

FICHE 9

Les conséquences du réchauffement climatique

(SVT – seconde)

ACTIVITE 1

Niveau : SECONDE

Thème : la Planète Terre et son environnement

Partie du programme : thème d'étude sur le réchauffement climatique

Problème à résoudre :

Qu'est-ce que la fonte d'un ice-shelf ?

Activité :

Comparaison de cartes et d'une image satellitale afin de mettre en évidence la fonte d'un ice-shelf et de la quantifier.

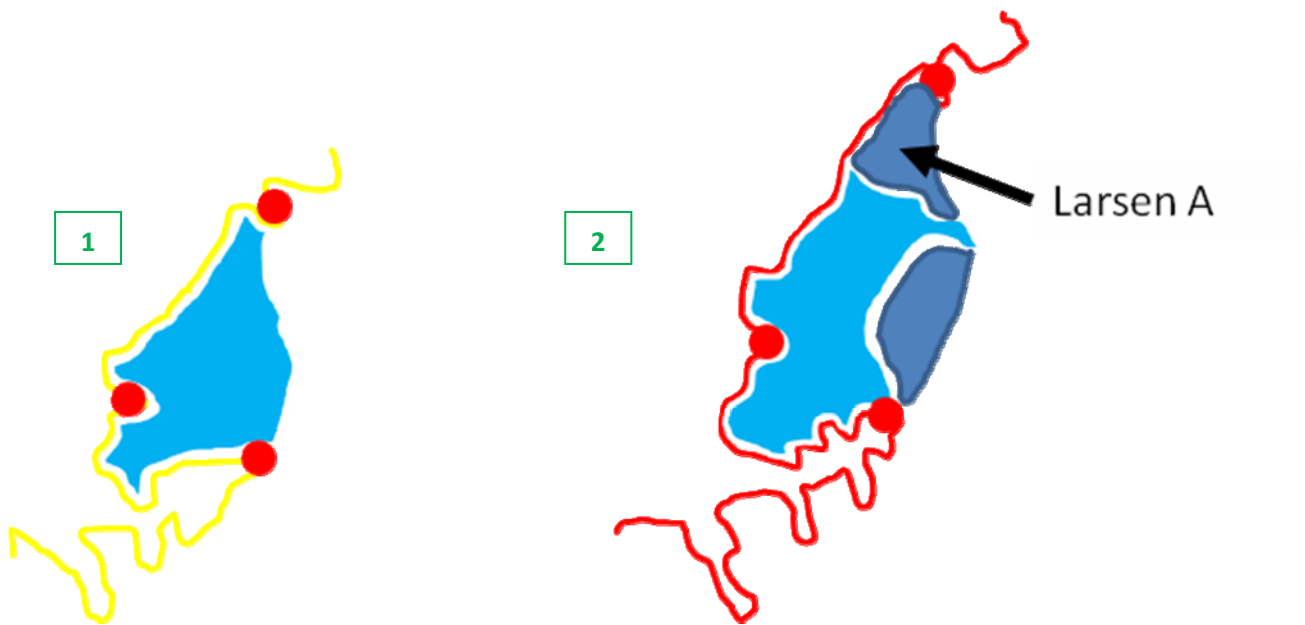
Exploitation des données :

- Comparaison des surfaces de l'ice-shelf Larsen A et Larsen B dans la péninsule antarctique.
- Evaluation de la superficie de glace disloquée avec la carte des pôles IGN qui présente la France à l'échelle de l'Antarctique.
- Carte de l'antarctique, Concordia, Commonwealth of Australia, Juin 2000 :
http://data.aad.gov.au/database/mapcat/antarctica/a3_antarctica.gif
- Carte IGN, publiée en 2007 et dossier d'accompagnement :
<http://www.ign.fr/institut/83/dossiers/annee-polaire.htm>
- Carte des pôles, IGN :
http://images.google.fr/imgres?imgurl=http://www.ign.fr/adminV3/display/000/506/525/5065251.jpg&imgrefurl=http://www.ign.fr/institut/documentArticle.do%3FidDoc%3D5275822%26indexRoot%3D4%26indexChild%3D3%26currentRootSearch%3D%26indexChildSearch%3D&usq=__rGNdu9HqEGZUscKDwWojT9z2irl=&h=235&w=470&sz=35&hl=fr&start=4&um=1&tbnid=7CnqABa0j0ue1M:&tbnh=65&tbnw=129&prev=/images%3Fq%3Dcartes%2Bdes%2Bp%25C3%25B4les%2BIGN%26hl%3Dfr%26rlz%3D1T4SKPB_frFR306FR307%26sa%3DN%26um%3D1
- Photo satellitale péninsule antarctique :
http://www.esa.int/esaEO/ESAQNGF18ZC_planet_1.html#subhead2

Exemple d'exploitation de la carte IGN

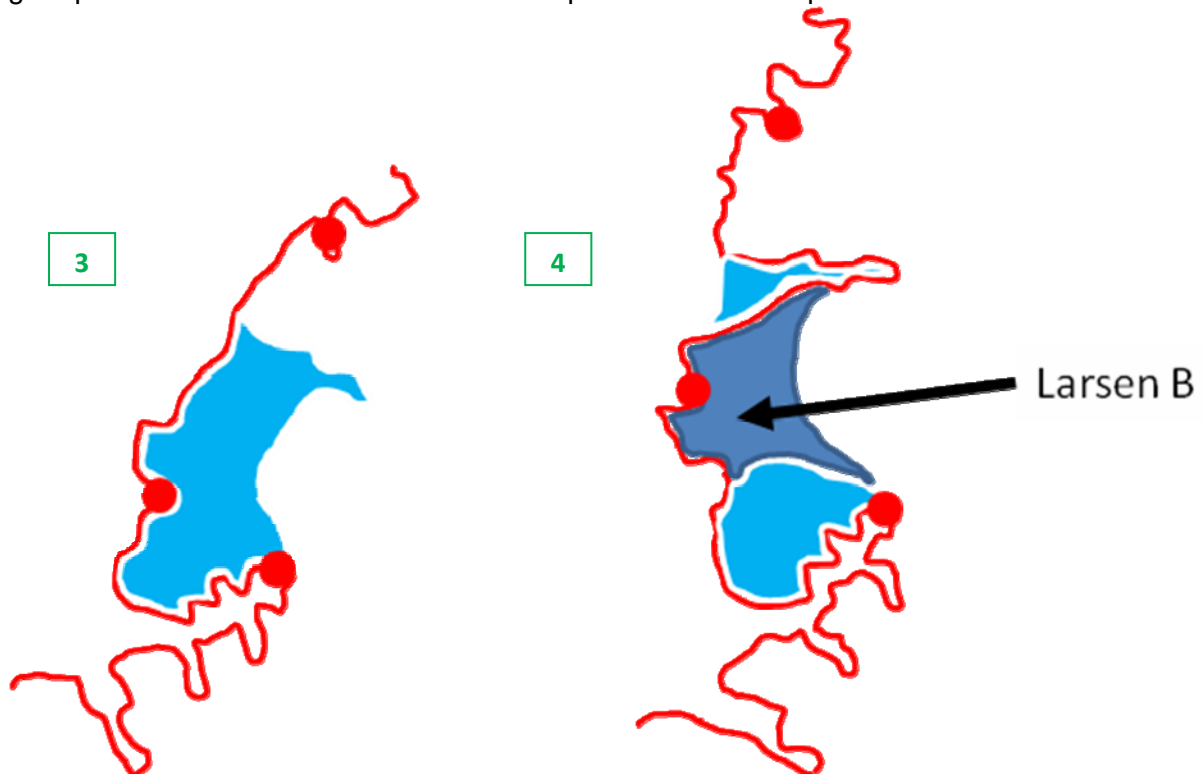
1. **Comparaison de deux cartes :** celle de l'Australie (1) et celle de l'IGN (2), avec le contour continental et en bleu, les surfaces d'ice-shelves.

Les surfaces en bleu clair illustrent les ice-shelves présents. Les surfaces en bleu foncé illustrent la fonte constatée entre l'élaboration des deux cartes, et la disparition du Larsen A au nord. Les traits en jaune ou rouge représentent la limite continentale de la péninsule antarctique.



2. **Deuxième comparaison temporelle** : celle de l'IGN (3) et l'image satellitale de l'ESA (4), avec le contour continental et en bleu, les surfaces d'ices-shelves.

Les surfaces en bleu clair illustrent les ice-shelves présents. Les surfaces en bleu foncé illustrent la fonte constatée entre l'élaboration des deux cartes, et la disparition du Larsen B, au sud. Les traits en rouge représentent la limite continentale de la péninsule antarctique.



Notions à retenir :

La fonte d'un ice-shelf correspond au démantèlement d'une immense plateforme de glace flottante (glace de mer), ce qui entraîne la déstabilisation partielle de la glace terrestre des glaciers qui prenaient appui sur cette glace flottante. Concernant l'ice-shelf Larsen B, la surface de glace disloquée et détruite en 2002 correspondait environ à la superficie de la Corse.

ACTIVITE 2

Niveau : SECONDE

Thème : la Planète Terre et son environnement + thème d'étude sur le réchauffement climatique

Partie du programme : Evolution historique de la composition de l'Atmosphère :

La courbe des teneurs en CO₂ et O₂ de l'atmosphère terrestre depuis 4,5 milliards d'années.

La courbe des températures fossiles et des teneurs en CO₂ au cours du quaternaire récent déterminée grâce à l'étude des isotopes de l'oxygène et des inclusions gazeuses des carottes polaires.

+ thème d'étude sur le réchauffement climatique.

Problèmes à résoudre :

La fonte récente des ice-shelves est-elle un phénomène original ou a-t-elle déjà eu lieu dans le passé ?
Les températures et les données atmosphériques actuelles sont-elles préoccupantes ?

Activité :

Exploitation des informations des documents afin de relier les températures avec l'évolution de la calotte antarctique et avec les concentrations en CH₄ et en CO₂.

Visualiser l'originalité des données atmosphériques actuelles par rapport à celles du passé et formuler des hypothèses sur les températures futures et sur le devenir de l'Antarctique.

Exploitation des données :

Document 1 : extrait d'un poster de l'ANDRILL

Posters ANDRILL : Theme 5 : Decoding Antarctica's Climate History disponible sur <http://www.andrill.org/flexhibit/flexhibit/materials/index.html>

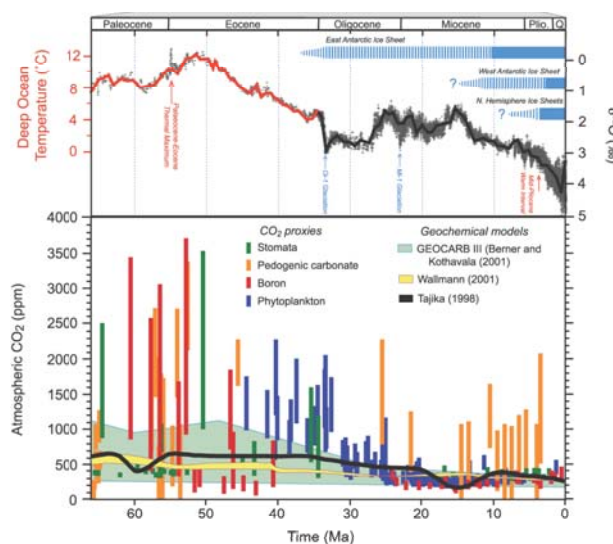
Document 2 : paléotempératures et concentration atmosphérique en CO₂ sur les 60 derniers millions d'années. La courbe rouge représente les températures évaluées à partir du programme « Ocean drilling », et la courbe noire sur les variations plus récentes de l'isotope ¹⁸O mesurées dans les Foraminifères de grande profondeur.

(<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter6.pdf>)

Upper: Global compilation of deep-sea benthic foraminifera ¹⁸O isotope records from 40 Deep Sea Drilling Program and Ocean Drilling Program sites (Zachos et al., 2001)

updated with high-resolution records for the Eocene through Miocene interval (Billups et al., 2002; Bohaty and Zachos, 2003; Lear et al., 2004). Most data were derived from analyses of two common and long-lived benthic taxa, Cibicides and Nuttallides. To correct for genus-specific isotope vital effects, the ¹⁸O values were adjusted by +0.64 and +0.4 (Shackleton et al., 1984), respectively. The ages are relative to the geomagnetic polarity time scale of Berggren et al. (1995). The raw data were smoothed using a five point running mean, and curve-fitted with a locally weighted mean. The ¹⁸O temperature values assume an ice-free ocean (-1.0‰ Standard Mean Ocean Water), and thus only apply to the time preceding large-scale antarctic glaciation (~35 Ma). After the early Oligocene much of the variability (~70%) in the ¹⁸O record reflects changes in antarctic and Northern Hemisphere ice volume, which is represented by light blue horizontal bars (e.g., Hambrey et al., 1991; Wise et al., 1991; Ehrmann and Mackensen, 1992). Where the bars are dashed, they represent periods of ephemeral ice or ice sheets smaller than present, while the solid bars represent ice sheets of modern or greater size. The evolution and stability of the West Antarctic Ice Sheet (e.g., Lemasurier and Rocchi, 2005) remains an important area of uncertainty that could affect estimates of future sea level rise.

Bottom: Detailed record of CO₂ for the last 65 Myr. Individual records of CO₂ and associated errors are colour-coded by proxy method; when possible, records are based on replicate samples (see Royer, 2006 for details and data references). Dating errors are typically less than ±1 Myr. The range of error for each CO₂ proxy varies.



Document 3 :

Fonte des ice-shelves :

http://www.antarctica.ac.uk/press/press_releases/press_release.php?id=57

Antarctic ice shelf retreats happened before

Issue date: 23 Feb 2005

Number: 4/2005

The retreat of Antarctic ice shelves is not new according to research published this week (24 Feb) in the journal *Geology* by scientists from Universities of Durham, Edinburgh and British Antarctic Survey (BAS).

A study of George VI Ice Shelf on the Antarctic Peninsula is the first to show that this currently 'healthy' ice shelf experienced an extensive retreat about 9500 years ago, more than anything seen in recent years. The retreat coincided with a shift in ocean currents that occurred after a long period

of warmth. Whilst rising air temperatures are believed to be the primary cause of recent dramatic disintegration of ice shelves like Larsen B, the new study suggests that the ocean may play a more significant role in destroying them than previously thought.

The University of Durham's, Dr Mike Bentley, one of the leaders of the project said, 'We know that rising air temperatures can break up ice shelves but there has been a suspicion for some time that the role of the ocean may have been underestimated. This is some of the first evidence that a shift in ocean currents can actually destroy ice shelves. In this case it's possible that a preceding warm period may have primed the ice shelf to disintegrate when the ocean currents shifted.'

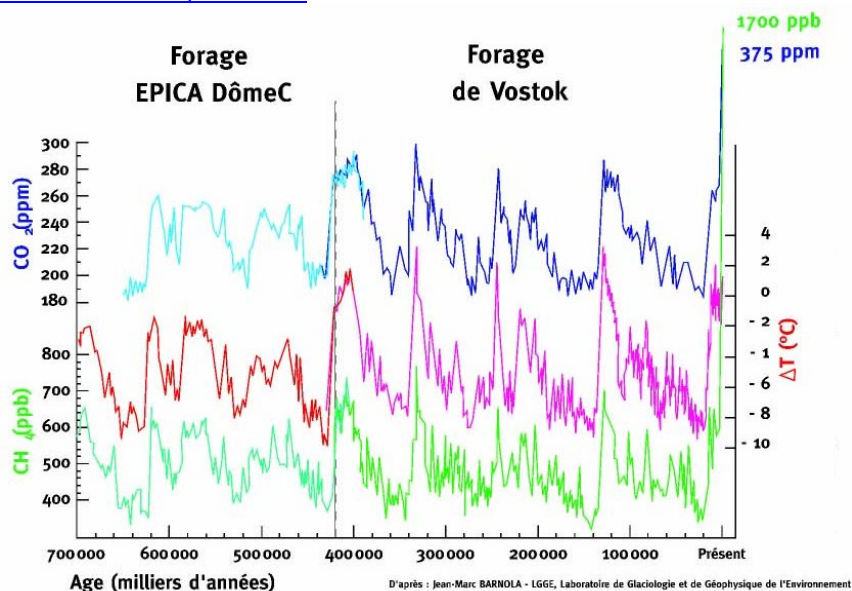
The scientists analysed sediments from the bottom of a freshwater lake close to the edge of the present George VI Ice Shelf. The results revealed that about 9500 years ago the ice shelf retreated, allowing the sea to flood into the lake. The ice shelf didn't reform until 1500 years later, and has been present ever since.

The findings are particularly relevant for other studies on the West Antarctic Ice Sheet where scientists have found that a relatively warm current, Circumpolar Deep Water, is causing high melt rates on the underside of an ice shelf in Pine Island Bay*. The gradual removal of this ice shelf may be causing the glaciers inland to flow faster, which could lead to enhanced drainage of part of the West Antarctic Ice Sheet, and a consequent rise in sea level.

Document 4 : extrait du cartouche de la carte IGN de l'Antarctique.

Carte IGN, publiée en 2007 et dossier d'accompagnement :

<http://www.ign.fr/institut/83/dossiers/annee-polaire.htm>



Notions à retenir

L'Antarctique ne possédait pas de calotte glaciaire il y a 50 Ma, mais elle s'est mise en place progressivement pour arriver à une calotte stable il y a 30-35 Ma. Il y a 5 Ma, la calotte antarctique a très fortement fondu (doc 1), et des ice-shelves se sont détruits il y a 9 500 ans (doc 3). Les paléotempératures évaluées à ces périodes illustrent une moyenne de température plus élevée qu'aujourd'hui ainsi qu'une concentration en CO₂ élevée (environ 500 ppm).

Les courbes concentrations en CO₂ et en CH₄ sont en corrélation directe avec les courbes de températures, et les valeurs passées n'ont jamais dépassé la concentration de 300 ppm pour le CO₂ et de 800 ppm pour le CH₄ (doc 4). **Les températures actuelles ne sont pas hors norme à l'échelle de la planète, mais leur corrélation démontrée avec les concentrations en CO₂ et CH₄ laissent présager une très forte hausse de ces températures à la vue des concentrations hors norme de ces deux gaz (concentrations jamais connues dans les 5 derniers millions d'années).**