



Dossier pédagogique réalisé par la Fondation Polaire Internationale

Les Sciences Polaires



NOTICE THÉORIQUE

IMPORTANCE DE LA RECHERCHE POLAIRE	3
HISTORIQUE DES SCIENCES POLAIRES	3
LES DIFFÉRENTES SCIENCES POLAIRES	6
Météorologie et sciences de l'atmosphère	6
Glaciologie (climatologie)	7
Géologie et géophysique	8
Océanographie	9
Biologie	9
Sciences spatiales	10

NOTICE DIDACTIQUE

a. Développer une attitude scientifique	12
b. S'initier aux démarches scientifiques	12
c. Découvrir l'unité et la diversité du vivant, des objets, des phénomènes naturels ou techniques	12
d. Aborder des problématiques scientifiques dans une perspective d'éducation à la citoyenneté et de développement durable	12
PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS	13
EXEMPLES DE SÉQUENCE D'ENSEIGNEMENT/APPRENTISSAGE	15
Glaciologie et climatologie (séquence courte)	15
Glaciologie et climatologie (séquence longue)	17
Matériel séquence « Climatologie / glaciologie »	19
RESSOURCES	30
Sites WEB	30
Bibliographie	30
Moyens d'enseignement	30

IMPORTANCE DE LA RECHERCHE POLAIRE

L'immensité polaire semble bien loin de notre petit monde des villes et des campagnes. Mais ces régions froides sont essentielles au bon fonctionnement de notre planète. Elles renferment des informations indispensables pour comprendre l'histoire du climat récent et l'évolution future de celui-ci. Les régions polaires remplissent de plus un rôle essentiel dans la machine climatique mondiale, tout en étant les plus sensibles aux changements climatiques.

Ces régions représentent aussi un laboratoire scientifique hors norme et irremplaçable. Longtemps préservé de l'influence humaine directe, ce laboratoire est incroyablement riche, mais peut aussi s'avérer fragile.

Une palette de disciplines scientifiques est nécessaire pour exploiter au mieux tout ce que les pôles peuvent nous offrir pour mieux appréhender notre monde.

HISTORIQUE DES SCIENCES POLAIRES

L'histoire de la recherche polaire est étroitement liée à celle de l'exploration des régions polaires.

Étant donné les conditions extrêmes des recherches et le coût de celles-ci, l'histoire de la recherche polaire a été grandement influencée par les années polaires internationales et par la coopération internationale qui s'est mise en place lors de ces événements.

Le XIX^{ème} siècle est encore largement marqué par la recherche de nouvelles terres « colonisables ». Dans un même temps, on voit se multiplier les expéditions à caractère scientifique : cartographie de ces nouvelles régions, découverte de la faune et de la flore, observations météorologiques et astronomiques.

Dans un premier temps, les découvertes scientifiques sont essentiellement de type naturaliste, basée sur l'observation de spécimens animaux, botaniques, géologiques ou de phénomènes météorologiques. [James Clark Ross](#) et [William Scoresby](#) sont deux figures importantes de cette période. A eux deux, ils cumulent l'essentiel des découvertes faites en Arctique et en Antarctique : fossiles, roches volcaniques, Pôle nord magnétique, découverte de la plateforme de glace de Ross et du mont Erebus (volcan actif en Antarctique), manchots empereurs.

La seconde moitié du XIX^{ème} siècle a vu naître un premier élan de coopération internationale en matière de recherche polaire dans le cadre de la Première année polaire internationale (1882-1883). Gouvernements et scientifiques réalisent alors que l'étude des zones polaires ne peut se faire qu'en unissant leurs forces. 12 stations sont ouvertes dans l'Arctique et deux dans l'Antarctique. Ces stations vont permettre d'effectuer des observations simultanées planifiées dans le domaine des sciences de la terre (géophysique) et de réaliser la première étude des conditions météorologiques au-dessus de l'Antarctique.

Dès les années 1900, la recherche dans les régions polaires s'intensifie. C'est le début de recherches plus spécifiques en météorologie, en océanographie en géophysique et en sciences de l'atmosphère. On s'aventure plus à l'intérieur des

terres et on y fait de surprenantes découvertes. Les découvertes récentes sur les jet-streams motivent l'Organisation mondiale de météorologie à lancer la Seconde année polaire internationale (1932-1933).



Le FRAM premier navire conçu pour la recherche polaire :

Outre les avancées scientifiques notables, cette année polaire permet de construire 114 stations d'observations en Arctique et une station à l'intérieur du continent Antarctique.

Après une période plus calme, la recherche polaire explose littéralement avec l'Année géophysique internationale (1957-1958) au sein de laquelle eu lieu la Troisième année polaire internationale. Les scientifiques utilisent les avancées technologiques de la Seconde guerre mondiale pour des recherches dans des domaines variés : haute atmosphère, calotte glaciaire, dérive des continents. Quarante-cinq stations de recherches sont implantées sur le continent antarctique (dont Amundsen-Scott, Dumont d'Urville ou Vostok). La science polaire montre à cette occasion son importance pour la compréhension du système terre et de son histoire.

L'essor des sciences polaires débouche sur le Traité de l'Antarctique (1959).

Durant les cinquante dernières années et avec l'utilisation constante de nouvelles technologies, les sciences polaires ont permis de comprendre les environnements arctique et antarctique, leur histoire et leur influence sur le climat actuel de la Terre. Dorénavant, l'essentiel des recherches se fait de manière transversale entre différents pays.



Quelques dates clés

- 1882 - 83 Première année polaire internationale
- 1897 - 99 Première expédition scientifique internationale en Antarctique sur le [Belgica](#)
- 1910 - 13 Découverte du fossile de [Glossopteris](#) (fougère) attestant que l'Antarctique faisait partie du supercontinent Gondwana.
Premières mesures dans l'atmosphère de haute altitude
- 1925 Début des recherches océanographiques sur les courants marins polaires
- 1926 - 62 Premiers rapports sur l'écologie de l'Arctique
- 1932 - 33 Deuxième année polaire internationale
- 1951 - 52 Découverte des dépressions polaires
- 1957 - 58 Année géophysique internationale intégrant la Troisième année polaire internationale
- 1958 - 60 Première théorie sur l'importance des eaux froides dans la circulation océanique mondiale
- 1960 Mise en évidence des chaînes de montagne sous la glace antarctique
- 1964 - 74 Aperçu complet de la biodiversité de la [toundra](#) arctique
- 1966 Première [carotte glaciaire](#) profonde au Groenland, qui permet de retracer une partie de l'histoire du climat mondial
- 1971 Lancement du satellite LANDSAT 1, permettant de dresser un carte des zones non explorées
- 1980 Compréhension de l'écosystème marin antarctique (BIOMASS)
- 1985 Découverte du trou d'ozone
- 1994 - 95 Première étude régionale de la [troposphère](#) (FROST) en Antarctique
- 2000 - 04 Rapport sur l'évolution de l'impact des changements climatiques sur l'Arctique (ACIA)
- 2004 Retrait de la carotte sédimentaire la plus profonde de l'Océan Arctique, archive des 55 derniers millions d'années (ACEX)
- 2004 Carotte de glace antarctique couvrant près de 900 000 ans d'histoire du climat (EPICA)
- 2005 - 06 Etudes pour une meilleure compréhension du rôle de l'océan austral dans les changements climatiques (WECCON)
- 2007 - 08 Quatrième année polaire internationale : compréhension d'un monde en réchauffement

[Le traité Antarctique](#)



Le [traité Antarctique](#) a été conclu à Washington le 1er décembre 1959. Ce traité donne les bases du statut international et pacifique des terres australes sous la barre du 60e degré de latitude sud.

Après deux guerres mondiales et suite à l'Année géophysique internationale, il est apparu nécessaire de créer un cadre limitant les revendications territoriales des pays signataires, ainsi que d'assurer la protection de l'environnement, la faune, la flore et les ressources minérales.

« Les Gouvernements de l'Argentine, de l'Australie, de la Belgique, du Chili, de la République Française, du Japon, de la Nouvelle-Zélande, de la Norvège, de l'Union Sud-Africaine, de l'Union des Républiques Socialistes Soviétiques, du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, et des Etats-Unis d'Amérique,

- Reconnaisant qu'il est de l'intérêt de l'humanité tout entière que l'Antarctique soit à jamais réservée aux seules activités pacifiques et ne devienne ni le théâtre ni l'enjeu de différends internationaux;
- Appréciant l'ampleur des progrès réalisés par la science grâce à la coopération internationale en matière de recherche scientifique dans l'Antarctique;
- Persuadés qu'il est conforme aux intérêts de la science et au progrès de l'humanité d'établir une construction solide permettant de poursuivre et de développer cette coopération en la fondant sur la liberté de la recherche scientifique dans l'Antarctique telle qu'elle a été pratiquée pendant l'Année Géophysique Internationale;
- Persuadés qu'un Traité réservant l'Antarctique aux seules activités pacifiques et maintenant dans cette région l'harmonie internationale, servira les intentions et les principes de la Charte des Nations Unies (...) »

45 pays ont signés ce traité et ont aussi adhéré au [Protocole de Madrid](#) (1991) qui renforce le système du Traité sur l'Antarctique. L'Antarctique est désormais une « Réserve naturelle consacrée à la Paix et aux Sciences » pour au moins les 50 prochaines années.

LES DIFFÉRENTES SCIENCES POLAIRES

Les sciences polaires se sont bien développées depuis leur apparition. Tous domaines confondus, elles tendent essentiellement à mieux comprendre notre système climatique passé et actuel, de manière à pouvoir anticiper le plus précisément possible les impacts des changements climatiques sur notre environnement et sur notre mode de vie.

Tout récemment, ces régions confinées sont aussi devenues des lieux d'études spécifiques pour la NASA, l'ESA (agence spatiale européenne) et autres institutions plus inattendues aux pôles dans des domaines tels que la médecine, l'astronomie, les sciences sociales...

Météorologie et sciences de l'atmosphère

La météorologie et les sciences de l'atmosphère sont les sciences qui s'occupent de comprendre quels sont les phénomènes atmosphériques, comment ils se forment et comment ils évoluent. Elles étudient donc le mouvement des masses d'air, mais utilisent aussi la chimie et d'autres principes physiques pour caractériser le tout.

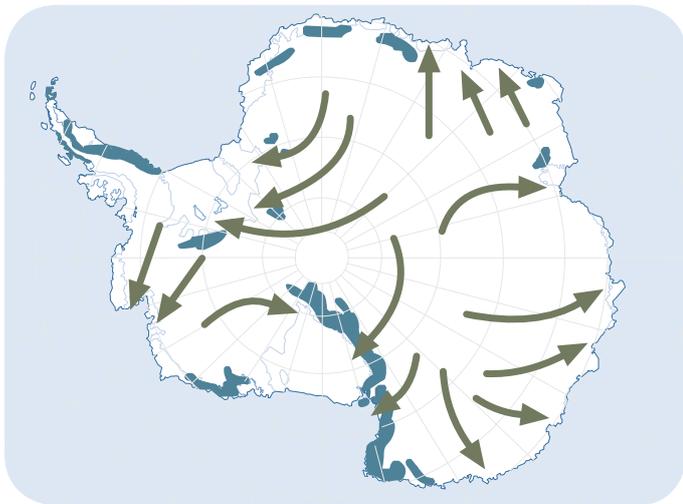
La météorologie

Plus succinctement, la météorologie étudie l'ensemble des phénomènes de la troposphère (la couche basse de l'atmosphère) et tente d'établir des prévisions météorologiques à court, moyen et long terme. Pour ce faire, elle utilise des données de terrain précises, comme la température, la vitesse du vent, la quantité d'humidité, les précipitations ou la pression atmosphérique. La météorologie s'aide aussi de mesures effectuées dans les couches plus élevées de l'atmosphère à l'aide de ballons sondes par exemple. Elle utilise aussi les satellites pour appréhender les conditions météorologiques à court terme.

L'ensemble de ces données collectées sur plusieurs années (30 au minimum) permet d'avoir une bonne idée du climat d'une région donnée ou même de l'évolution climatique actuelle de l'ensemble de la planète.

La météorologie et les pôles

L'emplacement des pôles et les conditions extrêmes qui y règnent en font des lieux où l'on peut observer des phénomènes météorologiques particuliers : températures extrêmes, dépressions polaires, vents catabatiques,...



Les plus connus et les plus dangereux sont les vents catabatiques (animation flash : www.educapoles.org). Ils ont été étudiés et compris par F.K. Ball en 1956.

Ces vents puissants et froids ne soufflent qu'au Groenland et en Antarctique. Ils se forment au sommet des calottes glaciaires et se déplacent vers la côte. Pouvant atteindre des vitesses de plus de 300 km/h, ils sont dangereux pour les Inuits, les scientifiques et les explorateurs. Malheureusement, il est difficile de les prévoir.

Les dépressions polaires sont un autre phénomène spécifique des hautes latitudes. Il s'agit d'une sorte de petit cyclone qui se crée lorsque l'air très froid en altitude rentre en contact avec une masse d'air plus chaude. C'est ce qui se passe par exemple, lorsqu'une masse d'air très froide au-dessus de l'Océan Arctique entre en contact avec une masse d'air située au-dessus des continents.



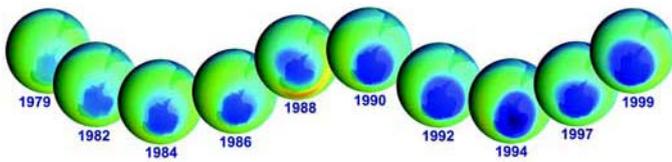
Dépression polaire (crédits : NASA)

Cette dernière masse d'air étant plus chaude, il y a alors un gradient de température et création d'une dépression polaire. Il s'agit d'un événement de courte durée (24-48 heures) comparé à un cyclone, mais de forte intensité et souvent accompagné par le blizzard.

Les dépressions polaires sont des phénomènes de petites tailles (100 km de diamètre), du moins à l'échelle météorologique. Elles ne sont pas facilement repérables par les instruments météo et sont donc sources de dangers pour les marins. Il est nécessaire d'affiner encore les instruments de mesures pour pouvoir faire des observations à plus petite échelle et pour mieux prévenir ce phénomène.

Les sciences de l'atmosphère

On parle plutôt des Sciences de l'atmosphère lorsqu'on aborde les recherches sur la qualité et l'évolution de l'atmosphère. A l'heure des changements climatiques, la compréhension du système atmosphérique, de son évolution, mais aussi de l'impact des polluants (CFC, ou d'autres gaz à effet de serre) sur les différentes couches de l'atmosphère et leur impact sur l'environnement sous-jacent est nécessaire. Les différentes cellules de la [circulation atmosphérique](#) mondiale étant connectées, un changement dans une cellule peut s'étendre aux autres cellules. C'est ainsi qu'on peut retrouver des traces de l'éruption du Pinatubo jusque dans les glaces arctique et antarctique.



Evolution du trou dans la couche d'ozone depuis 1979. On constate que sa taille a augmenté régulièrement, même s'il semble se stabiliser depuis l'adoption du Protocole de Montréal
Crédits : NASA

Les sciences de l'atmosphère et les pôles

Outre le fait que les pôles sont des lieux privilégiés d'observation de l'atmosphère et de ses changements, ce sont aussi des environnements sensibles et souvent des sonnettes d'alarme.

La circulation atmosphérique aux pôles peut s'effectuer en circuit semi-fermé. Cela signifie que les polluants ou autres particules qui y sont amenées peuvent y séjourner longtemps et y faire éventuellement de nombreux dégâts. Cela a été le cas au cours des années 1980 avec le trou dans la couche d'ozone.

La couche d'ozone de la haute atmosphère (stratosphère) filtre une partie des rayons ultraviolets émis par le soleil. En 1985, des scientifiques ont publié un article relatant l'apparition d'un trou dans cette couche protectrice au dessus de l'Antarctique. Une réduction de près de 50% de la concentration totale d'ozone était observée au cours du printemps austral, et ce sur toute la surface de l'Antarctique. Le même phénomène a aussi été observé au-dessus de l'Océan Arctique, mais avec moins d'ampleur. Le rayonnement solaire ultraviolet moins filtré par la couche d'ozone a ainsi des effets directs sur les populations les plus australes d'Amérique du Sud. Sortir à certaines heures de la journée sans protection solaire équivaut à un coup de soleil garanti !

¹ Il existe tout de même une différence de comportement entre les deux pôles, qui est directement liée à la géographie : le continent antarctique est isolé au milieu des océans dans l'hémisphère Sud. Dans l'hémisphère Nord, au contraire, une alternance de continents et d'océans, de zones de hautes et de basses pressions atmosphériques contribue à créer un mouvement continu des masses d'air tel que le pôle Nord ne reste jamais totalement isolé. L'air des latitudes moyennes arrive donc toujours au pôle Nord, alors que ce n'est pas le cas pour l'Antarctique.

Cet exemple montre à quel point la compréhension des phénomènes atmosphériques et de la circulation atmosphérique aux hautes latitudes est importante. La population antarctique n'étant composée que des chercheurs et de leur équipe, il n'y avait pas de quoi produire une quantité suffisante de CFC pour créer un trou dans la couche d'ozone juste au-dessus de leur tête. Ce sont donc bien les CFC produits sous des latitudes moins élevées qui sont à l'origine de ce trou.

Glaciologie (climatologie)

La glaciologie

La glaciologie est la science qui étudie la nature physique et chimique des glaciers, des calottes glaciaires et des environnements glaciaires. Elle étudie aussi tout ce qui a trait à la glace et aux phénomènes liés à la glace, comme le pergélisol, la transformation de la neige en névé, puis en glace, les interactions entre l'air et la neige, ... C'est une science spécifique des régions polaires et des zones montagneuses où persistent des glaciers.

Actuellement, une grande partie des recherches en glaciologie tente d'offrir une meilleure compréhension du système climatique mondial, en reconstruisant l'histoire du climat durant le dernier million d'années grâce aux archives de glace, en quantifiant la diminution des quantités de glace sur terre, ou en modélisant la dynamique de l'écoulement des glaciers et/ou de la banquise.

La glaciologie aux pôles

Dès l'année géophysique internationale 1957-58, les scientifiques ont été intéressés par la glace qui recouvre les océans Arctique et Austral, le continent antarctique, ainsi que le Groenland. Avec l'évidence du réchauffement planétaire, l'évolution de l'épaisseur des inlandsis² et de la banquise est suivie de très près. D'autant plus que la fonte des calottes glaciaires a un impact direct sur l'élévation du niveau marin et sur l'avenir des côtes du monde entier.



Variation de la banquise arctique entre 1979 et 2003 - UNEP

En Arctique, l'étendue et l'épaisseur de la banquise a diminué. La calotte groenlandaise commence à diminuer en épaisseur et en extension. Les terres gelées toute l'année (pergélisol) commencent à dégeler.

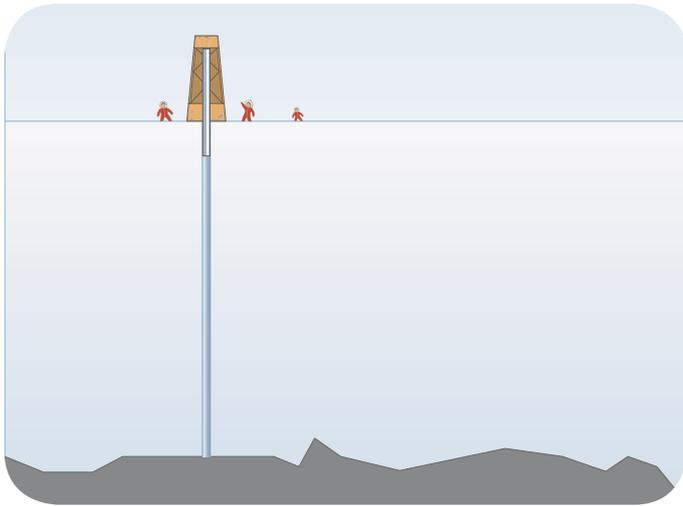
De manière générale, la région antarctique ne semble pas

² Pour mieux comprendre les différences entre inlandsis, calotte glaciaire et banquise voir l'animation Flash sur la description [des types de glaces](#).

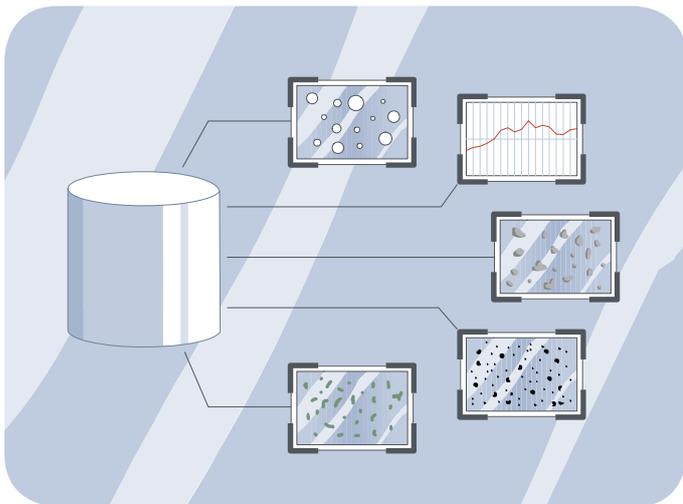
encore affectée par de tels changements, si ce n'est au niveau de la Péninsule Antarctique. En 2002, un morceau de la calotte glaciaire flottante s'y est brisé en milliers d'icebergs, sous l'effet d'une des hausses de température les plus rapides du globe (2°C en 50 ans).

La crainte que ce phénomène se répète motive les scientifiques à élucider au maximum les processus d'écoulement des glaciers (vitesse d'écoulement, cyclicité, ...), à la manière dont la banquise ou la partie flottante des glaciers peuvent se briser.

Glaciologie et climatologie



Aux pôles, glaciologie et climatologie sont intimement liées. Les calottes de glace de l'Antarctique et du Groenland renferment de précieuses informations sur l'histoire climatique de notre planète. La neige qui s'est accumulée dans ces deux régions depuis des milliers d'années et qui s'est transformée en glace au cours du temps renferme des bulles d'air, des molécules et des poussières qui témoignent des conditions environnementales passées.



Les scientifiques, pour étudier ces [archives du climat](http://www.educapoles.org) (animation flash www.educapoles.org), font des forages à même la glace. Le long tube de glace qui en ressort est appelé « carotte ». En étudiant les bulles d'air contenues dans chaque centimètre de ces carottes, ainsi que les autres particules qui y sont piégées, les chercheurs peuvent reconstituer les climats anciens.

En Arctique, les carottes permettent de reconstruire une courbe dite « paléoclimatique » qui remonte jusqu'à moins 115'000 ans, alors que la calotte antarctique plus épaisse fournit des informations jusqu'à moins 900'000 ans.

Outre l'histoire climatique, les informations apportées par les carottes permettent de dire avec certitude que la concentration en gaz carbonique a fortement augmenté avec le début de l'ère industrielle et n'a jamais été aussi élevée au cours des derniers 650'000 ans (les données manquent encore pour remonter plus haut).

Géologie et géophysique

La géologie

La géologie est la science qui s'intéresse à l'histoire et l'évolution de la Terre depuis sa formation, des processus qui la transforment (formation de montagnes, écoulement des rivières, ...), de sa composition et de sa structure. La géologie au sens large comprend différentes disciplines comme la géophysique, la sédimentologie, la paléontologie, la glaciologie,...

La géologie et les pôles

Dès les premières expéditions à caractère scientifique en Antarctique, les explorateurs ont ramené des spécimens géologiques. Assez rapidement, les fossiles et autres relevés sédimentaires ont permis de mettre en évidence qu'à des époques plus anciennes (très anciennes !), ce continent profiterait d'un climat bien plus clément. D'autres fossiles ont permis de démontrer que l'Antarctique a fait successivement partie des deux super continents appelés [Rodinia](#) et [Gondwana](#), aux côtés notamment de l'Amérique du Sud et de l'Australie.

Les sous-sols des pôles sont aussi riches en ressources minérales potentiellement exploitables. Actuellement, et selon le traité de l'Antarctique, la prospection minière sensu stricto est interdite en Antarctique. Au pôle nord, la banquise qui recouvre l'océan Arctique en permanence limite fortement l'exploitation des ressources en gaz et en pétrole. Mais avec la diminution de l'épaisseur et de l'extension de la banquise, les possibilités d'exploitation sont en pleine expansion.

La géophysique

La géophysique est une des disciplines de la géologie. Elle utilise des méthodes de physique pour étudier la terre et ses caractéristiques, comme par exemple les ondes sismiques, le magnétisme ou la gravité. Elle est fort appréciée des compagnies pétrolières et minières grâce aux moyens de prospections qu'elle peut offrir. Certains outils géophysiques permettent de faire de véritables « radiographies » de la Terre sans être destructifs, comme l'imagerie médicale peut permettre de comprendre le fonctionnement d'un corps.

La géophysique et les pôles

Dès l'Année géophysique internationale, la géophysique a eu une place prépondérante dans la recherche polaire. Avec ses méthodes de prospection non destructive, elle permet

d'observer le sous-sol et d'en découvrir les secrets. Les calottes glaciaires polaires (surtout en Antarctique) recouvrent une topographie et une géomorphologie qu'il n'est pas possible d'étudier par des observations de terrain. La géophysique a permis de mettre en évidence par exemple la présence de chaînes de montagnes et de lacs sous la calotte glaciaire antarctique.

D'autre part, l'étude du géomagnétisme (l'évolution du [champ magnétique](#) de la Terre) permet de mesurer les variations du pôle nord magnétique. Ces variations sont suivies en continu. On peut dire par exemple qu'actuellement le pôle nord magnétique se déplace de 40 km par année.

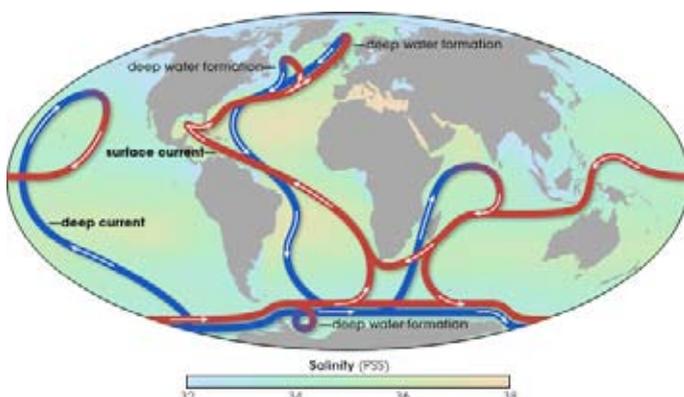
Océanographie

L'océanographie

L'océanographie est la science qui étudie les océans et les mers. Elle s'intéresse aux différents domaines des sciences : biologie, chimie, physique, géologie, géophysique, météorologie. Toutes ces branches sont nécessaires à la compréhension globale du système océanique.

L'océanographie et les pôles

La circulation océanique a un rôle prépondérant dans la constitution et la régulation du climat. Les masses d'eau océaniques interagissent avec l'atmosphère sus-jacente par des échanges thermiques, radiatifs et gazeux. L'eau conserve la chaleur plus facilement que l'air. Cela implique que lorsqu'un courant chaud se déplace, il réchauffe aussi l'air environnant. Si cet air passe ensuite sur le continent, il réchauffe aussi le climat local de celui-ci. C'est le cas, par exemple, du Gulf Stream qui réchauffe le nord de l'Europe. L'avenir de ce courant chaud pourrait se jouer au sein de l'Océan Arctique dans les prochaines années. Certains chercheurs pensent que le réchauffement de la planète a une influence directe sur la salinité des océans, ce qui pourrait modifier la circulation océanique dit thermohaline (température – salinité). Les eaux chaudes et salées provenant de la région de l'équateur remontent jusqu'à l'Océan Arctique où elles plongent en profondeur, car elles sont plus denses que les eaux environnantes (ces eaux sont plus froides et plus salées). Un apport d'eau douce supplémentaire du à plus de précipitations pourrait ralentir le Gulf Stream, ce qui perturberait l'ensemble du [tapis roulant océanique](#) (article sur www.educapoles.org).



Circulation thermohaline mondiale (crédits : earthobservatory.nasa.gov)

En parallèle aux programmes de forages glaciaires qui ont permis aux scientifiques d'obtenir des informations sur les 900'000 dernières années, les chercheurs s'intéressent au matériel sédimentaire qui se trouve au fond des océans polaires. Les sédiments conservent des informations bien plus anciennes que les glaces : en prélevant des carottes sédimentaires dans les zones polaires, ils peuvent comprendre l'évolution des conditions environnementales sur plusieurs dizaines de millions d'années. La confrontation des données sédimentaires et des données glaciaires permet ainsi aux scientifiques de mieux comprendre les interactions océan – atmosphère au cours des dernières centaines de milliers d'années.

Biologie

La biologie

La biologie s'intéresse à l'étude des êtres vivants. Elle essaye de comprendre la structure, les fonctions et les niveaux d'organisations des êtres vivants. Elle s'intéresse également aux relations entre chaque espèce et son milieu, aux relations entre les espèces, ainsi qu'à l'évolution des êtres vivants. La biologie s'attache aussi à comprendre les caractéristiques du vivant qui peuvent être utiles à l'homme, ainsi que les interactions du vivant avec son environnement et les conséquences subséquentes pour l'homme.

La biologie et les régions polaires



Manchot empereur (Polarstern expedition)

Les pôles, avec leurs conditions extrêmes regorgent d'espèces endémiques (espèce limitée à une région donnée), dont les plus connues sont l'ours polaire (Arctique) et le manchot empereur (Antarctique). De telles espèces sont sensibles aux changements, car insérées au sein d'un écosystème bien particulier, et lui-même fragile. Les biologistes s'intéressent donc énormément à la réponse de ces populations à l'évolution de leur environnement. De quelle manière vont-elles s'adapter ? Certaines populations peuvent, par exemple, se déplacer pour retrouver des conditions identiques, ou alors s'orienter vers une nouvelle source d'alimentation.

La réponse de certaines populations aux modifications de leur environnement peut avoir des conséquences directes sur l'environnement de l'homme.

D'autre part, ces conditions extrêmes ont forcé les espèces à trouver des solutions originales pour s'adapter aux conditions environnantes. En étudiant leur métabolisme, leur physiologie ou leur éthologie, les chercheurs peuvent mettre en avant des découvertes utiles à d'autres fins ou à d'autres sciences.



Actuellement, les chercheurs polaires s'intéressent aussi à la réaction du plancton aux variations de son environnement. Dans le schéma climatique, le plancton végétal est un des puits de carbone efficace. La compréhension et la modélisation par les biologistes de son comportement permettront aux climatologues de mieux prévoir le futur en incorporant cette nouvelle donnée dans les scénarios climatiques.

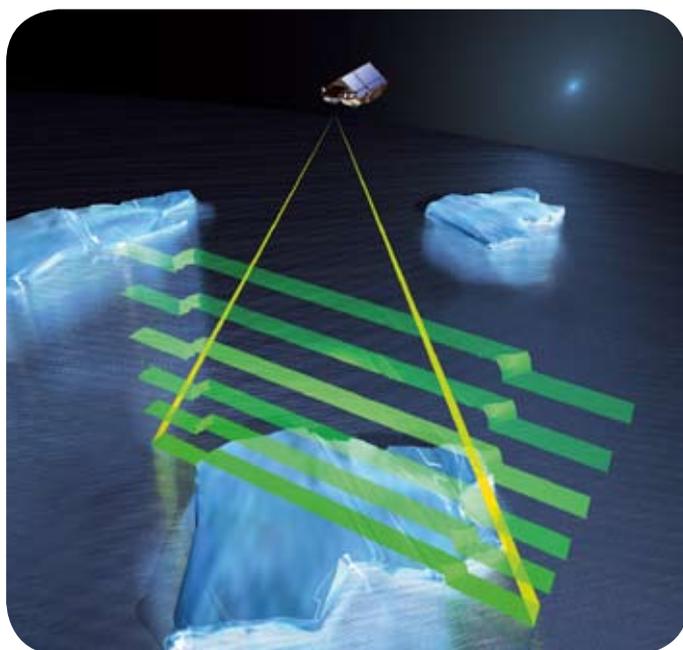
Développement de phytoplancton (bloom) au large de l'Argentine détecté par satellite (Wikipedia)

Sciences spatiales

Depuis plusieurs dizaines d'années, les satellites sont devenus des instruments majeurs dans la recherche polaire ainsi que dans de nombreuses autres sciences. Ils permettent de suivre les mouvements de nombreux animaux des pôles. Avec l'aide de petites balises (Argos), les chercheurs peuvent suivre les pérégrinations de l'ours blanc confronté à la fonte de la banquise, ou découvrir les étonnantes habitudes d'autres prédateurs marins comme les phoques et les manchots.



Les satellites sont aussi utilisés de manière intensive par les scientifiques pour étudier les changements climatiques dans les régions polaires. Ils peuvent dorénavant suivre l'évolution de la glace et des calottes glaciaires même en plein hiver lorsqu'il fait nuit pendant plusieurs mois, avoir une idée très précise de la diminution en volume et en étendue des calottes glaciaires ou des banquises. L'évolution du trou dans la couche d'ozone est aussi suivie grâce à des satellites.



CryoSat
© ESA - AOES Medialab

Le couplage des données satellitaires et des mesures de terrain permet d'aborder de nouveaux champs de recherche et de mieux comprendre des interactions comme celle entre océan, atmosphère et glace.

L'[agence spatiale européenne](#) (ESA) a par exemple construit Cryosat, un satellite dédié à l'étude des glaces polaires. Suite à l'échec du premier lancement en 2005, l'ESA mettra sur orbite Cryosat-2 en mars 2009, afin de pouvoir mesurer l'évolution de l'épaisseur de la banquise et de l'élévation des calottes glaciaires polaires.



L'observation aux pôles n'est pas polluée par les sources de lumière d'origine humaine © NASA

Mais les sciences spatiales tirent elles-mêmes profit des régions polaires. Ces zones quasi inhabitées où la pollution atmosphérique est fortement limitée sont des lieux d'observations de l'espace d'une qualité incroyable, une véritable fenêtre ouverte sur l'univers. Ces régions arides sont aussi utilisées par les agences spatiales comme des laboratoires réels pour tester des prototypes avant qu'ils ne partent en mission sur d'autres planètes.

Le but didactique de ce dossier consiste d'une part à faire découvrir la diversité des apports des sciences polaires mais aussi et surtout à mettre l'accent sur les enjeux liés à l'enseignement des sciences.

Les enfants ont très souvent une image erronée ou partielle de la science. Ces représentations sont véhiculées notamment par les médias et la société. Cette notice didactique permet de préciser l'orientation privilégiée en matière d'enseignement des sciences à l'école.

Finalités des sciences

L'être humain a de tout temps essayé de comprendre le monde qui l'entoure. Cette attitude de questionnement est une des caractéristiques de notre espèce. « L'Homo sapiens est un primate capable de se poser des questions », affirme le célèbre généticien Albert Jaccard. La première finalité de la science découle donc de l'envie instinctive de l'être humain pour la connaissance. La science pure décrit les objets et les phénomènes naturels. Par phénomènes naturels il faut comprendre l'ensemble des phénomènes qui touchent les domaines de la physique, de la chimie, de l'astronomie, de la géologie, de la biologie, ... et qui permettent de mieux comprendre le monde qui nous entoure.

Au delà de cette simple curiosité, l'être humain a très tôt compris que cette connaissance pouvait améliorer certains aspects de son quotidien. La science appliquée, qui est la recherche de l'usage pratique de la connaissance scientifique, définit des applications possibles liées à la connaissance scientifique. La technologie, quant à elle, permet la réalisation des diverses applications. La science occupe donc, et c'est là une deuxième finalité, une place de choix dans l'évolution des conditions de vie et dans ce que certains appellent le progrès !

Mais actuellement, les avancées scientifiques et technologiques permettent, grâce aux simulations et aux modélisations, d'avoir une idée de l'évolution de notre planète et de la fragilité des équilibres. Pollutions, protection de l'environnement, réchauffement climatique sont des thèmes où la science occupe une place déterminante. La science joue non seulement un rôle fondamental dans la compréhension des systèmes complexes, mais également dans la recherche de solutions destinées à sauvegarder un patrimoine qui a mis plusieurs millions d'années à se construire.

L'enseignement des sciences constitue donc une occasion unique d'impliquer les élèves dans des enjeux fondamentaux pour l'espèce humaine.

Construction du « savoir » scientifique

Un savoir scientifique est une connaissance construite à partir de l'observation objective de ce qui nous entoure et de la réflexion qui en découle.

L'enseignement des sciences poursuit plusieurs objectifs :

- a. développer une attitude scientifique ;
- b. s'initier aux démarches scientifiques ;
- c. découvrir l'unité et la diversité du vivant, des objets, des phénomènes naturels ou techniques ;
- d. aborder des problématiques scientifiques dans une perspective d'éducation à la citoyenneté et de développement durable.

a. Développer une attitude scientifique

Enseigner les sciences à l'école, c'est avant tout stimuler des attitudes propices aux activités scientifiques : l'ouverture sur le monde, la curiosité, l'envie de chercher, la confiance en soi, l'esprit critique, l'envie de communiquer, l'imagination créatrice, la persévérance et la rigueur.

b. S'initier aux démarches scientifiques

Une démarche scientifique est une démarche qui permet de répondre aux questions que l'on se pose sur les phénomènes naturels et techniques et sur le monde du vivant.

Ce questionnement doit permettre d'acquérir des compétences scientifiques faisant suite à une investigation menée par les élèves. Le rôle de l'enseignante est ici primordial car il guide les élèves dans les différentes démarches possibles :

- l'expérimentation directe
- l'observation
- la recherche documentaire
- la réalisation technologique
- le reportage (enquête, interview, visite)

c. Découvrir l'unité et la diversité du vivant, des objets, des phénomènes naturels ou techniques

Les investigations des élèves devraient favoriser la construction des concepts scientifiques. En effet, les élèves seront amenés à structurer leurs connaissances par des échanges qui auront lieu dans diverses situations : comparaison des résultats, confrontation avec des ouvrages de référence, débat sur les éventuels désaccords, formulation des connaissances nouvelles acquises durant les séquences, réalisation de productions (exposition, maquette, document écrit, vidéo, multimédia).

En découvrant des concepts (la matière, le temps, l'espace, l'énergie, l'organisation, la régulation, ...) les élèves vont peu à peu découvrir l'unité et la diversité du vivant, des objets, des phénomènes naturels ou techniques.

d. Aborder des problématiques scientifiques dans une perspective d'éducation à la citoyenneté et de développement durable

Faire des sciences à l'école c'est aussi et surtout appréhender l'enseignement dans une perspective globale et systémique. Chaque activité de science doit ainsi établir des liens avec les activités précédentes et avec d'autres disciplines, et permettre de confronter les élèves aux différents enjeux de notre planète.

L'enseignement des sciences à l'école implique l'identification des thèmes d'études, des concepts, des démarches spécifiques et des capacités transversales.



PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS

Objectifs

Être capable de :

- Se poser des questions, s'interroger
- Mettre en place une démarche scientifique (observation, expérimentation, modélisation)
- Mener une enquête
- Analyser des données
- Rechercher une information
- Débattre objectivement
- Développer des outils mathématiques pour comparer, estimer des surfaces
- Situer des éléments sur une carte

Avoir compris et retenu :

- L'importance des sciences polaires
- Quelques caractéristiques géographiques des bases scientifiques polaires
- Le mode de vie des scientifiques travaillant dans ces régions
- L'importance de la coopération internationale
- L'aspect transdisciplinaire des sciences polaires
- Les perceptions des gens sur les pôles
- La fonte de la banquise arctique

Dossier « expériences en sciences de la Terre »

- Les propriétés de la glace
- Le mouvement des glaciers
- Climat polaire et rayonnement de chaleur
- Construire une station météorologique
- Le champ magnétique terrestre

Comment les gens perçoivent-ils les pôles autour de toi ?

Définir un certain nombre de questions avec les élèves pour créer un questionnaire sur les régions polaires.

Laisser quelques jours aux élèves pour qu'ils fassent passer le questionnaire auprès de leur entourage.

Demander à chaque élève de faire une synthèse de leurs questionnaires et de trouver un moyen de faire passer les réponses à ses camarades.

Faire des comparaisons entre les différentes réponses.

Faire une synthèse globale pour toute la classe et en discuter.

Où se trouvent les stations scientifiques en Arctique et en Antarctique ?

Faire deux groupes dans la classe. Demander à un groupe de travailler sur l'Arctique et à l'autre groupe de travailler sur l'Antarctique.

Chaque groupe chercher alors des informations dans des livres ou sur Internet pour pouvoir replacer sur une carte les stations scientifiques en Arctique et en Antarctique.

Chaque groupe présente son travail à l'autre groupe. Faire des comparaisons sur le nombre de stations au pôle nord et au pôle sud, discuter de l'emplacement des stations (sur la côte, dans les terres) et de leur utilisation (stations d'été, hivernage, ...).

Cartes :

- [pôle nord 1](#), [pôle nord 2](#)
- [Antarctique](#)



Quelle est la vie des scientifiques aux pôles ?

Demander aux élèves d'imaginer le quotidien des scientifiques aux pôles en écrivant un texte narratif d'une page à la première personne (je).

Lire l'histoire de chaque élève devant ses camarades et différencier (en notant au tableau noir) les idées « imaginaires » et les faits réels.

Les élèves font une recherche pour compléter la réalité des scientifiques aux pôles. Ils écrivent un nouveau texte de type informatif, comme s'ils étaient un journaliste qui a rencontré un scientifique des pôles.

Proposer une rencontre avec un scientifique de la région et discuter avec lui de son quotidien pour voir si les chercheurs aux pôles ont un quotidien particulier.

Que racontent les nuages ?

Emmener les élèves observer le ciel, les différents types de nuages et la superposition de ses nuages dans les différents « étages » du ciel. Demander aux enfants de dessiner ces différents nuages et d'estimer la couverture nuageuse. La faire noter dans un coin du dessin.

De retour en classe, revenir sur les différentes formes de nuages et sur leur signification. Donner aux enfants une feuille bleue et une feuille blanche. Demander aux enfants d'utiliser la même quantité de feuilles blanches que leur estimation de la couverture nuageuse. Leur faire découper sous forme de petits nuages, mais en utilisant tout ce morceau de feuille. Puis le faire coller sur la feuille bleue pour qu'ils aient une vision réelle de leur observation.

Pour cette activité, voir l'activité de Globe-suisse : « [Apprendre à reconnaître les nuages](#) »

Que nous apprennent les pôles sur la géographie de la Terre ?

Donner aux élèves une carte du monde avec tous les continents. Demander aux élèves d'observer les différents continents et de voir s'il y en a qui se ressemblent. Pourraient-ils utiliser les continents comme les pièces d'un puzzle pour le mettre ensemble ?

Les élèves découpent les continents et essayent de reconstituer le puzzle pour en faire un seul continent. Mentionner que les recherches antarctiques ont confirmé l'existence d'un super continent le Gondwana (les élèves vont essayer de reconstituer le Gondwana).

Montrer une carte du Gondwana aux élèves. Discuter des raisons pour lesquelles certaines parties ne peuvent pas être imbriquées avec les autres (collision entre continent et création de chaînes de montagne,...).

Revenir sur la carte géographique actuelle et en faire une nouvelle lecture en situant par exemple les chaînes de montagnes, le trajet des continents, pour aboutir à leur place actuelle,...

Quelle surface de la banquise a disparu ?

Donner à vos élèves une image satellite de l'Arctique à différentes périodes (site des Nations Unies pour la Protection de l'environnement « [One planet Many people](#) » ou site de la NASA « Observing the Earth »). Leur demander d'observer les différences. Amener les élèves à réfléchir sur ces différences.

Les élèves estiment la perte de la banquise sur la base des photos (attention, il faut peut-être ajouter une échelle sur les images). Mettre à leur disposition règle, papier, ciseaux, ficelle, papier calque Leur laisser le choix du matériel pour l'estimation de la surface.

Noter toutes les approximations au tableau noir. Indiquer la véritable surface disparue. Faire une réflexion sur les différences d'une part en fonction de la méthode utilisée, d'autre part en tenant compte du fait qu'une photo ne permet qu'une vision en 2D.

Glaciologie et climatologie (séquence courte)

Objectifs

Être capable de :

- Se poser des questions et s'interroger
- Valider une information
- Mettre en place une démarche scientifique
- Faire des liens entre différents domaines

Avoir compris et retenu :

- L'utilisation des carottes de glace pour retracer l'histoire climatique
- L'évolution du climat à travers le temps

1. Point de départ

(10 minutes)

Montrer une carte de l'Antarctique avec les stations scientifiques et une photo d'un carottage en Antarctique ou d'une carotte de glace aux élèves.

2. Réflexion

(45 - 60 minutes)

Connaissances générales

Par groupe de deux, les enfants définissent à quoi, selon eux, peuvent correspondre la carte et l'image en le notant sur une feuille. Faire une mise en commun au tableau noir. Discuter des idées évoquées par les enfants. Mettre en place un système d'argumentation pour affiner leurs idées et arriver à l'idée approximative qu'il s'agit d'une carte de l'Antarctique et d'une recherche scientifique.

Noter un certain nombre d'arguments pertinents au TN, par exemple :

- Il s'agit de la carte d'une île car il y a de l'océan partout autour.
C'est dans une région froide, car la carte est blanche en majorité,...
- Ils font un trou pour essayer de trouver de l'eau, car on voit autour qu'il n'y a pas de végétation ni d'eau,...

Discuter avec les élèves pour trouver un moyen de valider ses arguments. Emergence de l'idée d'une recherche.

3. Recherche documentaire

(15 minutes + 90 minutes / 2 x 45 minutes)

Préparation (15 minutes)

En préparation à cette partie de la séquence (15 minutes), revenir sur les arguments à valider et proposer aux enfants d'amener en classe de la documentation qu'ils peuvent trouver chez eux (livres, anecdotes des parents, articles de presse, DVD, vidéo).

Recherche (45 minutes)

L'objectif est de vérifier que les propositions faites lors de la réflexion sont correctes. Les enfants travaillent en binôme et cherchent des images, textes, données qui permettent de valider les arguments. Par exemple, pour l'argument :

- Il s'agit de la carte d'une île car il y a de l'océan partout autour. C'est dans une région froide, car la carte est blanche en majorité,... Les élèves peuvent donner la définition d'une île, retrouver cette île sur une carte de la Terre et trouver une information sur les températures.

La recherche se fait dans les documents amenés par les enfants, ou/et par l'enseignant ainsi que sur Internet en utilisant des sites prédéfinis (voir Ressources).

Mise en commun (45 minutes)

Le résultat de la recherche est présenté aux autres élèves. On valide le fait qu'il s'agit d'une carte de l'Antarctique et d'un carottage qui permet de reconstituer les climats passés. L'enseignant peut montrer les animations à tous les élèves, pour qu'ils partent avec une base commune dans la suite de l'apprentissage.

4. Mise en place d'une démarche scientifique

(45 minutes)

Expliquer aux enfants qu'on va leur confier une carotte de glace et qu'ils vont devoir reconstituer l'histoire de la carotte, puis en faire un poster avec la carotte dessinée en taille réelle.

Demander aux enfants de réfléchir à une méthode de travail pour pouvoir raconter l'histoire de ce morceau de glace par un jeu de questions/réponses.

Faire émerger les points suivants :

- Observation de l'aspect général de la carotte (observation de différentes couches)
- Mesurer la longueur de la carotte
- Observation plus précise du contenu de la carotte (description des différentes couches)
- Pouvoir associer le contenu avec un évènement

Prendre des notes au tableau noir et proposer aux élèves de leur construire une feuille pour pouvoir noter toutes ces observations.

5. Observation /

Mise en pratique

(2 x 45 minutes)

Observation (45 minutes)

Donner aux élèves le matériel nécessaire à l'observation de la carotte (voir exemple plus loin dans le dossier) : fiche de description, règle, crayons de couleur, loupe, crayon gris,...

Demander à chaque élève de remplir sa fiche en étant suffisamment attentif et précis pour pouvoir réutiliser l'information notée ultérieurement.

Aider l'élève à émettre des suppositions sur le contenu des couches, par exemple s'il y a des cendres, il y a eu un feu pas trop loin.

Mise en pratique (45 minutes)

Proposer aux enfants les différents textes et images à associer aux couches de glace. Chaque enfant reconstruit l'histoire de la carotte en se basant sur ses observations. Il redessine ensuite la carotte à taille réelle (essentiellement en longueur) sur son poster et pour chaque couche colle l'image associée ainsi que le texte et complétant celui-ci par l'observation (par exemple il y a des cendres dans la couche) qui l'a poussé à cette conclusion.

6. Lien avec la recherche scientifique

Visionner une partie du film du CNRS sur [Claude Lorius](#) . Discuter essentiellement des images avec les enfants. Revenir sur certains aspects :

- Les poussières de volcans emprisonnés dans la glace
- Les bulles d'air emprisonnée dans la glace
- La quantité de gaz à effets de serre est proportionnelle à la température qu'il fait.

Utiliser la courbe avec les variations de gaz à effet de serre et leur demander de délimiter les périodes chaudes ou froides.

7. Bilan

Revenir sur les images présentées au départ et rediscuter avec les enfants pour faire émerger les connaissances acquises.

Glaciologie et climatologie (séquence longue)

Objectifs

Être capable de :

- Se poser des questions et s'interroger
- Valider une information
- Mettre en place une démarche scientifique
- Faire des liens entre différents domaines

Avoir compris et retenu :

- L'utilisation des carottes de glace pour retracer l'histoire climatique
- L'évolution du climat à travers le temps

1. Point de départ

(10 minutes)

Montrer une carte de l'Europe et l'Amérique du nord à l'heure actuelle et une carte de l'Europe et l'Amérique du Nord lors de la dernière glaciation (18'000 ans B.P.) aux élèves. Leur demander d'observer les différences.

2. Discussion

(30 minutes)

Discuter avec les élèves des différences sur ces deux cartes. Noter les différences au tableau noir. Essayer de nommer avec les enfants ce qui peut catégoriser les différences sur la carte plus ancienne. Essayer de faire émerger le terme glaciation. Le définir avec les élèves (une période plus froide).

3. Réflexion

(90 minutes ou 2 x 45 minutes)

Revenir sur le terme glaciation. Demander aux élèves comment on peut savoir qu'il y a des périodes plus froides et des périodes plus chaudes dans l'histoire de la Terre. Par groupe de deux, les élèves réfléchissent à une réponse qu'ils notent sur une feuille. Noter les réponses au tableau noir. Discuter les idées évoquées par les enfants. Essayer de faire ressortir le terme recherche scientifique ainsi que différentes disciplines.

Discuter avec les enfants des différentes disciplines et de celle(s) qui se prête(nt) le mieux à déterminer les variations climatiques passées. Demander aux élèves de faire une recherche orientée sur pour valider cette idée et définir l'utilité des autres sciences.

4. Spécialisation

point de départ (10 minutes)

Montrer une photo d'un carottage en Antarctique ou d'une carotte de glace aux élèves.

5. Réflexion

(45 - 60 minutes)

Connaissances générales

Par groupe de deux, les enfants définissent à quoi, selon eux, peut correspondre l'image en le notant sur une feuille. Faire une mise en commun au tableau noir. Discuter des idées évoquées par les enfants. Mettre en place un système d'argumentation pour affiner leurs idées et arriver à l'idée approximative qu'il s'agit d'une recherche scientifique en milieu polaire.

Discuter avec les élèves pour trouver un moyen de valider ces arguments. Emergence de l'idée d'une recherche.



6. Recherche documentaire

(15 minutes + 90 minutes / 2 x 45 minutes)

Préparation (15 minutes)

En préparation à cette partie de la séquence (15 minutes), revenir sur les arguments à valider et proposer aux enfants d'amener en classe de la documentation qu'ils peuvent trouver chez eux (livres, anecdotes des parents, articles de presse, DVD, vidéo).

Recherche (45 minutes)

L'objectif est de vérifier que les propositions faites lors de la réflexion sont correctes. Les enfants travaillent en binôme et cherche des images, textes, données qui permettent de valider les arguments.

La recherche se fait dans les documents amenés par les enfants, ou/et par l'enseignant ainsi que sur Internet en utilisant des sites prédéfinis (voir Ressources).

Mise en commun (45 minutes)

Le résultat de la recherche est présenté aux autres élèves. On valide le fait qu'il s'agit d'un carottage qui permet de reconstituer les climats passés. L'enseignant peut montrer les animations à tous les élèves, pour qu'ils partent avec une base commune dans la suite de l'apprentissage.

7. Mise en place d'une démarche scientifique

(45 minutes)

Expliquer aux enfants qu'on va leur confier une carotte de glace et qu'ils vont devoir reconstituer l'histoire de la carotte, puis en faire un poster avec la carotte dessinée en taille réelle.

Demander aux enfants de réfléchir à une méthode de travail pour pouvoir raconter l'histoire de ce morceau de glace par un jeu de questions/réponses.

Faire émerger les points suivants :

- Observation de l'aspect général de la carotte (observation de différentes couches)
- Mesurer la longueur de la carotte
- Observation plus précise du contenu de la carotte (description des différentes couches)
- Pouvoir associer le contenu avec un évènement

Prendre des notes au tableau noir et proposer aux élèves de leur construire une feuille pour pouvoir noter toutes ces observations.

8. Observation /

Mise en pratique

(2 x 45 minutes)

Observation (45 minutes)

Donner aux élèves le matériel nécessaire à l'observation de la carotte : fiche de description, règle, crayons de couleur, loupe, crayon gris,...

Demander à chaque élève de remplir sa fiche en étant suffisamment attentif et précis pour pouvoir réutiliser l'information notée ultérieurement.

Aider l'élève à émettre des suppositions sur le contenu des couches, par exemple s'il y a des cendres, il y a eu un feu pas trop loin.

Mise en pratique (45 minutes)

Proposer aux enfants les différents textes et images à associer aux couches de glace. Chaque enfant reconstruit l'histoire de la carotte en se basant sur ses observations. Il redessine ensuite la carotte à taille réelle (essentiellement en longueur) sur son poster et pour chaque couche colle l'image associée ainsi que le texte et complétant celui-ci par l'observation (par exemple il y a des cendres dans la couche) qui l'a poussé à cette conclusion.



9. Lien avec la recherche scientifique

(45 minutes)

Visionner une partie du film du CNRS sur [Claude Lorius](#).

Discuter essentiellement des images avec les enfants.

Revenir sur certains aspects :

- Les poussières de volcans emprisonnés dans la glace
- Les bulles d'air emprisonnée dans la glace
- La quantité de gaz à effets de serre est proportionnelle à la température qu'il fait.

Utiliser la courbe avec les variations de gaz à effet de serre et leur demander de délimiter les périodes chaudes ou froides.

10. Bilan

(45 minutes)

Revenir sur les images présentées au départ et rediscuter avec les enfants pour faire émerger les connaissances acquises.

11. Prolongation

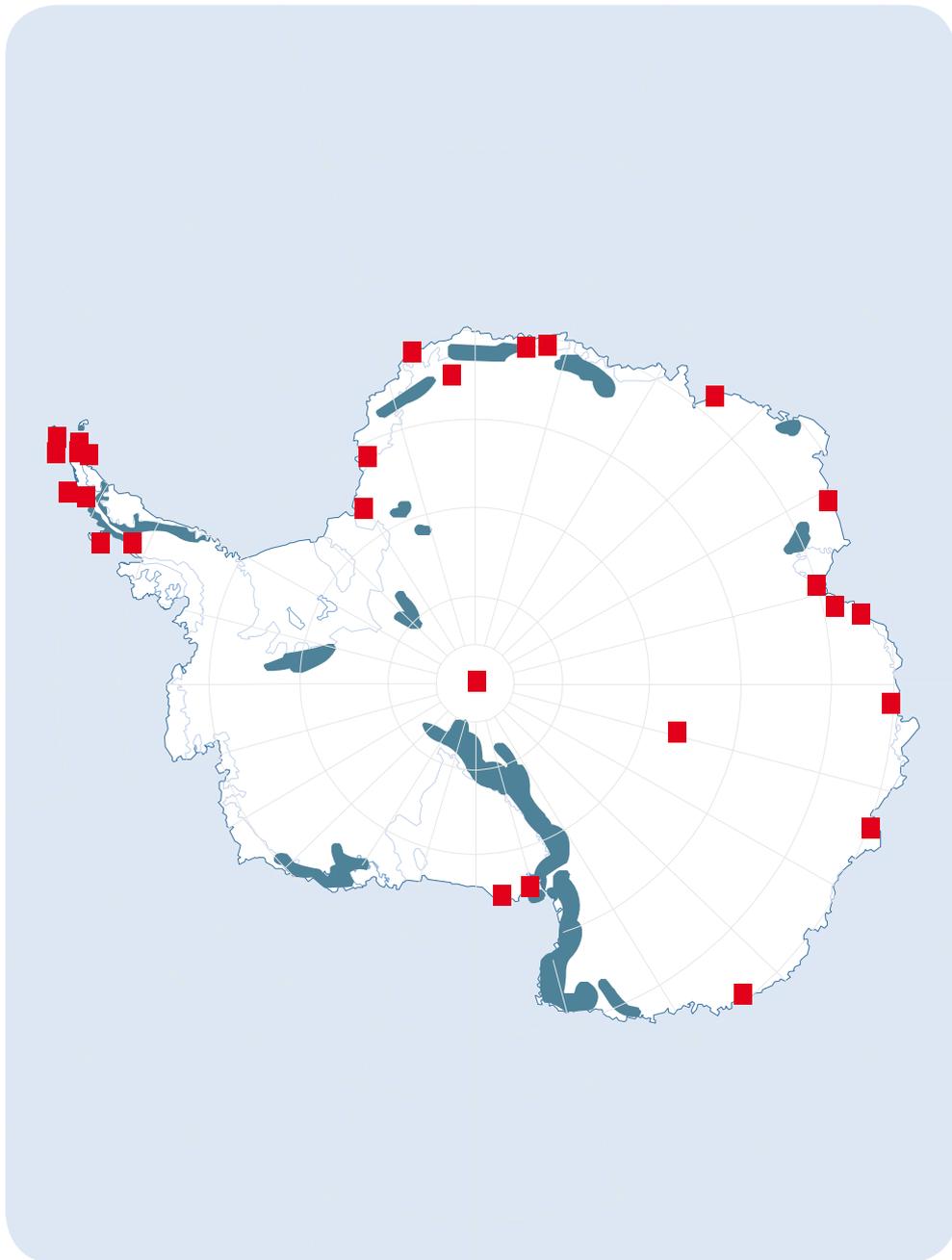
Utiliser les images du recul de glaciers pour faire une réflexion sur l'utilisation de la glaciologie dans les Alpes et sur l'histoire très récente du climat.

Matériel séquence « Climatologie / glaciologie »

- une carte de l'Antarctique avec les stations de recherche
- une carte de l'Europe et l'Amérique du Nord actuellement
- une carte de l'Europe et l'Amérique du Nord 18'000 ans BP
- une photo de carottage en Antarctique
- une fiche technique pour la réalisation d'un carotte de glace
- une fiche descriptive d'une carotte
- des fiches description du climat
- des photos du glacier du Rhône

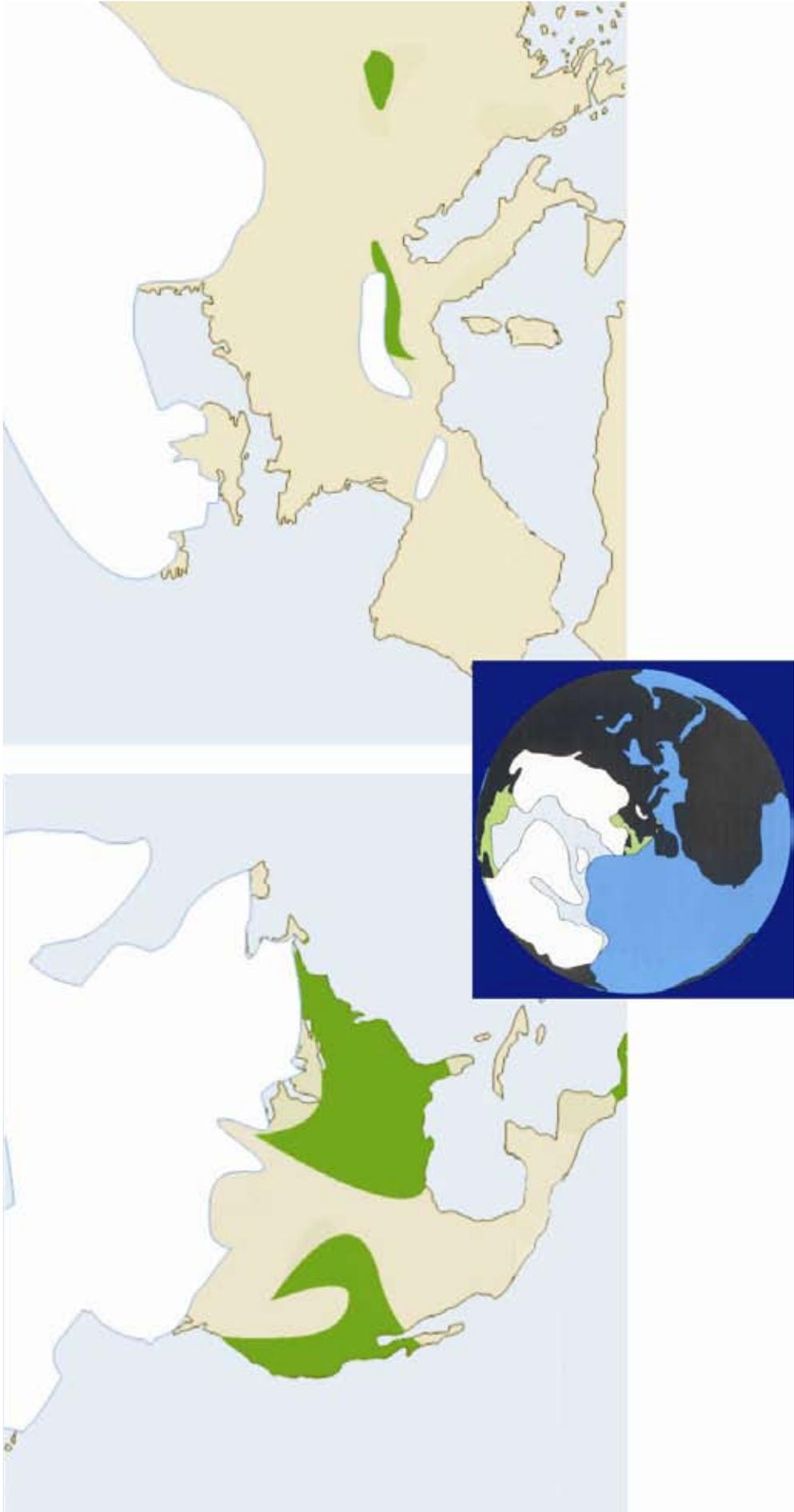


Carte de l'Antarctique avec stations de recherche d'hiver / permanente



actuelle et 18'000 ans BP





Carottage Antarctique

(Université libre de Belgique.)



Fabrication d'une carotte de glace pour les élèves

Matériel nécessaire

- une bouteille vide en PET transparent et incolore de 1,5 L
- du sable très fin ou de la sciure
- de l'huile
- des végétaux broyés très fin (au pire du colorant alimentaire vert)
- des cendres
- de l'eau
- un bol doseur
- un congélateur

Préparation

Nettoyer la bouteille. La faire sécher. Remplir le fond de la bouteille avec de l'eau pour que la première couche puisse reposer sur du plat. La mettre en congélateur jusqu'à congélation complète.

1. Dans le bol doseur, mettre 3 cuillères à soupe d'huile. Compléter avec de l'eau jusqu'à 200 ml. Verser dans la bouteille. Fermer la bouteille et agiter. Il faut que de petites bulles d'huile se soient formées dans l'eau. Mettre au congélateur à la verticale jusqu'à congélation complète.

2. Une fois que la première couche est congelée, sortir la bouteille du congélateur. Dans le bol doseur, mettre les végétaux broyés (ou le colorant) et compléter avec de l'eau jusqu'à 200 ml. Verser le tout dans la bouteille, agiter. Remettre au congélateur à la verticale jusqu'à congélation complète.

3. Une fois que la deuxième couche est congelée, sortir la bouteille du congélateur. Dans le bol doseur, mettre un fond de sable et compléter avec de l'eau jusqu'à 200 ml. Verser dans la bouteille, agiter. (Il faudrait que le sable puisse être pris dans la glace et qu'il ne se dépose pas au fond). Remettre au congélateur à la verticale jusqu'à congélation complète.

4. Une fois que la troisième couche est congelée, sortir la bouteille du congélateur. Dans le bol doseur, mettre 200 ml d'eau. Verser dans la bouteille. Remettre au congélateur à la verticale jusqu'à congélation complète.

5. Une fois que la cinquième couche est congelée, sortir la bouteille du congélateur. Dans le bol doseur, mettre un fond de cendres et compléter jusqu'à 200 ml avec de l'eau. Verser dans la bouteille et agiter. Remettre au congélateur à la verticale jusqu'à congélation complète.

Une fois que cette dernière couche est congelée, la carotte est prête.

Indiquer l'orientation de votre carotte en faisant une flèche en direction du sommet de la carotte. En bas de la bouteille, noter bas, en haut, noter haut.

Pour plus de vraisemblance, il faut couper le bas de la bouteille sous la première couche, ainsi que le haut de la bouteille, de manière à obtenir un cylindre.

Avertissement

L'exercice proposé ici ne correspond pas exactement à ce qui est fait en sciences polaires. Les scientifiques qui travaillent sur les carottes de glace utilisent l'air compris dans les bulles emprisonnées dans la glace ainsi que des petites poussières microscopiques. Le matériel nécessaire à une telle observation n'est pas transposable en classe et s'il l'était, il nécessiterait la présence d'un personnel compétent.

Toutefois, cet exercice permet de mettre en lien des observations faites sur le contenu de la glace avec des variations du régime climatique.

Mise en place de l'activité avec les élèves

Présenter la carotte aux élèves en leur expliquant qu'elle a été prise sur le bord de la mer dans un glacier au bord de la mer et qu'ils doivent comprendre les secrets que renferme cette carotte, pour pouvoir raconter son histoire au reste de l'école. (Vous pourrez leur expliquer la réalité de cette carotte à la fin de l'exercice si cela semble nécessaire).

Dans un premier temps, les élèves (en binôme) décrivent la carotte avec la fiche élève. Ils ne doivent pas oublier d'indiquer l'orientation de la carotte, de mesurer chaque couche et de la décrire.

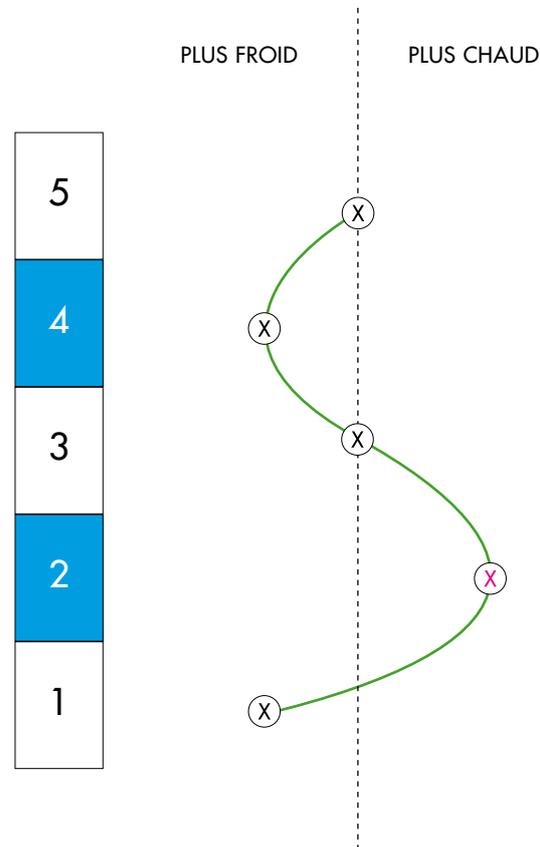
Dans un deuxième temps, vous pouvez donner à vos élèves un échantillon de chaque couche à l'aide d'une petite cuillère, pour qu'ils puissent préciser leur description. Ils peuvent utiliser une loupe s'il y en a en classe.

Montrer sur un plan le lieu d'échantillonnage de la carotte et laisser aux élèves la possibilité d'émettre des hypothèses sur l'évolution du contenu.

Leur donner les fiches descriptives de l'histoire de la région pour qu'ils les mettent par ordre chronologique avec l'aide de leur description de la carotte. Essayer ensuite de dessiner avec eux une esquisse de courbe climatique en indiquant les périodes chaudes et froides.

Explication du contenu

L'explication est donnée du bas vers le haut, soit dans l'ordre chronologique.



1. Il y a 18'000ans, la Terre vit une glaciation. Partout, les glaciers se sont avancés. Le glacier dont nous parlons a recouvert une zone marécageuse en incorporant des particules d'eau chargées en matière organique dans la glace. Il s'agit des bulles d'huile.
2. Il y a 12'000 ans, le climat mondial se réchauffe, faisant fondre les inlandsis. Notre glacier a surtout perdu en épaisseur, car il est situé vers le pôle sud. Comme le climat est plus chaud, le niveau des mers a augmenté et la production biologique aussi. Dans la région du glacier, les tempêtes sont fréquentes en été. L'avant du glacier est souvent submergé d'eau de mer. Celle-ci est chargée d'algues.
3. Pendant plusieurs milliers d'années, le climat de la Terre ne varie pas suffisamment pour que le glacier enregistre ces variations. Il arrive toutefois que des vents venant de zones désertiques transportent du sable jusqu'au pôle sud.
4. Au petit âge glaciaire, le temps est à nouveau plus froid et plus humide. Les glaciers des Alpes avancent. Notre glacier accumule de la neige qui se transforme en glace pure (du moins à l'œil).
5. Le climat mondial s'est réchauffé. Mais en 1991, l'éruption du Pinatubo crée une baisse de la température mondiale de 0,5 à 0,9°C. Les hivers furent plus froids et plus enneigés. Les cendres, transportées par les vents, ont fait le tour de la terre et se sont déposées dans beaucoup d'endroits, entre autres sur notre glacier.

Prénom :

Fiche de Description de la carotte

Épaisseur	Couleur	Observations (échantillons, matériel pris dans la glace)



Prénom :

Découpe les articles suivants en suivant les pointillés. Lis-les, puis associe chaque article à chacun des couches de la carotte. Fais de même ensuite avec les dates.

<p>Depuis quelques milliers d'années, le climat mondial s'est refroidi. Le glacier AhA proche de l'Antarctique a avancé de plusieurs dizaines de mètres recouvrant des marais.</p>	<p>Le Pinatubo est entré en éruption en 1991, envoyant un champignon de fumée à 20 km dans la haute atmosphère. Ce nuage a fait trois fois le tour du monde et a refroidi le climat mondial cette année-là de 0,5°C en moyenne sur la Terre.</p>
<p>Le climat mondial s'est réchauffé ces 6000 dernières années. Partout les calottes glaciaires ont reculé ou diminué. Le niveau marin est monté. Certains glaciers subissent les assauts fréquents de la mer. On retrouve souvent des algues échouées sur les langues glaciaires qui se trouvent à fleur d'eau.</p>	<p>Pendant cette période, la stabilité du climat n'empêche pas de fortes tempêtes de vent dans certains déserts. Les tempêtes sont parfois suffisamment fortes pour que du sable soit pris dans les courants ascendants et transporté dans des lieux éloignés</p>
<p>Depuis une petite centaine d'années, le climat s'est légèrement refroidi. Les glaciers des Alpes ont fait une avancée marquée. Dans d'autres régions, les précipitations sont plus fortes et ont permis d'engraisser les glaciers avec une glace pure.</p>	
<p>Le dernier maximum glaciaire -18'000 ans B.P.</p>	<p>Le réchauffement (début interglaciaire) -12'000 ans B.P.</p>
<p>Le petit âge glaciaire au 17^{ème} siècle</p>	<p>Une période de stabilité (milieu interglaciaire) – 6000 ans B.P.</p>
<p>Une période de réchauffement le 20^{ème} siècle</p>	



Prénom :

PLUS FROID
COLDER

PLUS CHAUD
WARMER

5		
4		
3		
2		
1		



Glacier du Rhône: recul



1850



1925



1870



1925



1900



1985



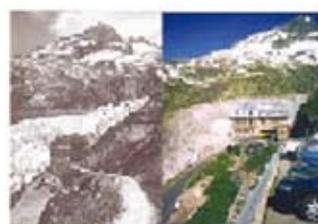
1914



1999



1925



1999

Sites WEB

- <http://www.educapoles.org> : Educapoles, le site éducatif de la Fondation Polaire Internationale propose des activités pédagogiques sur les régions polaires et le réchauffement climatique.
- <http://www.ifremer.fr/ifrtp> et <http://www.institut-polaire.fr/> : L'institut polaire français Paul Emile Victor est une agence de moyens pour la recherche polaire au service des laboratoires nationaux rattachés à des structures dont la vocation est la recherche scientifique : université, CNRS, CEA, INRA...
- <http://www.jeanlouisetienne.fr/banquise/default.cfm#> : le site de Jean-Louis Etienne propose une encyclopédie sur les pôles
- <http://www.sciencepoles.org/> : le site scientifique de la Fondation polaire internationale (en anglais) propose les dernières informations sur les Sciences polaires
- <http://www.polarcom.gc.ca/francais/index.html> : le site de la commission canadienne des affaires polaires avec une section jeune publique qui propose des liens vers divers sites adaptés aux enfants.
- <http://www.msc.ec.gc.ca/education> : Site d'environnement Canada, partie éducative sur l'ozone de l'Arctique.

Bibliographie

- A la découverte des pôles, Jean-Dominique Porée, Flammarion, Paris, 2003.
- Le Grand Nord raconté aux enfants, Catherine Guigon, De la Martinière Jeunesse, Paris 2006
- [Recherche polaire : pour mieux comprendre notre planète](#), RDT info, magazine de la recherche européenne, numéro spécial, mai 2005.

Moyens d'enseignement

- **Guide pédagogique - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 8 à 22 et 72 à 74.**
- **Livre de l'élève - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 6 à 15 et 44 à 47.**
- **Cahier d'expériences CE2 - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 4 à 15 et 30 à 32.**
- **Cahier d'expériences CM1 - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 4 à 12.**
- **Cahier d'expériences CM2 - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 9 à 13.**
- **Problèmes de sciences et de technologie pour le préscolaire et le primaire**, Marcel Thouin, Editions Multimondes, Sainte-Foy 1999.