



Présentation

Contenu de l'outil : un déroulement d'activité - des fiches « en savoir plus » - une photo A3 pour localisation des pylônes - 3 photos aériennes A3 pour échelle des distances - un puzzle A3 de la Pangée et sa solution - 17 cartes A5 recto-verso des grands événements de l'histoire de la Terre - 16 cartes A5 simplifiées des mêmes événements - 5 cartes A5 représentant les grandes extinctions - 3 graphes sur l'évolution du climat - 8 cartes A5 sur les causes des variations climatiques - 8 cartes A5 avec les images des causes des variations climatiques - un livret d'accompagnement et sa solution

Public : 9 ans et +

Durée : 2h

Pré-requis : Connaître les grands nombres et savoir les manipuler.



OBJECTIFS :

- Connaître les grandes étapes de la vie de la Terre
- Découvrir que le climat terrestre a souvent varié
- Comprendre le phénomène d'évolution des espèces
- Prendre conscience que l'apparition de formes de vie complexes sur la Terre s'est opérée sur un temps long émaillé de grandes extinctions
- Mettre en perspective l'apparition d'*Homo sapiens* par rapport à l'âge de la Terre



Déroulement

Préalable : Positionner les cartes images des grands événements sur le bord du chemin.

1. Introduction (10 min) :

Poser la question, « *Pensez-vous que la Terre est vieille ?* », « *L'espèce humaine est-elle apparue récemment ?* ».

Demander aux enfants s'ils ont une idée de ce que signifie « la Terre est vieille » alors que l'Homme est apparu « récemment ». On cherche à ce qu'ils relativisent les durées et à voir ce que veut dire pour eux « il y a longtemps ».

Faire comprendre que 4,5 milliards d'années (âge de la Terre), c'est très long et que c'est un gros chiffre (par exemple, écrire au tableau 4 500 000 000 pour bien montrer le nombre de zéros). À l'inverse 300 000 ans, ce que représente l'âge de notre espèce *Homo sapiens*, c'est beaucoup pour nous, mais c'est peu pour la Terre.

2. Le temps long (45 min) :

Aller à l'extérieur pour remonter le temps et découvrir des grands événements que la Terre a vécu durant sa longue vie.



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



Se positionner à la grille de la salle Victoire 2. Expliquer que cette grille représente la position d'aujourd'hui dans le temps, et qu'on va remonter le temps jusqu'à la naissance de la Terre, il y a 4,5 milliards d'années. Montrer le 3^e pylône électrique qui représente ce moment. Sur le premier plan d'échelle, identifier le pylône en question et expliquer le repérage des différents événements. Sur les plans 2 et 3, montrer le « zoom » effectué, puis la rotation pour s'aligner sur le chemin principal de l'Écolotheque.

Expliquer que nous allons parcourir le chemin pour retrouver la position d'événements matérialisés par des cartes préalablement positionnées. Repérer les événements sur le plan.

Entre les quelques centimètres qui séparent le portail et l'événement 10 (Toumaï, premier hominidé), on pourra placer les 3 cartes de Lucy, de l'Homme de Néandertal et d'*Homo sapiens*, et ainsi montrer que ces événements sont très rapprochés dans le temps quand on les ramène à l'existence de la Terre.

À chaque nouvel événement, demander aux enfants de lire la date et le titre sur l'étiquette. Donner les informations importantes de chaque événement. Si le niveau des enfants est bon, ces derniers peuvent lire eux-mêmes la carte « événement » portant les renseignements. De temps en temps, penser à remontrer le point de départ (portail de Victoire 2) afin de faire relativiser aux enfants le temps écoulé.

Depuis la mare zen, montrer les étiquettes restantes aux enfants. Essayer de repérer la position du lieu n°3 représentant les premières plantes (un peu avant l'autoroute), puis expliquer qu'on ne peut pas marcher jusqu'à ce lieu ni les suivants car ils sont trop loin.

Faire remarquer que les animaux sont jeunes (630 millions d'années) par rapport à l'âge de la Terre et que l'apparition de l'Homme est un épisode très bref et très récent dans l'histoire de la Terre.

3. La tectonique des plaques, une danse planétaire (15 min) :

Retourner aux tables de pique-nique du grand pré et poser la question :

« *Est-ce que les continents bougent ou ont bougé au cours de l'histoire de la Terre ?* »

Si les enfants ont besoin d'aide, demander : « *Que s'est-il passé il y a 290 millions d'années ?* »

Les enfants doivent se souvenir de la **Pangée** et que les masses continentales n'ont pas toujours été telles que nous les connaissons aujourd'hui. Rappeler ce qu'est un **supercontinent**.

Distribuer les pièces d'un puzzle et expliquer aux enfants qu'ils doivent collaborer pour reconstruire la Pangée.

Lorqu'ils ont terminé, leur demander d'expliquer, pourquoi ils ont connecté telle pièce avec telle autre. On attend d'eux qu'ils pointent les chaînes de montagne, les fossiles de végétaux et d'animaux partagées entre les différents continents.

L'animateur montre la correction (fiche A3) et met en évidence la **complémentarité** des formes des continents, les **continuités fossilières** et des chaînes de montagnes qui permettent de rassembler les pièces ensemble.

Expliquer que certains de ces indices peuvent se voir en France, il y a des **vestiges** des chaînes de montagnes de la Pangée, ce sont les Ardennes, les parties anciennes du Massif Central ainsi que celles de l'Armorique.



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours

Faire compléter la première page du livret avec le schéma de la Pangée.

Avant de faire la transition avec l'activité suivante, demander « *À votre avis, ces mouvements de plaques, peuvent-ils avoir des conséquences ?* »

On attend des mots comme séismes (ou tremblement de terre), formation de montagnes, formation de volcan...

Préciser que ces phénomènes continentaux peuvent entraîner des changements importants du climat.

4. Changements climatiques (20 min) :

Poser la question : « *Est-ce que vous pensez que le climat de la Terre a toujours été comme nous le connaissons aujourd'hui ?* »

Recueillir les idées des enfants puis montrer le graphique des variations de la température moyenne sur les 485 derniers millions d'années (la courbe noire étant l'estimation de la température moyenne terrestre et la zone grise autour, les variations et incertitudes de ces estimations). Leur demander ce qu'ils observent : que la température a changé, elle a parfois été très chaude, parfois très froide. « *Quelles ont été les températures minimales et maximales ?* »

Expliquer ce que représentent les couleurs de la frise en haut, les grandes périodes en bleu sont des ères glaciaires et celle en rouge-orange, des périodes non-glaciaires.

Dire que la Terre a déjà connu plusieurs ères glaciaires et périodes chaudes non-glaciaires, et que ce sont de grandes périodes qui durent des millions d'années :

- **Ère glaciaire** = une longue période (plusieurs millions d'années) durant laquelle la T° moyenne de la Terre est suffisamment basse pour que des calottes glaciaires permanentes existent aux niveaux des pôles (Nord et Sud).
- **Période non glaciaire** = une longue période (plusieurs millions d'années) avec des T° moyennes à la surface de la Terre trop chaudes pour l'apparition et le maintien de calottes glaciaires.

Réutiliser les étiquettes des évènements de l'activité sur le temps long. Les enfants replacent, dans l'ordre chronologique, les étiquettes pour voir l'alternance des températures globales sur le temps long. Ainsi, ils voient que ces évènements marquants sont associés à des températures différentes.

« *Aujourd'hui, est-on dans une ère glaciaire ou une période non-glaciaire ?* »

Expliquer qu'aujourd'hui, nous sommes dans une ère glaciaire, ce qui n'est pas forcément évident car il fait parfois chaud. Montrer le graphique des variations de températures sur les derniers 800 000 ans.

« *Qu'observez-vous ?* » Les enfants doivent mettre en évidence qu'il y a des périodes froides (périodes glaciaires) et des périodes plus chaudes (périodes interglaciaires) qui alternent, avec une certaine périodicité.

Définir simplement les 2 périodes au sein d'un ère glaciaire et insister sur le fait que ce sont des périodes courtes en milliers d'années :

- **Période glaciaire** : Période très froide (en moyenne) avec des glaces polaires et glaciaires très étendues sur les continents ou sur les océans, banquise recouvrant



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours

de grandes zones. Durant des périodes extrêmes la Terre peut être pratiquement recouverte de glace (effet boule de neige).

- **Période interglaciaire** : Période plus chaude, mais toujours avec présence de glaces polaires peu étendues (sur au moins 1 des 2 pôles).

« *Aujourd'hui, dans quelle ère et quelle période sommes-nous ?* » Il y a encore des banquises aux pôles (Nord et Sud) donc nous sommes dans une ère glaciaire, mais comme il n'y a pas beaucoup de glace sur les continents, nous sommes davantage dans une période interglaciaire.

Faire ensuite deviner aux enfants, les causes naturelles de ces changements climatiques. Présenter les étiquettes « causes variations climatiques » (pas forcément toutes) et leurs demander quel effet cet élément peut avoir sur le climat. Préciser que le climat a changé de façon totalement naturelle depuis l'existence de la Terre, pendant des millions d'années. Puis évoquer la chute d'une météorite ayant contribué à l'extinction des dinosaures et faire le lien avec l'activité suivante.

5. Les extinctions de masse (10 min) :

Demander « *Est-ce que vous connaissez des animaux qui ont disparu et qu'on retrouve aujourd'hui comme fossile ?* »

S'attendre à ce que les enfants donnent des noms de dinosaures ou mammouths, tigre à dents de sabre... (on aura cité plusieurs espèces durant l'animation).

« *Est-ce que vous connaissez une grande crise d'extinction, c'est-à-dire un moment où beaucoup d'êtres vivants ont disparu d'un coup sur toute la planète ?* »

S'attendre à ce que les enfants parlent des dinosaures. S'ils ne trouvent pas, leurs rappeler les étiquettes de l'activité sur le temps long.

Voir avec eux, qu'elles ont pu être les causes de cette extinction avec les étiquettes des causes des changements climatiques (chute d'une météorite, éruptions volcanique, aérosols dans l'atmosphère, hiver nucléaire, séisme...).

Expliquer brièvement qu'il y a eu cinq grandes crises biologiques en montrant le graphique du taux d'extinction chez les invertébrés marins.

Définition : Une crise d'extinction de masse est un événement durant lequel au moins 75 % des espèces vivantes disparaissent dans un laps de temps relativement court à l'échelle géologique (souvent quelques centaines de milliers à quelques millions d'années), et ce à l'échelle mondiale.

Puis, faire nommer ces 5 crises en utilisant les étiquettes des fossiles témoins de chacune.

- **Crise Ordovicien - Silurien** : Nombreuses formes de vie touchées dont trilobites, graptolites, brachiopodes... mais pas extinction pour autant.
- **Crise du Dévonien** : Extinction des placoderms avec *Dunkleosteus*.
- **Crise Permien - Trias** : Extinction définitive des trilobites.
- **Crise Trias - Jurassique** : Extinction de nombreuses familles dont celle des crocodiles Phytosauria
- **Crise Crétacé - Paléogène** : Extinction des dinosaures non aviens et des ptérosaures (mosasaures, ammonites...).



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



Insister sur le fait que ces extinctions de masses ont été causées naturellement.

6. Aujourd'hui (10 min) :

Faire le lien avec ce que nous vivons aujourd'hui. Montrer le graphique avec les changements de températures depuis 1850. Expliquer que le début du graphique correspond à ce qu'on appelle la « Révolution Industrielle », et faire comparer aux enfants les variations de température observées sur le long terme. Sachant que les causes de ces variations du climat ne sont pas liées qu'à des phénomènes naturels mais principalement à cause des activités humaines.

On entend souvent dire que la faune et la flore sont en danger. Beaucoup de scientifiques s'accordent à penser que nous vivons la 6^e extinction de masse depuis la colonisation de la Terre par l'Homme. Le rythme actuel des extinctions est estimé 100 à 1000 fois supérieur au taux d'extinction « normal » (quand il n'y a pas de grande crise). Des milliers d'espèces végétales et animales ont déjà disparu ou sont en danger critique.

Bonne nouvelle, la crise actuelle n'a pas encore atteint le taux nécessaire pour être considéré au sens strict du terme comme une extinction de masse. Mais si le rythme actuel continue, si rien n'est fait, il sera atteint d'ici quelques siècles. C'est dans longtemps diront certains, pour la Terre c'est un battement de cils.

Le but est que les enfants se rendent compte de la rapidité du phénomène et de son amplitude par rapport aux variations naturelles. Ce sont eux et les générations de demain qui vont être impactés et qui vont avoir un rôle clé. Gardons espoir, la vie va rebondir, elle trouve toujours un chemin comme elle l'a fait depuis 2 milliards d'années.

7. Conclusion (10 min) :

Faire compléter le livret. Il est possible de le faire avant la partie « aujourd'hui ».



En savoir plus...

Les premières formes de vie

En **paléontologie**, il y a un principe fondamental : l'absence de preuve n'est pas la preuve de l'absence. C'est-à-dire que ce n'est pas parce qu'on n'a pas trouvé quelque chose qu'elle n'existe pas.

On estime que **la vie est apparue sur Terre il y a 3,8 à 3,5 milliards d'années**, soit environ 1 milliard d'années après la formation de la planète. Les plus anciennes preuves de vie connues sont des **stromatolites**, datant de 3,4 milliards d'années. Ce sont des **structures rocheuses** qui résultent de **l'activité biologique de cyanobactéries**. Celles-ci captaient l'eau et faisaient précipiter le carbonate (qui conduit par exemple à la formation de calcaire), lequel s'empilait en fines couches au fil du temps pour former les stromatolites. Elles pratiquaient également **la photosynthèse** (plus ancienne preuve datée à 2,7 milliards d'années). Les plus célèbres sont en **Australie**, mais on en trouve aussi en Bretagne. Les **plus vieilles « plantes »** connues datent de **1,2 milliard d'années** ; ce sont des algues rouges unicellulaires. La **faune cambrienne**, il y a **540 millions d'années**, a longtemps été considérée comme le premier écosystème connu avec les premières formes de vie animale, jusqu'à ce que la faune **d'Ediacara** soit découverte, datant de **600 - 570 millions d'années**. On a eu alors la preuve que la faune cambrienne n'était pas le premier écosystème complexe ayant existé. Peut-être qu'un jour, on découvrira un écosystème encore plus ancien que celui d'Ediacara. **Les plus anciens animaux avérés** à ce jour sont datés de **558 - 555 millions d'années**, et les plus anciennes traces de vie animale pourrait être encore plus anciennes, remontant à 630 millions d'années.

La sortie des eaux et la colonisation de la terre ferme

La vie a démarré dans les océans, et elle s'est rapidement diversifiée. Mais de nombreux groupes ont fini par quitter ce berceau de la vie pour coloniser la terre ferme. Les **premières plantes terrestres** apparaissent il y a environ **460 millions d'années**. Au début elles ressemblaient à des mousses. C'est durant le Dévonien, il y a **390 - 380 millions d'années** que nous avons les **premières forêts** avérées. Chez les animaux, ce sont les **arthropodes qui sortent de l'eau** en premier, **vers 420 millions d'années**, avec des formes d'arachnides et de myriapodes. Il est possible que leur sortie des eaux soit encore plus ancienne. Et les **premiers tétrapodes (vertébrés terrestres)** sont datés d'environ **375 - 350 millions d'années**, ce sont des formes intermédiaires entre poissons et amphibiens. Par la suite, toutes les niches écologiques vont être explorées par le vivant, à la surface, sous terre ou encore dans les airs. Certains animaux terrestres vont même retourner au milieu aquatique durant leur évolution, comme c'est le cas des mosasaures ou des cétacés.

La lignée humaine

Nous, les **humains actuels**, faisons partie d'une seule espèce, appelée ***Homo sapiens***. Lorsqu'on parle de l'Homme de Cro-Magnon, celui qui a peint dans des grottes rupestres (Lascaux, Chauvet - Pont d'Arc, grottes de Dordogne), on parle de la **même espèce**, mais d'individus plus anciens. **Notre espèce est apparue il y a environ 300 000 ans en Afrique**. Nous sommes aujourd'hui l'unique espèce humaine vivant sur la Terre, mais cela n'a pas toujours été le cas. Le genre ***Homo*** comprend une **dizaine d'espèces** qui ont parfois cohabité à la même époque et parfois au même endroit sur le globe.



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



L'une des plus connue est **l'Homme de Néandertal** (*Homo neanderthalensis*), apparu il y a environ **430 000 ans en Europe**. Il a colonisé l'Europe, le Moyen Orient et l'ouest de l'Asie jusqu'à la Sibérie occidentale avant de **s'éteindre entre 40 000 et 28 000 ans** selon les régions. S'il est souvent représenté avec des traits simiesques et un comportement solitaire et rustre, il était en réalité **proche d'*Homo sapiens*** dans son comportement comme dans son physique : il vivait en groupe, confectionnait des vêtements et des outils sophistiqués et présentait une grande intelligence.

Le genre *Homo* est considéré, historiquement, comme la lignée humaine. Pourtant, le spécimen de **Lucy**, découvert en Éthiopie, fait partie de la lignée évolutive de l'Homme, mais n'en est pas un membre direct. Lucy, datée à 3,2 millions d'années, appartient au genre ***Australopithecus*** et fait partie comme nous, du groupe des **Hominina**. C'est-à-dire que les australopithèques sont plus proches de nous que des chimpanzés (groupe Panina), on les considère comme des **préhumains**. En d'autres termes, c'est une proche cousine du genre *Homo*, sans être son ancêtre. Les Hominina et les Panina font partie du groupe des Hominini, mais aussi de la sous-famille des Homininae avec les gorilles (Gorillini) et de la famille des Hominidae avec les orangs-outans (Ponginae). Le spécimen de **Toumaï**, découvert au Tchad et connu sous le genre ***Sahelanthropus***, est lui aussi un cousin éloigné du genre *Homo* et *Australopithecus*. Il est vieux d'environ **7 millions d'années** et fait l'objet d'une intense controverse au sein de la communauté scientifique. Certains chercheurs proposent de le placer en tant que préhumain à la base des Hominini alors que pour d'autres, il partage plus de points communs avec les grands singes. À l'heure actuelle, le consensus est que Toumaï est considéré comme **le plus vieux représentant des Hominidae connu**.

Les continents se déplacent

En 1912, Alfred Wegener émit l'hypothèse scientifique de la dérive des continents d'après des preuves comme l'ajustement des côtes, la concordance des roches et des fossiles notamment entre l'Afrique et l'Amérique du Sud. Il fut accepté que les continents avaient dû se déplacer mais sa théorie explicative du phénomène ne fut pas convaincante. Dans les années 1960, la découverte des **dorsales océaniques** et de **l'expansion des fonds marins** apporta l'explication mécanique du phénomène et fit évoluer la dérive des continents vers la **théorie de la tectonique des plaques**.

Au cours de l'histoire de la Terre, à force de se déplacer, les masses continentales finissent par s'entrechoquer, et à un moment tous les continents se rassemblent pour n'en former qu'un seul. On appelle cela un **supercontinent** et il y en a eu plusieurs au cours de l'histoire de la Terre.

La **Pangée** est un supercontinent qui s'est formé à la suite de la collision entre la Laurussia (Amérique du Nord + Europe + une partie de l'Asie) et le Protogondwana (Afrique + Amérique du Sud + Antarctique + Inde + Australie). La formation de la Pangée débute il y a environ **335 millions d'années** et elle est telle qu'on la représente, **totalemen jointe, vers 290 millions d'années**. Elle est entourée d'un unique et immense océan, appelé Panthalassa. La Pangée prend une forme de croissant, et on divise l'océan du creux de ce croissant du reste de l'océan mondial ; c'est la Téthys. Elle commence à se disloquer il y a 175 millions d'années, en se fragmentant en deux parties : la Laurasia au nord (Eurasie + Amérique du Nord) et le Gondwana au sud (Afrique + Amérique du Sud + Antarctique + Inde + Australie). Les vestiges de l'océan Téthys, à l'est de la Pangée, existent encore aujourd'hui, c'est la mer Méditerranée. Les réminiscences de cette Pangée se retrouvent



encore dans le monde : en France, ces vestiges sont le socle granitique qu'on retrouve en Bretagne, dans les Ardennes et dans le Massif Central.

L'histoire de la Terre peut être étudié grâce à des preuves géologiques, des fossiles et des analyses chimiques. Les roches apportent des informations sur leur mode de formation (3 types de roches différents : sédimentaires, magmatiques et métamorphiques). Les fossiles renseignent sur les environnements et les conditions climatiques dans lesquelles les organismes vivaient ou sur les anciennes connexions des masses continentales. Les analyses chimiques des sédiments, à travers le monde, peuvent aussi informer sur les conditions climatiques et environnementales (température, pression...). Par exemple, l'étude de sédiments épais, noirs, retrouvés en Italie (site de Gubbio), soutient l'hypothèse de la chute d'une météorite durant l'extinction des dinosaures. La **concentration en iridium**, élément très rare sur Terre mais très fréquent dans les astéroïdes (dont sont issues de nombreuses météorites), était si importante dans cette couche qu'elle ne pouvait s'expliquer que par l'**impact d'un corps céleste**. Cette découverte s'ajoute à d'autres indices comme la présence d'un immense cratère au Mexique (cratère de Chicxulub).

L'étude des variations climatiques dans le temps long

La paléoclimatologie est une discipline de la paléontologie qui permet d'étudier les climats passés de la Terre. Elle permet de comprendre l'évolution du climat, les causes des changements climatiques, les interactions entre climat et biosphère (monde du vivant), et de mieux comprendre le climat actuel et ses changements.

Les scientifiques n'ont pas de données directes (relevés de température, par exemple) pour étudier ces climats du passé ; ils utilisent des données indirectes, appelées **proxies climatiques**. Voici quelques exemples de ces proxies :

- **Glaces de l'Antarctique** : Ces glaces contiennent des bulles d'air qui renseignent sur la composition atmosphérique de l'époque. Ces bulles d'air anciennes contiennent des éléments chimiques et des poussières qui étaient présents au moment de l'emprisonnement des bulles d'air. Leur étude se fait par prélèvements de carottes glaciaires analysées en laboratoire. L'étude de ces glaces permet d'étudier le climat au maximum des derniers 800 000 ans (temps relativement court).
- **Sédiments marins** : Ce sont des couches qui se déposent sur le fond marin et qui s'accumulent durant des millions d'années, formant des archives stratifiées qui conservent des indices du climat passé. Ces sédiments contiennent de nombreux éléments chimiques et des fossiles qui sont très utiles. Le type de sédiments est aussi intéressant puisqu'ils se forment dans des conditions différentes, permettant, par exemple, de connaître le niveau de la mer. Leur étude permet de reconstituer les températures océaniques passées, la température globale du climat, l'alternance des périodes glaciaires - interglaciaires, ou encore la circulation océanique.
- **Macro-fossiles** :
 - Certaines espèces fossiles ne vivaient que dans des conditions climatiques spécifiques ; leur distribution spatiale et temporelle indique les conditions du climat local à une époque précise.
 - L'analyse des dents permet d'étudier le régime alimentaire de ces animaux, ce qui est très utile chez les herbivores, car cela renseigne sur le type de végétaux consommés et apporte des indices sur le climat.



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours

- Pour les plantes, l'étude de leur surface (taille et forme des feuilles, nombre et taille de stomates, vascularisation, cernes sur bois fossile) peut révéler des indices sur la température et le climat.
- **Micro-fossiles :**
 - Les coquillages, qui se fossilisent bien, sont formés de calcite ou d'aragonite. Ils grandissent tout au long de la vie de l'animal, ce qui permet d'enregistrer de précieux indices sur la composition chimique et isotopique des eaux passées, la température de l'eau, les variations du niveau marin. Ce sont de bons indicateurs des conditions marines.
 - Les pollens fossiles sont très utiles aussi. Ils renseignent sur les espèces végétales présentes, ce qui permet de mieux comprendre le climat de l'époque (milieu sec ou humide).
- **Stalactites et stalagmites** : ces formations minérales sont créées par précipitation du carbonate de calcium à partir de l'infiltration des précipitations et elles ont une croissance lente sur plusieurs dizaines de milliers d'années, ce qui forme une stratification annuelle ou saisonnière. Comme l'eau provient des précipitations, elle transporte de nombreux isotopes qui indiquent les variations climatiques locales. Leur étude apporte une grande quantité d'informations à une échelle locale : variations de température, changements hydrologiques, indication si le climat est sec ou humide, et une datation très précise.

Différence entre ère glaciaire et période glaciaire / entre période interglaciaire et période chaude (ou non-glaciaire)

Une **ère glaciaire** est une **longue période de temps** (plusieurs millions d'années) durant laquelle la température moyenne à la surface de la Terre est suffisamment basse pour que des **calottes glaciaires persistent au niveau des pôles** nord ou sud (glaces sur au moins l'un des pôles). Au sein d'une ère glaciaire, on observe, sur des temps plus courts (en milliers d'années) une **alternance entre des périodes glaciaires et interglaciaires**. C'est-à-dire qu'il y a une variation de la surface occupée par les calottes glaciaires (aux pôles), elle peut s'étendre (période glaciaire) ou reculer (période interglaciaire).

- Une **période glaciaire** est une **période courte** (en milliers d'années) et **très froide**, avec des calottes glaciaires très étendues sur les continents et océans. Il est arrivé, au cours de l'histoire de la Terre, que ces périodes glaciaires soient poussées à l'extrême, avec **des glaces recouvrant la quasi-totalité de la surface terrestre** pour des températures moyennes proches de 0°C. On parle alors de **Terre boule de neige**. Les glaciations **Sturtienne** (durée : 57 Ma) et **Marinoenne** (durée : 25 Ma) sont deux glaciations extrêmes où la Terre a été entièrement recouverte de glace, ne laissant qu'une zone non-glacée au niveau de l'équateur. Ces deux glaciations ont été séparées de seulement 10 millions d'années durant le Cryogénien, il y a 720 à 635 millions d'années. La glaciation Sturtienne a été plus intense et c'est, la glaciation la plus longue que la Terre a connue à ce jour (d'après les connaissances actuelles).
- Une **période interglaciaire** est une **période courte** (en milliers d'années) avec des températures en moyenne tempérées (ni très froides, ni très chaudes) à la surface du globe. C'est une **période plus chaude** qui se situe **entre deux périodes glaciaires**, mais toujours avec la présence de glaces polaires peu étendues sur au moins l'un des deux pôles.



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours

Une **période chaude ou non-glaciaire** est une **longue période de temps** (en millions d'années) pendant laquelle la **température moyenne de la Terre est élevée**. La Terre est **libre de glace**, il n'y a pas de calottes glaciaires permanentes aux pôles ; même si les scientifiques n'excluent pas l'hypothèse de variations climatiques à des échelles très locales qui pourraient entraîner la formation de glace. **Cette période est l'inverse des ères glaciaires**, et il n'y a pas d'alternance de période glaciaire ou interglaciaire comme il n'y a pas de glace.

En résumé :

Terme / Appellation	Durée	Température globale	Présences de glaces polaires
Ère glaciaire	Millions d'années	Froid (en moyenne)	Oui en permanence
Période glaciaire	Milliers d'années	Très froid (= glaciation)	Oui et très développé (avancée importante)
Période interglaciaire	Milliers d'années	Tempérée, doux	Oui mais peu développé (retrait partiel)
Période chaude (non-glaciaire)	Millions d'années	Chaud (en moyenne)	Non

Qu'est-ce qu'une crise d'extinction de masse ?

Actuellement, on considère que la Terre a connu **5 crises d'extinctions de masse** (ou grandes crises biologiques). Ces crises sont très brutales, elles sont caractérisées par un **taux d'extinction très élevé** dans un **laps de temps très court** (extinction très rapide) à une **échelle planétaire**. La crise biologique du Permien – Trias est la plus grave connue à ce jour. La vie est passée proche de l'anéantissement, 90% de la vie sur Terre a disparu durant cette crise : espèces animales et végétales, marines et terrestres confondues.

Lorsqu'une **crise biologique** se produit, c'est toujours par une **combinaison de plusieurs facteurs**.

Par exemple, concernant la **crise du Crétacé – Paléogène** (il y a 66 millions d'années), l'élément déclencheur a été **l'impact d'une météorite** (dans la péninsule du Yucatan au Mexique). Cela a provoqué des **séismes**, un **mégatsunami** et une énorme quantité de **poussière dans l'atmosphère**. Mais cet évènement a été **couplé** à un **volcanisme très intense** partout sur le globe. Des volcans se sont réveillés au même moment, probablement à cause de l'impact, et ont déchargé une incroyable quantité d'**aérosols dans l'atmosphère**. Ces aérosols ont été la cause de changements climatiques extrêmes. Tout d'abord, en bloquant les rayons du soleil, ils provoquent un **hiver nucléaire** qui fait drastiquement **chuter les températures**, provoquant la **disparition des végétaux** (incapables de faire la photosynthèse). L'absence de végétaux provoque la disparition des gros herbivores, provoquant, à la suite, la disparition des gros carnivores, ne pouvant plus se nourrir. Après cet hiver nucléaire, le **nuage d'aérosols** est la cause d'un **réchauffement intense**. Il retient les **infrarouges** reflétés par la surface de la Terre, qui restent piégés dans l'atmosphère,



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



provoquant une forte augmentation des températures. Cela continue de détruire la faune et la flore de façon massive. Au bout d'un moment, les poussières finissent par retomber. Cependant, elles peuvent intoxiquer les formes de vie restantes, en plus de provoquer des **pluies acides** qui, à leur tour, acidifient les océans. Ainsi, toutes les formes de vie, marines ou terrestres, sont affectées.

Fort heureusement, la vie n'a jamais disparu. Certaines espèces de plantes repoussent et des espèces animales (généralement les petites) survivent à ces crises. C'est après l'extinction des dinosaures non-aviens que les **mammifères** ont pu se développer et conquérir la planète. Il est important de retenir qu'après chaque crise d'extinction, une importante **diversification** des formes de vie survient, explorant tous les espaces vacants de ce nouveau monde.

Le réchauffement climatique actuel

La **Révolution Industrielle** se produit au 19^e siècle : on assiste à la transition d'une économie principalement agricole et artisanale vers un commerce très intense et des travaux d'usine. La première machine à vapeur a été créée en 1712 par Thomas Newcomen. Mais, elles se généralisent à la fin du 18^e siècle et durant le 19^e siècle avec les applications industrielles à grande échelle mais aussi dans les transports. La quantité de gaz à effet de serre augmente considérablement car les activités humaines consomment beaucoup de charbon (et d'énergies fossiles plus globalement) en raison de sa disponibilité, de son rendement énergétique et de son faible coût. On observe, d'après des études, que la courbe de ces émissions suit le même tracé que celle des températures moyennes à l'échelle mondiale, qui ont déjà augmenté de **1,5°C depuis 1850**. Aujourd'hui, ces émissions sont encore très préoccupantes car l'on produit toujours plus d'énergie.



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours

3^e pylône à 1,4 km





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours

Plan d'échelle

La ligne jaune représente l'âge de la Terre, c'est-à-dire 4,5 milliards d'années (4 500 Ma).

Le point de départ (0) est le 3^e pylône électrique et, le point d'arrivée (qui représente aujourd'hui) se trouve au portail du parking de la salle Victoire 2.

Ces 2 points sont séparés de 1,4 km.

1. Océans primitifs - 4 400 Ma
2. Cyanobactéries (1^{ère} vie) - 3 500 Ma
3. Algues (à l'origine des plantes) - 1 200 Ma
4. 1^{ère} vie animale - 630 Ma
5. Acanthostega (ancêtre commun aux oiseaux et aux mammifères) - 350 Ma
6. Pangée - 290 Ma
7. 1^{er} dinosaure - 250 Ma
8. 1^{er} mammifère - 155 Ma
9. Disparition des dinosaures - 66 Ma
10. Toumaï (1^{er} hominidé) - 7 Ma

Ma = million d'années





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours

Plan d'échelle

Grossissement sur la partie de l'Écolothèque.

4. 1^{ère} vie animale - 630 Ma
5. Acanthostega (ancêtre commun aux oiseaux et aux mammifères) - 350 Ma
6. Pangée - 290 Ma
7. 1^{er} dinosaure - 250 Ma
8. 1^{er} mammifère - 155 Ma
9. Disparition des dinosaures - 66 Ma
10. Toumaï (1^{er} hominidé) - 7 Ma





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours

Plan d'échelle

Grossissement sur la partie de l'Écolothèque et report des distances sur le chemin principal du domaine.

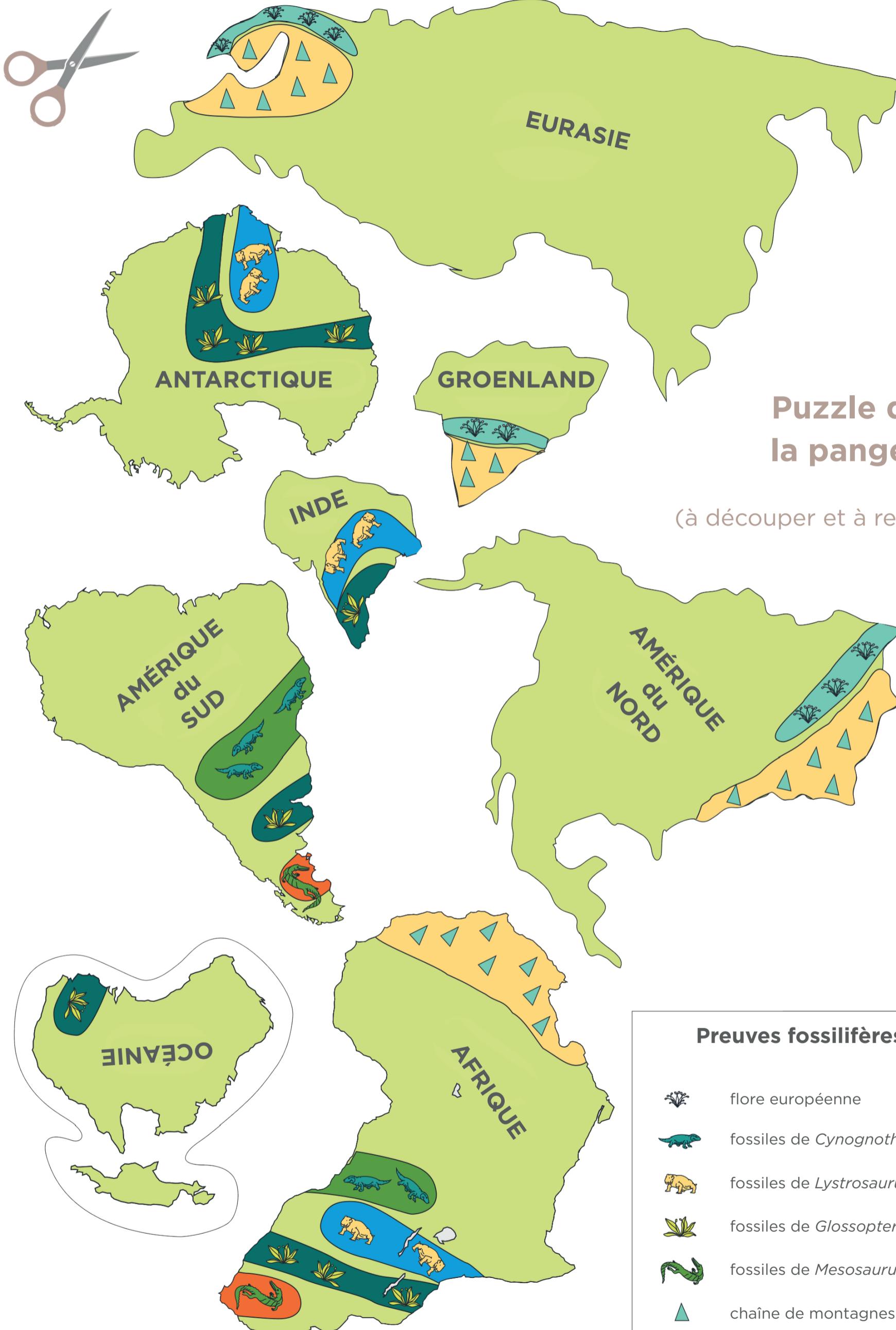
4. 1^{ère} vie animale - 630 Ma
5. Acanthostega (ancêtre commun aux oiseaux et aux mammifères) - 350 Ma
6. Pangée - 290 Ma
7. 1^{er} dinosaure - 250 Ma
8. 1^{er} mammifère - 155 Ma
9. Disparition des dinosaures - 66 Ma
10. Toumaï (1^{er} hominidé) - 7 Ma





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



Puzzle de la pangée

(à découper et à reconstituer)

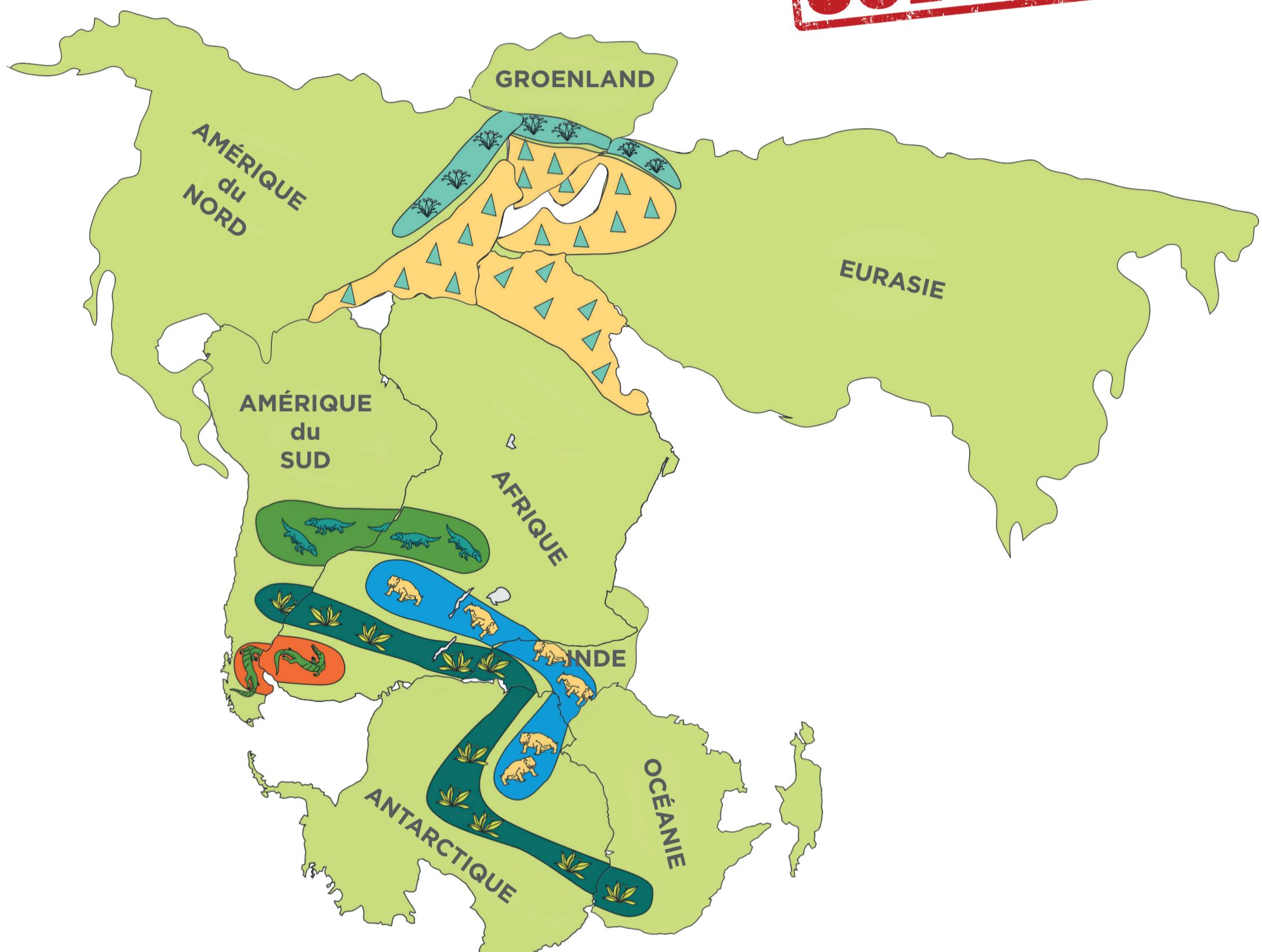
Preuves fossilières

- flore européenne
- fossiles de *Cynognathus*
- fossiles de *Lystrosaurus*
- fossiles de *Glossoptris*
- fossiles de *Mesosaurus*
- chaîne de montagnes



Puzzle de la pangée

SOLUTION





Cartes des « grands événements » de l'histoire de la Terre



Les pages 2 à 17 doivent être imprimées en recto-verso, les pages impaires indiquent la température moyenne de la Terre et sont les versos des cartes.



Le plus ancien membre de la lignée humaine connue à ce jour est **Toumaï**. Comme Lucy, *Homo erectus* et *Homo sapiens*, ses fossiles ont été retrouvés en **Afrique**. *Homo neanderthalensis* est retrouvé seulement en **Eurasie**.

Ces membres sont tous des **cousins** les uns des autres.

CRÂNES DE REPRÉSENTANTS DE LA LIGNÉE HUMAINE

Homo sapiens



Homo neanderthalensis



Homo erectus



Australopithecus africanus



Sahelanthropus tchadensis





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



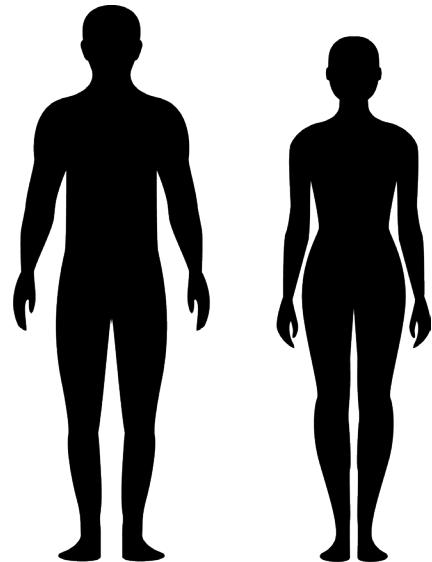
-300 000 ans

Homo sapiens

Il est apparu il y a **300 000 ans** en Afrique. Ses fossiles les plus anciens ont été retrouvés au **Maroc**.

Il a **exploré le monde** : d'abord toute l'Afrique (200 000 ans), l'Asie du Sud est et l'Australie (50 000 ans), l'Asie Centrale (45 000 ans), l'Europe (43 000 ans), l'Amérique du Nord (20 000 ans), l'Amérique du Sud et les îles de l'Océan Pacifique (15 000 ans).

Homo sapiens est un **primate**. Chez les primates actuels, ses plus proches cousins sont les **chimpanzés** et les **bonobos**.



-430 000 ans

Homo neandertalensis

Il est apparu il y a **430 000 ans** en Europe. Ses fossiles les plus anciens ont été retrouvés en **Espagne**. Il s'est éteint il y a environ **40 000 ans**.

Il a **exploré l'Eurasie** et s'est reproduit avec d'autres espèces, notamment *Homo sapiens*. Ces **croisements** sont encore observables chez les populations non-africaines, puisque environ **2 % de l'ADN** de l'Homme provient de *H. neandertalensis*.

H. neandertalensis est un **primate**. Chez les primates actuels, ses plus proches cousins sont les **Hommes**, les **chimpanzés** et les **bonobos**.





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



18° C

12° C



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



-3,4 millions d'années

Australopithecus afarensis

A. afarensis apparu il y a 3,4 millions d'années en **Afrique**. Surnommée **Lucy**, le premier squelette a été découvert en **Éthiopie**.

Le squelette a permis de prouver que Lucy était **bipède et arboricole**. Le squelette est peut-être celui d'une **femelle**, qui serait morte vers **25 ans**. On a retrouvé un petit individu d'environ **3 ans** près du lieu de découverte de Lucy. Un crâne de **mâle** a été découvert en **Tanzanie**.

Lucy est un **primate**. Chez les primates **actuels**, ses plus proches cousins sont les **Hommes**, les **chimpanzés** et les **bonobos**.



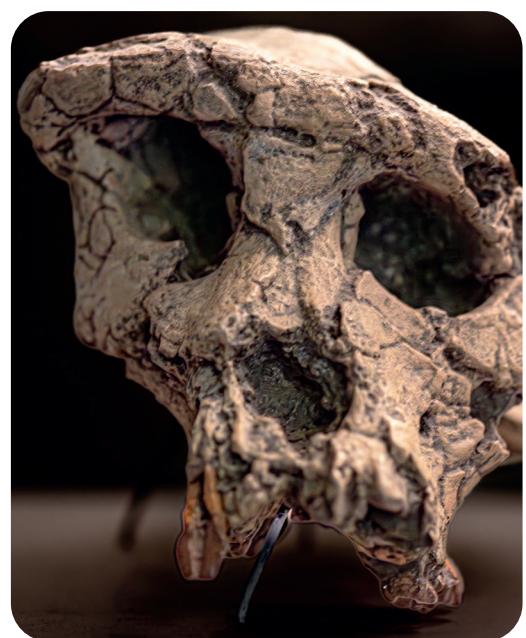
-7 millions d'années

Sahelanthropus tchadensis

S. tchadensis est apparu il y a **7 millions d'années**. Trouvé au **Tchad**, le premier crâne découvert a été surnommé Toumaï.

Les restes de membres inférieurs et le crâne suggèrent qu'il était capable de pratiquer la **bipédie**, même s'il est possible qu'il ait été aussi arboricole. Il est pour le moment le **plus lointain cousin** de l'Homme retrouvé.

Toumaï est un **primate**. Chez les primates **actuels**, ses plus proches cousins sont les **Hommes**, les **chimpanzés** et les **bonobos**.





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



16° C

17° C



-66 millions d'années

La crise Crétacé-Paléogène

Cet évènement a été rendu célèbre par la disparition des **dinosaures non aviens**, dont on retrouve des squelettes partout dans le monde, y compris en **France**.

Les scientifiques s'accordent à dire que cet évènement serait lié à une forte activité **volcanique** en **Inde** (trapps du Deccan) combiné à la chute d'une **météorite de 10 km de diamètre** dans le golfe du **Mexique**. Ces phénomènes ont généré des **séismes** et des **tsunamis** dévastateurs, ainsi que des **incendies**.

D'après des études chimiques, la chute de la météorite s'est produite au **printemps**.



-155 millions d'années

Juramaia sinensis

J. sinensis est le **plus ancien** représentant des **mammifères** retrouvé à ce jour. Il a été découvert dans le Nord-Est de la **Chine**.

Son fossile consiste en un **squelette** et un **crâne** presque complets, articulés, et une dentition complètement préservée. **Insectivore**, il pesait environ 15 grammes pour 13 cm de long.

Il est **contemporain** des dinosaures, puisqu'il est apparu il y a 155 millions d'années, mais aurait disparu au cours du Crétacé, avant l'extinction **Crétacé - Paléogène**.





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



27° C

24° C



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



-250 millions d'années

Eoraptor lunensis

E. lunensis est un dinosaure **sauropodomorphe**, apparu il y a **250 millions d'années**, au Trias. Son fossile a été trouvé dans la *Valle de la Luna*, en **Argentine**. Il consiste en un **squelette** presque complet extrêmement bien conservé et quelques os fragmentaires.

Les caractéristiques osseuses du squelette montrent que le fossile trouvé est celui d'un **jeune** dinosaure qui approchait de l'âge adulte.

L'étude de ses dents suggère qu'il était **omnivore**. Celle des membres montre une **bipédie digitigrade**.

C'était un **coureur** rapide.



-290 millions d'années

La Pangée

La Pangée est un **supercontinent**, qui a commencé à s'assembler il y a environ 335 millions d'années et s'est disloqué il y a 175 millions d'années. Elle a existé pendant **160 millions d'années**. Il n'y avait plus qu'**un seul continent et un seul océan**.

Au centre du supercontinent, le climat était **plus sec et froid** que sur les côtes. Il est probable qu'un immense **désert** ait existé au coeur de la Pangée.

Les océans à **l'Est** de la Pangée étaient plus **chauds** qu'à l'Ouest.





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



30° C

20° C



-350 millions d'années

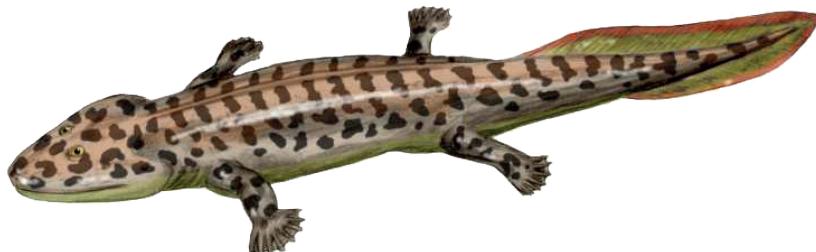
Acanthostega gunnari



A. gunnari est un animal **vertébré** considéré actuellement comme le premier représentant des **tétrapodes**. Le premier fossile a été découvert au **Groenland**.

Il mesurait **60 cm** de long. Ses membres antérieurs avaient chacun **8 doigts**.

C'était un animal exclusivement **aquatique** : son squelette ne lui permettait pas de supporter son propre poids sur la Terre ferme.



-360 millions d'années

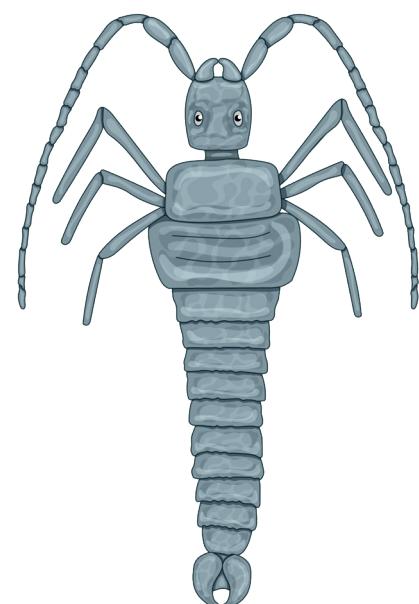
Strudiella devonica



S. devonica est une espèce **éteinte** d'arthropode, considérée comme le **premier insecte**. Un seul fossile a été trouvé, en provenance de **Belgique**.

Son statut de premier insecte est discuté depuis **2012**. En effet, le fossile n'est pas très bien préservé, et les structures corporelles qui y sont visibles sont **débattues** : certains pensent que le spécimen a pu être altéré pendant le processus de fossilisation.

Une chose est sûre : il mesure **8 mm**.





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



17° C

22° C



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



-500 millions d'années

La faune cambrienne et les premières plantes terrestres

La faune Cambrienne est un ensemble de **fossiles marins** animaux, végétaux et bactériens retrouvée au **Canada**.

Pendant longtemps, ces fossiles sont restés les **plus anciens** découverts. Ainsi, ils étaient considérés comme la première preuve d'une forme de vie **complexe**, un **écosystème** complet vivant il y a 500 millions d'années.

C'est à ce moment-là que la faune se diversifie, mais également que les **premières plantes** quittent les océans au profit de la Terre ferme.



-630 millions d'années

La faune d'Édiacara



La faune d'Édiacara est un ensemble de **fossiles marins** animaux, végétaux et bactériens retrouvée en **Australie**, mais aussi au Canada, en Chine ou encore en Namibie. **25** sites de cette époque ont été répertoriés dans le monde.

Ces fossiles sont les **plus anciennes** formes de vie découvertes. Les

paléontologues cherchent encore à comprendre les **liens de parenté** entre ces fossiles et l'ensemble des espèces qui ont peuplé la Terre depuis cette période.

On ne sait pas encore précisément pourquoi cette faune a disparu, mais on sait que cette disparition a été **rapide**.



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



33° C

40° C



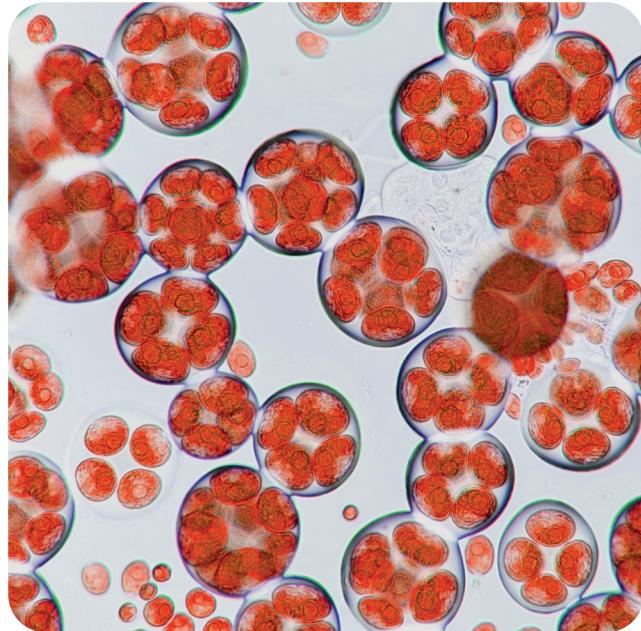
-1,2 milliards d'années

Les premières formes végétales

La première forme de vie végétale est une algue **unicellulaire** qualifiée d'algue « rouge ».

Comme les cyanobactéries, elle pratique la **photosynthèse**, mais cette fois grâce à un pigment rouge. Elle est exclusivement aquatique.

Le règne végétal est ainsi le **deuxième** retrouvé dans l'histoire des formes de vie ayant peuplé la Terre.



-3,5 milliards d'années

Les premières formes de vie

Les premières formes de vie sur Terre sont des **cyanobactéries**, des organismes **aquatiques**.

Ces bactéries pratiquaient déjà la **photosynthèse**.

Elles vivaient en colonies et grâce à leur activité biologique, elles ont permis la formation de roches appelées **stromatolites**, que l'on retrouve encore aujourd'hui. Les plus célèbres sont en Australie.





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



80° C

80° C



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



-4,4 milliards d'années

Les premiers océans

Pendant **150 millions d'années**, la Terre connaît des **pluies intenses**, suivies de périodes **d'assèchement**.

Les océans apparaissent quand le phénomène se **stabilise**.

Les scientifiques pensent que l'eau présente sur Terre a une origine **géologique** (éruptions volcaniques) mais aussi **extraterrestre** (chute de météorites).



-4,5 milliards d'années

La formation de la Terre

La Terre se forme peu après le Soleil, grâce aux **collisions** entre de nombreux astéroïdes. Quand ils se rencontrent, une partie **fusionne** et l'astre grandit : on appelle ça **l'accrétion**.

Plus la future Terre grandit, plus elle prend une forme arrondie. On estime qu'il a fallu 30 millions d'années pour que la Terre se forme.





230° C

4 700° C



Images des « grands événements » de l'histoire de la Terre



Ces cartes simplifiées renvoient
aux cartes avec commentaires
dont l'animateur pourra faire la lecture.

Elles sont à positionner au préalable sur
le grand chemin qui traverse l'Écolothèque.

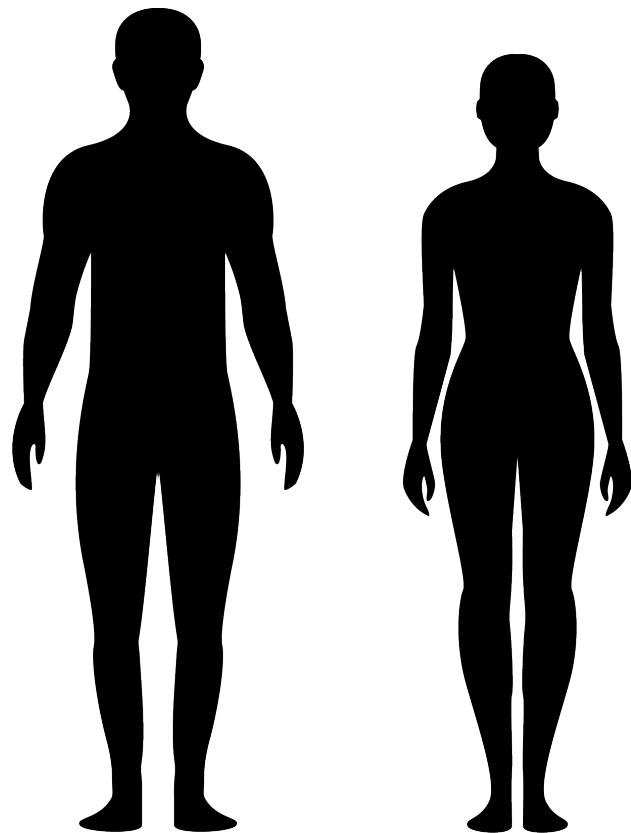


Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



-300 000 ans
Homo sapiens



-430 000 ans
Homo neandertalensis





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



18° C

12° C



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



-3,4 millions d'années
Australopithecus afarensis



Lucy



-7 millions d'années
Sahelanthropus tchadensis



Toumaï





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



16° C

17° C



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



-66 millions d'années

La crise Crétacé-Paléogène



-155 millions d'années

Juramaia sinensis





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



27° C

24° C

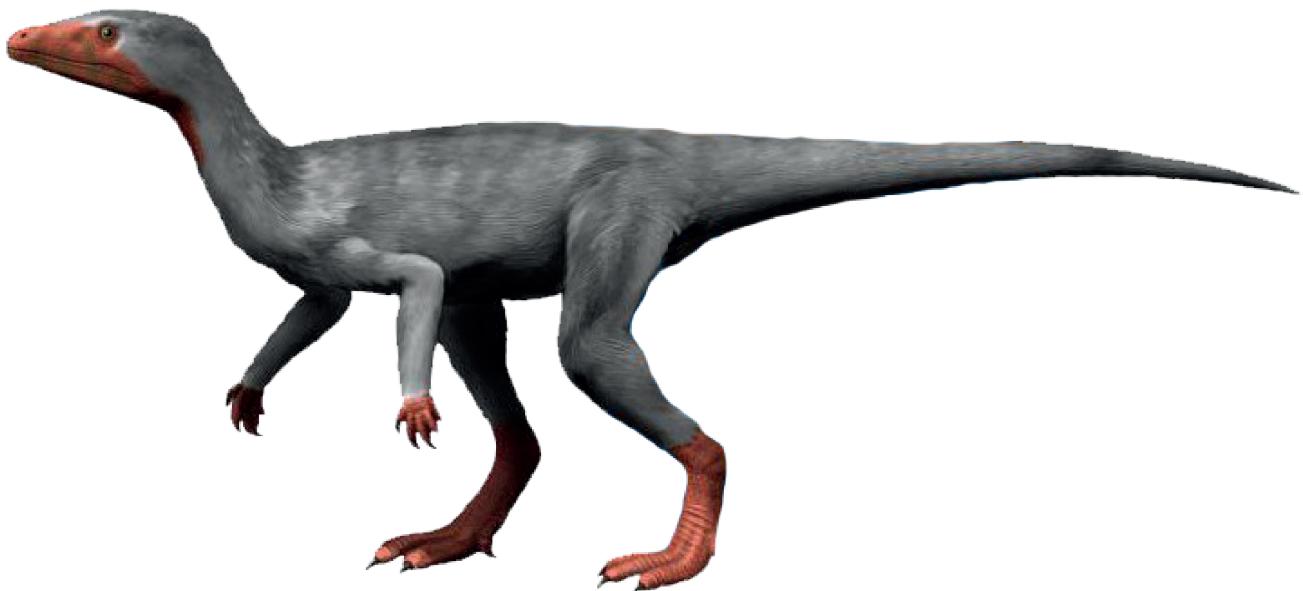


Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



-250 millions d'années
Eoraptor lunensis



**-290 millions
d'années**

La Pangée





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



30° C

20° C



Mémoires de la Terre

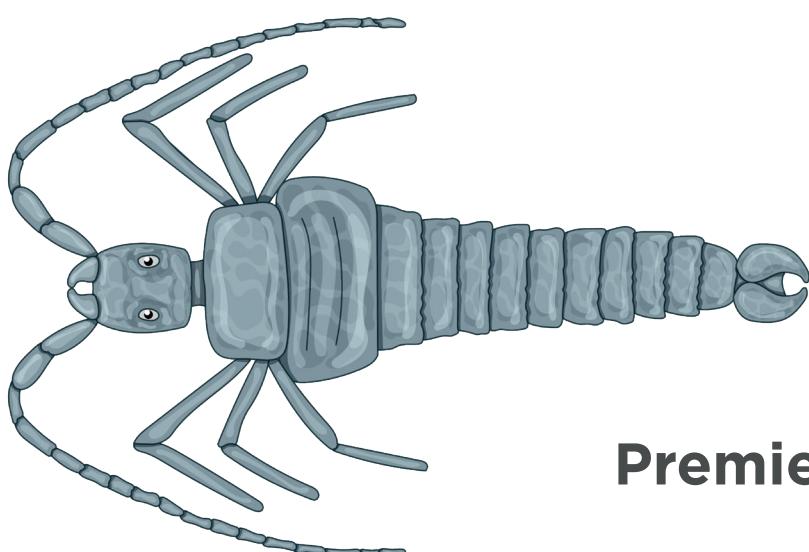
Des origines à nos jours



-350 millions d'années
Acanthostega gunnari



-360 millions d'années
Strudiella devonica



Premier insecte



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



17° C

22° C



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



-500 millions d'années

La faune cambrienne et les premières plantes terrestres



-630 millions d'années

La faune d'Édiacara





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



33° C

40° C



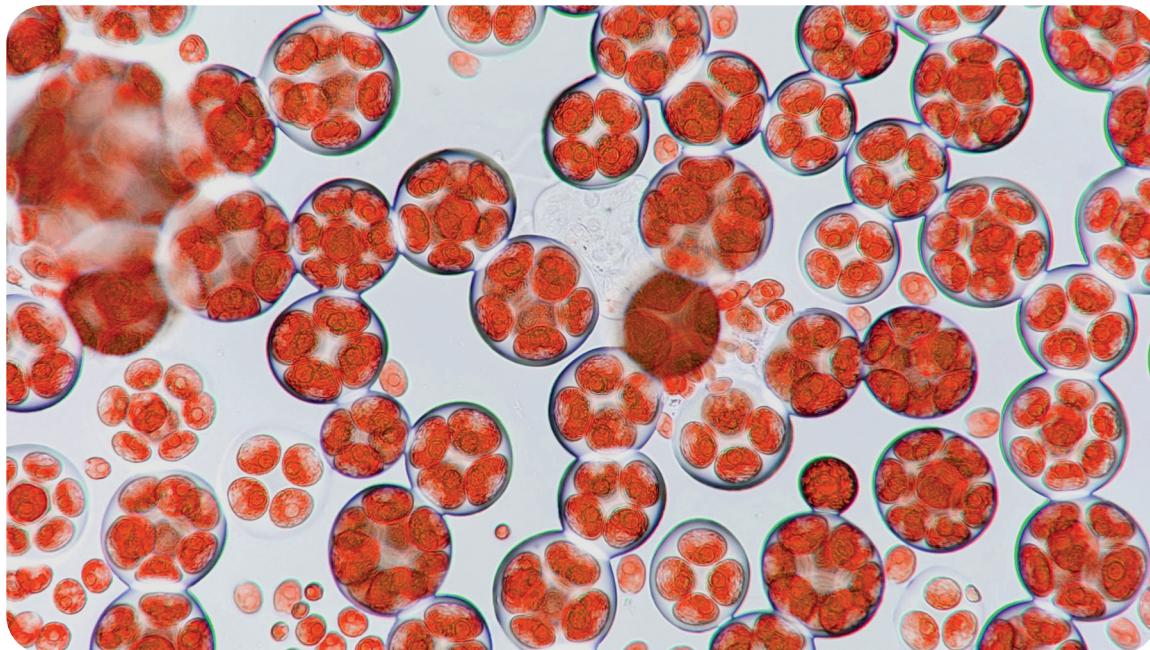
Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



-1,2 milliards d'années

Les premières formes végétales



-3,5 milliards d'années

Les premières formes de vie





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



80° C

80° C



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours

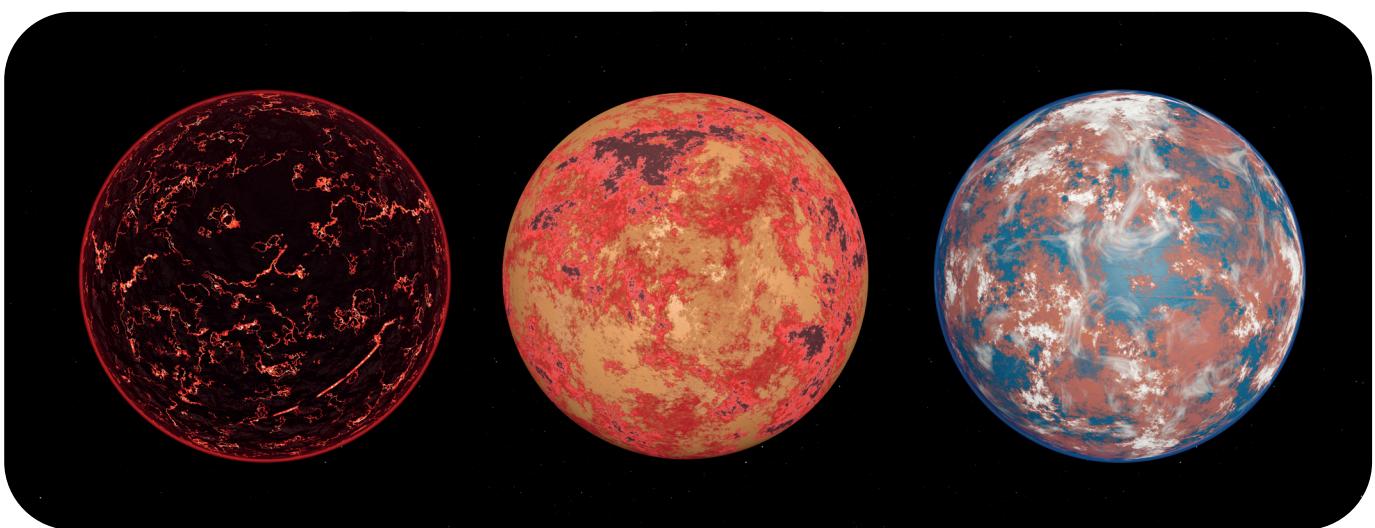


-4,4 milliards d'années

Les premiers océans



-4,5 milliards d'années
La formation de la Terre





230° C

4 700° C



Cartes représentant les « grandes extinctions » dans l'histoire de la Terre



1. Graptolites, trilobites et brachiopodes (1^{ère} grande extinction, 445 Ma)
2. *Dunkleosteus* (extinction du Dévonien, 380 à 360 Ma)
3. Trilobites (extinction du Permien-Trias, 252 à 245 Ma)
4. Phytosauria (extinction du Trias-Jurassique, 200 Ma)
5. Dinosaures et ptérosaures (extinction du Crétacé-Paléogène, 66 Ma)



1

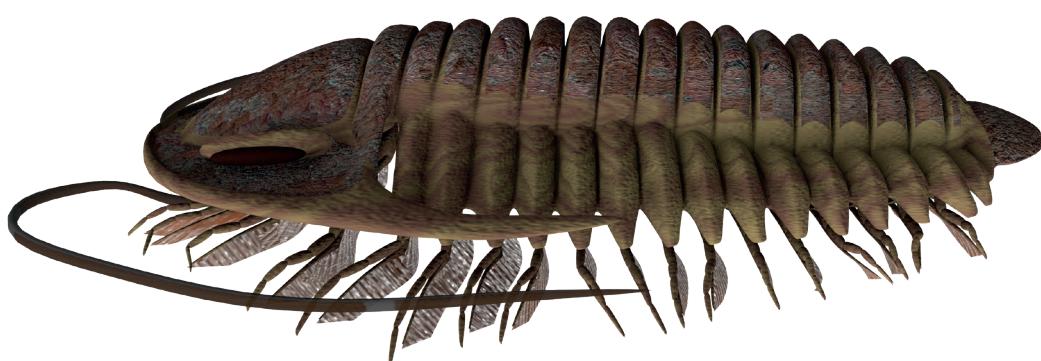


Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



2

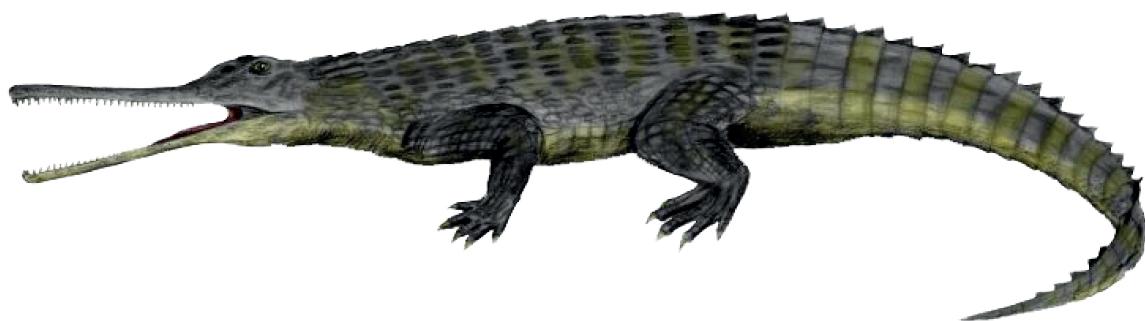


3



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



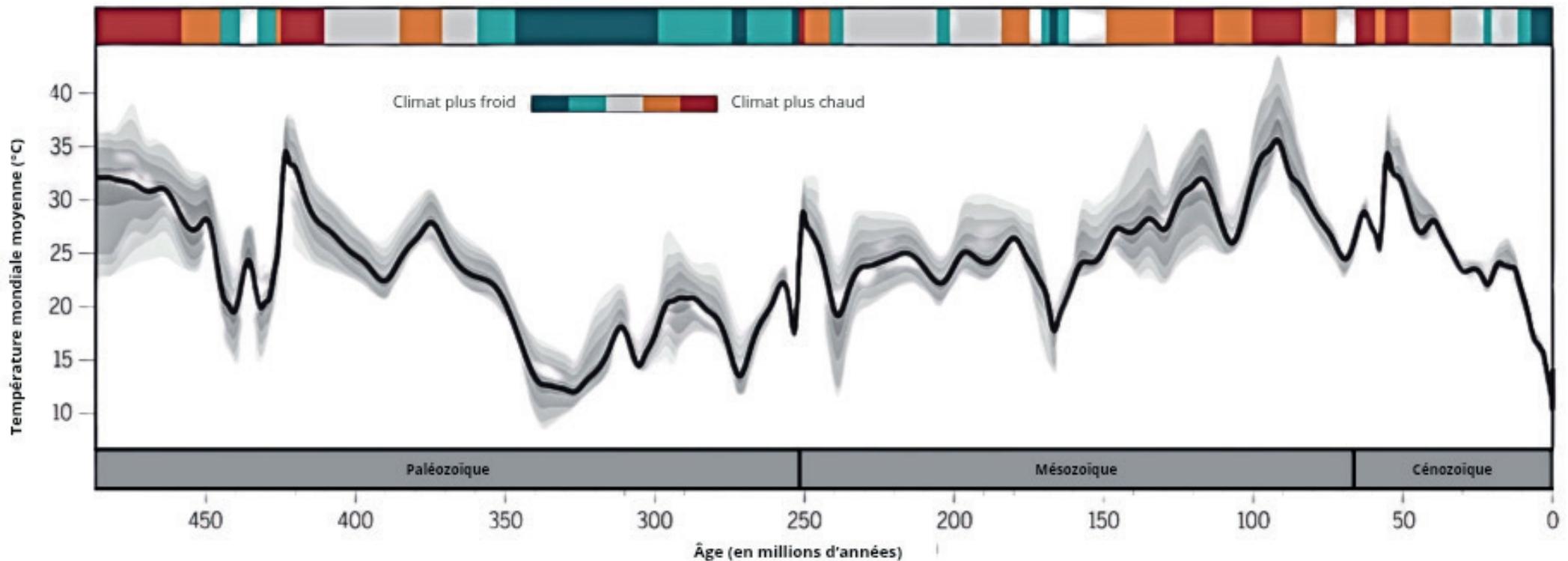
4



5



Moyenne globale des températures de surface sur le globe pendant les 485 derniers millions d'années



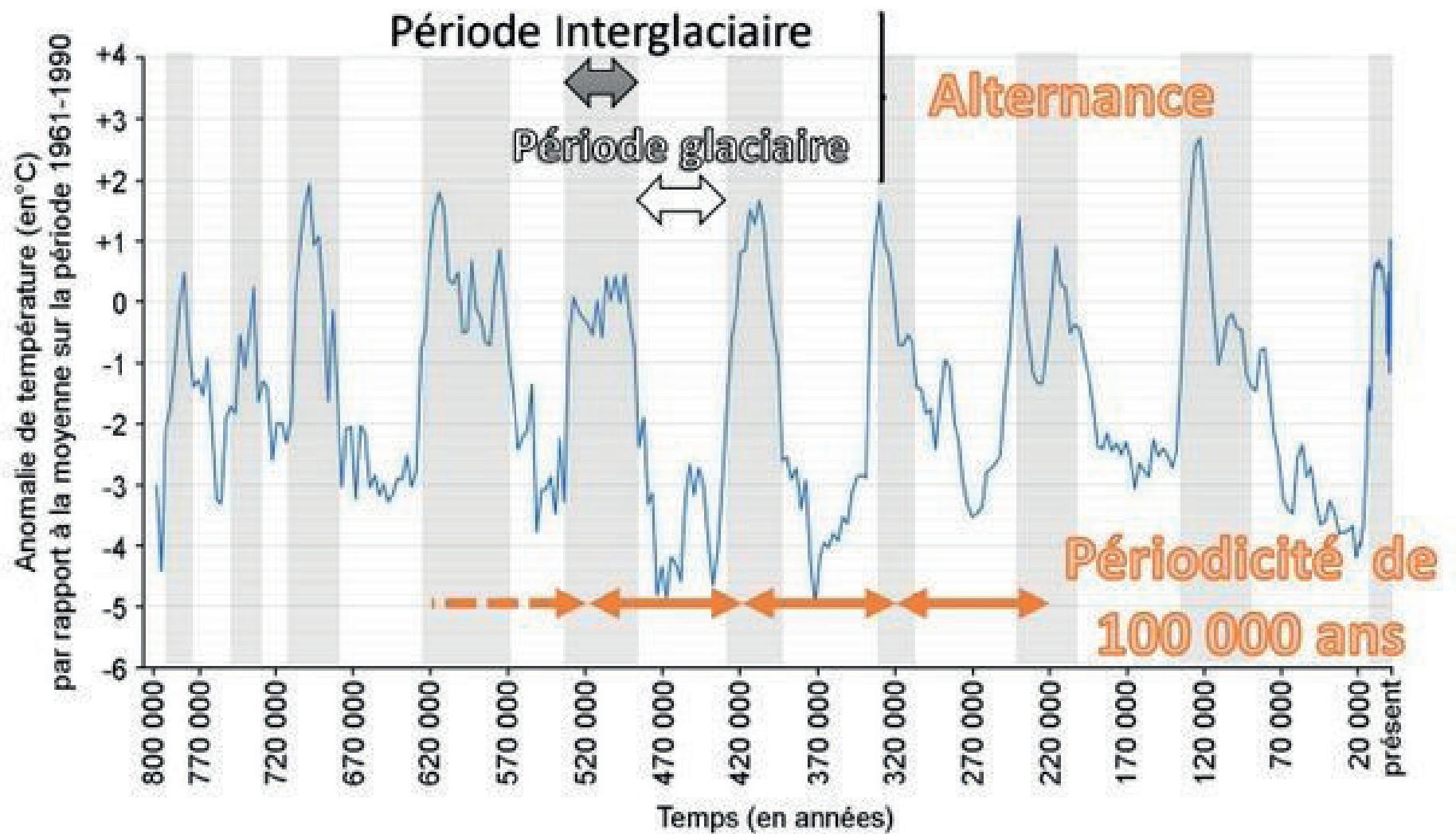
Source : <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adk3705>



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours

Variation de la température moyenne de la Terre déduite du thermomètre isotopique depuis 800 000 ans



Source : <https://svtlyceedevienne.com/spe-svt-terminale/les-climats-de-la-terre/reconstituer-et-comprendre-les-variations-climatiques-passees>

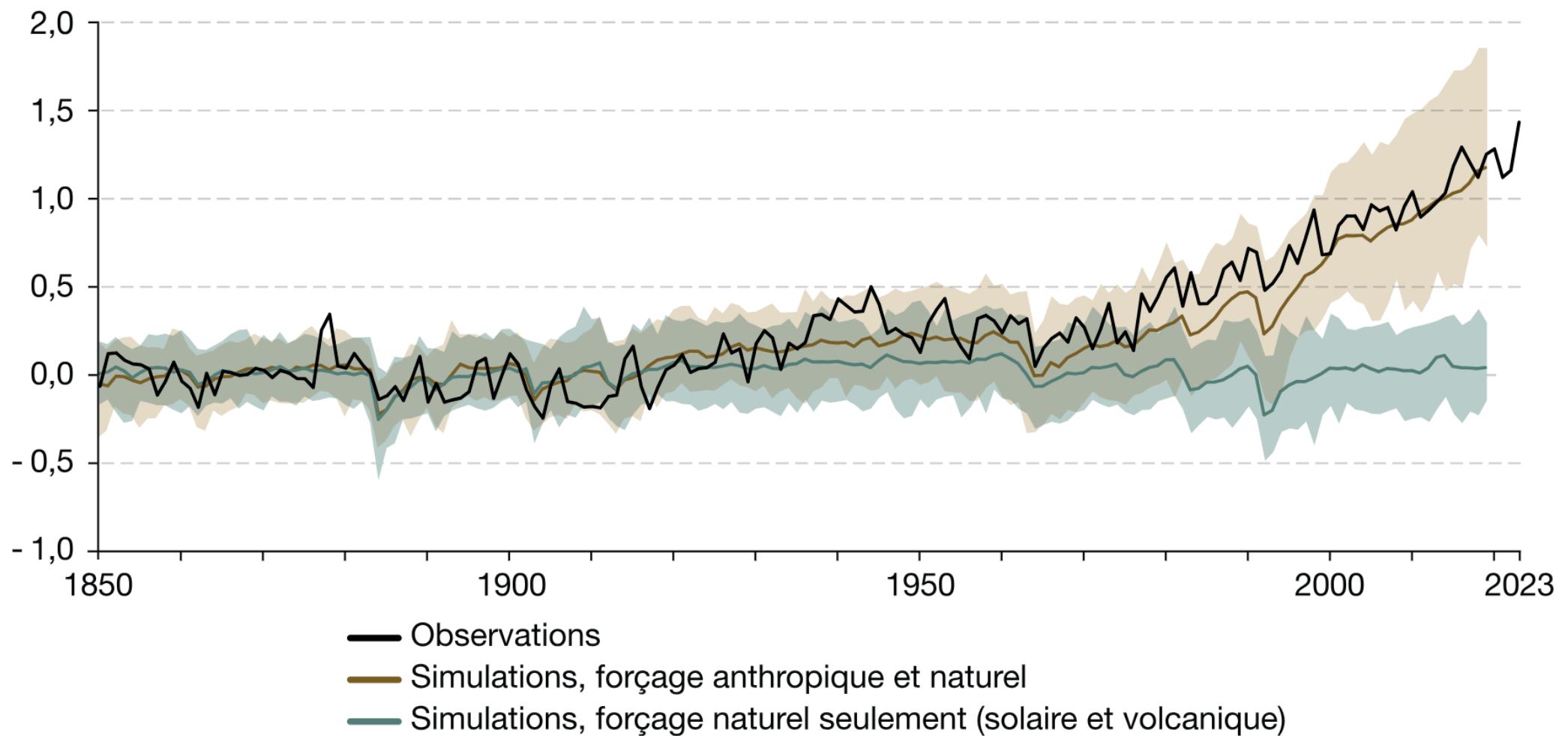


Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



Anomalie des températures (en °C) par rapport à la période 1850-1900



Source : GIEC (2021)



Cartes des « causes des variations climatiques »



Les volcans



Quand un volcan entre en éruption, il peut envoyer de la **cendre** et des **gaz** très haut dans l'atmosphère.

La cendre volcanique bloque une partie de la **lumière** du Soleil. Cela peut rendre le climat plus frais pendant plusieurs mois, parfois même plusieurs années.

Certaines très grandes éruptions dans le passé ont provoqué un **refroidissement** de la Terre. Les températures ont baissé, et cela a même changé les **saisons** dans certaines régions.

Les volcans peuvent donc modifier le climat de **toute la planète** pendant un certain temps.



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



La dérive des continents et leur répartition

Dérive des continents



180 Ma



150 Ma



65 Ma



aujourd'hui

Les continents **bougent très lentement** à cause de la **tectonique des plaques**. Parfois, ils se regroupent, parfois ils s'éloignent.

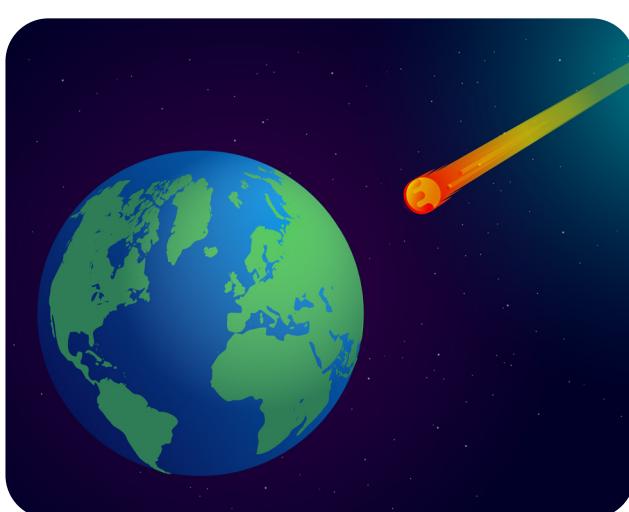
Quand les continents sont près des pôles, la Terre peut devenir plus froide, car de la neige et de la glace s'installent plus facilement.

Quand les continents bloquent les océans, les courants marins changent : comme ils transportent la chaleur dans l'eau, s'ils sont bloqués, certaines régions deviennent plus froides et d'autres plus chaudes.

Donc, **la position des continents influence le climat** de toute la planète, même si cela se passe très lentement.



Les météorites des corps célestes extraterrestres



Parfois, une grosse **météorite** tombe sur la Terre. Cela arrive très rarement, mais cela peut changer le climat.

Quand une météorite géante touche la Terre, elle soulève beaucoup de **poussière** dans l'air. Cette poussière peut bloquer la **lumière** du Soleil pendant des mois ou des années.

La Terre devient alors plus froide, les plantes ont du mal à pousser, et

cela peut provoquer la **disparition** de certaines espèces. C'est ce qui s'est passé pour les dinosaures **non aviens**.



L'activité solaire



Le Soleil envoie de la **lumière** et de la **chaleur** à la Terre. Mais son activité change un peu avec le temps.

Parfois, le Soleil est **plus actif** : il envoie plus d'énergie. Alors, le climat de la Terre peut devenir un peu **plus chaud**. D'autres fois, il est moins actif : la Terre reçoit moins de chaleur, et le climat peut devenir **plus froid**.

Ces changements sont **naturels** et peuvent durer plusieurs dizaines d'années.



Les montagnes des endroits pour les glaciers



Quand de grandes montagnes se forment, cela peut changer le climat.

En montant très haut, l'air devient **plus froid**. Dans les régions montagneuses, il peut beaucoup neiger, et la neige reste **sans fondre**. Peu à peu, cela forme de grands glaciers.

Ainsi la formation des montagnes peut entraîner la formation de zones froides et même provoquer de **nouvelles périodes glaciaires**.

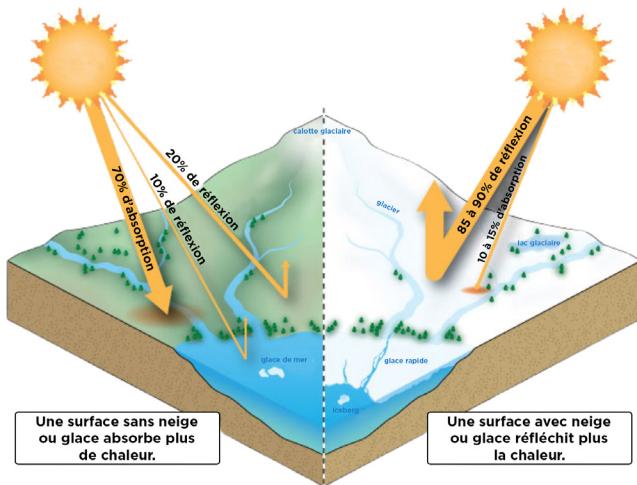


Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



L'albédo un effet de lumière



L'albédo, c'est la façon dont **une surface renvoie la lumière du Soleil**.

Les **surfaces claires** comme la neige ou la glace **renvoient beaucoup de lumière** : elles **refroidissent** la Terre.

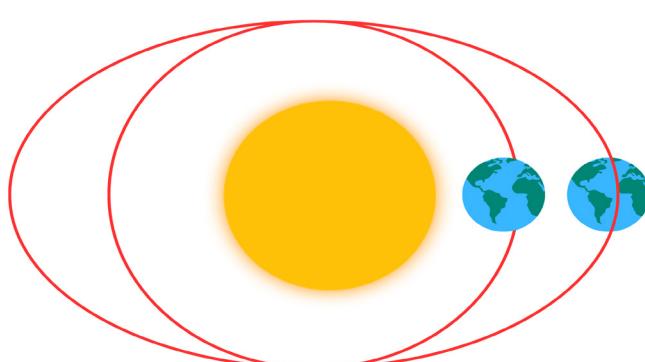
Les **surfaces foncées** comme la mer ou la terre **absorbent la lumière** : elles **réchauffent** la Terre.

Quand la neige fond, il y a moins de lumière renvoyée, donc plus de chaleur gardée. Cela fait fondre encore plus de neige et la Terre se réchauffe plus vite.

Donc, les changements d'albédo peuvent augmenter ou diminuer le réchauffement de la planète et ainsi bouleverser le climat.



Le changement de l'orbite terrestre l'excentricité



La Terre tourne autour du Soleil, mais son parcours n'est **pas toujours bien rond**. Parfois, il est plus ovale : c'est **l'excentricité**.

Quand l'orbite est **ovale**, la Terre est **parfois plus loin du Soleil**. Elle reçoit alors moins de chaleur, surtout en hiver.

Cela peut rendre le climat **plus froid** et provoquer des périodes **glaciaires**.

Même si ce changement est très lent, il influence le climat de la Terre.

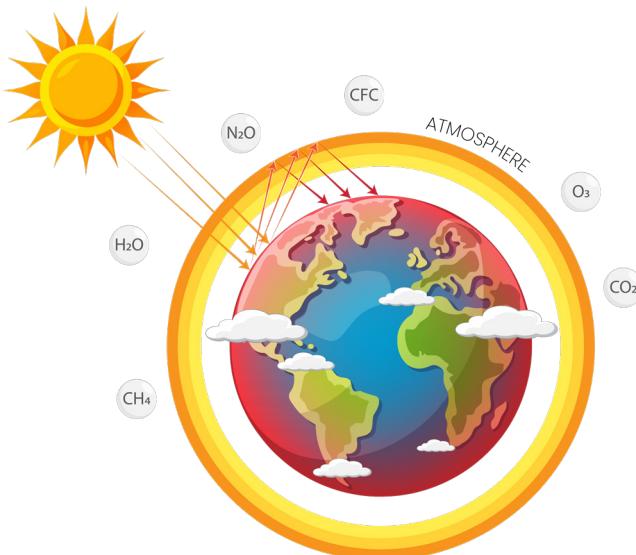


Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



Les gaz à effet de serre chaleur sur la Terre



Depuis la formation de la Terre, certains gaz gardent une partie de la chaleur du Soleil. On les appelle **gaz à effet de serre**. Ils sont naturellement présents sur Terre, comme la **vapeur d'eau**, le dioxyde de carbone (**CO₂**) ou le méthane (**CH₄**).

Grâce à eux, la Terre n'est ni trop froide ni trop chaude : ils ont toujours permis de garder un **climat adapté à la vie**. Pendant les **périodes glaciaires ou chaudes** du passé, la quantité de ces gaz changeait naturellement.

Aujourd'hui, **les humains en ajoutent** de plus en plus en utilisant des véhicules, utilisant du charbon, du pétrole, du gaz ou encore en élevant beaucoup d'animaux herbivores.





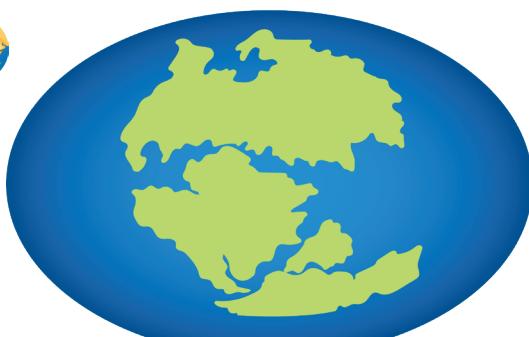
Images représentant les « causes des variations climatiques »





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



180 Ma



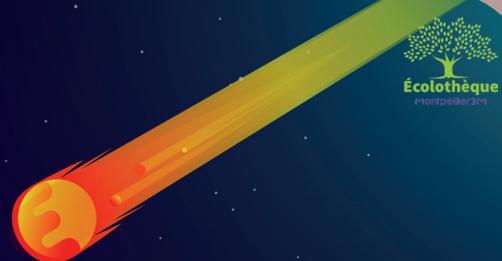
150 Ma



65 Ma



aujourd'hui

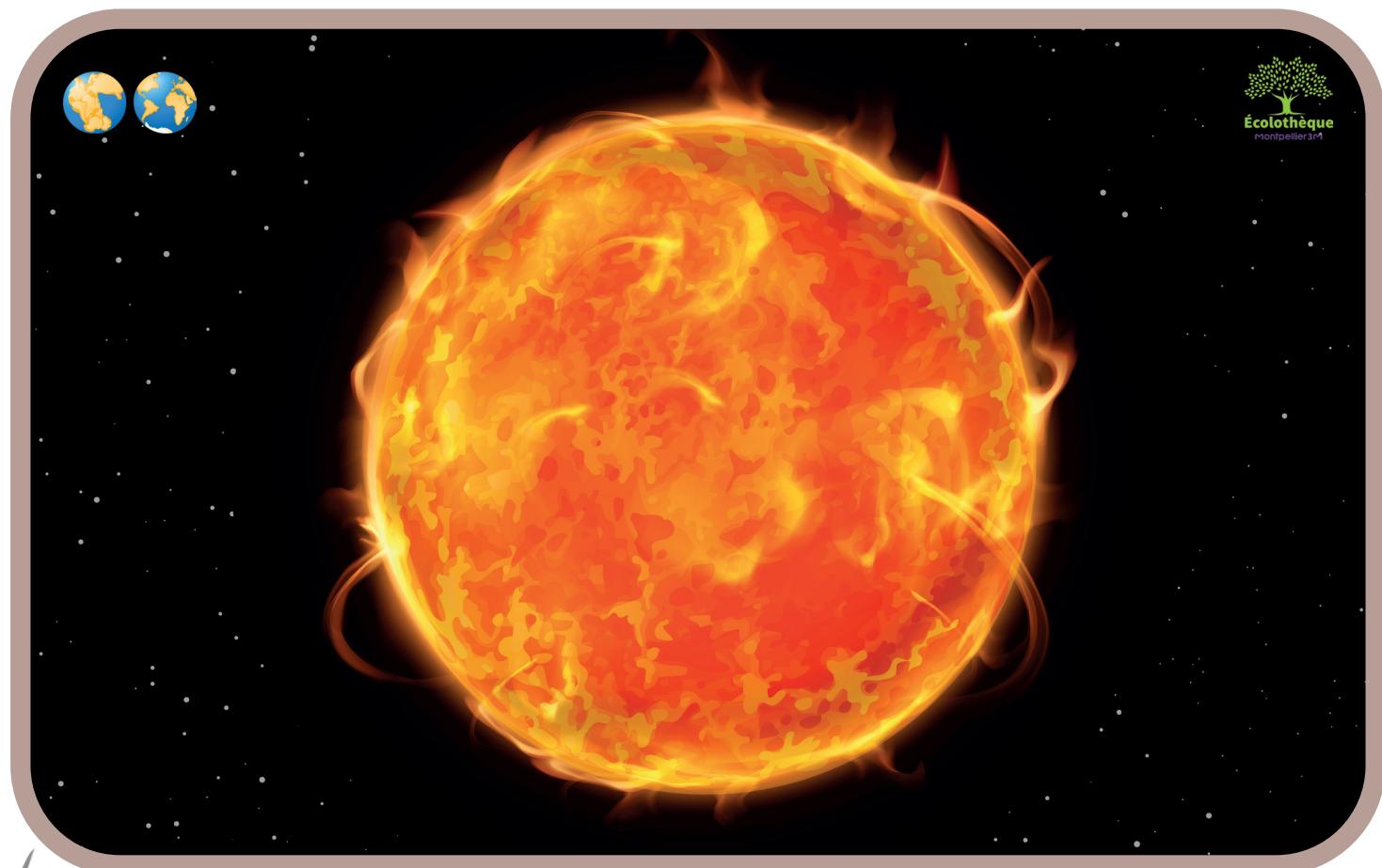


Ecolothèque
Montpellier 3M



Mémoires de la Terre

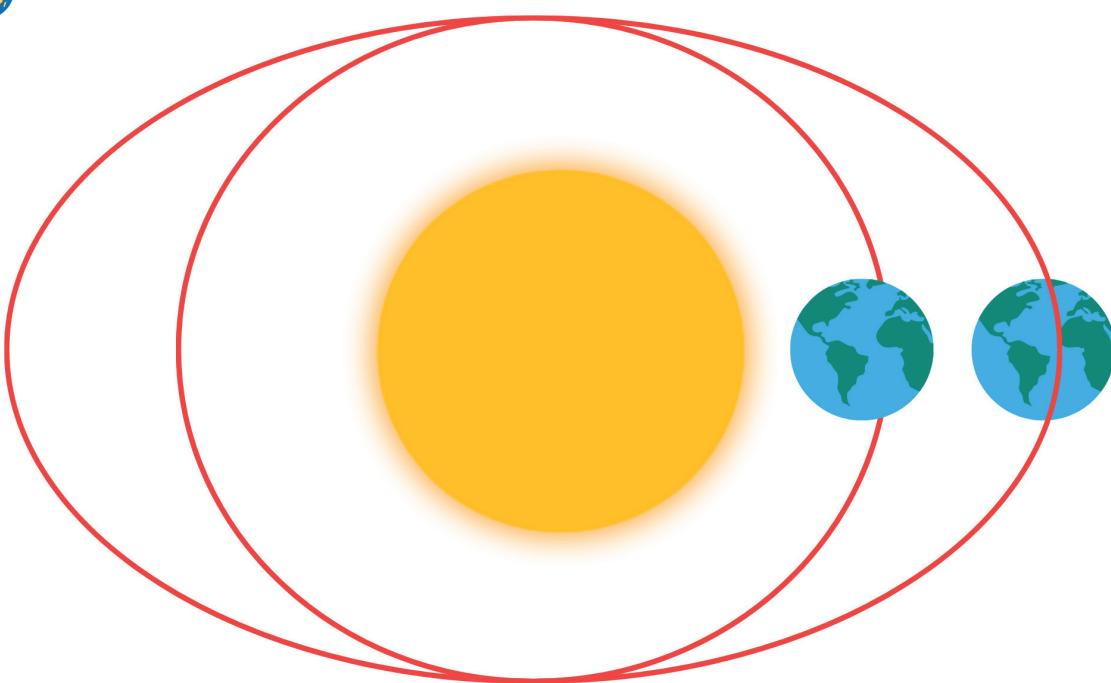
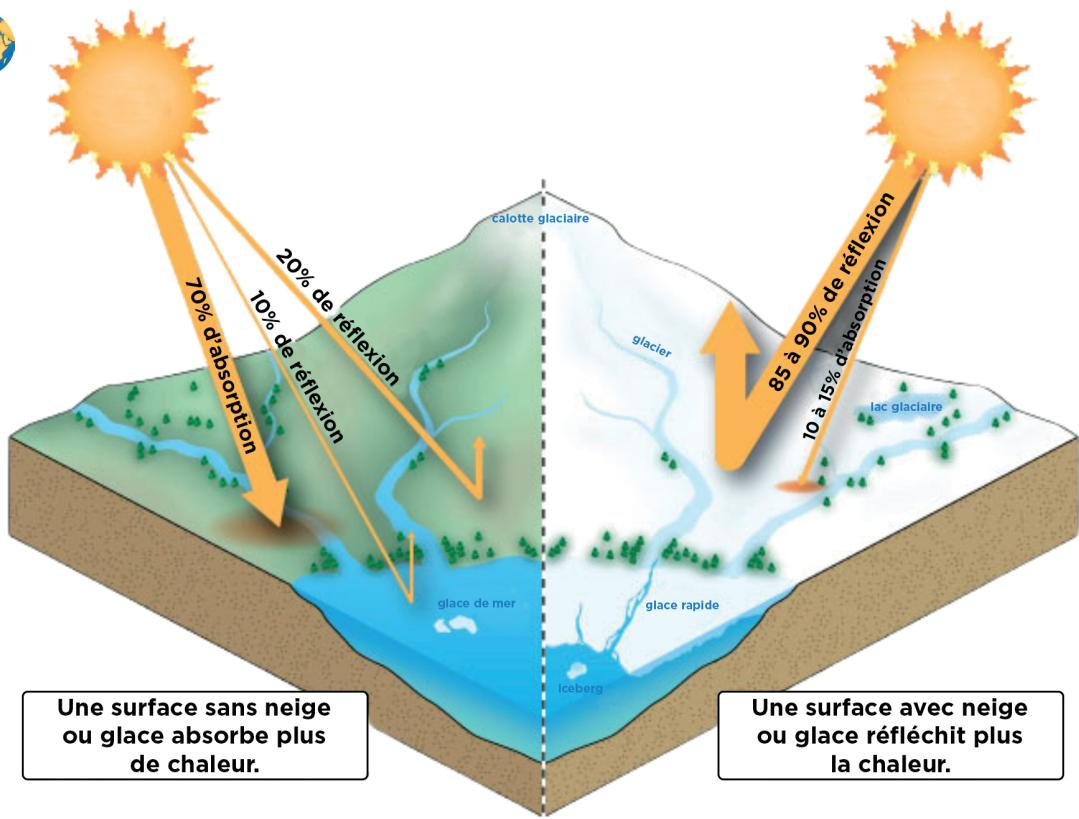
Des origines à nos jours





Mémoires de la Terre

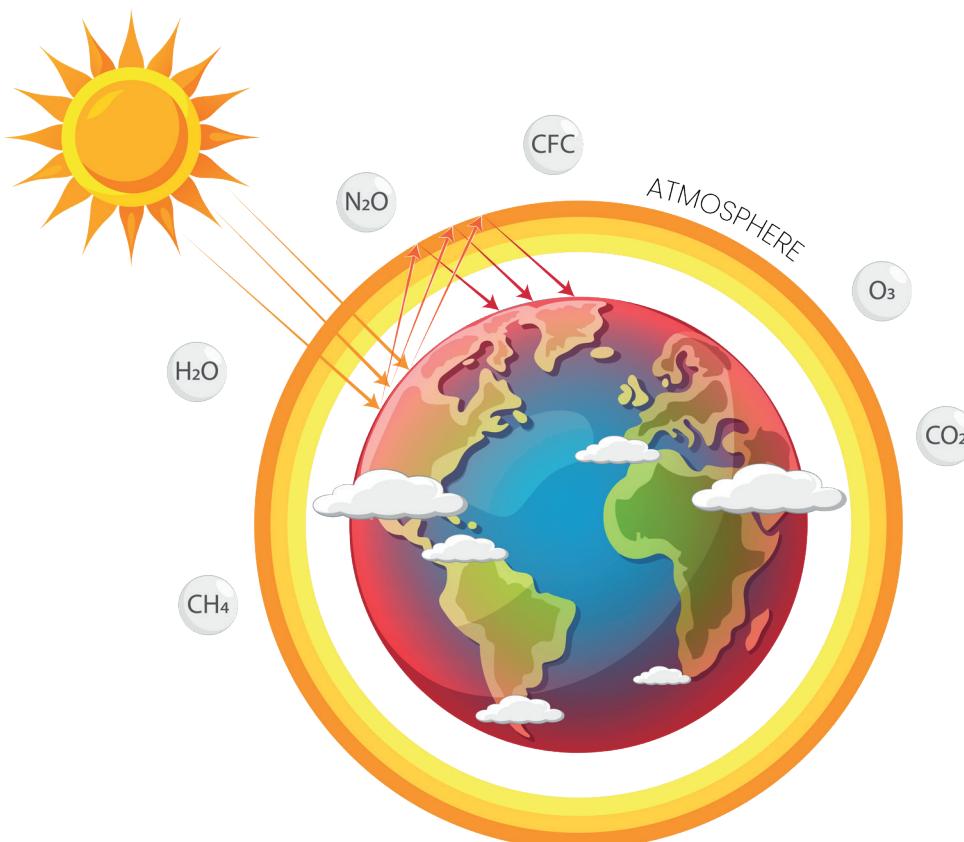
Des origines à nos jours





Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



QUIZZ

1. *Acanthostega* est un des premiers tétrapodes (animaux à 4 membres).

VRAI

FAUX

2. Au cours de sa longue histoire, la Terre a été le théâtre de nombreuses variations climatiques. Tous ces changements avaient pour cause la variation du taux de CO₂ dans l'atmosphère.

VRAI

FAUX

3. Pour quelle(s) raison(s) les dinosaures ont-ils disparu il y a 65 millions d'années ?

.....
.....

4. Si on ramène la vie de la Terre à une année, combien de mois séparent la première apparition de la vie (cyanobactérie) de la première forme de vie végétale (algue) ?

.....
.....

5. En page centrale, chaque case du calendrier représente approximativement 12 millions d'années. Il y a 45 millions d'années, l'Inde s'est séparée du continent africain et est venue percuter la plaque eurasienne. C'est de cette manière que la chaîne de l'Himalaya s'est formée. Retrouve à quelle date du calendrier cette formation correspond.

.....
.....

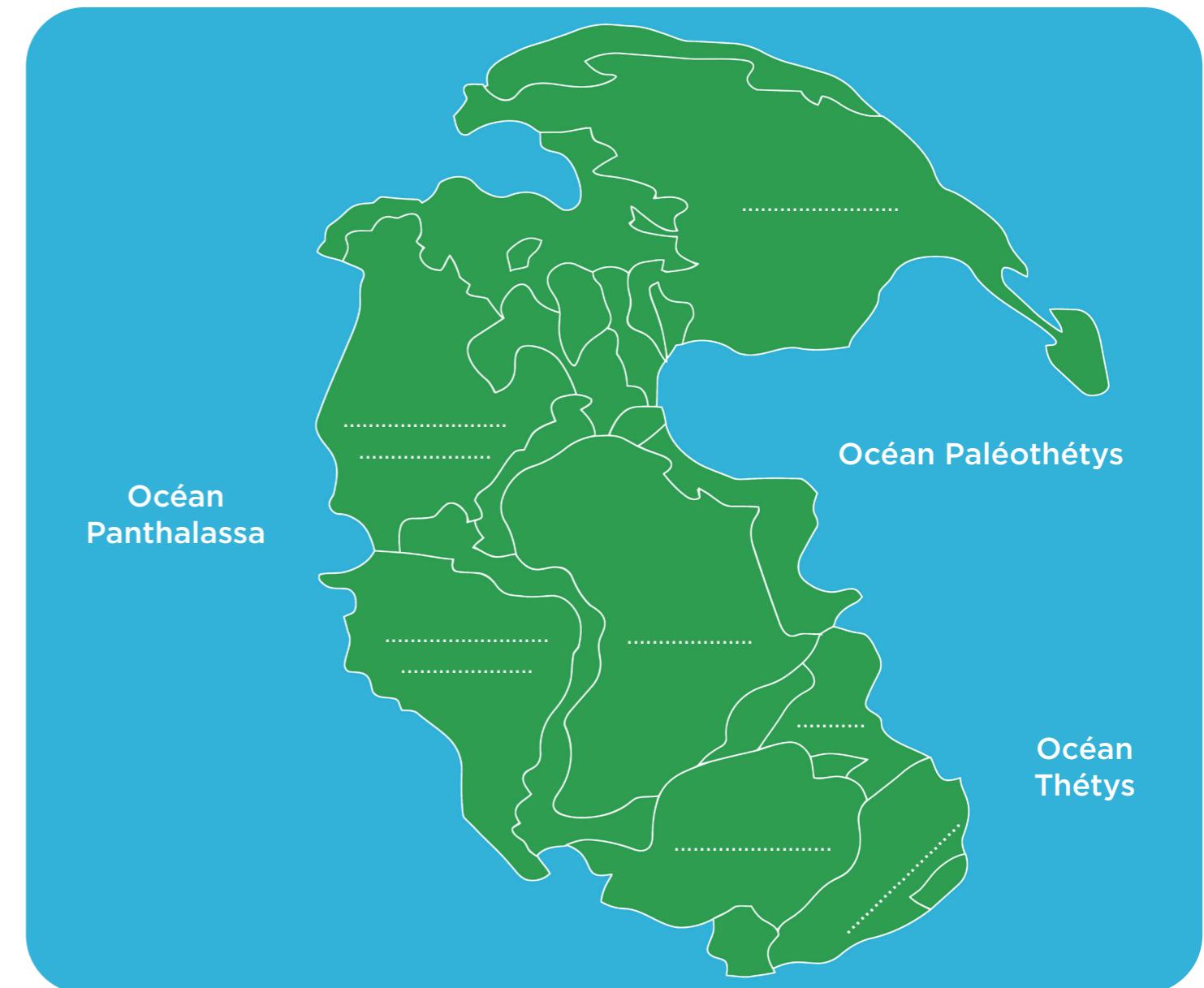
Livret d'accompagnement

Prénom :

Il y a 290 millions d'années, la Terre que nous connaissons aujourd'hui avait un tout autre visage. Il n'y avait qu'un seul grand continent, la Pangée.

Trouve et replace les noms des zones actuelles sur cette carte :

**AFRIQUE - AMÉRIQUE du NORD - AMÉRIQUE du SUD - ANTARCTIQUE -
EURASIE - INDE - OCÉANIE**





Si on rapporte la durée de vie de la Terre (4,5 milliards d'années) au calendrier d'une année, le 1^{er} janvier à 0h00 correspond à la naissance de la Terre (A) et le 31 décembre à 23h 59min 59s correspond à aujourd'hui.

Dans ces conditions, pour chaque événement, retrouve le numéro de légende qui lui correspond :

- A Naissance de la Terre
- 1^{er} dinosaure
- 1^{er} hominidé (Toumaï)
- Océans primitifs

- Pangée (un seul grand continent)
- 1^{er} mammifère
- Cyanobactéries (1^{ère} vie)
- Disparition des dinosaures

- Homo sapiens
- 1^{er} végétal (algues)
- 1^{er} animal
- Acanthostega 

Janvier	A	1	2	3	4	5	6	7	B	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Février		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28								
Mars		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	C	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Avril		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
Mai		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
Juin		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
Juillet		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
Août		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
Septembre		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	D	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
Octobre		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
Novembre		1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
Décembre		1	F	2	3	4	5	G	6	7	8	9	H	10	11	12	13	14	15	16	17	I	18	19	20	21	22	23	24	25	J	26	27	28	29	30	K L

QUIZZ

1. *Acanthostega* est un des premiers tétrapodes (animaux à 4 membres).

VRAI

FAUX

2. Au cours de sa longue histoire, la Terre a été le théâtre de nombreuses variations climatiques. Tous ces changements avaient pour cause la variation du taux de CO₂ dans l'atmosphère.

VRAI

FAUX

3. Pour quelle(s) raison(s) les dinosaures ont-ils disparu il y a 65 millions d'années ?

À cause d'une grosse météorite qui s'est écrasée sur la Terre et qui a engendré un nuage de poussière, des températures extrêmes, des séismes, des éruptions volcaniques, des tsunamis. Les aérosols présents dans l'atmosphère ont bloqué une grande partie de la lumière faisant baisser les températures et mourir la majeure partie des plantes.

4. Si on ramène la vie de la Terre à une année, combien de mois séparent la première apparition de la vie (cyanobactérie) de la première forme de vie végétale (algue) ?

6 mois

5. En page centrale, chaque case du calendrier représente approximativement 12 millions d'années. Il y a 45 millions d'années, l'Inde s'est séparée du continent africain et est venue percuter la plaque eurasienne. C'est de cette manière que la chaîne de l'Himalaya s'est formée. Retrouve à quelle date du calendrier cette formation correspond.

le 28 décembre

Livret d'accompagnement

Prénom :

Il y a 290 millions d'années, la Terre que nous connaissons aujourd'hui avait un tout autre visage. Il n'y avait qu'un seul grand continent, la Pangée.

Trouve et replace les noms des zones actuelles sur cette carte :

AFRIQUE - AMÉRIQUE du NORD - AMÉRIQUE du SUD - ANTARCTIQUE -
EURASIE - INDE - OCÉANIE



Si on rapporte la durée de vie de la Terre (4,5 milliards d'années) au calendrier d'une année, le 1^{er} janvier à 0h00 correspond à la naissance de la Terre (A) et le 31 décembre à 23h 59min 59s correspond à aujourd'hui.

Dans ces conditions, pour chaque événement, retrouve le numéro de légende qui lui correspond :

A Naissance de la Terre

H 1^{er} dinosaure

K 1^{er} hominidé (Toumaï)

B Océans primitifs

G Pangée (un seul grand continent)

I 1^{er} mammifère

C Cyanobactéries (1^{ère} vie)

J Disparition des dinosaures

L *Homo sapiens*

D 1^{er} végétal (algues)

E 1^{er} animal

F *Acanthostega* 

Janvier	A	1	2	3	4	5	6	7	B	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
Février		1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28								
Mars		1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	C	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Avril		1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
Mai		1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
Juin		1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
Juillet		1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
Août		1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
Septembre		1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	D	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
Octobre		1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
Novembre		1	2	3	4	5	6	7		8	9	E	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
Décembre		1	F	2	3	4	5	G	6	7	8	9	H	10	11	12	13	14	15	16	17	I	18	19	20	21	22	23	24	25	J	26	27	28	29	30	K L	31



Mémoires de la Terre

Des origines à nos jours



Conception pédagogique : Laura DERRIEU - Sylvain LEITE - Tressy BOULIER - Celine SCHMIDT - Patrice REYNARD - Alexandre NICOLAS / [Académie de Montpellier](#)

Conception graphique : Alexandre NICOLAS / [Académie de Montpellier](#)

Édition : [Écolothèque de Montpellier Méditerranée Métropole](#)

Version 1 : juin 2025

Crédits iconographiques

Logo Terres : © Designua / Shutterstock.com

Photo pylônes : © Alexandre NICOLAS

Épinglette : Vecteezy.com / <https://fr.vecteezy.com>

Paire de ciseaux : © nice17 / Shutterstock.com

Photos aériennes : © Google Maps

Puzzle Pangée : [Florida Museum](#) (domaine public)

Tampon solution : © ducu59us / Shutterstock.com

Crânes hommes préhistoriques : © Puwadol Jaturawutthichai / Shutterstock.com

Silhouette homme et femme : © AnyaPL / Shutterstock.com

Photo Néandertal : © Esin Deniz / Shutterstock.com

Lucy : © Svet foto / Shutterstock.com

Crâne Toumaï : © Svet foto / Shutterstock.com

Scène disparition des dinosaures : © Denis---S / Shutterstock.com

Acanthostega : © [Nobu Tamura](#)

Eoraptor : © [Nobu Tamura](#)

Juramaïa : © [Nobu Tamura](#)

Pangée : © magr80 / Shutterstock.com

Strudiella devonica : © TimeLineArtist / Shutterstock.com

Faune cambrienne : © Dotted Yeti / Shutterstock.com

Faune d'Édiacara : © Dotted Yeti / Shutterstock.com

Algues rouges : © Ekky Ilham / Shutterstock.com

Stromatolithes : © pst.rtw / Shutterstock.com

Terre premiers océans : © [Pablo Carlos Budassi](#)

Formation de la Terre : © Rafa Fernandez / Shutterstock.com

Trilobite fossile : © Global Lighting / Shutterstock.com

Graptolite : © Yes058 Montree Nanta / Shutterstock.com

Coquillage fossile : © [Wilson44691](#)

Dunkleosteus : © 3dMediSphere / Shutterstock.com

Trilobite : © Catmando / Shutterstock.com

Phytosauria : © [Nobu Tamura](#)

Dinosaures et ptérosaures : © [Durbed](#)

Graphe moyenne températures 485 derniers millions d'années : © [Science.com](#)

Graphe périodes glaciaires sur 800 000 ans : © [SVT au lycée](#)

Graphe anomalies de températures : © [Figure RID1](#) : GIEC, 2021 : Résumé à l'intention des décideurs. In: Changement climatique 2021: les bases scientifiques physiques. Contribution du Groupe de travail I au sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [publié sous la direction de Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, et B. Zhou]. Cambridge University Press

Volcan : © Katakari / Shutterstock.com

Dérive des continents : © Zaporizhzhia vector / Shutterstock.com

Chute de météorite : © Overearth / Shutterstock.com

Activité solaire : © Stocklekkies / Shutterstock.com

Montagne avec glacier : © aurigae / Shutterstock.com

Schéma albédo : Source inconnue, retouchée par Alexandre NICOLAS

Schéma changement de l'orbite terrestre : © Celine SCHMIDT

Schéma gaz à effet de serre : © Papia Majumder / Shutterstock.com

Calendrier : © OLANIA / Shutterstock.com