

# **[ LE CLIMAT ENTRE NOS MAINS ]**

## **GUIDE PÉDAGOGIQUE POUR LE CYCLE 3 – Niveau 1**

## SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>1</b>
<b>CRÉDITS</b> .....	<b>2</b>
<b>PRÉAMBULE</b> .....	<b>3</b>
<b>MISE EN ŒUVRE DU SUJET D'ÉTUDE</b> .....	<b>5</b>
<b>LETTRE AUX PARENTS</b> .....	<b>7</b>
<b>PROGRESSION DU MODULE</b> .....	<b>10</b>
<b>SCÉNARIO CONCEPTUEL</b> .....	<b>12</b>
<b>MATÉRIEL NÉCESSAIRE</b> .....	<b>13</b>
<b>QUESTIONNAIRE INITIAL : LE CLIMAT ENTRE NOS MAINS</b> .....	<b>14</b>
<b>SÉQUENCE 1 : POURQUOI DIT-ON QUE LES CLIMATS CHANGENT ?</b> .....	<b>17</b>
SÉANCE 1 : Introduction sur les climats .....	17
SÉANCE 2 : La terre se réchauffe ! .....	26
<b>SÉQUENCE 2 : QUELLES SONT LES CONSEQUENCES ?</b> .....	<b>35</b>
SÉANCE 3 : La fonte des glaces .....	35
SÉANCE 4 : Couleur et température : l'importance de la banquise.....	44
<b>SÉQUENCE 3 : QUELLES EN SONT LES ORIGINES ?</b> .....	<b>51</b>
SÉANCE 5 : Qu'est-ce que l'effet de serre ? .....	51
SÉANCE 6 : En quoi l'homme est-il responsable du réchauffement ? .....	58
<b>SÉQUENCE 4 : COMMENT PEUT-ON EN PRENDRE CONSCIENCE ?</b> .....	<b>66</b>
SÉANCE 7 : Calculer son empreinte carbone (1) + débat.....	66
SÉANCE 8 : Débat sur la justice climatique .....	69
<b>DÉFINITIONS ET EXPLICATIONS</b> .....	<b>76</b>

## CRÉDITS

### OUVRAGES DE RÉFÉRENCE :

Océan et cryosphère – OCE (OFFICE FOR CLIMATE EDUCATION)  
*Le climat, ma planète ...et moi !* un projet EEDD cycle 3, guide du maître,  
David Wilgenbus, Nathalie Bois-Masson et Alain Chomat, La « Main à la pâte », le Pommier  
*Les colères du temps*, de Farid Abdelouahab et Frédéric Denhez, édition Buchet Chastel  
Je suis écomobile – La main à la pâte  
Ma maison, ma planète et moi ! – La main à la pâte  
L’Océan, ma planète et moi ! – La main à la pâte

### SITES DE RÉFÉRENCE :

<https://www.oce.global/fr>  
<http://www.fondation-lamap.org/fr>  
<http://www.meteofrance.com/>

Vidéo YouTube « C’est quoi l’effet de serre ? - le Professeur Gamberge » de la chaîne Les Z’animés  
Vidéo YouTube « Qu’est-ce que l’effet de serre ? » de la chaîne C’est pas sorcier  
Vidéo YouTube « Yearly Arctic Sea Ice Age with Graph of Ice Age by Area: 1984 – 2016 »  
de la chaîne NASA Scientific Visualization Studio

### REMERCIEMENTS :

Lydie Lescarmontier (OCE)  
Gabriel Billiet, élève polytechnicien 2018/2019  
Jérôme Szerwiniack, élève polytechnicien 2019/2020  
Auguste Bourgeois, élève polytechnicien 2020/2021  
Quentin Bodini, élève polytechnicien 2022/2023  
Gabrielle Petit et Pierre Kmiecik, professeurs des écoles

### ADAPTATION ET COORDINATION :

Virginie VITSE et Nicolas DEMARTHE

En partenariat avec l’OCE (Office for Climate Education) et les scientifiques de l’IPSL

## PRÉAMBULE

## LE CLIMAT ENTRE NOS MAINS - Les enjeux liés aux changements climatiques

Ce guide pédagogique a pour objectif d'aider les enseignants mettre en œuvre l'étude du changement climatique au cycle 3.

Il s'agit d'un projet d'éducation au développement durable, destiné à sensibiliser enseignants, enfants et parents à une des principales menaces écologiques, sanitaires et sociales du XXI<sup>e</sup> siècle : le changement climatique.

Projet pluridisciplinaire (sciences, histoire, géographie, mathématiques, EMC, TICE...), *Le climat entre nos mains* met en avant l'activité des élèves par le questionnement, l'étude documentaire, l'expérimentation et le débat favorisant les apprentissages fondamentaux en français et en mathématiques.

Il permet aux élèves de comprendre les mécanismes du changement climatique, ses origines naturelles ou humaines, ses conséquences sur la santé et la biodiversité et les actions à entreprendre.

Ceux-ci se sensibilisent à la protection de l'environnement dans leurs gestes quotidiens et se responsabilisent en prenant conscience de leur rôle de citoyen.

Il est conçu pour être mené autant que possible sur les 3 années du cycle 3 avec comme avantages :

- ✓ Pour l'élève
  - Permettre une appropriation progressive des concepts
  - Assurer la continuité pédagogique ou des apprentissages (Un cahier « Climat » qui suit l'élève tout au long du cycle)
  
- ✓ Pour l'enseignant
  - Favoriser le travail en équipe
  - Travailler sur une progression et répartir ainsi les nombreuses notions à acquérir sur 3 ans. L'étude du changement climatique nécessite une progression spiralaire
  - ...

Les solutions pour lutter contre le changement climatique seront concertées au sein du cycle et seront différentes chaque année ou viendront s'enrichir. Un temps de valorisation annuel inclus dans le projet permet de favoriser le lien avec les familles mais aussi de créer une dynamique locale entre écoles et/ou établissements d'un même territoire. Enfin, les partenariats locaux et nationaux viendront renforcer cette action.

- ✓ Outils de liaison nécessaire pour les élèves et les enseignants
  - Un cahier « Climat » qui suit l'élève tout au long du cycle
  - Un scénario conceptuel, outil de l'enseignant pour les élèves qui se construit au fil des séances et des années sous forme d'affichage (texte/photos, fresque du climat)



✓ Ressources à disposition pour les 3 niveaux

L'ensemble des ressources est disponible via ce lien :

<https://www.dropbox.com/sh/5rt5xfkow9o0cro/AADQgPYvi7126CaIkd29AqVXa?dl=0>

- Eclairage scientifique pour les enseignants (partie document océan et cryosphère / OCE)
  - Banque d'images (OCE – LAMAP...) + audiovisuel + documents + fiche détaillée des séances
  - Sitographie
- 
- ✓ Instances de liaison - appuis – modalités d'accompagnement
    - Conseil de cycles
    - Conseil Ecole Collège
    - Centre Pilote La main à la pâte et Pôle Ressources Sciences
    - Formation départementale (PDF) et de proximité (Animation pédagogique)

## MISE EN ŒUVRE DU SUJET D'ÉTUDE

### Planification

Les 4 séquences de ce sujet d'étude représentent 10 ou 11 séances.

Pour assurer une continuité dans la construction des connaissances et plutôt que d'étaler les séances dans le temps, nous préconisons un rythme soutenu de deux séances hebdomadaires.

### Le questionnaire d'introduction

Ce questionnaire est un test à programmer en préambule aux séquences. Il permet :

- d'introduire le sujet traité et de motiver les élèves,
- d'identifier ce que les élèves connaissent déjà ou croient connaître.

### Le rôle du maître

L'objectif principal du maître est d'aider les élèves dans la construction d'une attitude scientifique et l'acquisition progressive d'une démarche : se poser des questions, émettre des hypothèses, faire des expériences, relever des données, discuter des résultats et des conclusions possibles. Le travail de groupe et les échanges constituent une base essentielle à la construction des connaissances des élèves. Il n'est pas nécessaire d'agir en expert scientifique pour diriger les séances ; faire acquérir cette démarche signifie plutôt :

- l'avoir acquise soi-même,
- se permettre et permettre aux élèves de tâtonner, voire de faire des erreurs et montrer comment elles peuvent être utiles,
- accepter de ne pas tout connaître et habituer les élèves à chercher une information auprès d'autres personnes, de livres, à reprendre des explorations,
- poser des questions et accepter de prendre en compte toutes les réponses,
- remettre en question ses propres représentations si nécessaire.

### Organisation des séances

Chaque séance est organisée sensiblement de la même manière :

#### Travail en groupe classe :

Rappeler le fil conducteur du sujet d'étude, les réponses déjà apportées, les questions en suspens, poser le problème du jour.

#### Travail en petits groupes :

Les élèves cherchent et découvrent des solutions possibles au problème proposé. Ils discutent de leurs idées, confrontent leurs représentations à la réalité, essaient de se mettre d'accord pour proposer à la classe un compte rendu commun.

Le maître veille au partage des tâches : il peut proposer aux élèves des rôles définis au sein du groupe.

Au cours de l'activité, le maître observe les élèves, facilite les échanges, relance le travail par le questionnement. Il permet à chaque groupe d'aller jusqu'au bout de ses investigations en gardant à l'esprit le sens de l'activité.

Lors du travail de groupe, le maître gardera en mémoire les réflexions des élèves susceptibles de construire et structurer la synthèse. En effet, nombreux sont les élèves, qui au moment du bilan, ont oublié comment ils en sont arrivés à leur conclusion et les arguments qu'ils avaient proposés pour convaincre.

#### Synthèse collective :

Les comptes rendus de groupe et les discussions qui en résultent ont pour rôle d'aider les élèves à identifier les concepts scientifiques et les articuler entre eux. En tant qu'animateur du débat, le rôle du maître est de guider les élèves pour clarifier leurs idées, organiser leur pensée et comparer les différentes solutions, analyser et interpréter les résultats.

### Le cahier d'expériences

Le cahier d'expériences est une mémoire individuelle de l'enfant ; c'est pourquoi chacun a son propre cahier dont le contenu varie d'un élève à l'autre.

#### Quel contenu possible ?

- Des comptes-rendus d'expériences élaborés par l'élève avec ou sans trame : problème posé, hypothèses émises, schémas ou explications des expériences, conclusions momentanées, nouvelles questions...
- Des bilans de classe différenciés des traces individuelles (par la couleur par exemple) qui sont le résultat de la synthèse collective. Ces synthèses pourront également donner lieu à l'élaboration d'affiches et/ou d'un cahier de classe.
- Un lexique individuel.

#### À quoi sert-il ?

Pour l'enfant :

- À **se souvenir** (pour poursuivre son exploration, pour communiquer avec ses pairs ou sa famille)
- À **structurer sa pensée**
- À **comprendre** l'importance de la trace écrite et de son utilité dans d'autres domaines que celui de la langue.

Pour le maître, c'est :

- Un regard permanent sur le cheminement de l'enfant.
- Un outil d'aide à l'évaluation au niveau de la maîtrise de la langue, des connaissances scientifiques, du raisonnement.
- une ressource pour l'élaboration des écrits collectifs.

#### Comment le faire évoluer ?

- Inciter les élèves à s'y référer (pour poursuivre le travail, pour communiquer...).
- Mettre en valeur les notes importantes et pertinentes.
- Laisser assez de temps à l'enfant ou lui ménager un moment personnel pour écrire, parfaire ses notes ; faire le bilan écrit de ce qu'il a appris.
- Aider à l'orthographe et à la syntaxe (dans la mesure où ce cahier n'est en général pas corrigé par le maître pour permettre à l'enfant une expression libre et spontanée). On pourra afficher des supports en classe ou tout outil de référence qui semblera approprié.

### Le travail à la maison

Proposé de manière régulière, le travail à la maison a pour objectifs :

- D'assurer une continuité avec le travail effectué en classe (recherches, réinvestissement...).
- De favoriser les liens école-familles ; l'aspect universel des sujets proposés suscite souvent beaucoup d'intérêt chez les parents, intérêt qui apporte une motivation supplémentaire aux élèves pour le travail scolaire.

### L'évaluation

Il est important de distinguer trois domaines d'évaluation : celui de l'évolution des comportements sociaux inhérents au travail de groupe et aux échanges entre les élèves, celui de l'acquisition de la démarche scientifique et celui des connaissances.

#### Au cours des séances :

La structure des séquences permet un travail approfondi de certaines compétences transversales et de compétences relevant de la maîtrise de la langue. On pourra observer leur évolution tout au long du travail : l'enfant s'inscrit-il dans l'activité ? Trouve-t-il sa place dans le groupe ? Produit-il un écrit ? Est-il capable de communiquer (qualité d'expression, prise de parole...) ?

Plus spécifiquement, le maître sera en mesure d'apprécier si les élèves tendent vers l'acquisition d'une véritable attitude scientifique.

#### L'évaluation finale :

Elle permet d'évaluer de façon formelle, les connaissances scientifiques et méthodologiques et d'apprécier le niveau de développement de la démarche scientifique de chaque élève.

## LETTRE AUX PARENTS

Modèle lettre que l'enseignant peut utiliser pour informer les parents de la mise en œuvre du projet.

Cette lettre est bien sûr un exemple qui vise à être adapté selon le contexte.

*Madame, Monsieur,*

*Dans le cadre de l'enseignement scientifique, votre enfant participera dans les semaines à venir à des activités concernant **l'étude du changement climatique**. Ce projet lui permettra d'apprendre à observer, réaliser des expériences, faire des recherches documentaires, questionner, résoudre des problèmes...*

*(Optionnel) : Au cours des séances, je serai accompagné(e) par **nom de l'accompagnant**.*

*La **recherche** a un rôle particulier pendant lequel les élèves écrivent eux-mêmes ce qu'ils font et ce qu'ils pensent (souvent écrit au crayon de papier). Ces écrits ne sont **pas corrigés** par l'enseignant. Il est important que l'enfant s'exprime librement avec ses mots à lui. Cela lui permettra également de mesurer ses progrès.*

*Ce **cahier** comprend quant à lui des activités de recherches individuelles, de travail de groupe (ex : protocoles d'expérience), de synthèse...*

*Votre enfant aura parfois des travaux ou des recherches à faire à la maison, et c'est pour cela que je souhaite votre contribution. En effet, si l'on veut que les sciences deviennent concrètes, il est nécessaire de faire un lien avec la maison. C'est une façon d'aider votre enfant à étendre et appliquer ce qu'il apprend en classe.*

**Cela peut se faire de plusieurs façons :**

- *En permettant à votre enfant d'apporter du matériel simple de la maison.*
- *En aidant votre enfant à observer des phénomènes liés à notre thème ou simplement en discutant avec lui de ce qu'il fait en classe.*
- *En relisant avec lui son cahier d'expériences. Ce sera pour votre enfant une nouvelle façon de s'approprier ce qu'il a appris au cours de ses expériences.*

*Je vous remercie pour votre aide.*

*Si vous avez des questions, faites-moi parvenir un mot par l'intermédiaire de votre enfant. J'y répondrai et nous nous rencontrerons.*

*Signature des parents :*

COMPRENDRE

CM1 – Les glaces

POURQUOI DIT-ON QUE LES CLIMATS CHANGENT ?

1. Introduction sur les climats (1)
2. La Terre se réchauffe (1)

QUELLES SONT LES CONSÉQUENCES ?

3. La fonte des glaces
4. Couleur et température : importance de la banquise

QUELLES SONT LES ORIGINES ?

5. L'effet de serre (1)
6. En quoi l'homme est-il responsable du changement climatique ? (1)

COMMENT PRENDRE CONSCIENCE ?

7. Calculer son empreinte carbone (1)
8. Débat sur la justice climatique

CM2 – Les océans

POURQUOI DIT-ON QUE LES CLIMATS CHANGENT ?

1. Que savons-nous sur les climats ? (Evaluation)
2. Construire une carte mentale pour comprendre les mécanismes du changement climatique
3. Pourquoi a-t-on besoin des océans et de la cryosphère ?
4. Réseaux trophiques et écosystèmes

QUELLES SONT LES CONSÉQUENCES ?

5. Dilatation des océans et niveau des mers
6. Emission de CO2 et acidification des océans
7. Les conséquences sur le vivant de l'acidification des océans

QUELLES SONT LES ORIGINES ?

8. L'effet de serre et responsabilité de l'homme

COMMENT PRENDRE CONSCIENCE ?

9. Les inégalités d'accès aux ressources
10. Calculer son empreinte carbone (2)
11. Débat sur la justice climatique

6<sup>ème</sup> – Les terres

INTRODUCTION

1. Un climat, des climats
2. La réalité du changement climatique
3. Les courants marins régulent le climat
4. L'inertie thermique et la régulation du climat

QUELLES SONT LES CONSÉQUENCES ?

5. Pour les humains (agriculture, événements extrêmes)
6. Sur le vivant - la biodiversité terrestre

QUELLES SONT LES ORIGINES ?

7. L'effet de serre et la responsabilité de l'homme

COMMENT PRENDRE CONSCIENCE ?

8. Quel est l'impact de notre alimentation sur le changement climatique ?
9. Débat sur la justice climatique

QUELLES SOLUTIONS POSSIBLES ?

ATTÉNUER

Se déplacer :

- Différents types de mobilités
- Enjeux des nouvelles formes de mobilités
- Projet pédibus

Mieux habiter : ville/logement :

- Gestion des espaces verts : les arbres
- Gestion des déchets : recyclage

S'ADAPTER

Mieux habiter : ville/logement :

- Gestion des espaces verts : les arbres

SENSIBILISER

Consommer en France - Consommer autrement :

- L'eau
- L'énergie domestique
- Les besoins alimentaires
- Les circuits courts : « ex. du jeans »

Mieux habiter : ville/logement :

- Gestion des espaces verts : les arbres
- Aménagement d'un éco quartier
- L'énergie domestique
- Isoler les logements
- La ville du futur

## PROGRESSION DU MODULE

15 séances environ

## Séquence 1 : Pourquoi dit-on que les climats changent ?

	Séances	Objectifs	Résumé
1	<b>Introduction sur les climats</b> (1 séance)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Faire exprimer aux élèves leurs idées sur les climats</li> <li>– Repérer la grande variété de climats sur la Terre</li> </ul>	<p>Le but de cette séance est de comprendre la notion de climat et d'appréhender la variété des climats sur Terre</p> <p><b>Méthode d'investigation :</b> Travail documentaire - Replacer des photos sur un planisphère en justifiant leur choix</p>
2	<b>La Terre se réchauffe !</b> 1h30 (2 séances)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Prendre conscience que le changement climatique est un fait avéré et qu'il se traduit de différentes manières (augmentation des températures, fonte des glaces, augmentation des événements climatiques extrêmes)</li> <li>– Distinguer climat et météo</li> <li>– Traiter une information complexe comprenant du texte, des images, des schémas, des tableaux...</li> <li>– Lire, interpréter et construire quelques représentations : diagrammes, graphiques.</li> </ul>	<p>À travers une étude de documents, les élèves prennent conscience que le changement climatique est un fait avéré et qu'il se traduit de différentes manières (augmentation des températures, fonte des glaciers, diminution de la banquise, augmentation des événements climatiques extrêmes).</p> <p><b>Méthode d'investigation :</b> Analyse de documents et interprétations de données</p>

## Séquence 2 : Quelles sont les conséquences du changement climatique ?

	Séances	Objectifs	Résumé
3	<b>Quelles sont les conséquences de la fonte des glaces ?</b> (2 ou 3 séances)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Découvrir que la fonte des glaces continentales entraîne une élévation du niveau des mers</li> <li>– Prendre conscience des conséquences sanitaires et sociales de l'élévation du niveau des mers</li> </ul>	<p>Les élèves comprennent grâce à un protocole expérimental, que les conséquences de la fonte des glaces sont différentes selon qu'il s'agisse de la banquise ou des glaciers continentaux. La fonte des glaces continentales entraîne une élévation du niveau des mers alors que ce n'est pas le cas pour la fonte de la banquise. Ils prennent conscience des conséquences sanitaires et sociales de l'élévation du niveau des mers.</p> <p><b>Méthode d'investigation :</b> Conception d'un dispositif expérimental</p>
4	<b>Couleur et température : l'importance de la banquise</b> (2 séances)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Comprendre comment la fonte de la banquise participe au réchauffement des océans</li> <li>– Comprendre l'utilité du thermomètre et apprendre à l'utiliser</li> </ul>	<p>Le but de cette séance est de montrer que les objets sombres retiennent davantage la chaleur du soleil et de comprendre que la fonte de la banquise accélère le changement climatique.</p> <p><b>Méthode d'investigation :</b> Modélisation à partir d'échantillons</p>

## Séquence 3 : Quelles sont les origines du changement climatique ?

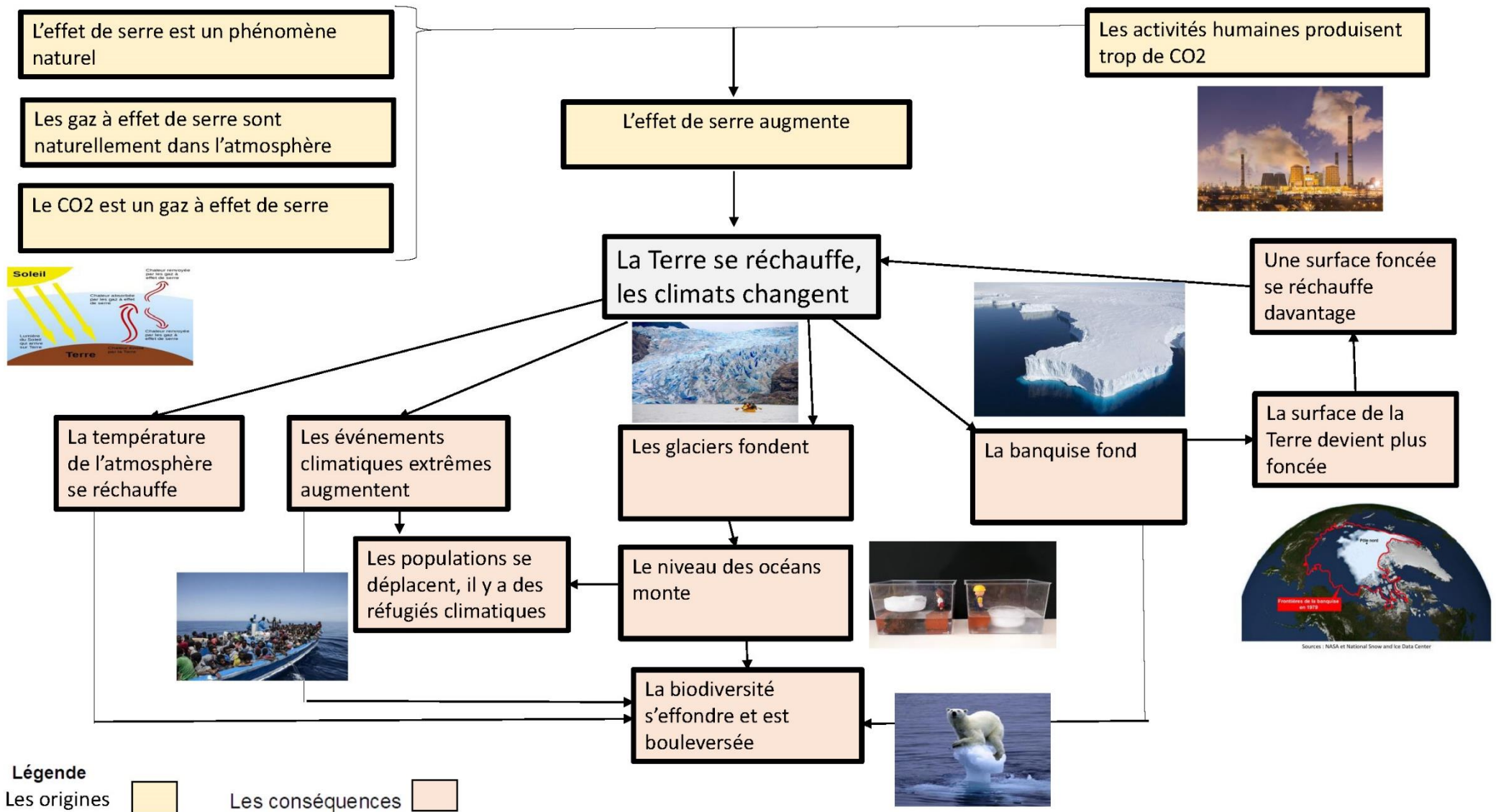
	Séance	Objectifs	Résumé
5	<b>Qu'est-ce que l'effet de serre ?</b> (2 séances)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Distinguer effet de serre naturel et effet de serre d'origine humaine.</li> <li>– Identifier l'augmentation des gaz à effet de serre comme origine du changement climatique.</li> </ul>	<p>Le but de cette séance est de comprendre le principe de l'effet de serre et que son augmentation est à l'origine du changement climatique. Les élèves prennent conscience que l'activité humaine peut avoir des conséquences sur les milieux.</p> <p><b>Méthode d'investigation :</b> <b>Explication d'un phénomène</b></p>
6	<b>En quoi l'homme est-il responsable du changement climatique ?</b> (2 séances)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Constater la corrélation entre les émissions de gaz à effet de serre et l'augmentation de la température</li> <li>– Comprendre que les activités humaines sont responsables de l'augmentation de l'effet de serre et donc du changement climatique.</li> </ul>	<p>Mettre en évidence l'impact de l'activité humaine sur le changement climatique. Les élèves analysent deux tableaux et deux graphiques qui leur permettent de constater que l'augmentation de la température correspond à l'avènement de la révolution industrielle.</p> <p><b>Méthode d'investigation :</b> <b>Analyse de documents et interprétations de données</b></p>

## Séquence 4 : Comment peut-on en prendre conscience ?

	Séances	Objectifs	Résumé
7	<b>Calculer son empreinte carbone + débat</b> (1 séance)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Comprendre comment les gestes les plus communs affectent notre impact sur le changement climatique</li> <li>– Calculer son empreinte carbone au regard de son mode de vie et de sa manière de consommer</li> <li>– Définir des axes sur lesquels agir pour améliorer son empreinte carbone</li> </ul>	<p>Les élèves calculent leur bilan carbone et débattent de ce qu'ils peuvent faire pour réduire leur empreinte.</p> <p>Chacun d'entre nous a une empreinte carbone ; cependant, nous pouvons atténuer les effets du changement climatique en réduisant nos émissions individuelles de gaz à effet de serre.</p> <p>Chaque pays et chaque individu a une empreinte carbone différente.</p> <p><b>Méthode d'investigation :</b> <b>Analyse de documents, utilisation d'un simulateur et interprétations de données</b></p>
8	<b>Débat sur la justice climatique</b> (1 séance)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Remobiliser les acquis pour participer à un débat argumenté</li> </ul>	<p>Les élèves débattent autour de la problématique de justice climatique.</p> <p><b>Méthode d'investigation :</b> <b>Atelier philosophique (Débat)</b></p>
	<b>AGIR POUR LE CLIMAT ! Chaque classe s'approprie un projet pour « Agir »</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Approcher la notion de développement durable</li> <li>– Élaborer des stratégies pour limiter la production de gaz à effet de serre</li> </ul>	<p>Concevoir des actions autour de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– l'atténuation</li> <li>– l'adaptation</li> <li>– la sensibilisation (voir page 9)</li> </ul>



SCÉNARIO CONCEPTUEL



**MATÉRIEL NÉCESSAIRE  
POUR 6 GROUPES DE 4 OU 5 ÉLÈVES  
POUR LES TROIS PREMIÈRES SÉQUENCES**

**Pour une classe :**

Matériel fourni :

- Un grand planisphère
- 10 photos de paysages à placer sur le planisphère + 1 lot par groupe
- 6 petits planisphères plastifiés par mallette
- 2 grandes photos A4 (banquise et glacier)
- Des bacs transparents
- Des morceaux de brique
- Des bacs à glaçon
- Des thermomètres
- De la laine (ou autre isolant)
- Des lampes (lampe de bureau ou projecteur puissants 150 W mini) (ou le Soleil dehors ou par la fenêtre)
- Tablettes (si dispo)

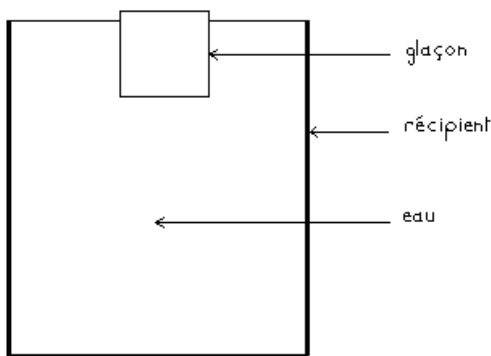
Matériel à fournir par l'enseignant :

- Le cahier de sciences
- Une mappemonde
- De l'eau
- Des glaçons
- Des affiches + feuilles format A3
- De la pâte adhésive (Patafix®, Blu Tack®...)
- Tissus noirs et tissus blancs
- Feuilles noires et feuilles blanches
- De la laine
- Quelques petites bouteilles d'eau (50 cl)
- Un appareil photo (téléphone)
- Si possible, un vidéo projecteur
- PC ou tablettes

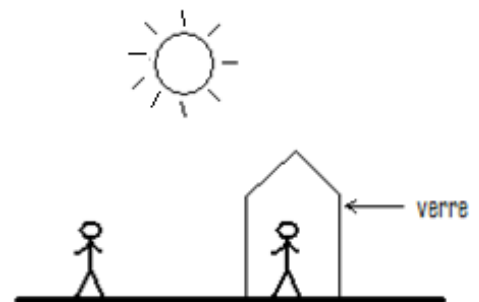
**QUESTIONNAIRE INITIAL : LE CLIMAT ENTRE NOS MAINS**

Sur une feuille de classeur, réponds aux questions suivantes en reportant leurs numéros.

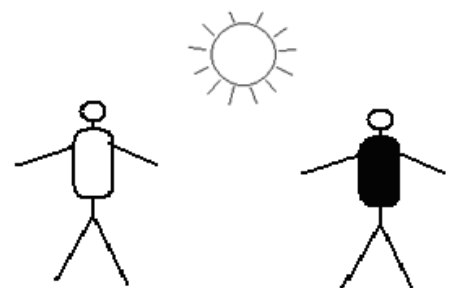
- 1) Qu'est-ce qu'on appelle le climat ?
- 2) Cite différents climats.
- 3) Pourquoi parle-t-on de changement climatique ? Comment sait-on que le climat change ? Qu'est-ce qui change ?
- 4) Est-ce que l'homme est responsable du changement climatique ? Explique ta réponse.
- 5) Que pourrait-on faire pour lutter contre le changement climatique ?
- 6) Sur une feuille blanche, dessine un glaçon dans un verre rempli d'eau. Explique ton dessin et la position du glaçon.
- 7) Observe le schéma. D'après toi, que va-t-il se passer quand le glaçon aura fondu ? Explique ta réponse.



- 8) Deux personnages sont au soleil. L'un des deux est sous une maison en verre. Les deux personnages ressentent-ils la même chose ? Y a-t-il une différence ? Explique pourquoi ?



- 9) Observe ce dessin. Les deux personnages sont au soleil. L'un porte un T-shirt blanc, l'autre un T-shirt noir. Que va-t-il se passer ? Explique pourquoi.



## QUESTIONNAIRE INITIAL : LE CLIMAT ENTRE NOS MAINS

### RÉPONSES ATTENDUES ET AIDE POUR LA CORRECTION

#### 1) Qu'est-ce qu'on appelle le climat ?

C'est le temps qu'il fait à un endroit de la planète sur une durée assez longue (30 ans environ).

**Correction : pas de réponse : 0 ; réponse fausse : 1 ; notion de temps (météo) : 2 ; notion de temps (météo) et de durée : 3**

#### 2) Cite différents climats.

Tempéré – continental – océanique – tropical – polaire – méditerranéen – aride

**Correction : aucune réponse : 0 ; 1 réponse fausse : 1 ; entre 1 et 3 réponses : 2 ; réponse exacte et complète : 3**

#### 3) Pourquoi parle-t-on de changement climatique ? Comment sait-on que le climat change ? Qu'est-ce qui change ?

Preuves du changement climatique : réchauffement de la planète, canicules, fonte des glaces, montée du niveau des eaux, disparition d'espèces animales et végétales, augmentation des catastrophes naturelles (ouragans...), modification du paysage...

**Correction : aucune réponse : 0 ; une réponse fausse : 1 ; une réponse dans la liste : 2 ; au moins trois réponses de la liste : 3**

#### 4) Est-ce que l'homme est responsable du changement climatique ? Explique ta réponse.

L'homme est responsable du changement climatique car: il pollue (usines, voitures...), consomme beaucoup d'énergie (à la maison, au travail, à l'école..) et rejette des déchets dans la nature.

**Correction : aucune réponse : 0 ; réponse fausse : 1 ; une des trois raisons est mentionnée : 2 ; deux raisons mentionnées : 3**

#### 5) Que pourrait-on faire pour lutter contre le changement climatique ? Explique ta réponse.

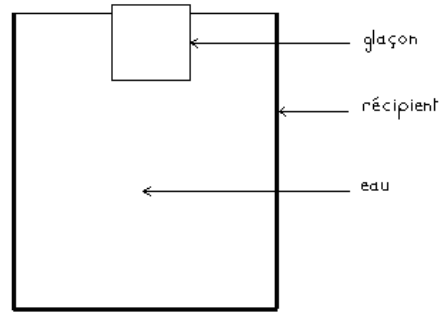
Dépenser moins d'énergie, utilisation d'énergies renouvelables, isolation des bâtiments, recycler les déchets, réduire l'émission de CO2, privilégier les circuits courts, utiliser des transports doux et/ou propres...

**Correction : aucune réponse : 0 ; réponse fausse ou un seul élément : 1 ; deux éléments de réponse : 2 ; trois éléments de réponse ou plus : 3**

#### 6) Sur une feuille blanche, dessine un glaçon dans un verre rempli d'eau. Explique ton dessin et la position du glaçon.

On attend un dessin où le glaçon flotte, et la majeure partie du glaçon doit nettement être immergée. Le dessin doit être légendé.

**Correction : aucune réponse : 0 ; le glaçon coule : 1 ; le glaçon flotte mais n'est pas suffisamment immergé : 2 ; le glaçon flotte et est correctement immergé, le dessin est légendé : 3**



7) Observe le schéma. D'après toi, que va-t-il se passer quand le glaçon aura fondu ?  
Explique ta réponse.

Le verre sera rempli d'eau (dont le glaçon fondu), le niveau de l'eau est resté le même.

**Correction : aucune réponse : 0 ; le verre n'est plus plein ou l'eau a débordé (réponse fausse) : 1 ; le niveau de l'eau est identique et l'eau n'a pas débordé : 3**

8) Deux personnages sont au soleil. L'un des deux est sous une maison en verre. Les deux personnages ressentent-ils la même chose ? Y a-t-il une différence ? Explique pourquoi ?

Le personnage dans la maison en verre aura plus chaud à cause de l'effet de serre. En effet, le verre retient certains rayons du Soleil, ce qui fait chauffer la serre et la température augmente à l'intérieur.

**Correction : aucune réponse : 0 ; réponse fausse : 1 ; le personnage dans la maison en verre aura plus chaud : 2 ; il aura plus chaud et mention de l'effet de serre : 3**

9) Observe ce dessin. Les deux personnages sont au soleil. L'un porte un T-shirt blanc, l'autre un T-shirt noir. Que va-t-il se passer ? Explique pourquoi.

Le personnage en T-shirt noir aura plus chaud car la couleur foncée absorbe (retient) la chaleur du Soleil alors que la couleur claire renvoie la chaleur du Soleil.

**Correction : aucune réponse : 0 ; réponse fausse : 1 ; le personnage en noir a plus chaud : 2 ; avec l'explication : 3**

## SÉQUENCE 1 : POURQUOI DIT-ON QUE LES CLIMATS CHANGENT ?

## SÉANCE 1 : INTRODUCTION SUR LES CLIMATS

## INDUCTEUR



Dessin original de François Rouiller (né en 1956) La météo démocratique ou le climat à la carte pour l'an 3000 grâce à cette borne de consultation météorologique. Mondialement maîtrisé, le climat est soumis à des référendums permanents. Chaque citoyen peut exprimer ses vœux une fois par jour. La moyenne régionale de ces choix détermine le temps qu'il fera le lendemain.

Consigne :

À quoi sert cette machine ?  
Que font-ils ?

## RESUME

Le but de cette séance est de comprendre la notion de climat et d'appréhender la variété des climats sur Terre.

## OBJECTIFS

- Comprendre ce qui fait un climat et pourquoi il y a différents climats (variété des situations géographiques).
- Savoir décrire, repérer les détails importants.

## MATÉRIEL

Pour la classe :

- Un grand planisphère
- 10 grandes photos de paysages
- Une mappemonde

Pour chaque groupe de 4 :

- Le cahier de sciences
- Un planisphère avec les numéros (fiche 3)
- 10 petites photos (ou moins) de paysage (fiches 1 et 2)
- Une feuille de groupe avec un tableau

## LEXIQUE

Climat, précipitations, température, altitude, latitude, planisphère, mappemonde

## DÉROULEMENT

### 1. Questionnement initial (collectivement à l'oral)

*Comment êtes-vous habillés aujourd'hui ? Est-ce que vous portez un t-shirt, un sweat ? Un short, un pantalon, une jupe ? Des sandales des chaussures ? Est-ce que vous portez toujours le même type de vêtements ? Par exemple la semaine dernière, le mois dernier, pendant les dernières vacances ? Qu'est-ce qui guide votre choix de vêtement ?*

Les élèves répondront que cela dépend du soleil, de la pluie, de la chaleur... Cela dépend de la météo.

*Est-ce que cela se passe de la même manière partout dans le monde ?*

L'enseignant présente alors le **grand planisphère** au tableau.

Question : *Savez-vous ce que cela représente ?* Les enfants disent par exemple que c'est la Terre, le monde...

*Mais est-ce que la Terre est plate ?* Réponse : non

L'enseignant présente alors la **mappemonde**.

*Qu'est-ce que c'est ?* Les élèves disent que c'est la Terre, notre planète...

*Et le planisphère alors ?* Certains élèves feront peut-être le rapprochement en expliquant que l'on voit les mêmes continents, océans... mais que la planète est « une photo à plat ». Puis explication de l'enseignant : le planisphère est une projection à plat du globe terrestre.

Remarque: Le procédé exact permettant d'obtenir un planisphère est complexe.

On peut toutefois faire comprendre l'idée aux enfants en expliquant que l'on « décolle » la surface de la Terre d'un côté et que l'on aplatit alors cette surface. Notamment : montrer aux enfants que deux points situés à l'opposé sur le planisphère se rejoignent sur le globe.

Pour familiariser les enfants avec le planisphère, l'enseignant pose la question :

*Qui peut me montrer où nous sommes, où se situe la France ?*

Note pédagogique :

On pourra également, si nécessaire, pendant ou avant la séance, présenter le planisphère en montrant la position de l'équateur (pas au milieu du planisphère), des tropiques, expliquer où sont les deux hémisphères, les pôles, les notions de latitude et longitude, rappeler qu'il fait chaud à l'équateur et froid aux pôles (et non pas « chaud au sud » et « froid au nord »), voire expliquer pourquoi en utilisant une lampe quelconque pour modéliser le Soleil, et la mappemonde (inclinée) pour modéliser la Terre : on voit alors que l'équateur est clairement plus exposé à la lumière du Soleil et donc à la...chaleur !

## 2. Recherche par groupe

L'enseignant distribue à chaque groupe un planisphère (photocopie A3) et les petites photos en couleur. Il y a 10 photos et 10 numéros.

De plus, **il est recommandé de ne donner qu'entre 3 et 5 photos par groupe** (sans donner forcément les mêmes à tous les groupes), pour avoir assez de temps. On pourra donner à chaque groupe au moins un climat tempéré, un climat polaire et un climat désertique ou tropical.

Consigne : *Placer les photos sur votre planisphère et décrivez-les sur la feuille de groupe en expliquant pourquoi vous les avez placées là.*

**En groupe classe** : L'enseignant traite avec les enfants une photo (la steppe aride est un bon exemple) en utilisant la grande photo et le planisphère de la classe et en suivant le cheminement de la consigne : insister sur les **indices climatiques** (température, humidité, relief...) qui permettent de placer la photo. Faire noter les réponses sur la feuille de groupe.

**En petits groupes** : Les enfants traitent les photos suivantes en utilisant la feuille de groupe. Chaque groupe traitera 5 photos maximum (une seule fiche par groupe).

Remarque importante : On proposera aux élèves de coller des étiquettes numérotées sur chaque photo puis de placer les photos autour du planisphère et non dessus, par manque de place.

### 3. Mise en commun

**En groupe classe :** Chaque groupe vient à tour de rôle présenter une photo devant la classe (utiliser les photos grand format) jusqu'à ce qu'elles aient toutes été traitées. Chaque photo fait l'objet d'une discussion collective, l'enseignant veillant à orienter le débat vers les facteurs climatiques caractéristiques (température, précipitations, altitude, latitude, présence de la mer...).

### 4. Conclusion collective

**En groupe classe :** Les élèves élaborent une conclusion commune qui relie les grandes caractéristiques observées aux différents climats et à leur répartition géographique.

**Il y a de nombreux climats différents sur Terre, qui dépendent de la température, des précipitations, de la présence de la mer, de l'altitude ou de la latitude... Les climats façonnent les paysages et notamment la végétation.**

#### Définition collective du mot « climat »

L'enseignant guidera les élèves vers une rédaction commune d'une définition du mot « climat » en le distinguant du mot « météo ».

Faire remarquer les dates des documents étudiés qui sont en années et non en jour, heure, mois... cela révèle que pour étudier le climat, on a besoin des moyennes sur une longue période.

#### Définitions possibles :

- **Le climat** est caractérisé par la moyenne des températures, des précipitations, de l'ensoleillement sur **une longue période** (plusieurs dizaines d'années), à l'échelle de la planète ou d'une région.
- **La météo** est le temps qu'il fait sur **une courte période** (quelques jours) et localement.

#### Remarque : définitions d'exemples de climats :

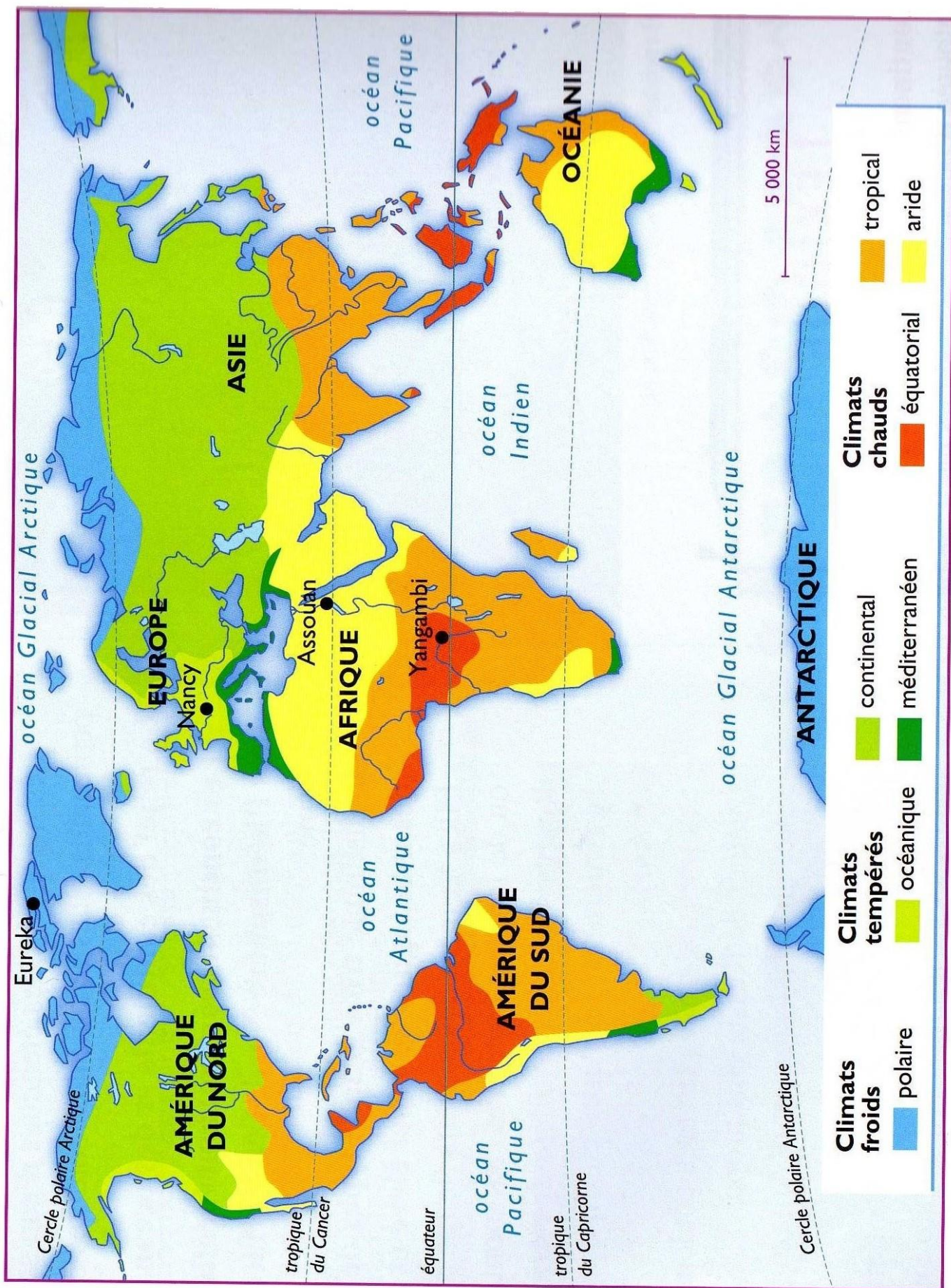
Climat polaire : les températures sont froides toute l'année, il y a peu de précipitations, peu de végétation et c'est une région très peu habitée par l'homme.

Climat tempéré : les températures varient beaucoup au cours des saisons mais ne sont ni brûlantes ni glaciales, il y a des précipitations et de la végétation toute l'année.

Climat tropical : il fait chaud toute l'année, il y a deux saisons (une saison sèche avec peu de précipitations et une saison humide avec énormément de précipitations), la végétation est abondante pendant la saison humide, moins présente pendant la saison sèche (steppe, savane).

Climat désertique : les températures sont extrêmes, il y a très peu de précipitations (ce sont des zones arides), quasiment pas de végétation.












Exemples de réponses attendues par les élèves :

Photos	Description	n°	Pourquoi nous la plaçons là
	Une étendue gelée : banquise, froid, neige, pas de végétation, pas d'animaux, bleu, montagnes	1	Paysage gelé donc près des pôles. Montagne visible donc au Sud car le pôle Nord est uniquement fait d'eau. Donc numéro 1. <b>Continent gelé, Antarctique.</b>
	Littoral, colline, plage, mer, océan, rochers, végétation présente mais peu haute.	2	Paysage qui n'est pas gelé donc loin des pôles. Pas sec donc pas en Afrique. Pas tropical donc pas en Asie. Près de la mer donc en Europe. <b>Garrigue, Corse.</b>
	Montagne: neige, peu de végétation, froid	3	Paysage qui n'est pas sec donc pas l'Afrique ni l'Australie. Paysage de montagne avec de la neige. Mais pas les pôles car pas assez froid. Montagne <b>Himalaya, Népal</b>
	Des hommes travaillent, champs d'eau : rizières. Humide, nuages	4	Pas gelé donc pas aux pôles. Pas sec donc pas en Afrique ni en Amérique. Paysage qui semble très humide donc on peut supposer en Asie, numéro 8. <b>Île de Java</b>
	Eau : océan, rien à perte de vue. Animal : ours seul, morceau de banquise, fonte des glaces, changement climatique, détresse.	5	Paysage gelé donc aux pôles. Banquise qui fond fait penser au pôle Nord donc numéro 5. <b>Banquise arctique.</b>

Photos	Description	n°	Pourquoi nous la plaçons là
	<p>Peu de végétation, herbes sèches, chaud, arbustes/buissons, plat. Animaux : éléphants.</p>	6	<p>Paysage non gelé donc pas aux pôles. Paysage sec donc pas en Asie. Des éléphants donc en Afrique. Un peu de végétation donc pas dans le désert. Donc numéro 6. <b>Savane, Kenya.</b></p>
	<p>Île tropicale, beaucoup d'arbres, eau, plein soleil</p>	7	<p>Paysage non gelé donc pas aux pôles. Île donc numéro 7 <b>Tuvalu, Polynésie</b></p>
	<p>Forêt : arbres, feuilles, automne, buissons.</p>	8	<p>Pas gelé donc pas aux pôles. Pas sec donc pas l'Afrique ni l'Amérique. Pas humide donc pas l'Asie <b>Forêt de feuillus, France.</b></p>
	<p>Sécheresse, désert, peu de végétations, terre craquelée, relief plat. Un paysan : homme noir, outils en bois, pauvreté. Des vêtements légers, colorés, chapeau, tongs → chaleur</p>	9	<p>Pays chaud donc près de l'Équateur. pays sec, peu de verdure, ce qui exclut l'Asie. C'est le numéro 9. <b>Steppe aride, Sénégal</b></p>
	<p>Paysage sec, désertique, avec du relief.</p>	10	<p>Paysage sec donc zone aride. Beaucoup de relief donc pas en Afrique. <b>Grand Canyon, Etats-Unis.</b></p>

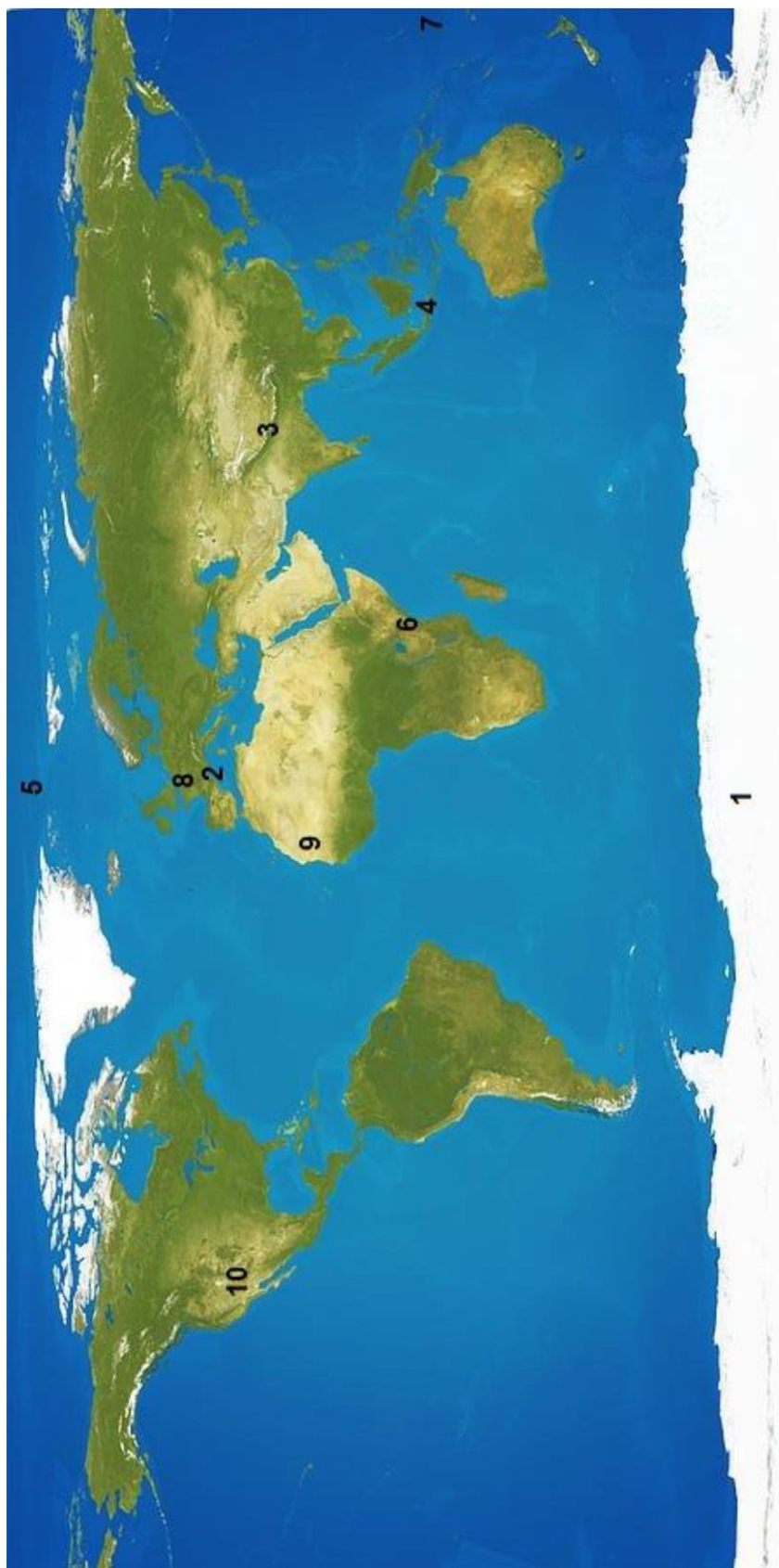


Fiche 1 – Séance 1 : Introduction sur les climats



Fiche 2 – Séance 1 : Introduction sur les climats





Fiche 3 – Séance 1 : Introduction sur les climats



## SÉQUENCE 1 : POURQUOI DIT-ON QUE LES CLIMATS CHANGENT ?

## SÉANCE 2 : LA TERRE SE RÉCHAUFFE !

## INDUCTEUR



Caricature de Moloch pour *Le Trombinoscope*, 1882.  
La Canicule de son vrai nom Sirius, brillante étoile de la Constellation du Grand Chien.

Consigne :

Que fait cette femme ?  
Quel nom pourrais-tu lui donner ?

## RESUME

À travers une étude de documents, les élèves prennent conscience que le changement climatique est un fait avéré et qu'il se traduit de différentes manières (augmentation des températures, fonte des glaciers, diminution de la banquise, augmentation des événements climatiques extrêmes).

## OBJECTIFS

Traiter une information complexe comprenant du texte, des images, des schémas, des tableaux...

Lire, interpréter et construire quelques représentations : diagrammes, graphiques.

Distinguer climat et météo

## MATÉRIEL

Pour la classe :

Un grand planisphère

Si possible, un vidéo projecteur

Pour chaque groupe de 4 :

Une série de documents (fiches 4 à 9) à photocopier en A4

Un tableau à remplir

## LEXIQUE

Météo, moyenne, graphique, courbe, canicule, glacier, banquise, événement climatique extrême, changement climatique

## DÉROULEMENT

1. **Questionnement** (Individuellement à l'écrit puis collectivement à l'oral)

**On entend souvent parler, ces temps-ci, de changement climatique. Qu'en savons-nous ? Pourquoi dit-on que ça change ? Qu'est-ce qui change ? (si les élèves ne trouvent pas, on peut leur demander ce qu'ils savent sur le changement climatique).**

Chaque élève note ses réponses sur son cahier d'expériences. (Trace personnelle par ex. au crayon de papier)  
Puis chacun lit ses idées que l'enseignant notera sur une affiche.

**Avertissement :** dans cette activité, on privilégiera des groupes homogènes de sorte de répartir les documents en fonction des élèves. Par exemple, les fiches 5 et 7 pour les élèves en difficultés et 4, 6 et 8 pour les autres groupes.

**Comment pourrions-nous vérifier ces informations ?** Une étude documentaire s'impose.

Avant de démarrer l'étude documentaire proprement dite, préparer le travail avec les élèves.

Présenter la fiche de groupe !

Que cherche-t-on ? Quelle est la nature du document étudié (carte, photos, article, ...) ? Que nous apprend ce document ? Quelles conclusions ?

Exemple : dans la case « Que cherche-t-on ? », la réponse attendue est « On cherche des preuves du changement climatique ».

## 2. Étude d'un premier document en classe entière (si les élèves ne sont pas habitués à l'analyse de document).

Distribuer la fiche 6 à toute la classe, et remplir ensemble un compte-rendu au tableau. On notera que le document de la fiche 6 montre une canicule, et qu'il faut donc mettre l'accent sur **l'augmentation de la fréquence des phénomènes climatiques extrêmes, ou catastrophes climatiques.**

## 3. Recherche par groupe de 4 (étude documentaire)

Chaque groupe étudie un des documents (textes, affiches...) sur un thème particulier. L'idéal est que chaque thème soit traité par 2 groupes d'élèves pour permettre des confrontations lors de la mise en commun.

- Augmentation des températures (G1 et G2)
- Augmentation des événements extrêmes (G3)
- Fonte des différents types de glaces (G4 et G5)

Chaque groupe complète son tableau.

### Fiche 4

À partir des températures moyennées sur des périodes de dix ans (en France depuis un siècle), les élèves doivent construire une courbe qui leur permet de vérifier la tendance au réchauffement observé.

Remarques :

Selon le niveau des élèves, on pourra leur faire construire le graphique entièrement (choix des axes, des échelles, du quadrillage...) ou, au contraire, leur donner un graphique déjà construit et leur demander simplement d'y placer les points et de tracer la courbe.

L'utilisation d'un graphique nécessite un travail de préparation avec toute la classe. Que représentent les axes ? Comment sont-ils gradués ? Quelles informations va-t-on mettre sur le graphique ? Où trouver ces informations ? sont des questions qui aideront les élèves à se familiariser avec cet outil.

La notion de moyenne devra être explicitée à partir d'exemples.

On peut plastifier les graphiques vierges afin d'en faciliter l'utilisation par les élèves (ils écrivent alors au feutre Velléda et peuvent se corriger sans salir le graphique).

Il peut être intéressant de faire tracer aux élèves cette courbe lors d'une séance préliminaire de maths, pour ne garder que son analyse lors de cette séance.

### Fiches 5

À l'aide des documents, les élèves constatent que la surface de la banquise est en régression rapide depuis 30 ans (voire 40 ans).



**Fiche 6**

Les élèves étudient la carte d'Europe des températures maximales relevées le 25 juin 2019 lors de la canicule. Ils s'interrogent sur la notion d'évènement extrême et son étendue, ici à toute l'Europe, globale et non locale.

**Fiche 7**

Les élèves étudient les 4 documents montrant le retrait de différents glaciers dans le monde et doivent situer ces glaciers sur un planisphère (celui utilisé en Séance 1) ils doivent s'interroger sur le caractère local ou global de ces événements. Les différents exemples permettent de généraliser le constat observé : partout dans le monde, les glaciers sont en régression. Le réchauffement est donc un phénomène global.

Remarque : Si les photos sont plastifiées, les élèves peuvent écrire au feutre Velléda et se corriger sans salir la photo. On peut aussi leur proposer de colorier au fluo la glace sur les photos.

**Fiche 8**

Les élèves étudient un exemple d'évènement extrême survenus en France récemment et imputable au changement climatique (inondations...). Ils doivent mettre en évidence le caractère inhabituel de ces événements et leur lien avec le changement climatique.

**4. Mise en commun**

Chaque porte-parole présente le document étudié grâce à la fiche de groupe affichée au tableau (support pour l'oral).

On pourra prévoir de projeter les documents, notamment les photos.

**Remarque :**

Réfléchir aux différents types de documents étudiés, aux types de données recueillies et à leur représentation.

Ex : L'augmentation de la température est plus facile à faire remarquer à partir d'une courbe qu'à partir d'un tableau. Le changement climatique se manifeste de différentes façons en différents endroits de la terre, c'est un phénomène global.

**5. Conclusion**

**Les climats changent depuis un siècle : il fait plus chaud, les glaciers et la banquise fondent, il y a de plus en plus d'événements climatiques extrêmes. C'est ce qu'on appelle le « changement climatique ».**

**Prolongement :**

- la classe peut relever les événements de l'actualité (coupures de presse, photos...) en rapport avec le changement climatique et on essaiera de les localiser sur le planisphère. Cela peut faire l'objet d'un affichage qui est complété au fur et à mesure.

- travail sur les fiches complémentaires qui peuvent être utilisées au cours de la séance ou après la séance, pour un travail en mathématiques par exemple.

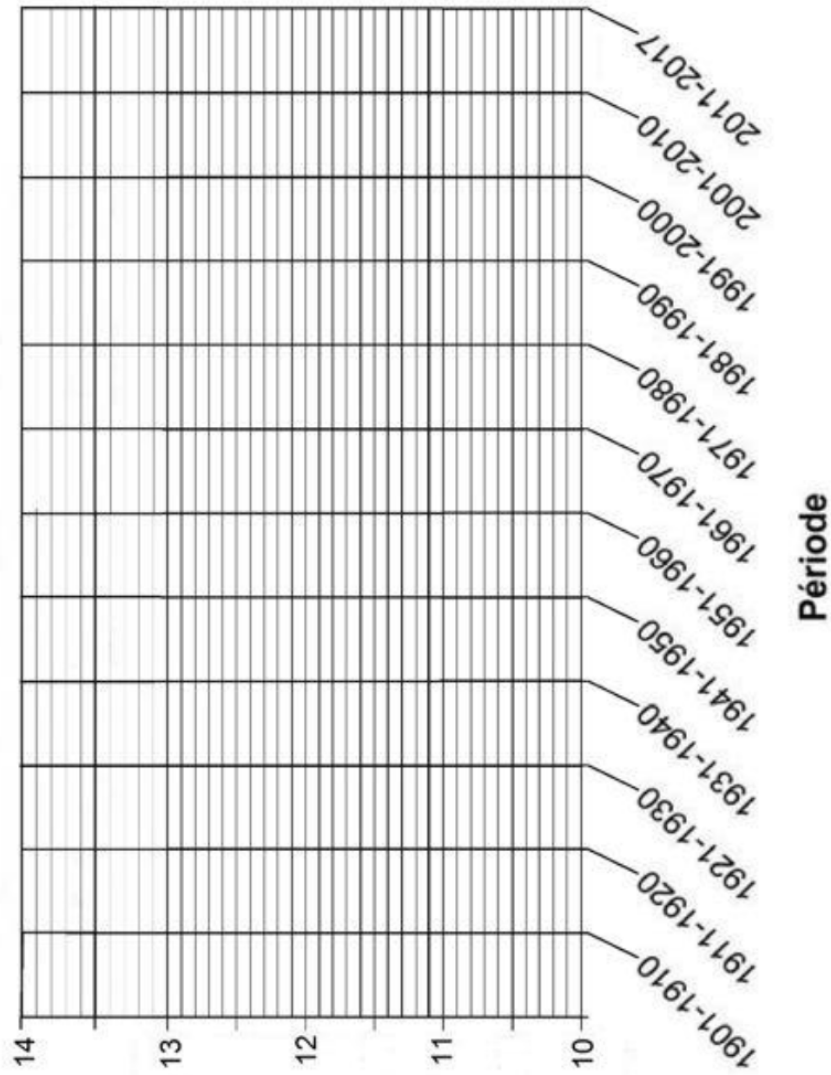
**Compte-rendu du groupe**Séance 2

Ce que l'on cherche	
Nature du document étudié (carte, photos, article, ...)	
Nos observations, nos remarques... que nous apprend ce document ?	
Nos conclusions	

**Fiche 4 - Séance 2 : La planète se réchauffe**

Températures moyennées sur 10 ans (en °C)

Températures moyennées Sur 10 ans en France	
Période	Température moyenne (en °C)
1901-1910	11,4
1911-1920	11,6
1921-1930	11,8
1931-1940	11,6
1941-1950	11,9
1951-1960	11,7
1961-1970	11,6
1971-1980	11,6
1981-1990	12,2
1991-2000	12,6
2001-2010	12,8
2011-2017	13,2



## Fiche 5 - Séance 2 : La planète se réchauffe

Consigne : Trace le contour de la banquise aux deux différentes époques. Que constates-tu ?

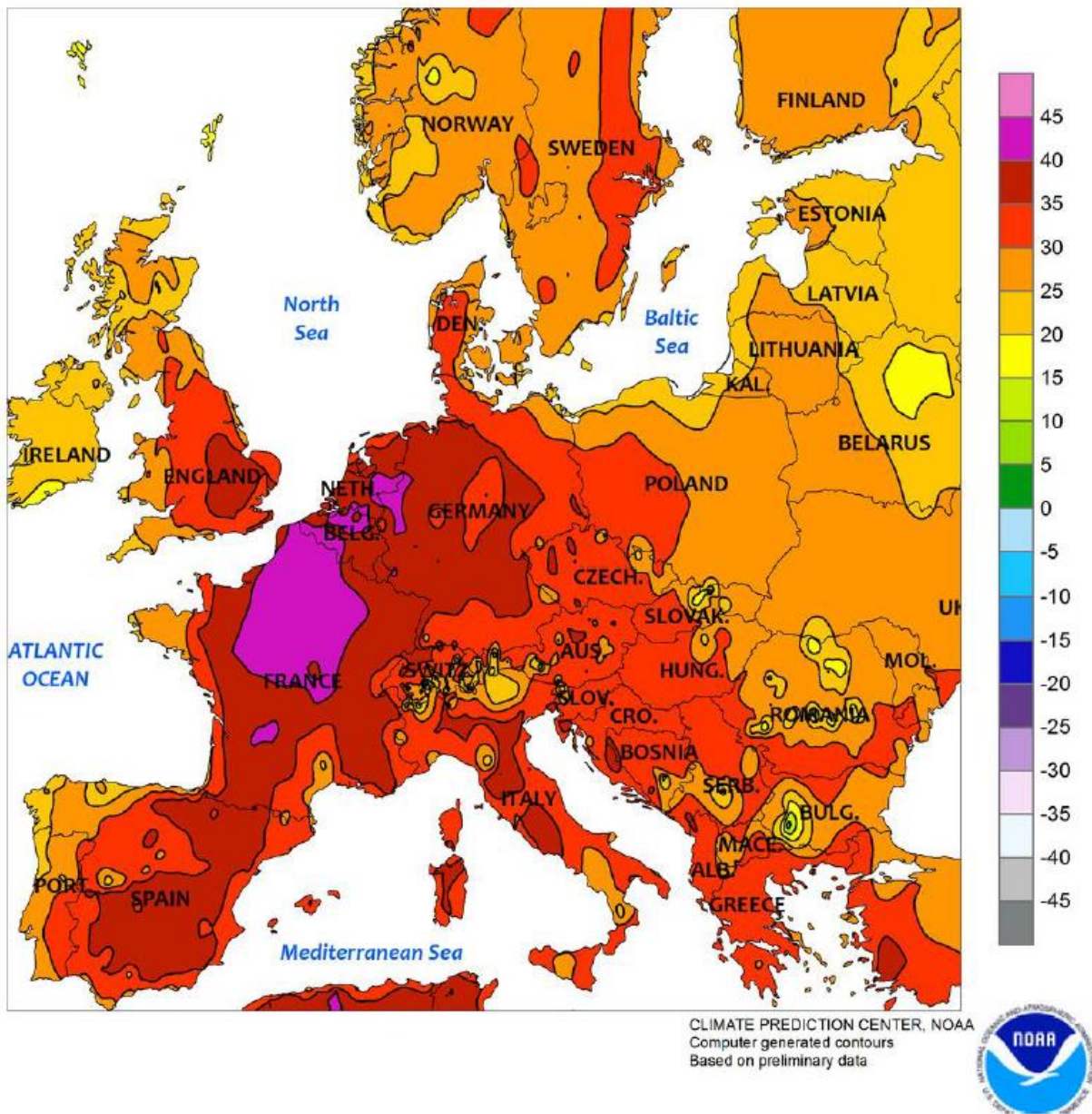




# Fiche 6 – Séance 2 : La planète se réchauffe

## Europe (25 juin 2019)

Température maximale relevée (en °C)



## Fiche 7 - Séance 2 : La planète se réchauffe

Consigne : Qu'est-il arrivé aux glaciers ? Cela se produit-il dans une région particulière ou dans le monde entier ? À quoi cela est-il dû ?



Mer de glace (France, hiver 1916)



Mer de glace (France, hiver 2001)



Glacier de Blomstrandbreen (Norvège, hiver 1918)



Glacier de Blomstrandbreen (Norvège, hiver 2002)



Glacier Upsala (Argentine, hiver 1928)



Glacier Upsala (Argentine, hiver 2004)



Glacier Muir (Alaska, août 1941)



Glacier Muir (Alaska, août 2004)

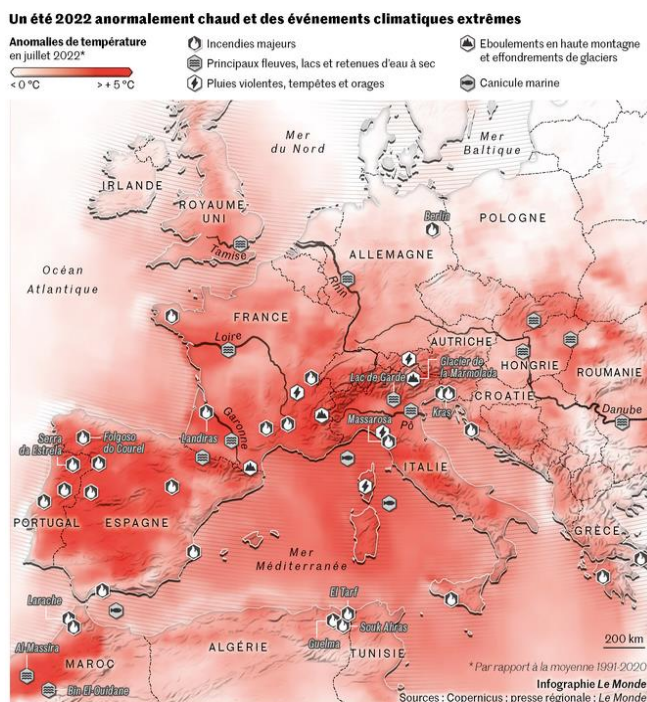


## Fiche 8 – Séance 2

# Les catastrophes climatiques sur les rives de la Méditerranée, conséquences du réchauffement accéléré de la mer

**Tempêtes en Corse et en Italie, sécheresse et incendies en Espagne et en Algérie... Si le réchauffement n'explique pas tous ces phénomènes, il est en moyenne plus rapide dans le bassin méditerranéen que dans le reste du monde.**

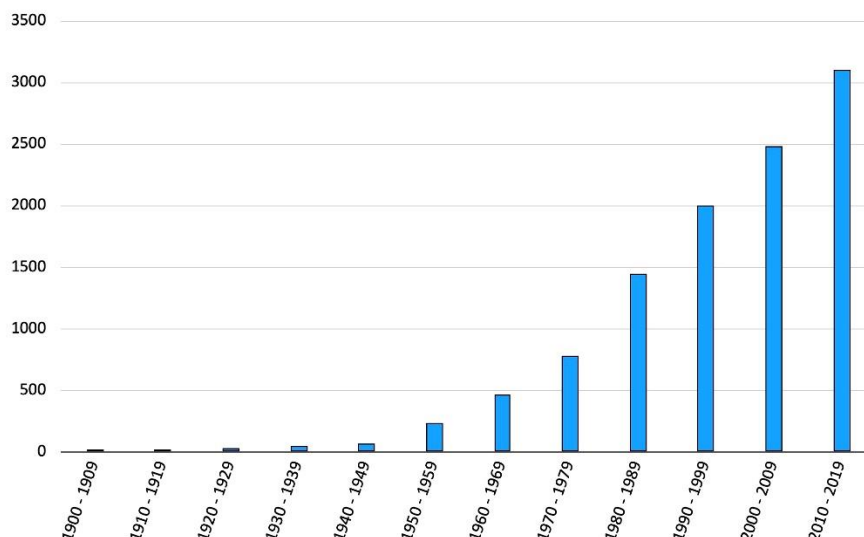
Par Martine Valo. Publié le 19 août 2022 – LE MONDE



Il faisait plus de 48 °C, jeudi 18 août, à El Tarf, Guelma et Souk Ahras, trois villes d'Algérie en proie à des incendies au bilan provisoire déjà lourd. Ils ont causé la mort de 38 personnes, fait plus de 200 blessés, entraîné l'évacuation de centaines de familles et d'un hôpital. Quelque 1 700 pompiers y sont mobilisés pour tenter de venir à bout de 84 feux de forêt.

Pendant ce temps-là, un peu plus au nord, la Corse essuyait de violents orages, qui ont tué au moins cinq personnes et en ont blessé une vingtaine d'autres, dont quatre très grièvement. La majorité d'entre elles ont été victimes des rafales de vent exceptionnelles – jusqu'à 224 kilomètres par heure sur la côte ouest de l'île –, qui ont arraché arbres et toitures, provoqué des coupures d'électricité chez 35 000 habitants, jonché les routes de branches d'arbres, rompu les amarres de bateaux. Tempête extrême d'un côté, sécheresse de l'autre : les rives de la Méditerranée connaissent les deux facettes du même fléau : le changement climatique.


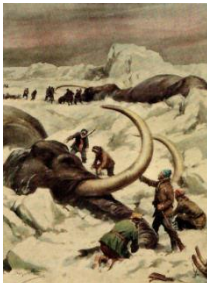
**Événements climatiques extrêmes depuis 1900**  
 Inondations, sécheresses, températures extrêmes



## SÉQUENCE 2 : QUELLES SONT LES CONSEQUENCES ?

### SÉANCE 3 : LA FONTE DES GLACES

#### INDUCTEUR

 <p>Quatrième de couverture du magazine de Science-fiction <i>Amazing Stories Quarterly</i>. 1940.</p> <p>Que se passerait-il si le Soleil se déchaînait ? La mort assurée de toute vie à la surface de la Terre et la fonte des matériaux ?</p>		<p>Consigne :</p> <p>Que se passe-t-il ? Donne une explication.</p>
 <p>Illustration d'Achille Beltrame pour <i>La Domenica del Corriere</i>, 1934.</p> <p>En 1934, deux mammoths, parfaitement bien conservés dans la glace pendant plus de 5000 ans, sont découverts par des chasseurs de phoques dans la péninsule de Yamal, à environ 2400 km au nord de Leningrad/Saint-Petersbourg.</p>		<p>Consigne :</p> <p>Que se passe-t-il sur cette illustration ? Pourquoi a-t-on trouvé les mammoths ?</p>

#### RÉSUMÉ

Les élèves comprennent grâce à un protocole expérimental, que les conséquences de la fonte des glaces sont différentes selon qu'il s'agisse de la banquise ou des glaciers continentaux. La fonte des glaces continentales entraîne une élévation du niveau des mers alors que ce n'est pas le cas pour la fonte de la banquise. Ils prennent conscience des conséquences sanitaires et sociales de l'élévation du niveau des mers.

#### OBJECTIFS

Pratiquer une démarche d'investigation : savoir observer, formuler une explication possible.  
Découvrir que la fonte des glaces est différente selon qu'elles sont continentales ou non.

#### MATÉRIEL

Pour chaque groupe de 4

De l'eau

Un récipient transparent

Des morceaux de briquettes

Une figurine

De la glace, ou bouteilles de ½ litre au congélateur (glace coupée)

La fiche d'expérience

Fiches 10, 10a et 10b

#### LEXIQUE

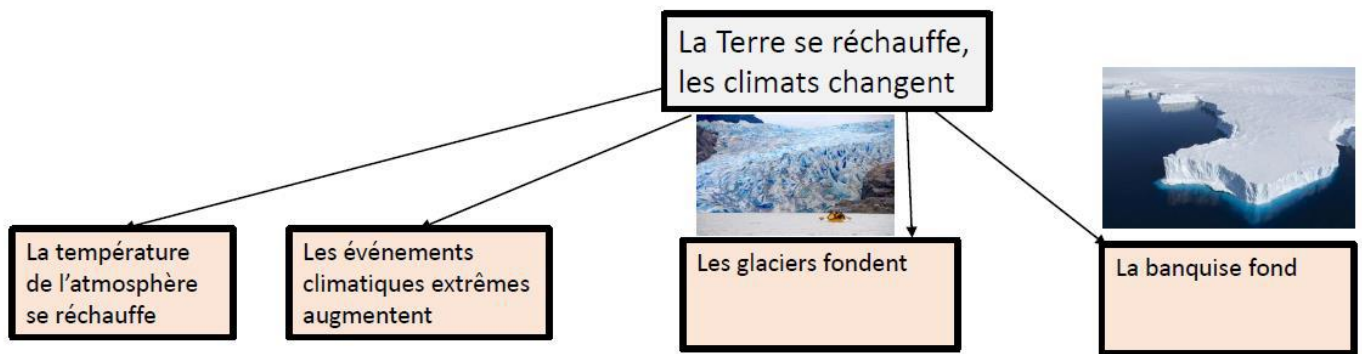
Population, terre immergée, terre émergée, glacier, banquise, calotte glaciaire, glaces continentales



## DÉROULEMENT

## 1. Introduction

Revenir sur ce qui a été vu lors de la séance précédente à l'appui des images/documents/photographies rencontrées lors des séances 1 et 2 : la Terre connaît un réchauffement climatique depuis quelques années, les événements climatiques extrêmes sont plus nombreux, les températures sont plus chaudes, les glaciers et la banquise fondent. Lors du rappel des connaissances, afficher les étiquettes de la carte mentale (scénario conceptuel) qui fera partie de l'affichage de classe et qui s'enrichira au fur et à mesure des séances.



Revenir sur les **différentes glaces** : montrer les photos (**banquise**) et (**glacier**) - Fiche 10a et 10b : « il y a **deux sortes de glaces : les glaces continentales (ou glaciers) et la banquise** »

S'assurer que les élèves comprennent la différence entre les deux : **les glaces continentales (glaciers) reposent sur la terre ferme, tandis que la banquise flotte sur l'eau (océan gelé).**

## 2. Question : Quelles vont être les conséquences de la fonte des glaciers et de la banquise ?

Faire reformuler la question pour s'assurer de la bonne compréhension et aider à la bonne compréhension du mot conséquences (les effets, le résultat, la suite...)

Il note les différentes hypothèses au tableau.

## 3. Recherche par groupe (expérimentation)

L'enseignant propose alors un défi aux enfants pour tester leurs différentes hypothèses : **Imaginez une expérience permettant d'observer l'effet de la fonte des glaces continentales et de la banquise avec le matériel mis à disposition. Écrivez vos hypothèses, votre protocole expérimental et faites un schéma de l'expérience.**

Chaque groupe complète la fiche d'expériences.

- Chaque groupe s'occupera de la fonte de la banquise **et** de la fonte des glaces continentales afin de pouvoir comparer et comprendre les différences de phénomènes.
- Chaque groupe dispose d'une **fiche expérimentale** sur laquelle le secrétaire écrit le but de l'expérience, ce que le groupe veut représenter dans les expériences, le matériel utilisé, le protocole expérimental, les hypothèses et les observations et conclusions.
- Aucun dispositif d'expérience n'est imposé aux élèves : ils définissent eux même leur expérience, en suivant néanmoins la progression définie par la **fiche expérimentale**.
- Pour aider les enfants dans leur modélisation, la fiche expérimentale comporte les photos des différents éléments de l'expérience (banquise, continents, océan, antarctique...).
- On pourra si nécessaire préciser comment faire un schéma : ce n'est pas un dessin, il ne faut pas colorier, il faut une légende (avec de simples traits plutôt que des flèches) et un titre. La légende doit indiquer le matériel

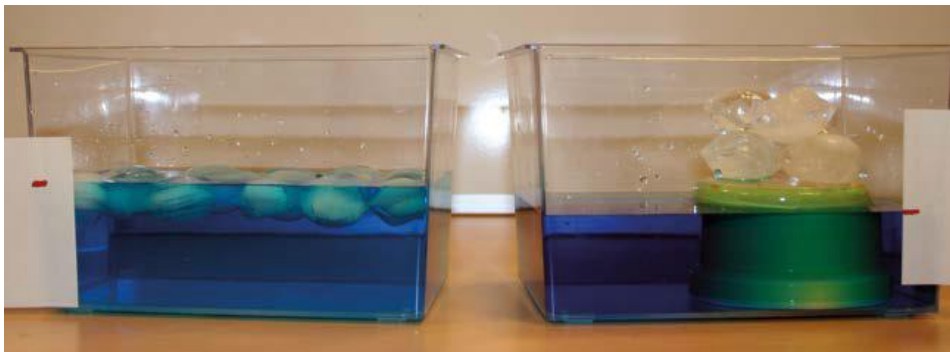
ou l'objet utilisé et non ce qu'il symbolise (par exemple, le glaçon doit être légendé « glaçon » et non « banquise » ou « glacier »). Les traits de la légende doivent bien arriver jusqu'à l'élément qu'on légende, le niveau de l'eau doit être droit et non en forme de vaguelettes, ...

#### Note de manipulation

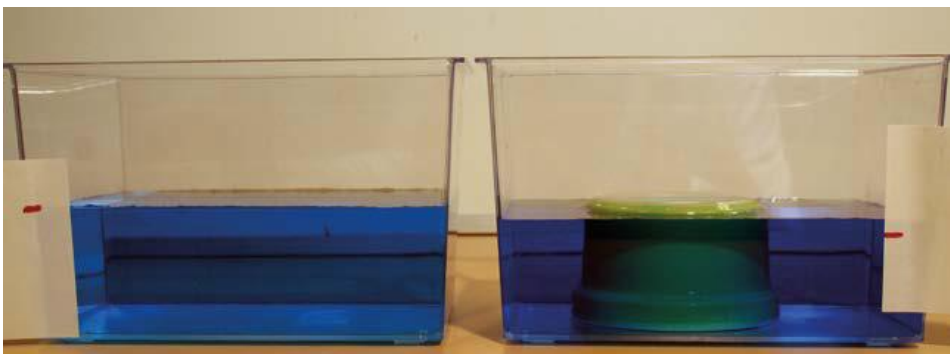
- Pour les 2 expériences, il faut prévoir des glaçons.
- Pour que les enfants soient convaincus que l'eau ne monte pas dans le cas de la banquise, s'assurer que l'eau est juste tangente au continent au début de l'expérience, en rajoutant ce qu'il faut d'eau dans le bac après avoir mis les glaçons.
- Bien prendre garde à ce que les glaçons ne touchent pas le fond du récipient, ils doivent flotter ! (mettre suffisamment d'eau)
- Avoir le même niveau d'eau dans les 2 bacs et la même hauteur de brique.
- Ne pas positionner les briques contre la paroi du bac afin de bien voir la surface de l'eau.
- Marquer le niveau de l'eau avec un feutre, sur une étiquette collée sur le bac par exemple, au début de l'expérience.
- Prendre garde à ne pas attendre trop longtemps (plusieurs jours) entre le moment où les glaçons ont fondu et le moment où on relève le niveau de l'eau à la fin de l'expérience, car l'eau s'évapore.
- Identifier chaque bac avec une étiquette (banquise, glacier)

### Expériences pour mettre en évidence les conséquences de la fonte des glaces (banquise et glaciers)

#### Avant la fonte



#### Après la fonte



#### Qu'observe-t-on ?

*Dans le bac qui représente la fonte des glaciers (à droite), le niveau d'eau monte sensiblement alors qu'il reste constant dans le bac qui modélise la fonte de la banquise (à gauche).*

#### 4. Mise en commun

Chaque groupe vient exposer son travail devant ses camarades : son protocole, l'expérience, les résultats obtenus et la conclusion. Les résultats sont confrontés.

### ÉCLAIRAGE SCIENTIFIQUE

Au cours de cette séance, les élèves constatent que la fonte de la banquise ne participe pas à la montée du niveau des mers. Cependant, ce résultat n'est vrai qu'en première approximation. Les deux séances suivantes permettent d'approfondir cette question et de mieux comprendre le rôle de la banquise :

- Cette banquise est une grande surface blanche, qui agit comme un miroir en renvoyant vers l'espace l'essentiel de l'énergie lumineuse qu'elle reçoit. Par sa présence, elle limite donc la quantité d'énergie que l'océan arctique peut absorber.
- Si la banquise régresse en partie ou en totalité, l'océan, beaucoup plus sombre, absorbera davantage d'énergie ... et se réchauffera en conséquence.
- L'eau des océans, chauffée, se dilate ... et le niveau des mers monte. Ainsi, la fonte de la banquise participe indirectement à l'augmentation du niveau des mers !

La fonte des glaciers continentaux explique 65% de l'élévation du niveau des mers, les seuls glaciers du Groenland et de l'Antarctique comptant pour moitié. Les 35% restants sont dus à la dilatation thermique des océans, phénomène étudié à la séance suivante.

Les différents scénarios prévoient une élévation du niveau des mers allant de 50cm à 1m pour la fin du XXI<sup>e</sup> siècle... et bien plus au-delà. En effet, le réchauffement d'ores et déjà enclenché devrait conduire, avec quelques siècles de retard lié à l'inertie des océans, à la fonte de toutes les glaces du Groenland, soit une élévation du niveau des mers de 6m. Si l'Antarctique devait lui aussi finir par fondre en totalité (ce qui est peu probable), au cours du prochain millénaire, l'élévation monterait à 70 m !

### 5. Recherche / étude documentaire (facultatif)

Après cette première conclusion, l'enseignant distribue la suite de la fiche 10, qui évoque la montée du niveau des mers et ses conséquences sur les populations ainsi que le réchauffement des océans. Le document est discuté collectivement.

### 6. Conclusion

La classe élabore une conclusion collective, qui est noté dans les cahiers d'expériences. Par exemple :

*La fonte des glaciers continentaux entraîne une montée du niveau des mers. Des millions de personnes seront déplacées au cours du XXI<sup>e</sup> siècle : on les appelle les « réfugiés climatiques ».*

### 7. Prolongements

- Rechercher quels sont les territoires français les plus concernés par l'élévation du niveau des mers
- Étudier ce que représente concrètement la vie d'un réfugié (climatique ou non)

FICHE EXPÉRIENCE : LA FONTE DES GLACES

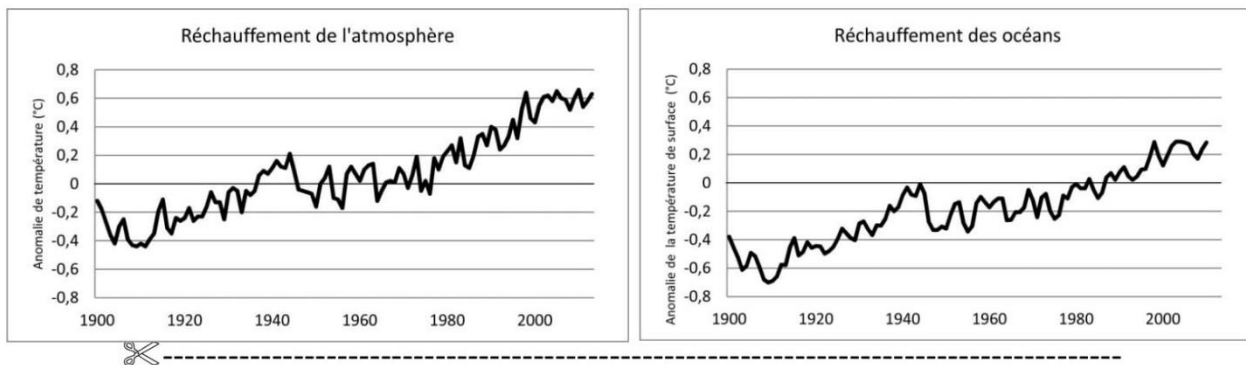
<p><b>Dans la réalité :</b> Ce que l'on a besoin de représenter</p>	<p><b>La banquise</b></p> 	<p><b>Les glaces continentales</b></p> 	<p><b>L'océan</b></p> 	<p><b>Le continent (terre ferme)</b></p> 
	<p><b>Dans notre expérience :</b> Ce que l'on va utiliser pour le représenter.</p>			

Pour chaque expérience, écrire le matériel utilisé, dire ce qu'il va se passer et réaliser un schéma.

<p><b>EXPERIENCE 1 – Matériel utilisé</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p><b>EXPERIENCE 1 - Schéma</b></p>
<p><b>Protocole expérimental : décrire l'expérience</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p><b>Hypothèses : que va-t-il se passer ?</b></p> <p>_____</p> <p>—</p> <p>_____</p> <p>—</p> <p>_____</p> <p>—</p>	

<p><b>EXPÉRIENCE 2 – Matériel utilisé</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p><b>EXPÉRIENCE 2 - Schéma</b></p>
<p><b>Protocole expérimental : décrire l'expérience</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p><b>Hypothèses : que va-t-il se passer ?</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	

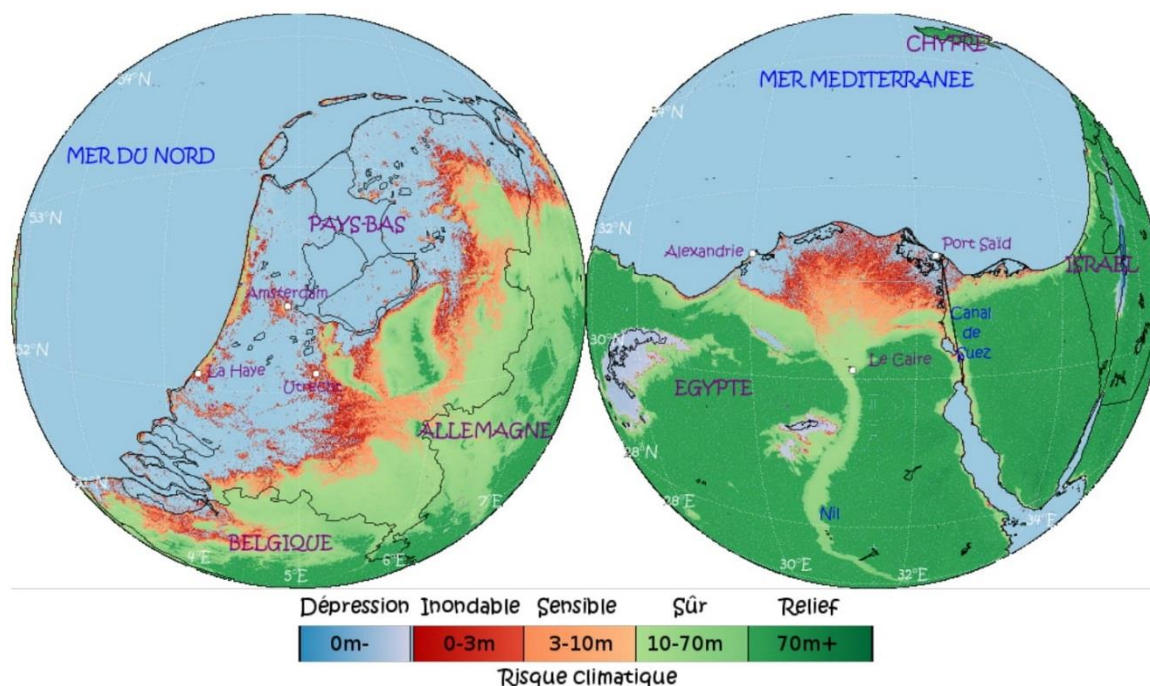
## Fiche 10 - Séance 2 : la fonte des glaces



Le changement climatique, dû aux émissions de gaz à effet de serre comme le CO<sub>2</sub>, a pour conséquence de réchauffer à la fois l’atmosphère et les océans. Les scientifiques prévoient que le niveau des mers va s’élever de 50 cm à 1 mètre d’ici la fin du XXI<sup>e</sup> siècle. Cette élévation est due, pour les deux tiers, à la fonte des glaciers continentaux.

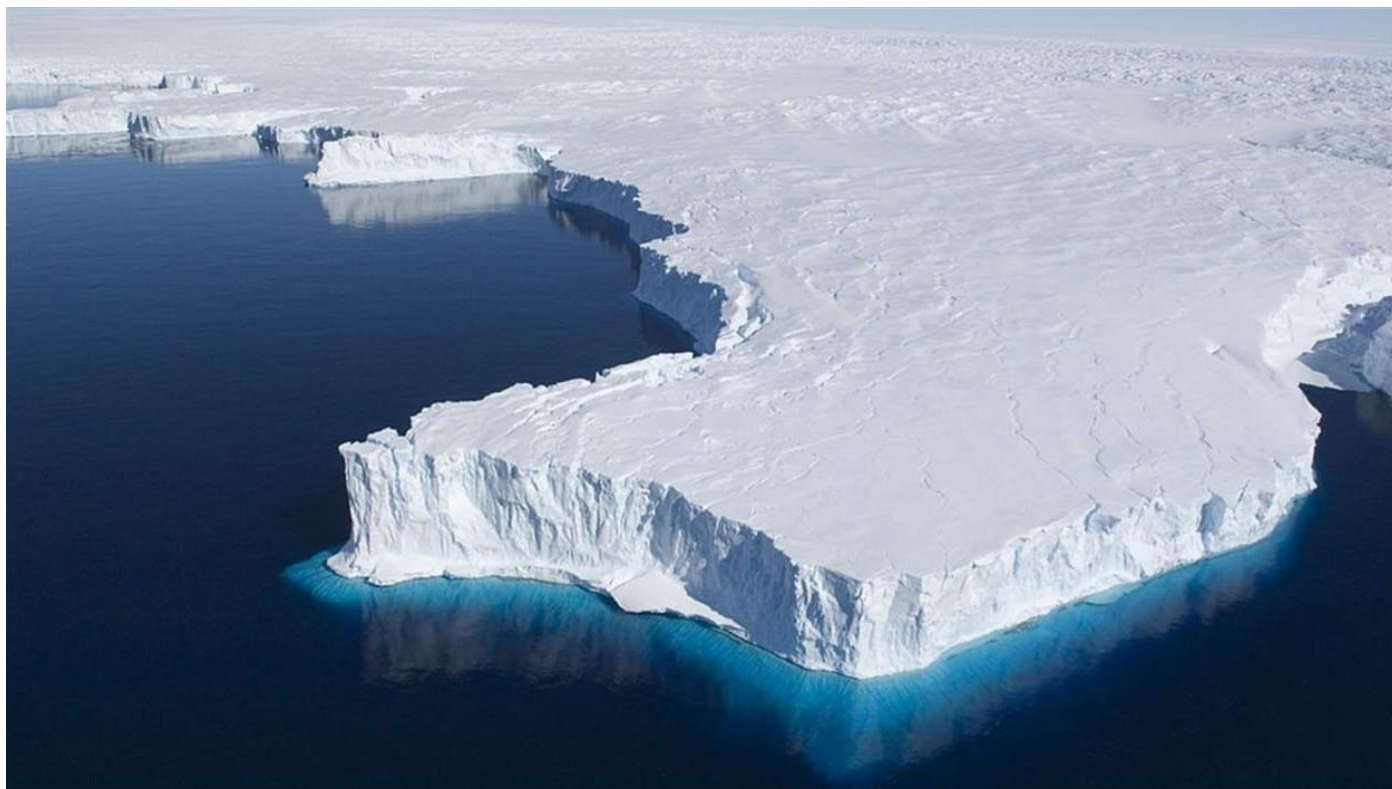
Des centaines de millions de personnes sont concernées. Dans certaines régions, une élévation de quelques dizaines de centimètres suffit à polluer les nappes phréatiques ou les terres avec de l’eau salée, voire à inonder les habitations. Privées d’eau douce et de terres agricoles, de nombreuses populations vont devoir être déplacées à cause de l’élévation du niveau des mers. On parle de « réfugiés climatiques ». Où seront-ils accueillis ? Dans quelles conditions ? Il est à craindre que ces migrations aggravent l’accès à certaines ressources déjà rares, comme l’eau potable, et favorise les conflits armés.

Les 2 cartes ci-dessous montrent l’inondation fictive des zones situées à moins d’1 mètre d’altitude, aux Pays Bas (15 millions de personnes concernées) et en Egypte (5 millions de personnes concernées).



*L’océan, ma planète... et moi !* © Fondation La main à la pâte



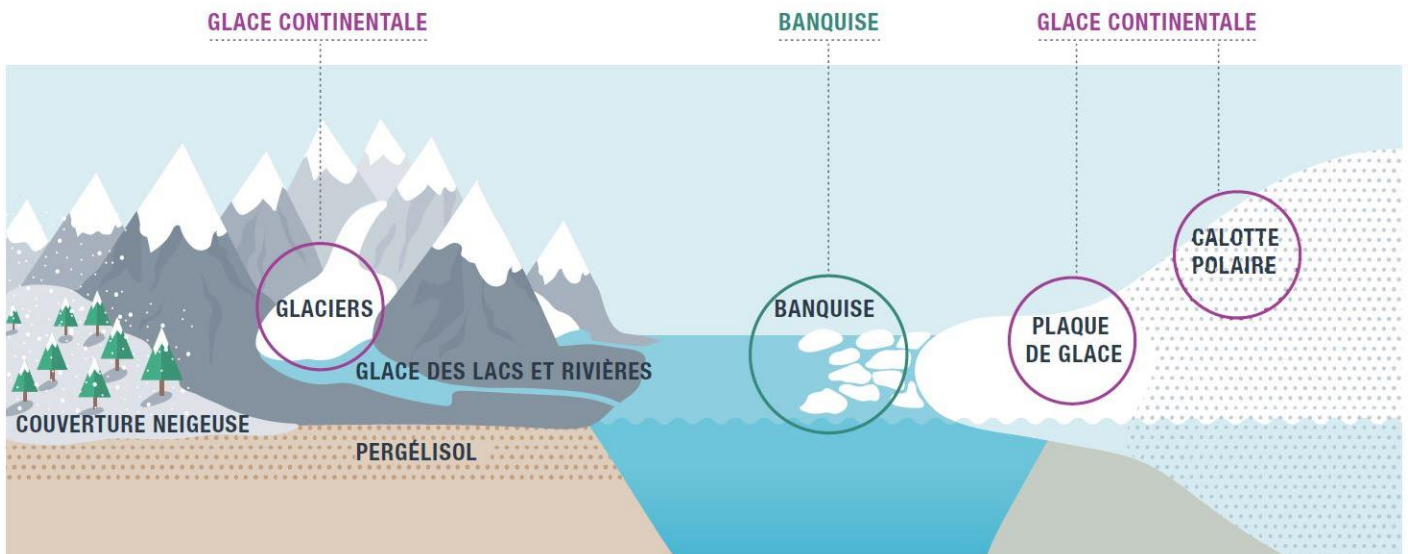


Fiche 10a – Séance 2 : la fonte des glaces



Fiche 10b – Séance 2 : la fonte des glaces

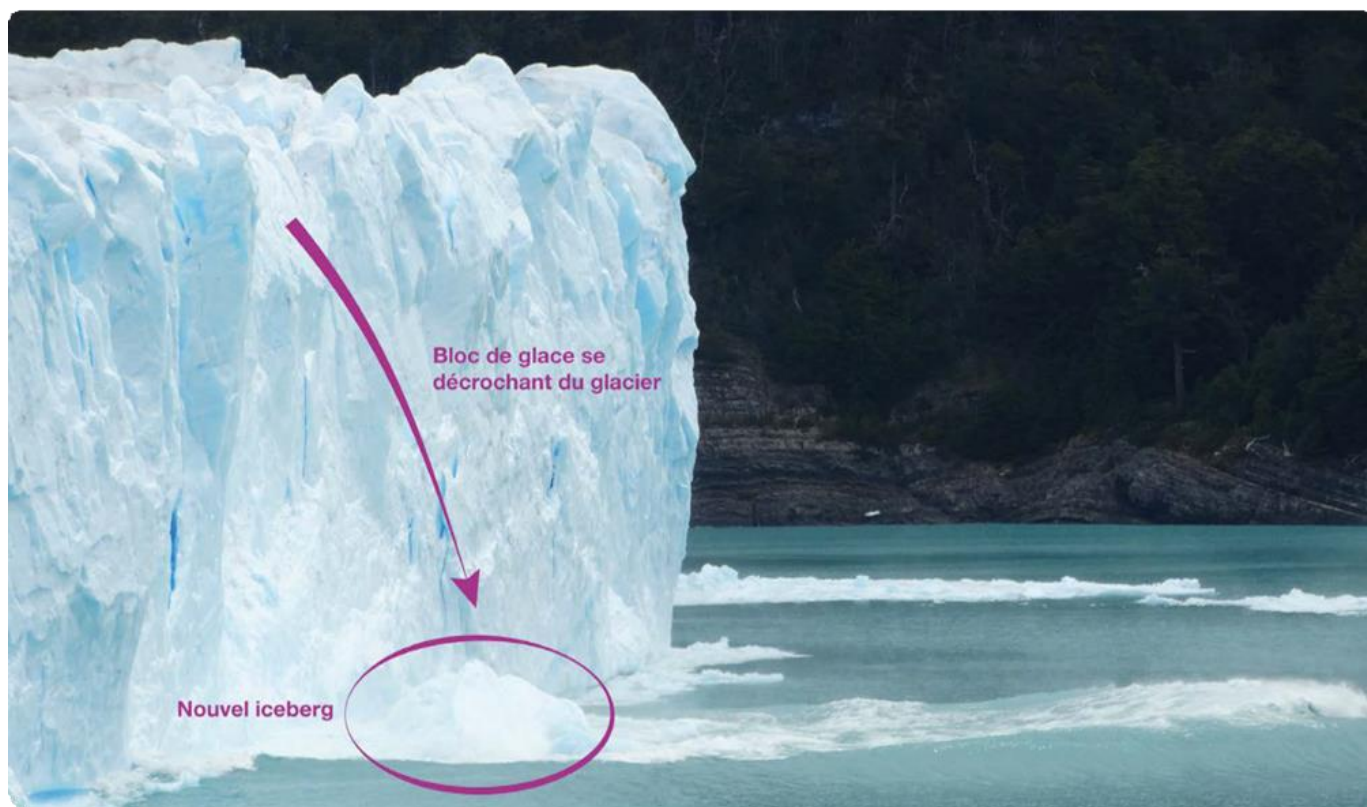




Adapté de la figure 4.25 du rapport du groupe de travail I du GIEC



La banquise – constituée d'eau de mer gelée, directement à la surface des océans.



Iceberg – bloc de glace détaché de glaciers continentaux (situés sur terre) et tombé dans l’océan.

Le Pôle Nord

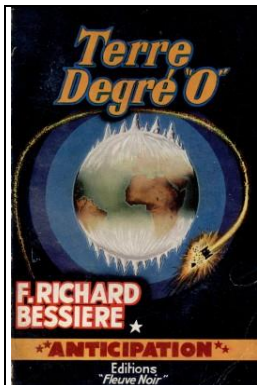
Le Pôle Sud



## SÉQUENCE 2 : LES CONSÉQUENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

### SÉANCE 4 : COULEUR ET TEMPERATURE : L'IMPORTANCE DE LA BANQUISE

#### INDUCTEUR



Couverture de Terre degré 0, roman de Science-fiction de F. Richard-Bessière, 1960  
Lorsque les rayons solaires ne parviennent plus à traverser la couche d'ozone...

Consigne :

Que vois-tu ? Quelle est la couleur dominante sur la planète ?

Imagine comment ce phénomène pourrait arriver.

#### RESUME

Le but de cette séance est de montrer que les objets sombres retiennent davantage la chaleur du soleil, et de comprendre que la fonte de la banquise accélère le changement climatique.

#### OBJECTIFS

Comprendre l'utilité du thermomètre et apprendre à l'utiliser.  
Observer, émettre des hypothèses partant d'un constat.

#### MATERIEL

Pour chaque groupe de 4

2 thermomètres

Au choix :

2 objets noir/blanc : papier, tissus noirs et blancs, eau colorée et grand gobelet, feuilles noires et blanches, colorant alimentaire bleu, lait, encre de Chine

De la laine (ou autre isolant)

Glaçons (1 bac)

4 flacons

Pour la classe

La vidéo de la NASA sur la banquise

La photo de la banquise vue du ciel à projeter

La fiche 11

Schémas (à projeter éventuellement)

Deux ou trois lampes (type lampe de bureau) (ou le Soleil dehors ou par la fenêtre)

#### LEXIQUE

Thermomètre, rayon lumineux



## DÉROULEMENT

## 1. Questionnement initial en groupe classe

L'enseignant donne la fiche 11. Après un temps de lecture. Qu'avez-vous observé ? Que remarquez-vous ? (*la banquise fond...*). Montrer la vidéo de la NASA sur la fonte de la banquise.

**Quelles sont les conséquences ?**

**La fonte des glaces continentales fait monter le niveau des eaux, pas la fonte de la banquise.**

Il pose alors la question :

**Si la fonte de la banquise ne fait pas monter le niveau de l'eau, a-t-elle d'autres conséquences ?**

Chaque élève note sur son cahier ce qu'il pense, puis l'enseignant interroge les élèves et reporte les réponses sur une affiche. *Réponses possibles : extinction des ours polaires, il fait plus chaud parce qu'il n'y a plus de glace...*

L'enseignant attire leur attention sur la couleur de la banquise (il peut projeter la photo de la banquise vue du ciel) :

**Que remarquez-vous ? Qu'est-ce qu'elle a de particulier par rapport à ce qu'il y a autour ?** (*la banquise est de couleur blanche contrairement aux océans et continents qui sont de couleur foncée*)

**Est-ce que cette différence de couleur joue un rôle dans le changement climatique ?**

**Est-ce que la couleur d'un objet joue un rôle sur le fait qu'il se réchauffe plus ou moins au Soleil ?**

Différentes hypothèses sont discutées en classe. Plusieurs enfants diront que la couleur noire attire le soleil. L'enseignant note sur l'affiche les réponses des élèves.

**Est-ce qu'un objet de couleur noire chauffe plus au soleil qu'un objet de couleur claire ?**

## 2. Recherche par groupe (expérimentation)

Consigne

*Imaginez une expérience qui permette de répondre au problème que l'on se pose **Est-ce que la couleur d'un objet joue un rôle sur le fait qu'il se réchauffe plus ou moins au Soleil ?***

*et de tester vos hypothèses.*

Les enfants notent leur protocole expérimental, le matériel dont ils ont besoin et schématisent leur expérience. (cf : [fiche d'expérience](#))

(Ex : avec des T-shirt noir/blanc, avec des objets noir/blanc, avec du papier noir/blanc, avec de l'eau colorée en noir/blanc, glaçons posés sur une feuille noire, glaçons posés sur une feuille blanche)

**Comment sauras-tu si l'un des deux objets est plus chaud que l'autre ?** La plupart des enfants penseront à toucher les deux objets. Mais l'usage du thermomètre est essentiel (placer le thermomètre sous le T-shirt par exemple).

- Cette séance nécessite éventuellement une séance de familiarisation avec le thermomètre

**Note de manipulation**

- Mettre les deux objets de couleur différente au soleil ou sous une lampe de bureau.
- Poser les deux objets **sur un même support**.
- On peut **isoler le support** avec de la laine pour plus de résultat.
- Si les deux objets sont sous une lampe de bureau, vérifier que **l'exposition soit identique**.
- Le thermomètre doit être posé sur le papier, les briques ou les voitures ; placé à l'intérieur des T-shirt ; plongé dans l'eau.
- L'expérience nécessite une **exposition prolongée** (jusqu'à une heure).
- Ne pas hésiter à maximiser l'exposition le plus possible (mettre les objets très proches de la lampe)

Les élèves notent les résultats sur leur fiche d'expérience et finissent de la compléter.



### 3. Mise en commun

Chaque groupe vient ensuite exposer ses résultats. L'enseignant aide ensuite les élèves à mettre en relation ce qu'ils ont vu avec la réalité. Par exemple en posant des questions sur des situations de la vie courante.

Ex : Quand on porte un tee-shirt noir ou qu'on est dans une voiture noire, ressent-on plus la chaleur ?

**Les objets de couleur foncée chauffent plus au soleil que les objets de couleur sombre.**

Vidéos et schémas explicatifs pour expliquer que le blanc réfléchit les rayons lumineux (comme un miroir), alors que le noir les absorbe.

L'enseignant ouvre alors la discussion suivante : ***On a vu que la banquise et les glaces continentales fondaient. D'après ce que nous avons vu, quelles conséquences cela pourrait-il avoir ? Quelle est la différence entre la glace de la banquise et l'eau de l'océan ? L'océan est-il plus clair ou plus foncé que la banquise ?***

L'objectif de la discussion est de parler de la couleur de la glace, elle est blanche et elle réfléchit l'essentiel des rayons lumineux et limitent ainsi l'énergie reçue par l'océan ou le sol au-dessous d'elle (cf schéma).

Quelle est la couleur de l'océan qui est sous la banquise ? Est-il plus clair ou plus foncé que la glace ? Si la banquise disparaît ou diminue, que va-t-il se passer pour la température de l'océan ? (augmentation de la température des océans)

C'est la fonte de la banquise qui est à l'origine de l'accélération du changement climatique au cours des quarante dernières années.

### 4. Conclusion

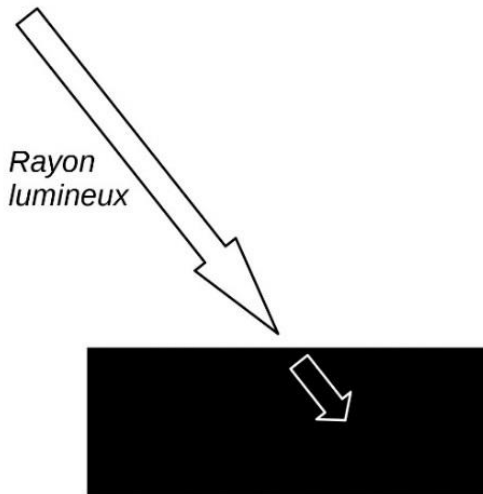
**Les objets de couleur foncée chauffent plus au soleil que les objets de couleur claire.**

**La banquise est une grande surface blanche. Elle réfléchit les rayons lumineux. Si elle disparaît ; l'océan en dessous, qui est une surface plus sombre, sera directement exposé au soleil et se réchauffera encore plus.**

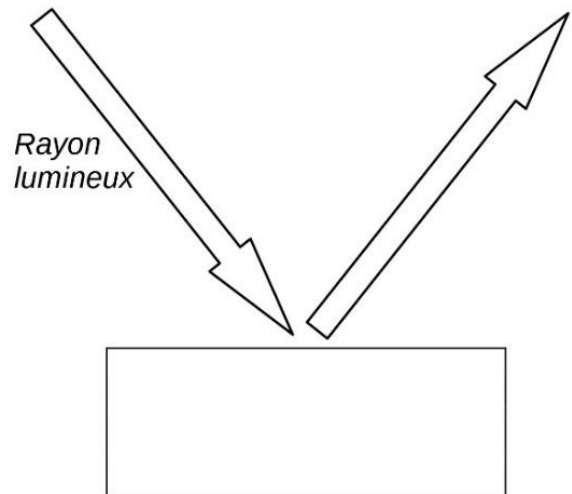
**La fonte des glaciers et des calottes glaciaires aura les mêmes conséquences : en assombrissant la planète, elle contribue à la réchauffer.**

#### Note scientifique

- L'important, ici, est que la banquise soit blanche et agisse comme un miroir : elle renvoie l'essentiel de la lumière qu'elle reçoit. Ce « pouvoir réfléchissant » s'appelle l'albédo (c'est le taux de réflexion de l'objet considéré, le rapport de l'énergie lumineuse qu'il réfléchit sur l'énergie lumineuse qu'il reçoit). La mer, qui a un albédo d'environ 10%, est en effet beaucoup plus sombre (et absorbe donc beaucoup plus d'énergie lumineuse) que la neige fraîche, dont l'albédo vaut plus de 80%.
- Le changement climatique, en faisant régresser les banquises et glaces continentales, diminue l'albédo de la planète. Celle-ci se réchauffe alors de plus en plus, ce qui ne fait qu'accélérer la régression des banquises, calottes polaires, et glaciers : c'est un cercle vicieux.

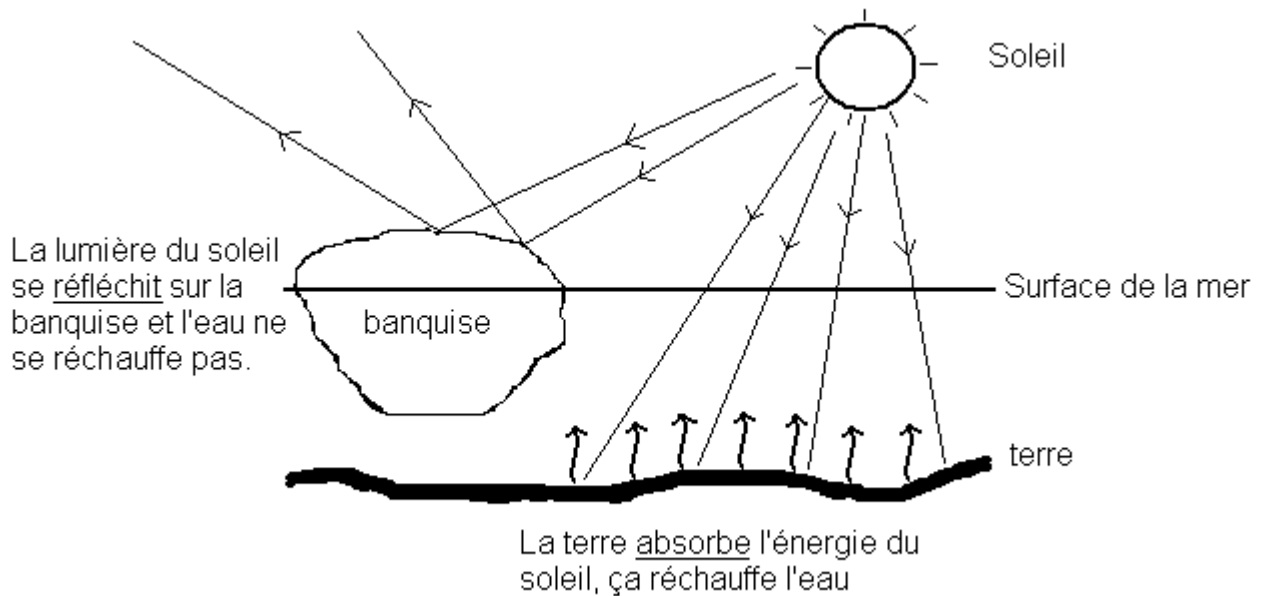


Le rayon est entièrement absorbé par l'objet, qui récupère son énergie, et chauffe



Le rayon est entièrement réfléchi par l'objet qui ne récupère aucune énergie

Couleur et température



Fonte de la banquise et réchauffement des océans

**Prolongement**

Les élèves peuvent aller plus loin et comprendre pourquoi la fonte des glaces va plus vite que prévu. L'industrie et les feux de forêt ont déposé de grandes quantités de suies noires sur la glace du Groenland. La glace est donc de plus en plus foncée. Sous l'effet du rayonnement solaire, ce changement d'albédo accélère grandement la fonte ! À l'opposé, on recouvre également certains glaciers de bâches blanches pour diminuer leur fonte.

## FICHE D'EXPÉRIENCE

But de l'expérience.  
**Que veut-on savoir ?**

Matériel utilisé

*Nous écrivons tout le matériel que nous allons utiliser pour l'expérience.*

Schéma de l'expérience :

*Nous dessinons notre dispositif expérimental en indiquant ce que représente chaque élément du schéma.*

Protocole expérimental :

*Nous écrivons ce que nous allons faire tout au long de l'expérience : nos manipulations, nos mesures...*

Schéma de fin d'expérience :

*Nous dessinons notre dispositif à la fin de l'expérience, en indiquant ce que représente chaque élément du schéma.*

Conclusion : L'expérience permet-elle de répondre à la question que l'on s'est posé ? Quelle est la réponse ?

**Fiche 11 - Séance 3 : couleur et température**

Sources : NASA et National Snow and Ice Data Center

En 40 ans, la superficie de la banquise est passée de 26 à 15 millions de kilomètres carrés. Son épaisseur, qui ne se voit pas sur cette image, a diminué de moitié. Ces dernières années, la fonte s'est accélérée. Si elle continue à ce rythme, il n'y aura plus de banquise d'ici 40 ans.



Sources : NASA et National Snow and Ice Data Center

En 40 ans, la superficie de la banquise est passée de 26 à 15 millions de kilomètres carrés. Son épaisseur, qui ne se voit pas sur cette image, a diminué de moitié. Ces dernières années, la fonte s'est accélérée. Si elle continue à ce rythme, il n'y aura plus de banquise d'ici 40 ans.

*L'océan, ma planète... et moi !* © Fondation La main à la pâte



## SÉQUENCE 3 : QUELLES EN SONT LES ORIGINES ?

### SÉANCE 5 : QU'EST-CE QUE L'EFFET DE SERRE ?

#### INDUCTEUR



Illustration de Walter Molino,  
1957  
Canicule en Italie en juillet  
1957

Consigne :

Que ressentent les personnages ? Justifie. À ton avis, à quel moment de la journée la scène se passe ?

#### RESUME

Le but de cette séance est de comprendre le principe de l'effet de serre et que son augmentation est à l'origine du changement climatique. Les élèves prennent conscience que l'activité humaine peut avoir des conséquences sur les milieux.

#### OBJECTIFS

- Identifier l'augmentation de l'effet de serre comme origine du changement climatique
- Distinguer effet de serre naturel et effet de serre d'origine humaine

#### MATÉRIEL

- Vidéo animation professeur Gamberge + textes
- Vidéo « C'est pas sorcier » : L'effet de serre + conducteur de l'émission
- Fiche 12
- Schéma (à projeter éventuellement)

#### LEXIQUE

- Effet de serre, gaz carbonique, gaz à effet de serre, atmosphère

#### DÉROULEMENT

##### 1. Question initiale en groupe classe :

L'enseignant replace l'activité dans le contexte de ces dernières semaines :

**« Actuellement, la Terre se réchauffe, on appelle ça le changement climatique.**

**Quelles sont les conséquences ? »**

**La fonte des glaces : assombrissement de la planète**

**La fonte des glaces continentales et dilatation des océans : augmentation du niveau des mers, augmentation du nombre d'événements climatiques extrêmes (inondations, sécheresses...).**

**Nous allons essayer d'expliquer ce phénomène, de trouver les causes, les origines.**

**Question : « D'après vous, pourquoi la Terre se réchauffe-t-elle ? »**

**Réponses attendues : Les glaciers et la banquise fondent et du coup la terre n'est plus refroidie.**

*Le Soleil chauffe plus qu'avant. Certains élèves parleront peut-être de l'effet de serre sans savoir expliquer le phénomène. La pollution (fumées d'usines, voitures, CO<sub>2</sub>, etc.). La chaleur ne peut plus s'en aller.*

L'enseignant note les propositions des élèves sur une affiche.

**Question : un jour de Soleil, avez-vous remarqué des endroits, dans la ville, dans la rue ou chez vous, où il fait plus chaud qu'ailleurs ?**

Si les élèves disent qu'il fait plus chaud au Soleil qu'à l'ombre, on leur demandera de réfléchir à des endroits exposés au Soleil.

Réponses attendues : *il fait plus chaud dans la voiture, derrière une vitre, sous une véranda...car le Soleil chauffe plus à travers une vitre. Certains peuvent mentionner les serres.*

Étape facultative :

Demander aux élèves d'expliquer pourquoi il fait plus chaud derrière une vitre et dessiner un schéma au tableau sous leur dictée. Leur demander le trajet du rayon de lumière.

Explications attendues : *il n'y a pas d'air (qui rentre). Pas de courant d'air. Les rayons du Soleil chauffent plus en traversant la vitre. L'air chaud est emprisonné à l'intérieur.*

D'après vous, quel rapport y a-t-il entre ce que nous venons de voir et le réchauffement de la planète ? Dans une voiture/dans une serre, ce sont les vitres qui emprisonnent la chaleur. Sur toute la Terre, qu'est ce qui retient la chaleur et l'empêche de partir vers l'espace ? Il n'y a pas de grand plafond en verre dans le ciel, alors qu'est-ce qui bloque la chaleur ? *Réponses attendues : la pollution, la fumée, les nuages.*

Si l'effet de serre est évoqué, on demandera aux élèves d'explicitier le principe.

Il est probable que cette explication soit encore confuse à ce stade.

#### **Note scientifique**

##### **Qu'est-ce que l'effet de serre ?**

L'énergie solaire qui parvient au sol réchauffe la Terre et se transforme en rayons infrarouges. Comme les vitres d'une serre - d'où le nom donné à ce mécanisme -, des gaz présents dans l'atmosphère (la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone et le méthane, principalement) piège une partie de ces rayons qui tendent à la réchauffer.

Ainsi, sans effet de serre, la température moyenne sur la Terre serait de -18 °C et peu d'eau serait sous forme liquide. Cet effet a donc une influence bénéfique puisqu'il permet à notre planète d'avoir une température moyenne de 15° C.

Il faut bien distinguer les rayons ultraviolets du Soleil, qui arrivent sur la Terre pour la chauffer et qui ne sont pas piégés, des rayons infrarouges émis par la Terre et qui sont, eux, piégés par les gaz à effet de serre.

Voir animation sur le site du CEA : <http://www.cea.fr/multimedia/Pages/videos/culture-scientifique/climat-environnement/webdoc-climat/qu-est-ce-que-l-effet-de-serre.aspx>

#### **Note pédagogique :**

Selon la manière dont les élèves progressent dans la séance, on pourra choisir d'insister ou non sur le terme de « rayons infrarouges ». Deux versions différentes du schéma sont disponibles.

On montrera aux élèves les photos de l'atmosphère terrestre (fichiers présents dans le dossier « séance 5 - CM1-Niveau 1) : <https://www.dropbox.com/sh/3ax3pe6gy21jgw1/AAAPojYSW3PcEeTRvXOOhw7Ka?dl=0>



Et on discutera de la place, de la taille et de la nature de l'atmosphère terrestre : Il s'agit une fine couche qui entoure la Terre dont une partie est composée de gaz (air et CO<sub>2</sub> principalement) et de vapeur d'eau.

## 2. Recherche individuelle :

Vous lisez individuellement le texte 1 (fiche 12).

### **Note scientifique :**

L'atmosphère est composée à 78% de diazote, à 21% de dioxygène, et de nombreux autres gaz dans les 1% restants, dont le CO<sub>2</sub> (0.04%).

## 3. Individuellement ou en petits groupes :

Vous devez vous mettre d'accord pour réaliser un schéma commun sur une affiche A3 (feutre).

Pistes méthodologiques : chacun se met d'accord sur les éléments qui doivent être présents sur le schéma en s'appuyant sur le texte. Puis ils discutent du trajet des rayons (15mn).

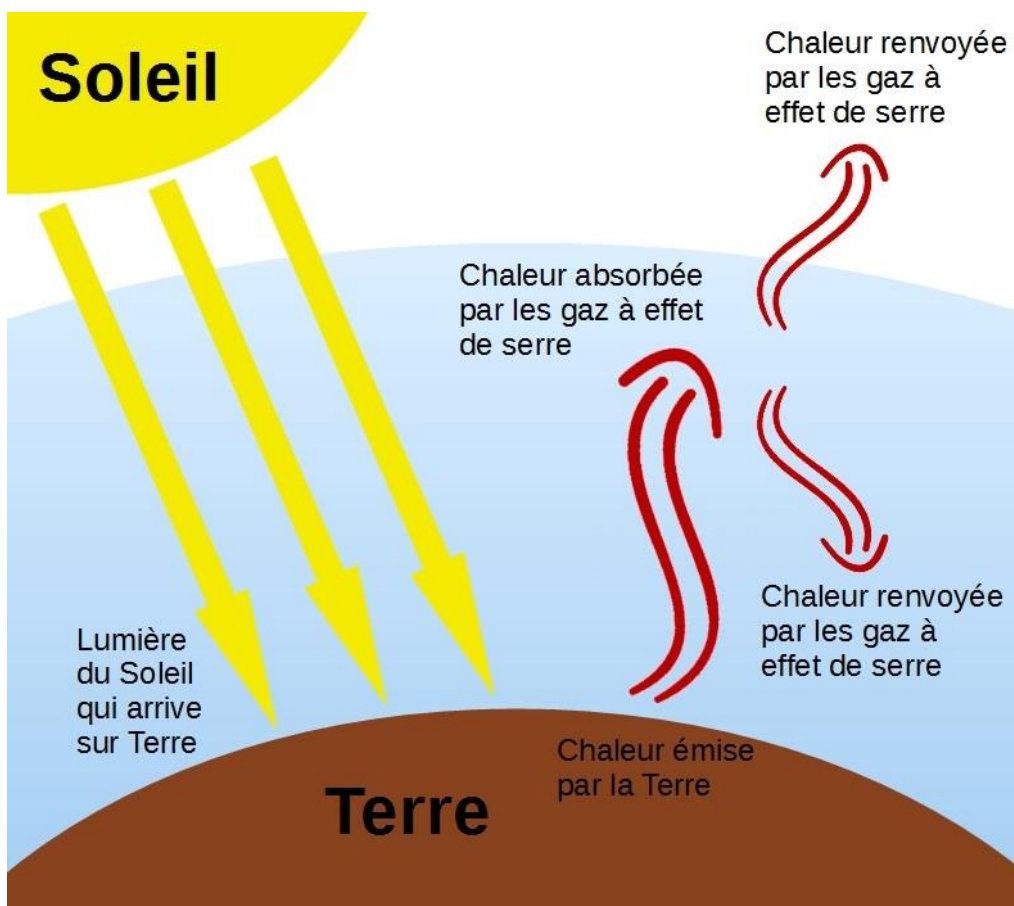
## 4. Mise en commun :

Tous les schémas (6 ou 7 selon les classes) sont affichés au tableau pour les comparer.

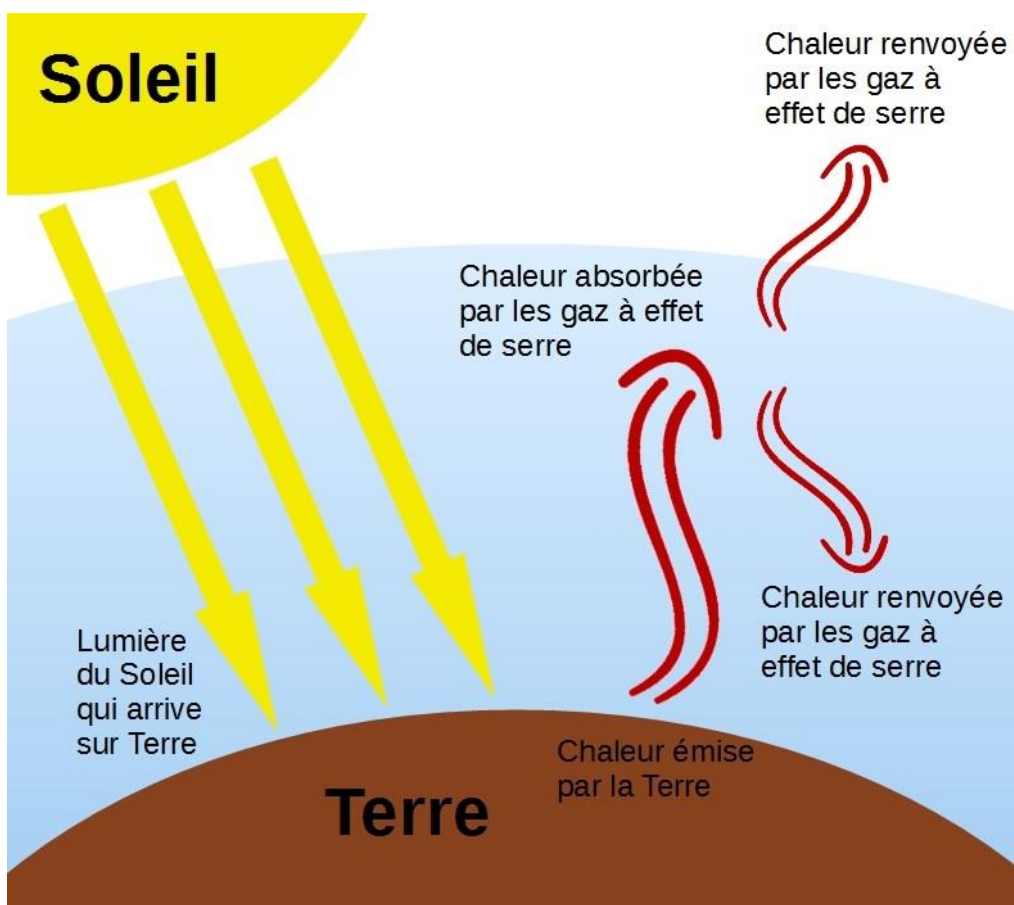
Quels sont les points communs ? Les différences ? Est-ce que tous les éléments sont légendés ?... (se référer au texte)

Le porte-parole de chaque groupe vient présenter et expliquer son schéma.

Qu'avez-vous représenté ? Où est la Terre ? Où est l'atmosphère ?



L'effet de serre



L'effet de serre (version infrarouges)**5. Vidéo**

L'enseignant propose aux élèves de regarder un document vidéo (Le professeur Gamberge) qui doit les aider à comprendre la cause du changement climatique.

Remarque : dans la vidéo, il n'y a pas de distinction entre rayons du Soleil et infrarouges émis par la Terre. On peut demander aux élèves ce qui était présent dans le texte mais qui ne l'est plus dans la vidéo.

Questionnement oral pour préparer la trace écrite : revenir sur la question initiale (pourquoi la Terre se réchauffe ?).

**6. En groupe :**

Les élèves modifient leur premier schéma de l'effet de serre (ou en réalisent un deuxième) expliquant l'effet de serre, après avoir vu la vidéo.

**7. On leur montre pour finir le diaporama ([fichier PPT dans Séance 5 - l'effet de serre](#)) pour structurer les connaissances sur l'effet de serre (EDS).****8. Conclusion et trace écrite :**

**L'effet de serre est un phénomène naturel, qui permet à la Terre de garder une température moyenne clémente de 15°C. Les activités humaines, en rejetant des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, augmente l'effet de serre, ce qui est à l'origine du changement climatique que l'on observe aujourd'hui.**

Si le schéma proposé dans le module est utilisé pour la trace écrite, les élèves peuvent numéroter les différentes étapes (les rayons de lumière arrivent sur Terre, puis la Terre émet des infrarouges, puis ceux-ci sont absorbés, et enfin renvoyés, vers la surface et vers l'espace).

**En prolongement :** Visionnage de l'émission « C'est pas sorcier » sur l'effet de serre. Durée : 26 min.

<https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=KZbcAyIQzkl>

→ Voir conducteur de l'émission dans la fiche annexe (dossier

Remarque : on ne visionnera pas la dernière partie de l'émission car elle propose des pistes pour réduire la production de gaz à effet de serre, qui seront abordées plus tard.

Le climat se réchauffe : Quelles conséquences pour la planète ? – durée : 6 min environ

**Prolongement :** Sur le cahier d'expérience, recherchez à la maison des images illustrant les activités humaines responsables du changement climatique. Listez ces activités.



## CONDUCTEUR DE L'EMISSION « C'EST PAS SORCIER » SUR L'EFFET DE SERRE

### 1. Intro

Fred, Jamy et Sabine : Il fait froid mais on parle du changement climatique. C'est à cause de l'effet de serre.

### 2. L'effet de serre : un phénomène naturel que l'homme dérègle

Sabine :

On parle beaucoup du changement climatique. Principal accusé : l'effet de serre ou plus précisément les gaz à effet de serre.

Atmosphère sous surveillance (Météo France).

Il fait 15°C en moyenne sur la Terre. Sans l'effet de serre, il ferait -18°C.

À la demande de Sabine, Jamy explique de principe de l'effet de serre.

(Couverture chauffante, le Soleil émet différents rayonnements,...)

Commentaire off à 3' 25 : variation de la distance de la Terre au Soleil et variation de l'inclinaison de la Terre sont responsables du réchauffement ou du refroidissement de notre planète.

Nous sommes dans période interglaciaire.

Jamy :

La vapeur d'eau est le principal gaz à effet de serre naturel.

Jusqu'à présent, il y avait un équilibre entre la consommation et le rejet de dioxyde de carbone par les végétaux.

Aujourd'hui, cet équilibre est rompu car l'homme rejette plus de CO<sub>2</sub> que la nature ne peut en absorber.

(Chiffres à l'appui : 7 gigatonnes = 7.000.000.000 tonnes de CO<sub>2</sub> par an rejetées par l'homme).

Conséquences : depuis 1850, la t° globale a augmenté de 0,6°C

Jamy énumère les différents gaz à effet de serre et leurs propriétés.

- Le plus important en quantité : le CO<sub>2</sub> (durée de vie dans l'atmo. : 100 ans)
- Le méthane a une durée de vie plus courte (12 ans) mais absorbe davantage les infrarouges
- Les CFC (chlorofluorocarbone) moins nombreux retiennent 20.000 fois plus les infrarouges que le CO<sub>2</sub> et ont une durée de vie de 50.000 ans !!!

### 3. Le climat se réchauffe : Quelles conséquences pour la planète ? 11' 26

Les continents se réchauffent plus que les océans.

Parmi les conséquences : la montée des eaux (dilatation des océans), disparition de certaines îles et côtes → déplacement de populations, maladies, prolifération de certains insectes, récoltes affectées → famines, etc.

Jamy :

Vers un bouleversement général du climat.

Jamy explique le principe de l'évaporation et de la condensation (maquette).

Le changement climatique aura un impact sur les précipitations avec une accentuation des phénomènes (plus de pluies à l'équateur – zones humides - et encore plus de sécheresse dans les zones désertiques).

Plus de pluie au nord de l'Europe.

Baisse des t° (effet du Gulf Stream ralenti).

### 4. Comment limiter les dégâts ? 17' 36

Réduire les émissions de gaz à EDS.

Énergies renouvelables, nouveaux équipements dans les usines, comportements individuels et collectifs, ...

A l'aide du texte ci-dessous, réalise un schéma du mécanisme de l'effet de serre.

**L'effet de serre : un phénomène naturel**

La Terre est entourée d'une mince couche de gaz appelée l'«atmosphère». Quand la lumière du Soleil arrive sur la Terre, la Terre chauffe et renvoie une partie de sa chaleur vers l'espace. Sans atmosphère, cette chaleur serait perdue. Mais grâce à elle, une partie est récupérée et renvoyée sur la Terre, ce qui la réchauffe. Ce mécanisme naturel s'appelle l'«effet de serre» et les gaz de l'atmosphère qui piègent la chaleur s'appellent des «gaz à effet de serre».

A l'aide du texte ci-dessous, réalise un schéma du mécanisme de l'effet de serre.

**L'effet de serre : un phénomène naturel**

La Terre est entourée d'une mince couche de gaz appelée l'«atmosphère». Quand la lumière du Soleil arrive sur la Terre, la Terre chauffe et renvoie une partie de sa chaleur vers l'espace. Sans atmosphère, cette chaleur serait perdue. Mais grâce à elle, une partie est récupérée et renvoyée sur la Terre, ce qui la réchauffe. Ce mécanisme naturel s'appelle l'«effet de serre» et les gaz de l'atmosphère qui piègent la chaleur s'appellent des «gaz à effet de serre».

A l'aide du texte ci-dessous, réalise un schéma du mécanisme de l'effet de serre.

**L'effet de serre : un phénomène naturel**

La Terre est entourée d'une mince couche de gaz appelée l'«atmosphère». Quand la lumière du Soleil arrive sur la Terre, la Terre chauffe et renvoie une partie de sa chaleur vers l'espace. Sans atmosphère, cette chaleur serait perdue. Mais grâce à elle, une partie est récupérée et renvoyée sur la Terre, ce qui la réchauffe. Ce mécanisme naturel s'appelle l'«effet de serre» et les gaz de l'atmosphère qui piègent la chaleur s'appellent des «gaz à effet de serre».

## SÉQUENCE 3 : LES ORIGINES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

## SÉANCE 6 : EN QUOI L'HOMME EST-IL RESPONSABLE DU RECHAUFFEMENT ?

## INDUCTEUR



*L'influence de l'homme sur le climat*  
Illustration de John Schoenberg pour le magazine AnalogScience Fact, science-fiction, 1962

Consigne :

À comparer avec la main de Dieu dans Michel-Ange. Cherche un titre pour cette image

## RESUME

Mettre en évidence l'impact de l'activité humaine sur le changement climatique.

## OBJECTIFS

- Constater la corrélation entre les émissions de gaz à effet de serre et l'augmentation de la température
- Comprendre que les activités humaines sont responsables de l'augmentation de l'effet de serre et donc du changement climatique.

## MATÉRIEL

Pour chaque élève

- Les fiches 13 et 14 composées de deux tableaux et deux graphiques à photocopier

## LEXIQUE

- Révolution industrielle

## DÉROULEMENT

- Formuler une hypothèse et la valider
- Situer dans l'espace un lieu ou un ensemble géographique (lire et se repérer sur un planisphère)
- Utiliser des données numériques et passer d'une représentation à une autre
- Approcher la proportionnalité dans une situation concrète
- Être capable de communiquer et de travailler en équipe

## COMPÉTENCES

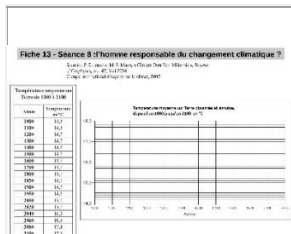
- Traiter une information complexe comprenant du texte, des images, des schémas, des tableaux...
- Lire, interpréter et construire quelques représentations : diagrammes, graphiques
- Prendre en considération les progrès techniques, les transformations économiques et sociales
- Savoir que l'activité humaine peut avoir des conséquences sur les milieux.

## 1. La question initiale

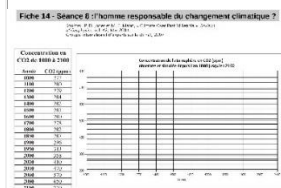
L'enseignant et les élèves reviennent sur les conclusions des séances précédentes : l'effet de serre est responsable du changement climatique et le gaz carbonique est un gaz à effet de serre. Il y a un effet de serre naturel, auquel nous ne pouvons rien, et un effet de serre artificiel, dû aux activités humaines.

Le maître pose alors la question : *Comment se fait-il que les activités humaines soient responsables de cet effet de serre ?* de façon à orienter la discussion vers les émissions de gaz à effet de serre (et en particulier de gaz carbonique). *Comment se fait-il que nous émettions des gaz à effet de serre ? D'où cela vient-il ? Et depuis quand ?*

### 2. Recherche (étude documentaire)



Fiche 13



Fiche 14

L'enseignant distribue à chaque élève une photocopie des fiches 13 et 14, qui comporte deux tableaux et deux graphiques vierges. La moitié des élèves travaille sur l'évolution de la température moyenne depuis mille ans (fiche 13), tandis que l'autre moitié travaille sur l'évolution de la concentration en CO2 de l'atmosphère depuis mille ans (fiche 14).

Ils doivent chacun construire la courbe qui montre l'évolution de la température ou du CO2 depuis l'an 1000 jusqu'à aujourd'hui (données mesurées) et même jusqu'à 2100 (données simulées).

L'enseignant peut faire remarquer aux élèves que les données présentées dans ces tableaux n'ont pas toutes le même statut : certaines sont des mesures directes, d'autres ont été déduites d'analyses a posteriori, et d'autres encore sont des prévisions basées sur des modèles climatiques.

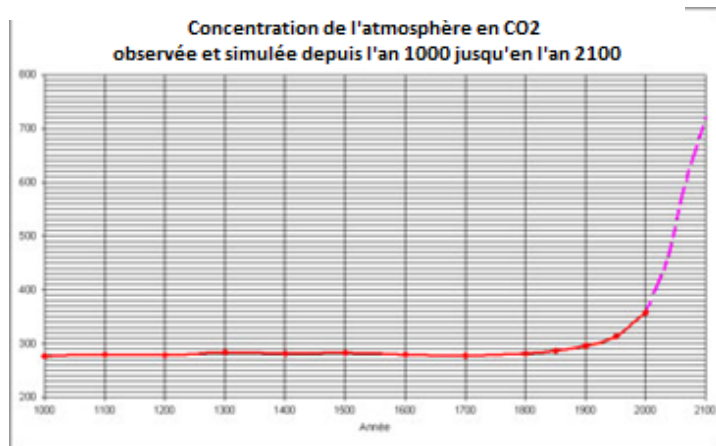
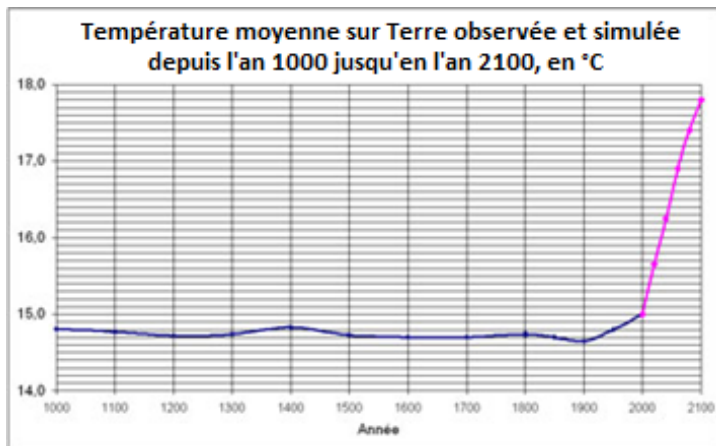
#### Note pédagogique

Suivant l'expérience acquise par les élèves, on pourra leur faire construire le graphique entièrement (que mettre sur les axes ? Quelles échelles choisir ?) ou, au contraire, leur donner un graphique déjà construit (mais sans la courbe !) et leur demander simplement d'y placer les points et de tracer la courbe.

Vous trouverez dans les fiches de cette séance des graphiques déjà préparés, avec des échelles simples : deux grands carreaux pour 100 ans, 1 carreau moyen pour 0.1°C, et un petit carreau pour 5ppm (les concentrations en CO2 ont été arrondies pour ne tomber que sur des multiples de 5ppm).

### 3. Mise en commun

Plusieurs élèves viennent afficher leur courbe de température ou de CO2 au tableau et la discussion s'engage sur la forme de ces deux courbes. Très facilement, les élèves constatent que les deux courbes sont semblables (elles « s'emboîtent ») : une augmentation du taux de gaz carbonique dans l'atmosphère s'accompagne d'une augmentation de la température moyenne sur la Terre.

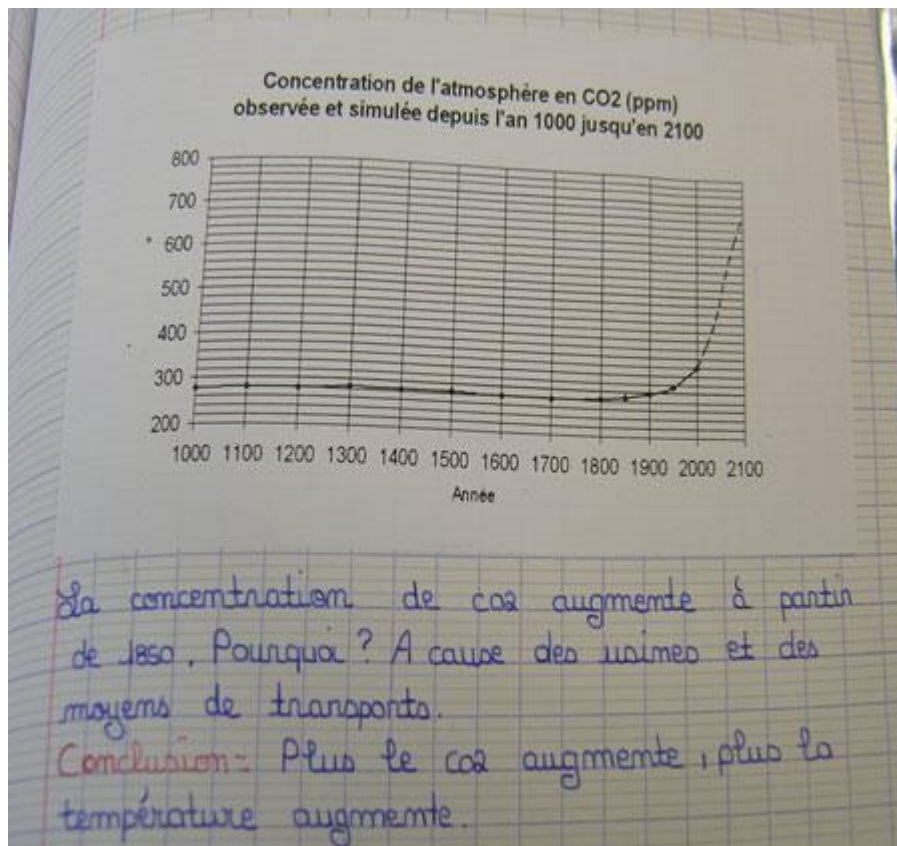


En soi, le fait que les deux valeurs (température et concentration en gaz à effet de serre) soient corrélées ne prouve pas que l'une soit la cause de l'autre. À l'école primaire, nous nous contenterons cependant de cette observation,



car les mécanismes physiques et les modèles sont hors de portée des élèves. Cette observation apparaît ici comme une confirmation de ce qui a été vu à la séance précédente : le CO<sub>2</sub> est bien un gaz à effet de serre : plus il y en a dans l'atmosphère, plus celle-ci se réchauffe.

Le maître questionne alors les élèves collectivement : *Depuis quand l'augmentation de la température (ou des gaz à effet de serre, ce qui revient au même) se manifeste-t-elle ?* Qu'il s'agisse de l'une ou de l'autre courbe, c'est depuis environ un siècle que cela « décolle ». *Pourquoi à cette période ? Que s'est-il passé entre 1800 et 1900 ?* L'objectif est de lancer une discussion collective sur les changements liés à la révolution industrielle : apparition des machines à vapeur (qui brûlent du charbon et émettent du gaz carbonique), puis du moteur à explosion et de toute l'industrie basée sur le pétrole (usines, voitures, chauffage, centrales électriques...).



Trace écrite d'un élève de CM2 (classe de Muriel Levresse, Strasbourg).

#### Note scientifique :

- Les activités humaines émettent de plus en plus de gaz à effet de serre, et ce pour deux raisons : d'une part parce que nos modes de vie changent (nous utilisons de plus en plus de pétrole, de charbon... et donc nous émettons, par habitant, de plus en plus de gaz à effet de serre) et d'autre part parce que nous sommes de plus en plus nombreux (la population a très fortement augmenté au cours du XX<sup>e</sup> siècle). L'arrière-plan scientifique revient en détail sur ces deux aspects.

- « ppm » (qui veut dire « partie par million ») désigne le pourcentage de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, multiplié par 10 000 (exemple : en l'an 2000, « 358 ppm » signifie qu'il y a 0.0358% de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère).

#### Prolongement

Faire un parallèle, sur la même période de temps, entre l'histoire « humaine » (population mondiale, grands événements, révolution industrielle...) et l'histoire du climat (quantité de gaz carbonique, température moyenne sur la Terre, petit âge glaciaire entre le XVI<sup>e</sup> et le XIX<sup>e</sup> siècle et, évidemment, le réchauffement récent).

#### Prolongement multimédia

L'animation interactive « Le cycle du carbone » montre les différents mécanismes, naturels ou artificiels, qui émettent du carbone ou l'absorbent. Cette animation peut être utilisée pour montrer que la quantité de gaz carbonique dans

l'atmosphère est le fruit d'un équilibre. Si l'homme perturbe cet équilibre (en produisant plus qu'il n'élimine de gaz carbonique), il augmente la quantité de gaz carbonique dans l'atmosphère... et cause ainsi un effet de serre artificiel responsable du changement climatique.

## Fiche 13 - Séance 8 : l'homme responsable du changement climatique ?

Sources : P. D. Jones et M. E. Mann, « Climate Over Past Millennia », *Reviews of Geophysics*, vol. 42, Mai 2004.

Groupe international d'experts sur le climat, 2007

Température moyenne sur Terre de 1000 à 2100	
Année	Température en °C
1000	14,8
1100	14,8
1200	14,7
1300	14,7
1400	14,8
1500	14,7
1600	14,7
1700	14,7
1800	14,7
1850	14,7
1900	14,7
1950	14,8
2000	15,0
2020	15,7
2040	16,3
2060	16,9
2080	17,4
2100	17,8

Température moyenne sur Terre de 1000 à 2100	
Année	Température en °C
1000	14,8
1100	14,8
1200	14,7
1300	14,7
1400	14,8
1500	14,7
1600	14,7
1700	14,7
1800	14,7
1850	14,7
1900	14,7
1950	14,8
2000	15,0
2020	15,7
2040	16,3
2060	16,9
2080	17,4
2100	17,8

Température moyenne sur Terre de 1000 à 2100	
Année	Température en °C
1000	14,8
1100	14,8
1200	14,7
1300	14,7
1400	14,8
1500	14,7
1600	14,7
1700	14,7
1800	14,7
1850	14,7
1900	14,7
1950	14,8
2000	15,0
2020	15,7
2040	16,3
2060	16,9
2080	17,4
2100	17,8

Température moyenne sur Terre de 1000 à 2100	
Année	Température en °C
1000	14,8
1100	14,8
1200	14,7
1300	14,7
1400	14,8
1500	14,7
1600	14,7
1700	14,7
1800	14,7
1850	14,7
1900	14,7
1950	14,8
2000	15,0
2020	15,7
2040	16,3
2060	16,9
2080	17,4
2100	17,8

## Fiche 14 - Séance 8 : l'homme responsable du changement climatique ?

Sources : P. D. Jones et M. E. Mann, « Climate Over Past Millennia », *Reviews of Geophysics*, vol. 42, Mai 2004.  
Groupe international d'experts sur le climat, 2007

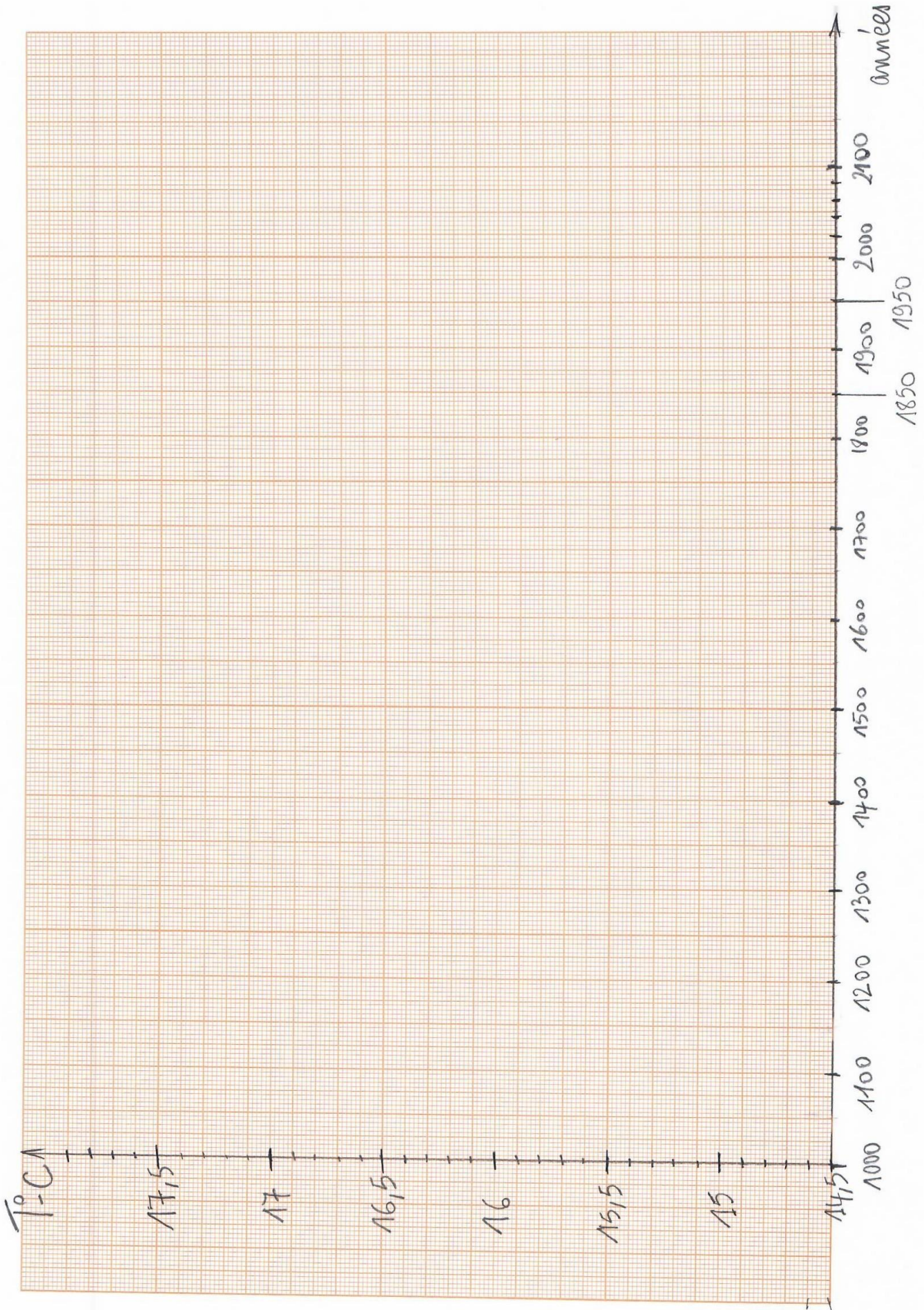
<u>Concentration en CO2 de 1000 à 2100</u>	
Année	CO2 (ppm)
1000	275
1100	280
1200	280
1300	285
1400	280
1500	285
1600	280
1700	280
1800	280
1850	285
1900	295
1950	315
2000	360
2020	410
2040	470
2060	570
2080	650
2100	720

<u>Concentration en CO2 de 1000 à 2100</u>	
Année	CO2 (ppm)
1000	275
1100	280
1200	280
1300	285
1400	280
1500	285
1600	280
1700	280
1800	280
1850	285
1900	295
1950	315
2000	360
2020	410
2040	470
2060	570
2080	650
2100	720

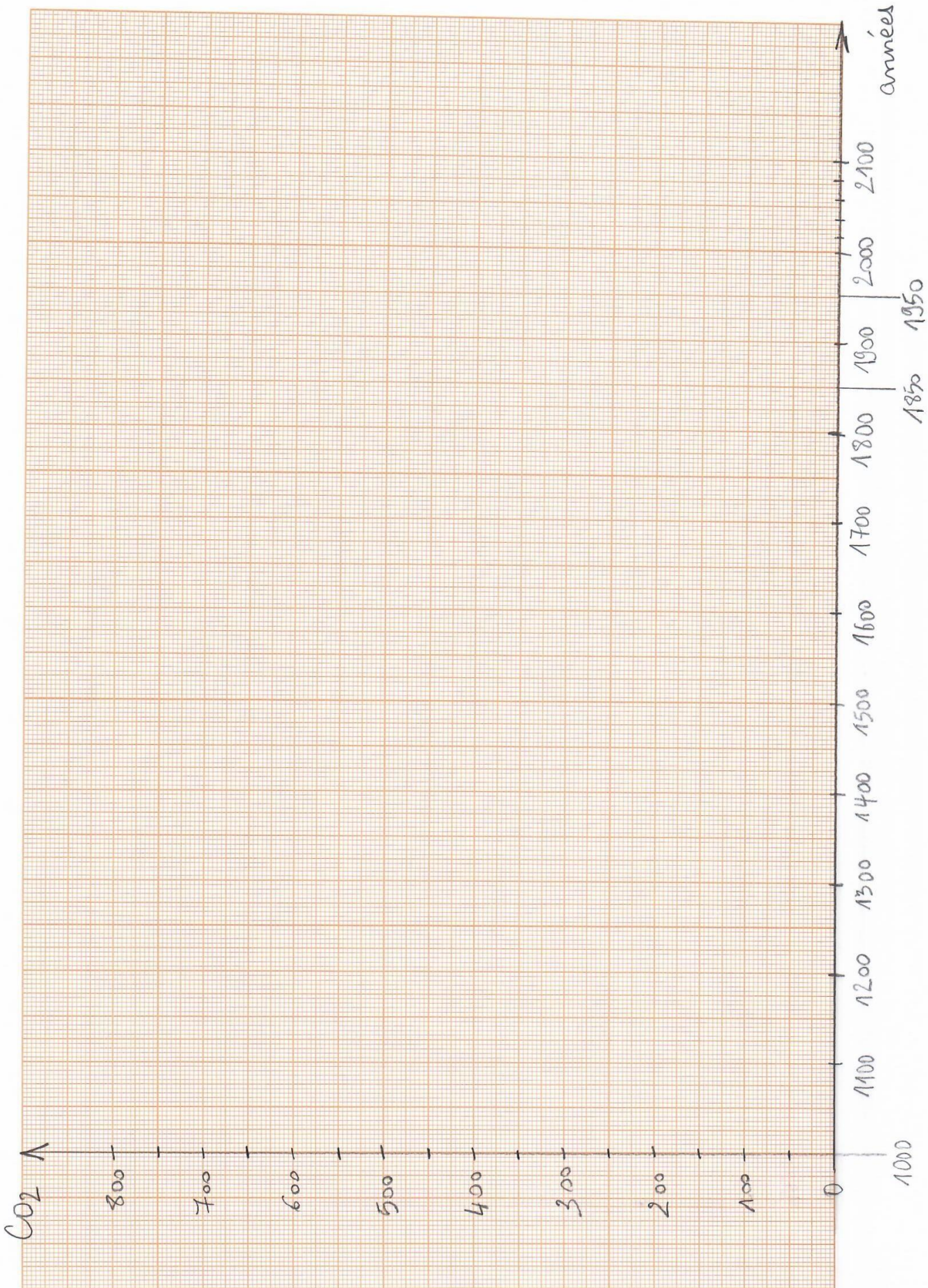
<u>Concentration en CO2 de 1000 à 2100</u>	
Année	CO2 (ppm)
1000	275
1100	280
1200	280
1300	285
1400	280
1500	285
1600	280
1700	280
1800	280
1850	285
1900	295
1950	315
2000	360
2020	410
2040	470
2060	570
2080	650
2100	720

<u>Concentration en CO2 de 1000 à 2100</u>	
Année	CO2 (ppm)
1000	275
1100	280
1200	280
1300	285
1400	280
1500	285
1600	280
1700	280
1800	280
1850	285
1900	295
1950	315
2000	360
2020	410
2040	470
2060	570
2080	650
2100	720











## SÉQUENCE 4 : COMMENT PEUT-ON EN PRENDRE CONSCIENCE ?

### SÉANCE 7 : CALCULER SON EMPREINTE CARBONE (1) + DEBAT

Une fois que sont assimilés les enjeux et les conséquences du changement climatique sur les océans et la cryosphère, il ne reste plus qu'une étape avant de passer à l'action : accepter que nous sommes responsables de ce qu'il se passe. C'est l'objectif de cette dernière séquence, qui précède la partie « Agir ». Les élèves découvriront quelle est leur part de responsabilité, celle de leur famille et de leur pays, ainsi que leur degré d'exposition et de vulnérabilité face au changement climatique. Ils apprendront que les inégalités sociales sont inhérentes au changement climatique et étudieront le concept de justice climatique. Enfin, ils découvriront que, partout dans le monde, de nombreuses personnes agissent déjà pour atténuer ce changement et s'y adapter, et pourront décider de ce qu'ils peuvent faire à leur échelle. Cette séquence est profondément ancrée dans les sciences sociales et a pour but d'inciter les élèves à réfléchir au-delà des questions cantonnées aux incidences du changement climatique sur l'environnement et à ses capacités de survie.

#### RÉSUMÉ

Les élèves calculent leur bilan carbone et débattent de ce qu'ils peuvent faire pour réduire leur empreinte.

#### OBJECTIFS

-

#### IDÉES À RETENIR

- Chacun d'entre nous a une empreinte carbone ; cependant, nous pouvons atténuer les effets du changement climatique en réduisant nos émissions individuelles de gaz à effet de serre
- Chaque pays et chaque individu a une empreinte carbone différente

#### MATERIEL

- Ordinateurs (au moins 1 pour 2 élèves)
- <https://www.oce.global/animations/CarbonFootprint-final/footprint.html>
- Fiche E1.1

#### LEXIQUE

- Empreinte carbone, émissions de gaz à effet de serre

#### DEROULEMENT

##### 1. La question initiale

Expliquez que pour réduire nos émissions de gaz à effet de serre, il est nécessaire de comprendre quels sont, parmi nos comportements quotidiens, ceux qui génèrent les émissions les plus importantes. C'est pourquoi nous devons calculer notre « empreinte carbone ».

Pour commencer la leçon, vous pouvez vous servir de la FICHE E1.1 pour débattre autour des différentes quantités de gaz à effet de serre émis, selon eux, par leurs différentes activités du quotidien. Puisqu'ils ne connaîtront probablement pas cet exercice, vous pouvez commencer par leur dire qu'une voiture émet 20 kg d'éq. CO<sub>2</sub> tous les 100 km.

Expliquez le but de cette activité et la nécessité de répondre honnêtement à toutes les questions (il ne s'agit pas d'une course pour savoir « qui émet le moins de carbone », mais d'un outil leur permettant de comprendre comment agir à leur échelle).

**Note scientifique :**

L'empreinte carbone est généralement définie comme la quantité totale des émissions de CO<sub>2</sub> et autres gaz d'une entité, d'une personne, d'un pays, d'une activité ou d'un produit et est exprimée en kilogrammes d'équivalent CO<sub>2</sub> (éq CO<sub>2</sub>). L'éq CO<sub>2</sub> est une mesure basée sur le potentiel de Réchauffement Global de chaque gaz à effet de serre qui sert à exprimer la quantité de CO<sub>2</sub> nécessaire pour produire le même réchauffement que ce gaz. Dans le cas d'un produit par exemple, l'éq CO<sub>2</sub> mesure l'effet des différents gaz à effet de serre émis pendant tout le cycle de vie de ce produit, depuis la phase de production en passant par le transport et l'utilisation jusqu'à la phase d'élimination/recyclage. Calculer votre empreinte carbone vous permettra, à vous ainsi qu'aux camarades de votre groupe, d'identifier quelles activités produisent le plus d'éq CO<sub>2</sub> et, ainsi, lesquelles doivent être ciblées en priorité. L'objectif est d'avoir une idée générale de chacune de vos contributions relatives à l'empreinte carbone, plutôt qu'une évaluation précise de celles-ci, afin d'identifier les plus importantes sur lesquelles agir.

## 2. Questionnaire

Laissez les élèves remplir le questionnaire en ligne et discuter en groupes.

Comparez les résultats et discutez des actions à mener pour réduire l'empreinte carbone des individus, des écoles, des familles, etc. Distribuez la FICHE E1.1 à chaque élève afin qu'ils la ramènent chez eux et en discutent avec leurs famille et amis.

**Conclusion**

Comparez l'empreinte carbone moyenne de la classe et l'empreinte carbone moyenne des différents pays. Discutez du besoin de réduire les émissions de carbone à l'échelle mondiale et questionnez la responsabilité des pays où les émissions de carbone par tête sont plus élevées. Ces pays émetteurs doivent prioritairement mettre en œuvre de mesures d'atténuation visant à réduire leurs émissions, tandis que d'autres pays peuvent se concentrer plutôt sur l'adaptation.

**Note pédagogique :**

L'empreinte carbone ne mesure qu'un seul des nombreux impacts, à savoir nos émissions de gaz à effet de serre, que nous avons sur l'environnement. Les élèves doivent prendre conscience des autres impacts environnementaux liés aux biens et aux services que nous utilisons. Des arbres ont-ils été abattus ou des polluants ont-ils été relâchés pour fabriquer tel produit alimentaire ou tel autre produit ? Les agriculteurs ont-ils été rémunérés de manière équitable ?



## FICHE E1.1

### ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> MOYENNES GÉNÉRÉES PAR...

#### LES ORDINATEURS<sup>1</sup>

- Un ordinateur de bureau utilisé 8 heures par jour produit 175 kg de CO<sub>2</sub> / an
- Un ordinateur portable utilisé 8 heures par jour produit entre 44 et 88 kg de CO<sub>2</sub> / an
- Un ordinateur en mode veille consomme 1/3 de la consommation d'un ordinateur allumé

#### INTERNET<sup>2,3</sup>

- Un courriel avec une pièce-jointe d'1 Mo émet 20 g de CO<sub>2</sub>, équivalant à une ampoule de 60 W utilisée pendant 25 minutes
- Un courriel (texte uniquement, sans pièce-jointe) émet 4 g de CO<sub>2</sub>
- Un message texte via le réseau de téléphonie mobile (SMS) produit 0,002 g de CO<sub>2</sub>
- Un message texte via Internet (réseaux sociaux) produit 4 g de CO<sub>2</sub>
- Une personne qui navigue sur Internet et fait 2,6 recherches par jour émet environ 10 kg de CO<sub>2</sub>/an

#### LES TRANSPORTS<sup>4</sup>

- Une voiture émet 20 kg de CO<sub>2</sub> / 100 km / passager
- Un avion émet 10 kg de CO<sub>2</sub> / 100 km / passager
- Un scooter émet 8,4 kg de CO<sub>2</sub> / 100 km / passager
- Un bus émet 10 kg de CO<sub>2</sub> / 100 km / passager
- Un train émet de 0,6 à 4 kg de CO<sub>2</sub> / 100 km / passager

#### LA NOURRITURE<sup>5</sup>

- 1 kg de bœuf = 20 kg de CO<sub>2</sub> émis
- 1 kg de poulet = 6,2 kg de CO<sub>2</sub> émis
- 1 kg de bœuf brésilien consommé en Europe = 335 kg de CO<sub>2</sub> émis
- 1 kg de patates = 0,08 kg de CO<sub>2</sub> émis

#### UNE TONNE DE CO<sub>2</sub> ÉQUIVAUT À<sup>6</sup>

- 1 vol aller/retour entre Pékin (Chine) et Moscou (Russie) pour une personne
- près de 10 vols aller/retour entre Buenos Aires et Cordoue (Argentine) pour une personne
- 5 000 km parcourus en voiture
- La consommation moyenne d'une personne vivant en France durant une année pour son installation de chauffage
- Un arbre séquestrera 1 tonne de CO<sub>2</sub> au cours de sa vie

Note : Pour simplifier, les émissions de carbone sont ici exprimées en kg de CO<sub>2</sub>. Les scientifiques mesurent en réalité les émissions en unités de CO<sub>2</sub>-eq, qui tient compte à la fois du pouvoir réchauffant du CO<sub>2</sub>, mais aussi de celui des autres gaz à effet de serre.

## SÉQUENCE 4 : COMMENT PRENDRE CONSCIENCE ?

### SÉANCE 8 : DÉBAT SUR LA JUSTICE CLIMATIQUE

#### RÉSUMÉ

Les élèves débattent autour de la problématique de justice climatique.

#### OBJECTIFS

- Être capable de mobiliser ses connaissances pour argumenter
- Prendre en compte et accepter les opinions divergentes
- ...

#### IDÉES À RETENIR

- Tous les pays n'émettent pas la même quantité de gaz à effet de serre et n'ont pas la même vulnérabilité face aux effets du changement climatique.
- Les pays les plus riches sont les principaux émetteurs de gaz à effet de serre.
- Les sécheresses, les tempêtes et les inondations exacerbées par le changement climatique affectent principalement les habitants des pays en voie de développement, qui ont le moins contribué au changement climatique.
- La majorité des habitants de la planète vit dans des pays qui connaissent un développement rapide ; cela aura des conséquences sur les futures émissions de gaz à effet de serre.
- On observe une prise de conscience croissante quant à l'urgence d'agir à grande échelle pour limiter le changement climatique et protéger les plus vulnérables.
- La science peut expliquer les origines et les mécanismes du changement climatique, mais ce sont les choix de chaque citoyen et les législations des pays qui font réellement la différence.

#### MATÉRIEL

- Documents préparés en lien avec la question qui a été choisie (voir point 3 du « Déroulement » ci-dessous)
- Magnétophone (éventuellement)
- Un « bâton de parole »

#### LEXIQUE

- Responsabilité, vulnérabilité, inégalité, justice climatique

#### CONSEIL A L'ENSEIGNANT

Cette séance est présentée sous la forme d'un « atelier philosophique ». Dans la mesure du possible, n'intervenez pas trop durant la séance pour ne pas orienter la discussion. L'objectif n'est pas de parvenir à une conclusion spécifique ou de distinguer le vrai du faux, mais plutôt de faire prendre conscience aux élèves de la difficulté des dilemmes auxquels notre société est confrontée.

Dans ce contexte, la science et les faits nourrissent la réflexion, mais ce sont les choix moraux ou éthiques qui permettent à chacun de se forger sa propre opinion. L'organisation du débat vise à faciliter la liberté d'expression. La question qui ouvre le débat doit être choisie en fonction du contexte local, des événements actuels, etc. Les questions que nous proposons ne sont que des exemples.



**EN AMONT DE LA SÉANCE**

1. Préparez les documents en lien avec la question qui a été choisie.
2. Disposez toutes les chaises de la classe en cercle sans les tables.

**INTRODUCTION**

Nous avons acquis des connaissances sur l'effet de serre et les conséquences du changement climatique. Nous avons vu que de nombreux services écosystémiques dont nous dépendons pourraient être bouleversés. Nous allons maintenant réfléchir aux éventuelles conséquences du point de vue de la justice sociale.

**DÉROULEMENT**

1. Les élèves s'assoient en cercle. Vous restez en dehors du cercle.
2. Expliquez aux élèves les règles du débat philosophique :
  - Un bâton de parole circulera d'élève en élève. Chaque élève a le droit de présenter ses réflexions sur la question qui sera posée, mais seulement lorsqu'il a le bâton en main.
  - Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse.
  - Personne n'a le droit de parler en même temps que celui/celle qui tient le bâton.
  - Personne n'a le droit de juger ou de se moquer de celui/celle qui parle. Chacun est tenu d'écouter et de respecter les idées des autres.
  - Personne n'est obligé de parler quand son tour arrive. L'élève peut simplement passer le bâton s'il/elle ne souhaite pas prendre la parole.
  - Vous pouvez enregistrer les réponses (optionnel).
3. L'enseignant choisit l'une des problématiques suivantes (choisissez une seule question, celle qui semble la plus pertinente pour votre classe) :
  - *Est-ce que nous devrions accueillir des réfugiés climatiques d'autres pays ?*
  - *Les pays développés devraient-ils payer davantage pour atténuer le changement climatique que les pays en voie de développement, même si aujourd'hui, certains pays en voie de développement émettent plus de gaz à effet de serre ?*
  - *Pourquoi devrions-nous agir ? N'est-ce pas aux gouvernements ou aux entreprises de faire quelque chose plutôt qu'à nous ?*
  - *Pourquoi devrions-nous faire un effort si d'autres, pays ou individus, ne sont pas prêts à y consentir eux-mêmes ?*
  - *Lutter contre le changement climatique implique des changements importants dans notre mode de vie. Ces changements ne vont-ils pas entraîner des problèmes sociaux encore plus graves ?*
  - *Pourquoi devrions-nous payer pour les conséquences d'actions de nos parents et grands-parents ?*
4. Écrivez la question au tableau et lancez la discussion. Donnez le bâton de parole à un élève qui souhaite s'exprimer sur la question et demandez-lui de partager ses réflexions sur le sujet. Lorsque le bâton a fait un tour complet, demandez aux élèves qui n'ont pas parlé s'ils veulent le faire. Tout au long du débat, l'enseignant notera les réflexions des élèves.
5. Demandez aux élèves s'ils veulent donner leur opinion sur la façon dont s'est déroulé l'exercice : chacun a-t-il été entendu et respecté ? Était-ce un exercice difficile ? Les opinions étaient-elles intéressantes ?
6. (Optionnel) Faites écouter les enregistrements aux élèves et dites-leur ensuite de relever tous les arguments pour et contre mentionnés. Écrivez-les au tableau.

7. Distribuez les documents que vous avez préparés à chaque élève. Au regard de la précédente discussion, quels arguments dans les documents confortent ou réfutent chaque point de vue ?

### CONCLUSION

Terminez la séance en demandant aux élèves : *En réfléchissant à ce que vous avez appris autour de la responsabilité et de la vulnérabilité face au changement climatique, pensez-vous que le changement climatique soit « juste » ?* Les questions de la richesse, des émissions de gaz à effet de serre et des différences d'exposition aux conséquences climatiques devraient être discutées. Ainsi, les pays les plus riches sont les principaux émetteurs de gaz à effet de serre par personne, mais ils sont moins exposés et vulnérables aux effets du changement climatique. Cela s'explique par leur situation géographique et les moyens dont ils disposent pour s'adapter à et y faire face.

### ÉCLAIRAGE SCIENTIFIQUE

Les émissions actuelles de gaz à effet de serre ne sont pas réparties de façon homogène entre les pays. En 2017, 58 % des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> d'origine fossile étaient produites par la Chine (27 %), les États-Unis (17 %), l'Union européenne (10 %) et l'Inde (7 %). Si l'on considère les émissions par habitant, le classement change : États-Unis 16,2 tonnes/personne ; Chine et Union européenne 7 tonnes/personne ; Inde 1,8 tonne/personne. Cela signifie notamment que même si la Chine est le premier émetteur, étant le pays le plus peuplé au monde, les émissions par personne sont inférieures à celles des États-Unis, qui comptent environ 1 milliard d'individus en moins, mais où chaque habitant émet en moyenne davantage que le citoyen chinois moyen. Au cours de leur développement, les pays aujourd'hui industrialisés ont largement contribué à la concentration actuelle de CO<sub>2</sub> : au cours de la période 1880-1980, les États-Unis et l'Europe ont émis chacun 30 % des émissions de CO<sub>2</sub> du fait de la combustion d'énergies fossiles. Aujourd'hui encore, les pays développés restent les principaux émetteurs de gaz à effet de serre. La contribution du continent Asiatique (Chine et Inde) a commencé à augmenter vers l'an 2000, en raison de leur industrialisation et de leur croissance démographique.

Tous les pays ne possèdent pas la même responsabilité dans les émissions de gaz à effet de serre et tous les pays ne sont pas touchés de la même manière par les conséquences du changement climatique ; souvent, les premières victimes ne sont pas les plus grands émetteurs (se référer aux pages 20 - 26 de l'Éclairage scientifique général pour de plus amples informations sur l'exposition et la vulnérabilité). Prendre une mesure concrète qui veille aussi à la justice climatique nécessite donc de pondérer les différents facteurs : les pays les plus industrialisés, qui ont bâti et continuent de créer leur richesse grâce aux énergies fossiles, doivent-ils être considérés comme responsables des dommages causés par le changement climatique dans les pays moins riches ? Supposons qu'une taxe carbone soit mise en place pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> (sur l'utilisation des véhicules à moteur thermique par exemple), comment garantir qu'elle ne détériore pas davantage les conditions de vie de la frange la moins aisée de la population ? Si de nouvelles centrales électriques « zéro carbone » sont installées dans des pays en voie de développement qui ont énormément besoin d'énergie, qui devra supporter les surcoûts, par rapport à des installations plus classiques, comme les centrales électriques à gaz ?

Ces questions, et la recherche de solutions, illustrent la complexité du système Terre qui, à l'anthropocène, inclut les sociétés humaines. Tout ou presque y est interconnecté et interdépendant, une action peut alors avoir des rétroactions nulles, négatives, ou encore positives. Dans le dernier cas, elles aggravent la situation générale. La science peut et doit apporter les faits et les éléments de preuve, ajuster les prévisions, estimer la probabilité des phénomènes de même qu'elle fait de son mieux pour tirer des conclusions rationnelles et les communiquer au plus grand nombre. Néanmoins, la science à elle seule ne peut ni fixer les règles du jeu, ni déterminer catégoriquement ce qui est juste, ni démontrer la pertinence d'une solidarité internationale. Face à des problématiques éminemment complexes et d'envergure mondiale, les valeurs éthiques et morales des individus et des sociétés sont, en fin de compte, à la base des décisions et de nos choix.

**Texte 1 : L'action du gouvernement est inutile voire inexistante. (Le Monde)**

« **Le vrai danger est quand les politiques et les dirigeants d'entreprises font croire que des actions réelles se passent quand, en réalité, rien n'est fait** », avait martelé Greta Thunberg un peu plus tôt sur la scène. Elle a en outre regretté que les « *promesses n'incluent pas l'aviation, le secteur maritime et les biens importés ou exportés* », alors qu'ils « *incluent la possibilité pour les pays de compenser leurs émissions ailleurs* ». « *Ce n'est pas gouverner, c'est tromper* », avait ajouté la jeune égérie de la lutte climatique.

« *Les jeunes sont désespérés : nous voulons un signal d'espoir* », a affirmé la jeune adolescente suédoise de 16 ans. Selon elle, **l'espoir existe : « Il ne vient pas des gouvernements et des corporations » qui cherchent à « éviter de relever leurs ambitions », mais « des gens qui commencent à se réveiller ».**

**Texte 2 : L'ACTION DU GOUVERNEMENT**

359 millions de tonnes de plastiques ont été produites en 2018. Le gouvernement a **interdit à partir de janvier 2021 l'usage de plastique à usage unique** (utilisable une seule fois).

En principe, il y a interdiction de passer en caisse avec des couverts en plastique (pourtant si pratiques pour pique-niquer) ou les pailles.

**Tous ces objets rendent la vie facile mais ils ne s'utilisent qu'une seule fois après quoi ils sont bons pour la poubelle.** Leur espérance de vie entre nos mains est donc courte mais ils restent bien présents des années durant dans la nature quand ils y atterrissent malheureusement.

**Texte 3 : 7 gestes pour lutter contre le réchauffement climatique**

**La lutte contre le réchauffement climatique ne doit pas être la seule initiative des gouvernements et des entreprises, mais également des particuliers.**

De simples petits gestes quotidiens de milliards d'habitants de la planète peuvent aider à réduire les émissions de gaz à effet de serre responsables des changements climatiques.

- 1 – Changer ses habitudes de transport
- 2 – Achetez des produits plus respectueux
- 3 – Améliorer l'isolation et le chauffage du domicile
- 4 – Réduire sa consommation électrique
- 5 – Trier ses déchets
- 6 – Réduire sa consommation d'eau
- 7 – Réduire sa consommation de plastique

*Conservation-nature.fr*

**Texte 4 : L'ACTION DES GOUVERNEMENTS : QU'EST CE QUE LA COP 25 ?**

On appelle ça la « Conférence des parties ». Elle a lieu tous les ans. En 2019, c'était la 25<sup>e</sup> fois. Concrètement, ce sont **196 pays qui se réunissent à Madrid pour discuter et trouver un accord pour limiter le réchauffement climatique**. Beaucoup de gens qui s'inquiètent pour la planète seront là aussi, pour encourager les pays à faire des efforts. Au total, il y aura plus de 25 000 personnes (soit l'équivalent de 1000 classes de primaire).

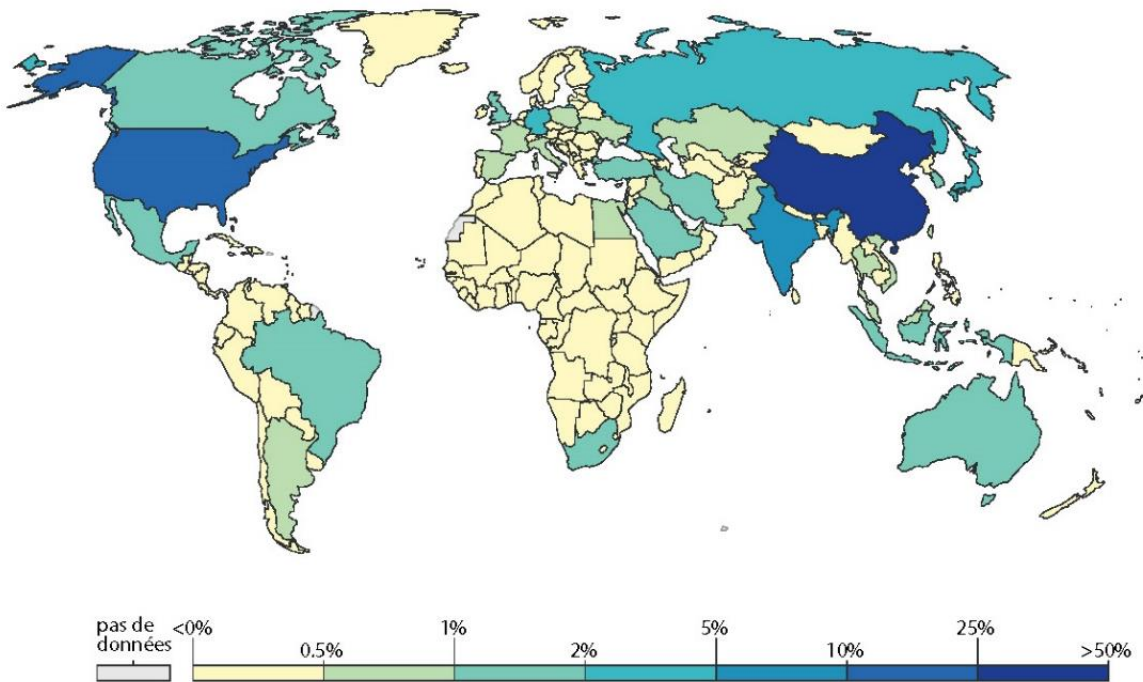
**Les pays envisagent de changer leurs habitudes** pour réussir à limiter à 2 degrés la hausse des températures, en produisant moins de **gaz à effet de serre**.

Cette rencontre est particulièrement importante. Les pays discutent déjà entre eux depuis plusieurs années, sans réussir à se mettre vraiment d'accord.

*Extrait Le P'tit libé*

### PART (EN %) DES ÉMISSIONS MONDIALES CUMULÉES DE CO<sub>2</sub> EN 2017

Part de chaque pays dans les émissions mondiales de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Elle est mesurée en divisant les émissions de chaque pays par la somme des émissions de tous les pays au cours d'une année donnée, auxquelles s'ajoutent l'aviation et le transport maritime internationaux (appelés "bunkers") ainsi que les "différences statistiques" dans les calculs des émissions de carbone.



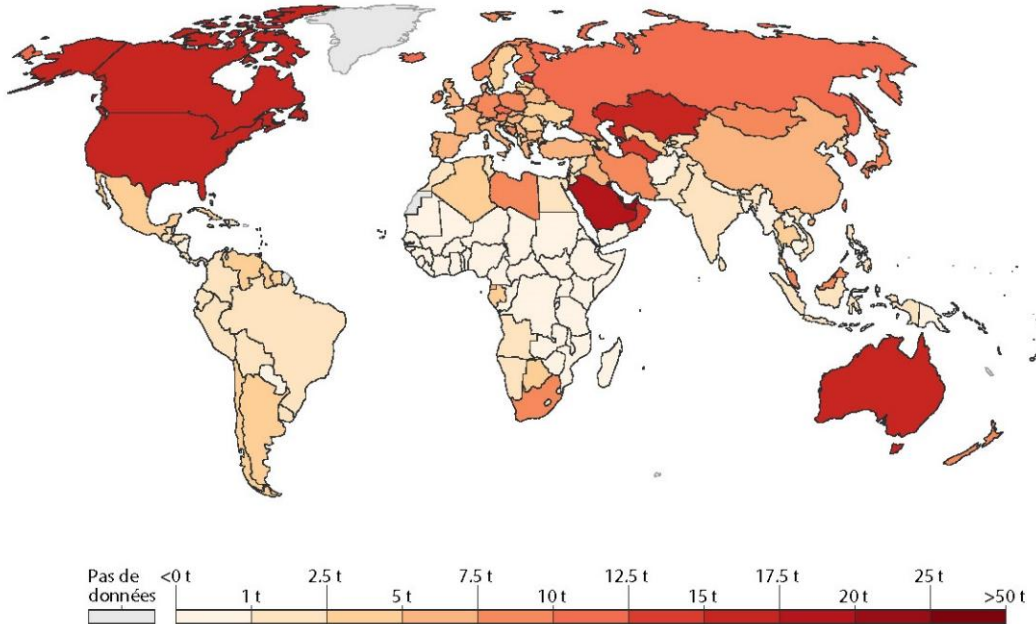
Source : Our World in Data based on Global Carbon Project (2018) – CC BY.  
[http://OurWorldInData.org/co<sub>2</sub>-and-other-greenhouse-gas-emissions](http://OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions)

[...]

[...]

### ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> PAR HABITANT EN 2017

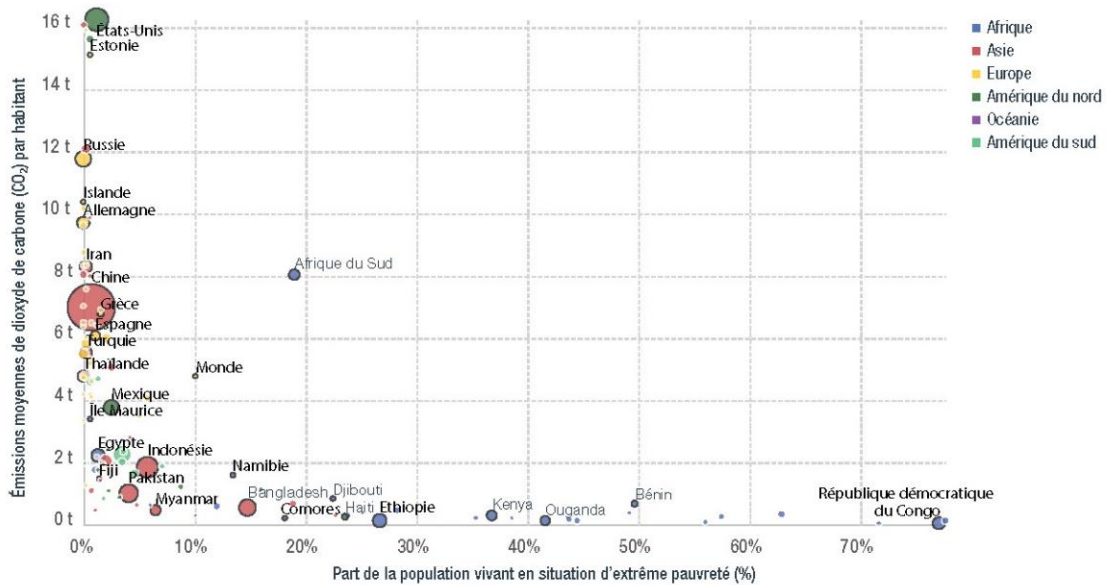
Émissions moyennes de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) par habitant, mesurées en tonnes par an.



Source : OWID based on CDIAC; Global Carbon Project; Gapminder & UN.  
<http://OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions/>

### ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> PAR HABITANT EN 2017 VS. PART DES PERSONNES VIVANT EN SITUATION D'EXTRÊME PAUVRETÉ

Les émissions moyennes de CO<sub>2</sub> par habitant sont mesurées en tonnes/an. « L'extrême pauvreté » se définit comme le fait de vivre avec ou de percevoir moins de 1,9 « dollars internationaux » par jour. Les dollars internationaux tiennent compte des différences de prix selon les pays et de l'inflation..

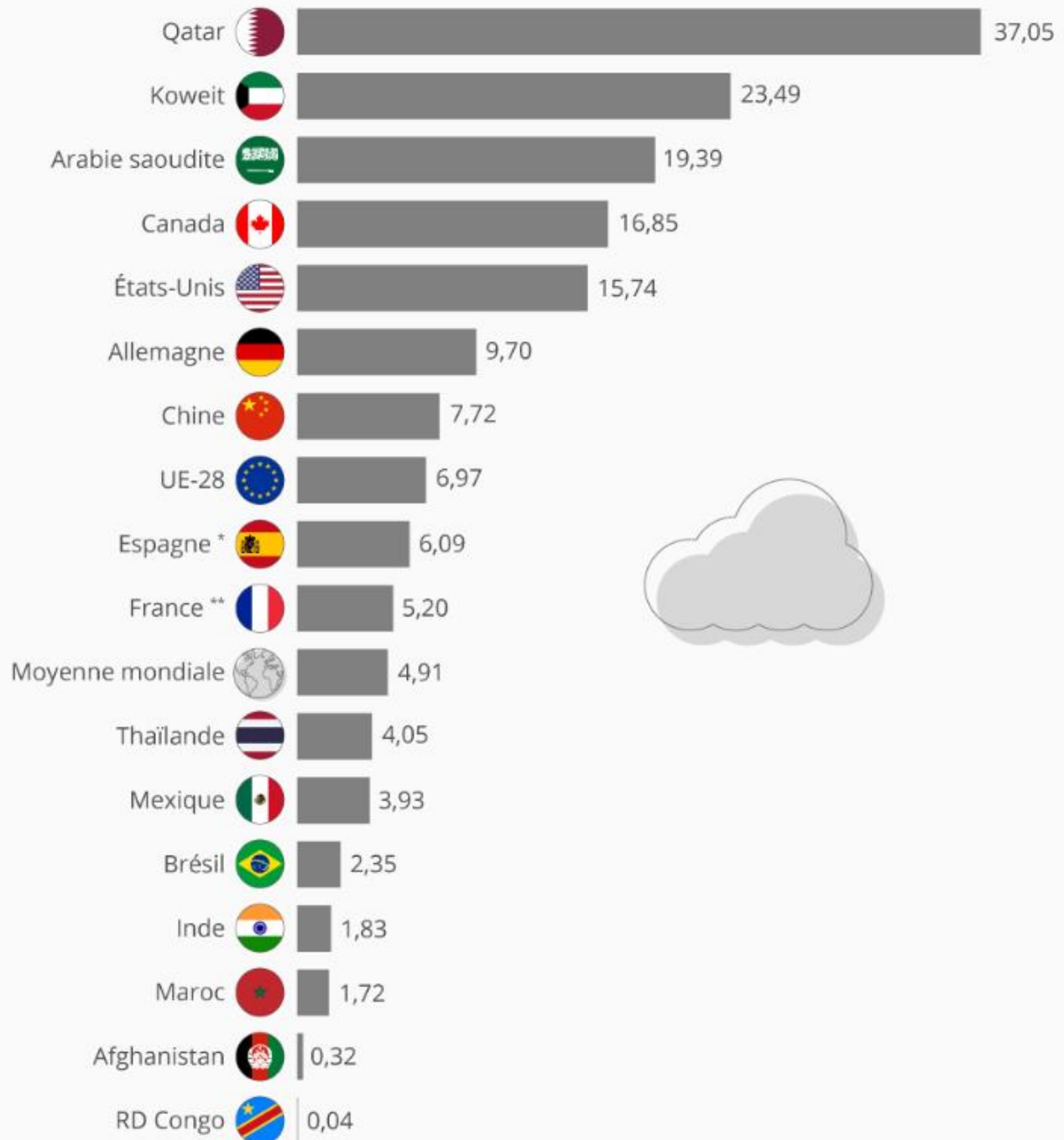


Source : Global Carbon Project; World Bank; Gapminder & UN.  
<http://OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions/>



## Les émissions de CO<sub>2</sub> par habitant à travers le monde

Émissions de CO<sub>2</sub> par habitant dans une sélection de pays en 2017 (en tonnes)



\* incluant Andorre.  
 \*\* France métropolitaine incluant Monaco.  
 Source : Commission européenne



## DÉFINITIONS ET EXPLICATIONS

### Qu'est-ce que le climat ?

Le climat est la moyenne du temps qu'il fait en un lieu donné, sur une période donnée.

C'est l'ensemble des moyennes de paramètres météorologiques sur une trentaine d'années au moins.

C'est l'état de l'atmosphère en un lieu donné, sur une période donnée.

La météorologie, quant à elle, s'occupe de mesurer les états de l'atmosphère : température, vent, précipitations, dans un temps assez court pour en prévoir l'évolution sur un territoire relativement réduit.

Cette discipline constate donc le temps qu'il fait et cherche à déterminer le temps qu'il fera probablement.

### Fonte des glaces et élévation du niveau des océans :

Le réchauffement global de la planète risque de faire monter le niveau des mers principalement pour deux raisons : Premièrement, par un simple effet de dilatation de l'eau de mer sous l'effet de la température : pour une masse d'eau donnée dans l'océan, une augmentation de la température augmente le volume de l'eau car elle diminue la densité de l'eau.

La deuxième raison est liée à la fonte des glaces, mais pas de n'importe quelle glace ! Sur notre planète, la glace peut se trouver à la surface de la mer (c'est ce que l'on appelle la banquise) ou bien portée par des continents (c'est le cas des glaciers de montagne et des calottes polaires du Groenland et de l'Antarctique).

**La fonte d'un glaçon dans un verre d'eau ne fait pas augmenter le niveau de l'eau car d'après le principe d'Archimède, la glace qui flotte occupe dans l'eau le même volume qu'elle aurait une fois fondue.**

Pour la même raison, la fonte de la banquise ne peut pas faire monter le niveau des mers. Par contre, la fonte des glaces portées par les continents alimente des rivières qui vont ensuite se jeter dans la mer.

Ainsi, la fonte des glaces continentales augmente la masse d'eau contenue dans les océans et contribue à faire monter le niveau des mers.

Les scientifiques essaient de prédire de combien le niveau des mers pourrait monter au cours du XXI<sup>e</sup> siècle. Les estimations ne sont pas encore très précises mais permettent d'avoir un ordre de grandeur en tête : 20 à 50 cm. Comme vous le voyez, la tour Eiffel n'est pas prête d'avoir les pieds dans l'eau ! En revanche, pour des îles (telles que les Maldives) dont le point culminant est seulement à quelques mètres au-dessus de la mer, une élévation du niveau des océans de quelques dizaines de cm n'est pas négligeable.

**La fonte de la banquise n'entraînerait pas de variation de niveau des océans car selon le principe d'Archimède, le volume occupé par la glace dans l'eau est le même que celui qu'elle occuperait une fois fondue.** Vous pouvez concevoir des expériences avec des glaçons et des verres d'eau pour mettre ce point en évidence (repérer le volume avant de placer le glaçon, après que le glaçon ait été placé, en utilisant des glaçons de volumes différents, etc.) L'augmentation prévue du niveau des océans n'est donc pas liée à la fonte des banquises, mais à celle des glaciers et des glaces posées sur les surfaces continentales (et non sur l'océan). Cette fonte représenterait alors un flux net d'eau des continents vers les océans. D'autre part, il faut également prendre en compte la variation de volume de l'eau sous l'effet d'une augmentation de sa température.