



Le climat change

“Mais où sont les neiges d’antan ?”

François Villon

C'est à partir

du 19^e siècle qu'en étudiant les traces laissées par les glaciers, on prit conscience de la variabilité naturelle du climat. L'utilisation de nouveaux outils, comme les isotopes stables, a permis de montrer que notre planète a été tantôt beaucoup plus chaude, tantôt beaucoup plus froide, notamment en raison des variations de sa position par rapport au soleil. La nouveauté du XX^e siècle a été la rapidité du réchauffement. Selon l'organisation météorologique mondiale, la température de la planète se serait accrue de 0,6° C en 100 ans et la décennie 1990 a été la plus chaude du siècle.

La plupart des glaciers de montagne des latitudes moyennes et tropicales ont subi un recul au cours du XX^e siècle. C'est le cas du glacier Perito Moreno dans le sud de l'Argentine, un des glaciers du parc national de Los Glaciares (créé en 1937 et inscrit par l'UNESCO au patrimoine mondial en 1981).

Né du manteau glaciaire de Patagonie, à 1 500 mètres d'altitude, à proximité de la frontière chilienne, le glacier s'étire sur 52 kilomètres et termine sa course à 200 mètres d'altitude, dans le lac Argentino dont les eaux sont issues de sa fonte.

Sur la photo, la partie amont du glacier est masquée par les nuages. Sur les versants de la vallée glaciaire, l'étagement de la végétation selon l'altitude est bien visible. Sur le glacier, les crevasses longitudinales résultent de l'élargissement de la partie aval de la vallée. Des photos prises à plus basse altitude ou au sol permettraient de mettre en évidence la multitude de séracs qui accidentent la langue glaciaire. Large de 4 kilomètres, le front du glacier est haut de 60 mètres. Des blocs de glace s'en détachent parfois, car le glacier s'écoule lentement. Ils flottent sur le lac, tels de petits icebergs.

En l'absence de moraine frontale, la fonte partielle, et relativement récente, du glacier peut être mise en évidence par l'existence d'une bande de terrain non boisé entre le glacier et la forêt.



Le climat change

ÉCOLE

1. Sur quelles parties des programmes s'appuyer ?

Géographie

- Regards sur le monde : des espaces organisés par les sociétés humaines.
- Espace français.

Histoire

- La préhistoire.
- Voir, au niveau du cycle, quelles ont été les conséquences des bouleversements climatiques sur la vie sociale, économique, politique de la France (ex : 1788-1789).
- XX^e siècle : les témoignages des contemporains de l'histoire proche.

Sciences expérimentales et technologie

- La matière : états et changements de l'état de l'eau.
- Unité et diversité du monde vivant : grandes étapes de l'histoire de la Terre.
- Éducation à l'environnement.

Arts visuels

- Les différentes catégories d'images et leurs procédés de fabrication.

Éducation civique

- Être citoyen dans sa commune, s'ouvrir au monde.

Français

- La langue française orale et écrite est mise au service des autres disciplines. Une bibliographie peut être consultée dans la bibliothèque de la classe, de l'école ou de la commune. Certains de ces ouvrages pouvant faire le sujet d'une étude plus approfondie. (cf. "En savoir plus").

2. Quelles problématiques aborder ?

- Comment certains règnes animaux ou végétaux ont-ils été amenés à disparaître dans le passé ?
- Quels sont les effets liés à la consommation des hydrocarbures ?
- Comment diminuer cette consommation pour préserver l'équilibre climatique de la planète et poursuivre le progrès économique et social ?

Le vocabulaire est transdisciplinaire : un glacier, une banquise, arctique, antarctique, réchauffement, l'effet de serre, le gaz carbonique, les hydrocarbures, l'atmosphère, un combustible fossile, l'énergie, une plaine, un delta, une vallée, un rejet, la fusion.

3. Quelles pistes de travail envisager ?

Géographie

L'enseignant demandera à l'élève d'effectuer une recherche dans un atlas imprimé ou numérique pour situer les grandes zones climatiques et la répartition humaine en tenant compte de la latitude et de l'altitude (ex. : le glacier de la photographie au sud de l'Argentine, d'autres dans les Alpes ou l'Himalaya, la banquise arctique, l'antarctique, les déserts de glace de Sibérie, le delta du Nil, celui de la Camargue, le Bangladesh, les polders du Benelux, l'atoll des Maldives). Chaque lieu repéré sur un grand planisphère affiché dans la classe pourrait être illustré d'une photographie afin de prendre conscience de la réalité de l'existence.

La réflexion sera conduite autour de la disparition de certains par la fonte de la glace, d'autres par la montée des eaux et de la corrélation des deux.

Histoire

En fonction des dernières découvertes archéologiques, l'enseignant suscitera un questionnement des élèves autour de la disparition des dinosaures.

En lien avec leur lieu d'implantation géographique, les élèves peuvent élaborer un questionnaire à soumettre aux membres de leur famille, à un service de météorologie portant sur les observations climatiques des uns et des autres pendant les 50/70 ans passés.

On ne pourra pas faire l'économie du sommet de Kyoto en 1997.

Sciences expérimentales et technologie

Dans ces activités, l'élève doit poser des questions précises et cohérentes.

L'enseignant peut, grâce à cette discipline, lui permettre d'imaginer et de réaliser des dispositifs expérimentaux susceptibles de répondre aux questions qu'il se pose.

La classe peut construire une serre placée au soleil avec thermomètres intérieur et extérieur. Deux cultures identiques seront conduites l'une à l'intérieur, l'autre à l'extérieur. Les élèves feront le constat relatif à l'effet de serre qui est bénéfique tant que le phénomène est "naturel". (C'est grâce à lui que la terre est à 15°C et non à -18°C). C'est l'activité humaine, c'est à dire le rejet de certains gaz comme le CO₂, qui en déséquilibrant la situation contribue au réchauffement excessif de la planète. Les élèves pourront expérimenter plusieurs changements de paramètres (ex : ouvrir/fermer).

L'enseignant s'attardera sur la définition du phénomène de l'effet de serre et de ses conséquences.

Une autre expérience consiste à faire observer aux élèves que, suivant son état, l'eau n'occupe ni le même volume ni le même espace (états liquide/solide). Faire fondre le glaçon dans une assiette permet de comprendre la montée de l'eau sur la surface. On pourra construire une maquette plus élaborée. L'enseignant insistera sur les modifications climatiques qui, en raison de la dérégulation de l'effet de serre, provoqueraient la fonte des glaces des calottes polaires et une élévation du niveau des mers qui entraîneraient inondations ou disparitions de terres.

Arts visuels

Le support présenté permet de développer chez l'élève sa capacité à identifier les différents types d'images en justifiant son point de vue. Quelles sont l'origine, la nature, le fonctionnement, le sens de cette photographie ? Son caractère artistique sera mis en parallèle avec des documents scientifiques ou commerciaux afin de définir pour chacun les thèmes identifiants.

L'élève peut utiliser un appareil photographique pour réaliser sur le même thème une "image", en jouant sur le cadrage, en insistant sur un point de vue personnalisé. Après tirage, il peut également, grâce à des montages, donner une autre perception de sa vision de la réalité. Des photographies publiées dans la presse lors des catastrophes (ex. : inondations en Inde) peuvent être soumises à la réflexion des élèves.

Éducation civique

Au cours des débats réglés quotidiens ou hebdomadaires, les élèves examinent la problématique posée, partagent leurs informations, leurs points de vue et collaborent à la recherche de solutions en faisant des propositions. L'enseignant les conduit à une prise de conscience précise des enjeux liés aux conséquences sur le climat de la consommation des hydrocarbures. L'élève comprend d'autant mieux la nécessité de la solidarité, l'ouverture au monde et la responsabilité qu'il a à l'égard de l'environnement.



Le climat change

COLLÈGE

Sciences de la vie et de la Terre

1. Sur quelles parties des programmes s'appuyer ?

Sixième

- Caractéristiques de l'environnement proche et répartition des êtres vivants.
- Peuplement des milieux et influence de l'homme.

Cinquième Quatrième

- L'Homme est responsable de son environnement.
- Histoire de la vie, histoire de la Terre.

Troisième

- Responsabilité humaine : santé et environnement.
- Étude d'un problème d'environnement.

2. Quelles problématiques aborder ?

D'une façon générale, les sciences de la vie et de la Terre peuvent contribuer à l'analyse des problématiques du "changement climatique" sous deux aspects.

Comprendre les changements du climat

Pour comprendre les changements du climat, les mécanismes qui les gouvernent et donc les actions humaines sur ces changements ainsi que les possibilités de gestion pour en limiter l'ampleur et les effets, il s'agit de raisonner sur les processus de géodynamique externe concernant entre autres les différentes enveloppes fluides de la Terre (atmosphère et hydrosphère), les processus biologiques et géologiques en liaison avec le cycle du carbone (échanges entre CO₂ atmosphérique et hydrosphère/biosphère, par exemple, sources de méthane tellurique et biologique).

L'analyse des processus s'inscrit facilement dans la perspective d'un développement durable parce qu'elle impose :

- la prise en compte de **différentes échelles d'espace** pour relier le changement climatique "global" à la diversité possible des effets locaux ;
- la prise en compte de **différentes échelles de temps**, en particulier pour comprendre les différentes oscillations du climat (régulières ou non) et discuter de la fiabilité des interprétations (intervalle de confiance des mesures, des analyses, des prévisions) ;
- la prise en compte de la **complexité**, les paramètres en interaction étant particulièrement nombreux, avec des rétroactions complexes (parfois positives, parfois négatives).

Comprendre les effets possibles du changement climatique

Les effets peuvent être envisagés sous deux aspects :

- “**sciences de la Terre**” : variation du niveau des mers, effet sur la répartition des circulations océaniques ou atmosphériques, érosion, etc. ;
- “**sciences de la vie**” : effets possibles sur la répartition des êtres vivants, biodiversité (en particulier à la lumière des glaciations passées).

En collège, les programmes offrent peu d'opportunités directes d'aborder les changements climatiques sous ces différents aspects, du moins pas au niveau scientifique qui permet de véritablement approfondir.

3. Quels contenus et notions mobiliser ?

- La répartition des êtres vivants dépend des caractéristiques de l'environnement.
- L'Homme influe sur le peuplement du milieu selon ses choix d'aménagement, ses besoins alimentaires ou industriels. Son influence est directe ou indirecte.
- Des caractéristiques du milieu déterminent les conditions de la respiration et influent ainsi sur la répartition des êtres vivants.
- Les changements du monde vivant ont accompagné les transformations de la Terre.
- L'Homme en général, chaque citoyen en particulier a une responsabilité à l'égard de l'environnement à l'échelle de la planète.

4. Quelles pistes de travail envisager ?

Sixième

Les aspects biologiques peuvent être abordés à partir du peuplement des milieux (influence des facteurs, dont la température pouvant agir sur leur répartition – influence de l'homme). L'intérêt sera alors de passer de l'échelle locale à laquelle les constats sont faits à l'échelle globale et sur d'autres durées qui sont celles du temps long.

La compréhension du fait que les changements du monde vivant ont accompagné, dans le passé, les transformations de la Terre, permet de comprendre en quoi les évolutions prévisibles de l'environnement sont susceptibles de modifier le peuplement à d'autres échelles de temps que celles envisagées en sixième.

Troisième

L'étude d'un problème d'environnement mené conjointement avec la physique peut être placée dans une perspective globale.

À partir de ces ancrages dans les programmes, des prolongements peuvent bien entendu être envisagés en liaison avec d'autres disciplines, dans le cadre d'actions cohérentes inscrites, par exemple, **dans les IDD**.



Le climat change

LYCÉE

Histoire-géographie et ECJS

1. Sur quelles parties des programmes s'appuyer ?

Seconde

Géographie

- Environnement et développement sont au cœur de ces programmes.
- Les conséquences de la fonte des glaces peuvent être évoquées dans l'étude de plusieurs thèmes. Conséquences négatives : réduction de l'alimentation de nombreux fleuves des régions tropicales, déstabilisation provisoire des versants montagneux, difficultés occasionnées aux stations de ski des Alpes ou des Rocheuses utilisant leurs glaciers, remontée du niveau des océans menaçant plusieurs centaines de millions de personnes et nécessitant de nouveaux aménagements littoraux... Mais aussi conséquences positives : augmentation des surfaces cultivées, extension des aires de culture de certaines plantes. Par ailleurs, les changements climatiques pourraient entraîner une accentuation de certains risques et une plus grande fréquence des catastrophes.

Première

TPE

- Fonte des glaces et changements climatiques entrent dans le cadre du thème commun, reconduit pour l'année scolaire 2005-2006, "L'Homme et la nature".

2. Quelles problématiques aborder ?

Le recul des glaciers et la fonte de la banquise arctique

- Des études récentes de glaciologues ont mis en évidence une réduction du volume et de la longueur de nombreux glaciers de montagne (des latitudes moyennes et tropicales). De même, 90 % des glaciers de la péninsule antarctique (partie la plus septentrionale du continent antarctique, située au nord-ouest du continent, entre les mers de Weddell et d'Amundsen) ont reculé. Mais le phénomène n'est pas général : le grand inlandsis antarctique n'est pas pour autant déstabilisé et certains glaciers des hautes latitudes en Norvège ou en Alaska semblent en crue, comme d'autres en Nouvelle-Zélande ou au Groenland.

Par ailleurs, l'épaisseur de la banquise arctique aurait diminué de 40 % depuis 1960 et sa superficie semble en cours de diminution. Le satellite Cryosat devait permettre une surveillance de la banquise et de l'inlandsis du Groenland mais son lancement a malheureusement échoué.

- L'ère quaternaire a déjà été marquée par des alternances de périodes glaciaires et de périodes interglaciaires. La dernière grande glaciation, dite wurmienne, s'est achevée il y a environ 12 000 ans. La température à nos latitudes devait être inférieure de 6 à 10° C à celle de l'interglaciaire que nous vivons actuellement. Depuis, la Terre a connu de "petits âges glaciaires" (le dernier a duré 3 siècles entre les années 1550 et 1850).
- La recherche des origines du recul de certains glaciers et de la fonte de la banquise donne lieu à des polémiques entre scientifiques.

Deux origines possibles de la déglaciation

- **Un réchauffement climatique ?** Sa mesure est extrêmement délicate, les estimations varient selon les chercheurs et les parties du globe. L'Europe, et notamment la France, ont connu depuis une vingtaine d'années un réchauffement de l'ordre de 1° C des températures maximales. Il se traduit dans les dates de la feuillaison et de la floraison des végétaux, dans celles des vendanges, d'embâcle et de débâcle des lacs et des fleuves, d'arrivée et de départ des oiseaux migrateurs ou dans l'extension vers les hautes latitudes et altitudes de nombreuses variétés végétales. Le réchauffement de la péninsule antarctique aurait été de 2,5° depuis 50 ans. Celui de certaines régions de l'Arctique aurait été de l'ordre de 2 à 3° C ces trois dernières décennies.

Mais une équipe de climatologues du Québec a mis en évidence un refroidissement d'autres régions arctiques de 0,3°C tous les 30 ans, depuis 1930.

- **Une diminution de l'accumulation nivale ?** La formation de la glace dépend des chutes de neige, or celles-ci sont variables selon les hivers (dans les Alpes françaises, les spécialistes de Météo-France ont constaté une tendance actuelle à la diminution, mais ce n'est pas un phénomène général).

La glace formée dans la partie amont du glacier (le névé) met plusieurs décennies pour s'écouler jusqu'à l'extrémité de la langue glaciaire où sa fonte dépend des températures atmosphériques du printemps et de l'été. La croissance ou la décroissance d'un glacier n'est pas uniquement corrélée à la seule température.

Néanmoins, l'étude des glaciers permet d'attirer l'attention sur les changements du climat terrestre, une majorité de scientifiques admettant la thèse du réchauffement global.

De la prudence dans l'interprétation à l'application du principe de précaution

Les facteurs avancés pour expliquer **les changements climatiques** sont nombreux.

- Certains sont **d'ordre astronomique**. L'énergie solaire reçue par la Terre varie de façon cyclique, selon sa position par rapport au soleil, car l'orbite terrestre se déforme. Ainsi, il y a 400 000 ans orbite et axe de la terre étaient dans une position identique à celles d'aujourd'hui et la température devait être supérieure de 2°C à la température actuelle. Ces variations n'auraient toutefois des conséquences qu'à l'échelle de dizaines de millénaires. En revanche, les variations de l'énergie envoyée par le soleil semblent avoir des effets plus rapides sur les températures terrestres. Or, depuis 1892, l'activité solaire est à la hausse.

- D'autres facteurs sont **d'ordre tectonique**. De très fortes éruptions volcaniques de caractère explosif peuvent entraîner un refroidissement, en envoyant dans l'atmosphère des quantités considérables d'aérosols et de gaz qui font partiellement écran au rayonnement solaire. Leur action est toutefois de courte durée (de l'ordre de quelques mois). Ces deux dernières décennies, ce type d'éruption a été assez rare.
- L'évolution de **la composition de l'atmosphère** joue également un rôle. Les gaz dits à effet de serre (GES : vapeur d'eau, dioxyde de carbone, méthane...) contenus dans l'atmosphère absorbent une partie du rayonnement infrarouge émis par la surface du sol, ce qui le réchauffe et rend possible la vie sur Terre. Plus la teneur en GES est élevée, plus la température de la planète est chaude. Il y a 130 000 ans, à une époque où l'on ne peut mettre en cause l'action massive de l'homme, celle-ci était supérieure de 2° C à la température actuelle pour une concentration en CO₂ équivalente.

Le fait est que la concentration en CO₂ n'a cessé d'augmenter depuis la révolution industrielle. Elle serait passée de 280 ppm (partie par million) vers 1 800 à 315 ppm en 2004. L'utilisation massive des réserves d'énergie fossile a libéré de gigantesques quantités de carbone. Chaque année, 7 milliards de tonnes de carbone sont libérés dans l'atmosphère, dont 4 seulement sont absorbés par les océans, la biomasse et les sols. Sans aller jusqu'au catastrophisme, médiatiquement et financièrement porteur, il est apparu raisonnable, à certains gouvernements d'appliquer le principe de précaution et d'engager des mesures préventives. Les mesures de restriction des émissions de GES prévues par le protocole de Kyoto, adopté en 1997 et entrant en vigueur en 2008, visent à ralentir, sinon à stopper, le réchauffement global.

3. Quels contenus et notions mobiliser ?

Inlandsis, glaciers de montagne, névé, langue glaciaire, crevasses, séracs, moraines. Combustibles fossiles, effet de serre et GES. Changements climatiques. Protocole de Kyoto.

4. Quelles pistes de travail envisager ?

Seconde Module

De la prudence dans l'utilisation d'Internet

Double objectif : approfondir les connaissances sur la fonte des glaces et les changements climatiques, faire prendre conscience que l'utilisation d'un moteur de recherche conduit sur des sites de valeurs scientifiques très inégales. Sites officiels (ex. : Mission interministérielle de l'effet de serre), d'institutions de recherche et d'enseignement (CNRS, Météo France, ENS-Ish...), de groupes de pression (WWF, Greenpeace, American Petroleum Institute...), d'organes de presse.



Le climat change

LYCÉE

Sciences de la vie et de la Terre

1. Sur quelles parties des programmes s'appuyer ?

Seconde

- La planète Terre et son environnement.

Première ES

- Une ressource naturelle : le bois.

Terminale S (spécialité)

- Du passé géologique à l'évolution future de la planète.

2. Quelles problématiques aborder ?

D'une façon générale, les sciences de la vie et de la Terre peuvent contribuer à l'analyse des problématiques du "changement climatique" sous deux aspects.

Comprendre les changements du climat

Pour comprendre les changements du climat, les mécanismes qui les gouvernent et donc les actions humaines sur ces changements ainsi que les possibilités de gestion pour en limiter l'ampleur et les effets, il s'agit de raisonner sur les processus de géodynamique externe concernant entre autres les différentes enveloppes fluides de la Terre (atmosphère et hydrosphère), les processus biologiques et géologiques en liaison avec le cycle du carbone (échanges entre CO₂ atmosphérique et hydrosphère/biosphère, par exemple, sources de méthane tellurique et biologique).

L'analyse des processus s'inscrit facilement dans la perspective d'un développement durable parce qu'elle impose :

- la prise en compte de **différentes échelles d'espace** pour relier le changement climatique "global" à la diversité possible des effets locaux ;
- la prise en compte de **différentes échelles de temps**, en particulier pour comprendre les différentes oscillations du climat (régulières ou non) et discuter de la fiabilité des interprétations (intervalle de confiance des mesures, des analyses, des prévisions) ;
- la prise en compte de la **complexité**, les paramètres en interaction étant particulièrement nombreux, avec des rétroactions complexes (parfois positives, parfois négatives).

Comprendre les effets possibles du changement climatique

Les effets peuvent être envisagés sous deux aspects :

- “**sciences de la Terre**” : variation du niveau des mers, effet sur la répartition des circulations océaniques ou atmosphériques, érosion, etc. ;
- “**sciences de la vie**” : effets possibles sur la répartition des êtres vivants, biodiversité (en particulier à la lumière des glaciations passées).

Au lycée, certains programmes abordent tout à fait directement et explicitement ces points sous l’angle explicatif. L’approche dans une perspective de développement durable sera renforcée par le croisement avec les apports des autres disciplines.

3. Quels contenus et notions mobiliser ?

Seconde

- L’effet de serre résulte de la présence d’une atmosphère.
- Notion de respiration, fermentation, synthèse chlorophyllienne.
- Évolution de la composition de l’atmosphère au cours des temps géologiques.

Première ES

- Participation du bois aux grands équilibres de la planète.

Terminale S (spécialité)

- Les carottes de glace forées dans les calottes polaires permettent de reconstituer les variations climatiques des 700 000 dernières années. Ces variations de température sont corrélées à des variations de concentration de gaz à effet de serre dans l’atmosphère.
- Les variations relatives du niveau de la mer à l’échelle mondiale sont contrôlées par le volume d’eau dans les bassins océaniques. Les principales causes des variations du niveau de la mer sont : dilatation thermique de l’eau, formation et destruction des calottes polaires, variation du volume des bassins océaniques.

4. Quelles pistes de travail envisager ?

Le contenu des programmes évoqués, en seconde ou en terminale S en particulier, est très directement relié au changement climatique. Le développement d’un thème au choix en seconde peut renforcer l’approche.

Un travail sur plusieurs disciplines, par exemple dans le cadre des TPE (“l’Homme et la nature”) permet d’élargir le champ de l’analyse.

Exemple : étude codisciplinaire d’un texte scientifique

Pour endiguer le réchauffement climatique James Hansen propose de “limiter, voire réduire, les concentrations de l’ozone atmosphérique, du noir de carbone et du méthane, et de maintenir les émissions de dioxyde de carbone liées aux combustibles fossiles à leur niveau actuel”. Il précise que ces mesures auraient aussi des retombées économiques positives : “dans certains cas, la valeur du méthane

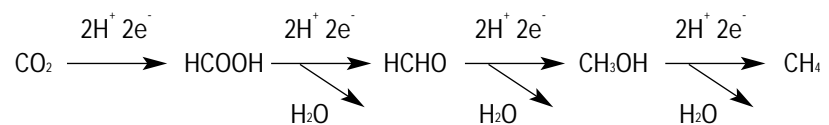
recupéré comme combustible compense le coût de sa capture. De telles mesures de réduction des émissions seraient aussi bénéfiques sur le plan de la santé. En effet, les particules de suie transportent des molécules organiques et des minéraux toxiques dans les poumons. Pour diminuer les émissions de noir de carbone, il faudrait optimiser la combustion du diesel et des biocarburants, développer le combustible hydrogène et les énergies renouvelables”.

Source :
Article tiré de *pour la science*,
avril 2004

En utilisant les données du texte, on peut étendre le questionnement par un travail plus personnel.

- **Expliquer** comment l’ozone atmosphérique, le noir de carbone (= suie), le méthane et le dioxyde de carbone agissent sur la température de la planète.

En ce qui concerne le méthane, il est produit par des micro-organismes, les bactéries méthanogènes. Celles-ci se rencontrent dans des milieux anaérobies (dépourvus de dioxygène) comme le fond des marécages, et des rizières, le tube digestif de l’homme et des animaux, les stations d’épuration et les décharges. Les bactéries méthanogènes produisent le méthane à partir d’un mélange de dioxyde de carbone et d’hydrogène. Les étapes de la méthanogénèse sont les suivantes :



- **Expliquer** ce qui se produit aux différentes étapes de cette transformation (liaison avec la chimie).
- **Réfléchir** aux mesures qui permettraient de limiter la concentration atmosphérique des différentes substances évoquées par James Hansen.

Une autre piste peut consister en un travail plus précis sur les glaciers actuels et leurs traces dans le paysage, la recherche d’arguments montrant un recul de ces glaciers depuis le début de l’ère industrielle en Europe. On peut comparer ces traces à celles laissées par des glaciers anciens (sur la carte géologique de Grenoble par exemple) pour mettre en évidence et dater des périodes de refroidissement à l’échelle de plusieurs milliers d’années.



Le climat change

EN SAVOIR PLUS

Sites internet

- 6 Géoconfluences
<http://geoconfluences.ens-lsh.fr/doc/transv/DevDur/DevdurScient2.htm>
- 6 L'énergie
<http://www.industrie.gouv.fr>
- 6 Institut de la recherche agronomique
<http://www.inra.fr/>
- 6 Défi pour la Terre (site ludique pour l'école élémentaire)
<http://www.defipourlaterre.org/juniors/>
- 6 Centre ressource du développement durable
<http://www.cerdd.org>
- 6 Le WWF
<http://www.wwf.fr>
- 6 Le réchauffement climatique (site de Jean-Marc Jancovici)
<http://www.manicore.com>
- 6 Le glacier Colombia en 1980 et en 2005, le glacier Arapaho en 1898 et en 2003
http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=16970
- 6 La formation des glaciers
<http://www.la-terre.net/glacier.php3>
- 6 L'état de l'océan, suivi de pollution, prévisions
<http://www.mercator-ocean.fr/>
- 6 Le phénomène El Niño
<http://www.ifremer.fr/lpo/cours/elnino/index.html>
<http://meteo.org/phenomen/el-nino.htm>
- 6 La rubrique EEDD de l'académie de Paris
<http://eedd.scola.ac-paris.fr>
- 6 Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
<http://www.ademe.fr>
- 6 Institut français de l'environnement
<http://www.ifen.fr>
- 6 Écologie et progrès
<http://www.ecologie-et-progres.com/>
- 6 Recherche de glaciers sur Google earth
<http://earth.google.com>

**Vidéo
DVD**

- “Les changements climatiques en 2025, 2050, 2100”, *Les rapports de l’OPECST de 1985 à 2001*, OPECST, 2002.

**Articles
Revue
Livres****Primaire**

- ARTHUS-BERTRAND Y., DUBOIS P.-J., GUIDOUX Valérie et BATAILLE S., *La terre racontée aux enfants*, La Martinière, 2003.
- BUISSON L. et GUERIN P., *L’environnement*, PEMF, 1999, coll. “30 mots clés pour comprendre”.
- VAISMAN S. et HEITZ B., *Ma planète et moi*, Casterman, 1999, coll. “Petit citoyen”.

Secondaire

- LE ROY LADURIE E., *Histoire du climat depuis l’an mil*, Flammarion, 1983.
- DENZEZ F., *Atlas de la menace climatique*, Autrement, 2005.
- DUCROUX R. et JEAN-BAPTISTE P., *L’effet de serre*, CNRS Éditions, 2004.
- DANIEL J.-Y., *Sciences de la Terre et de l’Univers*, Vuibert (la troisième partie est consacrée à l’étude des climats actuels, anciens et futurs de la Terre).
- JOUSSEAUME S., *Climat d’hier à demain*, CNRS éditions/CEA.
- SADOURNY R., *Le climat de la Terre*, Dominos Flammarion.
- SADOURNY R., *Le climat est-il devenu fou ?*, Le Pommier.
- LE TREUT H. et JANCOVICI J.-M., *L’effet de serre : allons-nous changer le climat ?*, Dominos Flammarion.
- Océans et atmosphère*, Hachette Éducation, coll. “Synapse” (un chapitre est consacré au phénomène El Niño).
- SACQUET A.-M., *Atlas mondial du développement durable*, Autrement, 2002.
- “Réchauffement global : une bombe à retardement”, *Pour la science*, avril 2004.
- “Méthane et climat”, *Pour la science*, septembre 2004.
- “La révolution néolithique a-t-elle modifié le climat ?”, *Pour la science*, avril 2005.
- “Peut-on enterrer le réchauffement climatique ?”, *Pour la science*, septembre 2005.