

SVT

Sciences de la vie et de la Terre



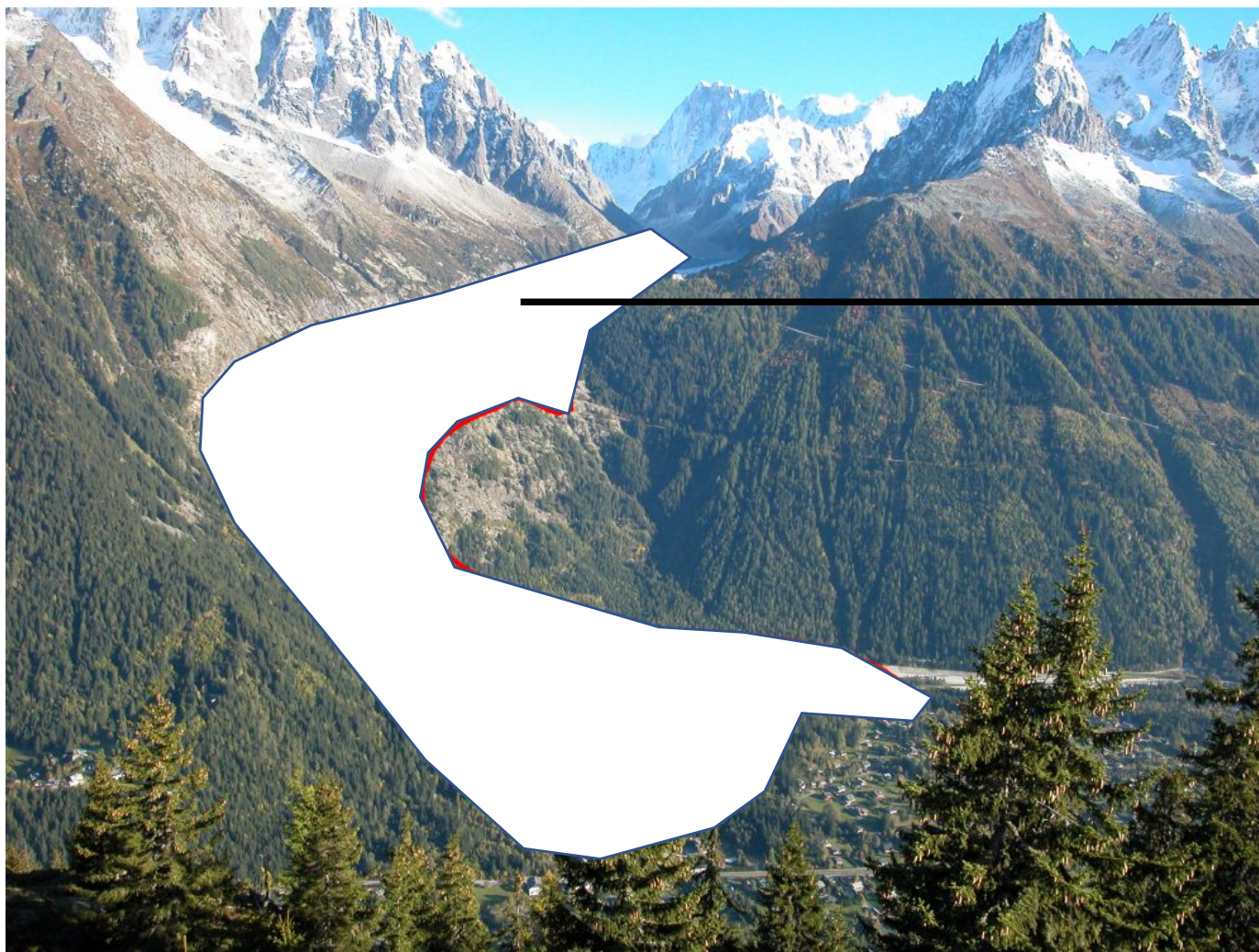
Les climats : du passé à l'avenir



Panorama sur la mer de glace

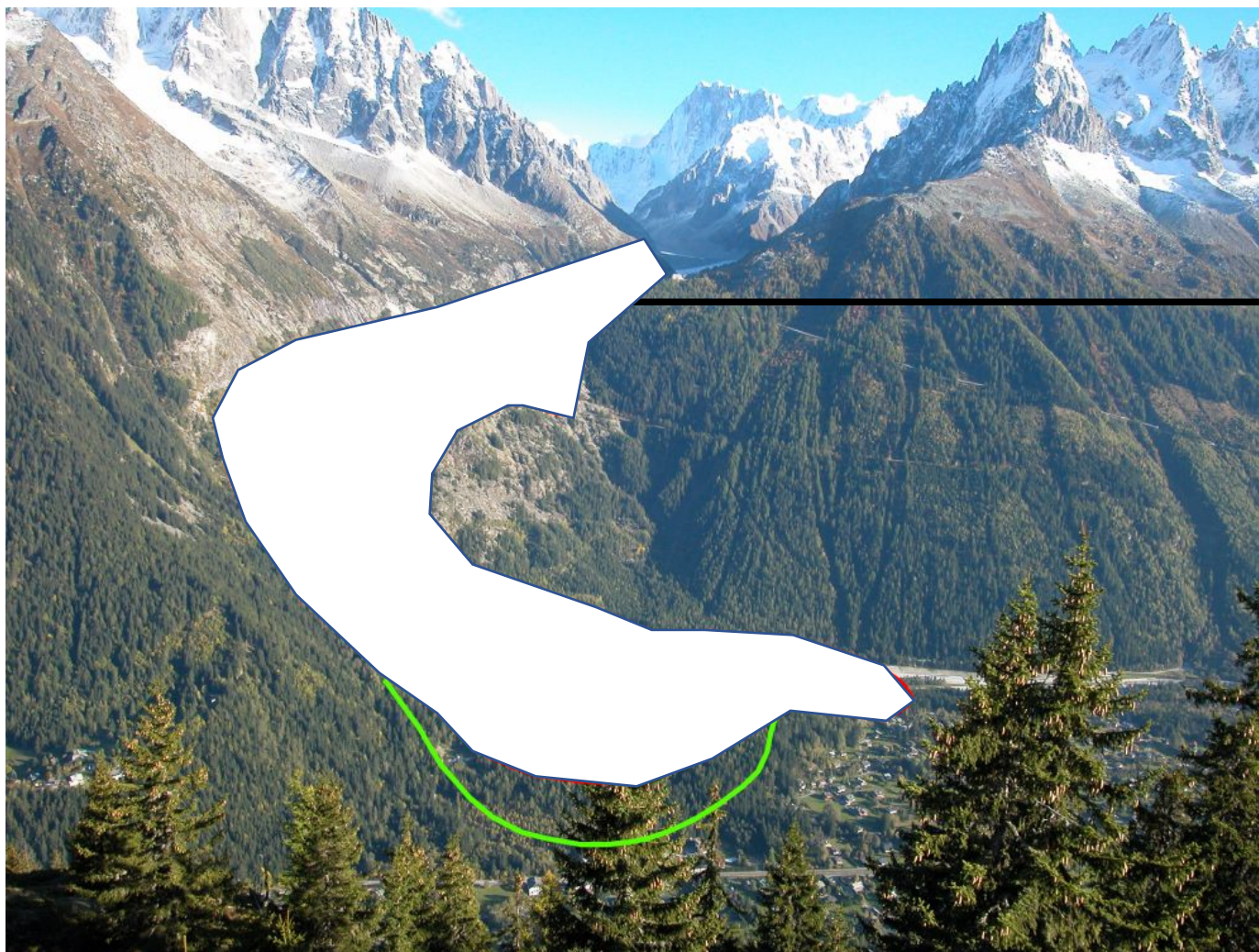


Histoire des fluctuations d'un glacier dans les Alpes : la « mer de glace »



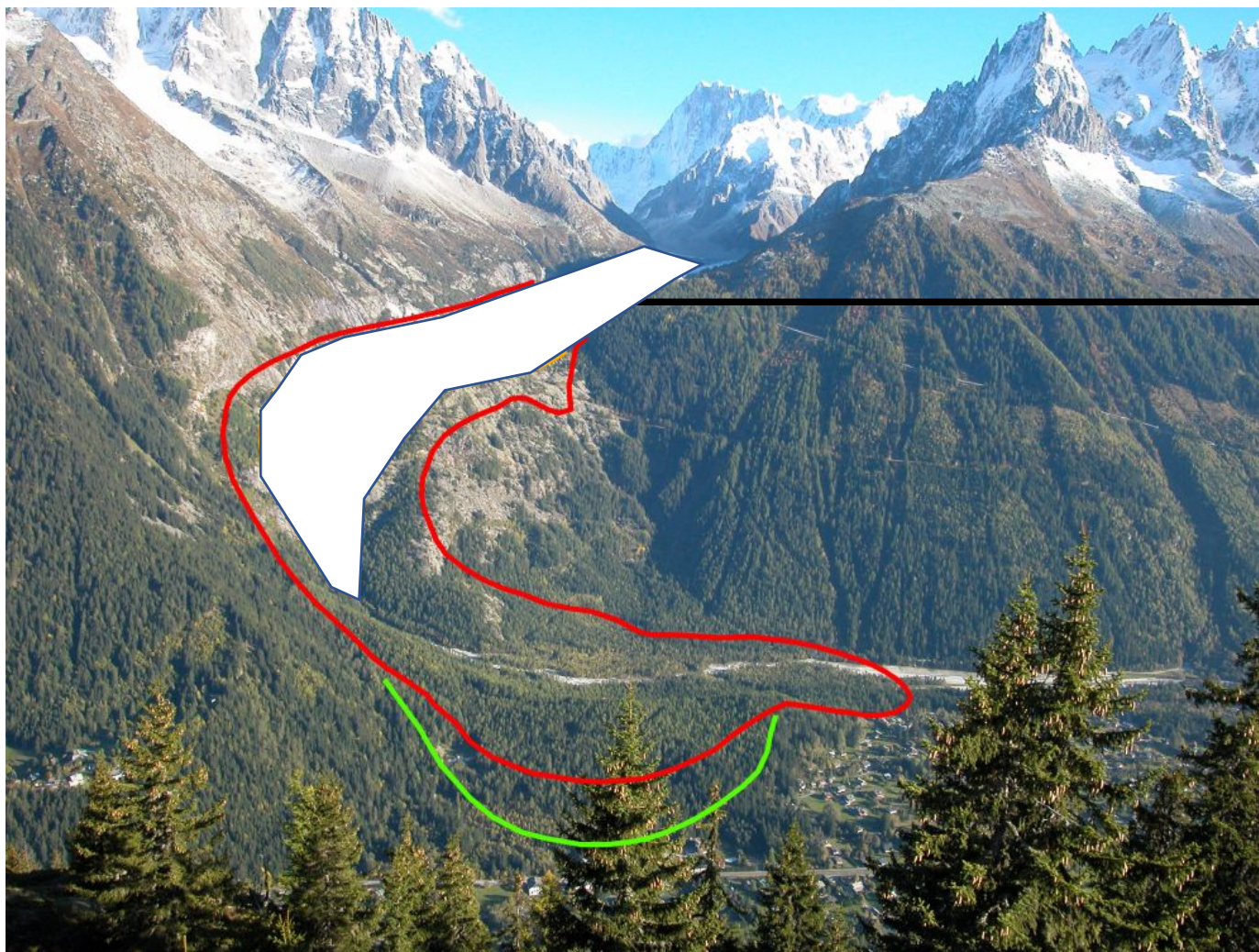
Extension de
la mer de glace
en 1644

Histoire des fluctuations d'un glacier dans les Alpes : la « mer de glace »



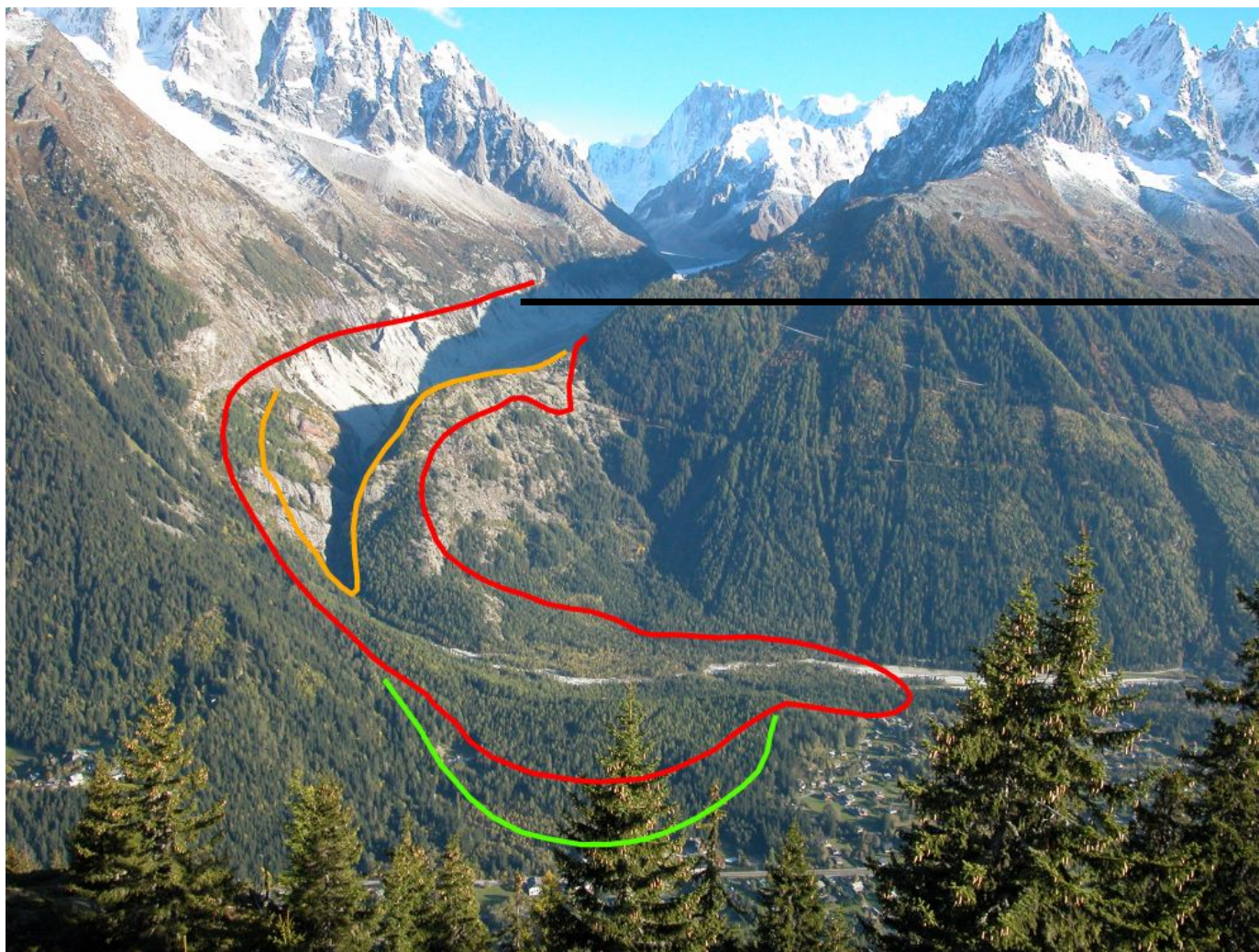
Extension de
la mer de glace
en 1821

Histoire des fluctuations d'un glacier dans les Alpes : la « mer de glace »



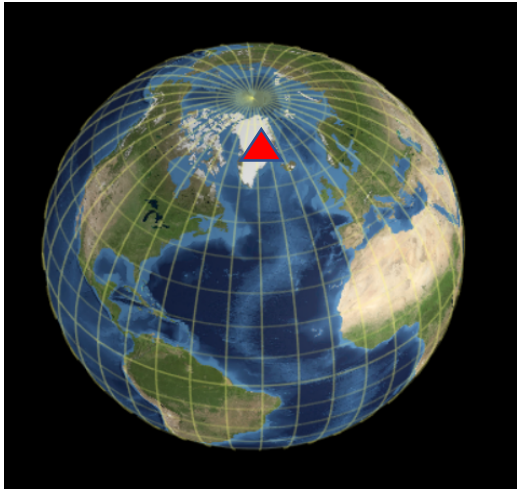
Extension de
la mer de glace
en 1895

Histoire des fluctuations d'un glacier dans les Alpes : la « mer de glace »



en 2020

Comment reconstituer les variations climatiques récentes ?



La calotte glaciaire
au Groenland

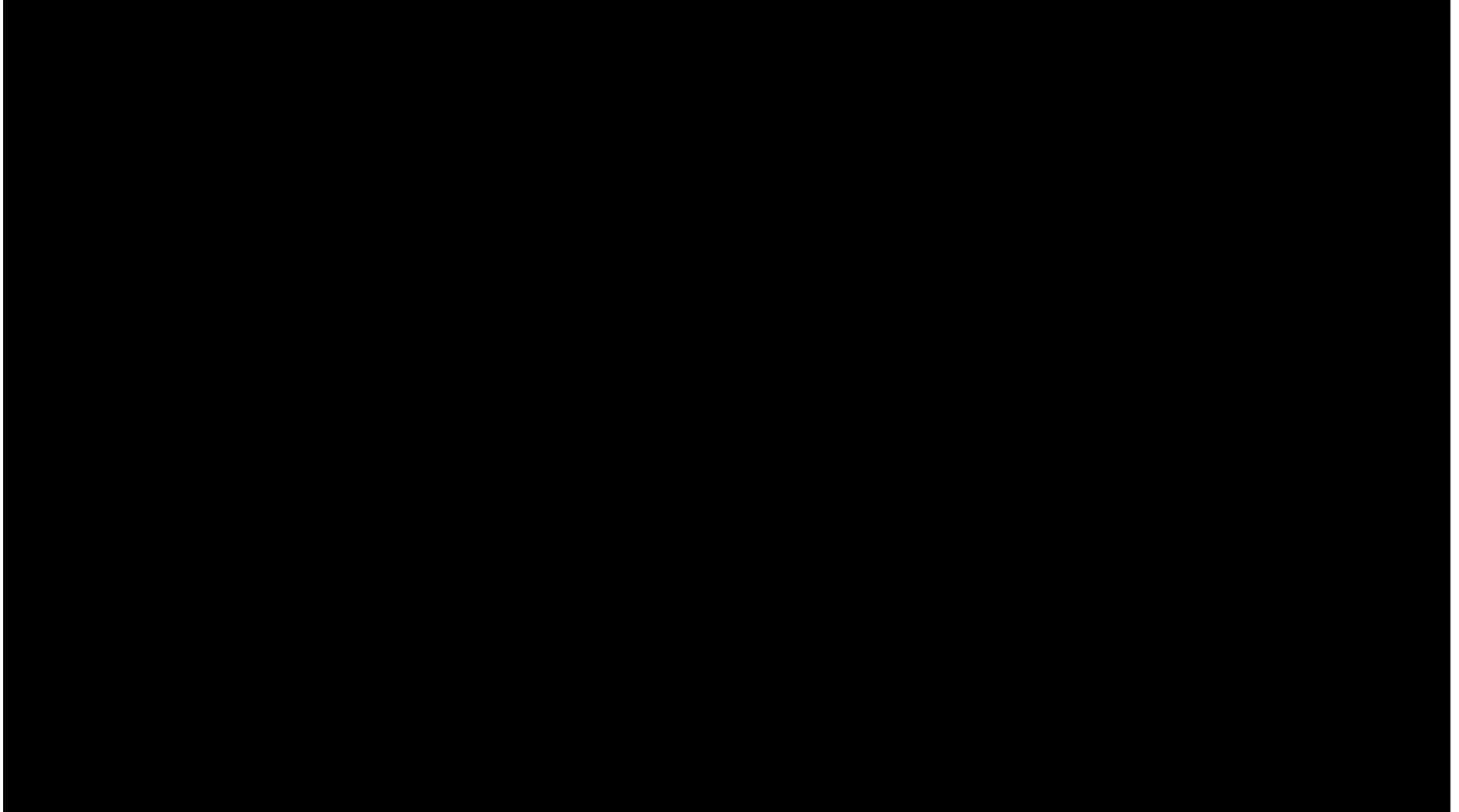


Le forage GRIP au Groenland



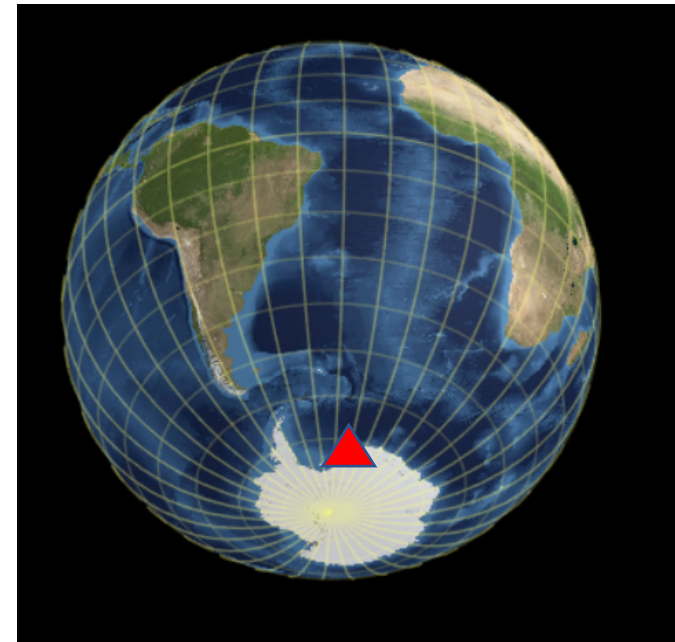
Une carotte issue
du forage

Logiciel Oxygène



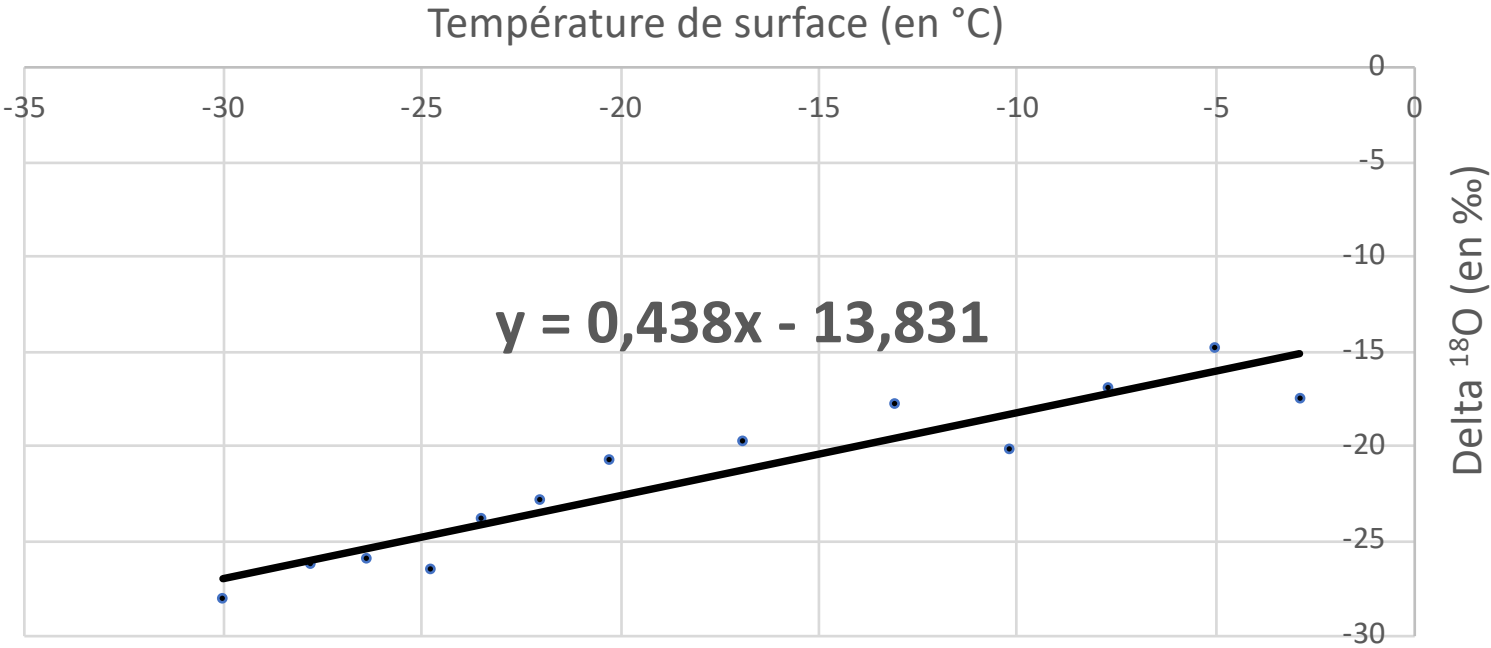
Date	Moyenne mensuelle des températures (en °C)	Delta ¹⁸ O (en ‰)
1980	-30,0	-28,0
1983	-27,8	-26,2
1984	-26,4	-25,9
1985	-24,8	-26,5
1986	-23,5	-23,8
1987	-22,0	-22,8
1988	-20,3	-20,7
1989	-16,9	-19,7
1990	-13,1	-17,8
1991	-10,2	-20,2
1992	-7,7	-16,9
1993	-5,0	-14,8
1994	-2,9	-17,5

Mesure de la température de l'air et du delta ¹⁸O des précipitations à Halley-Bay (Antarctique)



Mesure de la température de l'air et du delta ¹⁸O des précipitations à Halley-Bay (Antarctique)

Date	Moyenne mensuelle des températures (en °C)	Delta ¹⁸ O (en ‰)
1980	-30,0	-28,0
1983	-27,8	-26,2
1984	-26,4	-25,9
1985	-24,8	-26,5
1986	-23,5	-23,8
1987	-22,0	-22,8
1988	-20,3	-20,7
1989	-16,9	-19,7
1990	-13,1	-17,8
1991	-10,2	-20,2
1992	-7,7	-16,9
1993	-5,0	-14,8
1994	-2,9	-17,5



Composition isotopique de la neige en fonction de la température

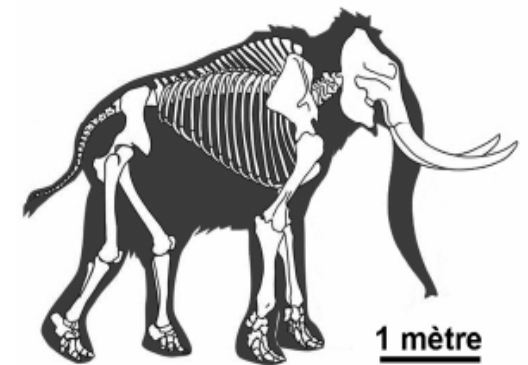
La disparition des mammouths laineux

(Sujet de baccalauréat, Asie 2016)

Le mammouth laineux (*Mammuthus primigenius*) est une espèce fossile proche des éléphants actuels.

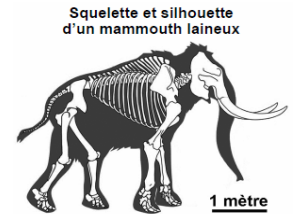
Il y a quelques dizaines de milliers d'années, il occupait encore une large partie de l'Eurasie et de l'Amérique du Nord. Mais, il y a environ 10 000 ans, presque toutes ses populations ont disparu.

Squelette et silhouette
d'un mammouth laineux

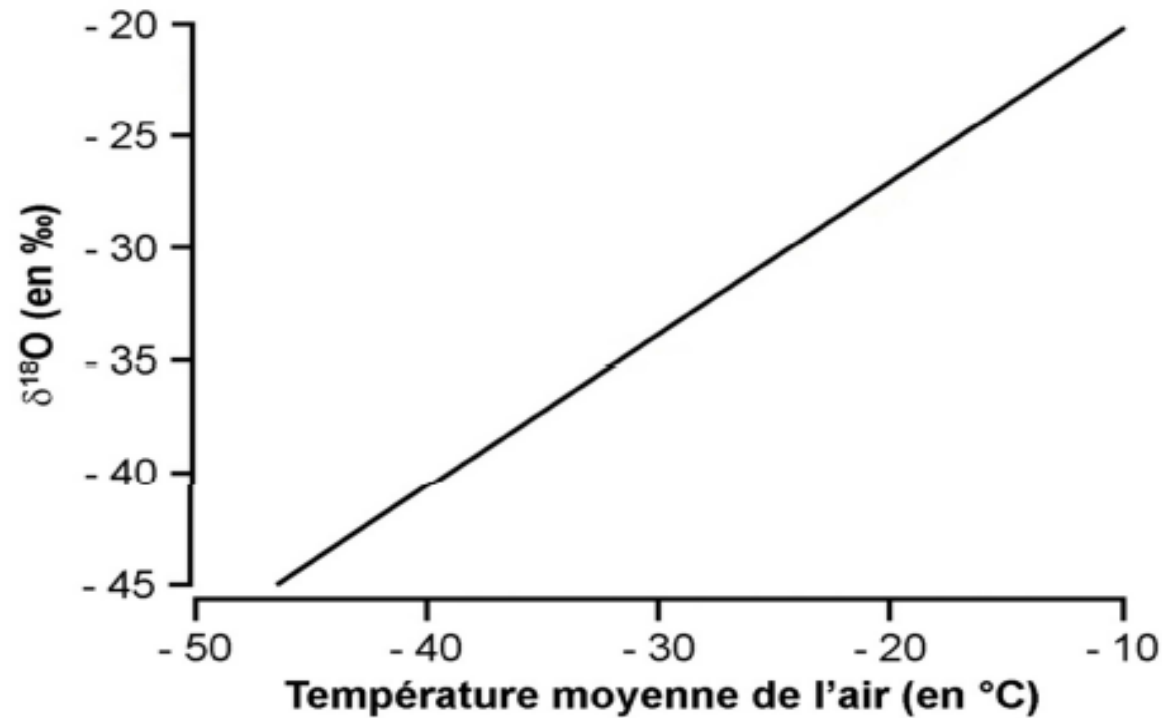


À l'aide de l'exploitation des documents proposés et de vos connaissances, montrer que la disparition des mammouths laineux pourrait avoir deux causes différentes.

Document 1 : informations déduites de la composition isotopique des glaces

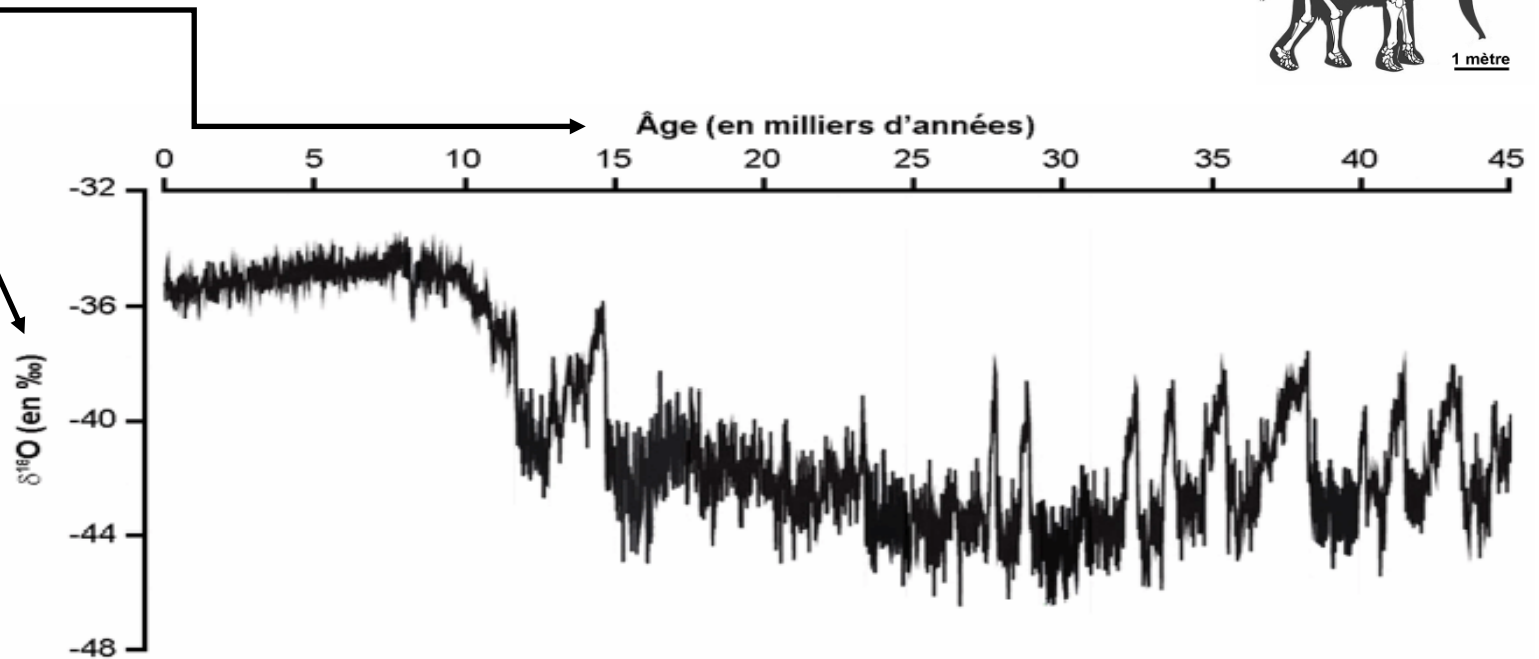


Document 1.a : relation entre le delta ^{18}O de la glace du Groenland et la température moyenne de l'air dans cette région

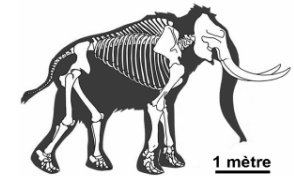


Document 1.b : variation du delta ^{18}O dans une carotte de glace du Groenland durant les derniers 45 000 ans

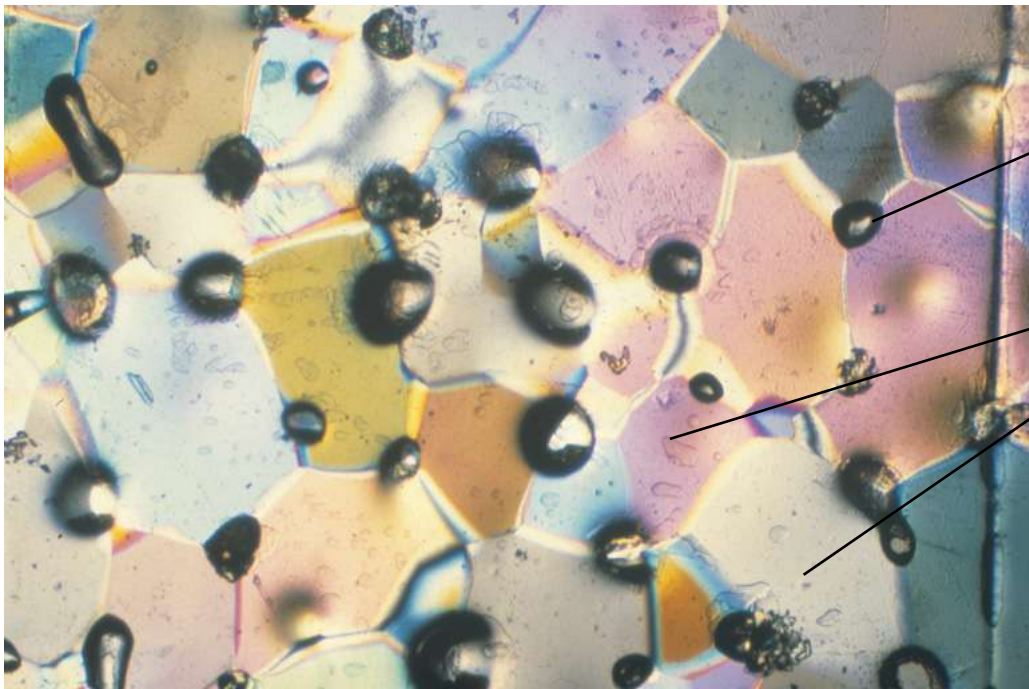
Profondeur (en mètres)	Age (en années BP)	Delta ^{18}O (en ‰)
17,6	0,565	-37,49
18,2	2,458	-35,29
18,7	3,968	-33,93
19,3	5,354	-33,42
19,8	6,712	-35,19
20,4	8,233	-33,93
20,9	9,638	-34,89
21,5	11,139	-33,74
22,0	12,543	-36,16
22,6	14,235	-34,63
23,1	15,73	-33,28
23,7	17,127	-34,47
24,2	18,62	-33,43
24,8	20,038	-35,35
25,3	21,647	-32,45
25,9	23,034	-35,1
26,4	24,626	-36,28



Squelette et silhouette d'un mammouth laineux



Des bulles d'air emprisonnées dans la glace à Vostok depuis 400 000 ans

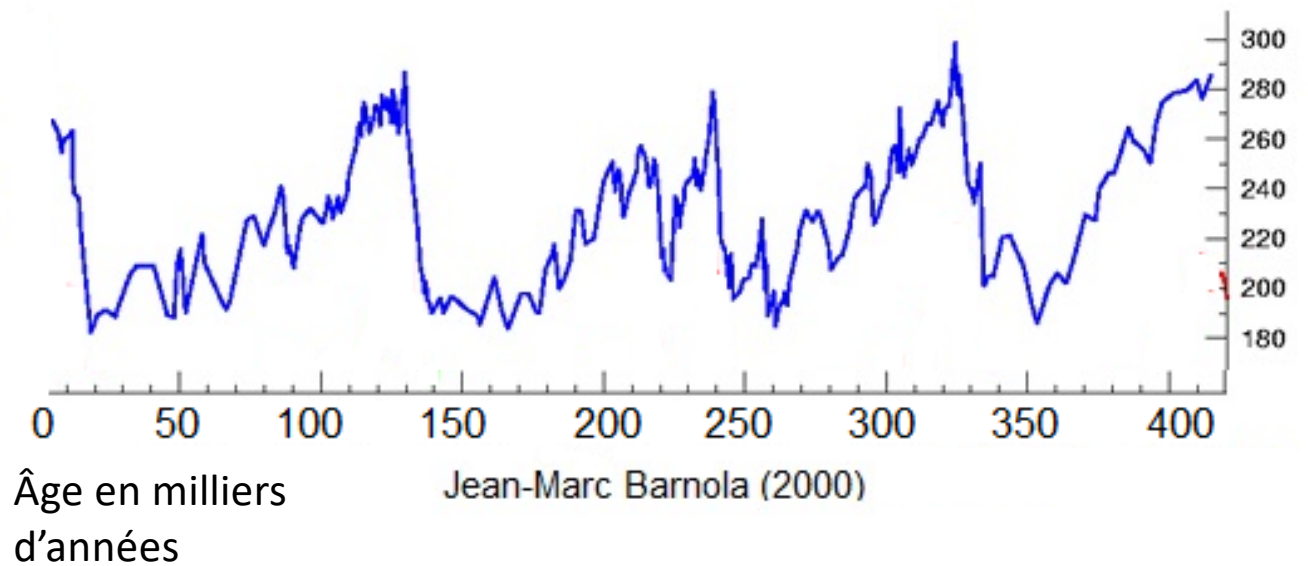
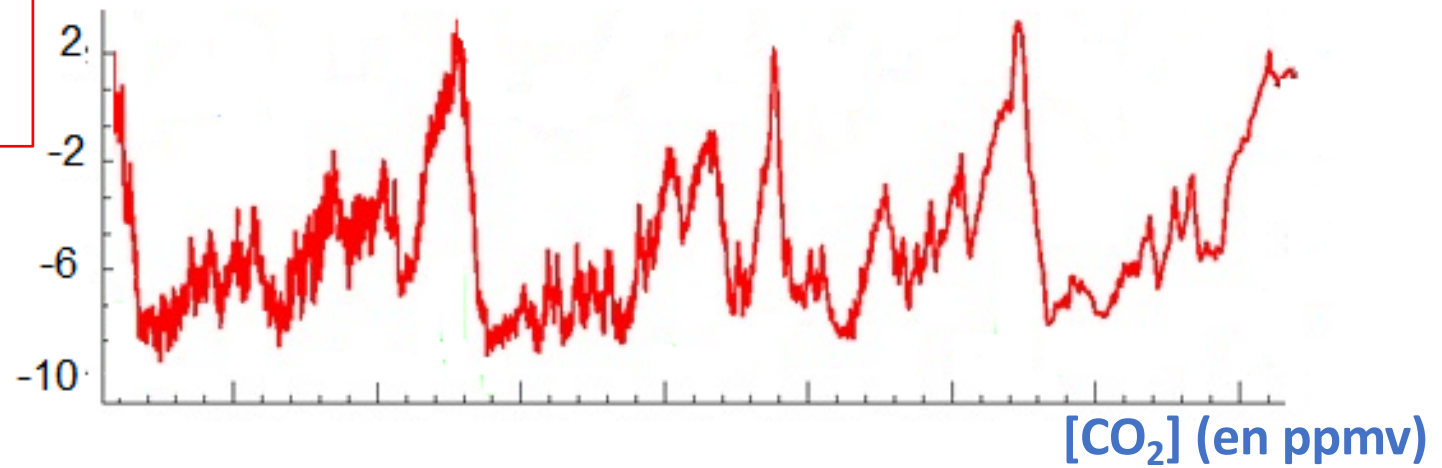
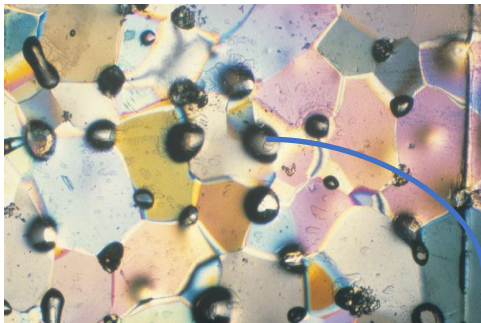


Bulle d'air

Cristaux de neige

Observation d'un échantillon de glace
au microscope polarisant (en LPA)

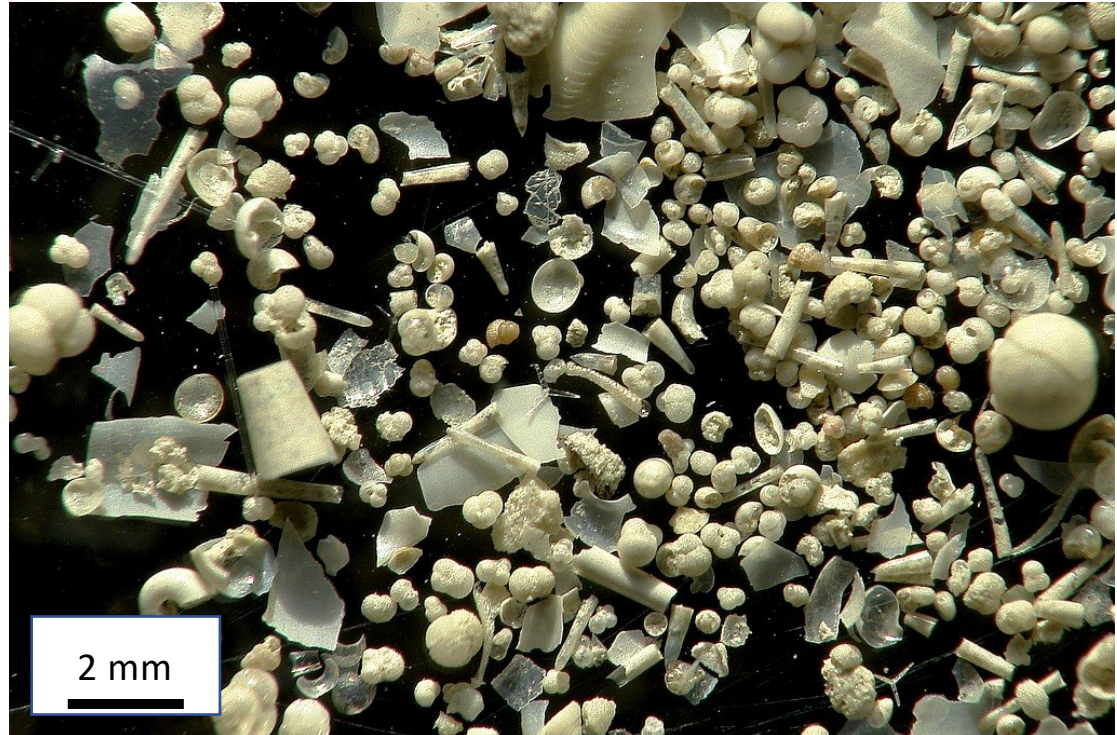
Anomalies de
température
en °C



Des indices biologiques : les foraminifères marins



Forage en bateau
permettant de
prélever une carotte
de sédiments

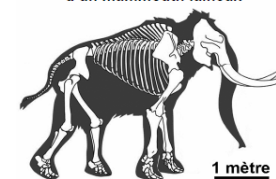


Observation de tests de foraminifères prélevés dans
l'océan indien, à 2000 mètres de profondeur.

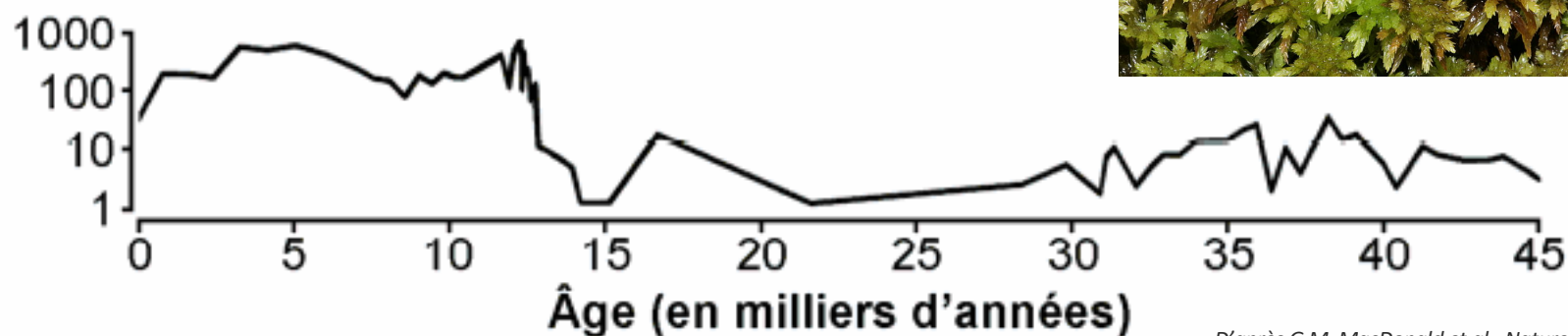
Document 2 : variation de la teneur en spores de végétaux du genre *Sphagnum* dans une tourbière d'Alaska

Les végétaux du genre *Sphagnum* sont caractéristiques des tourbières. Pour leur reproduction, les *Sphagnum* produisent des spores. Selon les paléontologues, dans le passé, l'expansion des tourbières 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.

Squelette et silhouette d'un mammouth laineux



Spores de *Sphagnum*
en gains/cm²/an



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

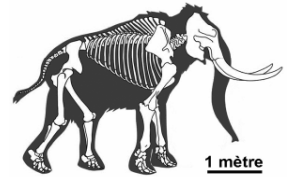


Conclusion : de nombreux indices nous permettent d'affirmer qu'il y a eu des variations de températures :

- depuis 800 000 ans ;
- à l'échelle globale ;
- naturelles.

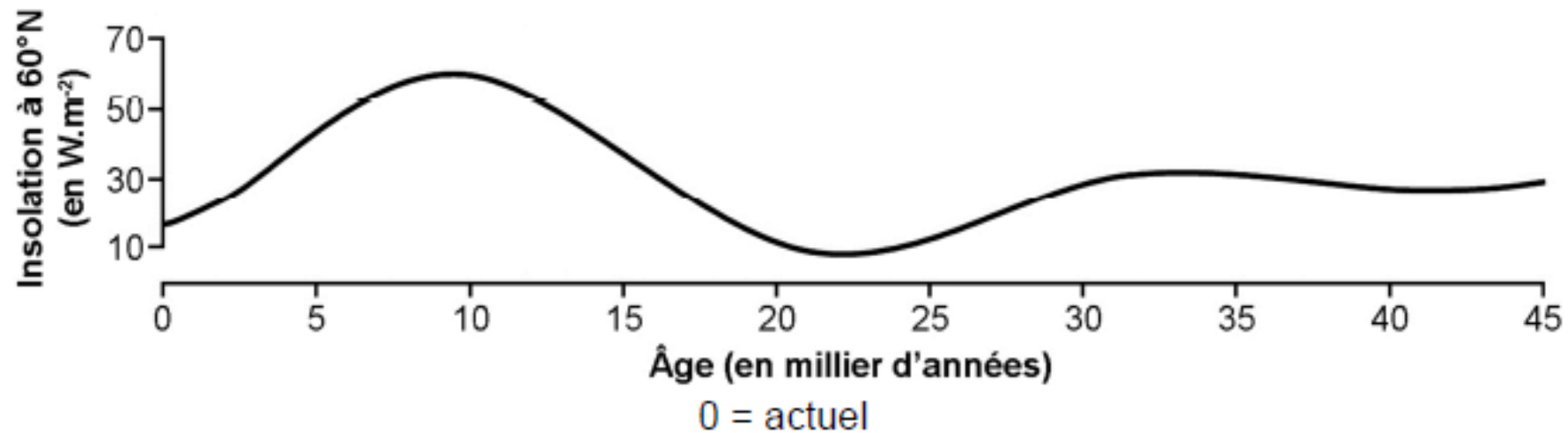
Comment expliquer ces variations climatiques récentes ?

Squelette et silhouette
d'un mammouth laineux

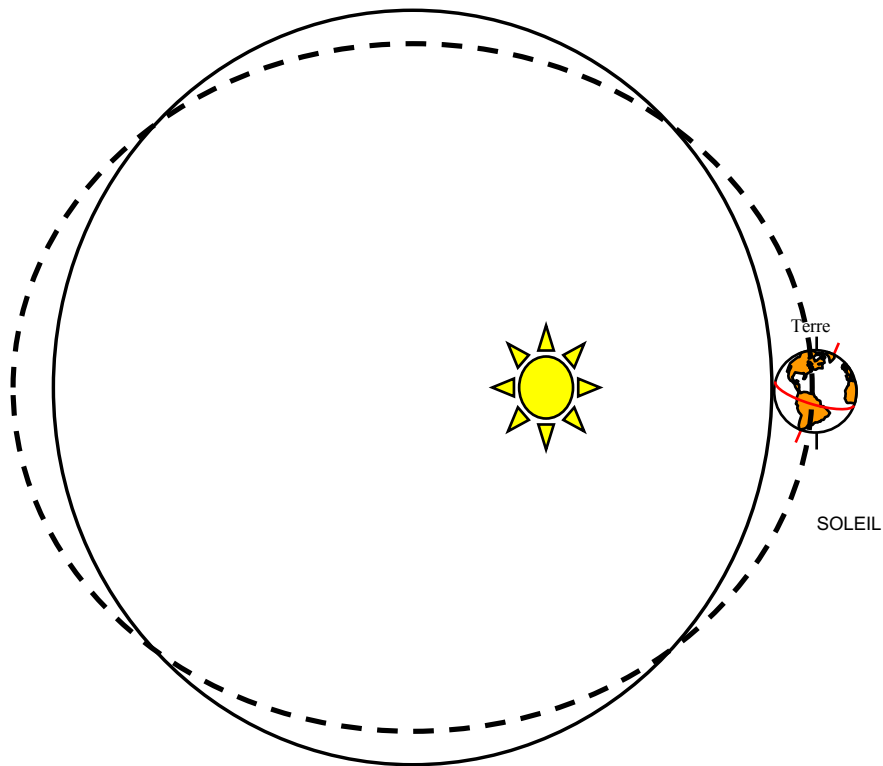


Document 3 : variation de l'insolation à 60° de latitude nord durant les derniers 45 000 ans

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.

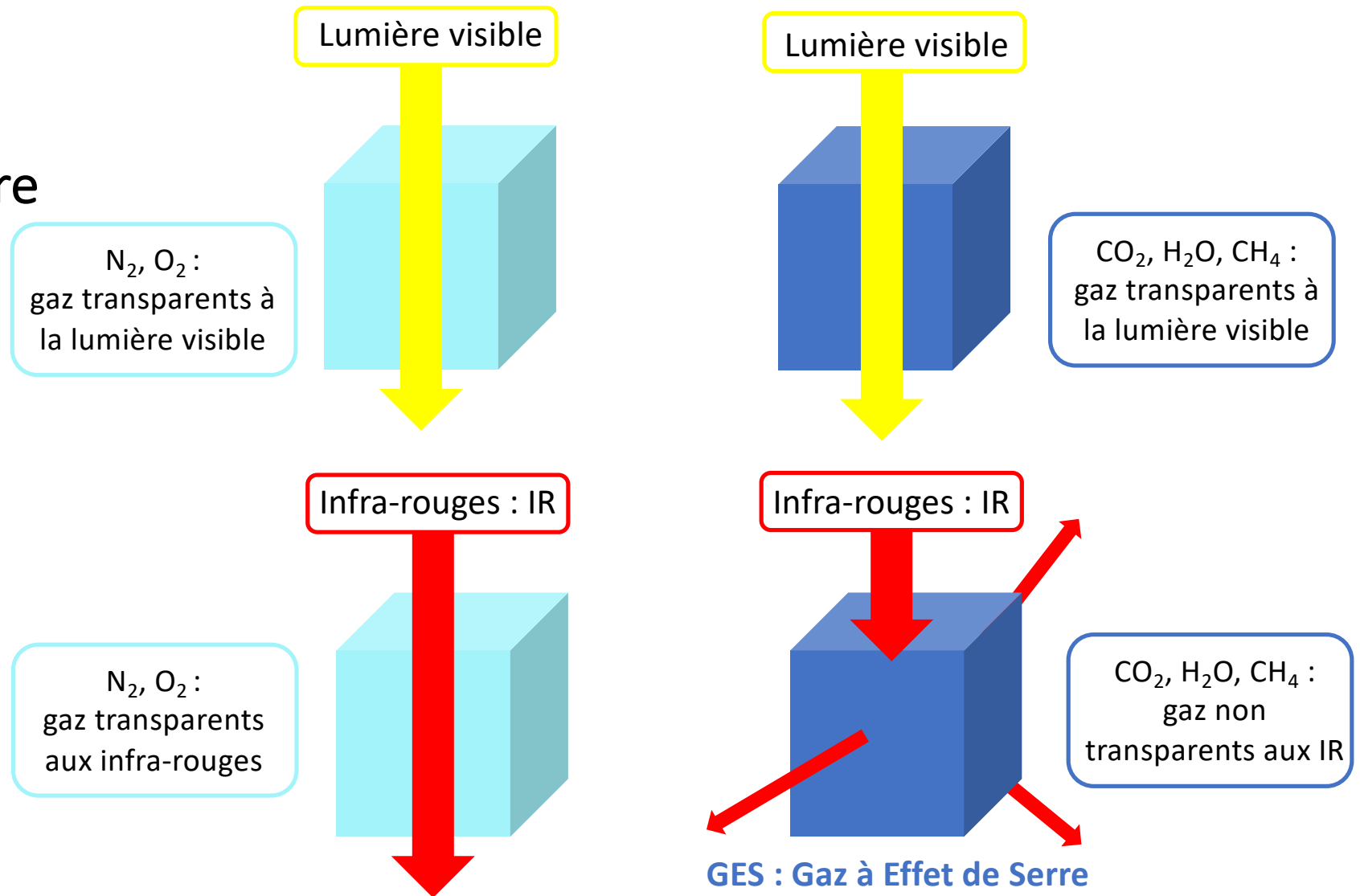


Les paramètres orbitaux

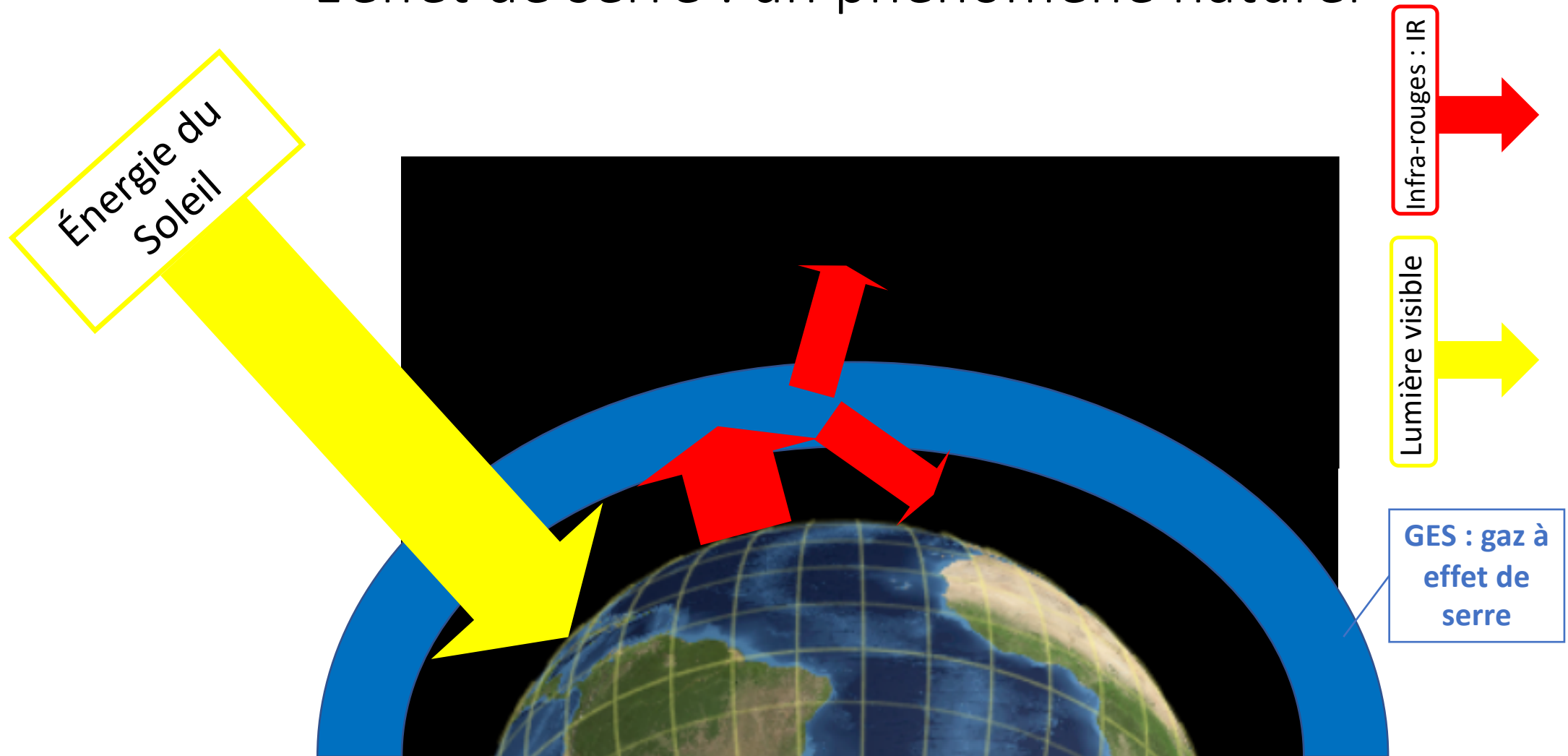


Exemple : l'excentricité
Période : 100 000 ans

Propriétés des gaz de l'atmosphère

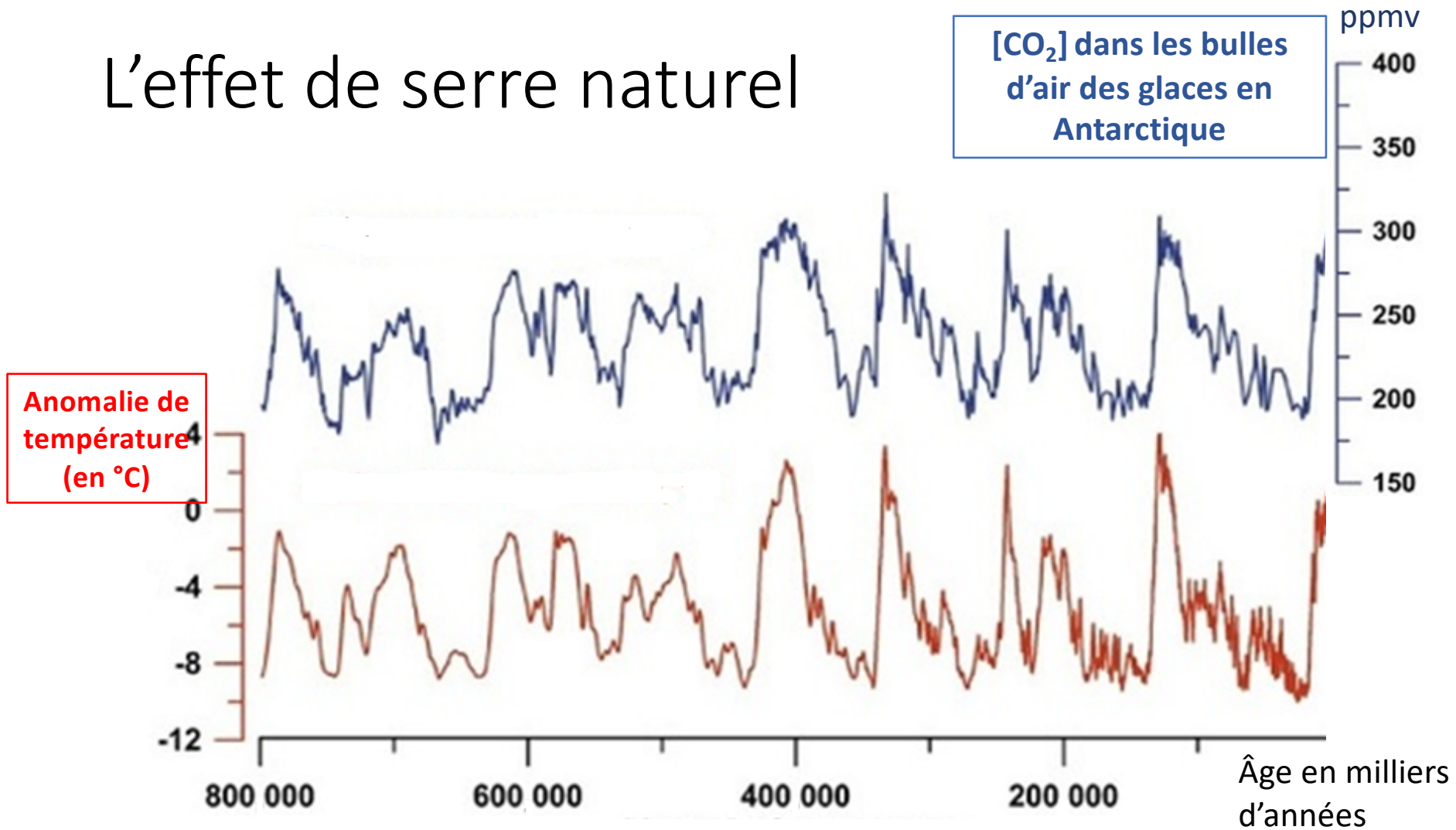


L'effet de serre : un phénomène naturel

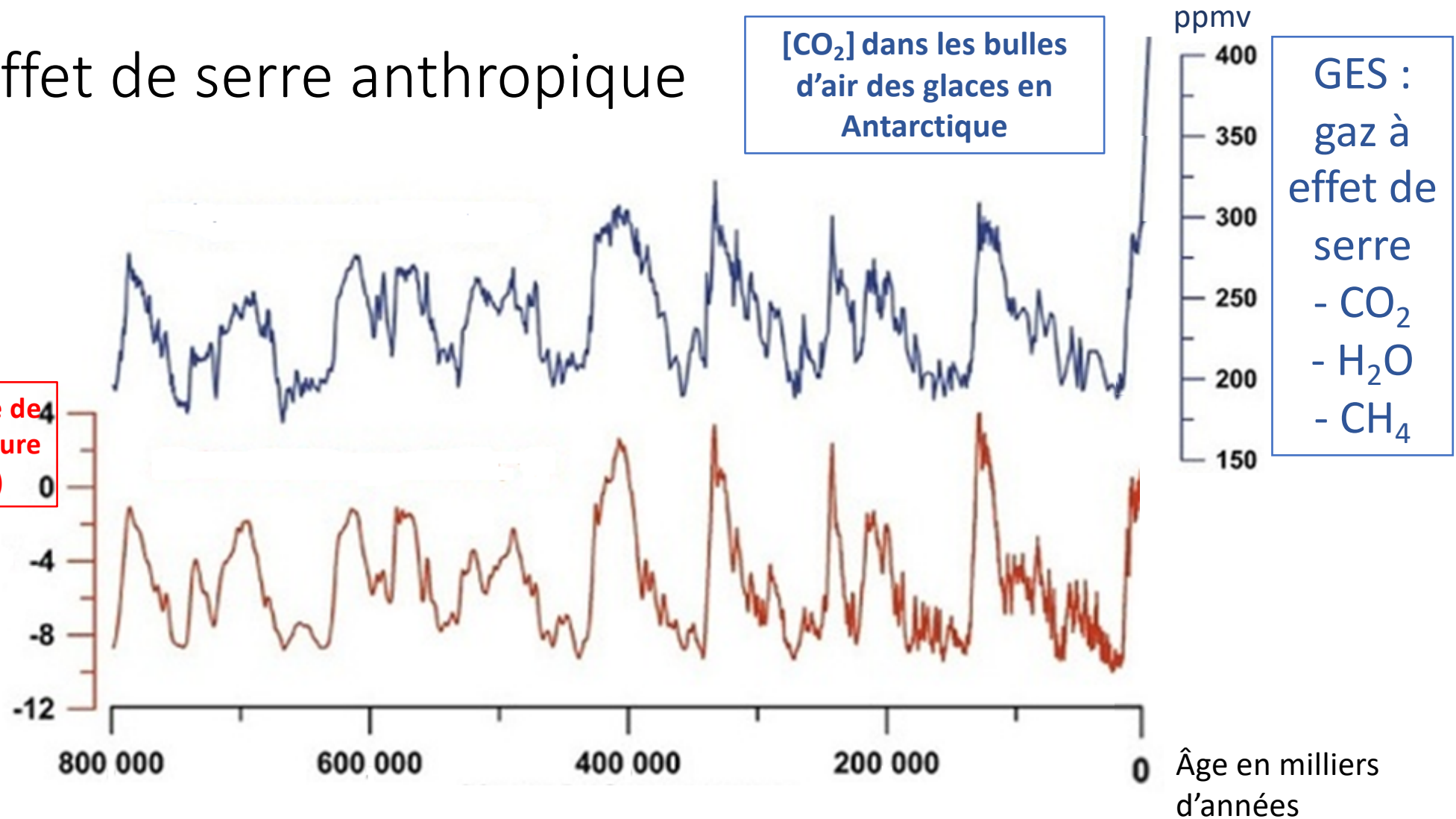


Ce schéma n'est pas un bilan thermique de la Terre, mais représente le rôle des GES dans l'effet de serre

L'effet de serre naturel

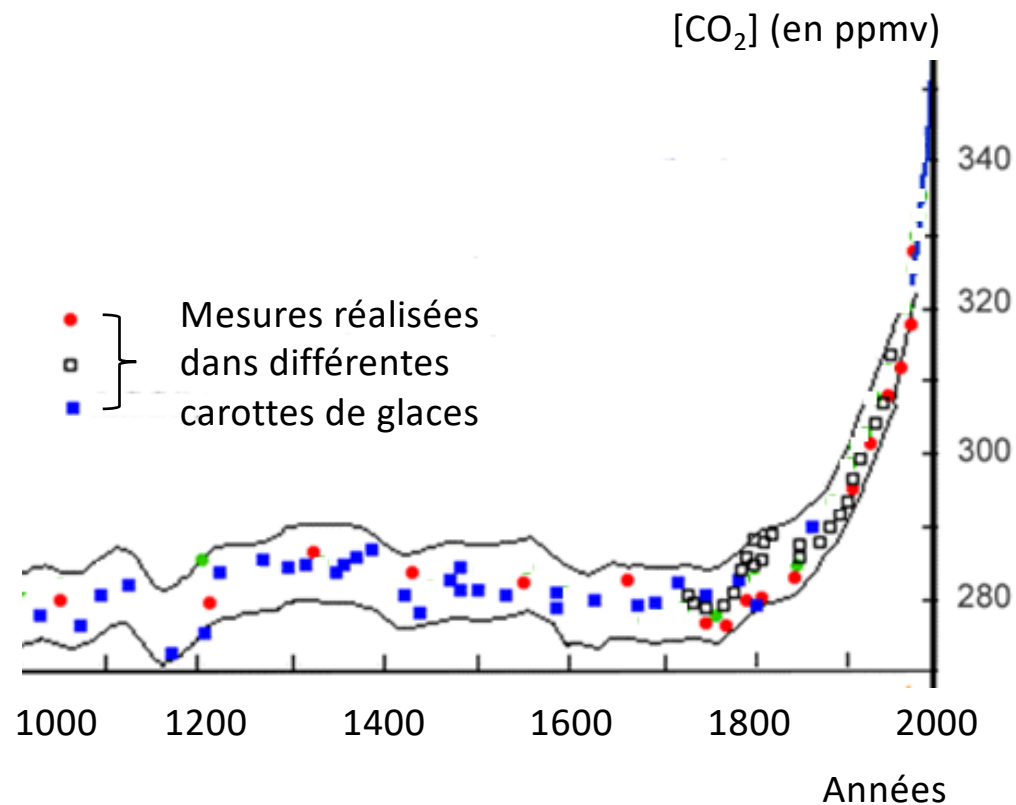


L'effet de serre anthropique

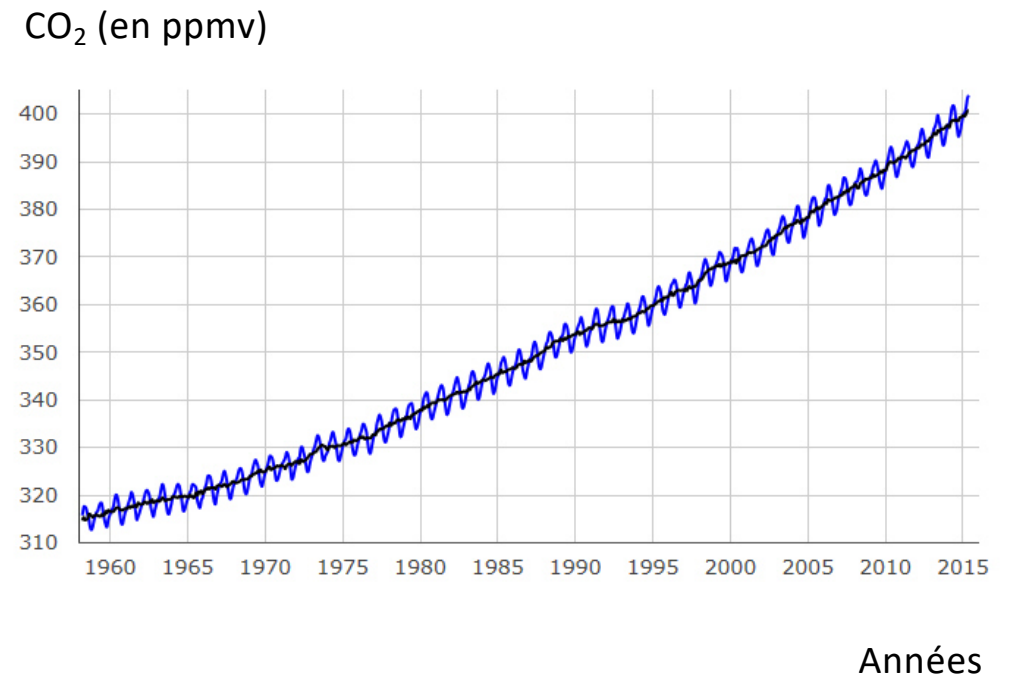


Un gaz à effet de serre : le dioxyde de carbone

Mesuré dans les glaces



Mesuré dans l'atmosphère (Hawaï)



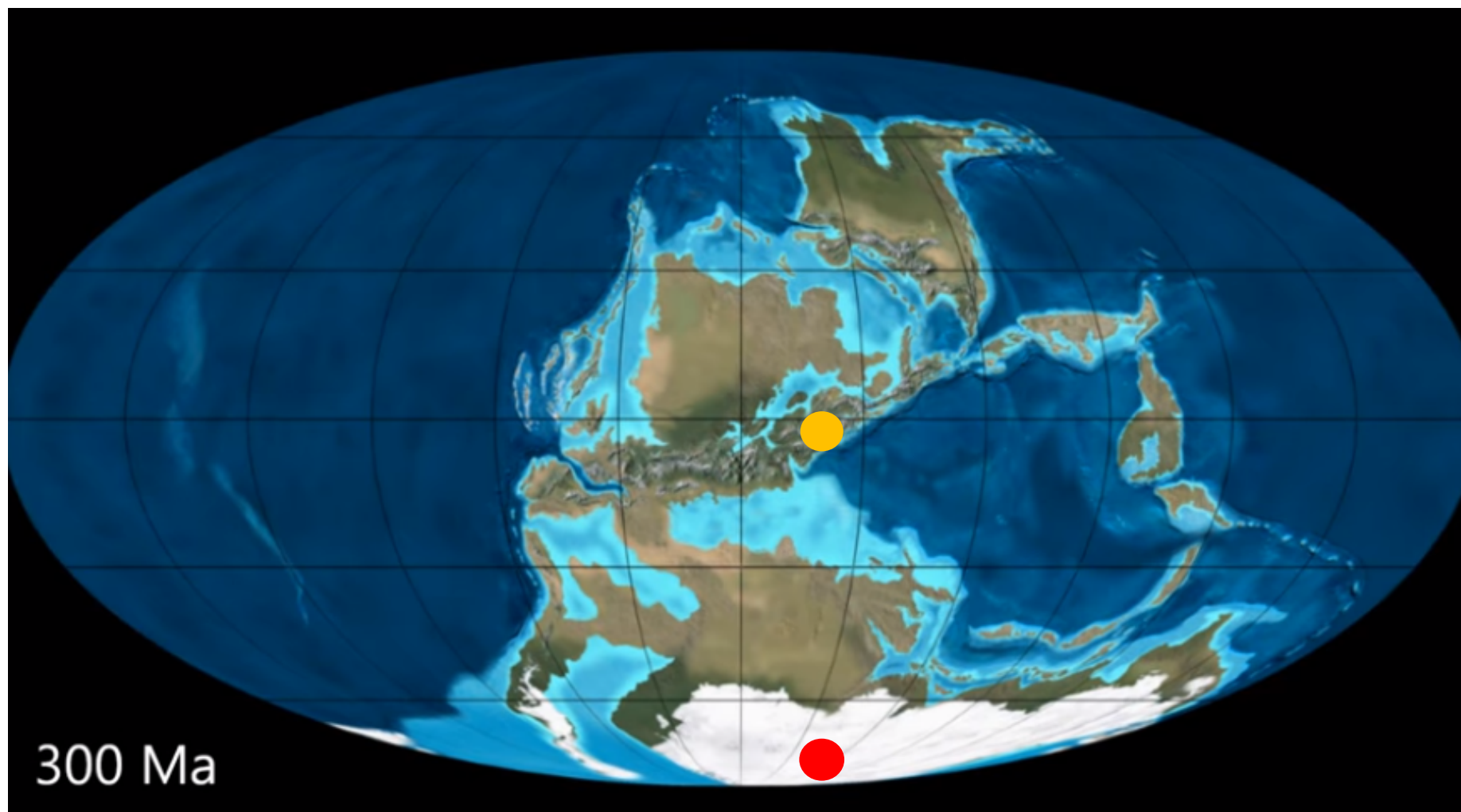
Comment reconstituer les climats anciens ?



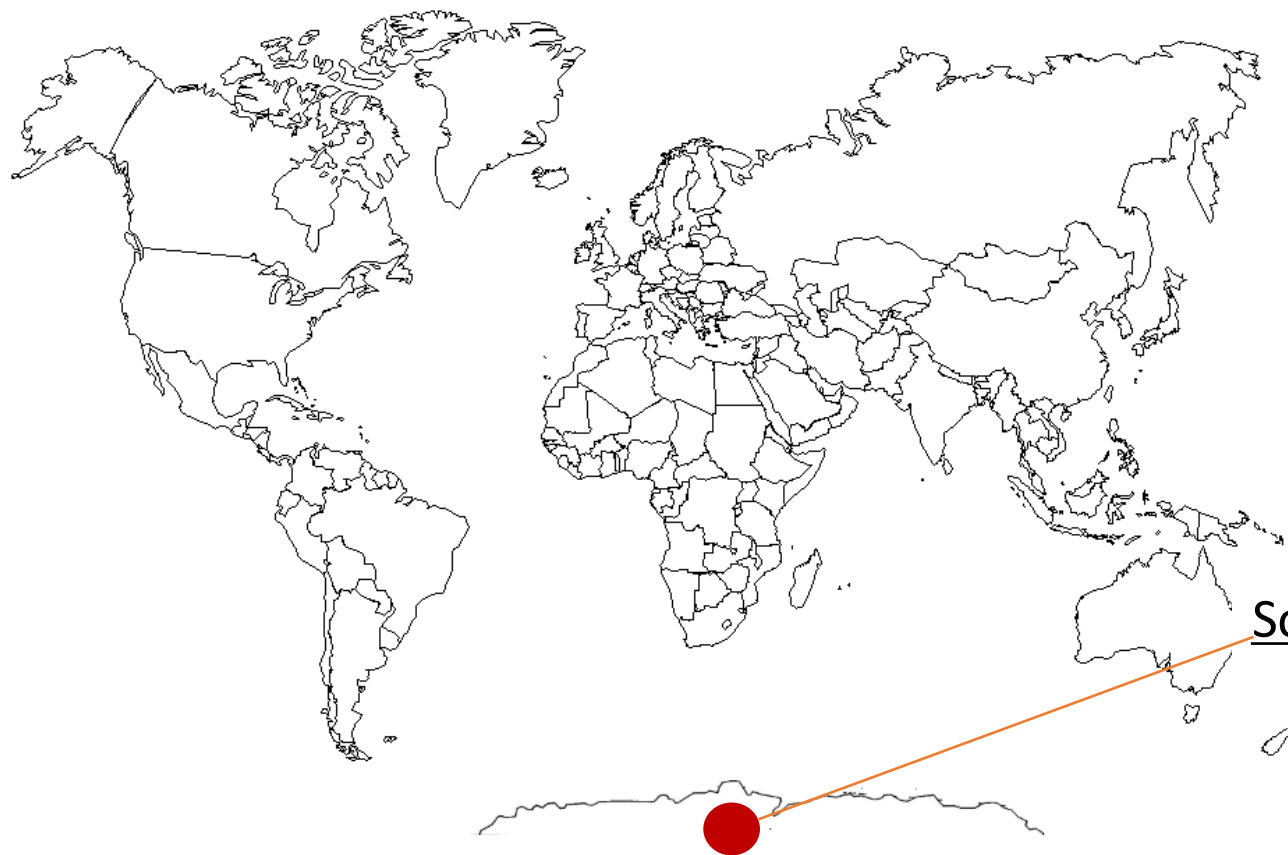
Tronc de Sigillaire, daté de 300 Ma : forêt équatoriale



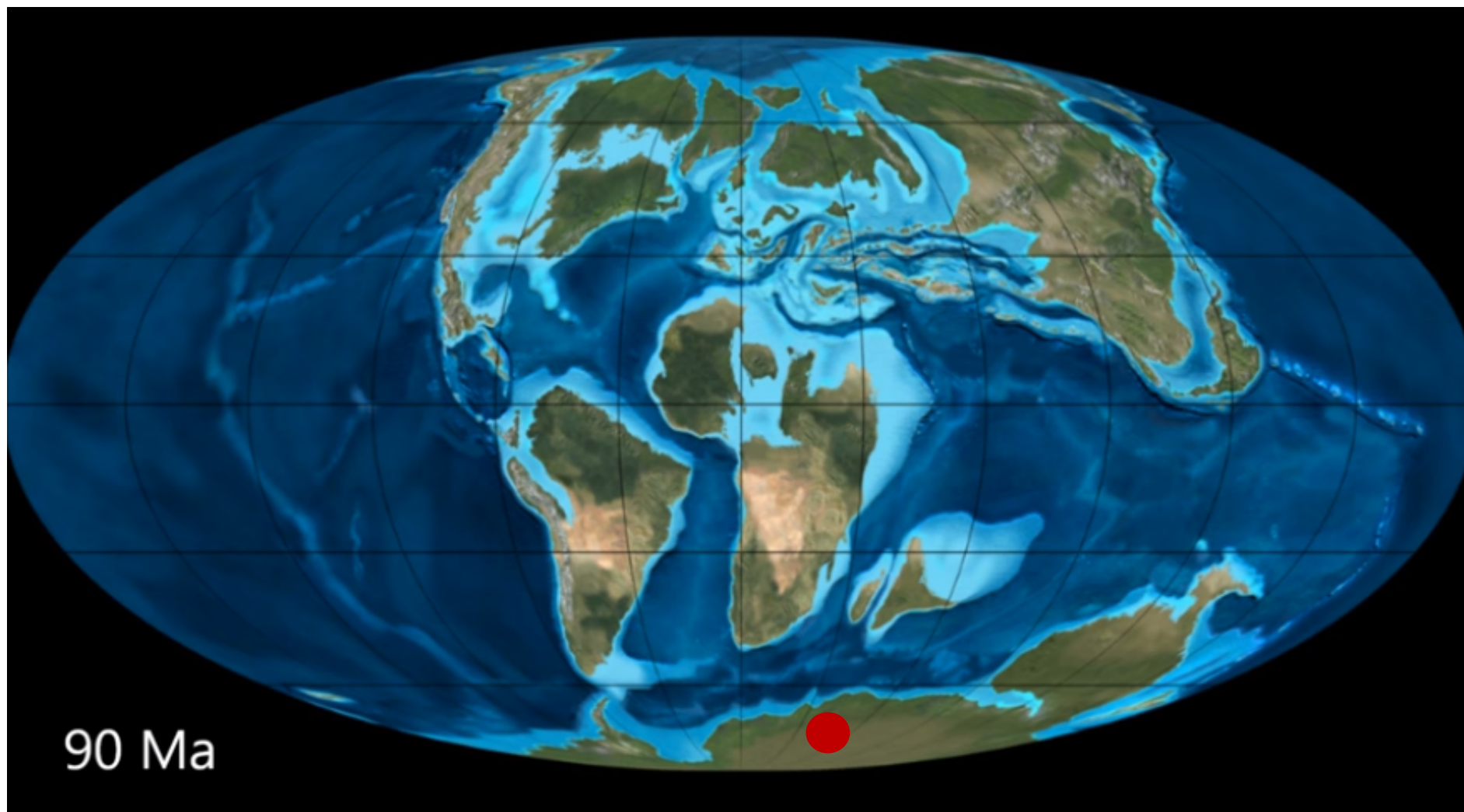
Stries glaciaires, 300 Ma : présence d'un glacier



Carbonifère



Sol fossile, 90 Ma : présence d'une
forêt tropicale



90 Ma

Crétacé

Comment appréhender les climats du futur ?



Le « supercalculateur » du CEA, 2020



SimClimat

Régler les én
de Ca



El



V



S



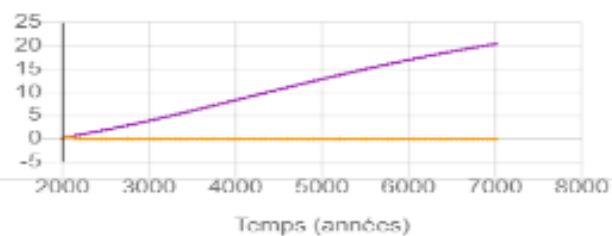
Alt

Sans volcanisme

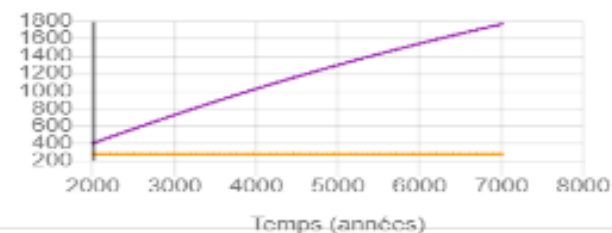
Avec volcanisme intense



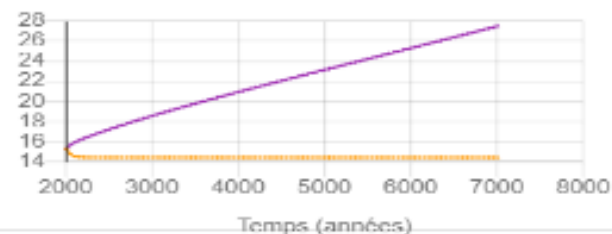
Niveau de la mer par rapport à
l'époque pré-industrielle (m)



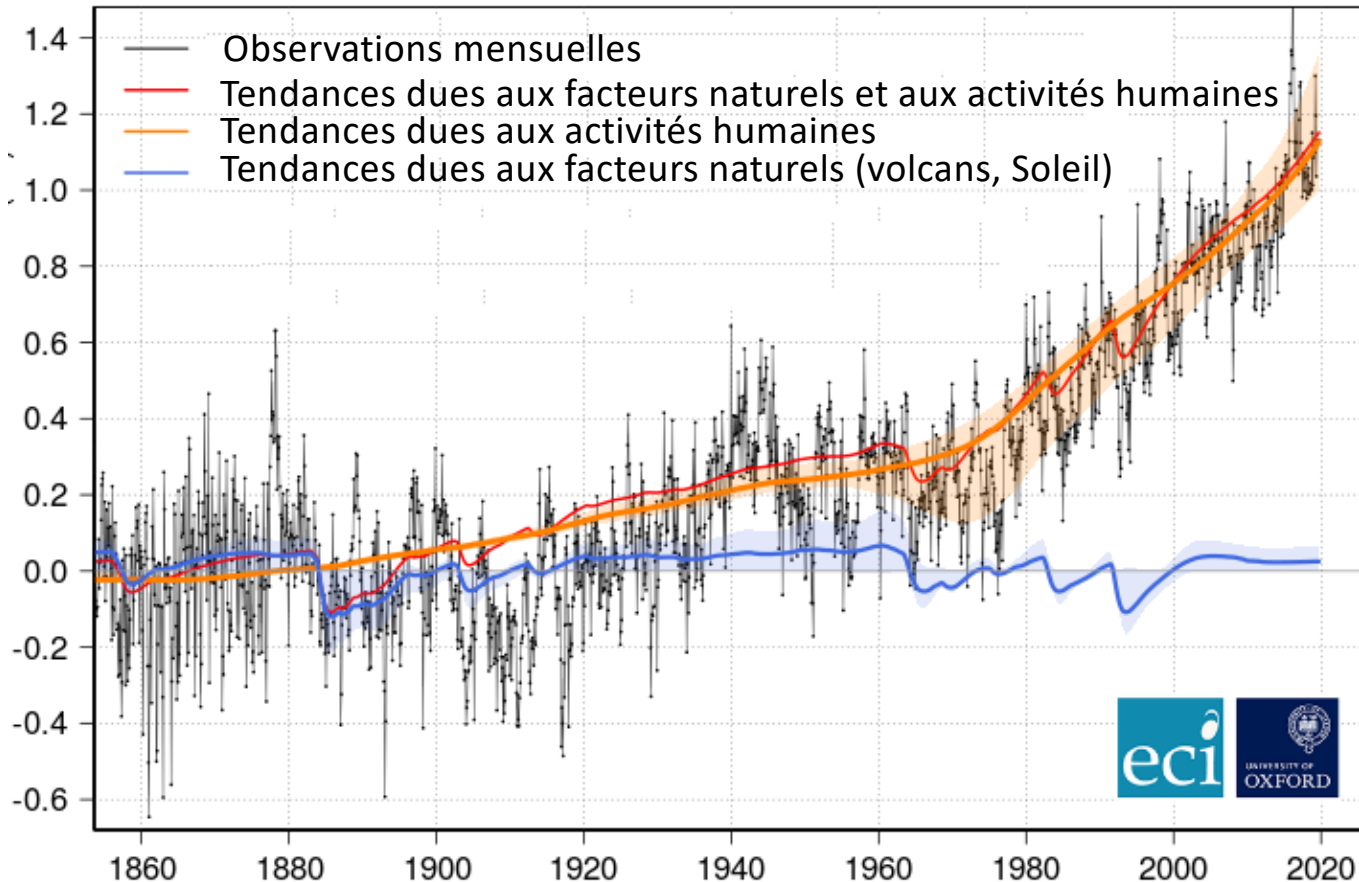
Concentration en CO₂ (ppm)



Température (°C)

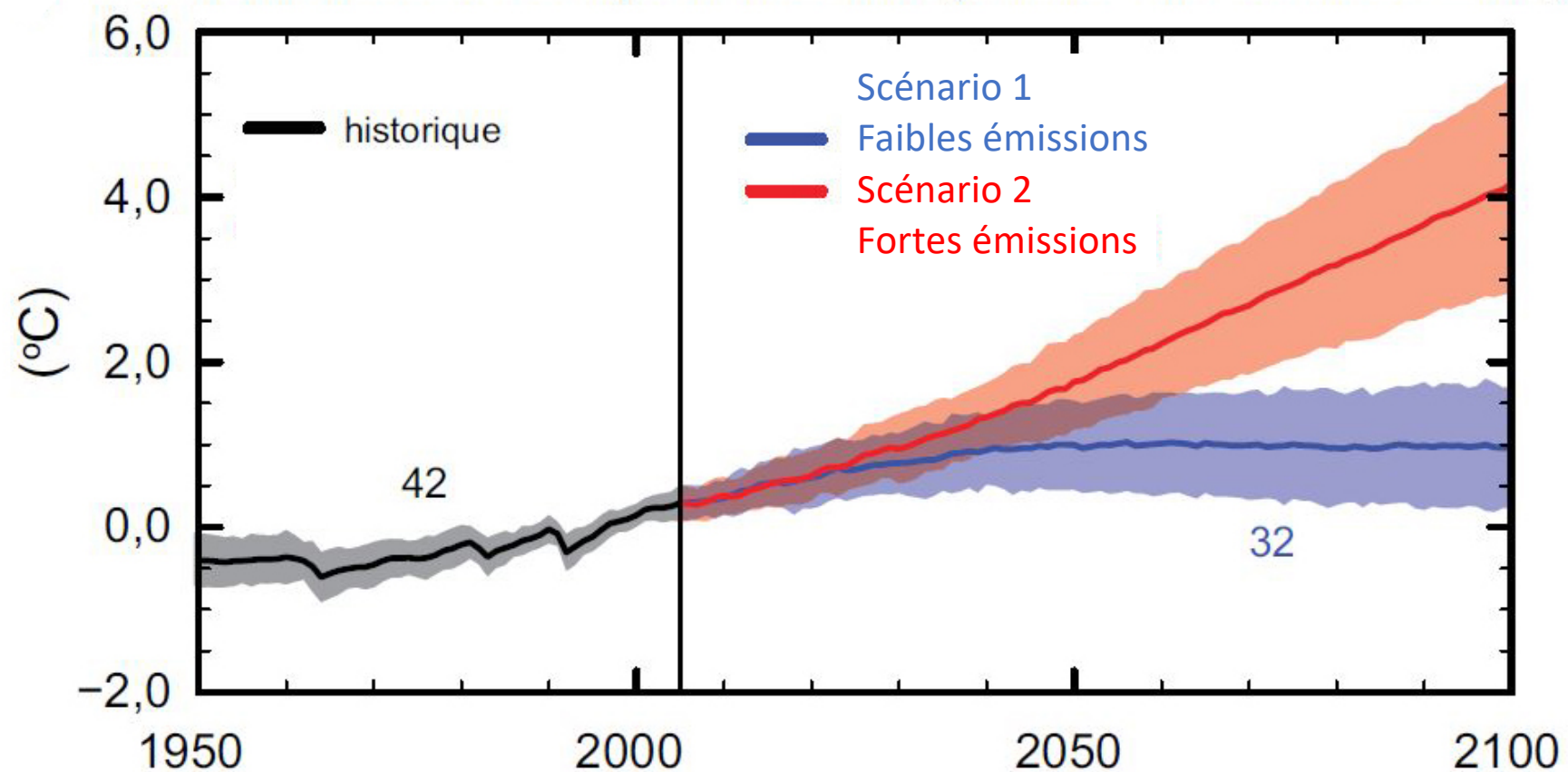


Variation de température mesurée à la surface de la Terre par rapport à la moyenne 1850 - 1900



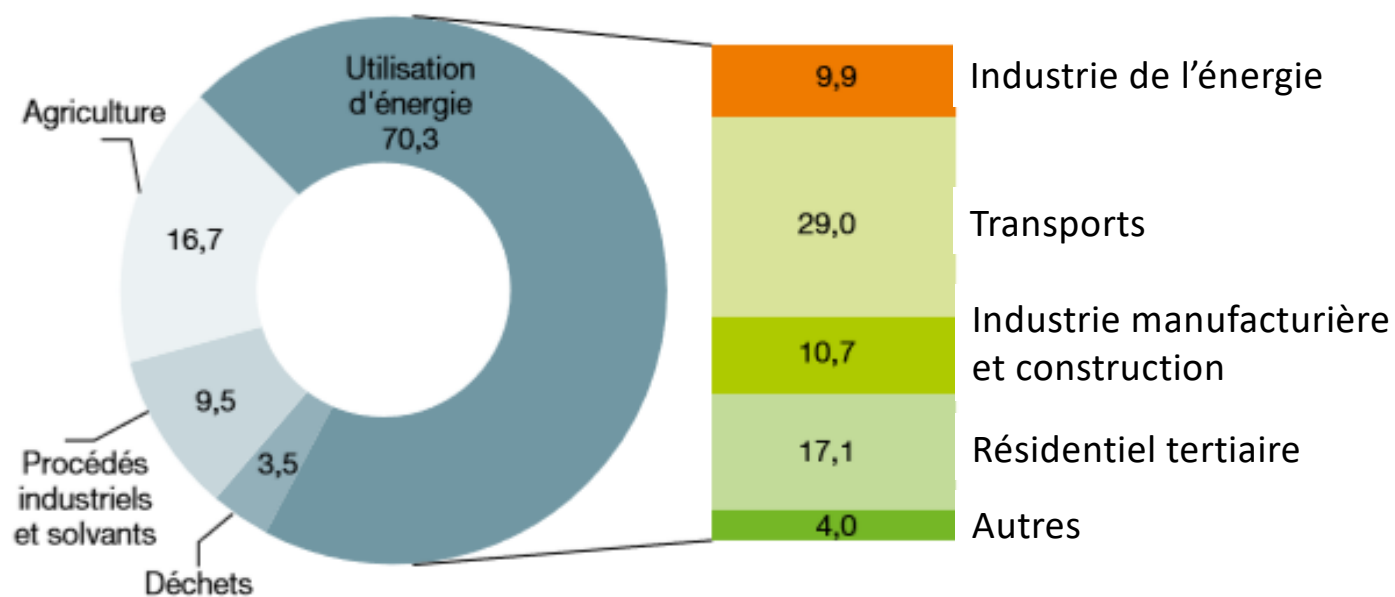
Facteurs humains :
le modèle suit l'évolution
effectivement observée

Facteurs naturels uniquement :
le modèle ne permet pas
d'expliquer les températures
observées



Moyenne des températures de surface mesurées et modélisées
(5^{ème} rapport du Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat)

Sources des émissions de gaz à effet de serre en France en 2016 (en %)



Source : AEE, 2018

Adaptation

Atténuation

Actions



Lorette, élève en terminale,
Éco-déléguée



Sources et crédits photographiques

Photographie satellite de la mer de glace : <https://www.geoportail.gouv.fr>

Article sur la mer de glace : <https://planet-terre.ens-lyon.fr/article/Mer-de-Glace.xml>

Reconstitution de la mer de glace au fil des siècles : d'après S. Nussbaumer

Sujet de baccalauréat : <http://svt.ac-besancon.fr/bac-s-2016-asie/#spe>

Données et photographies sur les carottes glaciaires : <https://planet-terre.ens-lyon.fr/article/carottes-glace-Parrenin.xml>

Logiciel Delta $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$: <https://disciplines.ac-toulouse.fr/svt/les-logiciels-de-pierre-perez>

Logiciel SimClimat : <https://www.lmd.jussieu.fr/~crlmd/simclimat/>

Photographie des foraminifères : banque de photos de l'académie de Lyon www.ac-lyon.fr

Photographie de carotte sédimentaire :

https://www.mnhn.fr/sites/mnhn.fr/files/styles/924x616/public/thumbnails/image/07_02_924x616_01.jpg?itok=fjbJLpOh

Animation excentricité : banque de schémas de l'académie de Dijon www.ac-dijon.fr

Photographie du supercalculateur : <http://www.cea.fr/presse>

Photographies de fossiles : Pierre Thomas <https://planet-terre.ens-lyon.fr/>

Données sur les climats du futur : <http://www.globalwarmingindex.org> (données IPCC, 2013, updated to Sept. 2019), traduction par Valérie Masson-Delmotte

5^{ème} rapport du GIEC : <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>