

SÉANCE C3

LA BLANCHEUR DE LA CRYOSPHERE ET SON ALBÉDO

DISCIPLINE CONCERNÉE
SVT

DURÉE

- ~ Préparation : 20 min
- ~ Activité : 1 h 30

RÉSUMÉ

Les élèves débattent du rôle que joue la banquise dans notre climat et mènent une expérience pour comprendre l'importance de la cryosphère, une surface présentant un albédo très élevé. Cette leçon permet également d'aborder la notion de rétroaction dans le système climatique.

IDÉES À RETENIR

- ~ La cryosphère, par sa couleur blanche, réfléchit la majeure partie du rayonnement solaire qu'elle reçoit, ce qui régule la quantité d'énergie absorbée par la Terre.
- ~ La capacité d'une surface à réfléchir le rayonnement solaire s'appelle l'albédo.
- ~ Sans cryosphère, la température à la surface du globe serait bien plus élevée.
- ~ Lorsque la cryosphère fond, l'albédo de la Terre diminue, renforçant son réchauffement. La surface recouverte de glace diminue d'année en année, et ce de plus en plus rapidement. C'est ainsi que s'enclenche un cycle dangereux, qualifié de rétroaction positive.
- ~ Le système climat-océan-cryosphère se caractérise par des boucles de rétroactions à la fois positives et négatives très difficiles à arrêter une fois lancées.

MOTS-CLÉS

Cryosphère, réflexion, albédo, réchauffement supplémentaire, boucle de rétroaction

MÉTHODE D'INVESTIGATION

Expérience et analyse documentaire



- 1 ampoule (de 60 W au moins, 100 W si possible, utilisez des ampoules halogènes ou à incandescence et non des lampes à basse consommation), montée sur un support qui peut se fixer et s'incliner vers la table. Remarque : s'il fait beau, les ampoules sont facultatives et les expériences peuvent être menées au Soleil.
- 1 thermomètre

Ressources multimédia : vidéo (banquise et albédo). Se référer à la page 194.

EN AMONT DE LA LEÇON

1. Imprimez ou projetez la FICHE C3.1.
2. Téléchargez la vidéo sur le site de l'OCE. Se référer à la page 194.

INTRODUCTION 20 MIN

Commencez cette activité en montrant l'image satellite de l'Océan Arctique de la FICHE C3.1. La différence entre l'étendue de la banquise en 1979 et en 2015 est manifeste. Demandez aux élèves : *que représente l'image ? Quelles sont les différences entre les deux cartes ?* À première vue, ils s'apercevront que la surface blanche de la banquise recule et qu'elle est remplacée par les couleurs sombres de l'océan.

Rappelez-leur la leçon C1 sur la fonte de la cryosphère, dans laquelle nous avons appris que la banquise ne contribue pas à la hausse du niveau marin.

Maintenant, demandez aux élèves : *pourquoi se soucie-t-on du recul de la banquise si celle-ci ne contribue pas à la hausse du niveau marin ?* Les élèves donnent souvent comme réponse l'ours polaire menacé par la diminution de son aire de chasse et par le recul de la banquise. Ils auront identifié les zones recouvertes de glace grâce à leur couleur blanche et les océans grâce à leur couleur foncée. Demandez aux élèves : *pourquoi la couleur de la glace est-elle un élément important ? Pensez-vous que la différence de couleur entre la glace et l'océan est importante ? Pourquoi ? Entre la glace et l'océan, lequel absorbe le plus de chaleur ?*

PREPARATION 20 MIN

MATÉRIEL NÉCESSAIRE

Pour chaque groupe :

- FICHE C3.1
- 1 récipient blanc ou un récipient avec de l'encre blanche
- 1 récipient bleu ou un récipient avec de l'encre bleu foncé

DÉROULEMENT 50 MIN

1. Une fois que les élèves ont débattu autour de leurs hypothèses, demandez-leur comment ils peuvent les vérifier. Encouragez-les à mener une expérience, dont voici deux suggestions :

- Remplissez deux récipients identiques avec un volume d'eau équivalent (avec couvercles de préférence), un peint en blanc, comme la neige, l'autre en bleu foncé, comme l'océan. Vous pouvez aussi directement colorer l'eau en la mélangeant à de l'encre blanche ou bleu foncé. Mettez ensuite les récipients au soleil ou sous une ampoule. Relevez la température de l'eau des deux récipients.
- Menez une petite expérience avec deux tissus de couleurs distinctes en prenant la température sous un t-shirt blanc et un t-shirt noir exposés au soleil ou à la lumière d'une lampe par exemple.



(A) Expérience avec deux récipients contenant de l'eau colorée.



(B) Expérience avec deux tissus de couleurs distinctes.

2. Les élèves relèvent les valeurs de température observées, par exemple toutes les 5 minutes pendant 20 minutes environ. Demandez aux élèves : *pouvez-vous anticiper ce qu'il va se passer ?*

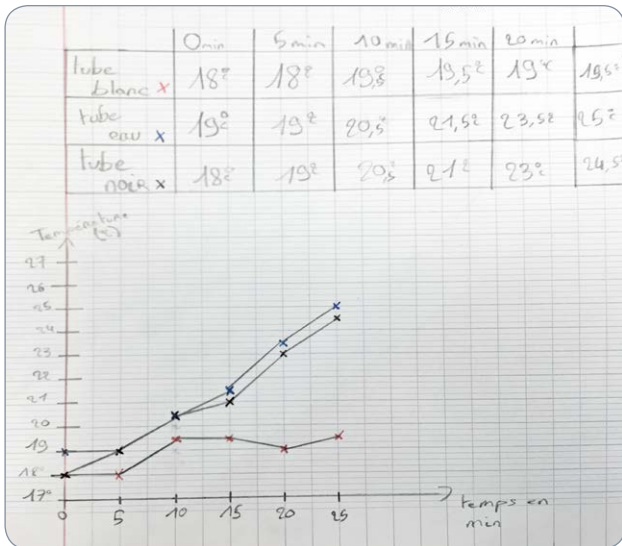
3. Au cours des 20 minutes, demandez aux élèves de tracer deux graphiques, un pour le récipient foncé, l'autre pour le récipient blanc, représentant

ÉCLAIRAGE SCIENTIFIQUE

Comme nous l'avons vu de la pages 9 à 11 de l'Éclairage scientifique général, la température d'équilibre à la surface du globe dépend en grand partie de l'énergie solaire que notre planète reçoit. Dans les leçons B1 et B2, nous avons constaté que le rayonnement entrant, qui est absorbé par la surface de la Terre, est partiellement réémis sous la forme d'un rayonnement infrarouge. Toutefois, une partie de ce rayonnement n'est pas absorbée par la surface et est réfléchi directement vers l'espace.

Prenez un instant pour réfléchir à la couleur de la surface du globe : elle n'est pas uniforme ; il suffit d'observer les océans, les montagnes enneigées, les forêts ou les plages de sable pour le constater. Plus sa surface est blanche, plus elle renvoie l'énergie solaire vers l'espace. **La blancheur est mesurée par une valeur appelée l'albédo.** La glace et la neige fraîche ont un albédo élevé (entre 40 et 80 %), tandis que l'eau de l'Océan Arctique présente un albédo faible (<10 %). Lorsque la glace blanche fond et disparaît dans les océans, la surface plus foncée ainsi dégagée absorbe davantage d'énergie, ce qui réchauffe encore les océans et accentue la fonte, créant par conséquent davantage de surface foncée, et ainsi de suite. On appelle cet effet d'amplification une **rétroaction positive**.

Le système climatique présente deux types de rétroactions : positive (accélération du changement) et négative (décélération du changement). Par ces rétroactions, de petits bouleversements de certaines composantes du système climatique peuvent avoir des répercussions considérables et déstabiliser l'ensemble de l'équilibre actuel du système.



Graphiques représentant l'évolution de la température au sein des deux récipients utilisés pour l'expérience (A) ci-dessus.

l'évolution de la température. En comparant les deux, ils s'apercevront d'une part que la température du récipient foncé augmente plus vite que celle du récipient blanc, et d'autre part, que la température à la fin de l'expérience est plus élevée dans le récipient foncé.

4. Discutez des résultats avec les élèves. Demandez-leur par exemple : *par une magnifique journée d'été, que préféreriez-vous porter : un t-shirt blanc ou un t-shirt noir ? Ou, que se passe-t-il lorsqu'une voiture stationne au soleil au beau milieu de l'été ? La couleur du véhicule ou des sièges fait-elle une différence ?* Les élèves s'apercevront mieux du lien entre les conclusions de leurs expériences s'ils les comparent à leur vie quotidienne.

CONCLUSION 20 MIN

Écrivez au tableau le terme « albédo » et indiquez aux élèves que la glace présente un albédo plus élevé que l'eau de mer. Demandez-leur de définir le terme « albédo » en se basant sur les résultats observés pendant l'expérience. Vous obtiendrez peut-être les réponses suivantes : une surface a un albédo élevé lorsqu'elle reflète/renvoie bien la lumière du Soleil.

Rappelez les conclusions de la leçon C1 : de grandes surfaces de glace – calottes glaciaires, banquise, glaciers – fondent sous l'effet du changement climatique. Demandez aux élèves : *que déduisez-vous des expériences menées avec les récipients clair et foncé quant aux répercussions de la fonte des glaces ? Quelle est la particularité de la glace ?* À ce stade, les élèves comprendront que le recul total ou partiel

de la banquise est un moteur du réchauffement de l'océan.

La discussion doit permettre d'identifier l'existence d'une **boucle de rétroaction positive** : plus la température atmosphérique augmente, plus l'océan se réchauffe et plus la glace fond, donc plus l'albédo diminue, et ainsi de suite. Vous pouvez demander à vos élèves de dessiner la boucle au tableau et discuter des nombreuses rétroactions distinctes du système climat-océan-cryosphère qui conditionnent fortement notre climat.

Dans cette leçon, l'effet de l'albédo a principalement été traité sous l'angle de la fonte de la banquise, mais les glaciers et la calotte glaciaire ont également un albédo élevé : en fondant, leur couleur est modifiée et passe du blanc à la couleur de la roche/du sol en-dessous, ce qui réchauffe la cryosphère environnante et accélère la fonte. Dans certaines régions d'Europe, comme en Suisse, ou dans les Andes, des habitants recouvrent les glaciers de couvertures blanches pour réduire leur fonte en été.

→ CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Les élèves demanderont peut-être si le réchauffement climatique provoquera davantage d'évaporation de l'eau et donc davantage de nuages (qui sont blancs lorsqu'observés depuis l'espace) entraînant un refroidissement général du fait d'un albédo plus important. C'est en effet ce qu'on appelle une rétroaction négative, c'est-à-dire un mécanisme qui vise à contrecarrer son forçage initial (plus d'évaporation → plus de nuages → un albédo plus élevé → une baisse de température → moins d'évaporation). C'est l'équilibre entre les rétroactions positives et négatives du système climatique – certaines restant encore inconnues – qui conditionnera l'évolution du climat à venir. Les modèles climatiques essaient de prendre en compte toutes ces rétroactions.

PROLONGATION FACULTATIVE

Étudiez les répercussions de la fonte de la banquise sur les écosystèmes polaires et les peuples indigènes.

→ CONSEIL POUR LE DÉROULEMENT

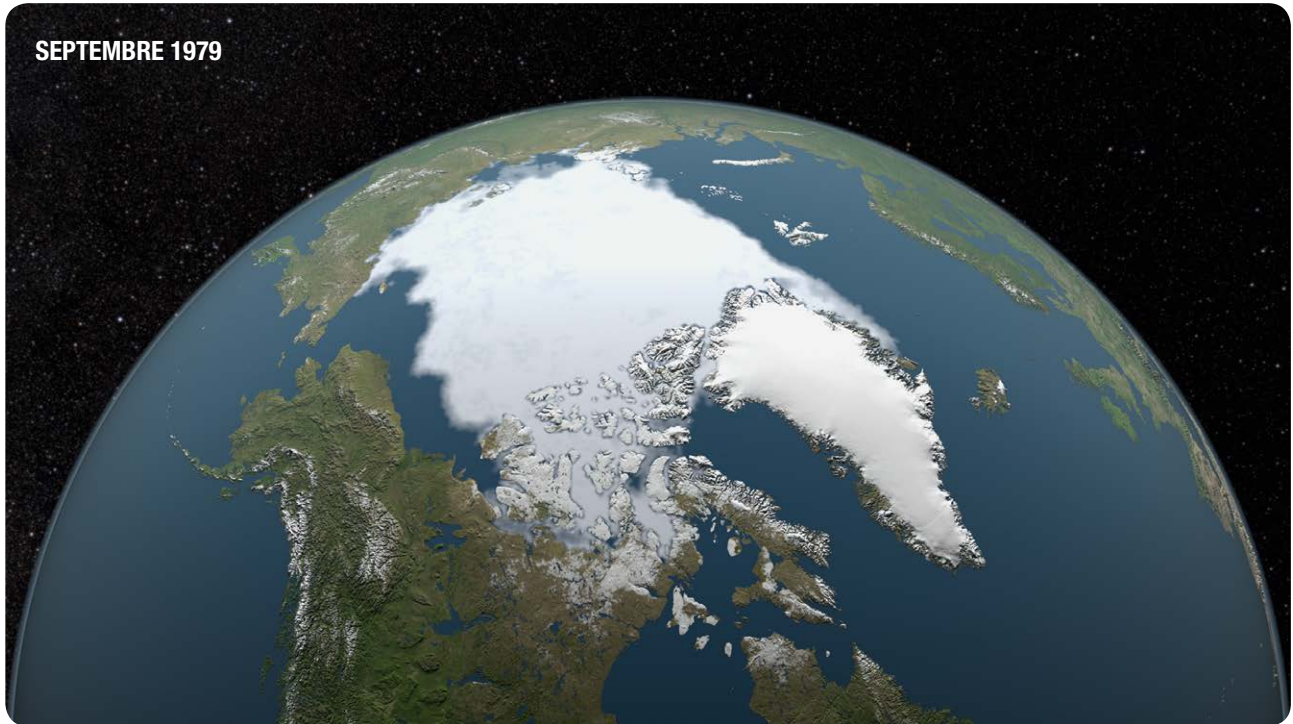
Faites le lien avec les leçons D2 (page 115) et D3 (page 136).

FICHE C3.1



Les deux images montrent l'étendue de la banquise arctique aux mois de septembre en 1979 et en 2015.

→ Qu'observez-vous ?



Source : NASA – <https://svs.gsfc.nasa.gov/4435>