

Chapitre BG3. Climat et variabilité climatique

Partie du programme traitée : BG-C-3. Climat et variabilité climatique (totalité)

I. Variabilité météorologique

1. La mousson
2. Variations temporelles de la mousson

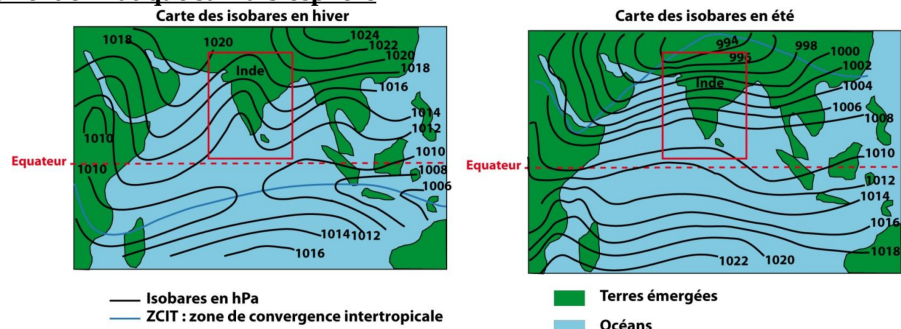
II. Variabilité climatique

1. Reconstituer les climats du passé
 - a) Reconstituer un paléoenvironnement
 - b) Reconstituer la paléozonéographie
 - c) Les grandes lignes des paléoclimats
2. Les causes naturelles des évolutions climatiques
 - a) Prérequis : l'effet de serre
 - b) Paramètres orbitaux et climat
 - c) Tectonique et climat
 - d) Etres vivants et climat
3. Rétroactions climatiques

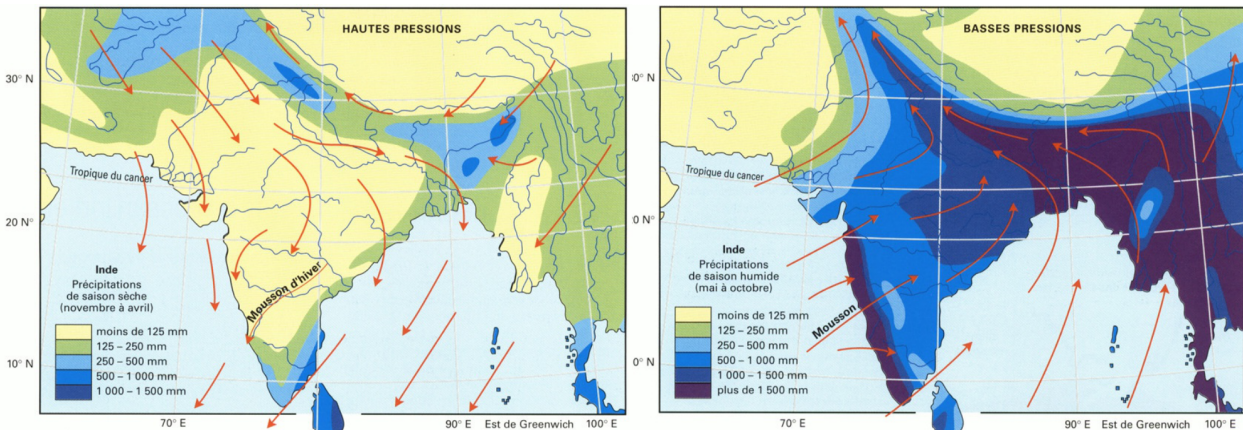
III. Climat et humain

1. Le changement climatique actuel
2. Impact du changement climatique sur la biosphère

Document 1: Isobares et position de la zone de convergence intertropicale (ZCIT) en océan indien en hiver boréal et en été boréal.



1

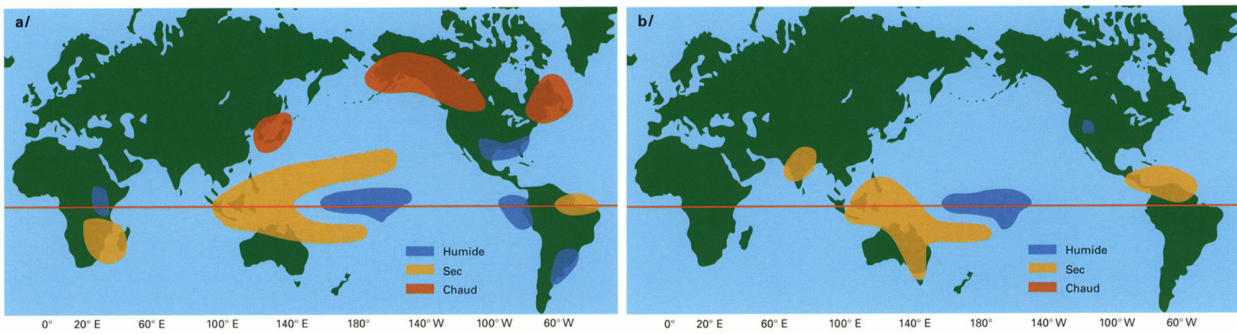


Document 2 . Précipitations pendant les 6 mois d'hiver boréal (gauche) ou les 6 mois d'hiver austral (= été boréal, droite) dans le sous-continent indien.

2

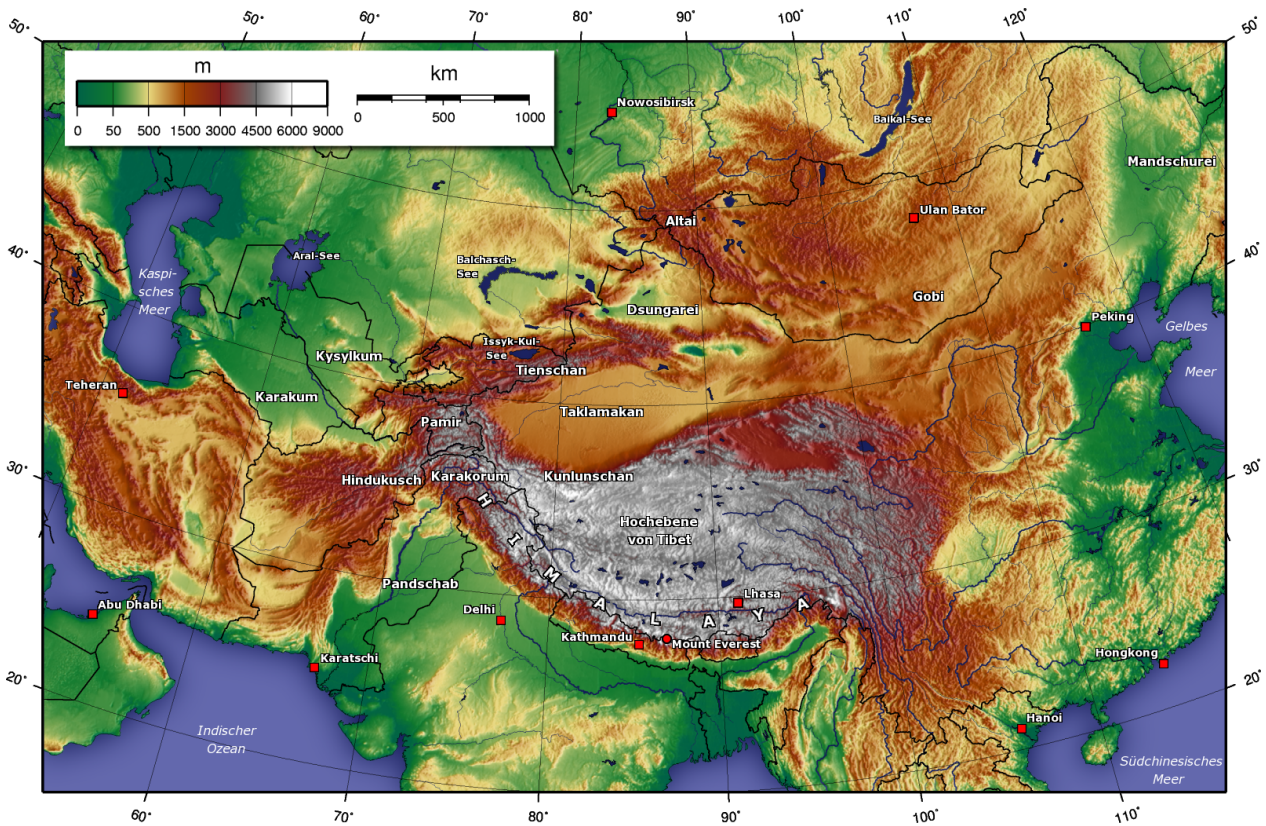
1 « SVT - épreuve sur support de documents - Service des Concours Agronomiques et Vétérinaires », consulté le 11 mars 2025, <https://www.concours-agro-veto.net/spip.php?rubrique264>.

2 Jacques Merle, « Chapitre 5. L'interaction des océans tropicaux avec l'atmosphère : El Niño/La Niña », in *Océan et climat*, Référence (Marseille: IRD Éditions, 2006), 99-129, <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.25562>.



Document 3. Corrélations entre épisode El Niño et anomalies de pluviométrie et/ou de température dans le monde. Gauche : hiver boréal (été austral) ; droite : hiver austral (été boréal).

3



Document 4. Topographie de l'Asie centrale (dont le Nord du sous-continent indien).

4

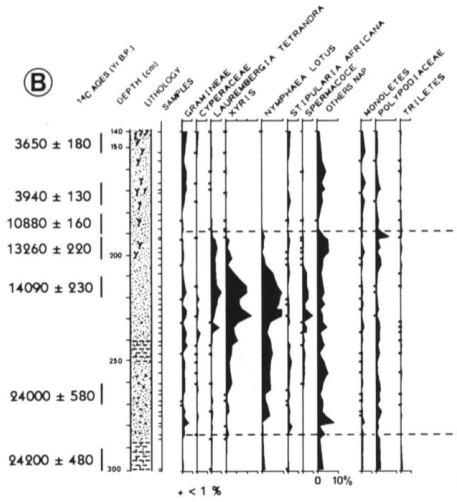
$$\delta^{18}O = \frac{\frac{(^{18}O)}{(^{16}O)}_{ech} - \frac{(^{18}O)}{(^{16}O)}_{SMOW}}{\frac{(^{18}O)}{(^{16}O)}_{SMOW}} \times 1000 \quad \delta^{18}O = \frac{\frac{(^{18}O)}{(^{16}O)}_{ech} - \frac{(^{18}O)}{(^{16}O)}_{PDB}}{\frac{(^{18}O)}{(^{16}O)}_{PDB}} \times 1000 \quad \delta^{13}C = \frac{\frac{(^{13}C)}{(^{12}C)}_{ech} - \frac{(^{13}C)}{(^{12}C)}_{PDB}}{\frac{(^{13}C)}{(^{12}C)}_{PDB}} \times 1000$$

Document 5: Le $\delta^{18}O$ et le $\delta^{13}C$: définition. Pour le $\delta^{18}O$, on donne les deux formules correspondant aux mesures dans des échantillons d'eau (liquide ou glace), avec le SMOW (Standard Mean Ocean Water) comme référence, ou dans des échantillons de fossiles carbonatés, avec les Pee Dee Belemnites comme référence.

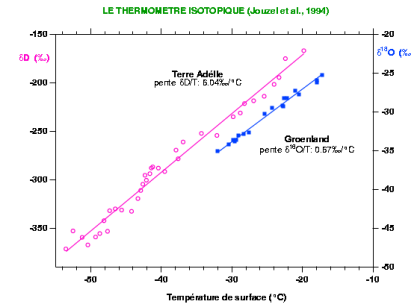
3 Jacques Merle, « Chapitre 5. L'interaction des océans tropicaux avec l'atmosphère : El Niño/La Niña », in *Océan et climat*, Référence (Marseille: IRD Éditions, 2006), 99-129, <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.25562>.

4 « Wikimedia Commons », consulté le 29 août 2024, <https://commons.wikimedia.org/wiki/Accueil>.

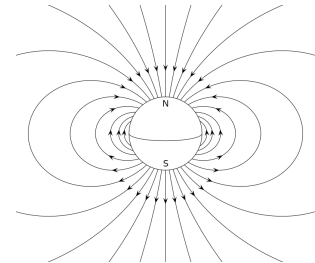




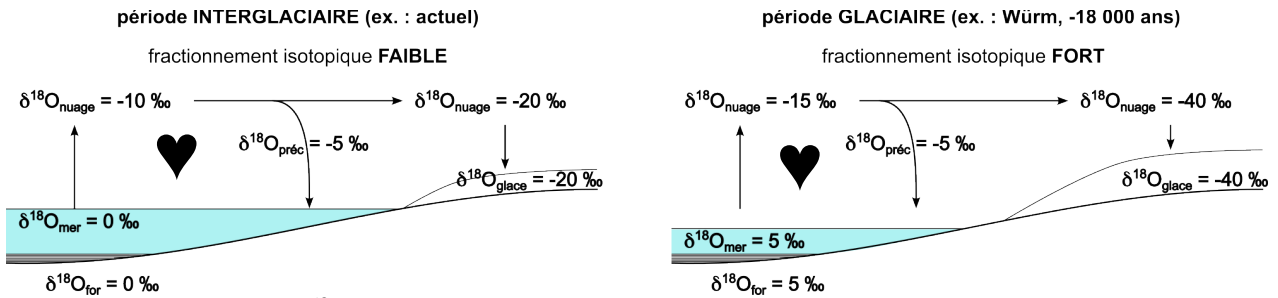
Document 6: Un diagramme pollinique établi sur le plateau du Batéké au Congo.
Graminées : Poacées ; Cypéracées : juncs ; Nymphaea : nénufars.



Document 7: Calibrage d'un thermomètre isotopique pour le $\delta^{18}\text{O}$ et le δD (ou $\delta^2\text{H}$).

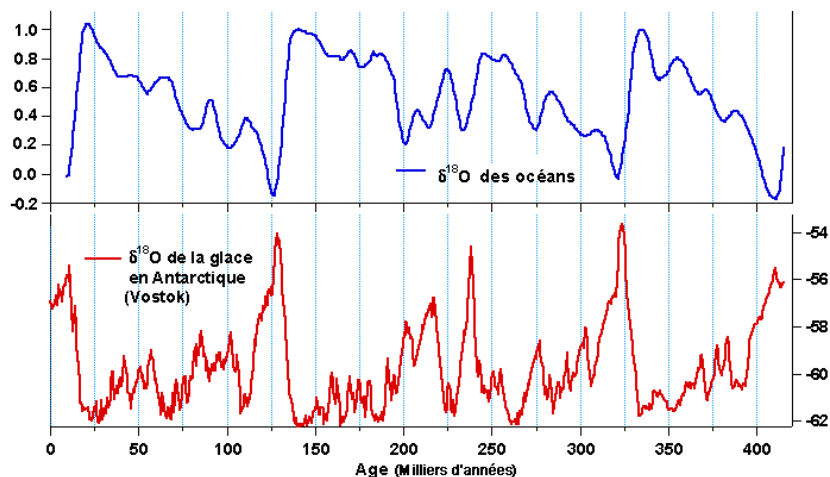


Document 8: Les lignes de champ magnétique et la détermination de la position des continents au cours du temps.



Document 9. Variations du $\delta^{18}\text{O}$ et variations glacio-eustatiques. Voir cours pour les détails. Légende : for = foraminifères benthiques ; préc = précipitations.

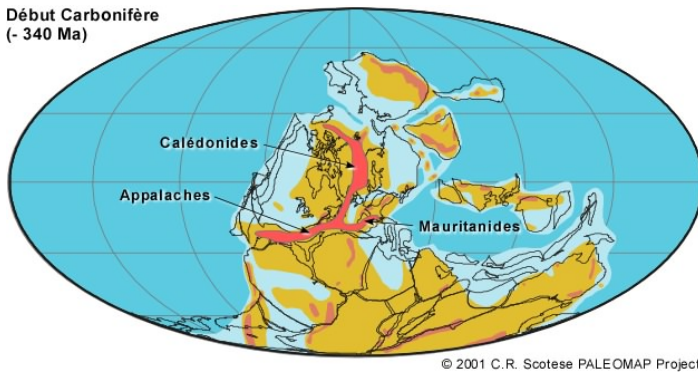
Document 10. Corrélation entre le $\delta^{18}\text{O}$ des océans (déduit du $\delta^{18}\text{O}$ des foraminifères benthiques) et le $\delta^{18}\text{O}$ des glaces de l'antarctique (connu par les carottes de glace).



- 5 H. Elenga, D. Schwartz, et A. Vincens, « Pollen evidence of late Quaternary vegetation and inferred climate changes in Congo », *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Pollen and Climate*, 109, n° 2 (1 juin 1994): 345-56, [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(94\)90184-8](https://doi.org/10.1016/0031-0182(94)90184-8).
- 6 « Ressources scientifiques pour l'enseignement des sciences de la Terre — Planet-Terre », consulté le 10 septembre 2024, <https://planet-terre.ens-lyon.fr/>.
- 7 « Wikimedia Commons ».
- 8 Joseph Démaret-Nicolas, « Joseph Nicolas – SVT – BCPST2 – Lycée Chaptal - Paris », consulté le 29 septembre 2024, <http://josephniclassvt.fr/>.
- 9 « Ressources scientifiques pour l'enseignement des sciences de la Terre — Planet-Terre ».



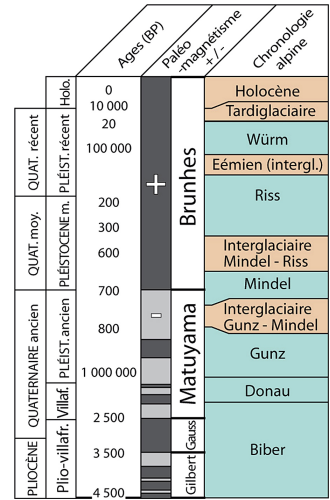
Début Carbonifère (- 340 Ma)



© 2001 C.R. Scotese PALEOMAP Project

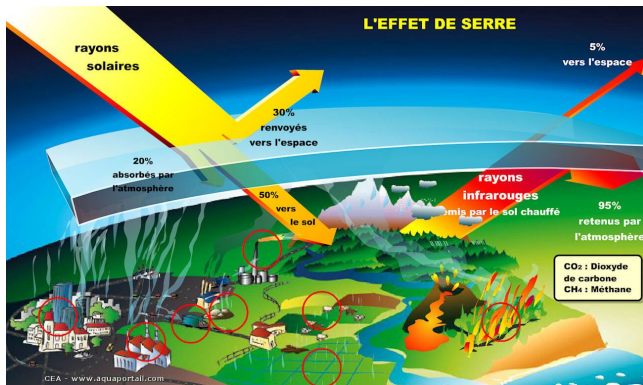
Document 11: Paléogéographie de la Pangée au début du carbonifère.

Document 12. Chronologie des principaux événements glaciaires du quaternaire. Noter les 4 glaciation récentes (Günz, Mindel, Riss, Würm)

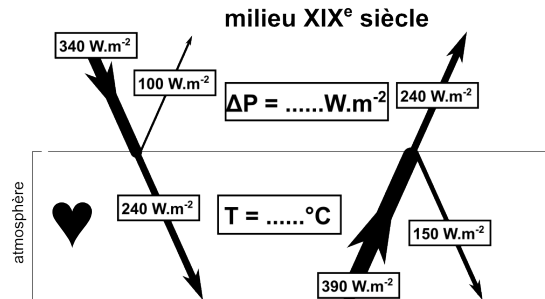


10

11



Document 13: Un (très) mauvais schéma de l'effet de serre... la version la plus courante rencontrée sur le net.

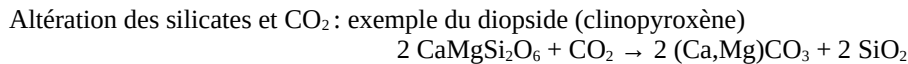


Document 14. Un (bien) meilleur schéma de l'effet de serre. Calculez la température théorique T (à partir de la loi de Stefan-Boltzman) et le bilan radiatif (ΔP) de la terre. Production 12 personnelle.

13

$P = \sigma T^4$ avec P la puissance surfacique émise, σ la constante de Stefan-Boltzman et T la température.
 $\sigma = 5,67.10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$.

Document 15: La loi de Stefan-Boltzman, qui décrit la puissance émise par un corps noir en fonction de sa température.



Document 16: Altération et CO_2

10 Christopher Scotese, « Paleomap project », consulté le 16 septembre 2024, <http://www.scotese.com/>.

11 « LE QUATERNAIRE DANS LES ALPES », *glaciers-climat.com* (blog), consulté le 11 mars 2025, <https://www.glaciers-climat.com/cg/le-quatenaire-dans-les-alpes/>.

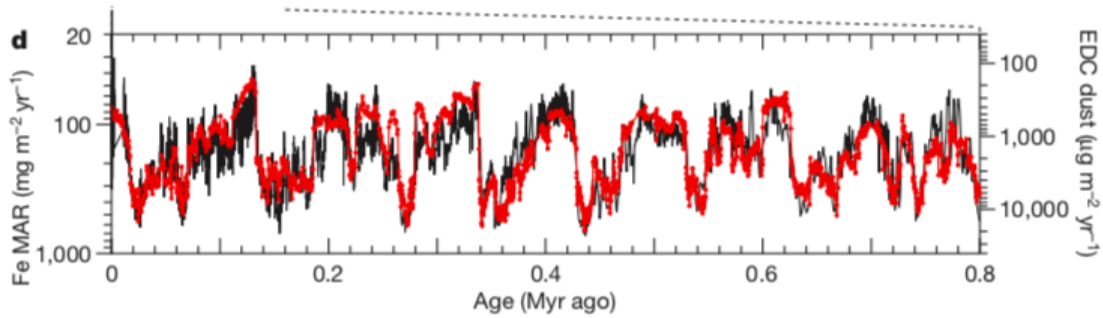
12 « AquaPortail : aquariophilie et biologie », AquaPortail, consulté le 16 septembre 2024, <https://www.aquaportail.com/>.

13 Démaret-Nicolas, « Joseph Nicolas – SVT – BCPST2 – Lycée Chaptal - Paris ».



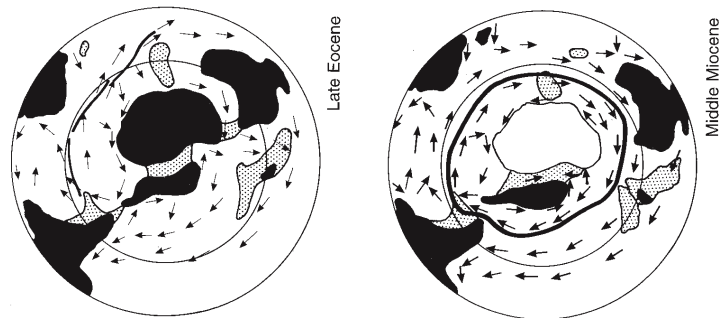
gaz	vapeur d'eau	dioxyde de carbone (CO ₂)	méthane (CH ₄)	protoxyde d'azote (N ₂ O)
♥				
potentiel de réchauffement global	NC	1	28	273
abondance	variable	0,042 %	1,78 ppm	0,33 ppm

Document 17: Les principaux gaz à effet de serre naturels, leur potentiel de réchauffement global et leur abondance dans l'atmosphère actuelle.



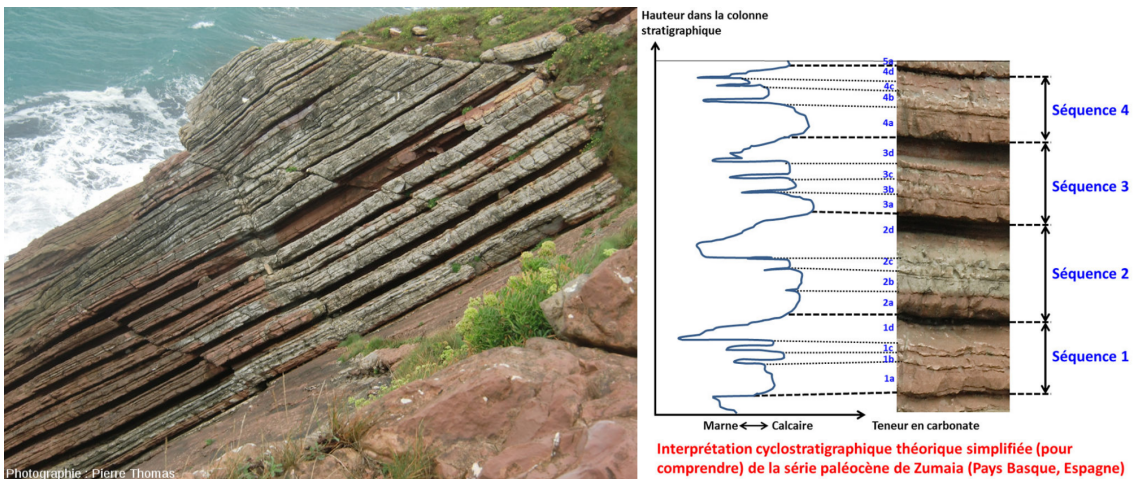
Document 18: Evolution de la concentration en poussières éoliennes (EDC dust, courbe noire) et d'oxyde de fer (Fe MAR, courbe rouge) dans des sédiments marins. Prélèvement effectué sur une carotte dans le sud du Pacifique.

Document 19: Ouverture des détroits de Drake (Amérique du Sud/Antarctique) et de Tasmanie (Australie/Antarctique) à l'éocène supérieur, et mise en place de la circulation circumpolaire.



14

15



Document 20: Alternances marno-calcaires dans le paléocène de Zumaia (pays Basque espagnol). Gauche : vue d'ensemble. Droite : détail des séquences identifiables et détermination d'une cyclicité.

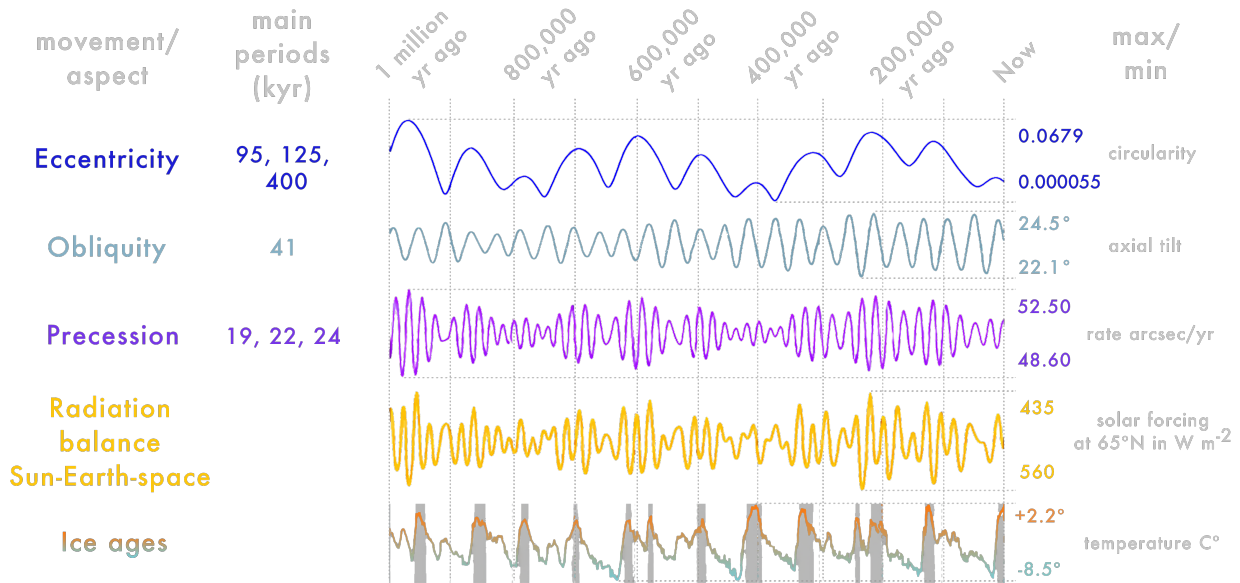
16

14 « Southern Ocean dust–climate coupling over the past four million years | Nature », consulté le 16 septembre 2024, <https://www.nature.com/articles/nature10310>.

15 Alistair Crame, « Una perspectiva evolutiva de las conexiones entre las faunas marinas de la parte más austral de América del Sur y de la Antártida », *Scientia Marina* 63 (30 décembre 1999), <https://doi.org/10.3989/scimar.1999.63s11>.

16 « Ressources scientifiques pour l'enseignement des sciences de la Terre — Planet-Terre ».

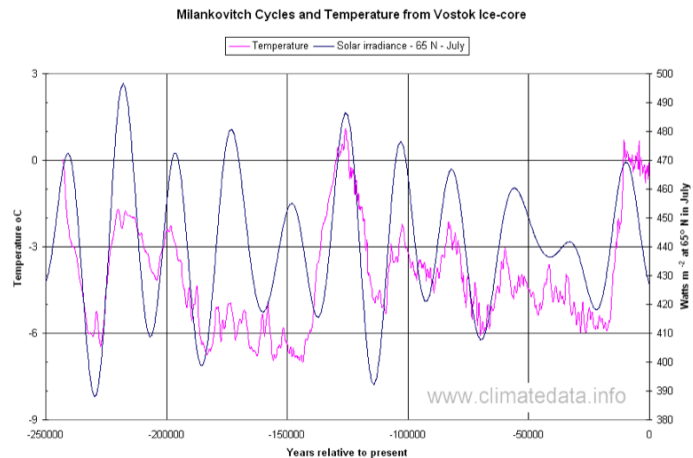




Document 21. Les cycles de Milanković. Haut : les trois paramètres orbitaux cycliques (l'excentricité, l'obliquité et la précession), avec les périodes associées (kyr = kiloyear = millier d'années). Radiation balance : calcul de l'irradiance solaire à 65°N en juillet, par combinaison des variations des trois paramètres orbitaux. Ice ages : variation de la température mondiale.

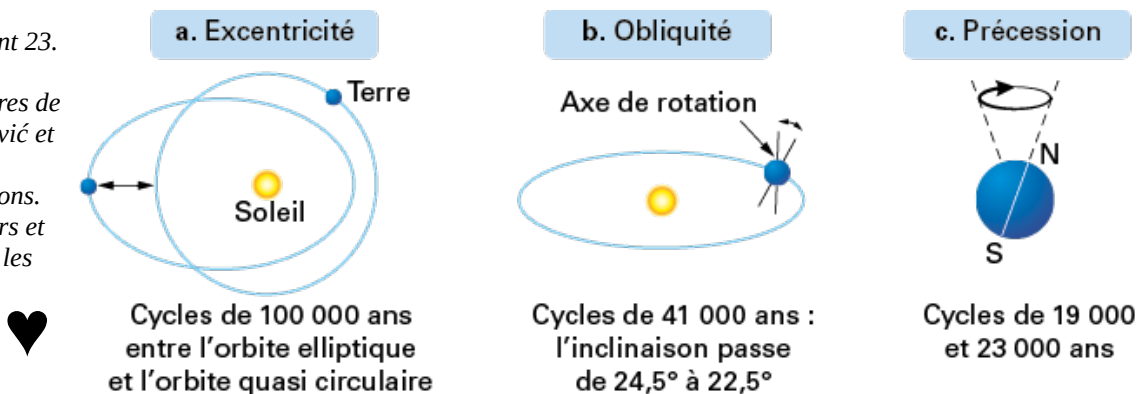
17

Document 22. Evolution de la température moyenne mondiale depuis 250 000 ans (en °C, connue par l'évolution du $\delta^{18}O$ des glaces de l'Antarctique et du Groenland) et de l'irradiance solaire moyenne de juillet à 65°N (énergie reçue par unité de surface, en $W.m^{-2}$). NB : il s'agit d'un zoom et d'une superposition des deux graphes inférieurs du doc 21.



18

Document 23. Les trois paramètres de Milanković et leurs fluctuations. Voir cours et TP pour les détails.



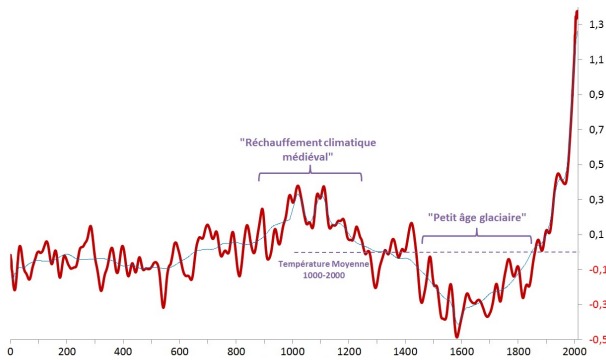
19

17 « Wikimedia Commons ».

18 « Climate Change Information and Data », Climate Data Information, consulté le 16 septembre 2024, <http://www.climatedata.info/index.html>.

19 « Les variations climatiques du Quaternaire », digiSchool, consulté le 11 mars 2025, <https://www.digischool.fr/cours/les-variations-climatiques-du-quaternaire>.





Document 24: Evolution de la température mondiale des 2000 dernières années.

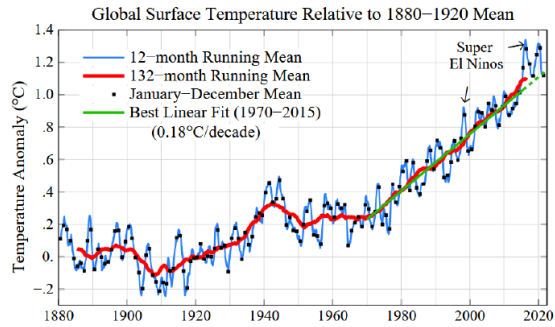
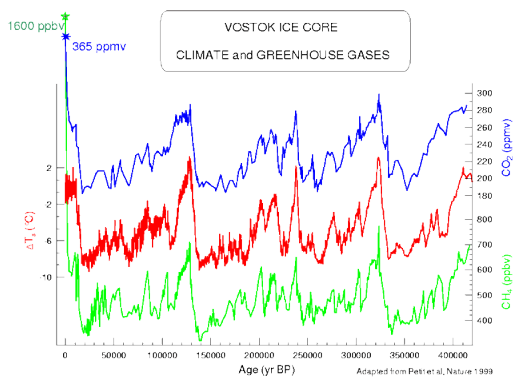
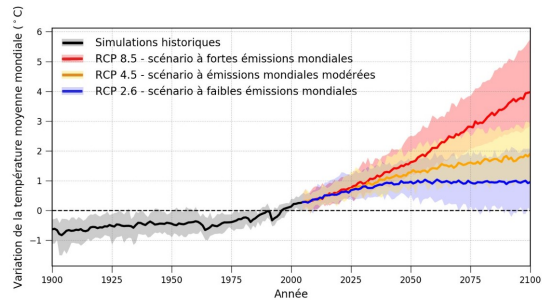


Fig. 1. Global surface temperature relative to 1880-1920 average.

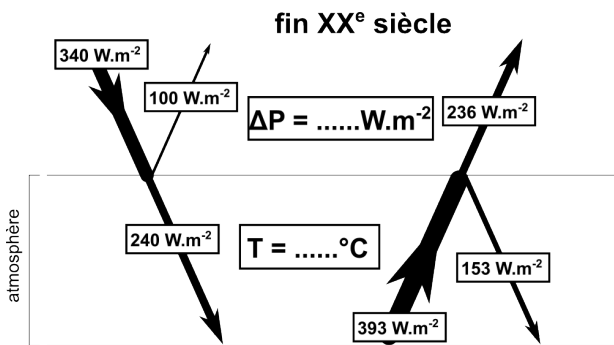
Document 25: Evolution de la température mondiale des 140 dernières années.



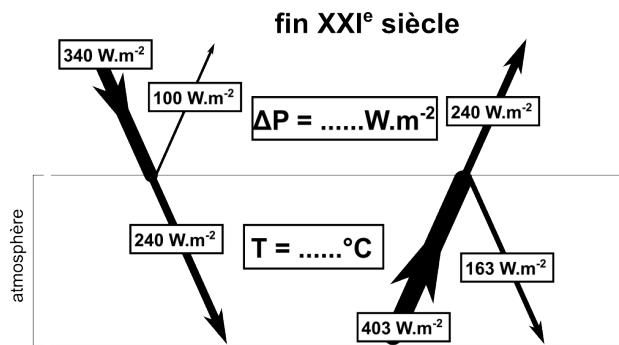
Document 26: Corrélation entre taux de CO₂, de méthane, et température globale (déduite du δ¹⁸O).



Document 27: Evolution de la température mondiale (par rapport aux niveaux préindustriels) de 1900 à 2010, et projections jusqu'à 2100, avec marges d'erreur, sous différents scénarios. RCP (Representative Concentration Pathway) : divers scénarios d'évolution du forçage radiatif dû à l'augmentation anthropique de l'effet de serre.



Document 28. Bilan radiatif et température à la fin du XX^e siècle. A comparer aux données du document 14.

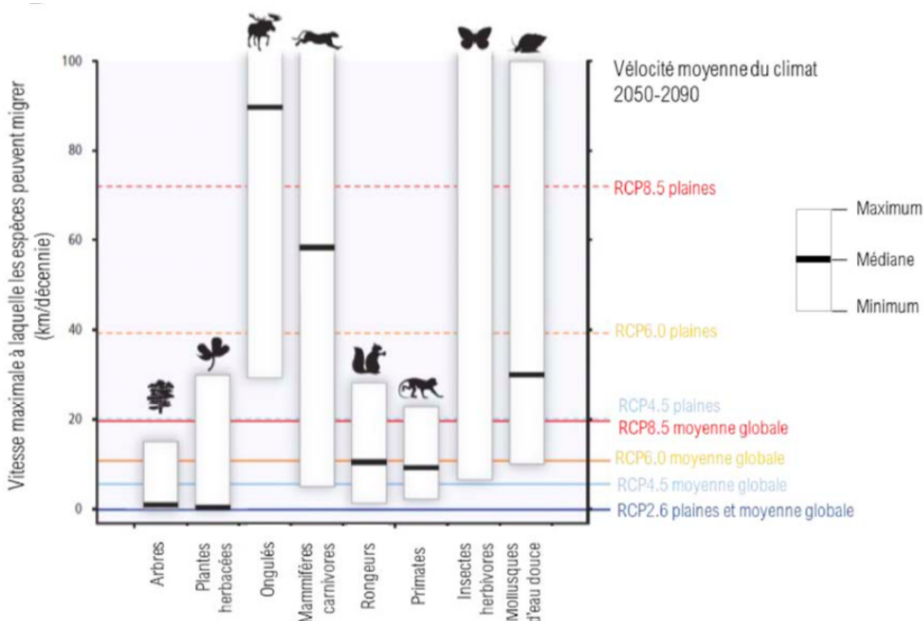


Document 29. Bilan radiatif et température à la fin du XXI^e siècle. A comparer aux données du document 14.

20 « Climat : Historique long et analyse du réchauffement climatique », Les-Crises.fr, 19 avril 2013, <https://www.les-criSES.fr/climat-8-analyse-rechauffement/>.
 21 « Température mondiale : mise à jour du bilan 2019 », global-climat (blog), 15 janvier 2020, <https://global-climat.com/2020/01/16/temperature-mondiale-mise-a-jour-du-bilan-2019/>.
 22 « Wikimedia Commons ».
 23 Environnement et Changement climatique Canada, « Scénarios et modèles climatiques », 26 septembre 2018, <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/centre-canadien-services-climatiques/essentiels/scenarios-modeles.html>.
 24 Démaret-Nicolas, « Joseph Nicolas – SVT – BCPST2 – Lycée Chaptal - Paris ».
 25 Démaret-Nicolas, « Joseph Nicolas – SVT – BCPST2 – Lycée Chaptal - Paris ».



Document 30:
L'adaptation des écosystèmes au changement climatique.
 Les barres donnent pour chaque groupe d'espèces la vitesse de migration potentielle à l'échelle des populations. Les lignes horizontales donnent la vitesse du climat, c'est-à-dire la vitesse à laquelle les zones climatiques se déplacent (au premier ordre, et dans l'hémisphère Nord, vers le Nord). La vitesse est distinguée selon les différents scénarios de forçage radiatif définis par le GIEC.



26

Bibliographie :

- AquaPortail. « AquaPortail : aquariophilie et biologie ». Consulté le 16 septembre 2024. <https://www.aquaportail.com/>.
- Canada, Environnement et Changement climatique. « Scénarios et modèles climatiques », 26 septembre 2018. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/centre-canadien-services-climatiques/essentiels/scenarios-modeles.html>.
- Climate Data Information. « Climate Change Information and Data ». Consulté le 16 septembre 2024. <http://www.climatedata.info/index.html>.
- Crame, Alistair. « Una perspectiva evolutiva de las conexiones entre las faunas marinas de la parte más austral de América del Sur y de la Antártida ». *Scientia Marina* 63 (30 décembre 1999). <https://doi.org/10.3989/scimar.1999.63s11>.
- Démaret-Nicolas, Joseph. « Joseph Nicolas – SVT – BCPST2 – Lycée Chaptal - Paris ». Consulté le 29 septembre 2024. <http://josephnicolassvt.fr/>.
- « Des solutions fondées sur la nature pour s'adapter au changement climatique. Rapport au Premier ministre et au Parlement », s. d. digiSchool. « Les variations climatiques du Quaternaire ». Consulté le 11 mars 2025. <https://www.digischool.fr/cours/les-variations-climatiques-du-quaternaire>.
- Elenga, H., D. Schwartz, et A. Vincens. « Pollen evidence of late Quaternary vegetation and inferred climate changes in Congo ». *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Pollen and Climate*, 109, n° 2 (1 juin 1994): 345-56. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(94\)90184-8](https://doi.org/10.1016/0031-0182(94)90184-8).
- glaciers-climat.com. « LE QUATERNAIRE DANS LES ALPES ». Consulté le 11 mars 2025. <https://www.glaciers-climat.com/cg/le-quaternaire-dans-les-alpes/>.
- global-climat. « Température mondiale : mise à jour du bilan 2019 », 15 janvier 2020. <https://global-climat.com/2020/01/16/temperature-mondiale-mise-a-jour-du-bilan-2019/>.
- Les-Crises.fr. « Climat : Historique long et analyse du réchauffement climatique », 19 avril 2013. <https://www.les-crises.fr/climat-8-analyse-rechauffement/>.
- Merle, Jacques. « Chapitre 5. L'interaction des océans tropicaux avec l'atmosphère : El Niño/La Niña ». In *Océan et climat*, 99-129. Référence. Marseille: IRD Éditions, 2006. <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.25562>.
- « Ressources scientifiques pour l'enseignement des sciences de la Terre — Planet-Terre ». Consulté le 10 septembre 2024. <https://planet-terre.ens-lyon.fr/>.
- Scotese, Christopher. « Paleomap project ». Consulté le 16 septembre 2024. <http://www.scotese.com/>.
- « Southern Ocean dust–climate coupling over the past four million years | Nature ». Consulté le 16 septembre 2024. <https://www.nature.com/articles/nature10310>.
- « SVT - épreuve sur support de documents - Service des Concours Agronomiques et Vétérinaires ». Consulté le 11 mars 2025. <https://www.concours-agro-veto.net/spip.php?rubrique264>.
- « Wikimedia Commons ». Consulté le 29 août 2024. <https://commons.wikimedia.org/wiki/Accueil>.

26 « Des solutions fondées sur la nature pour s'adapter au changement climatique. Rapport au Premier ministre et au Parlement », s. d.

