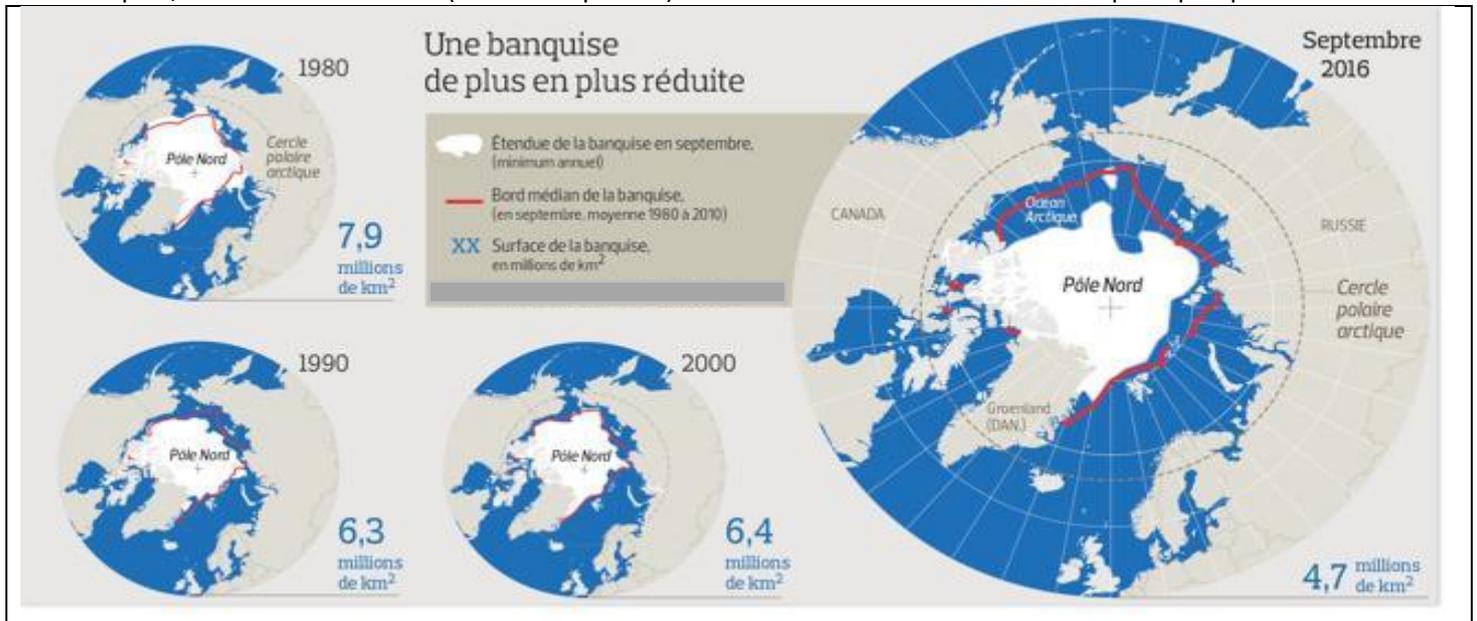


La fonte des glaces dans l'arctique.

Document de référence :

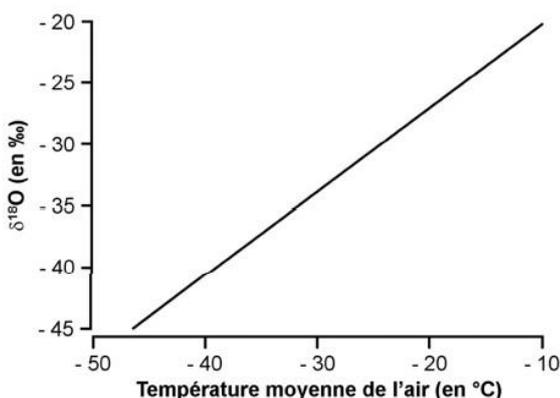
La banquise est la couche de glace qui se forme à la surface d'une étendue d'eau par solidification des premières couches d'eau, généralement la mer. En Arctique, la banquise pérenne ayant une épaisseur de 3 à 4 mètres est vieille de plusieurs années, car elle persiste après la fonte estivale. Le document de référence indique la surface de la banquise en septembre (minimum annuel). De 1980 à 2016, la surface de la banquise a diminué d'environ 40%. D'autre part, la fonte de l'inlandsis (ou calotte polaire) du Groënland semble s'accélérer depuis quelques années.



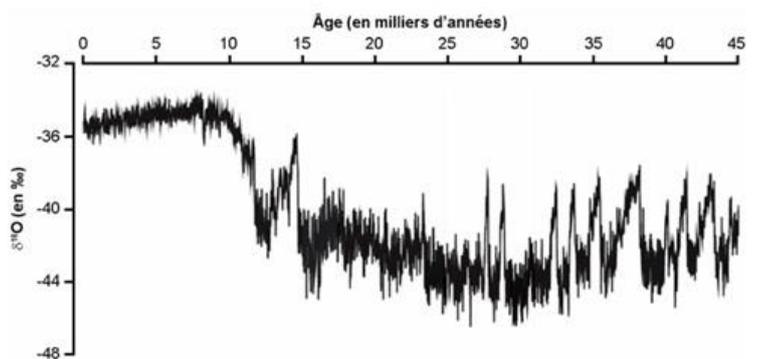
**Question :** A l'aide des documents et de vos connaissances, montrer qu'après une période de réchauffement global depuis 10 000 ans, plusieurs facteurs amplifient le réchauffement climatique depuis l'ère industrielle. Votre démarche s'appuiera sur les recherches menées au Groënland et sur la banquise arctique.

**Doc.1 :** Estimation des variations climatiques à l'aide d'un paléothermomètre : le delta<sup>18</sup>O (δ<sup>18</sup>O)

Le δ<sup>18</sup>O est un rapport isotopique <sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O qui permet d'évaluer la température à laquelle se forme la glace. Ci-dessous, la relation entre le delta <sup>18</sup>O de la glace du Groënland et la température moyenne de l'air dans cette région.



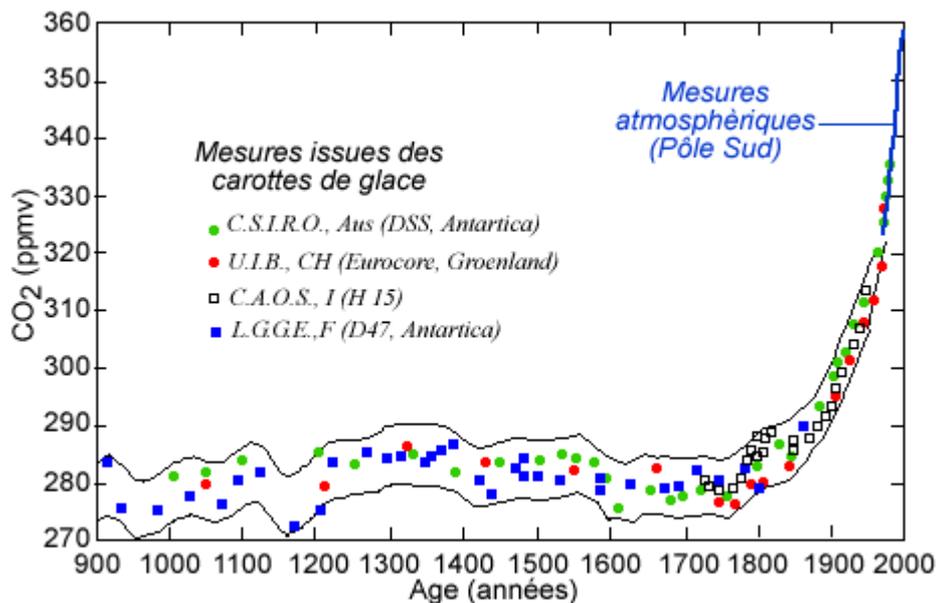
Des carottes de glace prélevées en différents endroits comme au Groënland (présence d'une importante calotte glaciaire), permettent de mesurer les rapports isotopiques <sup>18</sup>O et <sup>16</sup>O et de calculer le δ<sup>18</sup>O. Ce dernier permet d'estimer la température de l'air au moment de la formation de la glace (pour cette raison, on parle de paléothermomètre).



**Doc.2** : Evolution de la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique et interaction atmosphère - hydrosphère

**Doc.2a** Taux de CO<sub>2</sub> atmosphère de 900 à 2000  
(taux 2016 : 400 ppmv)

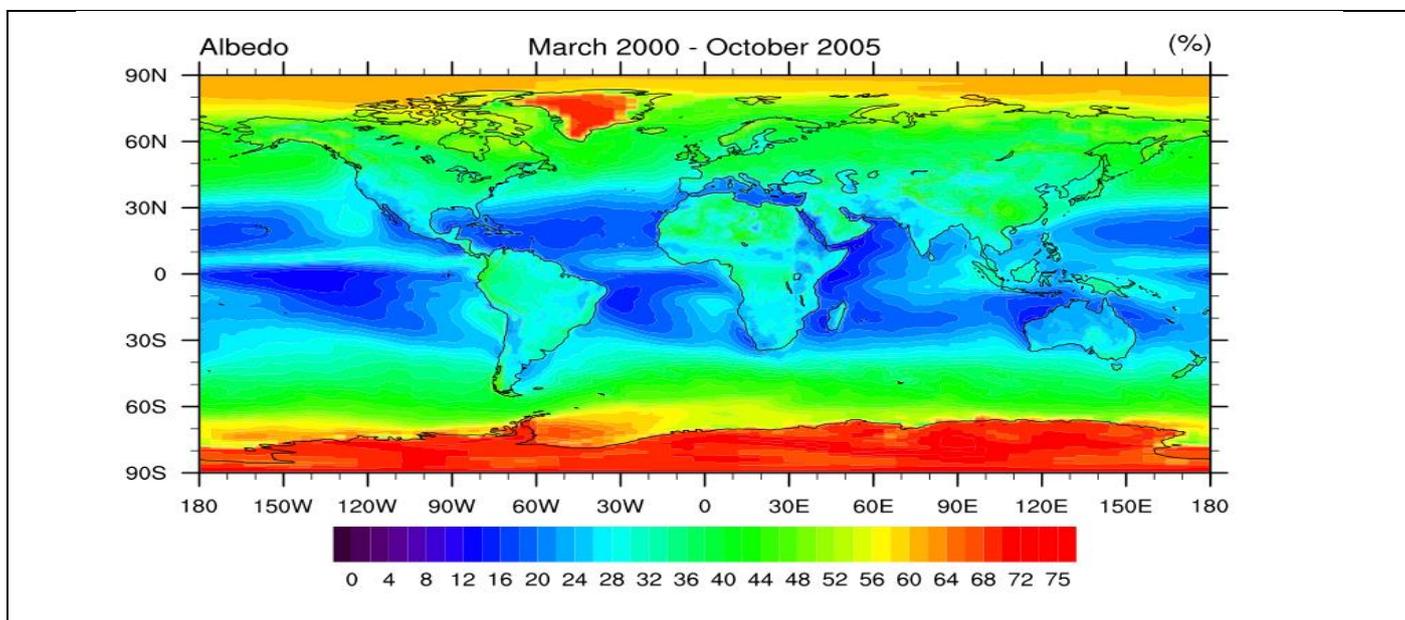
**Doc. 2b** Solubilité du CO<sub>2</sub> dans l'eau



L'absorption du CO<sub>2</sub> par les océans s'opère par une dissolution naturelle de ce gaz présent dans l'atmosphère dans les océans, à la surface entre l'air et l'eau. Cette dissolution est favorisée à basse température. Ainsi, les zones froides des océans absorbent plus de CO<sub>2</sub> que les zones chaudes. Les zones océaniques froides sont des puits de carbone.

ppmv : partie par million en volume

**Doc.3** L'albédo estimé à partir de données satellitales (% de 4 à 75 sur l'échelle)

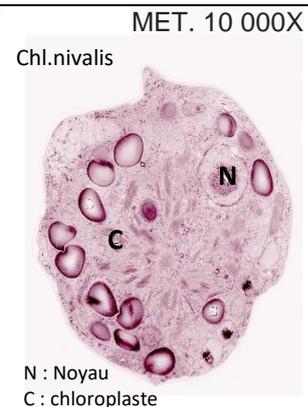


Source : compiled and modified by Sandro Lubis from NASA CERES Satellite.

**Doc.4** Le « sang des glaces » de l'Arctique

Plusieurs chercheurs ont montré que la quantité de neige noire s'est accrue de 5,6% par rapport à 2013. Plusieurs facteurs expliquent cet accroissement : il résulte à la fois de phénomènes biologiques, de l'augmentation des températures mais aussi de dépôt de suie et de poussière issue de feux de forêts. Ces facteurs s'influencent entre eux, créant un cercle vicieux.

En ce qui concerne les facteurs biologiques, les études se sont concentrées sur une algue des neiges, *Chlamydomonas nivalis*. Il s'agit d'une espèce d'algue verte unicellulaire. En plus de la chlorophylle, elle contient un pigment rouge de type caroténoïde qui lui donne une couleur rougeâtre. Présente dans la neige, elle donne à cette dernière une coloration rouge à rose. Contrairement à la majorité des autres algues, elle apprécie le froid (Psychrophile) et a la faculté de survivre dans les milieux aqueux gelés.



Synthèse sous forme d'un schéma :

Depuis 1980, la surface de la banquise arctique ainsi que celle de la calotte polaire du Groënland n'ont cessé de diminuer. La fonte des glaces est liée à un réchauffement climatique dont on recherche l'origine.

Depuis 10 000 ans, le climat global de la Terre est plus chaud (déduction à partir du  $\delta^{18}\text{O}$  – doc.1)

Mais depuis le début de l'ère industrielle, ce réchauffement s'amplifie

