystème dans son ensemble. Il s'agit notamment de la formation des sols et du cycle des nutriments. Les services culturels sont les contributions éducatives, récréatives, esthétiques et spirituelles que la nature apporte à la richesse de la vie humaine. Les services de régulation sont l'ensemble des fonctions exercées par les écosystèmes qui modulent le climat,

décomposent les déchets, filtrent et arrosent et pollinisent les plantes.

Les humains dépendent inextricablement de la nature. Le maintien de la santé des écosystèmes est essentiel pour assurer un approvisionnement continu de services écosystémiques.

La nature a une valeur instrumentale pour la vie humaine. Cependant, lorsque nous «utilisons» la nature, nous devons respecter sa durabilité. Cette question est abordée dans la prochaine section Biodiversité et éthique.

Imaginez des interconnexions qui rendent votre vie quotidienne possible – avec ceux que vous voyez, comme votre famille et vos amis, et ceux que vous ne voyez peut-être pas, tels que les gens de la centrale électrique qui éclairent votre chambre ou les gens qui nettoient les rues tu prends à l'école. Visitez un écosystème naturel dans votre communauté, comme un parc, un terrain vide recouvert de plantes, un ruisseau ou une rivière, ou un étang ou un lac et posez-vous la question.

- Quelles sont les interconnexions de cet écosystème naturel qui rendent la vie possible ?
- Quelles interconnexions voyez-vous ?
- Comment savez-vous qu'elles sont là, mais que vous ne pouvez pas les voir ?

Comment est née la biodiversité ?

La riche diversité de la vie sur Terre est née du processus d'évolution, défini comme le changement successif des traits hérités et des adaptations des populations biologiques d'organismes au fil du temps. Deux processus sont en grande partie responsables de l'évolution : la mutation et la sélection naturelle, agissant sur un modèle de changement environnemental, dont certains sont causés par l'évolution de la vie elle-même.

Mutations

Les mutations sont des changements dans les gènes qui codent pour différents traits, entraînant parfois une variation physique différente de ce trait. Les mutations sont la source originale de variation des attributs parmi les individus et sont la cause principale de la diversité génétique.

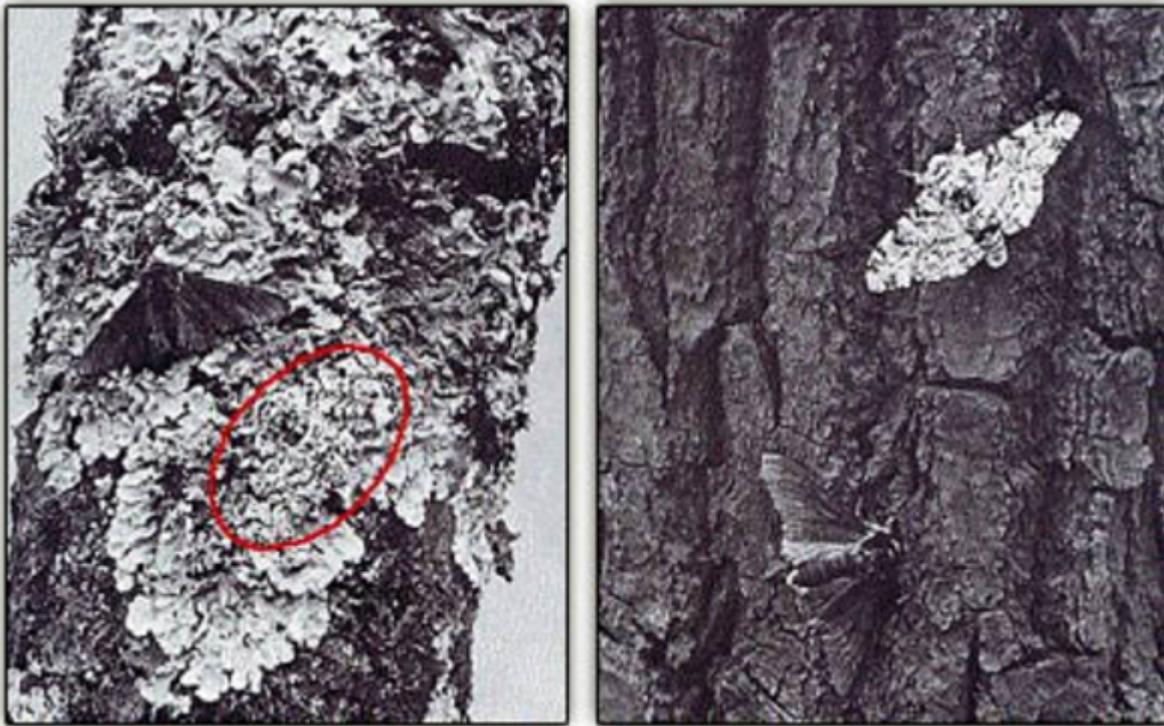


Figure 4 : Différences propres à l'habitat en faveur de différentes formes de couleur chez les papillons poivrés. Remarquez le papillon entouré en rouge sur le panneau de gauche.

[efn_note] Kimball's Biology Pages © John W. Kimball, distributed under a Creative Commons Attribution 3.0 Unported (CC BY 3.0) license and made possible by funding from The Saylor Foundation Source: <http://sisu.typepad.com/sisu/pepperedmothslichen.jpg> [/efn_note]

De tels changements peuvent être bénéfiques ou nuisibles, ou ils ne peuvent avoir aucune influence sur la survie. Cela dépend de l'environnement. Par exemple, une mutation dans la teigne poivrée d'Angleterre de couleur blanche a produit une fois une forme de couleur foncée qui était facilement visible par les prédateurs sur l'écorce recouverte de lichen de couleur claire, mais bien camouflée sur les arbres à l'écorce plus foncée (figure 4). Au cours de la révolution industrielle, lorsque le charbon a été brûlé comme combustible dans les foyers et l'industrie de Londres, la suie dans l'air a tué les lichens sur l'écorce, de sorte que la teigne poivrée de couleur claire est devenue vulnérable à la prédation par les oiseaux, tandis que le mutant de couleur sombre avait une concurrence avantageuse dans le nouvel environnement.

Sélection naturelle

En raison de la diversité génétique, les membres d'une espèce donnée diffèrent les uns des autres par leurs caractéristiques physiques (phénotype). C'est cette variation du phénotype au sein des espèces qui permet l'occurrence de la sélection naturelle, un mécanisme d'évolution postulé par Charles Darwin dans son [livre](#) *On the Origin of Species: By Means of Natural Selection* (publié pour la première fois en 1859).

Les populations sont toujours composées d'individus d'une espèce dont les attributs physiques diffèrent légèrement. Certains traits possédés par certains individus seront mieux adaptés à un ensemble donné de conditions environnementales que d'autres. Les individus aux traits favorables, appelés adaptations, sont plus susceptibles de survivre, de se reproduire et de transmettre leurs gènes à leur progéniture. Sur

plusieurs générations, le pourcentage d'individus dotés de traits adaptatifs augmente, adaptant ainsi l'ensemble de la population à un habitat donné. Par conséquent, la sélection naturelle opère sur la variation génétique naturelle au sein d'une population, en sélectionnant les caractères les mieux adaptés aux pressions environnementales de cet habitat.



Figure 5 : Exemples de coloration de camouflage - a. Papillon de soufre (feuille vivante), b. Papillon à feuilles mortes, c. Batfish, d. Butor d'Amérique. [efn_note] a. Credit: Remy Snippe b. Credit: User Quartl/CC BY-SA 3.0 c. By Gilles San Martin (Own work) CC-BY-SA-3.0 d. By Msmichellelynn (Own work) CC-BY-SA-3.0 Sources: a. https://www.flickr.com/photos/rs_snippe/6089795516/in/set-72157626768049897/ b. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kallima_inachus_qtl1.jpg c. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20111103_162317_0722M.JPG d. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:American_Bittern_8.jpg [/efn_note]

Le camouflage ou la coloration cryptique est un exemple d'adaptation. Grâce au processus de sélection naturelle, de nombreuses espèces ont évolué vers des formes et des colorations qui offrent un camouflage, soit pour être moins visibles par leurs prédateurs ou par leurs propres proies. Les papillons à

feuilles sont capables de se cacher des prédateurs d'oiseaux en raison de leur ressemblance avec une feuille (figure 5). Ces papillons individuels qui ressemblent moins à une feuille sont plus susceptibles d'être mangés par un oiseau que ceux qui sont plus efficacement camouflés. Au fil du temps, la sélection naturelle réduit la variation entre les individus pour maintenir un camouflage efficace.

Les facteurs environnementaux qui influencent la survie et le succès de reproduction d'individus de phénotypes différents sont appelés pressions de sélection. Ceux-ci peuvent être abiotiques, comme les changements de température ambiante ou de type de sol, ou biotique, comme la prédation ou la compétition entre les individus pour les ressources.

Les activités humaines peuvent également entraîner de très fortes pressions de sélection. Par exemple, l'utilisation de pesticides pour lutter contre les ravageurs des cultures peut rapidement amener une espèce nuisible à développer une résistance au pesticide. Ces quelques parasites individuels qui, par hasard, ont des gènes qui les rendent moins sensibles à la toxine sont les seuls individus qui survivent et, par conséquent, les seuls individus à transmettre ces gènes à leur progéniture. Ainsi, grâce au processus de sélection naturelle, la population développe une résistance à ce pesticide.

Souvent, les changements environnementaux causés par l'homme peuvent être trop rapides pour permettre aux espèces de s'adapter à l'environnement changeant, et peuvent conduire à l'extinction. Par exemple, l'introduction accidentelle du serpent d'arbre brun par des visiteurs humains dans l'île pacifique de Guam au début des années 1950 a entraîné l'extinction de plus de 70% des espèces d'oiseaux indigènes de l'île. C'était le résultat direct de la prédation. De nombreuses espèces ont disparu ou sont menacées d'extinction parce que les pressions des activités humaines altèrent l'habitat plus rapidement que les espèces ne peuvent s'adapter.

L'extinction des espèces est un problème qui affecte le bien commun. Cette question est abordée dans la prochaine section Biodiversité et éthique.

Événements évolutifs importants de l'histoire planétaire

L'évolution de la vie sur Terre a été caractérisée par une augmentation continue du nombre d'espèces rythmées par des événements d'extinction récurrents et massifs qui réduisent considérablement le nombre d'espèces (figure 1). Ces modèles sont influencés par des changements biologiques dans l'environnement, dont certains sont causés par les activités de la vie elle-même. Cela comprend les activités humaines, la plus dévastatrice étant l'extinction de masse anthropocène actuelle. Les scientifiques pensent qu'il s'agit du plus grand événement d'extinction de l'histoire (voir ci-dessous). Au cours des 500 dernières années, les activités humaines ont détruit 25% de toutes les espèces de mammifères, un tiers de toutes les espèces de vertébrés restantes étant désormais menacées. D'autres extinctions préhistoriques ont été causées par le mouvement de masses terrestres via la dérive des continents et les énormes impacts de météores sur la Terre.

En savoir plus sur l' [extinction de masse anthropocène](#).

L'innovation biologique la plus influente qui se soit produite depuis que la vie a existé est peut-être l'évolution de la photosynthèse il y a environ 3,4 milliards d'années. En utilisant l'abondance de gaz carbonique (CO_2) dans leur environnement, les espèces capables de photosynthétiser ont pu exploiter l'énergie abondante du soleil. Ils ont utilisé cette énergie pour construire du sucre, qui a stocké l'énergie dans des liaisons chimiques pour l'utiliser plus tard dans la construction de molécules structurales telles que les glucides, les lipides et les protéines qui contribuent à leur croissance et à leur reproduction. Fait intéressant, le processus de photosynthèse produit de l'oxygène (O_2) en tant que déchet.

Sur deux milliards d'années, l'activité photosynthétique des plantes et des algues a permis aux concentrations d' O_2 d'augmenter dans l'atmosphère et les océans. Cela a conduit à des changements évolutifs extrêmement importants.

Premièrement, il a permis la formation de couche d'ozone (O_3) dans la haute atmosphère, ce qui empêche les rayonnements ultraviolets (UV) nocifs d'atteindre la surface de la Terre. Cette protection UV a permis aux espèces photosynthétiques de vivre dans des eaux moins profondes ou plus près de la surface de l'océan où elles avaient un meilleur accès à la lumière, fournissant ainsi plus de nourriture aux espèces non photosynthétiques.

Deuxièmement, il a permis l'évolution du processus biochimique de la respiration cellulaire. Grâce à ce processus, qui nécessite de l' O_2 , un organisme aérobie peut extraire 18 fois plus d'énergie chimique d'une molécule de sucre que les formes de vie anaérobies ancestrales antérieures. Cette efficacité énergétique accrue et a rendu possible l'évolution de formes de vie plus complexes, qui sont passées des premiers organismes unicellulaires à des organismes complexes avec des cellules qui se sont différenciées pour former des tissus de diverses fonctions, telles que les muscles, les os, les nerfs, la peau, etc.

Les changements d'orientation des masses terrestres par la dérive des continents ont fortement affecté les schémas de changement de la biodiversité. Par exemple, l'extinction de masse à la fin de l'ère permienne, il y a 250 millions d'années, s'est produite à un moment où les masses terrestres sur Terre étaient réunies en un seul " super continent " appelé Pangaea (figure 6).

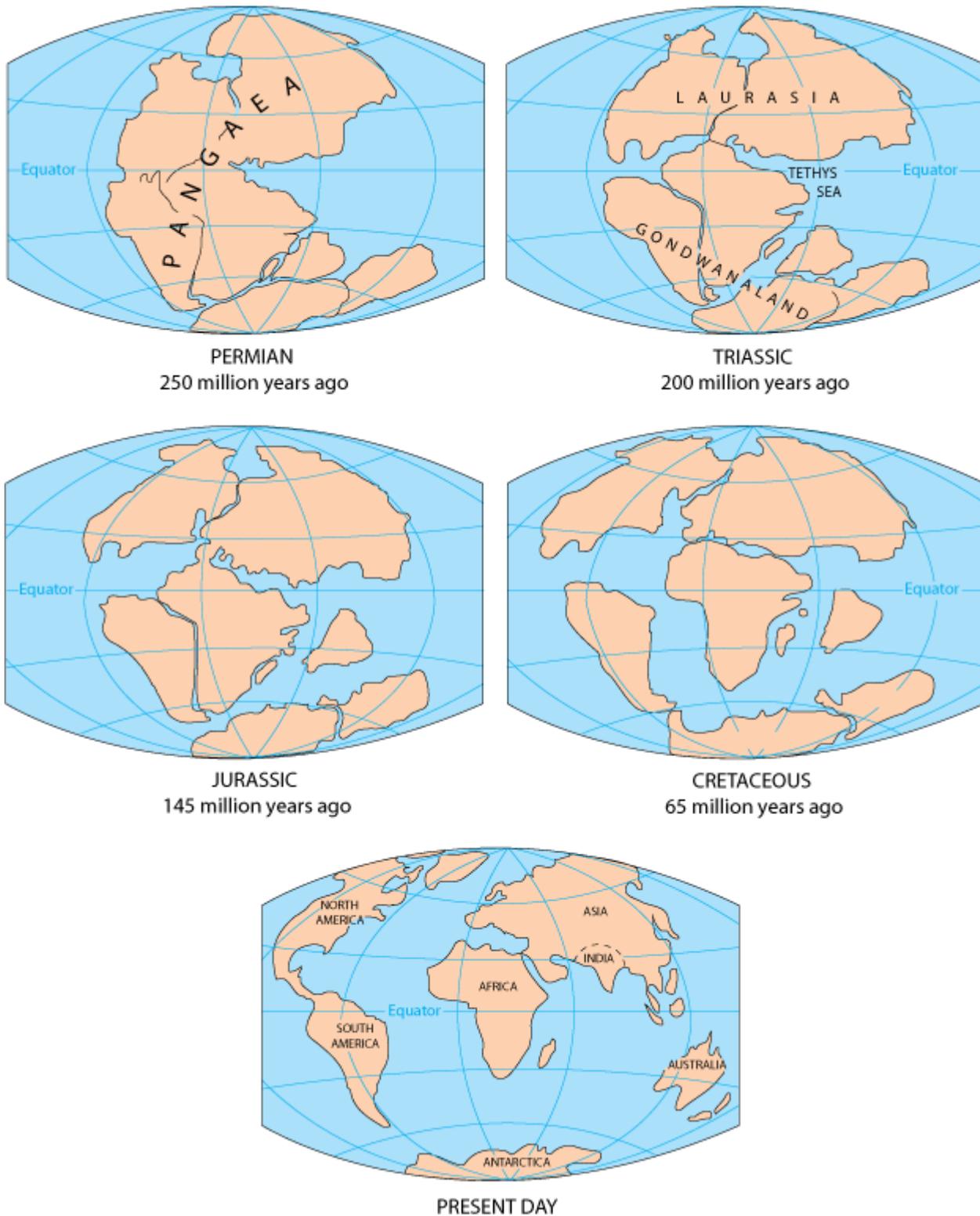


Figure 6 : Répartition des masses terrestres à différents points de l'histoire de la Terre.
 [efn_note]Pangaea Source: <http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/historical.html>[/efn_note]

Pendant ce temps, les masses terrestres connectées se sont étendues aux pôles Nord et Sud, permettant la formation de calottes glaciaires. Dans le même temps, une activité volcanique étendue dans ce qui est maintenant la **Sibérie** a couvert de vastes zones du paysage avec des coulées de lave. Les preuves suggèrent également que la Terre a subi un important impact de météores à cette époque. Cette combinaison d'événements catastrophiques a provoqué l'extinction de plus de 90% des espèces marines et d'environ 70% des espèces terrestres, la plus grande perte d'espèces, en pourcentage, dans l'histoire

de la vie sur Terre jusqu'à ce point.

Pensez-y: toute la vie d'aujourd'hui a évolué à partir des espèces qui ont survécu à chaque événement d'extinction massive. Si un ensemble différent d'espèces survivait à l'un de ces événements évolutifs, la vie sur Terre serait très différente de ce qu'elle est aujourd'hui. Si l'un de ces événements conduisait l'ancêtre dont les mammifères sont finalement descendus jusqu'à l'extinction, les humains n'existeraient pas.

La surface de la Terre change constamment par la dérive des continents. [Regardez](#) comment la distribution des masses terrestres a changé au cours des 260 derniers millions d'années.

Imaginez les adaptations que vous souhaiteriez dans votre corps et dans votre comportement si vous viviez à l'extérieur toute l'année dans un environnement arctique avec une température moyenne de -40 à 0°C (-40 à + 32°F).

- Préférez-vous être grand et mince ou court et trapu ? Pourquoi ?
- Préférez-vous un gros nez ou un petit nez ? Pourquoi ?
- Préférez-vous passer des heures de lecture reposante ou de randonnée animée? Pourquoi ?
- Préférez-vous dormir seul ou en groupe? Pourquoi ?

[Lisez cette](#) fascinante discussion sur les adaptations physiques et culturelles du peuple inuit de l'Arctique.