

Activité 2 : Comment a évolué le climat global au cours du temps ?

Savoir faire	Savoirs	Validation
Exploiter des données d'indices climatiques pour retracer l'évolution temporelle du climat passé et récent	Climat global et variabilité au cours du temps	Analyser des informations [Équipe]
		Expression orale [Individuel]

Le climat est caractérisé à l'échelle planétaire à partir de divers indicateurs tant sur le long que le court terme.

Problème 1 : Quels sont les indicateurs des variations climatiques passées ?

Équipe 1	Équipe 2	Équipe 3	Équipe 4
<i>Indicateurs géologiques :</i> Les glaces	<i>Indicateur géologique :</i> Les roches	<i>Indicateur physique :</i> La température	<i>Indicateur biologique :</i> Les pollens
Niveau 1 - Histoire des sciences p.51 du livre - Documents 1 et 2	Niveau 1 - Documents 1 et 3	Niveau 1 - Document 1 - Document 4a	Niveau 1 - Document 1 - Document 5a
		Niveau 2 - Document 1 - Document 4b	Niveau 2 - Document 1 - Doc5 p.51 du livre Hatier - Document 5b
		Niveau 3 - Document 1 - Document 4c - Doc3 p.50 du livre Hatier	

À partir des ressources à disposition de chaque équipe, **expliquer** comment les indicateurs étudiés permettent de déterminer le climat local passé.

Bilan 1 :

Montrer que les variations climatiques ont des amplitudes différentes et se font sur des échelles de temps variées.

Problème 2 : Quels sont les indicateurs des variations climatiques récentes ?

Équipe 5	Équipe 6	Équipe 7	Équipe 8
<i>Indicateurs géologiques :</i> Niveau de la mer	<i>Indicateurs géologiques :</i> Les roches	<i>Indicateur physique :</i> Température	<i>Indicateurs biologiques :</i> Les vendanges
Niveau 1 - Pour info p.50 du livre - Document 6	Niveau 1 - Document 9	Niveau 1 - Documents 11 et 12 - Document 13a	Niveau 1 - Document 14a
<i>Indicateurs géologiques :</i> Les glaces	<i>Indicateurs physiques :</i> Les gaz atmosphériques	Niveau 2 - Documents 11 et 12 - Document 13b	Niveau 2 - Document 14b
Niveau 1 - Document 7a et 8	Niveau 1 - Document 10		Niveau 3 - Document 14c
Niveau 2 - Document 7b et 8			<i>Indicateurs biologiques :</i> Les floraisons
			- Document 15

À partir des ressources à disposition de chaque équipe, **expliquer** comment les indicateurs étudiés permettent de déterminer le climat local récent.

Bilan 2 :

Montrer que les variations récentes de certains indicateurs illustrent un caractère fulgurant du changement climatique actuel.

En résumé :

Expliquer comment on peut démontrer l'existence d'un climat plus froid ou plus chaud.

Document 1 : Le principe d'actualisme - @Belin

Les variations de climat ont des conséquences sur de nombreux phénomènes à la surface du globe. Par exemple, un refroidissement du climat s'accompagne d'une modification de la végétation et de plus de glaciers à la surface de la Terre. Si ces phénomènes ont lieu dans le passé et ont laissé des indices observables aujourd'hui, ces indices deviennent des indicateurs des climats du passé. C'est le cas de pollens enfouis dans les sédiments des lacs ou de traces laissées dans les paysages par des glaciers anciens. L'analyse de ces indicateurs permet de reconstituer les climats du passé en utilisant le **principe d'actualisme** : « les lois régissant les phénomènes actuels étaient également valables dans le passé ».

Document 2 : Étude des glaces - @Bordas

Les prélèvements réalisés dans les calottes glaciaires permettent d'accéder à de très anciennes glaces. Ainsi un carottage de 3,2 km de profondeur réalisé en Antarctique a permis de prélever en continue des glaces : les plus profondes donc les plus anciennes ayant 800 000 ans. Des analyses de ces carottes de glace ont été pratiquées soit sur la glace elle-même soit sur les bulles d'air emprisonnées dans cette glace.



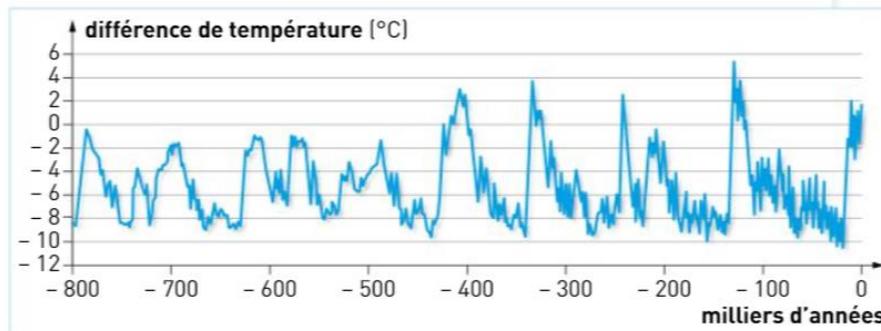
a Situation géographique du forage.

b Carotte de glace.

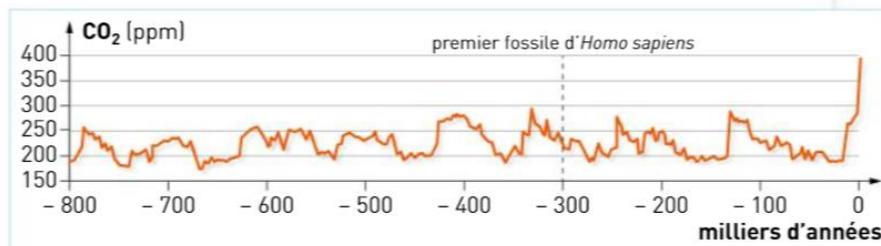
c Bulles d'air dans la glace arctique.

L'étude de l'eau constituant la glace permet de retrouver la paléotempérature de l'atmosphère au moment de la formation de cette glace. En effet, les atomes d'oxygène composant les molécules d'eau H₂O existent sous deux formes isotopiques, majoritairement ¹⁶O et minoritairement ¹⁸O dont les quantités varient d'une année sur l'autre en fonction de la température. La proportion de ces deux isotopes permet d'obtenir la température atmosphérique au moment de la précipitation.

L'analyse des bulles de d'air piégées permet de retracer l'évolution de la concentration de certains gaz atmosphériques : dioxyde de carbone, méthane, etc. À noter que le taux de CO₂ a franchi le cap des 400ppm (parties par millions) pour la première fois en 8000 000 ans en 2014.

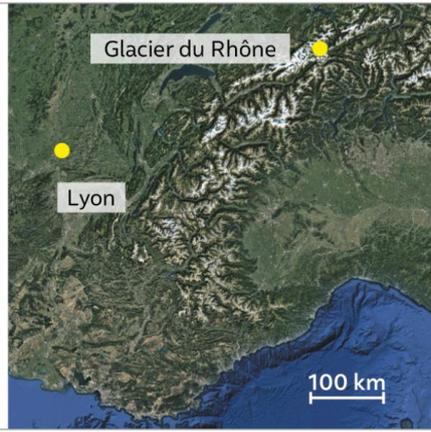


d Évolution de la température par rapport à la moyenne des 1 000 dernières années depuis 800 000 ans.



e Taux de CO₂ depuis 800 000 ans.

Document 3 : Étude des roches - @Nathan



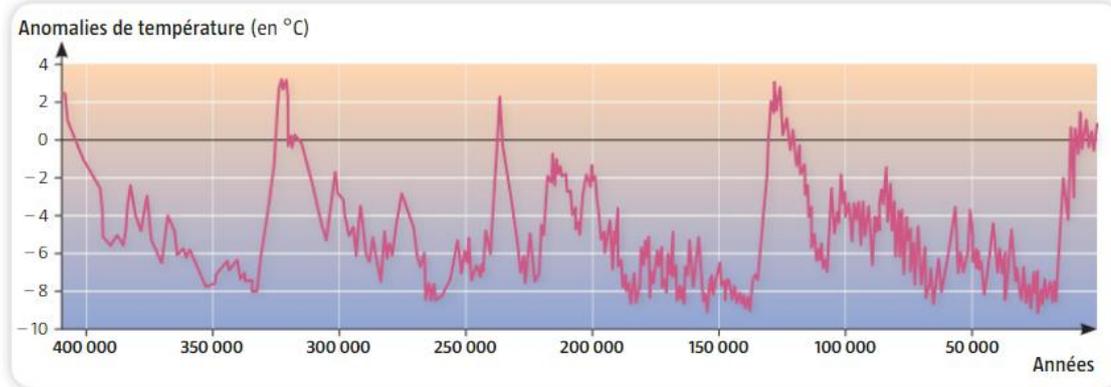
1 Le Gros Caillou à Lyon est un **bloc erratique** déplacé par le glacier du Rhône il y a 140 000 ans environ. La localisation de Lyon et l'emplacement actuel du glacier du Rhône sont indiqués sur la carte.

2 **Tillite**
De très nombreuses **tillites** datées de la fin du Carbonifère (il y a 300 millions d'années) ont été retrouvées par les géologues sur de nombreux continents.

Bloc erratique : roche déplacée par un glacier et restée sur place lors de la fonte du glacier.

Tillite : roche sédimentaire composée de débris de roche transportés par un glacier.

Document 4a : La température moyenne terrestre, un indicateur du climat global - @Magnard



Reconstitution des températures moyennes passées en Antarctique.

- On peut retrouver indirectement les températures globales qui ont régné il y a des centaines de milliers d'années. Pour cela, il a fallu analyser les molécules d'eau contenues dans les glaces dont l'âge est proportionnel à la profondeur à laquelle on les récupère. On obtient ainsi une courbe des anomalies de température.
- À une autre échelle, la reconstitution des températures sur les deux derniers millénaires montre un réchauffement localisé à une partie de l'hémisphère nord (Europe et au moins une partie de l'Amérique du Nord) entre le X^e et XIV^e siècle appelé « Optimum climatique médiéval » et un refroidissement entre les années 1550 à 1850 appelé « Petit Âge glaciaire ».

Focus maths

L'anomalie de température est l'écart entre la température mesurée en un lieu donné par rapport à la température moyenne relevée sur un grand nombre d'années.

Anomalie = température mesurée – température de référence

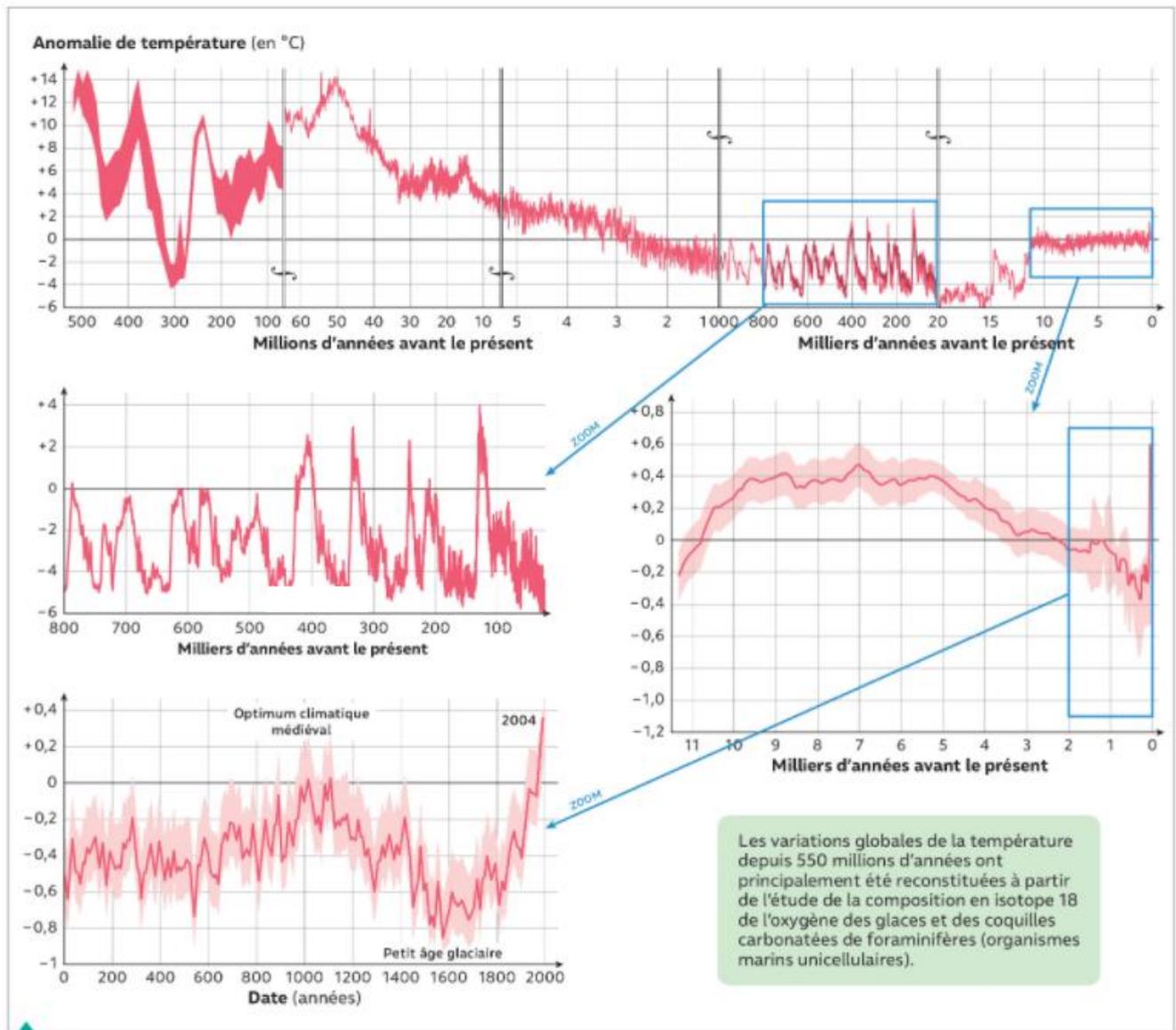
Ici, la température de référence est la moyenne des températures terrestres observées en 1950.



Bruegel l'Ancien, peintre flamand, représente le Petit Âge glaciaire dans *Chasseurs dans la neige* (1565).

Document 4b : Evolution de la température moyenne mondiale au cours des 540 derniers millions d'années - @Nathan

Les valeurs de températures indiquées sont des différences par rapport à la température moyenne mondiale entre 1961 et 1990.

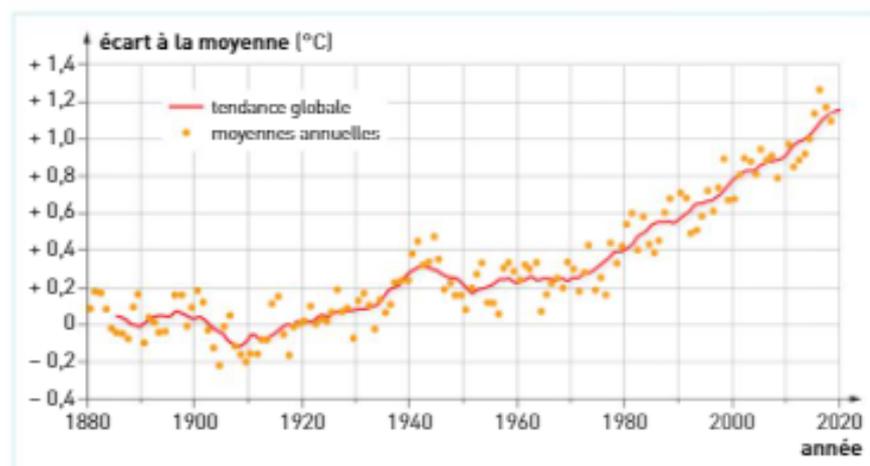


Document 4c : Evolution de la température moyenne depuis 1873- @Bordas

Les scientifiques étudient l'évolution de la température moyenne globale en la comparant aux valeurs moyennes de différentes périodes.

Par exemple, la courbe ci-contre prend comme niveau zéro la moyenne des années 1880 à 1920.

Ainsi, la température moyenne globale de l'année 1909 était de 0,2 °C inférieure à celle de la période 1880-1920.

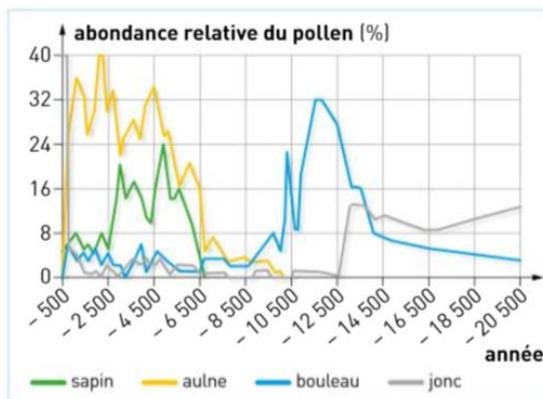


■ Écarts de température globale par rapport à la moyenne 1880-1920 depuis 140 ans.

Document 5a : Climat et pollens - @Bordas

À la belle saison, les plantes à fleurs libèrent de grandes quantités de grains de pollen. Entourés par une enveloppe imputrescible*, ces derniers ne se décomposent pas s'ils tombent au fond d'un lac, milieu propice à leur conservation. Le prélèvement des sédiments lacustres permet de reconstituer la variation au cours du temps de l'abondance des pollens sous la forme de diagrammes polliniques (a). Chaque espèce végétale produisant un grain de pollen qui lui est spécifique, on en déduit les espèces présentes à chaque période. Connaissant leurs préférences de température et d'humidité, les changements climatiques au cours d'une période donnée peuvent être reconstitués (b).

Plantes	Préférences climatiques
sapin	climat froid à tempéré, humide
aulne	climat tempéré, zones humides
bouleau	climat froid, sec ou humide
joncs	climat froid et humide

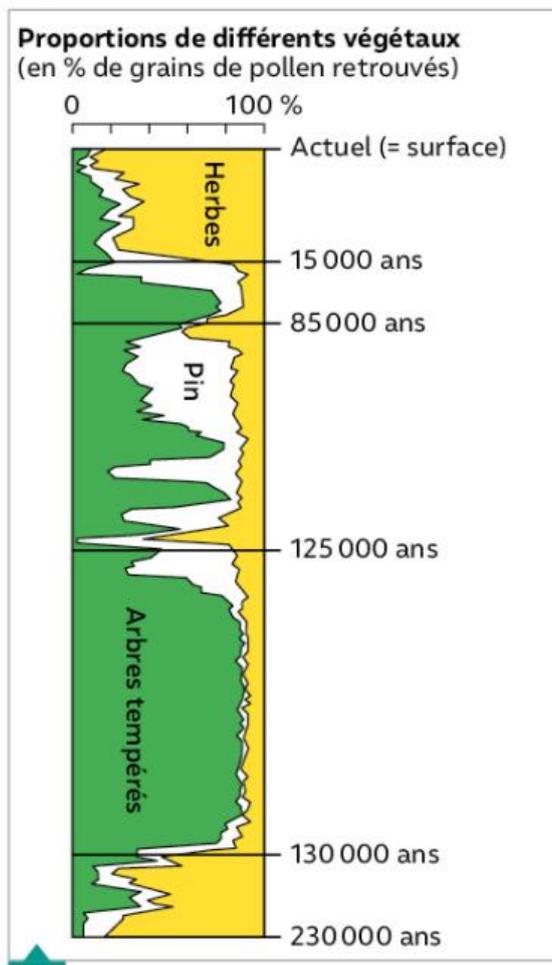


a Diagrammes polliniques du site d'Amsoldingen (Suisse), obtenu avec le logiciel Paléobiome 2.

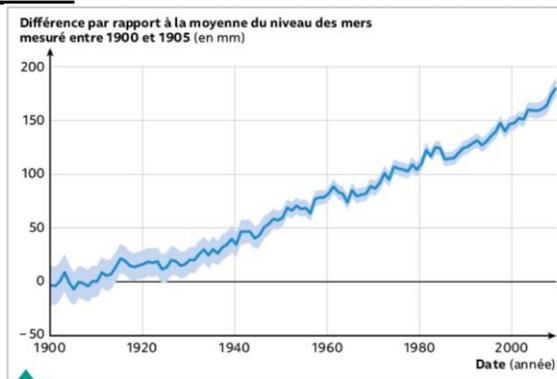


b Préférences climatiques des quatre plantes et leur grain de pollen colorisé artificiellement.

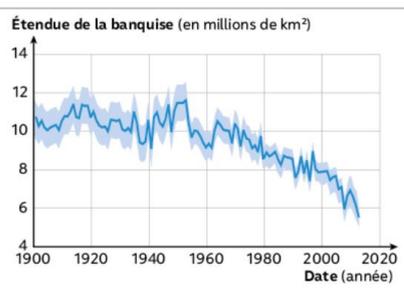
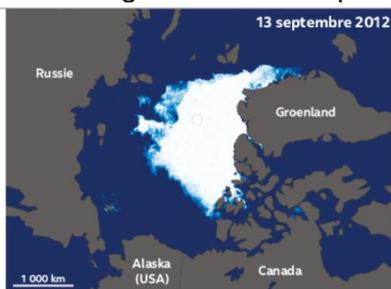
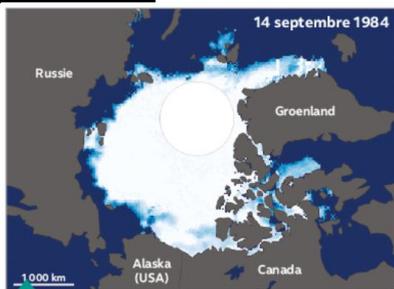
Document 5b : Diagramme pollinique réalisé dans une tourbière dans les Vosges - @Nathan



Document 6 : Evolution du niveau des mers mondial entre 1980 et 2005 - @Nathan



Document 7a : Evolution de la surface des glaces de l'Arctique en été - @ Nathan

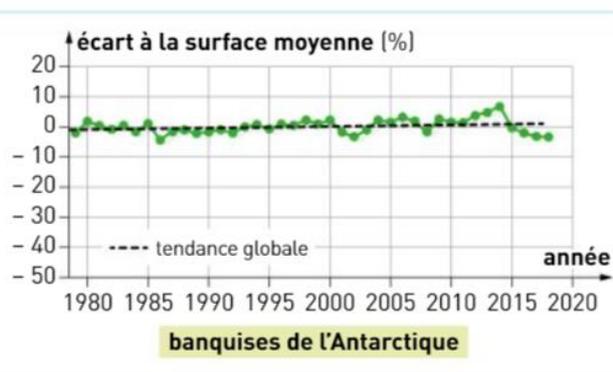
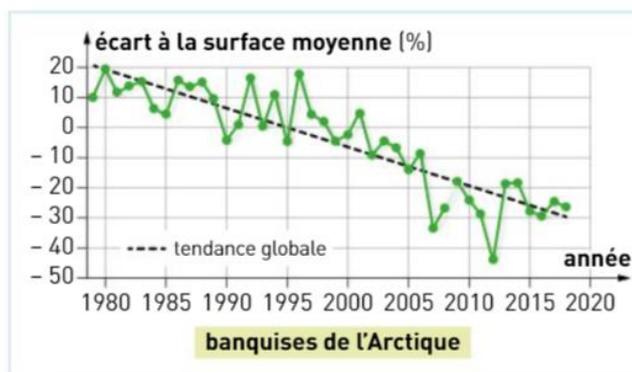


Document 7b : Evolution des banquises - @ Bordas

Les banquises* de l'Arctique et de l'Antarctique désignent une étendue de glace de mer formée par le gel de l'eau à la surface des océans. Cette formation a lieu lorsque la température atteint $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ pour les eaux de l'océan Arctique. Au fil des saisons, les banquises s'étendent en hiver et se réduisent en été (a). Malgré ces variations saisonnières, la surface des glaces de mer peut être mesurée d'une année sur l'autre à la même époque (b).



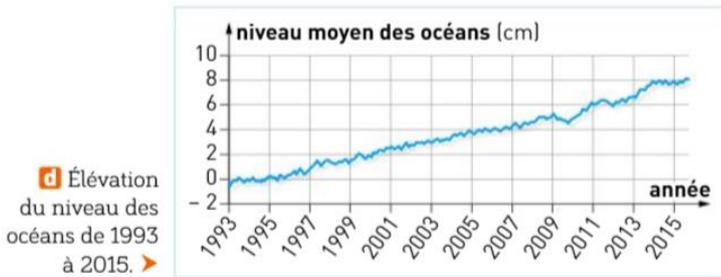
a Ours polaire sur la banquise arctique estivale disloquée.



b Variations de la surface des banquises de l'Arctique et de l'Antarctique en septembre par rapport à la surface moyenne de 1979 à 2018.

Document 8 : Evolution de la mer de glace - @ Bordas

La mer de glace est le plus grand glacier* de France métropolitaine avec ses 12 km de long et une étendue de 28 km². Haut lieu touristique, cet amas de glace formé par l'accumulation de couches de neige s'amenuise. Entre 1912 et 2015, l'épaisseur du glacier est passée de 250 à 90 m sous la gare de Montenvers (c). Les océans recouvrent plus de 70,7 % de la surface terrestre. L'élévation du niveau marin moyen témoigne d'une variation du volume des océans qui dépend lui-même de la température de l'eau (d).



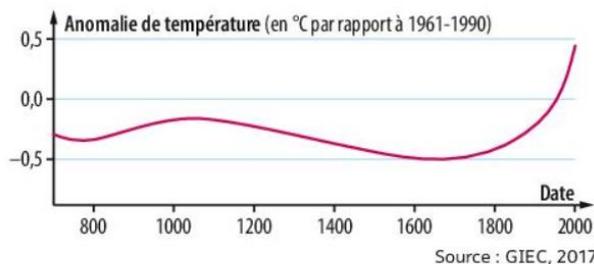
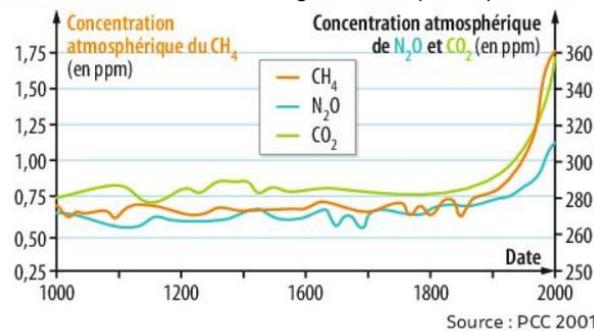
Document 9 : Variation de l'extension d'un glacier, indicateur d'une variation du climat - @Magnard

- Les glaciers érodent les zones qu'ils traversent et produisent des dépôts sédimentaires tels que des moraines.
- Grâce à l'analyse des moraines et des traces d'érosion, on peut ainsi reconstituer leur extension à différentes époques. On peut alors utiliser ces données pour reconstruire le climat régnant à une époque considérée.



Extension de la Mer de Glace, le plus grand glacier français, en 1644 (vert), 1821 (rouge) et 1895 (orange).

Document 10 : Evolution de la concentration de certains gaz atmosphériques et de la température globale - @Hachette



Les données proviennent de l'étude des bulles d'air piégées dans les glaces polaires, de stations terrestres et de satellites. La valeur de référence de température (0,0) est la température moyenne sur la période de 1961-1990.

Document 11 : Température moyenne, indicateur essentiel du climat global - @Bordas



a Une des 28 stations météorologiques de haute montagne de Météo-France.

Depuis 1873, un réseau mondial de mesures météorologiques s'est peu à peu mis en place. Progressivement, les mesures devinrent plus nombreuses et de meilleure qualité grâce à l'utilisation d'un nombre croissant d'appareils au fonctionnement uniformisé. Ces relevés de température sont effectués par les stations météorologiques réparties à la fois sur les continents (a) et en mer. Actuellement, plus de 10 000 stations terrestres sont en activité alors qu'elles ne sont que 5 000 embarquées sur des navires marchands. Néanmoins, d'autres se trouvent sur des bouées dérivantes ou ancrées (b). Enfin, divers satellites évaluent indirectement la température à partir de l'enregistrement du flux infrarouge émis par la surface terrestre. Des procédures statistiques permettent de déduire de l'ensemble de ces données un indicateur climatique majeur : la température moyenne globale.



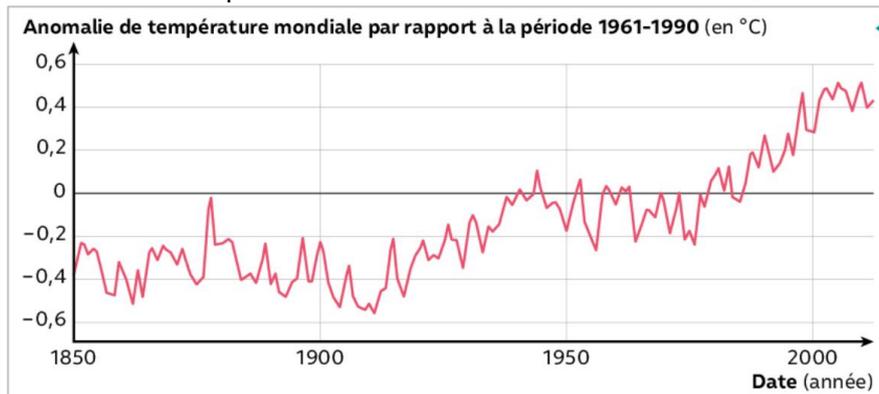
b Bouée météoro-océanographique au large de Sydney, en Australie. ➤

Document 12 : Les mesures de température par satellite- @Belin

Il est possible de mesurer la température de la surface du globe depuis un satellite. En effet, plus une surface est chaude et plus elle émet de rayonnements infrarouges. Ceux-ci peuvent ainsi être mesurés depuis l'espace en l'absence de couverture nuageuse. Cette technique est surtout utilisée pour les surfaces océaniques. Sur les continents, le couvert végétal, entre autres, modifie les propriétés d'émissions dans les infrarouges.

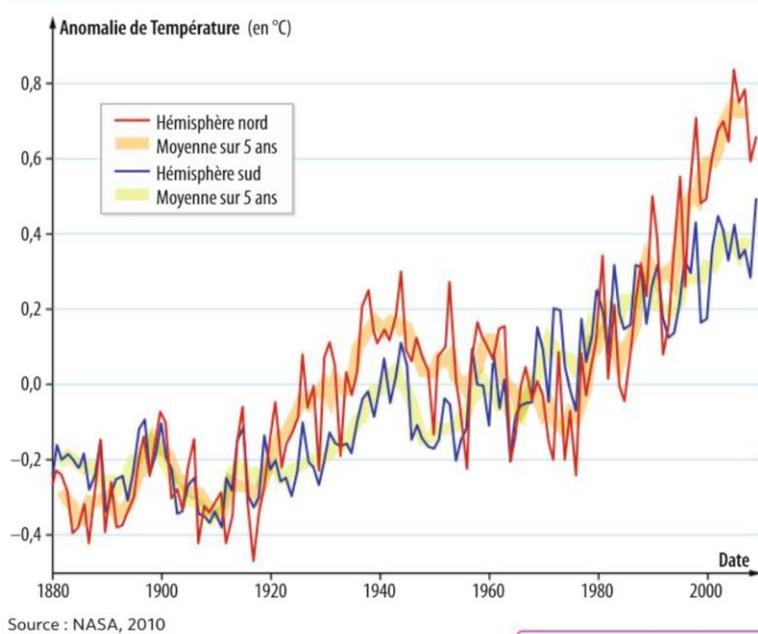
DOC 3 Les mesures de température par satellite.

Document 13a : Evolution de la température mondiale entre 1850 et 2005- @ Nathan



La température mondiale est calculée à partir de données des stations météorologiques et des mesures depuis l'espace par satellites.

Document 13b : Variation de température dans les hémisphères nord et sud depuis 1880- @Hachette



Source : NASA, 2010

SVT

Des variations de la température globale terrestre

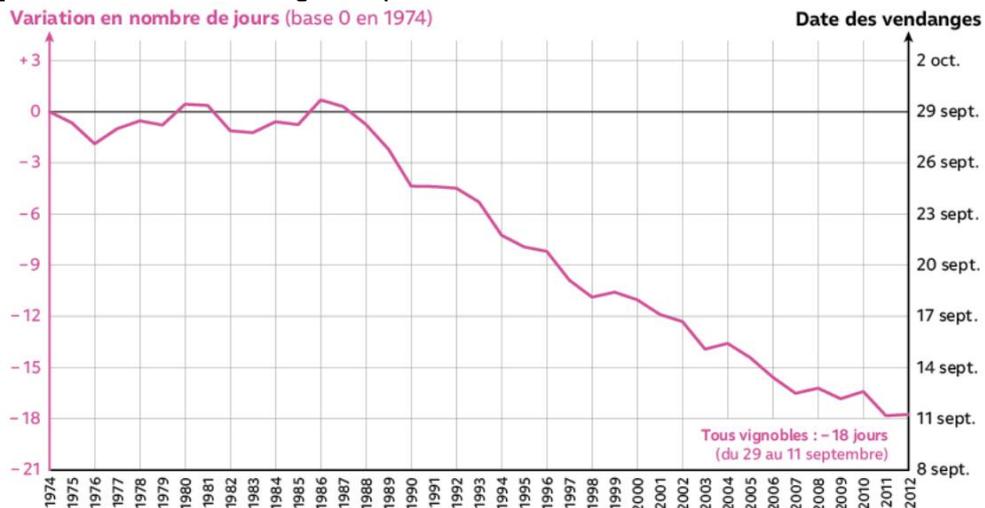
Il existe une grande diversité de climats sur Terre. Au nord du Groenland, il fait en moyenne -20° C et au Sahara +25° C.

La **température globale terrestre** est obtenue par des calculs tenant compte de nombreuses données (issues de milliers de stations météorologiques et de recherche mais aussi déduites des rayonnements émis par les océans et perçus par les satellites). Il ne s'agit donc pas d'une grandeur physique mais d'une grandeur statistique.

Sur la période de référence 1961-1990 (valeur 0 sur les graphiques) elle vaut +14° C.

Animation : variations de température à la surface du globe enregistrées entre 1951 et 1980

Document 14a : Evolution des vendanges depuis 1974 - @Nathan

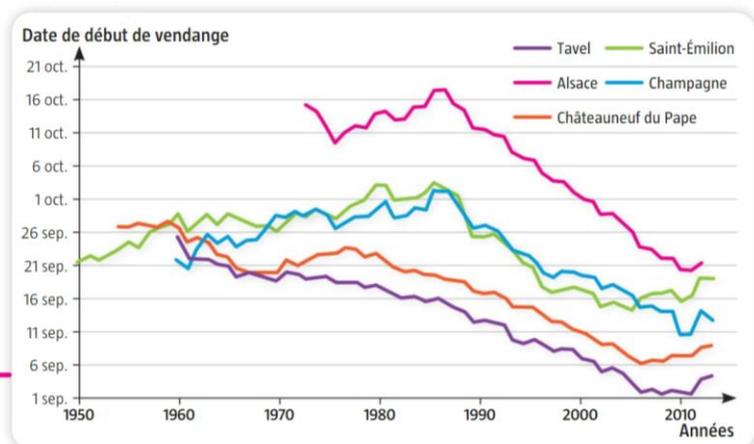


La date des vendanges dépend de la maturité des raisons, celle-ci est en partie contrôlée par le climat.

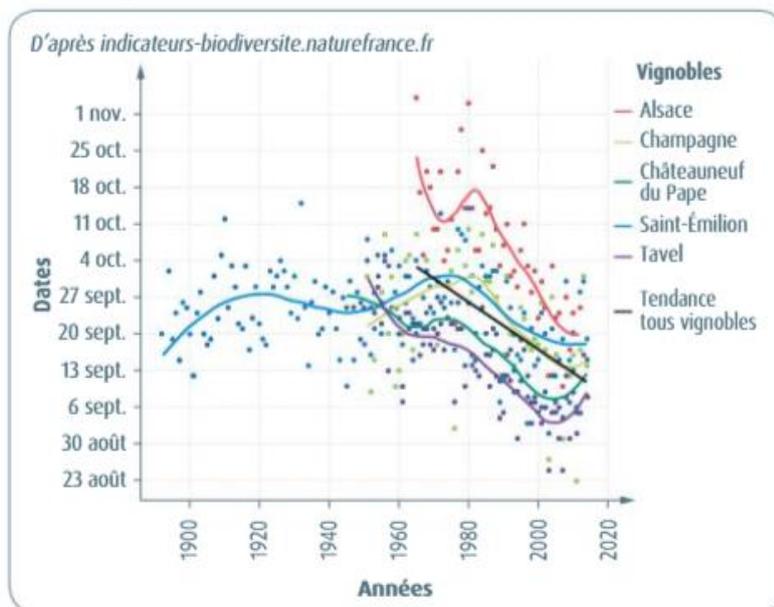
Document 14b : Des vendanges de plus en plus précoces, indicateur d'une variation du climat- @Magnard

• Les vignerons choisissent la date des vendanges en fonction de la maturité parfaite du raisin, c'est-à-dire essentiellement quand il atteint la quantité de sucre optimale pour le type de vin désiré. Le raisin est mûr d'autant plus vite qu'il a eu la chaleur et l'ensoleillement appropriés.

Variation de la date des vendanges pour plusieurs régions viticoles françaises depuis 1950.

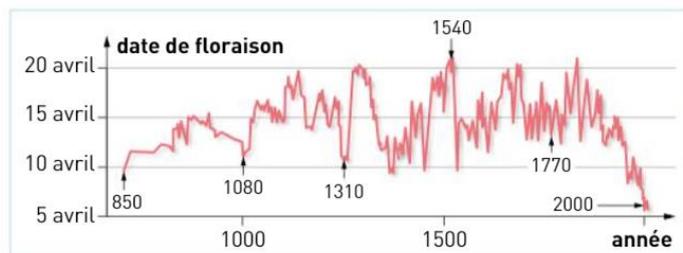


Document 14c : Dates de vendanges de 1892 à 2014 en France- @Belin



Document 15 : Une variabilité visible sur quelques siècles - @Bordas

La coutume de pique-niquer sous les cerisiers en fleurs au Japon (a), appelée *hanami*, est très ancienne. Cette pratique est relatée par de nombreux écrits historiques. Ainsi, les dates de floraison des cerisiers sont bien connues pour ce pays depuis au moins l'an 850 (b).



b Évolution de la date de floraison des cerisiers à Kyoto de 850 à 2 000.

