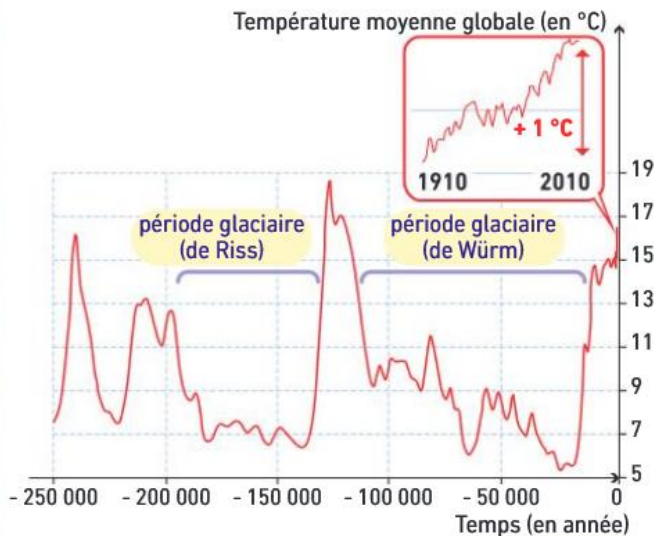


16 Variations climatiques au Quaternaire

L'histoire climatique du Quaternaire est marquée par des variations cycliques du climat global.

■ Après avoir présenté les mécanismes à l'origine de ces variations, vous expliquerez en quoi le réchauffement enregistré depuis un siècle ne s'inscrit pas dans ces cycles climatiques naturels.

Document proposé Variations de la température globale depuis 250 000 ans

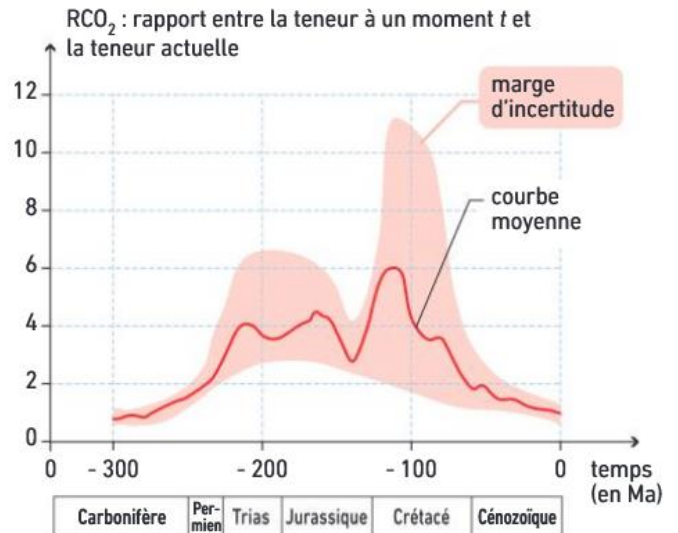


17 Climat du Crétacé et cycle du carbone

Le Crétacé correspond à une période particulièrement chaude de l'histoire de la Terre.

■ Présentez les faits permettant d'expliquer comment des perturbations du cycle du carbone pourraient être à l'origine du climat du Crétacé.

Document proposé Modélisation de la teneur atmosphérique en CO₂ depuis 300 Ma



DEFI 2 – Le petit âge glaciaire

Le Petit Âge glaciaire

Le Petit Âge glaciaire (PAG) est une période historique, située entre le milieu du XIV^e siècle et le milieu du XIX^e siècle, caractérisée par un climat froid, surtout en Europe. Ce refroidissement n'est pas continu mais se caractérise par des années avec des hivers particulièrement rudes et des étés doux, bien documentés par les annales, les peintures et les gravures de ces époques.

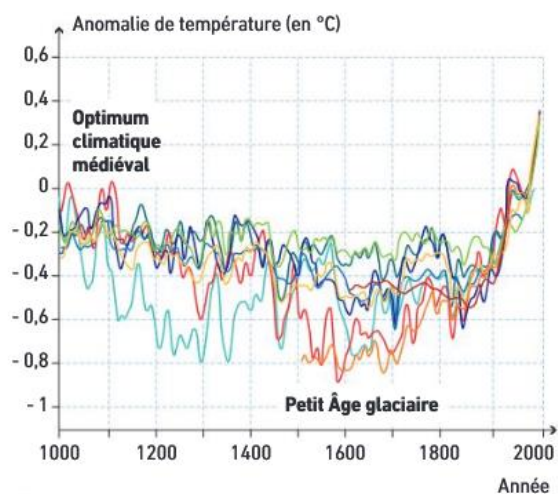
■ À partir de l'étude des documents et en vous appuyant sur vos connaissances, montrez que plusieurs causes et mécanismes peuvent expliquer l'existence du Petit Âge glaciaire.

1 Le Petit Âge glaciaire

De nombreux indices comme les analyses palynologiques, l'épaisseur des cernes des arbres, les dates des vendanges, l'abondance des récoltes ou les tableaux représentant des paysages permettent de reconstituer l'évolution des températures en Europe au cours des derniers siècles.



A Le glacier des Bois à Chamonix au début du XIX^e siècle. Ce glacier correspond à l'actuelle mer de glace. Samuel Birman, *Au village des Prats*, 1823.



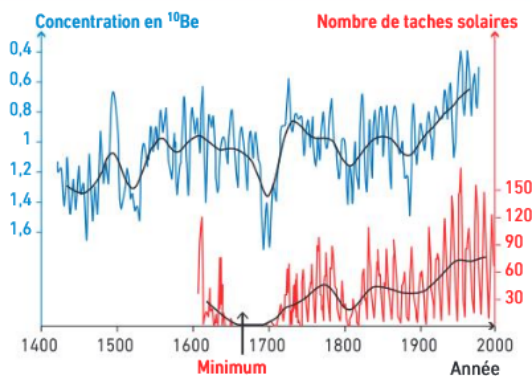
B Reconstitution des températures par plusieurs études. Les études ne mettent pas toutes en évidence une baisse de température, ce qui suggère que l'évolution des températures est essentiellement locale (Europe) et non globale.

2 L'activité solaire

L'activité du Soleil varie au cours du temps selon plusieurs cycles. Les périodes d'activité forte sont caractérisées par un nombre important de taches solaires. Ces taches sont observées dès le VIII^e siècle avant J.-C. en Chine et enregistrées par les observateurs européens à partir du XVII^e siècle.

De plus, lors des périodes où l'activité solaire est intense, la quantité de rayons cosmiques qui arrivent sur Terre est plus faible du fait d'un vent solaire important. Les rayons cosmiques sont à l'origine de la fabrication d'éléments comme l'isotope 10 du béryllium (¹⁰Be) dans la haute atmosphère. La concentration en ¹⁰Be peut être mesurée dans les carottes de glace.

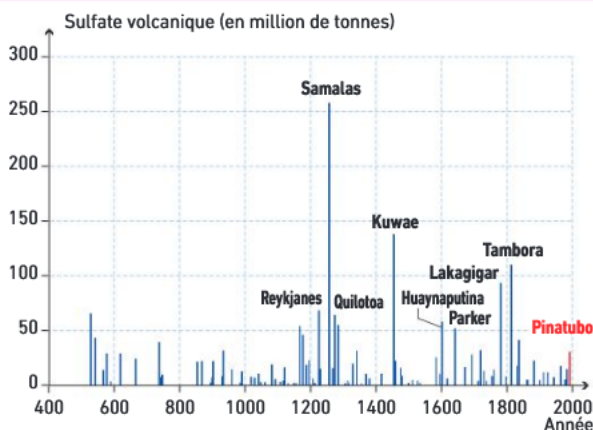
L'activité solaire est corrélée avec la quantité d'énergie reçue par la Terre, mais il s'agit d'une variation très faible de l'ordre de 0,1 % pour le minimum de Maunder.



Reconstitution de l'activité solaire depuis 1400.

3 L'impact du volcanisme

Les grandes éruptions volcaniques explosives propulsent dans l'atmosphère une grande quantité d'aérosols (notamment des gouttelettes d'acide sulfurique). Ces aérosols réfléchissent la lumière incidente du Soleil (augmentation de l'albédo terrestre). Leur persistance dans l'atmosphère est faible (1 à 3 ans) et leur effet sur la température est donc limité à quelques années. Les éruptions passées sont enregistrées dans les carottes de glace où l'on retrouve des pics de concentration de sulfate qui permettent, grâce à leur analyse isotopique, d'estimer l'intensité de ces éruptions et leur impact sur le climat. Des observations d'un ciel voilé ou de couchers de soleil spectaculaires sont également rapportées en Europe à l'occasion de ces grandes éruptions.



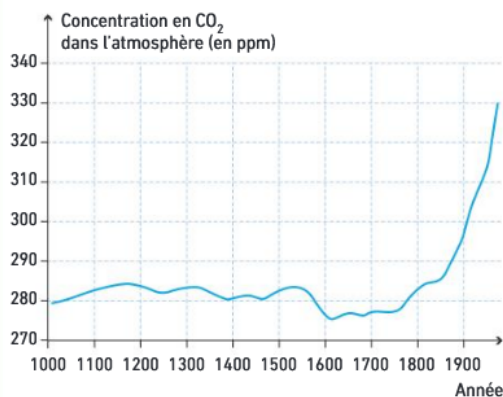
Quantité de sulfate émis dans l'atmosphère depuis l'an 800 et les dix éruptions les plus importantes.

L'éruption du Pinatubo en 1991, bien documentée, a provoqué un refroidissement global de 0,6 °C pendant deux à trois ans (*Injection de sulfate volcanique*, Chaochao Gao et al., 2008).

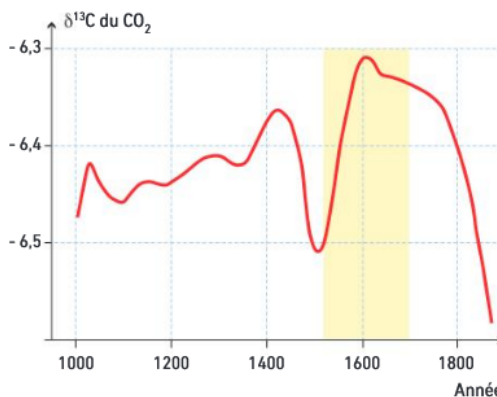
4 La colonisation de l'Amérique

Une nouvelle hypothèse, encore en discussion, a été proposée dans les années 2010 pour expliquer le Petit Âge glaciaire. Du fait de la colonisation des Amériques par les Européens à partir de 1492, la population indigène du nouveau continent est décimée : de 60 millions d'habitants à la fin du XV^e siècle,

elle passe à 5-6 millions en 1600 du fait des guerres, des génocides et des maladies importées. Ce déclin important de la population est à l'origine de l'abandon de zones cultivées qui sont alors reboisées ou recouvertes de savanes d'une surface correspondant à peu près à celle de la France.



A Variation du CO₂ atmosphérique, entre l'an 1000 et 1975, mesurée dans les bulles d'air de la carotte de glace de Law Dome.



B Évolution du δ¹³C mesuré dans les bulles de gaz des carottes de glace. Le δ¹³C mesure la quantité de l'isotope 13 du carbone dans l'air relativement au ¹²C, l'isotope le plus abondant. Lors de la photosynthèse, les plantes utilisent en priorité le CO₂ constitué de carbone léger : le δ¹³C permet donc d'évaluer l'intensité de la photosynthèse au niveau global.