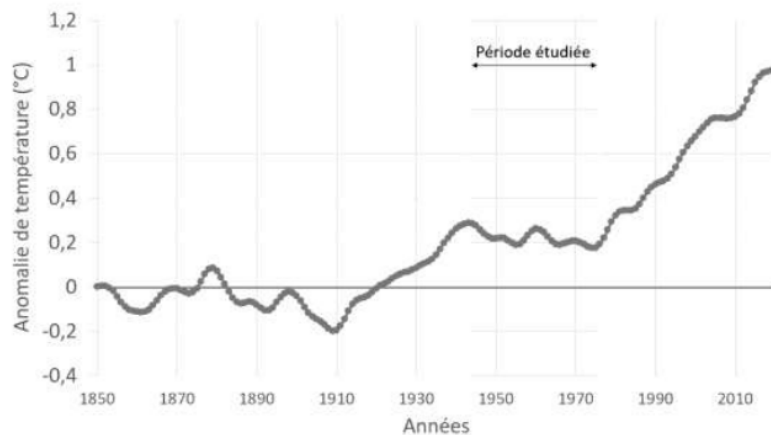


Complexité du système climatique – Exercices – Devoirs

Exercice 1 corrigé disponible

Depuis 1850, on constate une tendance claire au réchauffement et même une accélération de celui-ci. Cette tendance semble avoir été interrompue entre 1945 et 1975 (cf. document 1). On cherche à expliquer ce qui a pu freiner l'augmentation de la température globale entre 1945 et 1975 alors que, de façon paradoxale, la teneur en CO_2 atmosphérique augmentait. Il s'agit de comprendre le rôle joué par les aérosols soufrés, en particulier le dioxyde de soufre (SO_2).

Document 1 : anomalies des températures globales (référence : année 1850) de 1850 à 2019



Données issues de la base HadCRUT4 (Met Office Hadley Centre / Climatic Research Unit - University of East Anglia)

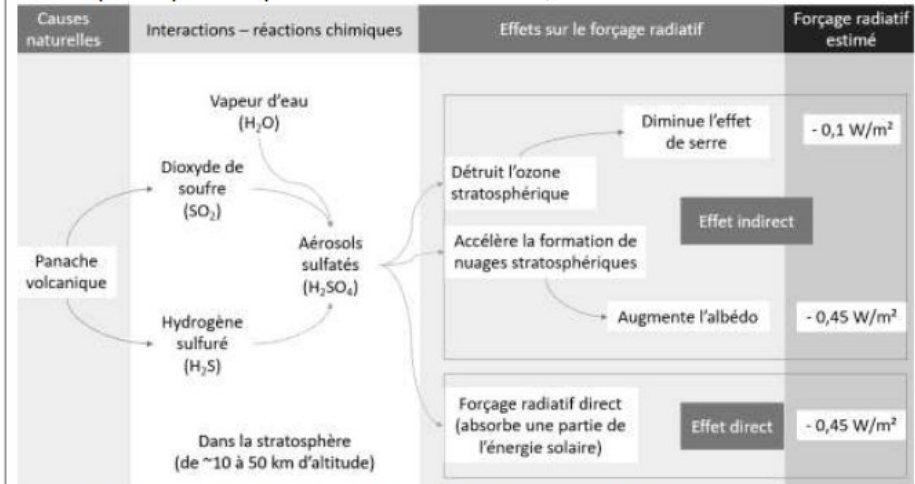
Partie 1 : étude de l'effet des aérosols volcaniques sur le forçage radiatif

Bien que plus récent que la période étudiée (1945-1975), le volcan Pinatubo est pris comme modèle d'étude bien documenté afin de comprendre l'effet des aérosols soufrés sur la température globale.

En juin 1991, le mont Pinatubo aux Philippines entra en éruption, faisant plusieurs centaines de victimes et déplaçant plusieurs milliers de personnes. Les scientifiques estimèrent qu'environ 20 millions de tonnes de dioxyde de soufre (SO_2) ont été dispersées dans l'atmosphère, à une trentaine de kilomètres d'altitude. Un mois plus tard, les aérosols avaient fait le tour de la planète, induisant une diminution de la température globale de $-0,5^\circ\text{C}$ au cours des deux années suivantes. Ce forçage négatif lié aux aérosols volcaniques qui affectent le climat est très fort mais de courte durée (1 à 2 ans).

Document 2 : effets des aérosols soufrés produits par le volcan Pinatubo en 1991

Environ 20 millions de tonnes de dioxyde de soufre (SO_2) ont été dispersées dans l'atmosphère par l'éruption du volcan Pinatubo, à une trentaine de kilomètres d'altitude.



Valeurs du forçage radiatif issu de la table 8.6 du 5^{ème} rapport du GIEC

1- Indiquer la proposition exacte pour chaque question à choix multiple QCM1 et QCM2 ci-dessous : indiquer la lettre correspondant à la proposition exacte sur votre copie.

QCM 1. En quoi l'éruption du volcan Pinatubo a-t-elle perturbé le climat mondial pendant plus de deux ans ?

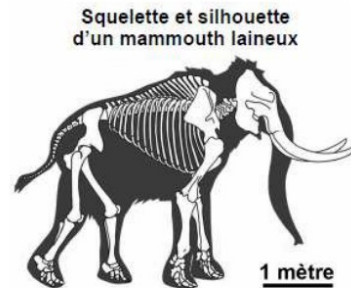
- A. L'éruption a provoqué un panache de cendres qui a obscurci le soleil.
- B. L'éruption du volcan a émis de façon directe un nuage blanc qui a augmenté l'albédo.
- C. L'éruption a généré l'apparition d'aérosols dans la stratosphère modifiant le forçage radiatif.
- D. L'éruption a émis beaucoup de CO_2 et de CH_4 , deux gaz à effet de serre.

QCM 2. D'après le document 1, l'introduction de dioxyde de soufre SO_2 dans la haute atmosphère provoque :

- A. Un forçage radiatif négatif engendrant une diminution des températures globales.
- B. Un forçage radiatif positif engendrant une augmentation des températures globales.
- C. Un forçage radiatif positif engendrant une diminution des températures globales.
- D. Un forçage radiatif négatif engendrant une augmentation des températures globales.

Exercice 2 corrigé disponible

Le mammouth laineux (*Mammuthus primigenius*) est une espèce fossile proche des éléphants actuels. Il y a quelques dizaines de milliers d'années, il occupait encore une large partie de l'Eurasie et de l'Amérique du Nord. Mais, il y a environ 10 000 ans, presque toutes ses populations ont disparu.

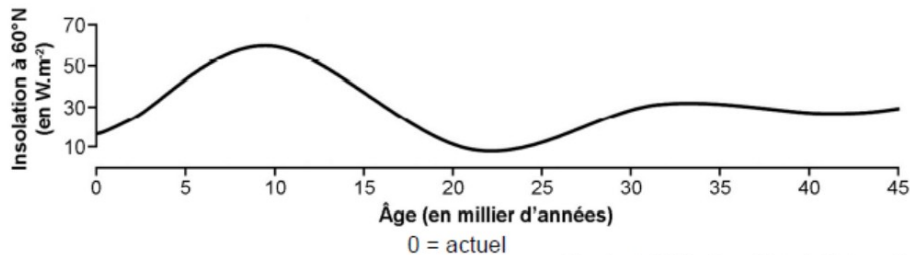


D'après A. Holda-Michalska, Geological Review, 2014

À l'aide des documents proposés, indiquer la cause de la disparition des mammouth laineux

Document 1 : variation de l'insolation à 60° de latitude nord durant les derniers 45 000 ans

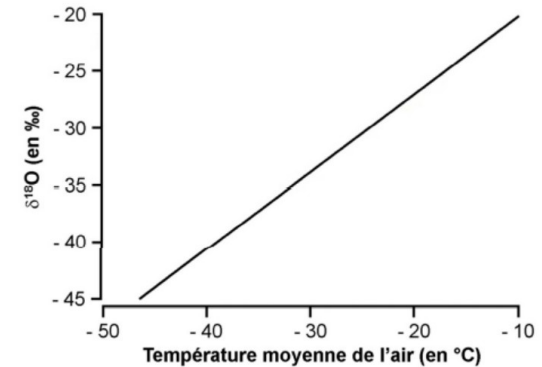
L'insolation correspond à la quantité d'énergie solaire (en Watts) reçue par mètre carré de surface terrestre. Elle dépend largement des paramètres astronomiques de la planète.



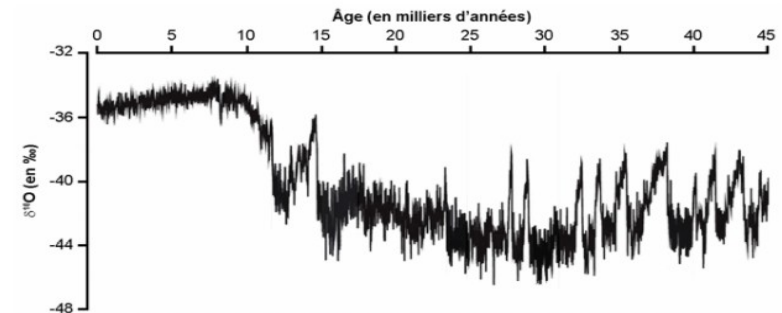
D'après G.M. MacDonald et al., Nature, 2012

Document 2 : informations déduites de la composition isotopique des glaces

Document 2.a : relation entre le delta 18O de la glace du Groënland et la température moyenne de l'air dans cette région

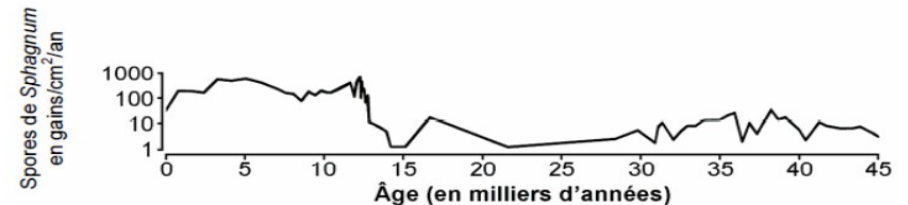


Document 2.b : variation du delta 18O dans une carotte de glace du Groënland durant les derniers 45 000 ans



Document 3 : variation de la teneur en spores de végétaux du genre *Sphagnum* dans une tourbière d'Alaska

Les végétaux du genre *Sphagnum*, caractéristiques des tourbières, présentent la particularité de résister à des températures extrêmement faibles (jusqu'à -50°C). Toutefois, elles sont plus abondantes lors des périodes chaudes. Pour leur reproduction, les *Sphagnum* produisent des spores. Selon les paléontologues, dans le passé, l'expansion des tourbières en Alaska se faisait au détriment des plantes dont se nourrissaient les mammouths. Autrement dit, plus les tourbières occupaient d'espaces et moins les mammouths disposaient de nourriture.



Exercice 3

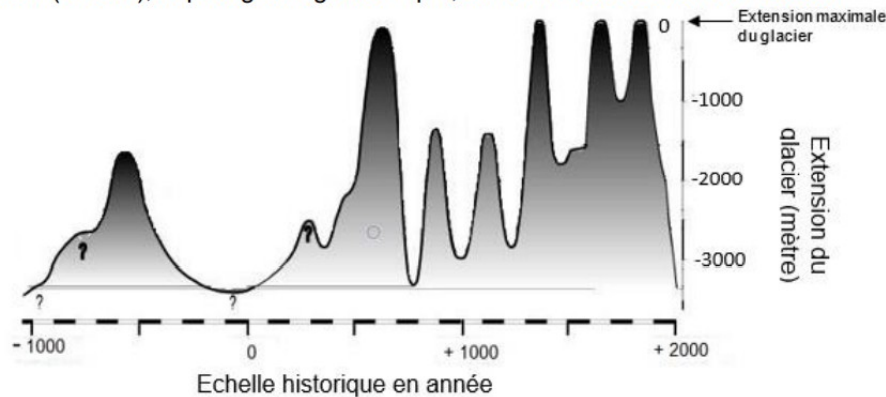
Le Petit Âge Glaciaire aurait été une période climatique relativement froide à l'échelle planétaire de la fin du Moyen-Âge (vers 1300-1400) à la fin du 19^{ème} siècle.

Son origine est attribuée à deux causes initiales : la fluctuation d'un paramètre astronomique et l'activité interne du globe. Les conséquences climatiques ont probablement été amplifiées par boucle de rétroaction positive.

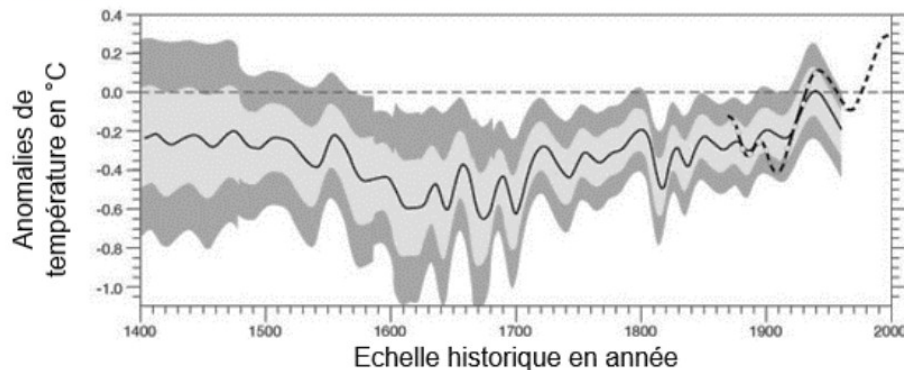
Mettre en évidence les caractéristiques climatiques pendant le petit âge glaciaire et présenter les causes possibles de cette période relativement froide.

Document 1 : Des indicateurs de variations climatiques récentes dans l'hémisphère Nord

Document 1a. Reconstitution des phases d'accroissement et de retrait du glacier d'Aletsch (Suisse), le plus grand glacier alpin, au cours des 30 derniers siècles.



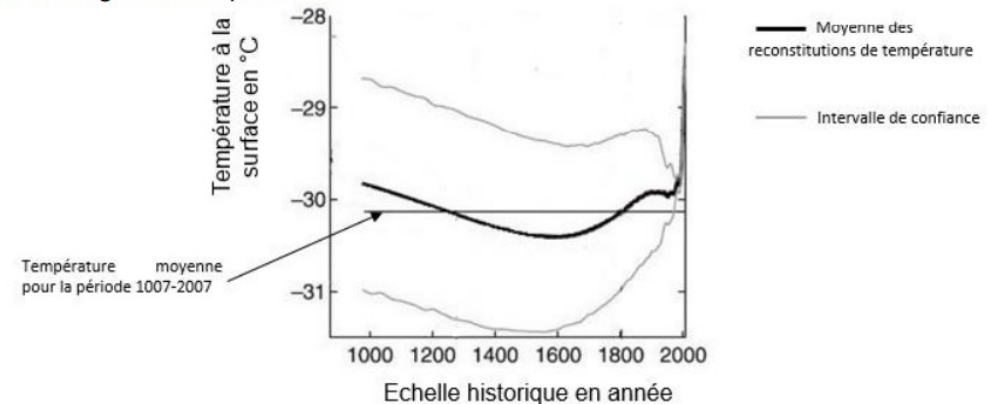
Document 1b. Reconstitution des variations de températures estivales de l'hémisphère Nord à partir de l'étude de la densité du bois.



Document 2. Indicateur de variations climatiques récentes dans l'hémisphère Sud par mesure de la température au fond de trous de forage en Antarctique.

La neige garde en mémoire la température qu'il faisait lorsqu'elle était à la surface car la température met des centaines d'années à s'y homogénéiser.

Reconstitution de la température au cours du temps à partir des mesures dans des trous de forage au camp WAIS :



Document 3. Variations de l'activité solaire au cours des derniers siècles.

L'irradiance désigne la puissance du rayonnement solaire par unité de surface au sommet de l'atmosphère terrestre.

Reconstitution de l'activité solaire, représentée par l'irradiance, depuis l'an 1000 :

