

FR-FR

Adultes



LA FRESQUE DU CL!MAT

Vous avez toutes les cartes en main

COMMENT Y JOUE-T-ON ?

Il vous faut un jeu de cartes par équipe de 5 à 7 personnes, 2m² de papier, des crayons, une gomme, des feutres et du scotch.

Le but du jeu est de mettre, en équipe, les cartes dans l'ordre des causes et des effets et de dessiner ces liens sous forme de flèches.

Positionnez toutes les cartes d'un lot avant de passer au lot suivant.

Timing : une heure et demi pour positionner toutes les cartes, une demi-heure pour décorer la fresque et présenter le résultat puis une heure pour débriefer et débattre des solutions.



Réflexion



Créativité



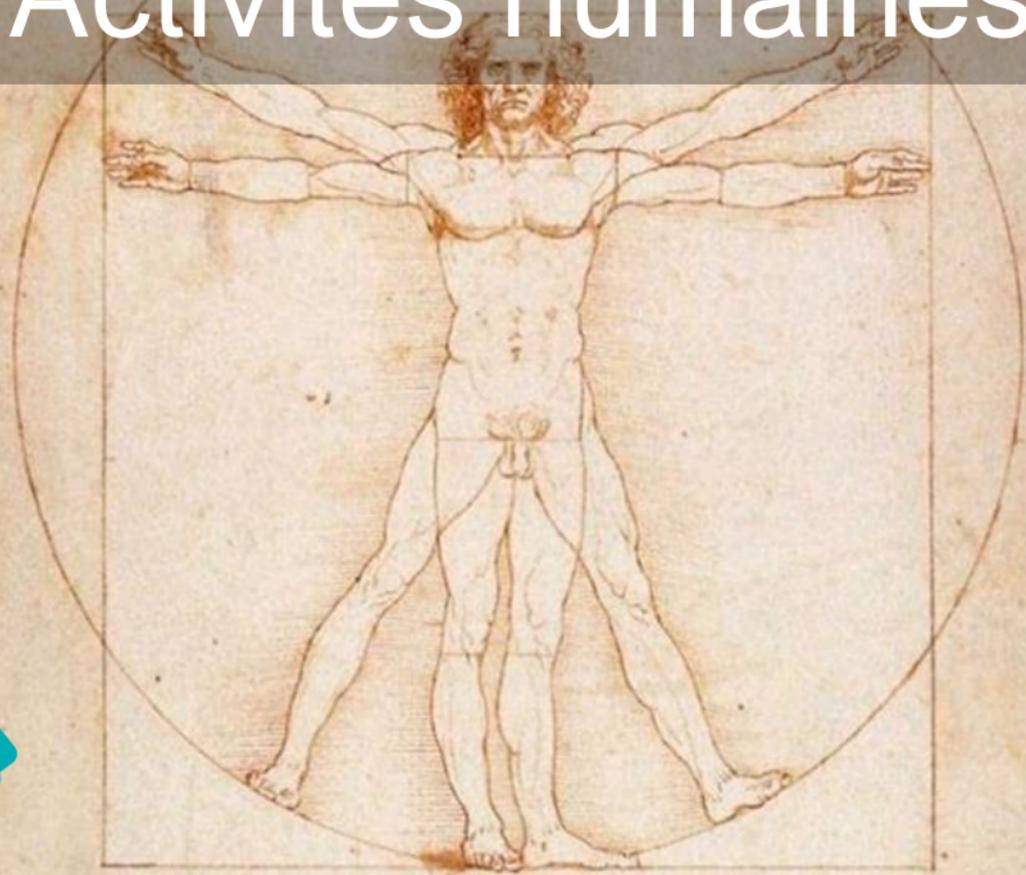
Pitch



Debrief

Pour une version simplifiée du jeu, supprimez les cartes 10, 14, 15, 41 et 42.

Activités humaines



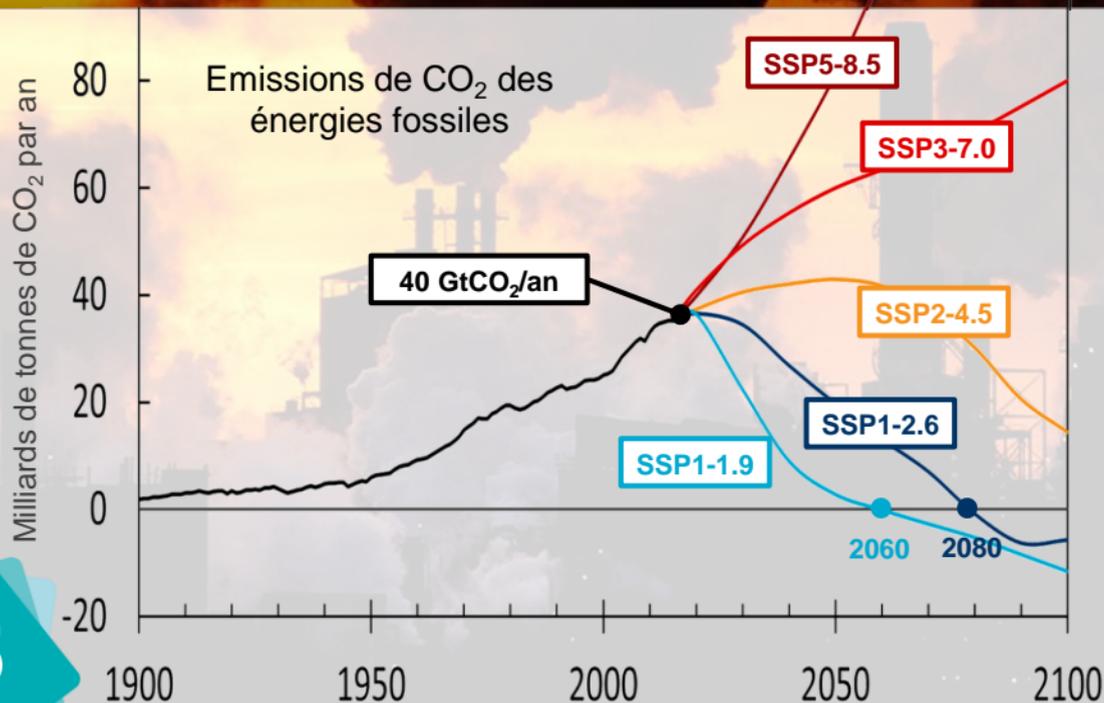
1



C'est là que tout commence...

Lot 1

Énergies fossiles

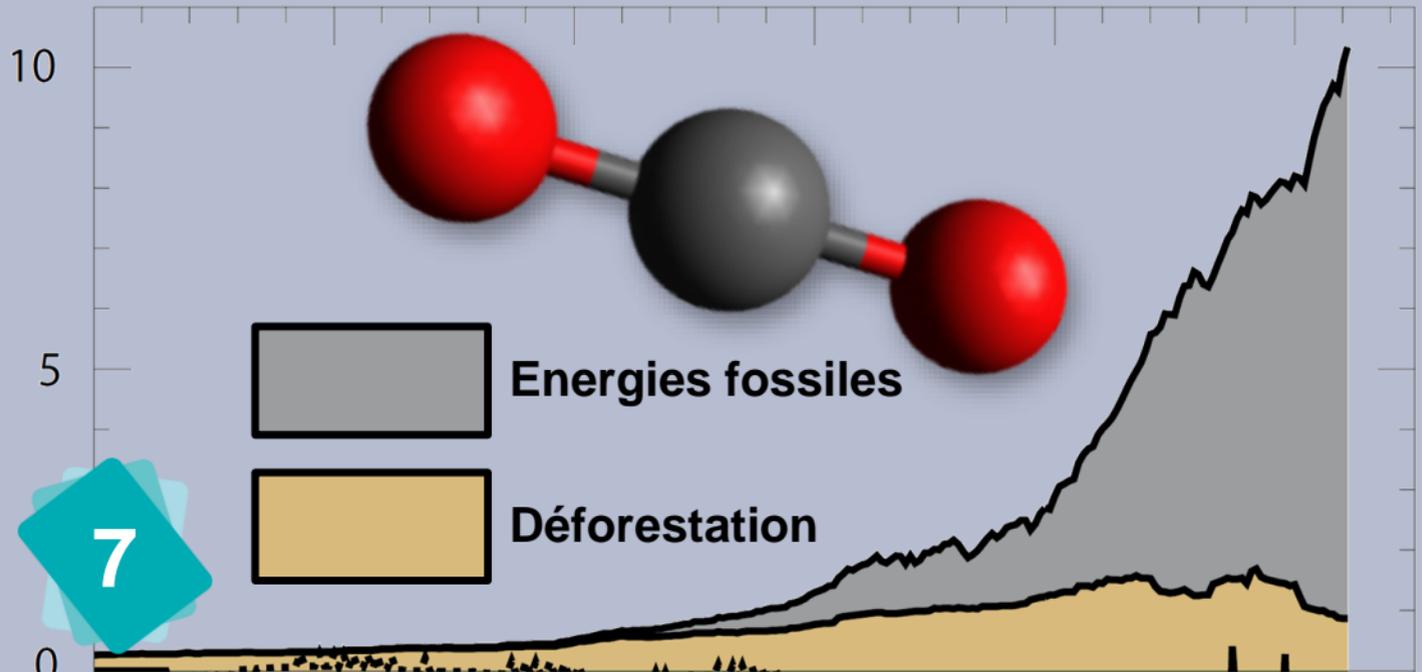




Les énergies fossiles sont le charbon, le pétrole et le gaz. Elles sont utilisées principalement dans les bâtiments, le transport et dans l'industrie. Elles émettent du CO₂ lors de la combustion.

Émissions de CO₂

Emissions annuelles de CO₂ anthropogénique (GtC/an)





Le CO₂ est le premier gaz à effet de serre anthropique (c'est à dire émis par l'homme). Les émissions de CO₂ viennent de la combustion des énergies fossiles et de la déforestation.

Effet de serre additionnel



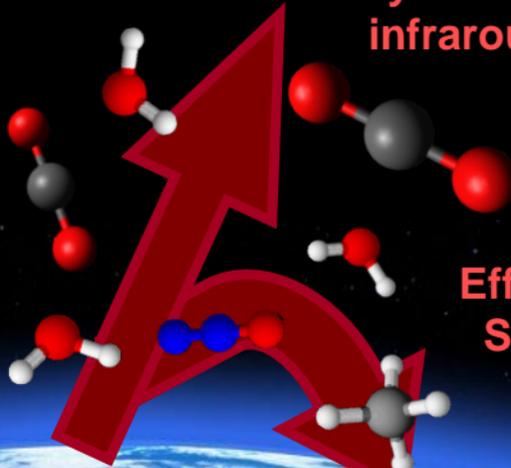
Insolation



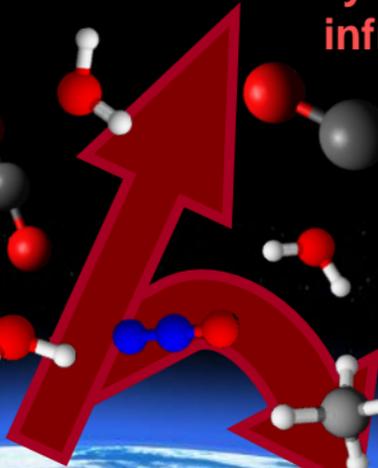
Réflexion



13



Rayonnement infrarouge



Effet de Serre

15°C

-18°C

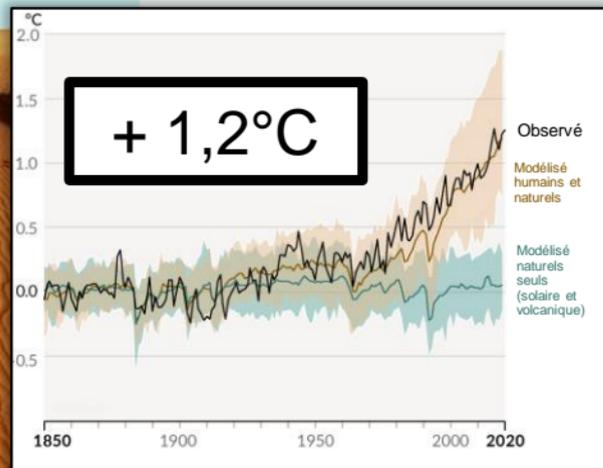
°C



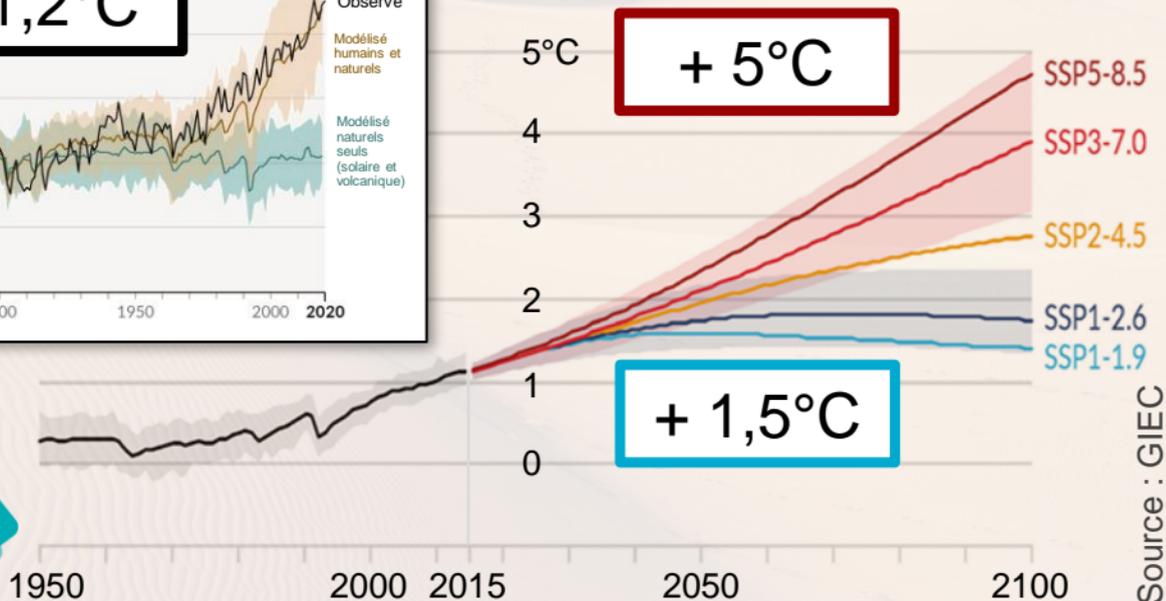


L'effet de serre est naturel. D'ailleurs, le premier GES naturel est la vapeur d'eau. Sans l'effet de serre, la planète serait 33°C plus froide. Mais le CO₂ et les autres GES dus à l'Homme augmentent cet effet de serre naturel, ce qui réchauffe le climat.

Hausse de la température



Changement de température de la surface mondiale par rapport à 1850-1900

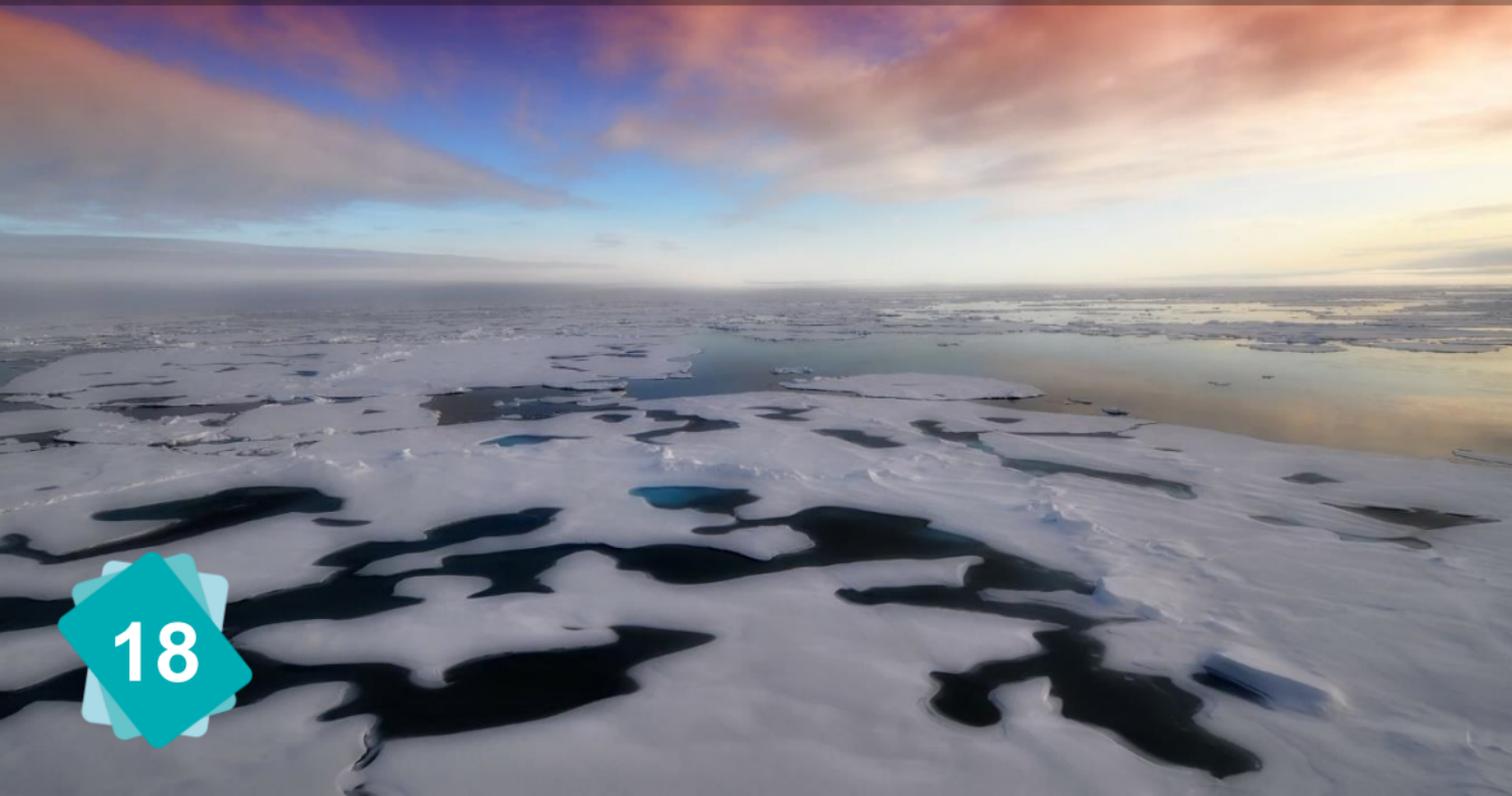


Source : GIEC



On parle ici de la température de l'air au sol, en moyenne sur la surface de la Terre. Elle a déjà augmenté de $1,2^{\circ}\text{C}$ depuis 1900. Selon les scénarios d'émissions, elle aura augmenté de $1,5^{\circ}\text{C}$ à 5°C d'ici 2100. Or, lors de la dernière période glaciaire (il y a 20.000 ans), elle était seulement 5°C plus basse qu'aujourd'hui... et la déglaciation a duré 10.000 ans !

Fonte de la banquise



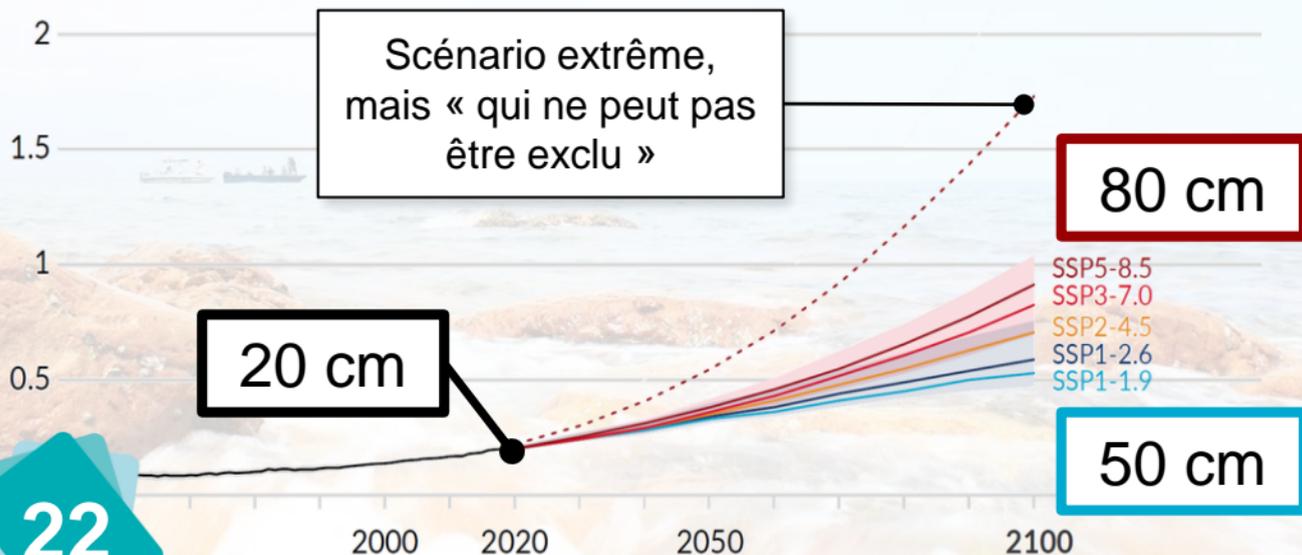
18



La fonte de la banquise n'est pas responsable de la montée des eaux (un glaçon qui fond dans du pastis ne fait pas déborder le verre).

Montée des eaux

Variation de la moyenne mondiale du niveau des océans par rapport à 1900 (m)



22

Source : GIEC



Depuis 1900, le niveau de l'océan a monté de 20 cm. Cela est dû à la dilatation de l'eau, la fonte des glaciers et la fonte des calottes.

Industrie





L'industrie utilise des énergies fossiles et de l'électricité.
Elle représente 40% des Gaz à Effet de Serre (GES).

Utilisation des bâtiments



3





L'utilisation du bâtiment
(logement et services)
consomme des énergies fossiles
et de l'électricité. Cela
représente 20% des Gaz à Effet
de Serre (GES).

Transport



4





Le secteur du transport est très dépendant du pétrole.
Il représente 15% des émissions de gaz à effet de serre.

Déforestation



6



La déforestation consiste à couper ou brûler des arbres au-delà de la capacité de renouvellement de la forêt. Elle est liée à 80% à l'agriculture.

Agriculture



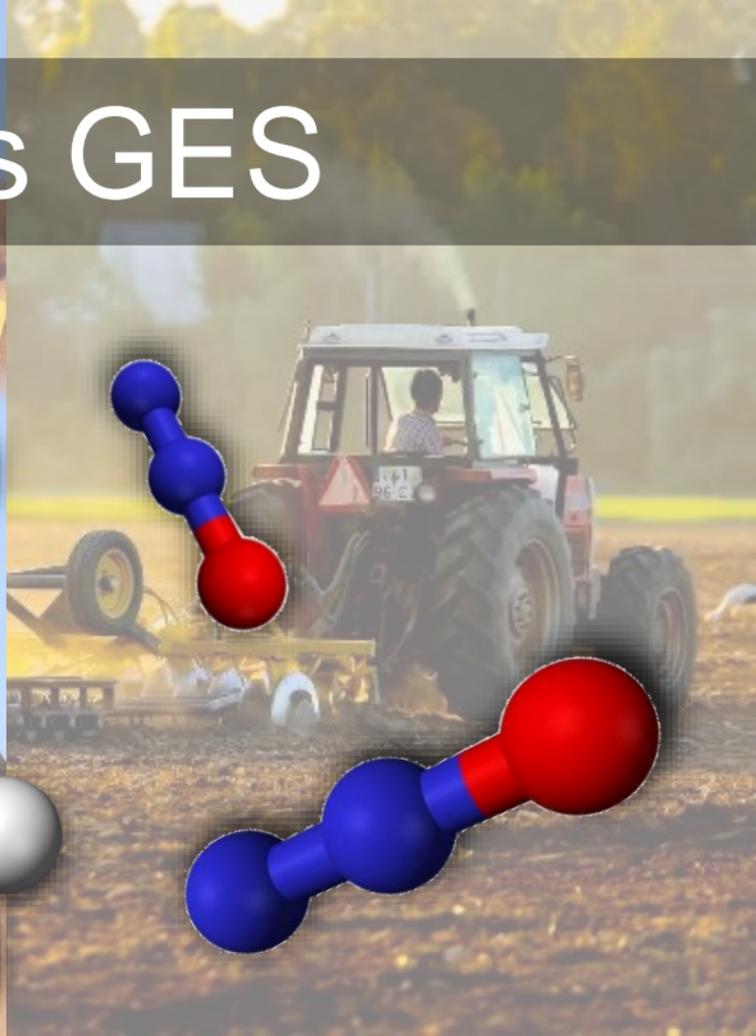
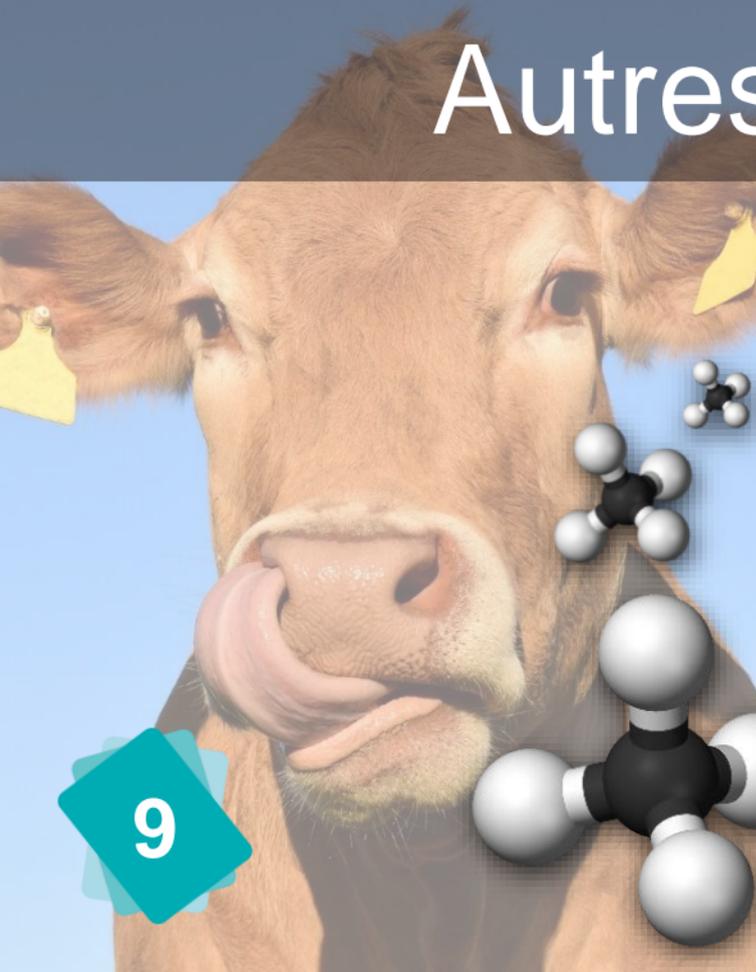
8





L'agriculture est responsable de l'émission d'un peu de CO₂ et de beaucoup de méthane (bovins, rizières), et de protoxyde d'azote (engrais). En tout, c'est 25% des GES si on y inclut la déforestation induite.

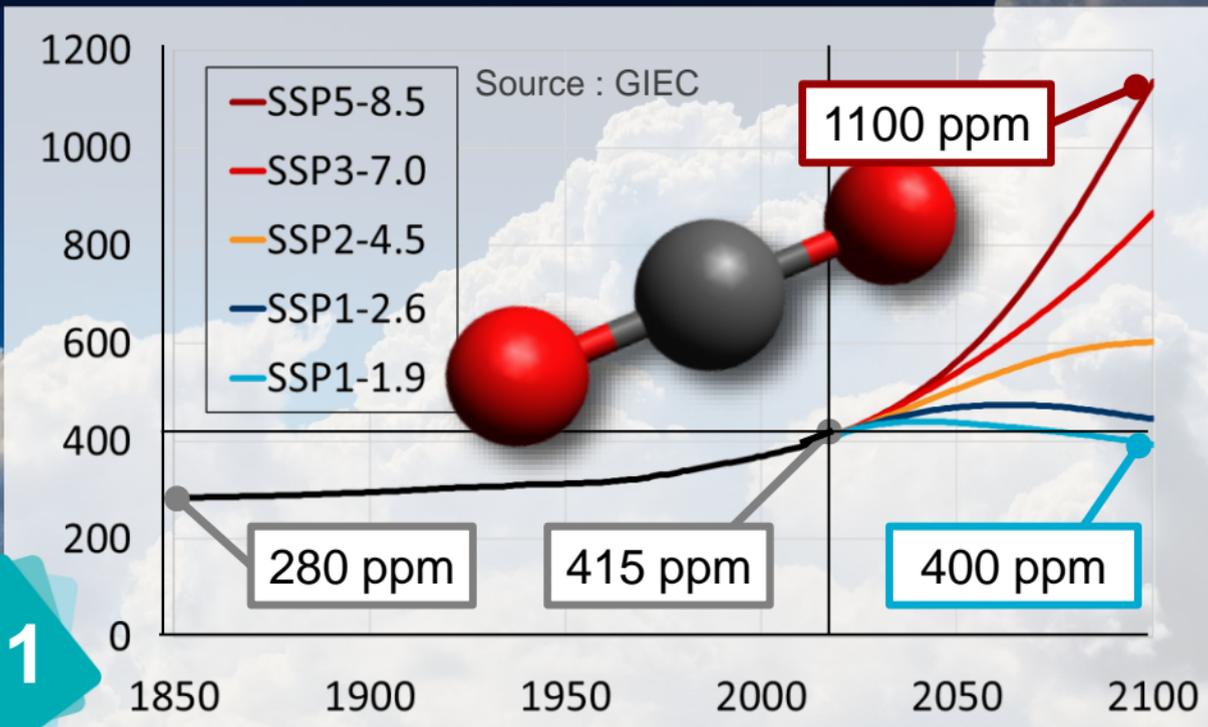
Autres GES





Le CO_2 n'est pas le seul Gaz à Effet de Serre. Il y a aussi le méthane (CH_4) et le protoxyde d'azote (N_2O) (qui viennent en très grande partie de l'agriculture), ainsi que quelques autres.

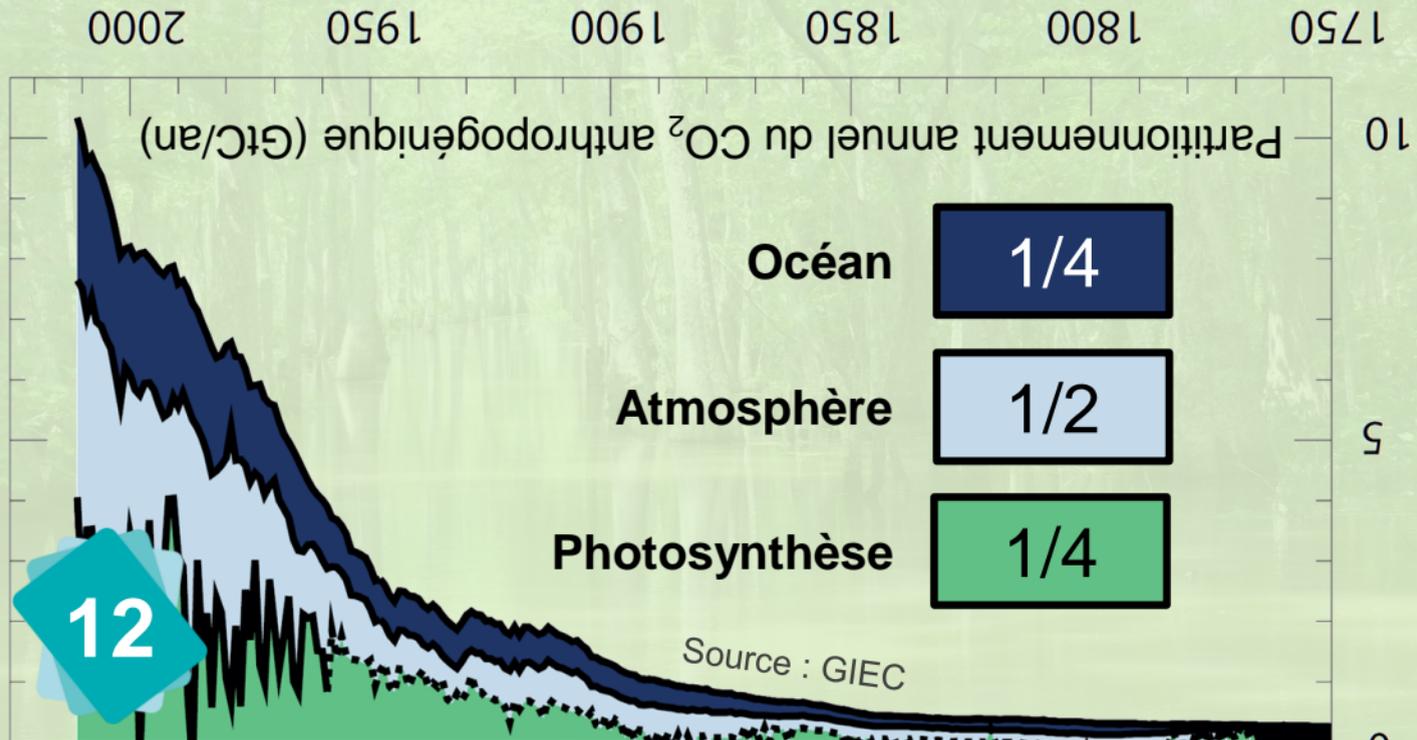
Concentration en CO₂ (ppm)





Une fois que la moitié de nos émissions de CO₂ a été captée par les puits naturels, l'autre moitié reste dans l'atmosphère. La concentration en CO₂ dans l'atmosphère est passée de 280 à 415 ppm (parties par millions) en 150 ans. Il faut remonter à trois millions d'années en arrière pour retrouver de telles concentrations sur terre.

Puits de carbone



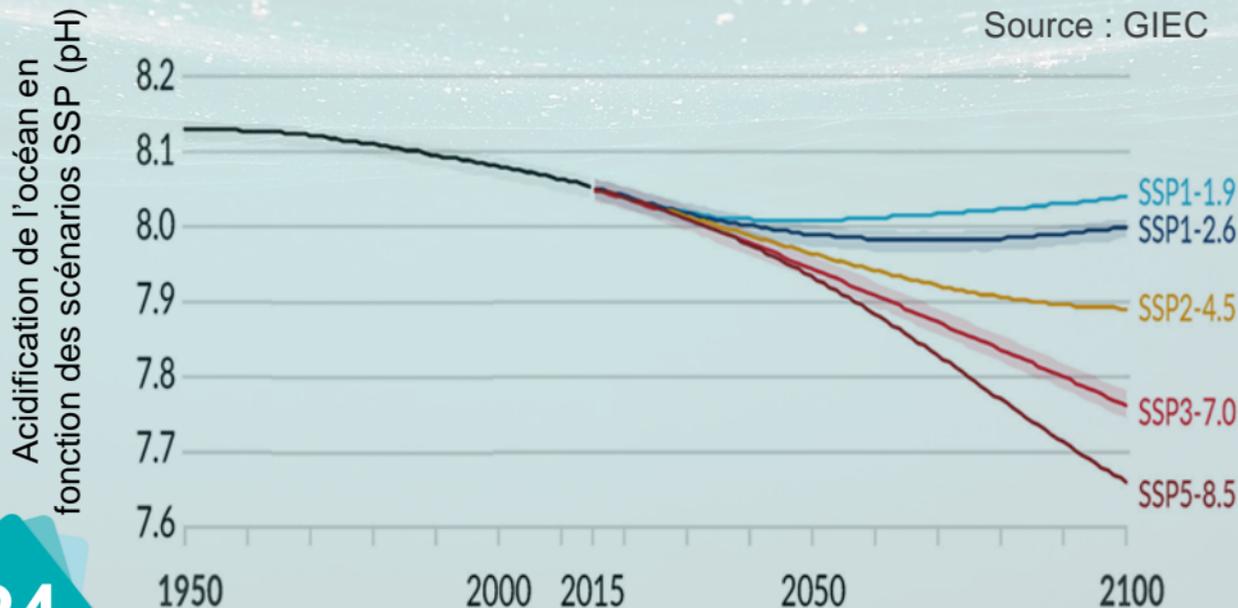


La moitié du CO₂ que nous émettons chaque année est absorbée par les puits de carbone :

- la végétation pour 1/4 (via la photosynthèse)
- l'océan pour 1/4

Le reste (1/2) reste dans l'atmosphère.

Acidification de l'océan





Quand le CO_2 se dissout dans l'océan, il se transforme en des ions acides (H_2CO_3 puis HCO_3^-). Cela a pour effet d'acidifier l'océan (le pH baisse).

Aérosols



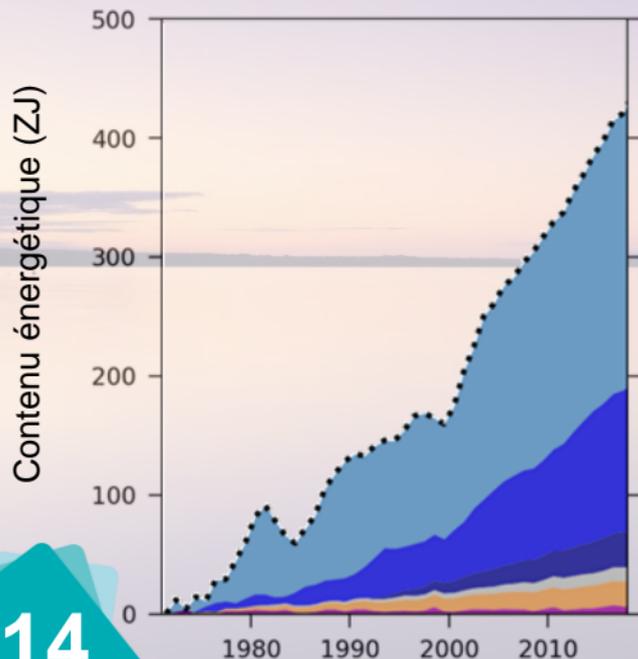
10



Rien à voir avec les bombes aérosols.
Les aérosols sont une pollution locale qui
vient de la combustion imparfaite des
énergies fossiles.

Ils sont mauvais pour la santé et ils ont par
ailleurs une contribution négative au forçage
radiatif (ils refroidissent le climat).

Bilan énergétique

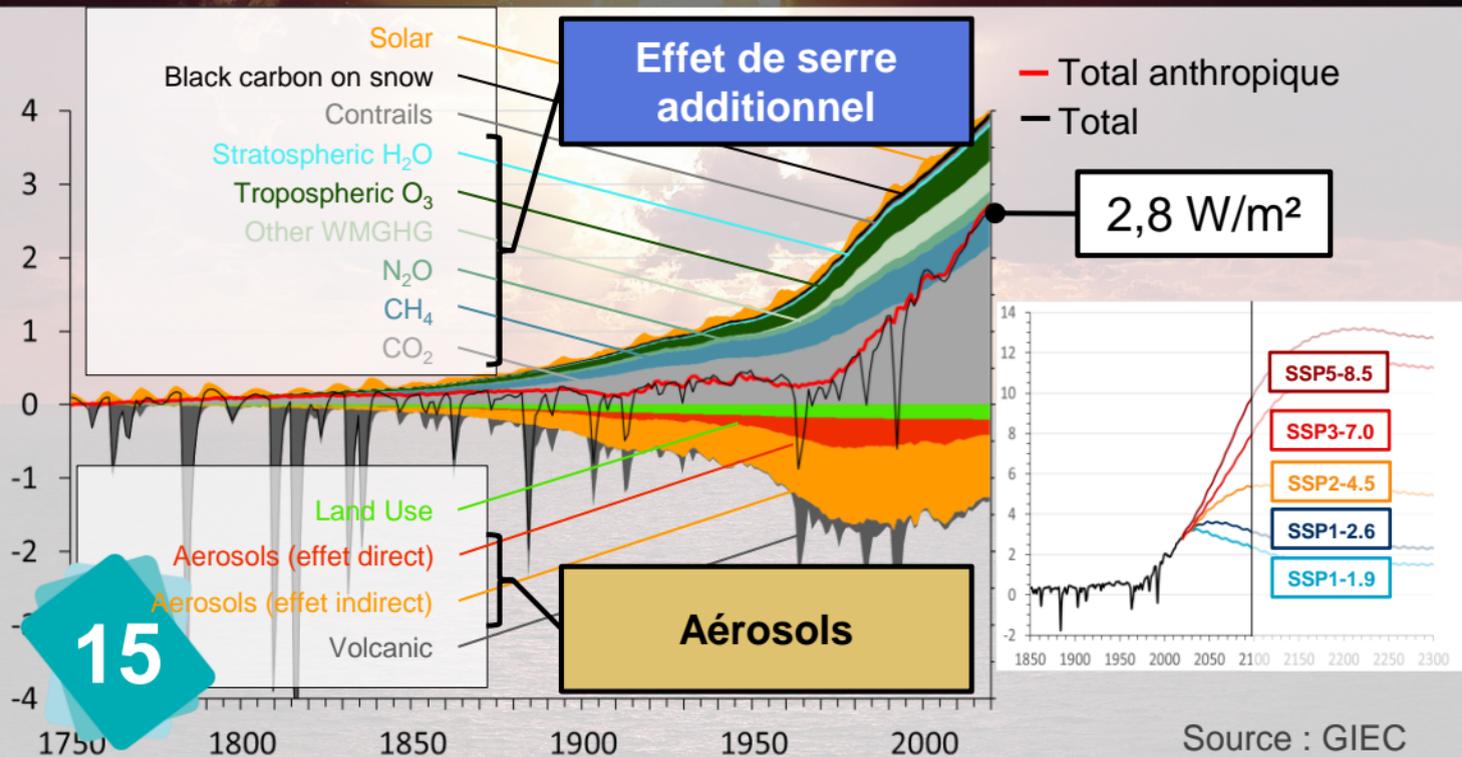


Source : GIEC



Ce graphique explique où va l'énergie qui s'accumule sur la terre à cause du forçage radiatif : elle réchauffe l'océan, fait fondre la glace, se dissipe dans le sol et réchauffe l'atmosphère.

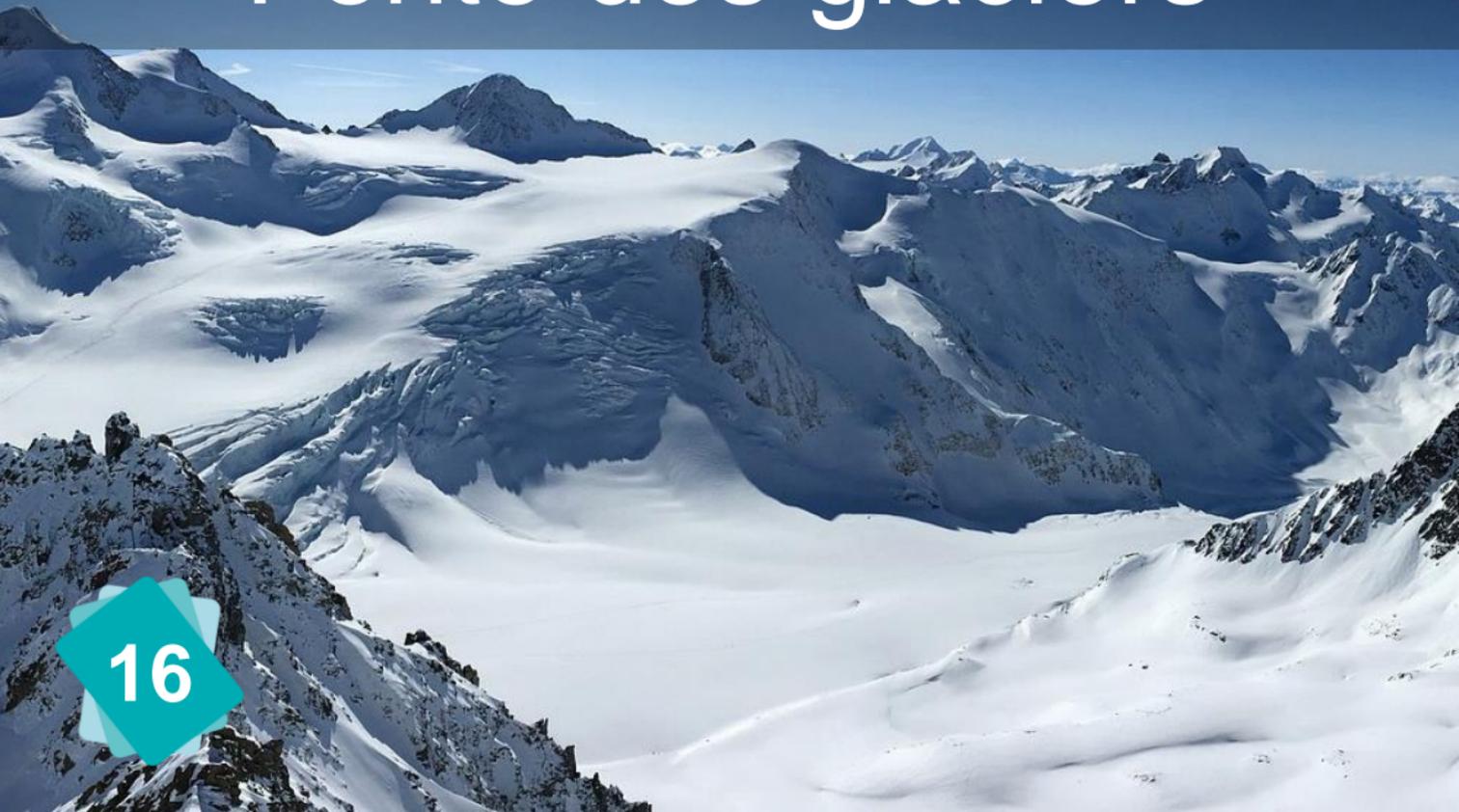
Forçage radiatif





Le forçage radiatif est la mesure du déséquilibre entre l'énergie qui arrive chaque seconde sur terre et celle qui repart. Il vaut $3,8 \text{ W/m}^2$ (Watt par m^2) pour l'effet de serre et $- 1 \text{ W/m}^2$ pour les aérosols, soit $2,8 \text{ W/m}^2$ en tout.

Fonte des glaciers



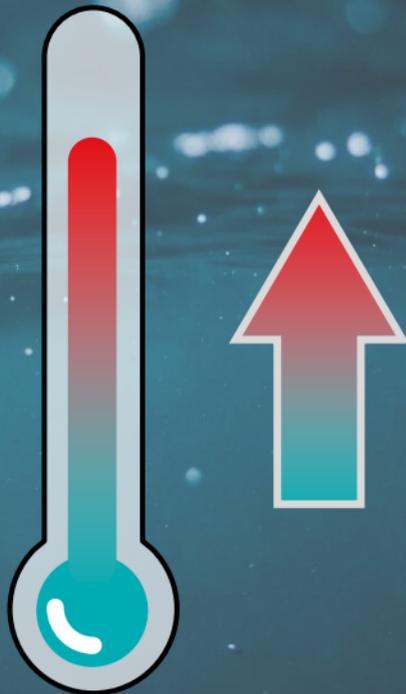
16



Presque tous les glaciers ont perdu de la masse. Des centaines ont même déjà disparu. Or ces glaciers ont un rôle régulateur sur l'approvisionnement en eau douce.

Hausse de la température de l'eau

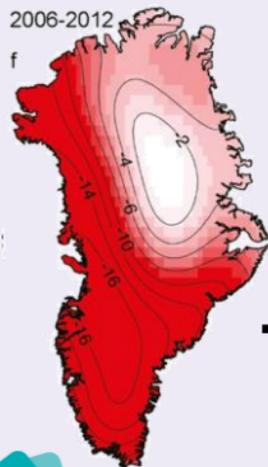
17



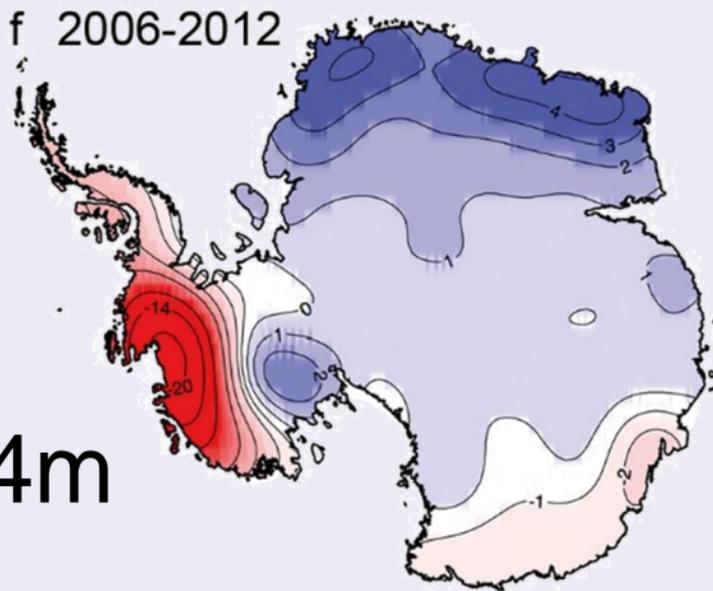


L'océan absorbe 91% de l'énergie qui s'accumule sur la Terre. En se réchauffant, l'eau se dilate.

Fonte des calottes glaciaires



+7m



+54m

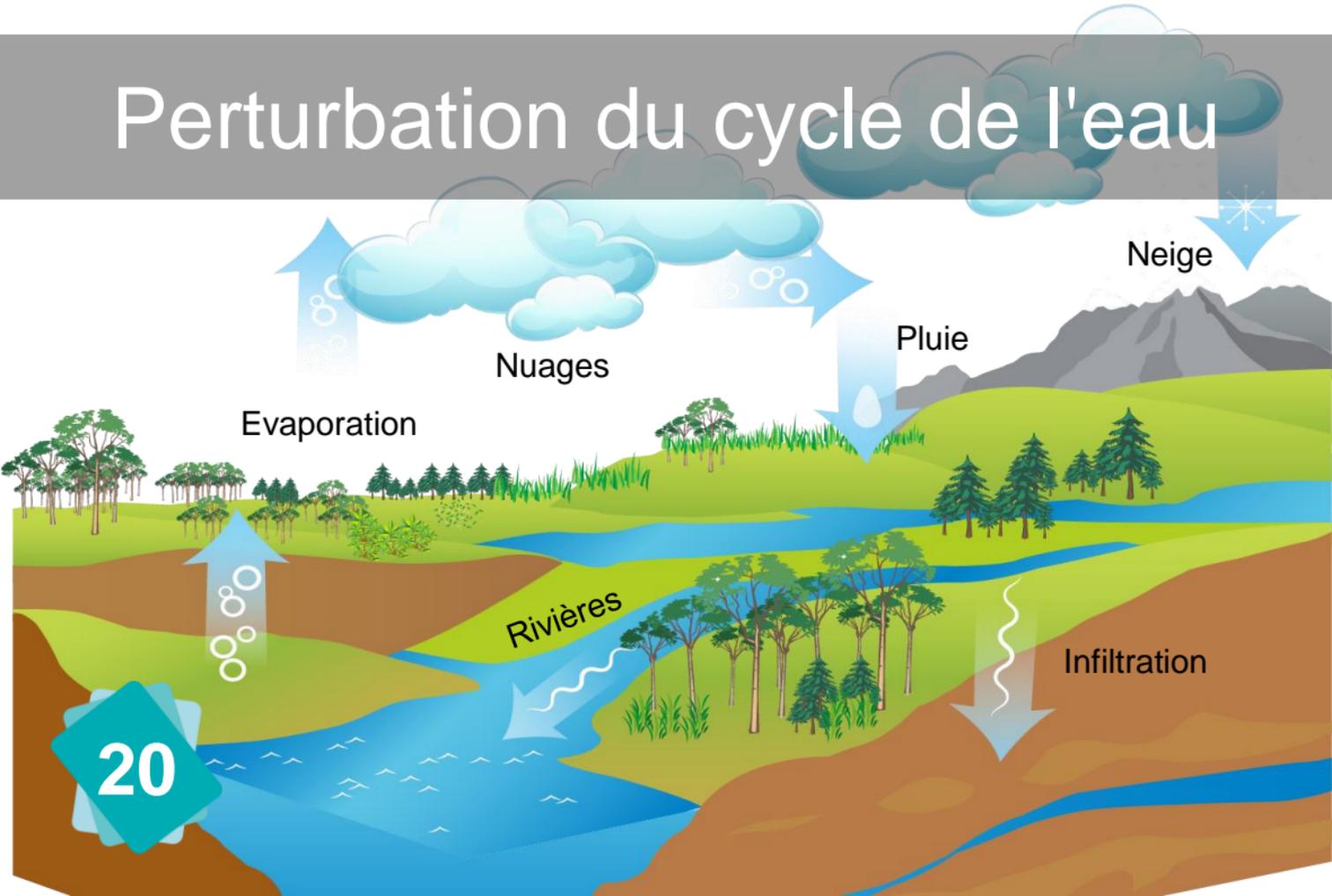
19

Source : GIEC



Les calottes glaciaires sont le Groënland et l'Antarctique. Si elles fondaient intégralement, cela représenterait une augmentation du niveau de la mer de 7m pour le Groënland, et de 54m pour l'Antarctique. Durant la dernière ère glaciaire, les calottes étaient si importantes que le niveau de la mer était 120 m plus bas qu'aujourd'hui.

Perturbation du cycle de l'eau



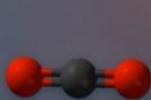


L'évaporation qui a lieu à la surface de l'océan augmente si l'eau et l'air se réchauffent. Cela fait plus de nuages qui feront ensuite de la pluie. Mais si l'évaporation a lieu sur terre, cela assèche le sol.

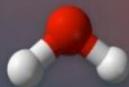
Problèmes de calcification

HOW WILL CHANGES IN OCEAN CHEMISTRY AFFECT MARINE LIFE?

CO₂ absorbed from the atmosphere



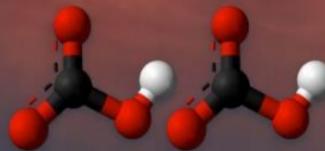
carbon dioxide



water



carbonate ion



2 bicarbonate ions

23

consumption of carbonate ions impedes calcification



Si le pH baisse, la formation de calcaire devient plus difficile, notamment pour les coquilles.

Biodiversité terrestre

25





Les animaux et les plantes sont affectés par les changements de température et du cycle de l'eau : ils se déplacent ou disparaissent (ou, plus rarement, ils prolifèrent).

Crues





La perturbation du cycle de l'eau peut amener plus d'eau ou moins d'eau. Plus d'eau, cela peut engendrer des crues (inondations dans les terres). Avec l'urbanisation ou si le sol a été durci par une sécheresse, c'est pire car l'eau ruisselle.

Biodiversité marine

27

An underwater photograph showing a vibrant coral reef. In the foreground, there are large, yellowish-brown coral structures. Several colorful fish are visible, including a prominent black and white striped fish in the center, a red fish, and a blue fish. The background is filled with a dense school of small, silvery fish swimming in clear blue water.



Ptéropodes et coccolithophores étant à la base de la chaîne alimentaire, leur disparition menace toute la biodiversité marine. Le réchauffement de l'eau joue aussi un rôle important dans la fragilisation de la biodiversité marine.

Cyclones



34



Les cyclones s'alimentent de l'énergie des eaux chaudes à la surface de l'océan. Leur puissance a augmenté à cause du changement climatique.

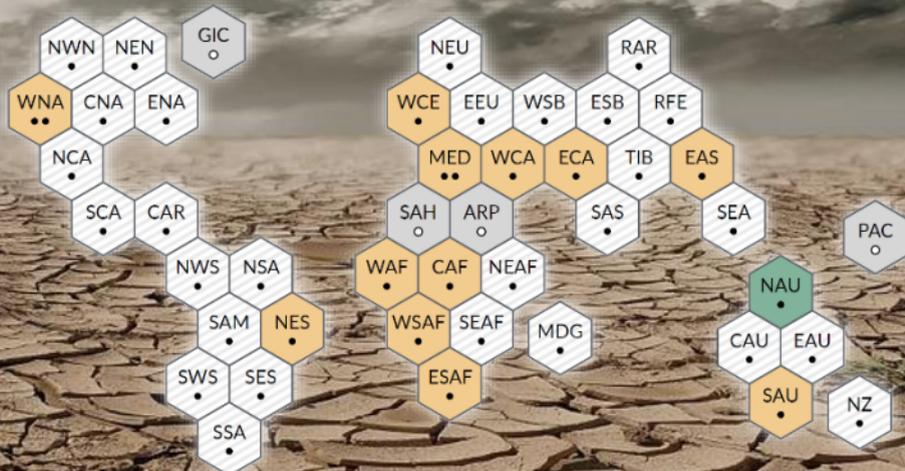
Ptéroscopes et coccolithophores





Les ptéropodes sont du zooplancton et les coccolithophores du phytoplancton. Ces micro-organismes ont une coquille en calcaire.

Sécheresses

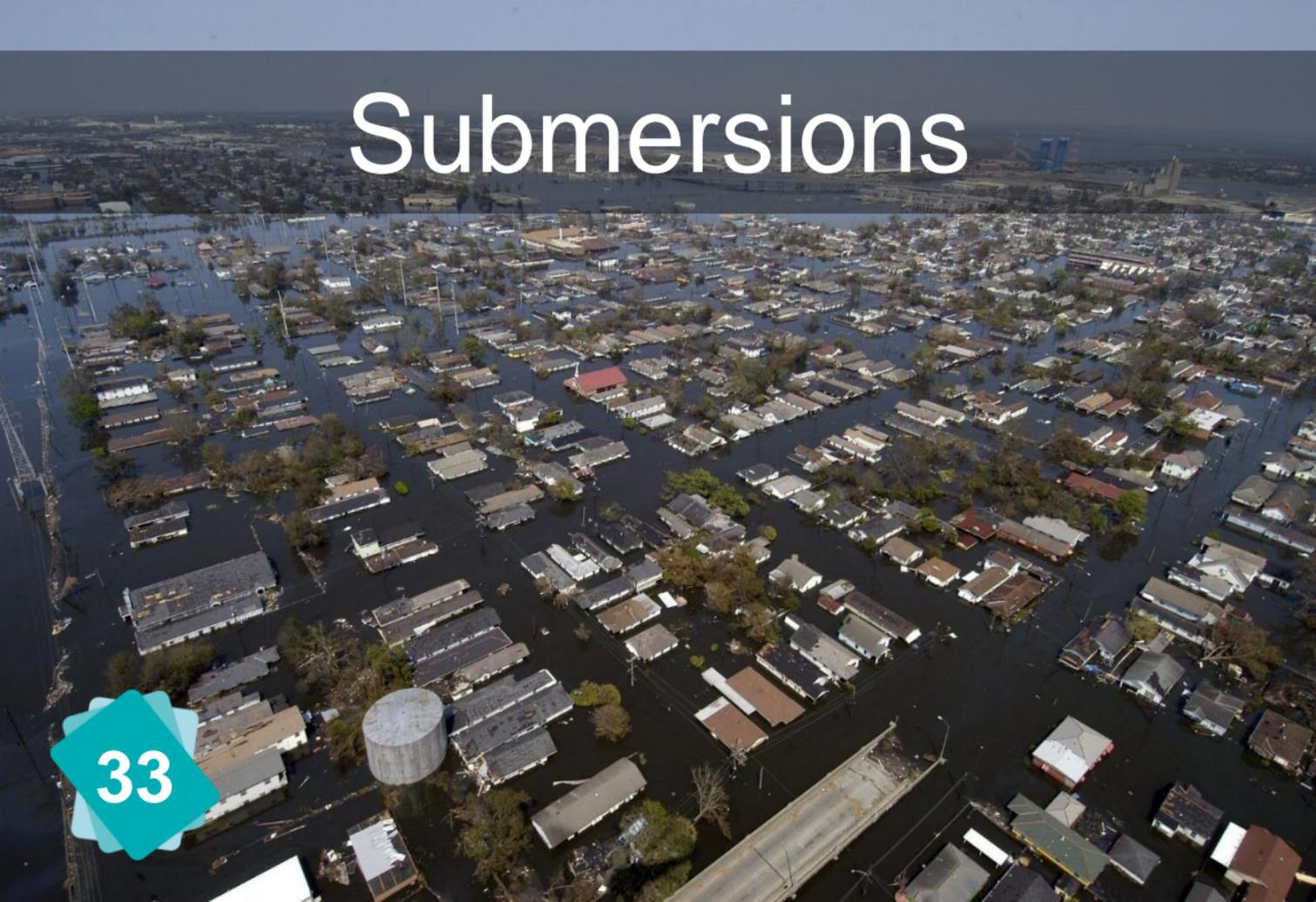


30



La perturbation du cycle de l'eau peut amener plus ou moins d'eau. Moins d'eau, c'est une sécheresse. On estime ainsi que les sécheresses pourraient se multiplier à l'avenir.

Submersions

An aerial photograph showing a vast residential area completely inundated with dark water. The houses, with their various roof colors, are partially submerged, with only the roofs and some trees visible above the water level. In the lower-left quadrant, a prominent cylindrical water tower stands out. To the left, a marina area is also flooded, with numerous boats and masts visible. The background shows a distant shoreline with some industrial or commercial buildings under a clear sky.

33



Cyclones et perturbations amènent du vent (donc des vagues) et des basses pressions. Or, chaque hectopascal en moins, c'est 1 cm d'eau en plus. Ils peuvent donc occasionner des submersions (inondations côtières) qui sont aggravées par l'augmentation du niveau de l'océan.

Vecteurs de maladie





Avec le réchauffement, les animaux migrent. Or, certains sont des vecteurs de maladie et peuvent atteindre des zones où les populations ne sont pas immunisées contre ces maladies.

Ressources en eau douce





Les ressources en eau douce sont affectées par les changements de précipitation et la disparition des glaciers qui jouent un rôle régulateur du débit des cours d'eau.

Baisse des rendements agricoles



La production agricole peut être affectée par la température, les sécheresses, les évènements extrêmes, les inondations et les submersions (ex : delta du Nil).

Incendies

A photograph capturing a house engulfed in flames at night. The fire is intense, with bright orange and yellow flames rising from the structure. In the foreground, two firefighters in full gear, including helmets and oxygen tanks, are seen from behind, looking towards the burning building. To the right, a woman in a white tank top is seen in profile, her hands raised to her head in a gesture of distress or shock. The scene is dark, with the fire providing the primary light source.

35



Les incendies sont facilités par les sécheresses et les canicules. Ils émettent du CO₂ au même titre que la déforestation.

Canicules





Avec l'augmentation de la température, les canicules sont plus fréquentes et plus fortes.

Famines

37



Les famines peuvent être occasionnées par la baisse des rendements agricoles et la réduction de la biodiversité marine.

Santé humaine



38



Famines, déplacement des vecteurs de maladie, canicules et conflits armés peuvent affecter la santé humaine.

Réfugiés climatiques



39



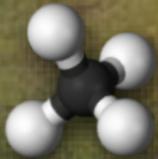
Les conséquences du changement climatique vont inévitablement rendre certains écosystèmes inhabitables pour les humains et forcer les populations à migrer.

Conflits armés

40



C'est comme ça qu'il faudrait
éviter que ça finisse...



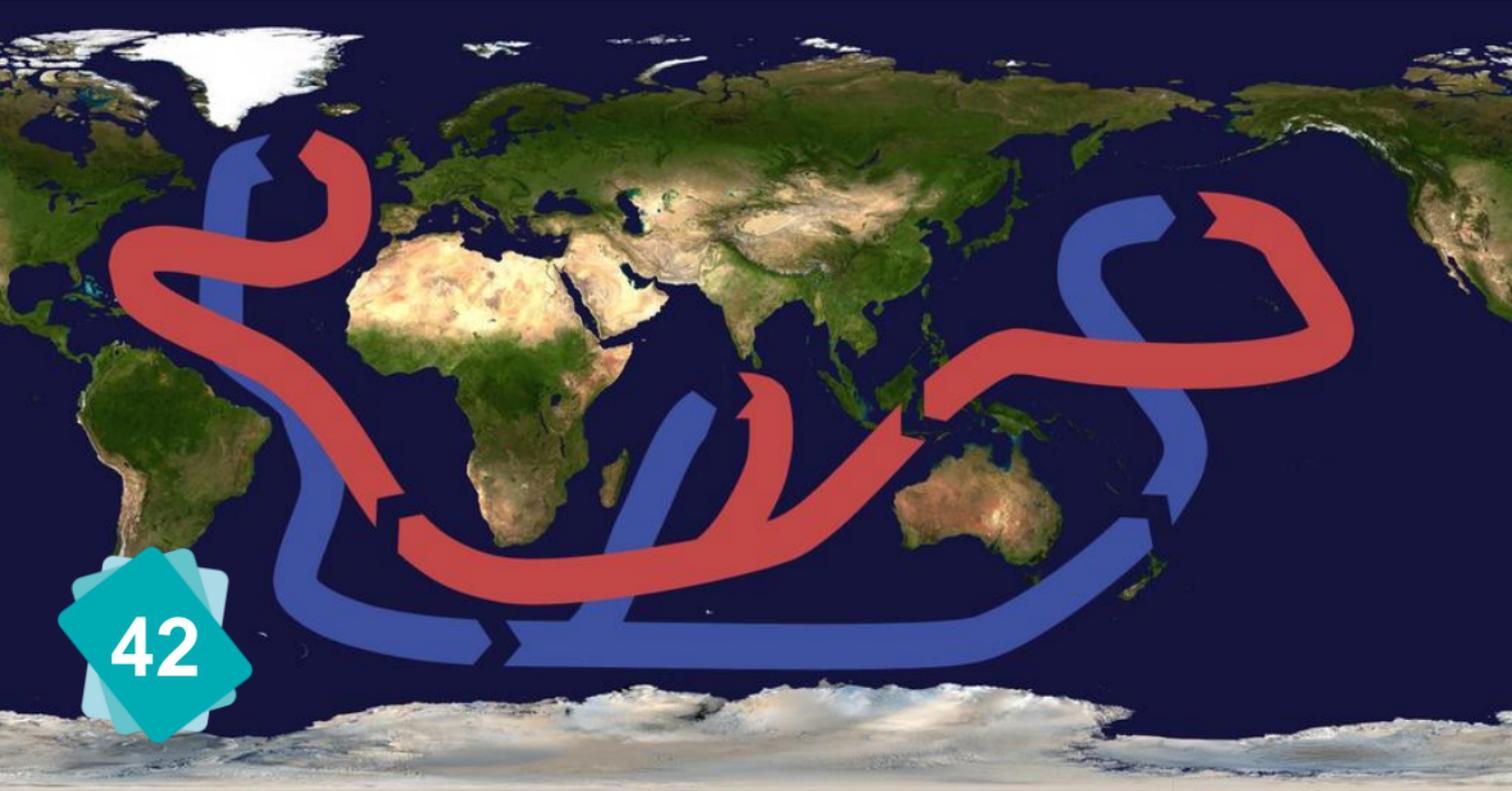
Permafrost





Le permafrost désigne le sol gelé en permanence. On constate qu'il commence à dégeler, relâchant dans l'air du méthane et du CO₂, suite à la décomposition de la matière organique qui était jusque-là gelée. Cela constitue une boucle de rétroaction et d'amplification, au même titre que les feux de forêts ou la modification de l'albedo lors de la fonte de la banquise.

Circulation thermohaline

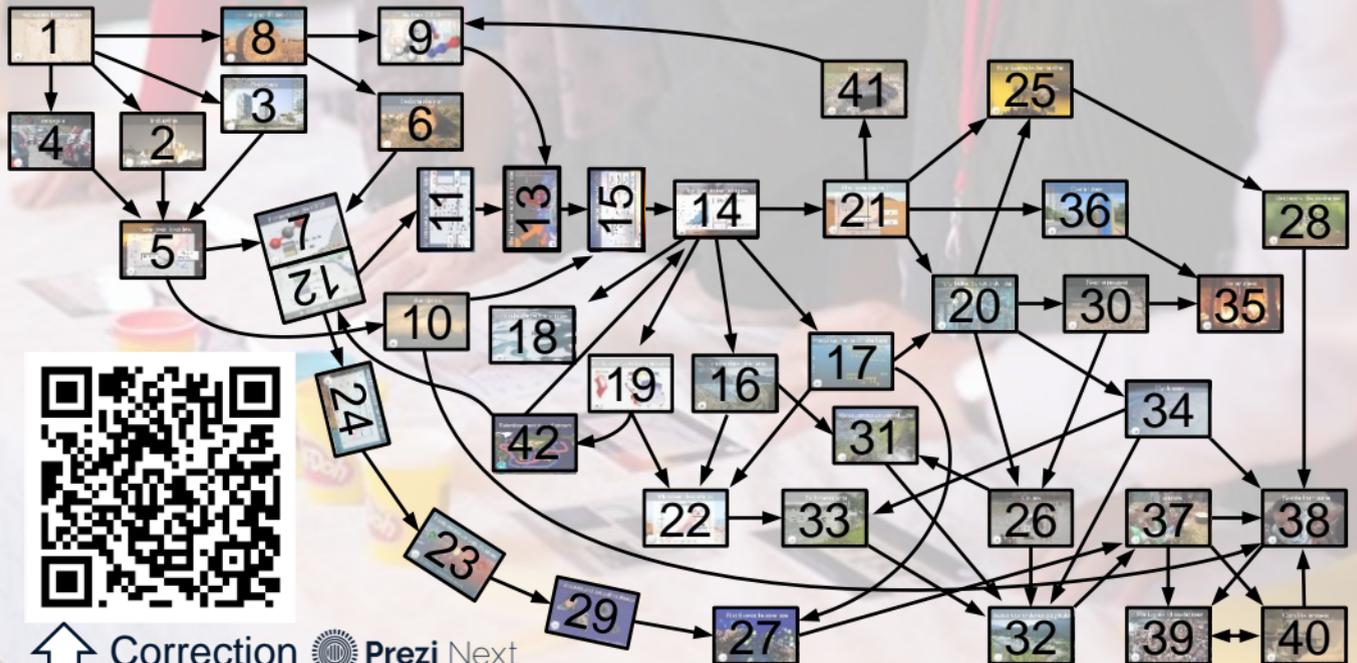


42



La circulation thermohaline dont fait partie le Gulf Stream pourrait ralentir à cause de l'apport en eau douce de la fonte du Groenland. Cela aurait pour effet de déréguler encore plus le cycle de l'eau et de réduire la capacité de l'océan à absorber du carbone et de la chaleur.

Correction



**La Fresque du Climat a été créée par Cédric Ringenbach.
Sa diffusion est assurée par l'Association la Fresque du Climat.**

La licence d'utilisation est Creative Commons BY-NC-ND pour une utilisation non professionnelle.

Tout usage commercial, ou moyennant rémunération, est soumis à des droits d'utilisation de 10% du montant HT de la facture ou rémunération facturée.

Tout usage dans la sphère interne d'une entreprise, sans intervention d'un animateur extérieur rémunéré, est soumis à des droits d'utilisation correspondant à 3 € HT par participant pour une utilisation en interne.

La licence complète est disponible ici : <https://fresqueduclimat.org/licence/>

Les droits d'utilisation sont à reverser sur : www.fresqueduclimat.org/droits/

L'auteur Cédric Ringenbach :
+33 7 54 57 86 65
climate.fresk@ringenbach.com

L'Association La Fresque du Climat :
contact@fresqueduclimat.org



**LA FRESQUE
DU CL!MAT**

Vous avez toutes les cartes en main



FR-FR

Français



Scannez pour
nous rejoindre !