

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

## GUIDE PÉDAGOGIQUE POUR LE CYCLE 3 – Niveau 2

## 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>SCENARIO CONCEPTUEL</b> .....	<b>13</b>
<b>MATÉRIEL NÉCESSAIRE</b> .....	<b>15</b>
<b>SÉQUENCE 1 : POURQUOI DIT-ON QUE LES CLIMATS CHANGENT ?</b> .....	<b>16</b>
SÉANCE 1 : Que savons-nous sur les climats ?.....	16
SÉANCE 2 : Construire une carte mentale pour comprendre les mécanismes du changement climatique .....	20
SÉANCE 3 : Océan et cryosphère .....	23
SÉANCE 4 : Réseaux trophiques et écosystèmes .....	27
<b>SÉQUENCE 2 : QUELLES SONT LES CONSEQUENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?</b> .....	<b>36</b>
SÉANCE 5 : Dilatation des océans et niveau des mers.....	36
SÉANCE 6 : Émission de CO <sub>2</sub> et acidification des océans .....	43
SÉANCE 7 : Les conséquences sur le vivant de l'acidification des océans .....	48
<b>SÉQUENCE 3 : LES ORIGINES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE</b> .....	<b>52</b>
SÉANCE 8 : L'effet de serre et la responsabilité de l'homme dans le changement climatique .....	52
<b>SÉQUENCE 4 : COMMENT PRENDRE CONSCIENCE ?</b> .....	<b>57</b>
SÉANCE 9 : L'impact de l'habitat sur l'environnement, l'inégalité d'accès aux ressources.....	57
SÉANCE 10 : Débat sur la justice climatique .....	66
<b>DÉFINITIONS ET EXPLICATIONS</b> .....	<b>73</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

- Eclairage scientifique pour les enseignants (partie document océan et cryosphère / OCE)
  - Banque d’images (OCE – LAMAP...) + audiovisuel + documents + fiche détaillée des séances
  - Conférences TARA
  - Sitographie
  - Partenariats société civile selon les actions
  - Interventions de scientifiques durant le projet
- ✓ 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)
  - CSP Orientation des programmes EDD – rentrée 2020 ?

## MISE EN ŒUVRE DU SUJET D'ÉTUDE

### Planification

Les 4 séquences de ce sujet d'étude représentent entre 10 et 12.

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

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...

Au cours des séances, je serai accompagné(e) par **nom de l'accompagnant (PDM ou stagiaire polytechnicien)**.

La **recherche** a un rôle particulier pendant lequel les élèves écrivent eux-mêmes ce qu'ils font et ce qu'ils pensent. Ce travail est réalisé sur des feuilles de couleur (**au gré de l'enseignant**) qui volontairement ne sont **pas corrigées** par l'enseignant pour respecter ses écrits personnels. 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 quelquefois 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 CO<sub>2</sub> 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. Introduction sur les climats (3)
2. La Terre se réchauffe (3)
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 (Jeu de cartes recto/verso sur les GES)

#### COMMENT PRENDRE CONSCIENCE ?

8. L'empreinte environnementale liée à l'agriculture (usage des terres et de l'eau)
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

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

	Séance	Objectifs	Résumé
1	<b>Que savons-nous sur les climats ? (Évaluation)</b>	<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>Replacer des photos sur un planisphère en justifiant son choix.</p> <p><i>Qu'est-ce que le mot « climat » évoque pour vous ?</i></p> <p><i>Qu'est-ce que l'on appelle le climat ?</i></p> <p><b>Méthode d'investigation :</b> Travail documentaire - Replacer des photos sur un planisphère en justifiant leur choix</p>
2	<b>Construire une carte mentale pour comprendre les mécanismes du changement climatique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rechercher l'explication d'un phénomène grâce à une modélisation</li> <li>- rendre compte à l'oral des conséquences du changement climatique</li> </ul>	<p>Les élèves expliquent les conséquences du changement climatique en s'appuyant sur des photos des expériences réalisées l'an dernier. Ils construisent la carte mentale qui met en lien les origines et les conséquences du changement climatique.</p> <p><b>Méthode d'investigation :</b> Construire une carte mentale. Synthèse des informations vues l'an passé.</p>
3	<b>Pourquoi a-t-on besoin des océans et de la cryosphère ?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pratiquer une démarche d'investigation</li> <li>- caractériser les conditions de vie sur Terre (atmosphère, température, présence d'eau sous ses 3 états)</li> </ul>	<p>La Terre est la « planète bleue » car elle dispose de grandes quantités d'eau. La presque totalité de cette eau est salée et présente dans les mers et océans (97%).</p> <p><b>Méthode d'investigation :</b> Etude documentaire</p>
4	<b>Réseaux trophiques et écosystèmes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pratiquer une démarche d'investigation</li> <li>- savoir décrire un milieu de vie dans ses diverses composantes : notion d'écosystème, interactions des organismes vivants entre eux et avec leur environnement, relier le peuplement d'un milieu et les conditions de vie.</li> </ul>	<p>Les élèves étudient les réseaux trophiques marins et polaires dans le cadre d'un jeu. Ils apprennent qu'au sein des écosystèmes, tous les organismes vivants interagissent entre eux et dépendent les uns des autres pour survivre.</p>

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

	Séances	Objectifs	Résumé
5	<b>Dilatation des océans et niveau des mers</b> (2 séances)	Comprendre que le réchauffement des océans est aussi responsable de l'élévation du niveau des mers.	Les élèves découvrent le phénomène de dilatation d'un liquide sous l'effet de la chaleur. Ils font l'analogie avec les océans.  <b>Méthode d'investigation :</b> <b>Conception d'un dispositif expérimental</b>
6	<b>Émission de CO2 et acidification des océans</b>	- décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique : mettre en œuvre des observations et des expériences pour caractériser un échantillon de matière (acidité d'un liquide, dissolution du CO2 dans l'eau). - découvrir que l'océan absorbe une part importante de CO2 produite par les activités humaines et que cette absorption modifie son acidité	Les élèves procèdent à une expérience pour comprendre non seulement le lien entre acidité et pH, mais aussi entre concentration en CO2 dans l'atmosphère et acidification des océans et les répercussions sur les organismes marins.  <b>Méthode d'investigation :</b> <b>Dispositif expérimental</b> <b>Etude documentaire</b>
7	<b>Les conséquences sur le vivant de l'acidification des océans</b>	- décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique : mettre en œuvre des observations et des expériences pour caractériser un échantillon de matière (acidité d'un liquide, dissolution des coquilles dans l'eau acide). - découvrir que le CO2 absorbé par les océans modifie son acidité et qu'une eau plus acide dissout les coquilles et menace l'équilibre de la biodiversité marine	En observant la dissolution d'un coquillage dans une eau acide (le vinaigre), les élèves comprennent que l'acidification des océans nuit aux espèces marines en particulier aux coquillages et aux coraux.  <b>Méthode d'investigation :</b> <b>Dispositif expérimental</b> <b>Etude documentaire</b>

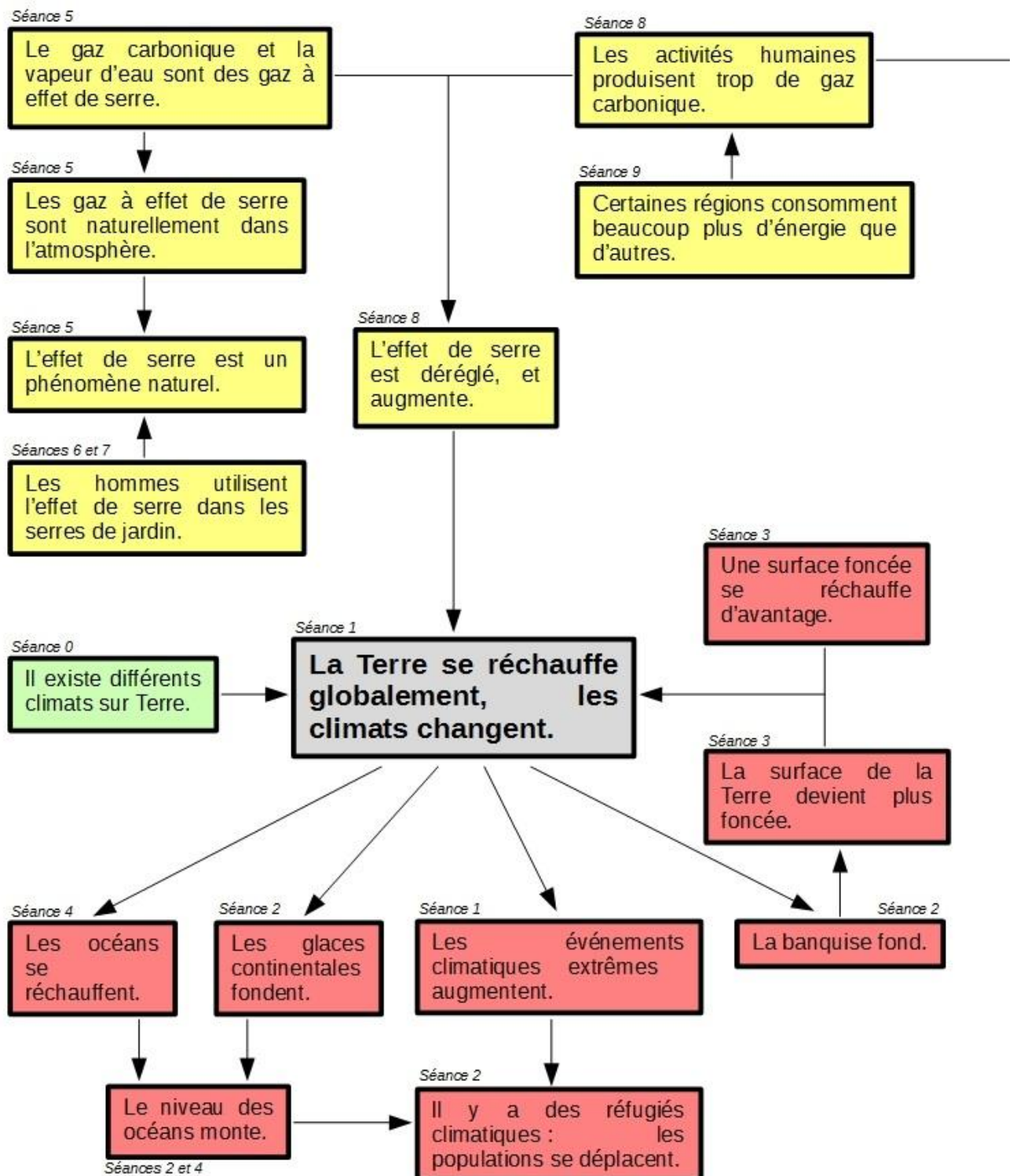
## Séquence 3 : Quelles sont les origines du changement climatique ?

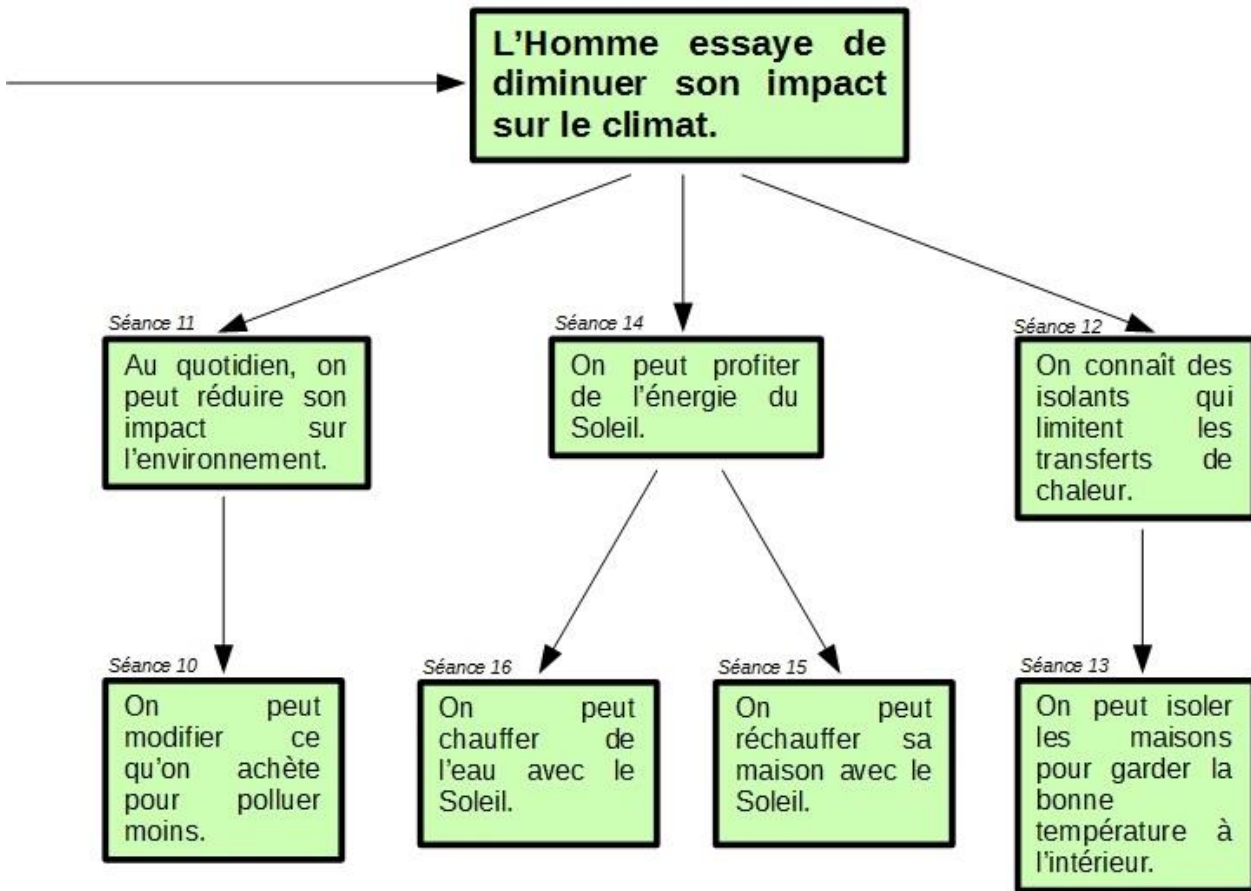
	Séances	Objectifs	Résumé
8	<b>L'effet de serre et la responsabilité de l'homme dans le changement climatique</b> (1 séance)	- Pratiquer une démarche d'investigation - Distinguer effet de serre naturel et effet de serre d'origine humaine - Identifier l'augmentation de l'effet de serre comme origine du changement climatique - Comprendre que les activités humaines sont responsables de l'augmentation de l'effet de serre et donc du changement climatique.	Les élèves se rappellent ce qu'ils connaissent des origines du changement climatique. Ils comprennent 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.  <b>Méthode d'investigation :</b> <b>Conception d'un schéma</b>

## Séquence 4 : Comment prendre conscience ?

	Séances	Objectifs	Résumé
9	<b>Les inégalités d'accès aux ressources</b> (1 séance)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- prendre conscience que la répartition des richesses et des ressources est inégalement répartie sur la Terre.</li> <li>- prendre conscience que les pays développés consomment plus d'énergie que les pays plus pauvres.</li> </ul>	<p>Les élèves utilisent des données numériques dans une situation concrète. Ils travaillent en équipe pour représenter des proportions.</p> <p>Méthode d'investigation : Analyse de données et de proportions</p>
9 bis	<b>Calculer son empreinte carbone</b>		<p>Les élèves calculent leur bilan carbone et débattent de ce qu'ils peuvent faire pour réduire leur empreinte.</p> <p>Méthode d'investigation : Simulateur empreinte CO2</p>
10	<b>Débat sur la justice climatique</b>		<p>Les élèves débattent autour de la problématique de justice climatique.</p> <p>Méthode d'investigation : Atelier philosophique (Débat)</p>

SCENARIO CONCEPTUEL





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

### Pour une classe :

#### Matériel fourni :

- Un grand planisphère et images présentant les paysages significatifs rencontrés : banquise, glaciers...
- Cartes réseaux trophiques de l'arctique /planisphère réponses solutions
- Cartes réseaux trophiques de l'antarctique /planisphère réponses solutions
- Fil de laine
- Des bacs transparents
- Des bacs à glaçon
- 30 gobelets
- Des flacons en verre avec un bouchon préalablement percé de manière à laisser passer une paille (sans faire de trou trop grand)
- Des pailles ou tubes fins transparents
- Des liquides pour tester l'acidité : eau, vinaigre, sodas, jus de citron, etc.
- 1 pH-mètre ou 1 kit testeur de pH pour piscines
- Petits récipients et compte-goutte
- Des coquillages (coques, moules, ...)
- 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
- Une bouilloire (eau chaude 60°C – 70°C)
- Des glaçons
- 30 petites voitures
- 20 chaises
- Des affiches + feuilles format A3
- De la pâte adhésive (Patafix®, Blu Tack®...)
- Un appareil photo (téléphone)
- Si possible, un vidéo projecteur
- PC ou tablettes



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

## SÉANCE 1 : QUE SAVONS-NOUS SUR LES CLIMATS ?

**RÉSUMÉ**

Cette première séance est destinée à vérifier si les élèves ont bien compris la différence entre le climat et la météo. C'est l'occasion d'évaluer les acquis des élèves

**OBJECTIFS**

- Comprendre la différence entre climat et météo
- Identifier les principaux climats dans le monde
- Se repérer sur un planisphère et nommer les éléments principaux (continents, océans, pôles, équateur, ...)

**MATÉRIEL**

Pour la classe :

Un grand planisphère

7 grandes photos de paysages

Une mappemonde

**LEXIQUE**

Climat, météo, précipitations, température, altitude, latitude, planisphère, mappemonde, pôles, équateur

**DÉROULEMENT****1) Introduction**

Demander aux élèves : quelle est la différence entre le climat et la météo ?

Réponse individuelle dans le cahier et mise en commun des réponses en attendant d'élaborer une définition collectivement.

**2) Travail en classe**

Projeter le planisphère et demander de nommer et de situer : l'équateur, les pôles, les océans, les continents et les principaux climats (polaire, tempéré, tropical, désertique) \* voir encadré et planisphère.

Puis demander aux élèves de placer différentes photos de paysages sur le planisphère en argumentant.

Étapes possibles : ***ce que je vois, ce que je comprends, ce que je sais***

- Analyser la photo, décrire tout ce que l'on peut (chaque élève peut compléter)
- Interpréter en termes de climat, de météo...
- Confronter à nos connaissances : « Je pense placer cette photo au Nord pour des raisons climatiques. De plus, j'y vois des fjords et je sais qu'en Norvège on trouve des fjords donc il est cohérent de placer cette photo au Nord. »

– **Connaissances attendues :**

Il y a de nombreux climats 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 ».

- **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).

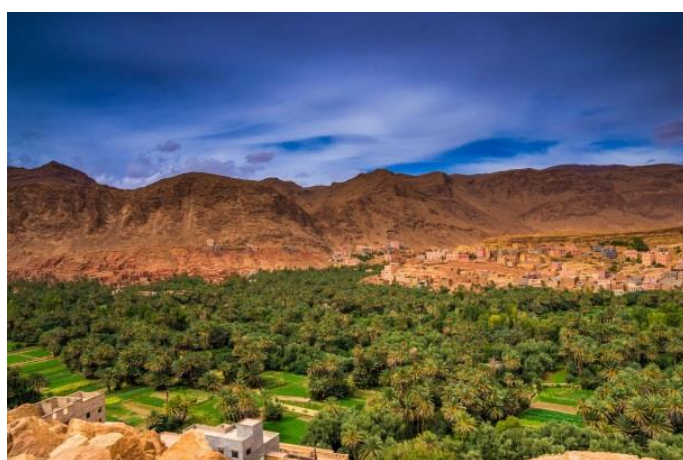
Climat désertique : les températures sont extrêmes, il y a très peu de précipitations (ce sont des zones arides), quasiment pas de végétation.

**3) Conclusion et trace écrite :**

A la suite de la définition des mots climat et météo, on peut ajouter :






« Comme on l'a vu, il existe beaucoup de climats sur Terre dont les climats polaire, tempéré, tropical ou encore désertique. »

SÉANCE 1 – QUE SAVONS-NOUS SUR LES CLIMATS ?



## SÉANCE 1 – QUE SAVONS-NOUS SUR LES CLIMATS ?

## RÉPONSES :

Photos	Description	Arguments, réponse
	Mer, tempête, palmier, maisons au loin	<i>Climat tropical</i> On sait que de nombreuses tempêtes ont frappé la <b>Floride</b> ces dernières années. Le palmier rappelle lui aussi l'esprit floridien.
	Manchots, banquise, neige, montagnes, roche	<i>Climat polaire</i> Si les deux choix qui viennent à l'esprit sont le pôle Nord ou Sud, la présence de « terre » permet d'identifier l' <b>Antarctique</b> .
	Volcan en éruption, neige partout, faible lumière	<i>Climat polaire</i> <b>L'Islande</b> est connue pour ses volcans car en 2010 une éruption a provoqué la fermeture de nombreux aéroports. La neige, qui recouvre même le volcan, peuvent évoquer l'île.
	Montagne enneigée, désertique, couleurs chaudes orangées	<i>Climat désertique</i> Peut faire penser aux Etats-Unis (Grand Canyon) ou à l'Amérique latine. La montagne La personne peut aider au choix.
	Oasis devinable, bâtisses en bas, montagnes désertiques	<i>Climat désertique</i> On peut reconnaître un oasis. Reste alors le choix du pays, celui-ci se trouvant au Maroc.
	Jungle, rivière, humide, lianes, dense	<i>Climat tropical</i> On peut reconnaître ici les climats humides mais chauds tropicaux. Peut alors venir à l'esprit <b>Madagascar</b> , La Réunion, voire l'Inde.
	Plaines, climat neutre, maisons en pierre, arbres « classiques »/habituels	<i>Climat tempéré</i> Il n'y a pas de raison de s'éloigner de la France, la photo doit sembler assez commune. Le temps pluvieux peut faire penser au Royaume Uni ( <b>Irlande</b> ).

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

## SÉANCE 2 : CONSTRUIRE UNE CARTE MENTALE POUR COMPRENDRE LES MECANISMES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

**RÉSUMÉ :**

Les élèves expliquent les conséquences du changement climatique en s'appuyant sur des photos des expériences réalisées l'an dernier. Ils construisent la carte mentale qui met en lien les origines et les conséquences du changement climatique.

**OBJECTIFS :**

- Remobiliser les savoirs acquis l'année précédente
- Construire une carte mentale qui explicite les mécanismes du changement climatique
- Rendre compte à l'oral de ce travail

**MATÉRIEL :**

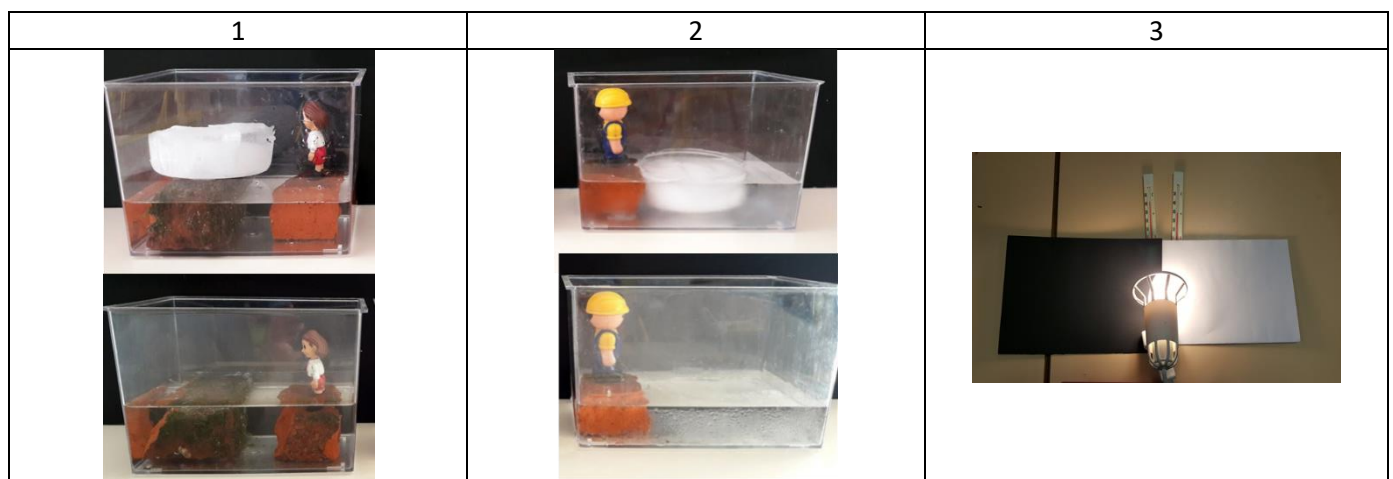
- Une feuille de groupe A3, 1 feutre par groupe
- 12 photos (expériences réalisées l'an passé, paysages...)
- 12 textes

**DÉROULEMENT****1 – Introduction**

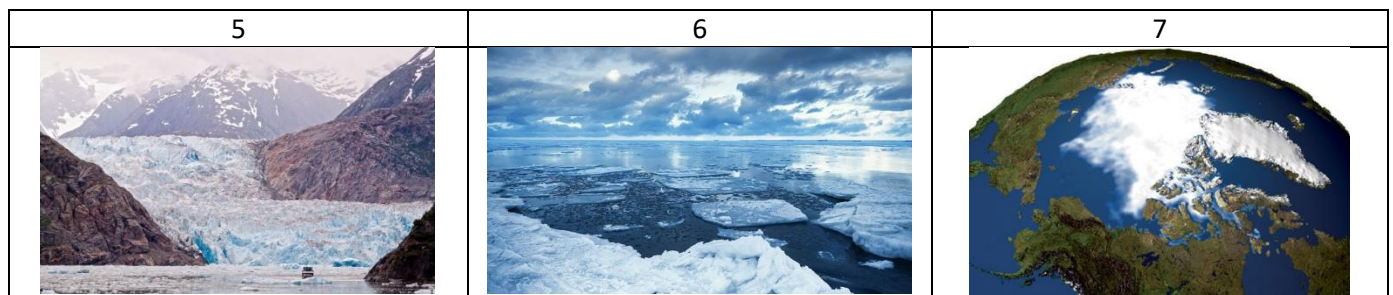
En groupe classe, l'enseignant interroge les élèves sur les conséquences du changement climatique et en note quelques-unes au tableau.

**2 – Recherche en travail de groupe**

- a) Les élèves observent les photos numérotées de 1 à 4 (photos des expériences) et se remémorent ce qu'ils ont fait l'an passé. Puis ils légendent ces images sous la forme « Cette expérience montre que... »
- b) Ils associent aux photos suivantes :



... les photos 5, 6 et 7.

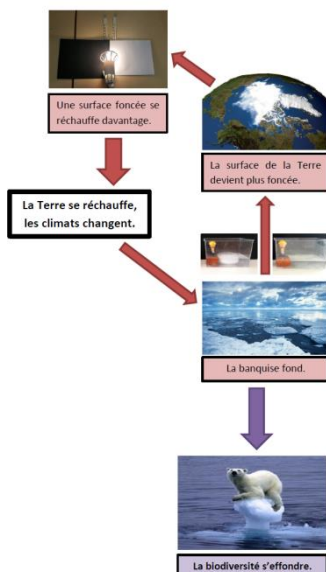


c) Mise en commun :

L'enseignant précise que pour chaque image il faut se mettre d'accord sur une phrase.

Selon le niveau des élèves, on proposera deux situations possibles :

- Les élèves légendent chaque image restante et une seconde mise en commun s'ensuit
- Les élèves reçoivent directement les légendes et les associent aux images



d) Trouver les liens entre les images

La carte mentale finale contient quatre couleurs. La moitié des groupes s'occupera des images 11 et 12 (bleu) et 2, 3, 6, 7, 8 (rouge et violet). L'autre moitié s'occupera des images 11 et 12 (bleu) et 1, 4, 5, 9, 10 (vert).

L'enseignant demande aux élèves de séparer les images en un tas origine et un tas conséquence.

Puis pour chaque tas, ils représentent par des flèches les liens causes/conséquences entre les images.

Pour aider la réflexion, on peut inviter les élèves à se demander « Est-ce que cette vignette entraîne ou est entraînée par une autre vignette ? ».

### 3 – Mise en commun et élaboration d'une carte mentale pour la classe

Après avoir débriefé avec tous les groupes, on construit la carte mentale commune qui sera la trace écrite. Chaque groupe place aux tableaux les images sur lesquelles il a travaillé.

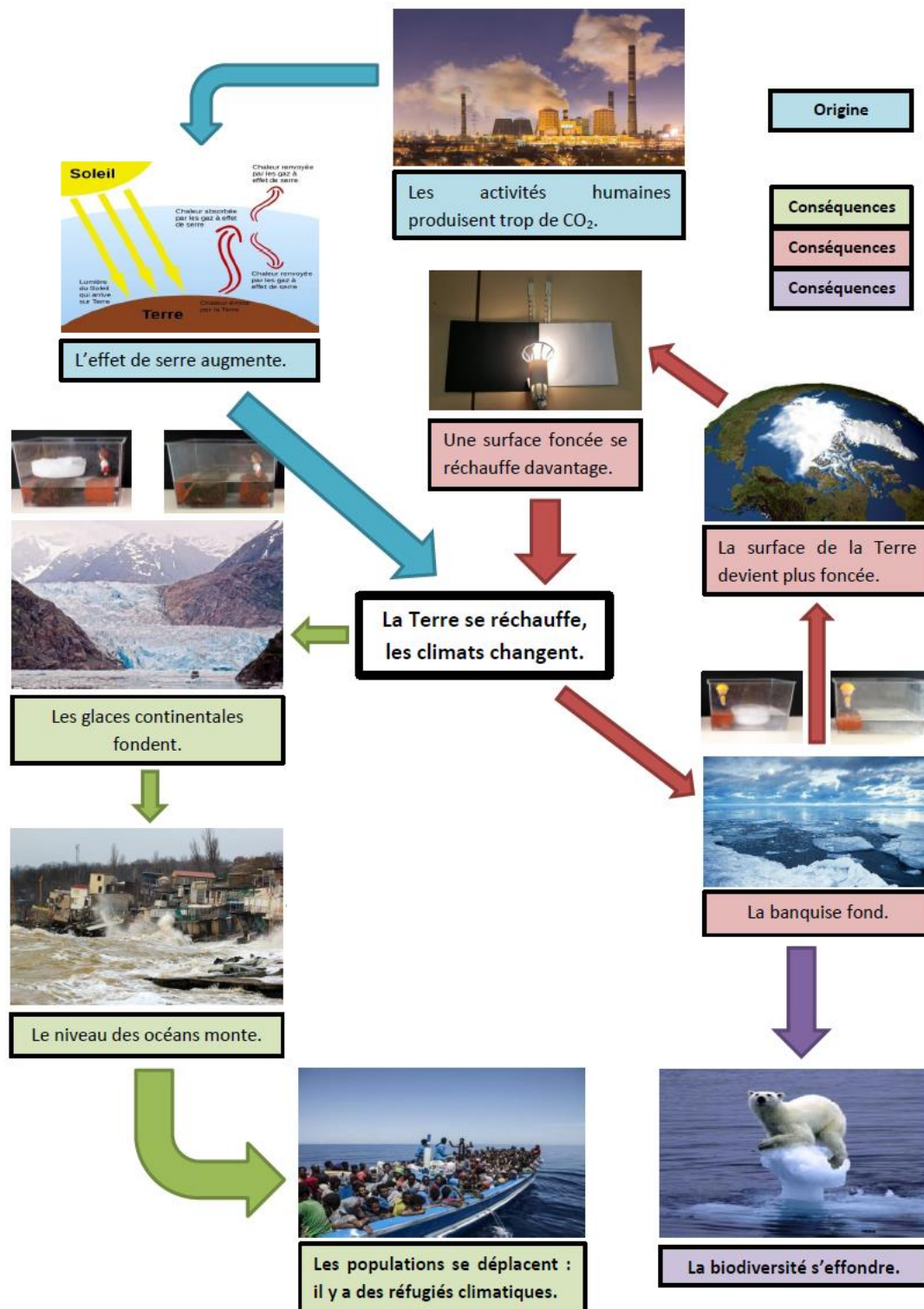
Une fois la carte terminée, l'enseignant guide les élèves dans l'élaboration d'une conclusion collective. Chaque élève en garde une trace dans son cahier.

Exemple de conclusion :

**« La banquise fond DONC la biodiversité s'effondre ET la surface de la Terre devient plus foncée. COMME une surface foncée chauffe davantage, la Terre se réchauffe et les climats changent. »**

« Les océans se réchauffent et se dilatent ET les glaces continentales fondent DONC le niveau des océans augmente DONC les populations se déplacent. »

« Les activités humaines produisent trop de CO<sub>2</sub> DONC l'effet de serre augmente DONC la Terre se réchauffe et les climats changent. »



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

## SÉANCE 3 : OCEAN ET CRYOSPHERE

## RÉSUMÉ

La Terre est la « planète bleue » car elle dispose de grandes quantités d'eau. La presque totalité de cette eau est salée et présente dans les mers et océans (97%).

## OBJECTIFS

- Pratiquer une démarche d'investigation
- Caractériser les conditions de vie sur Terre (atmosphère, température, présence d'eau sous ses 3 états)

## A RETENIR

- La Terre est « la planète » bleue. L'eau y existe sous ses 3 états : solide, liquide, gazeux.
- L'eau présente sur Terre est répartie dans différents « réservoirs ».
- La surface de la Terre est occupée à 71 % par des océans
- 97 % de l'eau présente sur Terre se trouve dans les océans

## LEXIQUE

Eau douce, eau potable, eau salée, réservoir, nappe phréatique, cryosphère, solide, liquide, gazeux

## ASPECTS LANGAGIERS

- **Oral** : Verbaliser pour expliciter les procédures lors des mises en commun des hypothèses, des recherches
- **Écrit** : Utiliser l'écrit de manière autonome pour réfléchir et pour apprendre : écrits personnels lors des hypothèses, des recherches. Utiliser des outils pour représenter un problème : grille à compléter un tableau.

## MATÉRIEL

- Planisphère et images présentant les paysages significatifs rencontrés : banquise, glaciers...
- Photos illustrant les 5 réservoirs d'eau
- Fiche F1 : les réservoirs d'eau sur Terre / élève
- [Diaporama PowerPoint \(disponible dans les ressources complémentaires\)](#)

## RESSOURCES MULTIMÉDIA

- Vidéo la Terre vue de l'espace (ISS)

## DÉROULEMENT

Avant cette séance sur le thème de l'océan, prendre une ½ heure pour questionner les élèves sur ce qu'ils connaissent de l'océan : « Qu'est-ce que c'est ? Qu'y trouve-t-on ? Quel est leur rôle pour la planète, le vivant, l'homme... ? »

La classe pourra par exemple produire une affiche présentant :

- Ce que nous savons ou pensons savoir
- Les questions que nous nous posons



## 1. Introduction

L'enseignant interroge la classe :

« On dit que la Terre est une planète « bleue » : savez-vous pourquoi ?

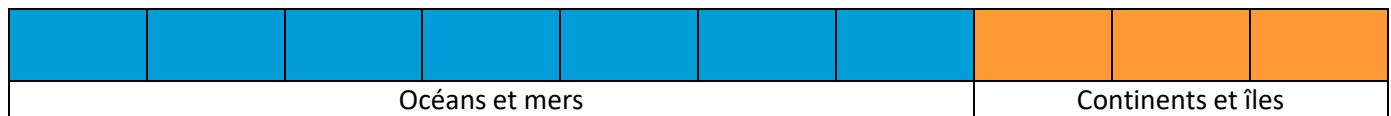
Les élèves répondent que cette appellation est due à la grande quantité d'eau sur Terre.

Projeter la photo « 1. Planète bleue » puis la vidéo « La Terre vue de l'espace ».

Demander aux élèves quelle proportion de la surface de la Terre est couverte par les océans et les mers ?

Réponse attendue : 71 %

Illustrer ce pourcentage par une représentation simple : une bande ou un rectangle dessiné au tableau et sur le cahier comme ceci :



Puis demander : « Quels sont les états dans lesquels on trouve cette eau ? Où trouve-t-on ces différents états ?

La discussion s'oriente sur le fait que l'eau existe sous 3 états différents et que l'on ne trouve pas ces 3 états partout :

- Eau à l'état solide, sous forme de glace : calottes polaires (banquise arctique et antarctique, glaces continentales en Antarctique et au Groenland), glaciers continentaux (montagnes...) et en bonus la neige et la grêle.
- Eau à l'état liquide, « eau » tout court dans le langage courant : eau salée (mers, océans...) eau douce (lacs, rivières, fleuves, nappes phréatiques, nuages, brouillard...)
- Eau à l'état gazeux, vapeur d'eau : humidité de l'air

→ **Projeter les images numérotées au fur et à mesure de l'inventaire des états de l'eau. Et les faire commenter par les élèves.**

Le planisphère de la classe et les images déjà rencontrées dans le projet sont l'occasion de remobiliser les connaissances et de visualiser les océans, les calottes polaires, les lacs et grands fleuves.

### Note scientifique :

- Pour cette séance et celles qui suivent, nous négligeons l'eau stockée dans la biomasse (cellules vivantes).
- Les nuages, le brouillard, la buée ne sont pas faits de vapeur d'eau, mais de petites gouttelettes d'eau liquide en suspension dans l'air

L'enseignant introduit le mot « réservoir » pour évoquer les grandes répartitions de l'eau sur Terre et présente les 5 réservoirs :

- mers et océans → eau salée liquide
- glaciers et banquises → eau douce solide
- eaux souterraines/nappes phréatiques → eau douce liquide
- eau de surface : lacs, fleuves, rivières → eau douce liquide :
- atmosphère → eau douce liquide et vapeur d'eau

**2. Question :** Comment se répartit l'eau sur Terre entre ces 5 réservoirs ?

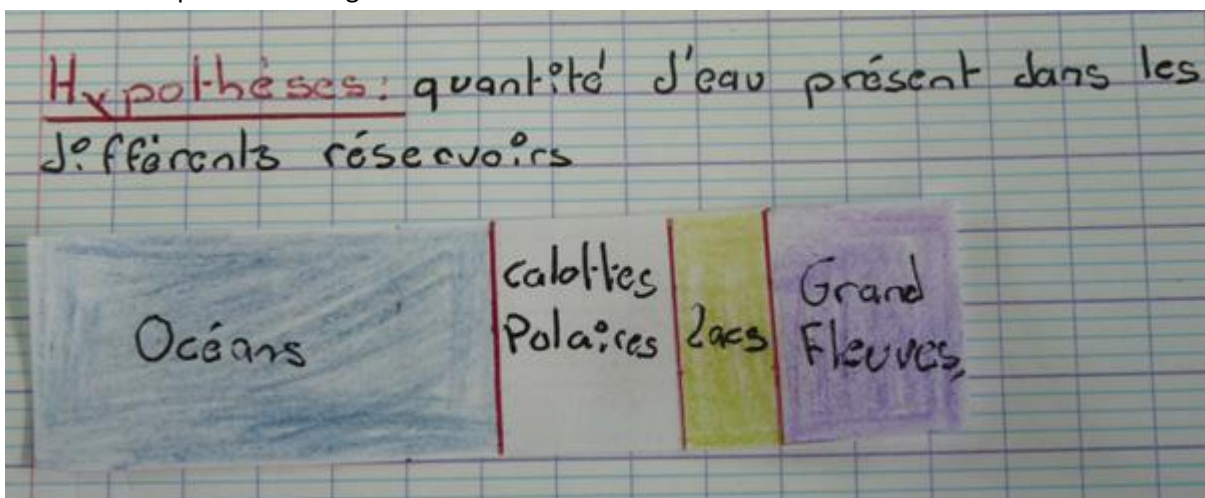
### 3. Hypothèses : les élèves individuellement répondent à la question.

Il peut être intéressant de ne pas trop guider le type de représentation attendue : certains élèves produiront des textes, d'autres des graphiques...



Classe de CM2 de Cécile Perrin (Le Kremlin-Bicêtre)

Mise en commun des productions significatives des élèves



### 4. Recherche

Les élèves à l'appui de la fiche 1 vont compléter la représentation graphique de la répartition sur Terre de l'eau. Pour faciliter la comparaison des travaux des élèves il est utile de se donner un code couleur commun à toute la classe.

Mise en commun des représentations graphiques (photos des travaux vidéo projetés) et échanges.

### 5. Conclusion






Les élèves, à l'appui de la question initiale élaborent collectivement une conclusion commune qui peut prendre la forme suivante :

*Presque toute l'eau présente sur Terre est salée (97%) et se trouve dans les mers et les océans.*

*On appelle « cryosphère » la portion de l'eau présente sur terre à l'état solide (glaciers, calottes glaciaires, neiges, lacs gelés...).*

**Pour aller plus loin** : lecture documentaire « les océans des mondes vastes et mal connus » - [fiche 8 \(module l'océan ma planète et moi !\)](#)

Fiche 1. Les réservoirs d'eau sur Terre

Les grands réservoirs d'eau sur Terre (comparaison ramenée à 100 litres d'eau ≈ 1 baignoire)	
Océans, mers, lacs salés... : 97 litres	
Glaciers, calottes glaciaires... : 2 litres	
Eaux souterraines : 0,9 litre	
Eaux douces de surface (lacs d'eau douce, cours d'eau, humidité du sol...): 0,1 litre (100 ml)	
Atmosphère (humidité de l'air, nuages...): 0,001 litre (1 ml)	

**Consigne :** En t'aidant du document, colorie les cases ci-dessous en respectant leur répartition sur la Terre. Que remarques-tu ?


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

## SÉANCE 4 : RESEAUX TROPHIQUES ET ECOSYSTEMES

**RÉSUMÉ**

Les élèves étudient les réseaux trophiques marins et polaires dans le cadre d'un jeu. Ils apprennent qu'au sein des écosystèmes, tous les organismes vivants interagissent entre eux et dépendent les uns des autres pour survivre.

**OBJECTIFS**

- Pratiquer une démarche d'investigation
- Savoir décrire un milieu de vie dans ses diverses composantes : Notion d'écosystème / Interactions des organismes vivants entre eux et avec leur environnement. / Relier le peuplement d'un milieu et les conditions de vie.

**A RETENIR**

- Les organismes marins vivants sont impactés par les changements touchant l'océan et de la cryosphère.
- Les écosystèmes sont fragiles.
- La disparition ne serait-ce que d'un élément d'un écosystème peut perturber tout un réseau trophique.

**LEXIQUE**

- Réseau trophique, écosystème, fragile, équilibre

**ASPECTS LANGAGIERS**

- **Oral** : Verbaliser pour expliciter les procédures lors des mises en commun des hypothèses, des recherches
- **Écrit** : Utiliser l'écrit de manière autonome pour réfléchir et pour apprendre : écrits personnels lors des hypothèses, des recherches. Construire/compléter un tableau

**MATÉRIEL**

- Cartes réseau trophique de l'arctique / planisphère réponse solutions
- Cartes réseau trophique de l'antarctique / planisphère réponses solutions
- Fil de laine (facultatif)

**RESSOURCES MULTIMÉDIA**

<https://www.oce.global/fr/ressources/animations-multimedia/reseaux-trophiques-oceaniques>

<https://www.fondation-lamap.org/node/20444>

**DÉROULEMENT****1. Introduction**

Récapitez les diverses répercussions du changement climatique sur les océans et la cryosphère (rappel séance 3 et ce qui a été appris en année 1).

Attendus :

Le changement climatique a pour conséquences : la fonte des glaciers et de la banquise ; l'élévation du niveau des océans dû à la fonte des glaciers. On pourra évoquer la hausse de la t° des océans comme seconde cause (dilatation des océans) si les élèves l'ont étudié au CM1.

On pourra distribuer la fiche « [DOCUMENT GLACIERS ET BANQUISE](#) » pour permettre aux élèves de mieux distinguer les différents types de glaces.

Discussion sur les espèces qui vivent dans les océans.

### ÉCLAIRAGE SCIENTIFIQUE (réf. OCE)

Les courants et la circulation océaniques jouent un rôle central dans la régulation du climat et de la vie marine car ils transportent la chaleur, le carbone, l'oxygène et les nutriments dans l'océan. La circulation océanique mondiale peut être divisée en deux composantes majeures : i) les courants de surface, rapides, régis par le vent et ii) les courants lents, des grands fonds marins. Ces deux composantes interviennent simultanément et contribuent à la « circulation méridionale de retournement », à savoir le brassage de l'eau de mer dans les bassins et en profondeur. Dans cette séance, nous nous concentrerons sur la circulation océanique lente des grands fonds marins. On qualifie parfois cette composante de « circulation thermohaline », du fait de sa sensibilité aux variations de température (du grec « thermo » qui signifie « chaud ») et de salinité (du grec « halinos » qui signifie « salé »), deux éléments qui jouent sur la densité<sup>1</sup> de l'eau de mer. Plus l'eau de mer est froide ou salée, plus elle gagne en densité et plus l'eau « plonge » en profondeur à travers un processus qualifié de « brassage vertical ». Ce processus a principalement lieu dans les hautes latitudes, où la perte de chaleur dans l'atmosphère et la formation de la banquise conduisent à des variations considérables de la température et de la salinité. Les courants marins de surface ont des effets considérables sur les températures et conditions de vie côtières. Le Gulf Stream en est la preuve ; on doit notre climat tempéré européen à ses vents d'ouest.

Pour en savoir plus sur le rôle des courants océaniques sur le système climatique et les effets du changement climatique sur la circulation de renversement, référez-vous respectivement aux pages 10 et 20 de l'Éclairage scientifique général.

(1) La densité d'un objet se définit par le rapport entre sa masse et son volume (la masse divisée par le volume). Par convention, l'eau a une densité égale à 1. Un objet avec une densité >1 va alors couler, tandis qu'un objet avec une densité <1 va flotter.

## 2. Question

Quelles peuvent être les conséquences des différents phénomènes liés au changement climatique « (par ex : fonte des glaces, hausse du niveau marin, etc.) sur les animaux qui vivent dans les océans et dans la cryosphère ?

3. **Hypothèses** : individuelles à l'écrit (puis mise en commun) ou collectives au tableau.

## 4. Recherche (en 2 temps)

a. **Mise en situation sous forme de jeu pour comprendre ce qu'est un réseau trophique (chaîne alimentaire)**

L'enseignant présente le jeu de carte des espèces qui vivent dans l'océan et/ou la cryosphère. A partir des informations disponibles sur les cartes, l'enseignant demande aux élèves de déterminer « qui est mangé par qui » et de représenter chaque cas sur la fiche, à l'aide d'une flèche. Pour cela, ils disposeront la pointe de la flèche vers celui qui mange (conventionnellement, la pointe de la flèche indique le sens du flux de matière. Par exemple, « l'acarien mange des lichens » est représenté par : « lichens à acarien », autrement dit « les lichens sont mangés par l'acarien ». Visuellement, la flèche va « dans la bouche de celui qui mange ».

Les élèves se répartissent en groupe et travaillent en autonomie. L'enseignant distribue les cartes du réseau trophique de l'arctique à un groupe / les cartes du réseau trophique de l'Antarctique à un autre groupe.

1 ou 2 groupes peuvent travailler au tableau avec des cartes agrandies. Leur travail servira de point d'appui lors de la mise en commun.

Mise en commun des travaux des élèves, en introduisant la notion d'écosystème qui est alors définie : c'est l'ensemble des êtres vivants d'un milieu donné (ici l'océan, dont on pourrait définir des sous-parties) qui constituent avec lui un système. Ils interagissent entre eux et avec le milieu.

Les animations multimédia seront intéressantes à exploiter après cette mise en commun (prévoir un PC connecté + vidéoprojecteur + [animations](#))

#### b. Discussion

Une fois le réseau alimentaire établi au tableau, c'est à dire que toutes les espèces sont reliées et que tout le monde est d'accord, interrogez les élèves sur des éléments qui perturbent ces écosystèmes.

**Remarque :** Il peut être intéressant de faire la mise en situation suivante. Chaque élève d'un groupe/d'une demi-classe représente un animal, et est relié aux autres selon les liens du réseau trophique (prédateur et proie) grâce à des fils de laine. On imagine qu'un animal disparaît, on coupe alors les liens, et on voit que l'écosystème s'effondre.

#### Exemples de perturbations dans le réseau trophique de l'Arctique :

- **La hausse des températures océaniques** provoque la fonte de la banquise, habitat des morses et des phoques, source d'alimentation préférée des ours polaires. Tous ces animaux dépendent de la glace pour survivre.
- **La diminution de la banquise.** La banquise, en plus d'être un habitat pour ces grands animaux, abrite également un certain type de microalgues qui ne se développent que dans la glace : les algues de glace. Bien qu'elles soient microscopiques, les algues de glace forment de grandes colonies sous la glace qui peuvent mesurer plusieurs mètres. Dans les zones recouvertes de glace, ces algues servent de source d'alimentation principale au reste du réseau trophique de l'Arctique. La diminution de la banquise sous l'effet du changement climatique mène à une réduction de leur nombre, ce qui a des répercussions sur l'ensemble du réseau trophique.
- **Le réchauffement des eaux.** Le mergule nain se nourrit d'espèces de copépodes que l'on trouve dans les eaux froides. Le réchauffement des eaux dans lesquelles il évolue va modifier son régime alimentaire. Les oiseaux auront alors des difficultés à se nourrir et leur population diminuera.

#### Exemples de perturbations dans le réseau trophique de l'Antarctique :

- **Le changement climatique.** Le krill se nourrit d'organismes qu'il trouve sous la banquise, étendue qui lui permet de se protéger contre ses prédateurs. Si le changement climatique provoque le recul de la banquise, le krill en souffrira.
- **L'acidification des océans** aura des répercussions sur les coquilles existantes et la formation de nouvelles coquilles constituées de carbonate de calcium, particulièrement vulnérable aux variations de pH. À mesure que le pH chute et que l'océan s'acidifie, ce sont les espèces de phytoplancton qui en subissent aussi les conséquences.
- **La fonte des glaces.** La glace sert d'habitat aux manchots et aux phoques. Le recul de celle-ci sous l'effet du changement climatique met leurs vies en péril.

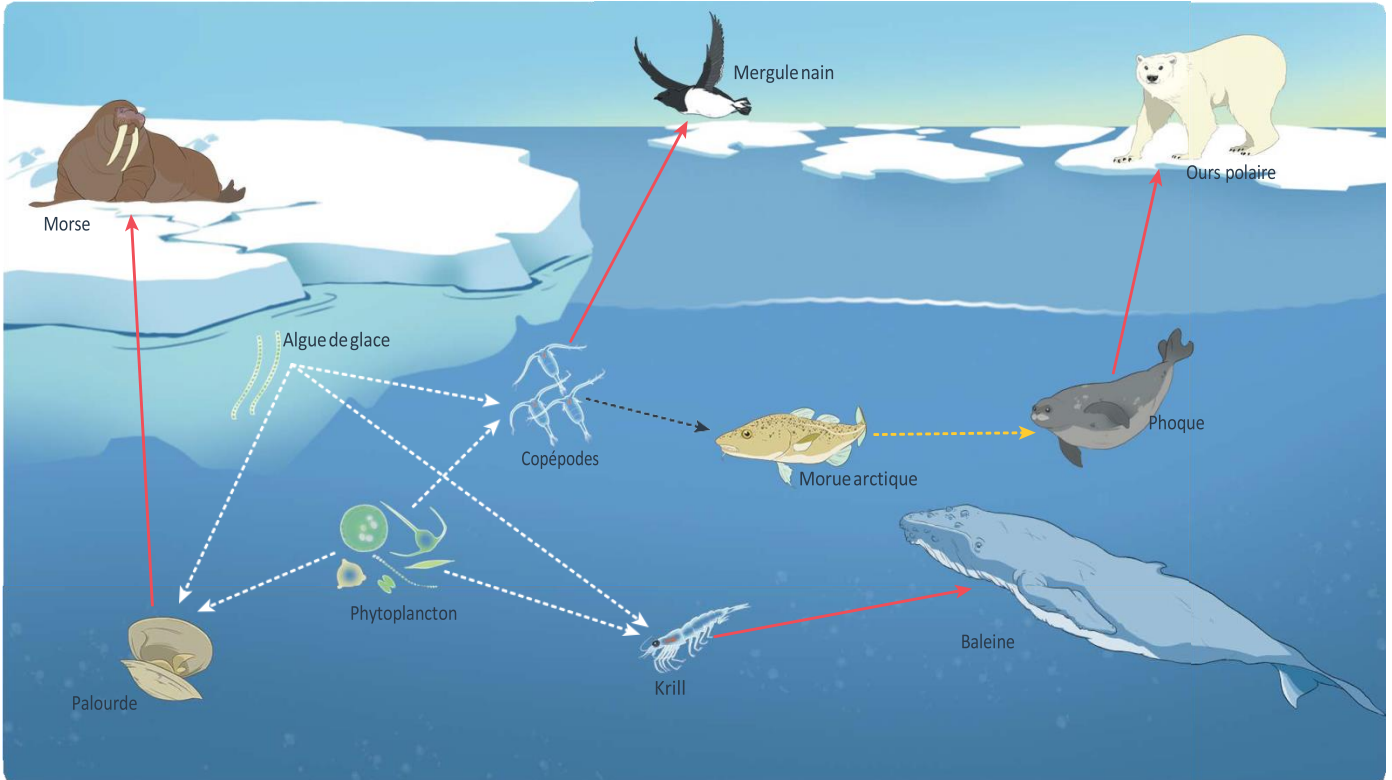
#### 5. Conclusion

A partir des réflexions, la classe élabore une conclusion collective : « **Les êtres vivants dans les océans s'associent en écosystèmes, où ils dépendent les uns des autres, notamment pour se nourrir. Dans l'océan et la cryosphère, il y a de nombreuses chaînes alimentaires. Lorsqu'une espèce est menacée c'est l'ensemble de la chaîne ou du réseau trophique qui est menacé.** ». En effet, les prédateurs d'une espèce disparue n'ont plus à manger, et ses proies prolifèrent (décimant alors leurs propres proies). Tout l'écosystème est déstabilisé.

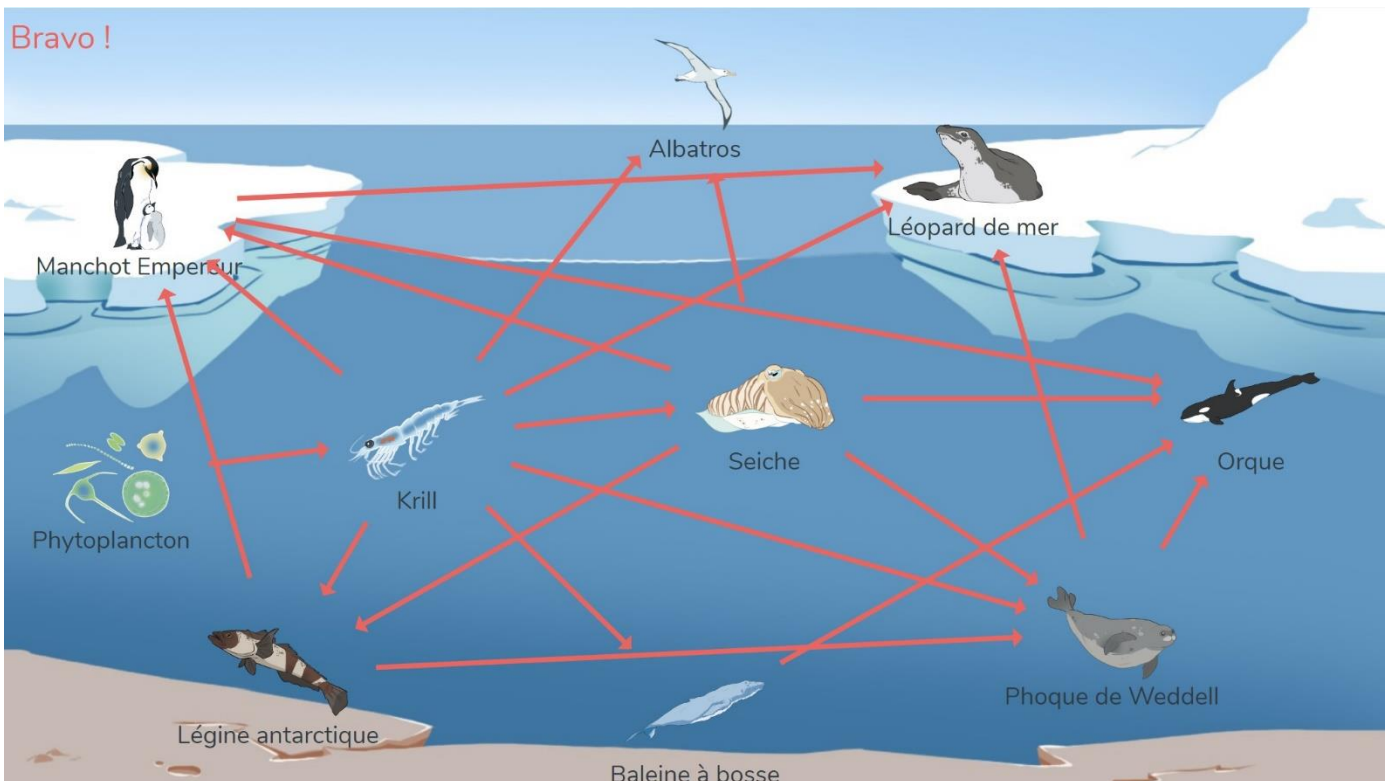
**Prolongement**

Les animations multimédia peuvent être proposées aux élèves (prévoir des PC connectés + [animations](#))

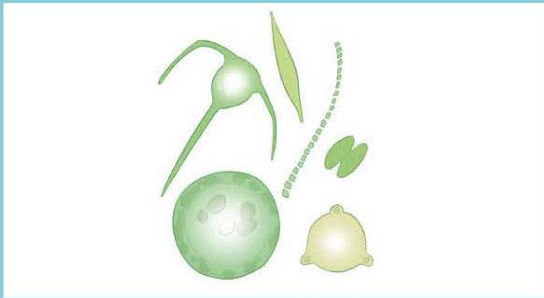
Réseau trophique de l'Arctique (réponses)



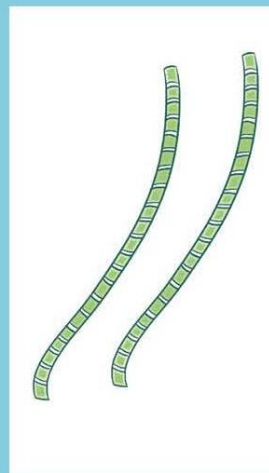
Réseau trophique de l'Antarctique (réponses)



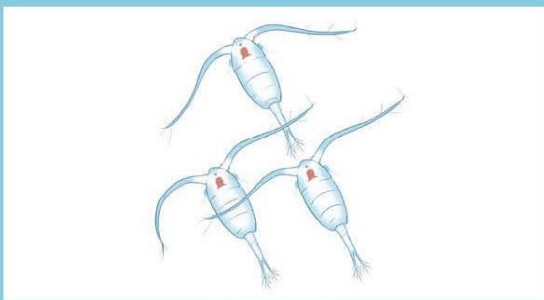
## RÉSEAU TROPHIQUE DE L'ARCTIQUE 1/2

**PHYTOPLANCTON**

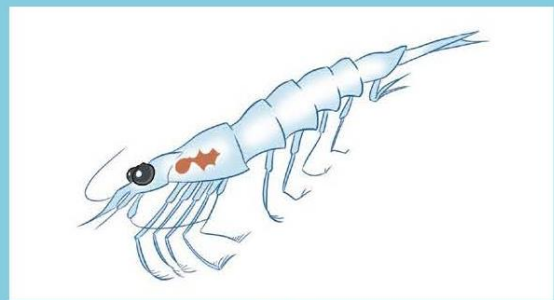
Le phytoplancton est un ensemble d'organismes microscopiques qui flottent dans la couche supérieure ensoleillée de l'océan. Comme les végétaux, le phytoplancton exploite la lumière du soleil, l'eau, le CO<sub>2</sub> et les minéraux dissous pour réaliser la photosynthèse et produire des composés organiques. Il s'agit donc d'un producteur primaire, se situant à la base du réseau trophique.

**ALGUES DE GLACE**

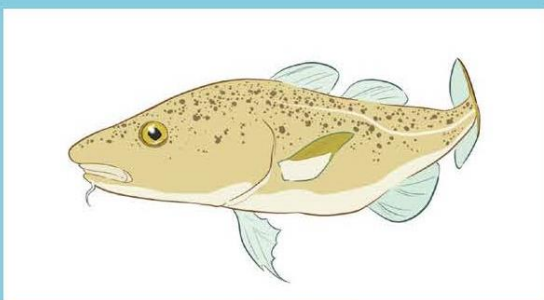
Les algues de glace sont des producteurs primaires qui se développent dans la banquise. Elles exploitent la lumière du soleil, le CO<sub>2</sub> et l'eau pour produire de la matière organique. Malgré leur taille microscopique, elles peuvent former des chaînes de plusieurs mètres de long. Les animaux les préfèrent souvent au phytoplancton du fait de leurs propriétés nutritionnelles. C'est pourquoi elles sont mangées par les palourdes, les copépodes et le krill.

**COPÉPODES**

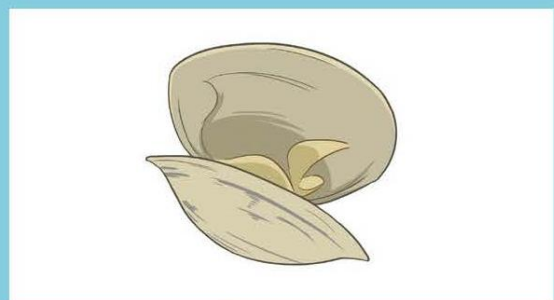
Les copépodes sont un élément constitutif du zooplancton, formés de petits animaux qui dérivent au gré des courants océaniques. Ils mesurent 1 à 5 mm de long. Ils se nourrissent de phytoplancton et d'algues de glace. Ils sont mangés par des poissons comme la morue polaire et par des oiseaux comme le mergule nain.

**KRILL**

Le krill, comme le copépode, fait partie du zooplancton. Il peut mesurer jusqu'à plusieurs centimètres de long et peser jusqu'à 2 g. Il s'agit d'un macrophage suspensivore, c'est-à-dire qu'il se nourrit en filtrant le phytoplancton de l'eau. Il consomme également des algues de glace et est mangé par les baleines.

**MORUE ARCTIQUE**

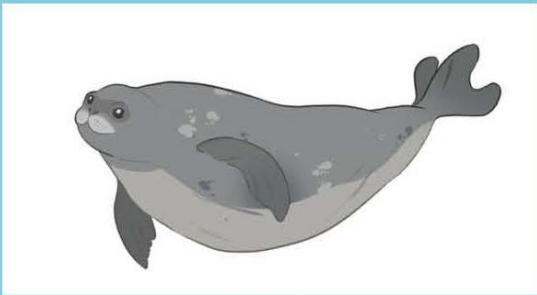
La morue polaire mesure environ 30 cm de long et vit dans les eaux froides de l'océan Arctique et près du Groenland. Elle se nourrit de copépodes et est mangée par les phoques.

**PALOURDE**

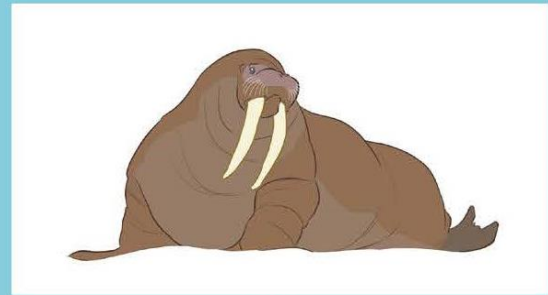
Les palourdes sont des mollusques mesurant 5 cm de largeur, faisant partie du même groupe que les escargots et la pieuvre. Elles filtrent le phytoplancton et les algues de glace qui atterrissent sur le plancher océanique pour s'en nourrir, et sont mangées par les morses.



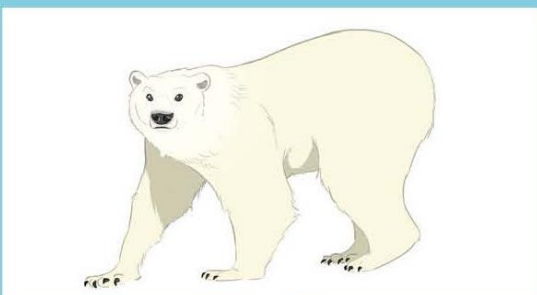
## RÉSEAU TROPHIQUE DE L'ARCTIQUE 2/2

**PHOQUE**

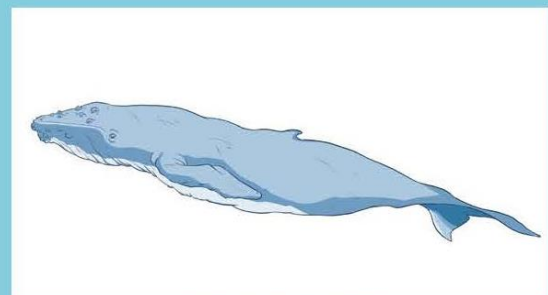
L'Océan Arctique abrite plusieurs espèces de phoques : les phoques rubané, barbu, annelé, commun, à capuchon et du Groenland. La principale source d'alimentation de ces grands mammifères est le poisson (morue polaire). Ils sont mangés par les ours polaires.

**MORSE**

Les morses sont de gros mammifères marins qui pèsent jusqu'à 1 700 kg et habitent dans les eaux arctiques. On les reconnaît facilement à leurs défenses et à leur graisse qui leur permet de passer beaucoup de temps dans les eaux arctiques en quête de leur nourriture de prédilection : les palourdes.

**OURS POLAIRE**

L'ours polaire est le plus gros carnivore terrestre avec un poids pouvant atteindre 650 kg. Il est doté d'une épaisse fourrure blanche qui le protège du froid. Il passe la plupart de son temps sur la banquise pour chasser les phoques.

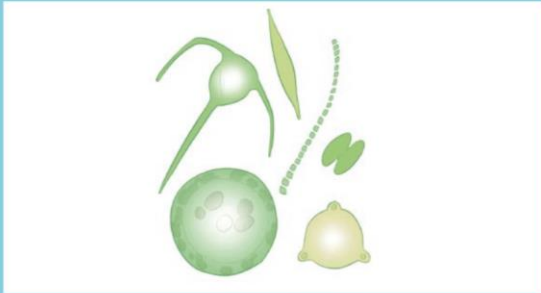
**BALEINE BORÉALE**

Il existe 17 types de baleines différents dans les eaux arctiques. La baleine boréale, une baleine dépourvue de dents qui filtre la nourriture présente dans l'eau de mer, est la seule à y vivre toute l'année. Elle se nourrit exclusivement de krill.

**MERGULE NAIN**

Le mergule nain fait partie des oiseaux marins les plus petits (150 g seulement) et les plus courants dans l'Atlantique nord. Il privilégie les zones aux courants froids et évite les eaux plus tempérées. Il se nourrit de copépodes.

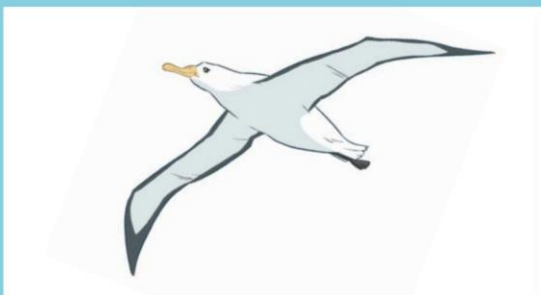
## RÉSEAU TROPHIQUE DE L'ANTARCTIQUE 1/2

**PHYTOPLANCTON**

Le phytoplancton est un ensemble d'organismes microscopiques qui flottent dans la couche supérieure ensoleillée de l'océan. Comme les végétaux, le phytoplancton exploite la lumière du soleil, l'eau, le CO<sub>2</sub> et les minéraux dissous pour réaliser la photosynthèse et produire des composés organiques. Il s'agit donc d'un producteur primaire, se situant à la base du réseau trophique.

**SEICHE**

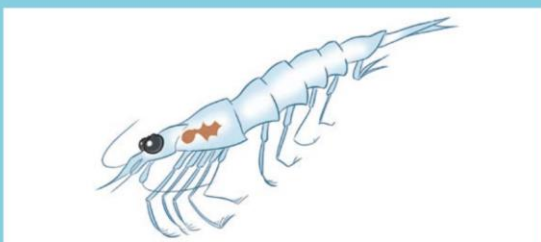
La seiche est un mollusque à croissance rapide. Elle a huit bras et deux tentacules plus longs qu'elle utilise pour attraper ses proies. La seiche mange du krill et est la source d'alimentation des phoques, des orques, des albatros, des manchots et des gros poissons comme les légines.

**ALBATROS**

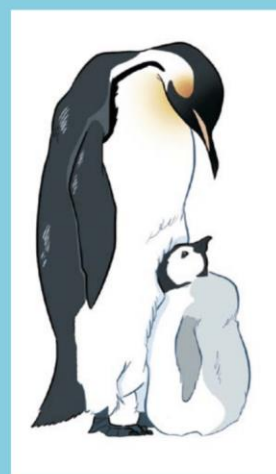
L'albatros est un oiseau marin. Il détient le record de la plus grande envergure parmi toutes les espèces d'oiseaux actuelles, pouvant atteindre plus de 3 m. Il niche en colonies sur des îles reculées et mange de la seiche et du krill.

**LÉGINE**

Ce poisson des mers australes est présent à 2 000 m de profondeur. Il se nourrit de krill et de seiche et est mangé par les phoques et les manchots.

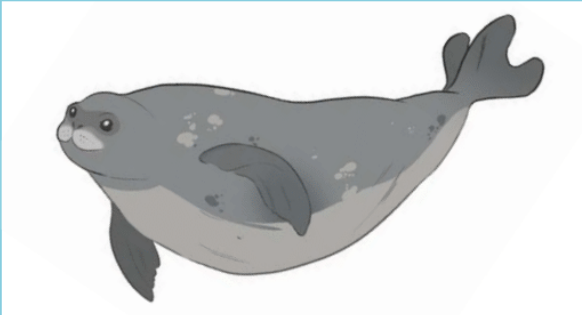
**KRILL**

Le krill est un élément constitutif du zooplancton, formé de petits animaux qui dérivent au gré des courants océaniques. Il peut mesurer jusqu'à plusieurs centimètres de long et peser jusqu'à 2 g. Le krill de l'Antarctique est l'une des espèces pluricellulaires les plus prolifiques au monde (env. 500 millions de tonnes). Il s'agit d'une espèce macrophage suspensivore, c'est-à-dire qu'elle filtre le phytoplancton de l'eau pour se nourrir. Il constitue la source d'alimentation de l'ensemble du réseau trophique de l'Antarctique, à l'exception de l'orque.

**MANCHOT EMPEREUR**

Les manchots se reproduisent sur la banquise antarctique pendant l'hiver. Les femelles pondent un œuf que les adultes gardent au chaud entre leurs pattes tout en se relayant pour aller chasser en mer. Leur forme élancée et leurs ailes ressemblant à des nageoires (ils ne volent pas) leur permettent de nager sous l'eau. Ils mangent du krill, de la seiche et de la légine et sont mangés par les phoques léopards et les orques.

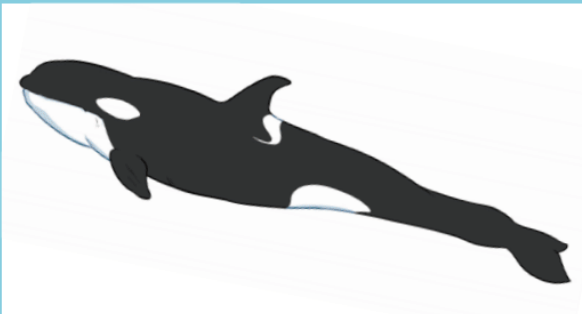
## RÉSEAU TROPHIQUE DE L'ANTARCTIQUE 2/2

**PHOQUE DE WEDDELL**

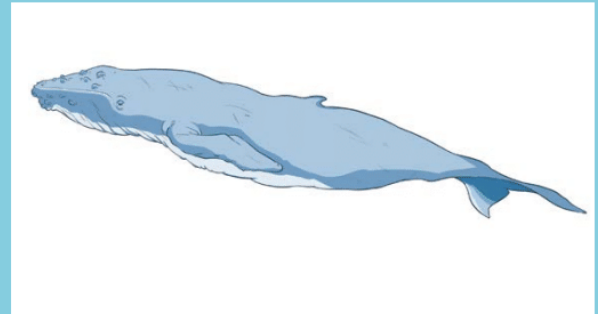
Le phoque de Weddell mesure entre 2 et 3 m de long et a une espérance de vie de 20 ans environ. C'est un très bon plongeur capable de rester sous l'eau plus d'une heure en quête de nourriture (krill, seiche et légine).

**LÉOPARD DE MER**

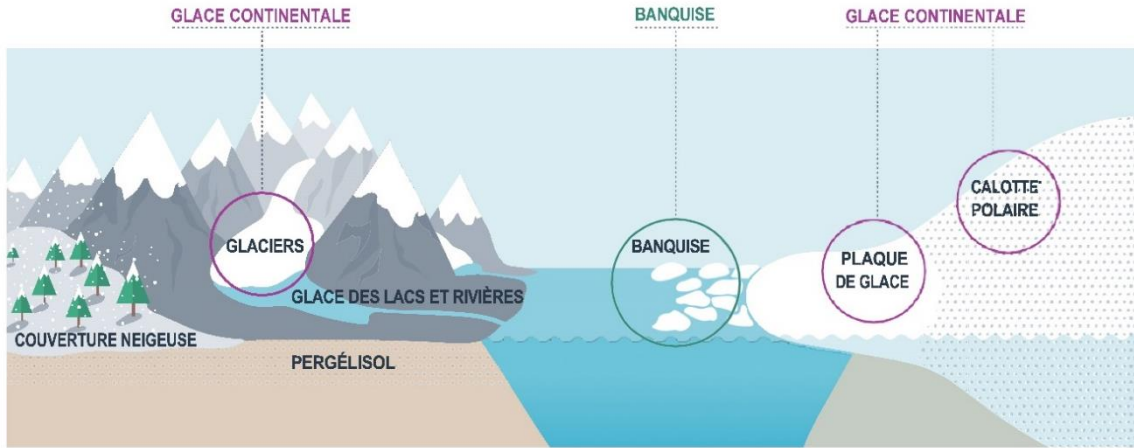
Le léopard de mer est un prédateur redoutable qui peut mesurer 4 à 5 m de long et peser jusqu'à 500 kg. C'est un animal solitaire qui peut vivre plus de 20 ans. Le phoque léopard se nourrit de manchots, de krill et de phoques de Weddell.

**ORQUE**

On trouve l'orque à la fois dans l'Arctique et l'océan Austral, mais il peut se déplacer jusque dans les eaux tropicales. Il s'agit d'un animal très sociable qui vit en meute. Ses techniques de chasse sont très développées et lui permettent de se nourrir de grands animaux comme les phoques, les baleines, les seiches et les manchots.

**BALEINE À BOSSE**

La baleine à bosse mesure en général 14 à 15 m de long et pèse environ 25 tonnes. Elle vit dans les océans du monde entier et se reproduit près de l'équateur. Elle migre soit vers l'Arctique soit vers l'Antarctique à l'approche de l'été et de la fonte de la banquise. Elle se nourrit de krill et est mangée par les orques.

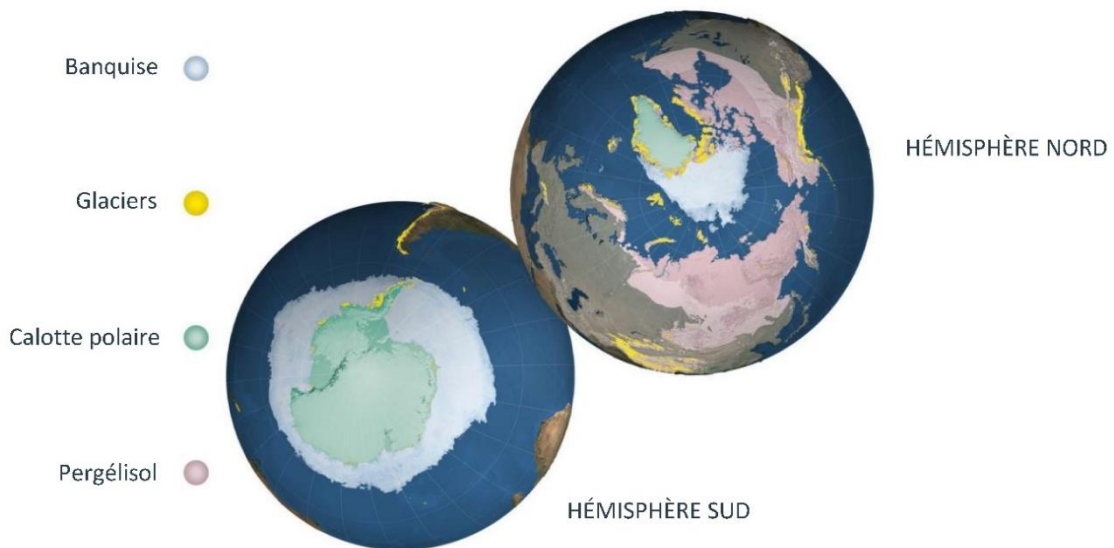


Calotte glaciaire de l'Antarctique, près de la Terre Adélie.  
La calotte glaciaire de l'Antarctique est la plus grande étendue de glace continentale sur Terre.



Banquise flottant sur l'océan au nord du Spitzberg.


La cryosphère désigne toute l'eau gelée présente à la surface de la Terre. Sur la planète, il existe différents réservoirs d'eau gelée. Les images satellites suivantes permettent de les mettre en évidence.



## SÉQUENCE 2 : QUELLES SONT LES CONSEQUENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

### SÉANCE 5 : DILATATION DES OCEANS ET NIVEAU DES MERS

#### INDUCTEUR

	<p><i>Inondation de Magdolna Ban, Huile sur toile, 1999</i></p>	<p>Consigne :</p> <p>Décris la scène. Sur quoi repose la ville ? Qu'en-penses-tu ?</p> <p>Faire remarquer que la ville repose sur une coquille de noix, symbole de sa fragilité.</p>
---	---	--

#### RESUME

Le but de cette séance est de comprendre une autre cause de la montée du niveau des eaux : la dilatation des océans.

#### OBJECTIFS

- Être capable de concevoir une expérience pour atteindre un objectif fixé
- Être capable de modéliser et d'expliquer la correspondance entre le modèle et sa représentation du réel

#### MATERIEL

Pour chaque groupe

- Un flacon en verre avec un bouchon préalablement percé de manière à laisser passer une paille (sans faire de trou trop grand)
- Une paille transparente (la paille doit être la plus fine possible)
- Une lampe de bureau (100W) ou de l'eau chaude (entre 60°C et 70°C, chauffée avec une bouilloire) ou un radiateur...
- Des glaçons pour refroidir l'eau au début de l'expérience (facultatif)
- Un bac (bain marie)
- Patafix

#### LEXIQUE

Dilatation

#### DÉROULEMENT

##### 1. Question initiale

En groupe classe

L'enseignant effectue un rappel sous forme d'un bilan provisoire sur le changement climatique, en prenant note sur une affiche.

**Qu'a-t-on appris sur le climat, que se passe-t-il en ce moment ? Quelles sont les conséquences du changement climatique ? Quelles sont les conséquences de la fonte de la banquise et des glaciers ?**

On proposera en trace écrite : **la Terre se réchauffe, ce qui fait fondre la banquise et les glaciers. Nous avons vu que la fonte des glaciers fait monter le niveau des océans, pas la fonte de la banquise. Mais la fonte de la banquise fait que la Terre est plus sombre et se réchauffe donc encore plus.**

Puis l'enseignant pose la question : **Peut-il y avoir, selon vous, une autre raison pour laquelle le niveau des océans augmente ?**

*Réponses possibles* : parce qu'on utilise de l'eau du robinet qui va dans les océans. Parce qu'il pleut...

**Dans ce cas, prévoir un rappel sur le cycle de l'eau.**

Certains élèves peuvent penser spontanément à la dilatation de l'eau. Si cela n'est pas le cas, l'enseignant montre un thermomètre et demande à la classe d'expliquer comment il fonctionne.

Réponses attendues : la chaleur fait dilater (augmenter le volume) le liquide, dont le niveau monte.

#### **Note scientifique sur le cycle de l'eau**

La quantité d'eau présente sur Terre se conserve : elle est « stockée » à sa surface sous forme liquide, solide (glace) et gazeuse (vapeur d'eau). Ainsi l'eau solide des glaciers fait monter le niveau des océans en fondant : il y a plus d'eau liquide sur Terre. On peut aussi penser que le changement climatique aurait tendance à transformer l'eau des océans en vapeur d'eau, ce qui ferait baisser le niveau des océans. Mais ce processus d'évaporation des océans fait partie du cycle de l'eau : cette vapeur d'eau forme des nuages qui provoquent des précipitations, lesquelles retournent dans les océans par les fleuves et les rivières. Il y a alors plus de précipitations dans certaines régions du globe : c'est une des conséquences du changement climatique.

## **2. Recherche (expérimentation)**

### En petits groupes :

L'enseignant propose alors un défi aux enfants : réaliser un dispositif expérimental pour représenter et expliquer la dilatation des océans (la montée du niveau des océans).

Les groupes se répartissent et notent leur protocole, leurs prévisions et le schéma du dispositif qu'ils vont réaliser sur leur fiche d'expérience.

#### **Note pédagogique :**

Comme le fait remarquer Jean-Michel Rolando, lors de modélisations, les modèles (maquettes) ne sont pas toujours suffisants, pour au moins une raison : les élèves les manipulent comme s'il s'agissait d'objets autonomes sans rapport avec la réalité qu'ils représentent.

Transformer la manière de considérer les maquettes constituerait sans doute un progrès décisif qui permettrait peut-être le dépassement des obstacles identifiés. Comme le propose Jean-Pierre Astolfi, « ...Il s'agit de réfléchir autant à la transformation que la pensée doit opérer qu'à la difficulté de la connaissance à acquérir ».

Nous appelons « modèle » une construction intellectuelle théorique qui représente la réalité - ou une partie de celle-ci - et qui se substitue à elle pour réfléchir. Les maquettes sont des modèles, non pas au sens de « modèles réduits » mais au sens d'outils pour réfléchir.

Il apparaît donc nécessaire de contraindre davantage les élèves à articuler modèle et réalité (Rolando, 2003). Ce progrès, s'il s'opère, nous semble significatif, et nous en faisons l'objectif prioritaire.

Nous proposons, pour guider la réflexion des élèves, un tableau (dont la forme exacte dépend de l'activité menée) qui doit leur permettre de différencier nettement le modèle – *le flacon, la paille, l'eau colorée, la lampe, le radiateur, l'eau chaude...* - et la réalité - *les océans, le Soleil* - tout en travaillant explicitement sur la correspondance entre les deux.

Du matériel est mis à disposition des élèves : flacons, pailles, eau colorée (pour mieux voir le niveau de l'eau dans la paille), bouchons percés pour les flacons, lampes, ...

Proposition de guidage : si certains groupes bloquent, on peut leur présenter un flacon avec de l'eau, un bouchon et la paille qui traverse le bouchon. **Consigne : Imaginez des moyens de faire monter l'eau dans la paille.**

Les enfants vont d'abord tâtonner (aspirer l'eau...).

Il est cependant intéressant de laisser un groupe ou deux utiliser un bac/flacon sans paille. Cela introduira un débat intéressant sur la notion de volume (si c'est plus fin, l'eau monte plus « vite » lorsqu'elle se dilate).

Si nécessaire, les orienter en rappelant le thème étudié : **De quoi parlons-nous depuis quelques semaines ?**

Ou bien souligner l'analogie avec le thermomètre. **À quoi ressemble ce flacon avec un grand « réservoir » et un tube fin au bout ? Quand le liquide monte-t-il dans un thermomètre ?**

Les enfants proposeront alors de chauffer l'eau. L'enseignant peut alors les amener à réaliser différentes expériences : **Comment pouvez-vous chauffer l'eau dans le flacon ?** Et noter les différentes idées de chauffage.

**Conseils de manipulation à lire avant de commencer les expériences :**

- Plusieurs types de chauffage sont envisageables : dans les mains, au soleil, sur le radiateur, dans un bain marie d'eau chaude (chauffée avec une bouilloire). L'important est de chauffer le flacon. Le bain-marie est le plus efficace, mais il pose des problèmes de sécurité (on pourra placer le bain-marie dans un bac plus grand pour éviter qu'il soit renversé sur quelqu'un), et peut prêter à confusion sur l'interprétation des différents éléments de l'expérience (l'eau des océans est représentée par l'eau dans le flacon).

- La dilatation peut être difficile à observer selon le diamètre de la paille.

**Pour obtenir les meilleurs résultats :** prendre une eau assez froide (proche de 0°C, refroidie avec des glaçons) et la chauffer au bain-marie avec une eau entre 60°C et 70°C.

- Il est indispensable de fermer hermétiquement le bouchon (notamment autour de la paille, avec de la pâte adhésive par exemple), sinon l'eau dans le flacon va déborder et ne va pas monter dans la paille.

- Plus le flacon est rempli et plus la dilatation sera visible. Le flacon n'a pas besoin d'être étroit, au contraire, c'est juste un réservoir pour l'eau qui va chauffer.

- On pensera à noter le niveau de l'eau dans la paille avec un marqueur au début de l'expérience.

**Guider la réflexion des élèves en leur proposant de remplir un tableau de ce type :**

Notre expérience	Ce que cela représente
Une lampe	Le Soleil
Le récipient rempli d'eau chaude	La chaleur - le changement climatique
Le radiateur	La chaleur - le changement climatique
Le flacon rempli d'eau	Les océans
Le repère (trait) sur la paille	Le niveau des océans

Ce tableau peut être utilisé de différentes manières avec les élèves : la colonne de gauche peut être éventuellement pré-remplie, et la colonne de droite peut être complétée avec un guidage plus ou moins important selon les élèves.

Puis, toujours par petits groupes, et avant toute manipulation, les élèves complètent un second tableau. Les éléments dans la colonne de gauche ne sont pas exhaustifs : les élèves pourront proposer d'autres correspondances.

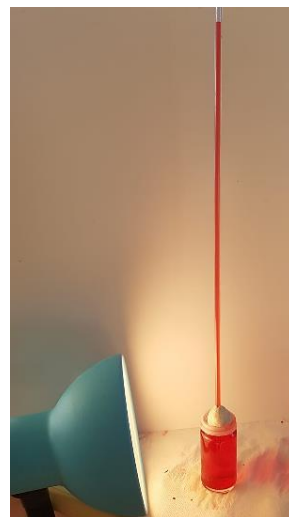
Ce qui peut se produire dans notre expérience	Ce que cela représente dans la réalité
La lampe éclaire le flacon	<i>Le Soleil chauffe les océans</i>
L'eau chaude du récipient chauffe le liquide du flacon	<i>Les océans se réchauffent</i>
Le niveau d'eau monte dans la paille	<i>Le niveau des océans monte</i>
...	...

Ce moment de travail est indispensable. Il contraint les élèves à anticiper les réflexions qu'ils mèneront et crée les conditions de l'articulation entre maquette et réalité.



Chauffage au bain-marie

Avant (à gauche) et après (à droite) avoir mis l'eau chaude



Chauffage avec une lampe

Avant (à gauche) et après (à droite) avoir chauffé le flacon



Chauffage au bain-marie sans paille

Avant (à gauche) et après (à droite) avoir chauffé le flacon  
*On observe que l'eau se bombe légèrement sur le dessus du flacon*



Puis les élèves finissent la fiche d'expérience avec le schéma à la fin de l'expérience et les conclusions.

### 3. Mise en commun

Chaque groupe présente son expérience et les résultats observés.

Les différents types de chauffage sont comparés et on note lesquels sont les plus efficaces.

**Quand on chauffe l'eau, elle prend plus de place, son volume augmente. Plus le chauffage est efficace et plus l'eau monte dans la paille.**

L'enseignant interroge alors les enfants sur le lien avec la réalité, pour donner du sens à l'expérience : **Que peut représenter dans le cadre du changement climatique, l'eau dans le flacon ? Quel est le chauffage utilisé dans ce cas ? Que va-t-il alors se passer pour l'océan ?**

### Optionnel : prolonger cette réflexion sur les conséquences de la hausse du niveau marin

Donnez aux élèves les fiches C2.1, C2.2 et C2.3 pour qu'ils les analysent et répondent aux questions.

Une fois qu'ils ont terminé, discutez avec eux des différentes répercussions de la hausse du niveau marin, comme l'érosion du littoral, la destruction des écosystèmes côtiers et l'incidence sur les moyens de subsistance des communautés côtières et sur le tourisme. Certaines populations n'auront pas d'autre choix que de quitter leur domicile et migrer.

### 4. Conclusion proposée

**Le changement climatique réchauffe les océans ce qui provoque leur dilatation.**

**Le niveau de la mer va donc monter, certaines régions seront inondées.**

#### Note scientifique

Ce phénomène de dilatation thermique est en réalité la cause principale de la montée des eaux lorsque l'on raisonne à court terme pour une augmentation de température modérée (3 à 6 degrés). En revanche sur le long terme (plusieurs siècles) la fonte des glaces prendra le dessus.

## FICHE D'EXPÉRIENCE

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

**Schéma de l'expérience :**

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

**Matériel utilisé :**

*Nous écrivons tout ce dont nous avons besoin pour faire l'expérience.*

---

---

---

---

---

---

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 : *Qu'avons-nous observé ? A-t-on réussi le défi ?*

*Quelles sont les conclusions de l'expérience ?*

---

---

---

---

---

## SÉQUENCE 2 : LES CONSÉQUENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

### SÉANCE 6 : ÉMISSION DE CO<sub>2</sub> ET ACIDIFICATION DES OcéANS

Les élèves savent déjà que l'augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> atmosphériques contribue au changement climatique ([séances 5 et 6 - CM1](#)). Ils ont étudié dans le cadre des séances précédentes certaines des conséquences du changement climatique. Cela étant dit, une hausse de la concentration en CO<sub>2</sub> atmosphérique a des répercussions autres que le réchauffement de la planète, notamment l'acidification des océans.

#### RÉSUMÉ

Les élèves procèdent à une expérience pour comprendre non seulement le lien entre acidité et pH, mais aussi entre concentration en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et acidification des océans et les répercussions sur les organismes marins.

#### OBJECTIFS

- Pratiquer une démarche d'investigation
- Décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique : mettre en œuvre des observations et des expériences pour caractériser un échantillon de matière (acidité d'un liquide, dissolution du CO<sub>2</sub> dans l'eau).
- Découvrir que l'océan absorbe une part importante de CO<sub>2</sub> produite par les activités humaines et que cette absorption modifie son acidité

#### A RETENIR

- Les océans absorbent de plus en plus de CO<sub>2</sub>.
- Ils constituent d'importants puits à CO<sub>2</sub>, qui ont absorbé près de 30 % des émissions anthropiques de CO<sub>2</sub> au cours des 200 dernières années.
- Une fois dissous dans l'océan, le CO<sub>2</sub>, par une réaction chimique avec les molécules d'eau, forme de l'acide carbonique et contribue à l'acidification des océans.
- L'eau de surface de l'océan devient plus acide car elle absorbe une partie du CO<sub>2</sub> émis par l'action de l'être humain. La dissolution du CO<sub>2</sub> dans l'eau forme de l'acide carbonique qui nuit aux algues et animaux calcaires, tels que les coraux, les huîtres et les moules. Le meilleur moyen de limiter l'acidification de l'océan est de limiter la quantité de CO<sub>2</sub> rejeté dans l'atmosphère.

#### LEXIQUE

- Acidification des océans, absorption de CO<sub>2</sub>, pH, se dissoudre, acidité, atmosphère

#### ASPECTS LANGAGIERS

- **Oral** : Verbaliser pour expliciter les procédures lors des mises en commun des hypothèses, des recherches
- **Écrit** : Utiliser l'écrit de manière autonome pour réfléchir et pour apprendre : écrits personnels lors des hypothèses, des recherches. Construire/ compléter un tableau

## MATÉRIEL

Pour chaque groupe :

- 1 paille et 1 récipient
- 3 coquilles différentes et 3 récipients
- Des liquides pour tester l'acidité : eau, vinaigre, sodas, jus de citron, etc.
- 1 pH-mètre ou 1 kit testeur de pH pour piscines
- Petits récipients et compte-goutte
- Du jus de chou rouge

## RESSOURCES MULTIMÉDIA

- Vidéo (acidification de l'océan) : Catherine JEANDEL, Océanographe CNRS – 1'30  
<https://www.oce.global/fr/resources/videos/clim-acidification-des-oceans>

## DÉROULEMENT

### 1. Introduction

A l'appui du scénario conceptuel construit avec les élèves lors de l'année 1 (CM1) et des précisions ajoutées lors de cette année 2 (CM2) :

- Rappeler les conséquences du changement climatique : les glaciers et la banquise fondent, la surface de la Terre devient plus foncée, les événements climatiques extrêmes augmentent, les océans se réchauffent et se dilatent.
- Rappeler la cause, les origines de ce changement climatique : l'effet de serre augmente à cause d'une présence trop importante de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Ce CO<sub>2</sub> est produit par les activités humaines.

### 2. Question

Que devient tout le CO<sub>2</sub> atmosphérique (présent dans l'atmosphère)? Reste-t-il dans l'atmosphère ? Où peut-il bien aller ?

### 3. Hypothèses

Les élèves individuellement ou en collectif répondent aux questions. L'enseignant met en commun les réponses des élèves.

Certains élèves mentionneront sûrement l'absorption de CO<sub>2</sub> par les plantes, mais ils ne sauront probablement pas qu'une grande partie de ce CO<sub>2</sub> est absorbée par les océans. Leur dire que c'est le cas.

L'enseignant précisera que nous allons aujourd'hui nous intéresser à l'absorption du CO<sub>2</sub> par les océans et la dissolution du CO<sub>2</sub> dans l'océan. **Expliquer le phénomène à l'appui d'un dessin, schéma ou vidéo (à trouver) : dissolution du CO<sub>2</sub> dans l'eau.**

Demandez aux élèves quelles répercussions la dissolution de CO<sub>2</sub> dans l'océan peut avoir. Ils suggéreront peut-être des répercussions sur les animaux marins et la pollution de l'eau. Parlez avec les élèves du fait que l'océan s'acidifie à mesure que la concentration en CO<sub>2</sub> dans l'eau augmente.

### 4. Recherches

Pour connaître les conséquences de l'absorption du CO<sub>2</sub> par les océans, il faut d'abord s'intéresser à l'acidité de l'eau.

→ Demandez aux élèves de citer certains liquides : eau, lait, café, sodas, vinaigre, jus de fruits, jus de citron. Est-ce que ces liquides ont tous la même acidité ? Il y a des liquides plus ou moins acides.  
L'acidité d'un liquide se mesure avec le pH-mètre, et nous allons utiliser un kit testeur pour mesurer l'acidité de certains liquides (eau, vinaigre, jus de citron, etc.) ou jus de chou rouge.

➤ **Déterminer le pH de différents liquides**

→ En groupes, à l'appui d'un tableau et du matériel nécessaire pour chaque groupe, les élèves déterminent le pH de différents liquides (eau, vinaigre, sodas, jus de citron, etc...).

→ Mettre en commun les observations des groupes et s'appuyer sur le document présentant différents exemples de solutions et leur position sur l'échelle du pH. Cela leur permet de comprendre le lien entre pH et acidité.  
Une fois ce lien établi, ils peuvent passer à l'étape suivante



Des élèves procédant aux tests ph.

➤ **Déterminer le rôle du CO<sub>2</sub> sur l'acidité de l'eau**

→ Demandez aux élèves : Auriez-vous une idée qui permettrait de savoir si une hausse du CO<sub>2</sub> joue un rôle sur l'acidité de l'eau. Comment pourrions-nous procéder ?

→ Proposition : Souffler (hausse du CO<sub>2</sub>) pendant quelques minutes dans une paille placée dans un bac d'eau suffit à démontrer que cette hypothèse est exacte. Les élèves peuvent ajouter du sel à l'eau pour qu'elle s'apparente à l'eau de mer. Cela augmente le pH initial de l'eau (le pH de l'eau de mer est d'environ 8). De plus, cela permet de mieux voir la différence de couleur avant et après avoir soufflé dans la paille si vous utilisez du jus de chou rouge comme indicateur pH.



En soufflant dans une paille, les élèves ajoutent du CO<sub>2</sub> à l'eau.

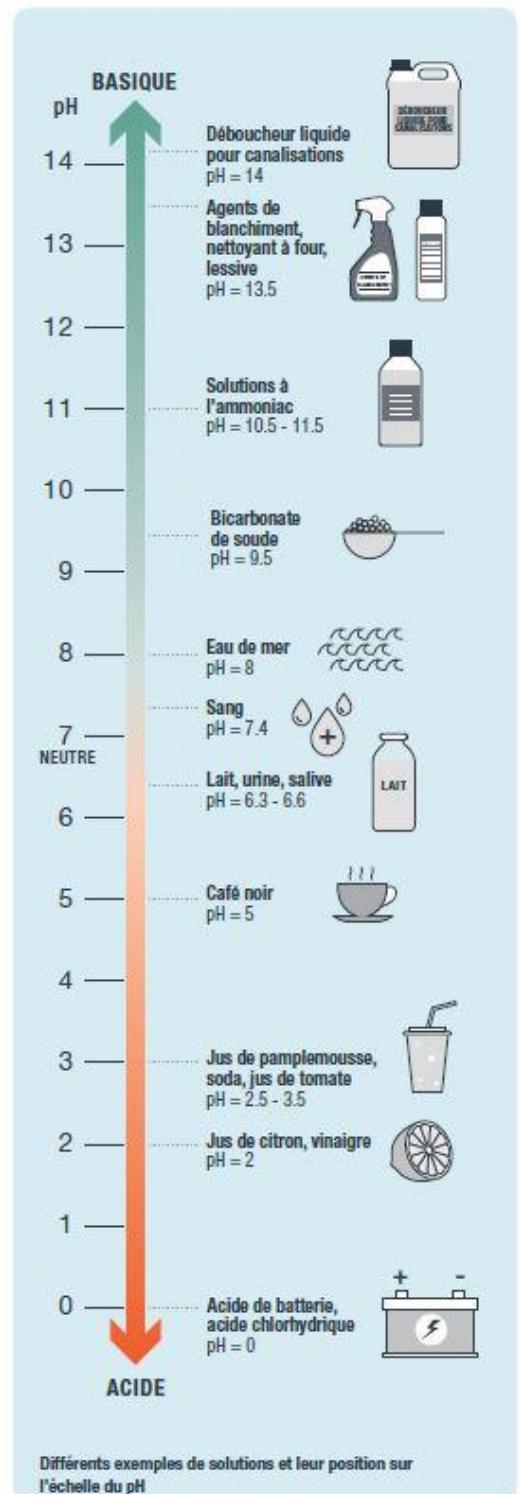
Les élèves expérimentent et mesure l'acidité de l'eau avant et après avoir soufflé. Ils peuvent compléter le tableau et écrire leurs observations personnelles.

→ **Mise en commun des observations**

Expliquez aux élèves la capacité de l'eau de mer à absorber le CO<sub>2</sub> et en quoi ce phénomène est à l'origine de l'acidification des océans. Au cours des 200 dernières années, les océans ont déjà absorbé environ 30 % des émissions anthropiques de CO<sub>2</sub>.

**Conclusion**

La classe élabore une conclusion collective qui répond à la question initiale et à partir des observations des élèves et du vocabulaire utilisé : au contact de l'eau le CO<sub>2</sub> est absorbé et il se dissout dans l'eau. Au cours des 200 dernières années les océans ont dû absorber une partie du CO<sub>2</sub> atmosphérique produit par les activités humaines (environ 30%). Cette absorption du CO<sub>2</sub> modifie l'acidité des océans, le pH de l'eau baisse, les océans deviennent plus acides.



## ÉCLAIRAGE SCIENTIFIQUE

Nous avons vu de quelle façon le CO<sub>2</sub> contribue au changement climatique. Cependant, il existe une autre conséquence considérable à la concentration croissante de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère : l'absorption accrue du CO<sub>2</sub> par les océans provoquant l'acidification des océans.

**Acidité et pH**

Un acide est une substance qui, une fois dissoute dans l'eau, augmente la quantité d'ions H<sup>+</sup>. Ces ions extrêmement réactifs sont impliqués dans de nombreuses réactions chimiques. Par exemple, une solution acide peut dissoudre certains com- posés chimiques.

Le pH est une unité qui mesure la concentration en ions H<sup>+</sup>. Il s'agit d'une échelle logarithmique : une solution avec un pH=6 est 10 fois plus acide qu'une solution avec un pH=7, qui est elle-même 10 fois plus acide qu'une solution avec un pH=8. Une solution est considérée comme étant acide si son pH est inférieur à 7, neutre si son pH est égal à 7 et basique ou alcaline si son pH est supérieur à 7.

**Acidification des océans**

Comme nous l'avons vu en détail à la page 19 de l'Éclairage scientifique général, environ un quart des 40 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> émises chaque année par l'activité humaine est absorbé par les océans. Il est en partie absorbé dans l'eau par le phytoplancton, en partie séquestré par les plantes et sédiments des écosystèmes côtiers riches en végétation (voir la leçon C2, page 85), et en partie dissous dans l'océan. Une fois dissous dans l'eau de l'océan, le CO<sub>2</sub> réagit avec les molécules d'eau, H<sub>2</sub>O, pour former de l'acide carbonique, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

Cette réaction est réversible, mais si la quantité de CO<sub>2</sub> est trop élevée, de l'acide carbonique est produit en majorité. S'en suit naturellement la dissolution de l'acide carbonique en ions H<sup>+</sup> et en ions bicarbonate, réaction qui contribue progressivement à l'acidification de l'océan, du fait de la concentration plus importante en ions H<sup>+</sup> et de la diminution du pH qui en découle.

Les organismes marins à exosquelettes (Un exosquelette est un squelette externe, que l'on retrouve à l'extérieur du corps plutôt qu'à l'intérieur. Les êtres humains par exemple ont un squelette interne, alors que le crabe dispose d'un exosquelette) ou coquilles se servent du carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>), résultat de la réaction d'ions carbonate et d'ions calcium, pour produire leur carapace.

En cas d'excès d'ions H<sup>+</sup>, comme c'est le cas dans un océan acide, les ions auront tendance à s'associer de préférence avec les ions H<sup>+</sup> plutôt qu'avec les ions Ca<sup>2+</sup>, empêchant la réaction précédente de se produire. Il devient alors difficile pour certains organismes marins, les espèces marines calcifiantes, de former leur coquille ou squelette faite de carbonate de calcium. De plus, si la concentration en ions H<sup>+</sup> est si élevée qu'ils ne peuvent plus trouver d'autres ions auxquels s'associer, cela peut alors aller jusqu'à entraîner la séparation des molécules CaCO<sub>3</sub> présentes dans les coquilles et exosquelettes de ces organismes, contribuant ainsi à leur dégradation progressive. Dans ce cas, on dit que les coquilles se « dissolvent » dans la solution acide. L'absorption de CO<sub>2</sub> par les océans a par conséquent **un double impact sur les organismes marins : elle complique la formation de nouveaux exosquelettes et coquilles et peut détériorer ceux déjà existants.**

Le pH moyen à l'échelle du globe a chuté d'environ 0,1 unité depuis la révolution industrielle pour atteindre 8,05 en 2013. Une légère hausse de l'acidité des océans (même si le pH de l'eau de mer reste supérieur à 7) suffit à se répercuter sur les calcifiants marins à diverses étapes de leur développement. L'expérience menée dans cette leçon avec les coquilles et le vinaigre montre les répercussions poussées à l'extrême – le pH du vinaigre étant bien inférieur au pH réel de l'eau de mer – de l'acidification des océans sur ces organismes à des fins éducatives.

Le pH de l'eau de mer devrait diminuer de 0,3 à 0,4 unités d'ici à 2100 en fonction des émissions à venir. De ce fait, de nombreuses espèces, notamment coralliennes, sont menacées. Les répercussions se feront sentir directement sur la biodiversité marine, mais aussi sur l'économie et la sécurité alimentaire de l'espèce humaine.



## SÉQUENCE 2 : LES CONSÉQUENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

### SÉANCE 7 : LES CONSEQUENCES SUR LE VIVANT DE L'ACIDIFICATION DES OCEANS

Lors de la séance 6, les élèves ont appris qu'au contact de l'eau le CO<sub>2</sub> est absorbé et qu'il se dissout dans l'eau. Au cours des 200 dernières années les océans ont dû absorber une partie du CO<sub>2</sub> atmosphérique produit par les activités humaines (environ 30%). Cette absorption du CO<sub>2</sub> modifie l'acidité des océans, le pH de l'eau baisse, les océans deviennent plus acides.

#### RÉSUMÉ

En observant la dissolution d'un coquillage dans une eau acide (le vinaigre), les élèves comprennent que l'acidification des océans nuit aux espèces marines en particulier aux coquillages et aux coraux.

#### OBJECTIFS

- Pratiquer une démarche d'investigation
- Décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique : mettre en œuvre des observations et des expériences pour caractériser un échantillon de matière (acidité d'un liquide, dissolution des coquilles dans l'eau acide).
- Découvrir que le CO<sub>2</sub> absorbé par les océans modifie son acidité et qu'une eau plus acide dissout les coquilles et menace l'équilibre de la biodiversité marine

#### A RETENIR

- Les océans absorbent de plus en plus de CO<sub>2</sub>.
- Ils constituent d'importants puits à CO<sub>2</sub>, qui ont absorbé près de 30 % des émissions anthropiques de CO<sub>2</sub> au cours des 200 dernières années.
- Une fois dissous dans l'océan, le CO<sub>2</sub>, par une réaction chimique avec les molécules d'eau, forme de l'acide carbonique et contribue à l'acidification des océans.
- Les coquilles des organismes marins se dissolvent dans l'eau acide.
- À mesure que l'océan s'acidifie, reconstruire une coquille devient de plus en plus difficile.
- L'eau de surface de l'océan devient plus acide car elle absorbe une partie du CO<sub>2</sub> émis par l'action de l'être humain. La dissolution du CO<sub>2</sub> dans l'eau forme de l'acide carbonique qui nuit aux algues et animaux calcaires, tels que les coraux, les huîtres et les moules. Le meilleur moyen de limiter l'acidification de l'océan est de limiter la quantité de CO<sub>2</sub> rejeté dans l'atmosphère.

#### LEXIQUE

Acidification des océans, absorption de CO<sub>2</sub>, pH, se dissoudre, acidité, pollution, biodiversité

#### ASPECTS LANGAGIERS

- **Oral** : Verbaliser pour expliciter les procédures lors des mises en commun des hypothèses, des recherches
- **Écrit** : Utiliser l'écrit de manière autonome pour réfléchir et pour apprendre : écrits personnels lors des hypothèses, des recherches

## MATÉRIEL

Pour chaque groupe :

- 3 coquilles différentes : les coquilles n'ont pas toutes la même composition chimique ; en fonction de leur teneur en carbonate de calcium, la réaction au contact du vinaigre peut être différente : il y aura plus ou moins de bulles.
- 3 récipients
- Des liquides pour tester l'acidité : eau, vinaigre, sodas, jus de citron, etc.
- 1 pH-mètre ou 1 kit testeur de pH pour piscines
- Petits récipients et compte-goutte
- Du jus de chou rouge

## RESSOURCES MULTIMÉDIA

- Pour aller plus loin : dossier ressources pédagogiques Fondation TARA sur les récifs coralliens

<https://oceans.taraexpeditions.org/wp-content/uploads/2016/06/Dossier-p%C3%A9dagogique-r%C3%A9cifs-coralliens-Web.pdf>

## DÉROULEMENT

### 1. Introduction

Revenir à l'appui du scénario conceptuel sur une nouvelle conséquence de l'augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> sur Terre : modification de l'acidité de l'eau des mers et des océans qui deviennent plus acides.

### 2. Question

Quelles sont les conséquences sur le vivant de l'acidification des mers et des océans ?

### 3. Hypothèses

Les élèves répondent à la question sur leur cahier d'expérience puis l'enseignant met en commun leurs écrits. Parmi les réponses courantes : le CO<sub>2</sub> empoisonne ou asphyxie les organismes marins ou provoque des malformations : ils ne se reproduisent plus ou se reproduisent moins...

### 4. Recherche

Demander aux élèves de réfléchir à une expérience qui démontrerait si la présence d'acide comme le vinaigre peut nuire aux organismes marins : combien d'expériences, quel matériel, quel liquide ?

→ **Arriver au consensus suivant** : utiliser des restes ou des cadavres d'animaux : coraux, coquilles... (pour des raisons éthiques on ne peut pas faire de manipulation sur des animaux vivants) que l'on pourrait immerger dans 3 solutions différentes.

→ **Avant de mener cette expérience, demandez aux élèves d'anticiper les résultats.**

Voici quelques hypothèses que soulèveront probablement les élèves :

- Dans le vinaigre, la coquille se brisera en plusieurs morceaux
- Des trous se formeront dans la coquille
- La coquille se décolorera
- La coquille disparaîtra
- Il n'y aura aucune différence visible entre l'eau et le vinaigre

→ **L'expérience pourrait ressembler à cela** : Disposez trois coquilles (ou quelque chose y ressemblant) dans trois solutions :

- Une avec de l'eau (l'expérience témoin)
- Une avec du vinaigre dilué dans de l'eau
- Une avec du vinaigre pur

Après quelques minutes, les coquilles commencent à se dissoudre : des bulles apparaissent, l'eau devient opaque.

Demandez aux élèves : De quoi sont faites les bulles ?

Arriver à l'explication suivante : les bulles sont faites en dioxyde de carbone, produit lorsqu'un acide (le vinaigre) réagit au contact du carbonate de calcium des coquilles. Si vous laissez la coquille toute la nuit dans le vinaigre, celle-ci se sera entièrement dissoute.



Des coquilles se dissolvant dans du vinaigre

**Note scientifique :**

Les élèves doivent être conscients que dans cette expérience la réalité est exagérée : le vinaigre est bien plus acide que l'eau de mer, puisque celui-ci a un pH de 2 à 3, tandis que l'eau de mer présentait en 2013 un pH d'environ 8,05. Mise en commun des observations des groupes mettant en avant le fait que le vinaigre, liquide particulièrement acide dissout les coquilles

## 5. Conclusion

La classe élabore une conclusion collective qui répond à la question initiale en s'appuyant sur les observations des élèves et le vocabulaire utilisé : « Les activités humaines émettent du CO<sub>2</sub>, responsable du réchauffement planétaire et de l'acidification des océans : l'eau devient plus acide et va contribuer à la destruction de la biodiversité sous-marines. De nombreuses espèces vivantes sont menacées.

## 6. Prolongement

Lecture du texte documentaire : « Les récifs coralliens » évoquant les constats établis précédemment.

## A

## Les récifs coralliens

Les récifs coralliens sont des structures naturelles construites par des colonies d'animaux, (généralement à faible profondeur) : les polypes de corail, appartenant à de nombreuses espèces. Ils offrent une niche à de très nombreux êtres vivants (par exemple des poissons-clowns, des anémones, des étoiles de mer...) qui y trouvent abri et nourriture : ce sont des écosystèmes foisonnants.

Plusieurs types de récifs coralliens existent, par exemple les récifs-barrières des lagons, les récifs frangeants qui longent les terres, ou les atoll. Ils ont un rôle protecteur des côtes en diminuant l'impact des catastrophes naturelles (tempêtes, tsunamis...). Ils utilisent le  $\text{CO}_2$  dissout dans l'eau pour leur croissance. Le plus grand récif corallien du monde, la grande barrière de corail australienne, s'étend sur 2000 km.

Les coraux vivent en symbiose avec une algue qu'ils ont la particularité d'expulser lorsqu'ils sont en stress, par exemple lorsque la température varie. Ils se trouvent alors très affaiblis et finissent par mourir, ne laissant que leurs structures minérales : on parle de blanchiment des coraux, compromettant l'existence des milliers d'espèces qui habitent aussi les récifs. L'acidification des océans due aux émissions de  $\text{CO}_2$  constitue également une menace pour ces organismes. Avec le changement climatique, l'écosystème entier des récifs est menacé de disparition.



La grande barrière de corail australienne (photo satellite)



La grande barrière de corail australienne (photo aérienne)



## SÉQUENCE 3 : LES ORIGINES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

### SÉANCE 8 : L'EFFET DE SERRE ET LA RESPONSABILITE DE L'HOMME DANS LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

#### RÉSUMÉ

Les élèves rappellent ce qu'ils connaissent des origines du changement climatique. Ils comprennent 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

- Pratiquer une démarche d'investigation
- Distinguer effet de serre naturel et effet de serre d'origine humaine
- Identifier l'augmentation de l'effet de serre comme origine du changement climatique
- Comprendre que les activités humaines sont responsables de l'augmentation de l'effet de serre et donc du changement climatique.

#### A RETENIR

- Lorsque la surface de la Terre est réchauffée par le Soleil, elle émet un rayonnement infrarouge (de la chaleur).
- Les gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère terrestre absorbent le rayonnement infrarouge (la chaleur) émis par la surface de la Terre. Seule une partie de ce rayonnement infrarouge (cette chaleur) s'échappe vers l'espace, le reste étant renvoyé vers la surface.
- Une augmentation de la concentration en gaz à effet de serre induit une hausse de la température à la surface du globe.

#### LEXIQUE

- Effet de serre, gaz à effet de serre (GES), changement climatique, gaz carbonique, méthane, vapeur d'eau, atmosphère

#### ASPECTS LANGAGIERS

- **Oral** : Verbaliser pour expliciter les procédures lors des mises en commun des hypothèses, des recherches
- **Écrit** : Utiliser l'écrit de manière autonome pour réfléchir et pour apprendre : écrits personnels lors des hypothèses, des recherches

#### MATÉRIEL

- 1 vidéoprojecteur / ordinateur
- Diaporama présentant l'effet de serre naturel et anthropique
- Schéma de l'effet de serre

#### RESSOURCES DÉJÀ EXPLOITÉES EN CM1

- Vidéo professeur Gamberge
- Fiche 12 : un texte par élève
- Schéma effet de serre à projeter

## RESSOURCES MULTIMÉDIA

Pour un prolongement :

<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/greenhouse/latest/greenhouse.html?simulation=greenhouse&locale=fr>

## DÉROULEMENT

### 1. Introduction

A l'appui du scénario conceptuel co-construit avec les élèves, un rappel des séances précédentes est fait : ce que nous savons du changement climatique, des climats, des océans, des conséquences du changement climatique et de ses origines (les notions vues en CM1).

Aujourd'hui nous allons revenir sur les origines du changement climatique.

### 2. Questions

Pourquoi la Terre se réchauffe-t-elle ? En quoi les activités humaines ont-elles un rôle dans le changement climatique ?

### 3. Hypothèses

Les élèves répondent individuellement à chacune des questions sur leur cahier. Ils font un schéma et s'aide du lexique connu : effet de serre, gaz à effet de serre, atmosphère...

Mise en commun des hypothèses des élèves sur affiche ou au tableau. Organiser les réponses à partir de chaque question afin de mieux préparer l'étape suivante et la projection du diaporama.

### 4. Recherche

Projeter le [diaporama « effet de serre »](#) en explicitant chaque étape :

- Effet de serre naturel
- Augmentation de l'effet de serre et rôle des activités humaines

Il est important de faire des allers retours avec les hypothèses des élèves précédemment notées sur affiche ou au tableau pour lever les doutes et incompréhensions.

### 5. Conclusion suggérée

Lorsque le Soleil réchauffe la Terre, sa surface se réchauffe. Les gaz à effet de serre de l'atmosphère capturent une partie de ce réchauffement émis par la Terre. Si davantage de gaz à effet de serre sont présents dans l'atmosphère, la chaleur ne parvient pas à s'échapper vers l'espace, augmentant ainsi la température à la surface de la Terre et la température de l'atmosphère. Les activités humaines qui émettent beaucoup de gaz à effet de serre dans l'atmosphère sont à l'origine du changement climatique.

**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>

*Module OCE p 62*

### éCLAIrAgE sCIENtIfIquE

#### effet de Serre

La lumière du Soleil traverse l'atmosphère et réchauffe la surface de la Terre, qui émet à son tour un **rayonnement infrarouge**, sous forme de chaleur, en direction de l'atmosphère. Au moment de s'échapper, une partie de cette chaleur est stockée par les **gaz à effet de serre** (principalement de la vapeur d'eau, du dioxyde de carbone, du méthane et de l'oxyde d'azote) avant d'être renvoyée vers la surface de la Terre. Les gaz à effet de serre agissent en quelque sorte comme une couverture qui conserve la chaleur émise par la surface terrestre. par conséquent, la température des basses couches de l'atmosphère est plus chaude qu'elle ne devrait l'être. En effet, sans gaz à effet de serre, la température moyenne à la surface de la Terre devrait être de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  alors qu'elle est de  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  actuellement. La concentration en gaz à effet de serre évolue d'une part du fait de causes naturelles, comme par le passé, et d'autre part du fait de l'activité humaine, comme à l'heure actuelle, qui modifie l'équilibre énergétique de la Terre et ainsi sa température moyenne (voir image page 10).

#### rAyonnement InfrArouGe

Nos yeux ne peuvent voir qu'une partie du spectre de la lumière émise par le Soleil, le rayonnement visible. **pour l'essentiel, l'atmosphère est transparente au rayonnement visible.**

La lumière est composée de nombreuses radiations et de différentes longueurs d'ondes. Lorsque l'on utilise un prisme pour l'observer, on remarque que les rayons sont plus ou moins déviés selon leur longueur d'ondes. On observe également différentes couleurs (qui correspondent à différentes longueurs d'ondes), mais certaines sont invisibles à l'œil nu. L'image ci-dessous illustre le spectre de la lumière, c'est-à-dire sa décomposition en différents intervalles de longueur d'ondes. Seule une infime partie du spectre, les longueurs d'ondes situées entre 400 et 700 nm, est visible à l'œil humain. La lumière infrarouge, dont les ondes sont plus longues que celles de la couleur rouge visible, nous est invisible.

Un objet chauffé, comme c'est le cas de la Terre en réponse aux rayons du Soleil, émet un rayonnement dans une longueur d'ondes qui dépend de sa température de surface. La surface de notre planète, à une température moyenne d'environ  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  (actuellement  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$  du fait du réchauffement climatique), émet la plupart du rayonnement dans la gamme infrarouge. **L'atmosphère, du fait de la présence de gaz à effet de serre, n'est pas transparente au rayonnement infrarouge.**

[...]

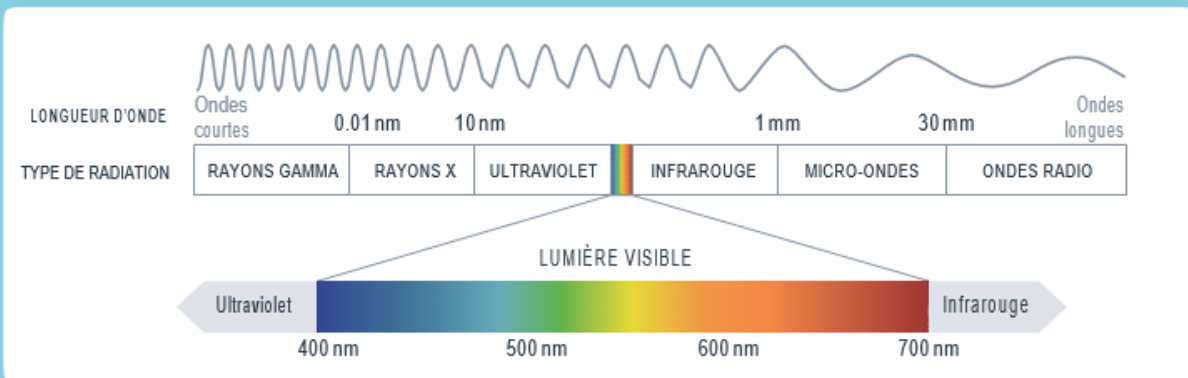


[...] L'effet de Serre et Le trou de LA couche d'ozone : deux phénomènes distincts

La composition de l'atmosphère ainsi que sa température fluctuent en fonction de l'altitude. La couche inférieure avec laquelle nous sommes en contact et où la plupart des phénomènes météorologiques ont lieu s'appelle la troposphère. Elle représente plus de 80 % de la masse totale de l'atmosphère. Elle est plus épaisse au niveau de l'équateur qu'au niveau des pôles. Au-dessus se trouve la stratosphère qui comprend la célèbre « couche d'ozone », à une altitude située entre 15 et 30 km. L'ozone est présent dans toute l'atmosphère, mais sa concentration est particulièrement élevée dans cette couche. Il absorbe les rayons ultraviolets de la lumière du Soleil (les rayons causant les coups de soleil) et les empêche d'atteindre la

surface de la Terre. L'utilisation massive de certains gaz réfrigérants (les chlorofluorocarbones, ou CFC) a conduit à la dégradation locale de cette couche d'ozone, une réelle menace pour la biosphère. Depuis la signature du protocole de Montréal en 1985 interdisant l'utilisation de ces gaz, le « trou » dans la couche d'ozone s'est progressivement rétréci. L'augmentation de l'effet de serre et le « trou dans la couche d'ozone » sont donc deux problèmes différents : ils n'impliquent pas les mêmes gaz atmosphériques, même si l'ozone est aussi un gaz à effet de serre, n'absorbent pas les mêmes rayonnements et ne s'articulent pas autour des mêmes problématiques.


Le spectre de la lumière.



## SÉQUENCE 4 : COMMENT PRENDRE CONSCIENCE ?

## SÉANCE 9 : L'IMPACT DE L'HABITAT SUR L'ENVIRONNEMENT, L'INEGALITE D'ACCES AUX RESSOURCES

## INDUCTEUR

	<p>L'illustré du Petit Journal 1932</p>	<p>Consigne :</p> <p>Où se passe cette scène ? Que s'est-il passé ? Qu'est-ce qui te permet de dire ça ? Comment sont construites les maisons ? (cabanes, bois, quartier populaire) (guider vers inégalité d'accès aux ressources)</p>
---	---	--

## RESUME

Les élèves constatent que les richesses et ressources naturelles (notamment l'eau) sont inégalement réparties sur Terre, et que les émissions de gaz à effet de serre sont liées, en partie, à l'énergie consommée dans l'habitat.

## OBJECTIFS

- Prendre conscience de l'inégalité d'accès aux ressources naturelles et aux richesses
- Prendre conscience de la nécessité, aujourd'hui, de limiter notre consommation d'énergie et d'eau
- 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

## MATERIEL

Pour chaque élève

- Un gobelet
- Une petite voiture
- Une chaise

Pour la classe :

- Un appareil photo numérique (facultatif)
- Une photocopie de la fiche 15 (à adapter en fonction du nombre d'élèves dans la classe en s'aidant des fiches complémentaires disponibles en fin de séance)
- Un planisphère
- Une photocopie de la fiche 16
- Grandes étiquettes continents (A3)

## LEXIQUE

- Ressource, gaz à effet de serre, énergie, pollution, eau potable

**Note pédagogique**

- Cette séance est une adaptation du [« jeu des chaises » créé par la société ITECO](#). Elle permet de bien visualiser comment sont réparties certaines richesses entre les différents continents. S'agissant des niveaux de vie comme de l'accès aux ressources naturelles, il nous paraît pertinent de distinguer ici l'Amérique du Nord (pour l'essentiel : États-Unis, Canada et Mexique) de l'Amérique du Sud. De la même manière, nous regroupons ici l'Europe et les pays de l'ex-bloc soviétique, Russie incluse.
- Cette séance fait appel à plusieurs calculs de proportionnalité, notamment de pourcentages. Ces calculs peuvent être faits par les élèves, mais la séance prend alors beaucoup plus de temps. La fiche 15 donne les valeurs calculées pour une classe de 25 élèves et les fiches complémentaires les valeurs pour une classe de 13 à 30 élèves.

## DÉROULEMENT

**Cette séance a pour but de mettre en avant les inégalités d'accès à certaines ressources en les mettant en comparaison avec la répartition de la population.**

A travers un jeu de rôles, les élèves répartissent la population mondiale ainsi que différentes ressources (pollution, accès à l'eau potable, richesses en PIB) entre les continents en essayant d'imaginer la part réelle de chaque continent par rapport au monde entier. Par exemple, s'ils sont 25, on leur demande d'abord de se regrouper par continent en respectant les proportions de population. Puis on leur donne 25 verres d'eau et on leur demande également de les répartir en imaginant que les verres représentent l'accès à l'eau potable, et toujours en respectant les proportions, etc.

Il est important de toujours comparer la répartition de chaque ressource (eau potable, pollution, richesses PIB) avec la répartition de la population. En effet, dans un monde idéal, si la moitié de la population se situait en Asie, alors ce continent devrait consommer la moitié des ressources en eau, être responsable de la moitié des émissions de gaz à effet de serre, concentrer la moitié des richesses mondiales, etc... On se retrouverait alors, dans ce jeu de rôles, avec 1 verre d'eau par élève, peu importe le continent. Ici, on pourra constater que ce n'est pas le cas : par exemple, en Amérique du Nord, il y a beaucoup de richesses pour peu de population, et en Asie, il y a également beaucoup de richesses, mais pas suffisamment par rapport à la population. Faire cette comparaison revient finalement à l'idée de calculer ces ressources, mais par habitant.

### 1. Première étape : répartition de la population (début du jeu de rôles)

Dans le hall ou salle de jeu, les grandes étiquettes des continents sont placées au sol. Le maître annonce aux élèves qu'ils doivent se répartir par continents (en distinguant Amérique du Nord et Amérique du Sud), en respectant les proportions (nombre d'habitants) telles qu'ils les imaginent.

**Consigne : Imaginez que vous représentez la population mondiale de la planète. Vous devez vous répartir sur les continents en respectant les proportions.**

Les élèves se mettent d'accord et se placent sur les différents continents. L'enseignant prend des photos et note sur le tableau la proposition des élèves.

Ensuite, il donne la répartition exacte de la population, et sa correspondance dans la classe (cf. tableau ci-dessous). Un représentant de chaque continent vient coller sur le planisphère de la classe des symboles représentant le nombre d'habitants (autant de bonhommes que d'élèves dans le groupe). On trouve ces symboles sur la fiche 16.

On réajuste le nombre d'habitants par continents (déplacements d'élèves)

#### Note scientifique

- Les nombres d'élèves sont en général arrondis à l'entier le plus proche... mais pas toujours ! Dans le tableau ci-dessous, il aurait fallu arrondir à 16 le nombre d'élèves représentant l'Asie (15,6). Nous aurions alors obtenu un nombre total d'élèves supérieur au nombre d'élèves de la classe (26 au lieu de 25). On a donc arrondi le nombre 15,6 à l'entier inférieur (15). Cela n'est pas un problème dans la mesure où seuls les ordres de grandeur nous intéressent ici. Les mêmes « manipulations » peuvent être nécessaires pour les autres grandeurs étudiées (richesse, accès à l'eau potable, etc., cf. tableaux ci-dessous).
- Pour cette raison, il n'y a personne en Océanie, en raison de sa très faible population (1 % de la population mondiale). On peut l'expliquer aux élèves en leur disant qu'il aurait fallu placer, par exemple, 0.2 élèves.
- Pour les mêmes raisons, plus les élèves sont nombreux, et plus les répartitions effectuées seront correctes (si par exemple on a un élève en trop au total avec les arrondis, qu'il faut donc enlever d'un continent, cela se verra moins si il y a 100 élèves en tout que s'il y en a 8).
- Les différents tableaux présentés lors de cette séance (populations, richesses, ressources en eau, émissions de gaz à effet de serre) sont regroupés au sein de la fiche 15 (pour une classe de 25 élèves) ou dans les fiches complémentaires (pour une classe de 13 à 30 élèves).

**Note pédagogique : modalités adaptables**

- Pour faciliter la mobilité (des chaises et des élèves), on peut se mettre dans une salle de motricité ou sous le préau. Le planisphère peut être posé par terre.
- On peut également mener cette séance dans une salle « normale », en répartissant des personnages fictifs plutôt que les élèves eux-mêmes, comme sur la photo ci-dessous.
- On peut aussi dans un premier temps proposer uniquement le jeu de rôles aux élèves, et dans un second temps les faire travailler sur le planisphère. Il peut alors être intéressant de prendre des photos lors du jeu de rôles et de les projeter ensuite en classe.
- On peut également donner directement les étiquettes à coller sur le planisphère pendant le jeu de rôles, et remplacer les chaises/verres/voitures par ces étiquettes pour éviter de déplacer trop d'objets.

**2. Deuxième étape : répartition des richesses**

Une fois les continents constitués, on donne à la classe autant de chaises que d'élèves (on peut aussi remplacer les chaises par des faux billets). Le « jeu des chaises » consiste à donner, pour chaque continent, un nombre de chaises correspondant à la richesse du continent (PIB), toujours en respectant les proportions. Plus un continent est riche, plus il reçoit de chaises. Ici aussi, le travail se fait en deux temps :

1. les élèves tentent de deviner comment sont réparties les richesses ;
2. le maître donne les bons chiffres et corrige la répartition des chaises. Les élèves s'aperçoivent que certains continents ont bien trop de chaises tandis que d'autres n'en ont pas assez (exemple : 1 chaise pour 4 personnes pour l'Afrique, contre 6 chaises pour 2 personnes en Europe). Il est alors aisé de constater l'inégalité dans la répartition de la richesse sur Terre.

On affiche également les symboles (euros) sur le planisphère.

**3. Troisième étape : l'accès à l'eau potable**

On procède de la même façon pour l'accès à l'eau potable, représenté par des verres d'eau (on distribue un nombre de verres proportionnel aux ressources en eau de chaque continent, et on affiche les symboles correspondants sur le planisphère).

#### 4. Quatrième étape : consommation d'énergie et pollution

On procède de la même manière pour les émissions de gaz à effet de serre, représentées par des petites voitures. Il est important ici de préciser aux élèves que les voitures représentent la pollution et non la richesse ou le confort.

Le maître explique à la classe que les pays développés consomment beaucoup d'énergie et donc polluent davantage que les pays plus pauvres. Pour lutter contre le changement climatique, il faut faire un effort de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Pour cela, il faut consommer moins d'énergie.

#### 5. Discussion et conclusion

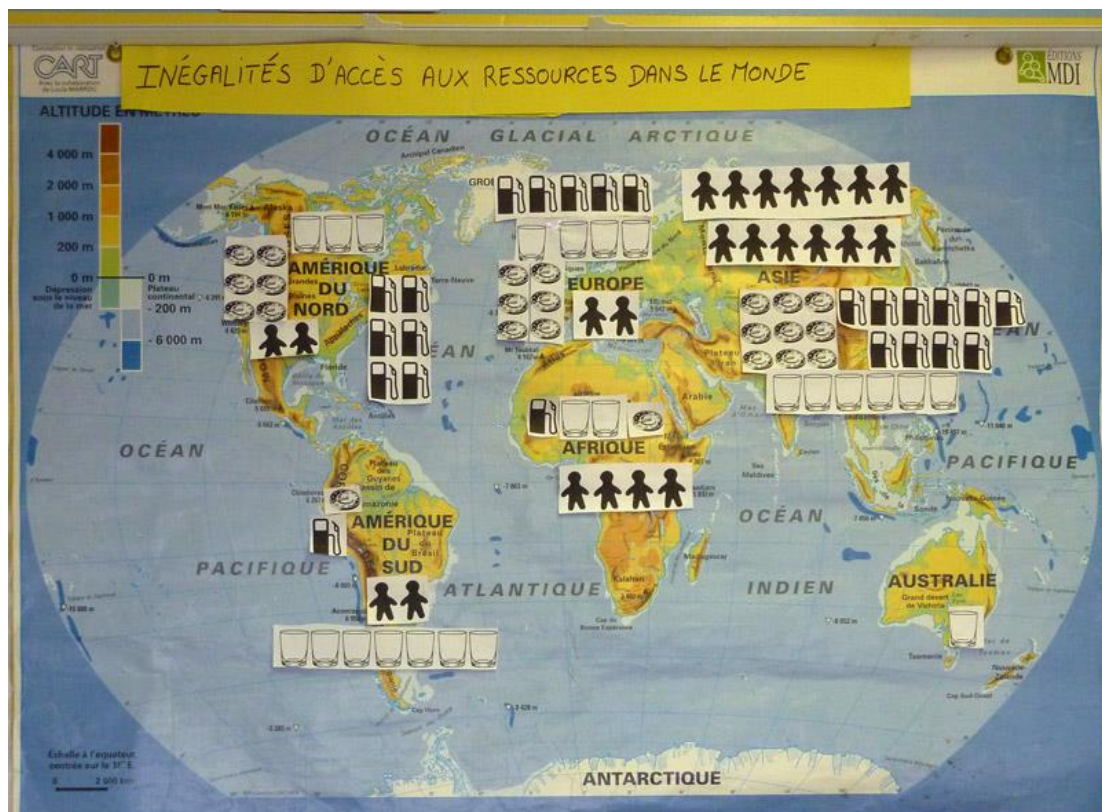
Pour faciliter la trace écrite et la conclusion, nous conseillons de prendre des photos des différents groupes. Ainsi, on visualise facilement le nombre de chaises ou de billets, de verres d'eau, de voitures... pour chaque continent. Le planisphère montre de façon synthétique comment se répartissent les populations, les richesses, l'accès à l'eau et les émissions de gaz à effet de serre. Le maître explique que la population augmente plus rapidement dans les pays pauvres, ce qui va accroître les inégalités déjà constatées.

Un exemple de conclusion pouvant être notée dans le cahier est : ***Nous constatons que les richesses et l'eau potable ne sont pas réparties de façon équitable. En 2050, nous serons 9 milliards d'habitants. Pour que chacun vive mieux, nous devons consommer moins d'énergie et mieux répartir les ressources en eau.***

Une telle conclusion contient des données factuelles objectives, qui conduisent à des engagements ne relevant plus de la science mais de choix raisonnés éthiques et politiques (opinion, parlements...).

#### Trace écrite utile pour les séances suivantes

La présente séance est une séance charnière qui justifie la nécessité de limiter notre impact sur l'environnement (en particulier, consommer moins d'eau et moins d'énergie). On s'y référera régulièrement au cours des prochaines séances. Le planisphère illustré doit si possible rester visible pendant toute la durée du projet.

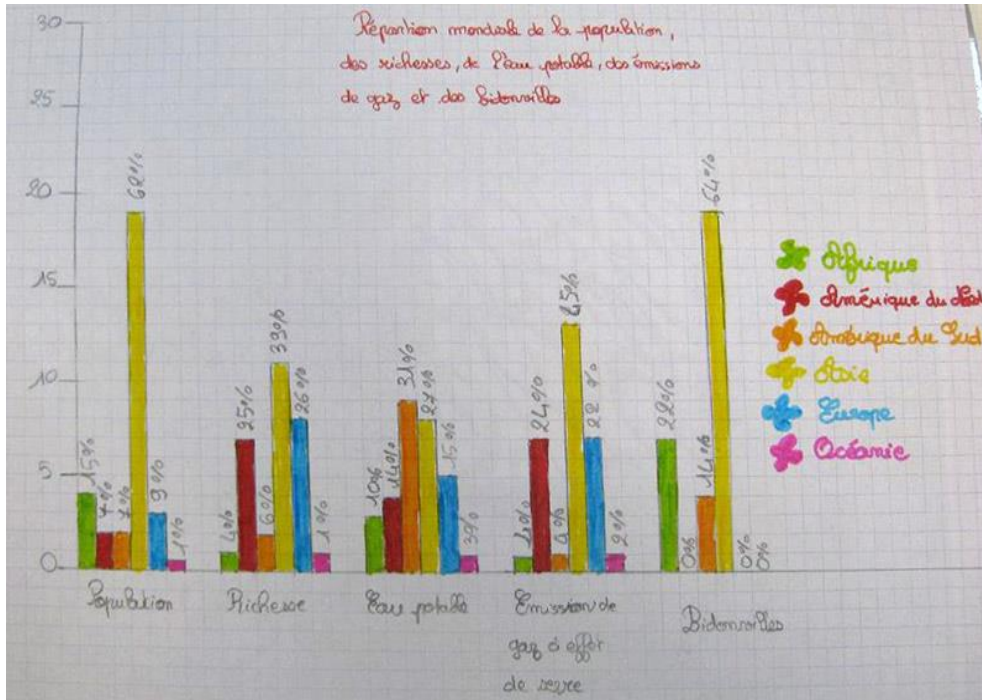


On construit ici une affiche (on y fera référence, plus tard, comme « l’affiche de la classe »), qui sera remplie petit à petit, au fur et à mesure des séances suivantes. Elle a pour but de répondre aux deux questions essentielles :

- Comment consommer moins d’énergie ?
- Comment consommer moins d’eau ? Cette affiche, qui peut s’intituler « Comment rendre notre habitat plus écologique ? », permettra de resituer tout le travail futur dans ce contexte.

**Prolongement**

Avec des élèves en fin de cycle 3, cette séance peut être l’occasion de travailler, en mathématiques, les pourcentages et les représentations graphiques de données.



## Fiche 15 - Séance 9 : les inégalités d'accès aux ressources

Continent	Population (en millions d'habitants) en 2009	Population (% de la population mondiale)	Nombre d'élèves (pour une classe de 25 élèves)
Afrique	996	15 %	4
Amérique du Nord	451	7 %	2
Amérique du Sud	472	7 %	2
Asie	4 228	62 %	15
Europe	588	9 %	2
Océanie	35	1 %	0

Source : <http://www.statistiques-mondiales.com>

Continent	Richesse (PIB, milliards de \$) en 2004	Richesse (% des richesses mondiales)	Nombre de chaises (pour une classe de 25 élèves)
Afrique	2 092	4 %	1
Amérique du Nord	13 966	25 %	6
Amérique du Sud	3 111	6 %	1
Asie	21 504	39 %	10
Europe	14 244	26 %	6
Océanie	737	1 %	1

Source : CIA (The World Factbook 2005)

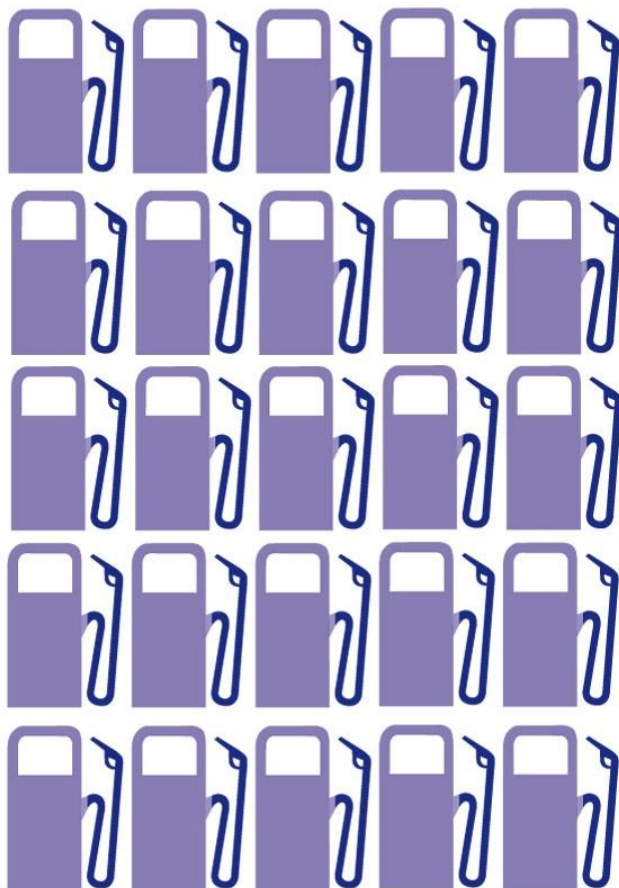
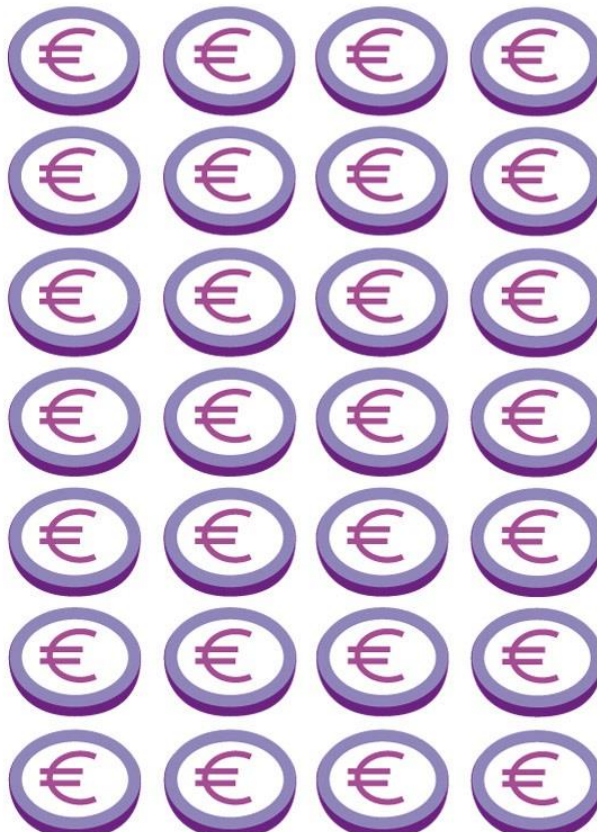
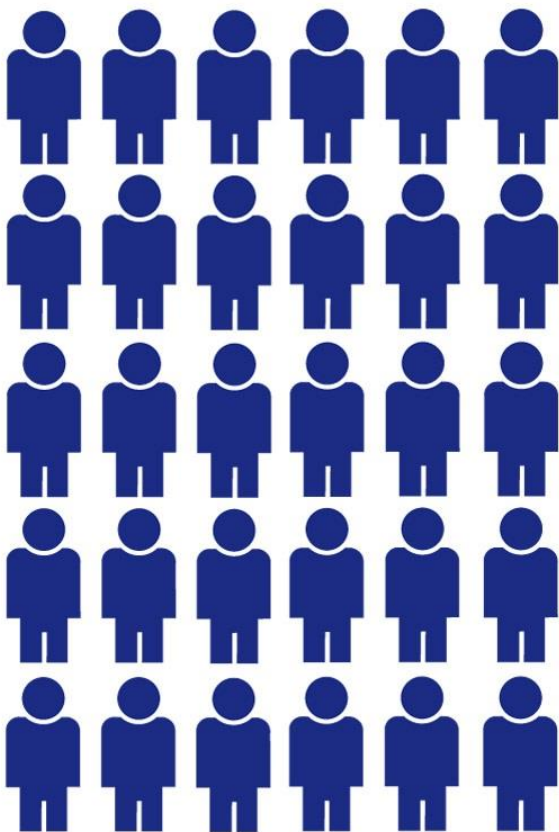
Continent	Ressources en eau potable renouvelable chaque année (km <sup>3</sup> /an) en 2006	Ressources en eau (% des ressources mondiales)	Nombre de verres d'eau (pour une classe de 25 élèves)
Afrique	5 723	10 %	3
Amérique du Nord	7 621	14 %	3
Amérique du Sud	17 140	31 %	8
Asie	14 872	27 %	7
Europe	8 071	15 %	3
Océanie	1 670	3 %	1

Source : Pacific Institute (World's Water Project)

Continent	Émissions annuelles de gaz à effet de serre (millions de tonnes de CO <sub>2</sub> ) en 2006	Émissions de gaz à effet de serre (% des émissions mondiales)	Petites voitures (pour une classe de 25 élèves)
Afrique	1 018	4 %	1
Amérique du Nord	7 013	24 %	6
Amérique du Sud	1 027	4 %	1
Asie	12 958	45 %	11
Europe	6 473	22 %	6
Océanie	439	2 %	0

Source : ONU (Millennium Development Goals Indicators Database)

### Fiche 16 - Séance 9 : les inégalités d'accès aux ressources





**Séance 9 - fiche complémentaire**  
**Répartition des ressources et populations pour différents effectifs de classe**

Continent	Population (% de la population mondiale)	Nombre d'élèves par continent																	
		classe de 13 élèves	classe de 14 élèves	classe de 15 élèves	classe de 16 élèves	classe de 17 élèves	classe de 18 élèves	classe de 19 élèves	classe de 20 élèves	classe de 21 élèves	classe de 22 élèves	classe de 23 élèves	classe de 24 élèves	classe de 25 élèves	classe de 26 élèves	classe de 27 élèves	classe de 28 élèves	classe de 29 élèves	classe de 30 élèves
Afrique	15%	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4
Amérique du Nord	7%	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Amérique du Sud	7%	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Asie	62%	8	9	10	10	11	11	12	12	12	13	13	15	15	16	17	17	18	19
Europe	9%	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Océanie	1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continent	Richesse (% des richesses mondiales)	Nombre de chaises par continent																	
		classe de 13 élèves	classe de 14 élèves	classe de 15 élèves	classe de 16 élèves	classe de 17 élèves	classe de 18 élèves	classe de 19 élèves	classe de 20 élèves	classe de 21 élèves	classe de 22 élèves	classe de 23 élèves	classe de 24 élèves	classe de 25 élèves	classe de 26 élèves	classe de 27 élèves	classe de 28 élèves	classe de 29 élèves	classe de 30 élèves
Afrique	4%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Amérique du Nord	25%	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7
Amérique du Sud	6%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Asie	39%	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	12
Europe	26%	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	8	8
Océanie	1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Séance 9 - fiche complémentaire**  
**Répartition de l'eau et des gaz à effet de serre pour différents effectifs de classe**

Continent	Ressources en eau (% des ressources mondiales)	Nombre de verres d'eau par continent																		
		classe de 13 élèves	classe de 14 élèves	classe de 15 élèves	classe de 16 élèves	classe de 17 élèves	classe de 18 élèves	classe de 19 élèves	classe de 20 élèves	classe de 21 élèves	classe de 22 élèves	classe de 23 élèves	classe de 24 élèves	classe de 25 élèves	classe de 26 élèves	classe de 27 élèves	classe de 28 élèves	classe de 29 élèves	classe de 30 élèves	
Afrique	10%	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Amérique du Nord	14%	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Amérique du Sud	31%	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9	9
Asie	27%	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8
Europe	15%	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5
Océanie	3%	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Continent	Emissions de gaz à effet de serre (% des émissions mondiales)	Nombre de petites voitures par continent																		
		classe de 13 élèves	classe de 14 élèves	classe de 15 élèves	classe de 16 élèves	classe de 17 élèves	classe de 18 élèves	classe de 19 élèves	classe de 20 élèves	classe de 21 élèves	classe de 22 élèves	classe de 23 élèves	classe de 24 élèves	classe de 25 élèves	classe de 26 élèves	classe de 27 élèves	classe de 28 élèves	classe de 29 élèves	classe de 30 élèves	
Afrique	4%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Amérique du Nord	24%	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7
Amérique du Sud	4%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asie	45%	5	6	7	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	12	13	14	14
Europe	22%	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6
Océanie	2%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1

## SÉQUENCE 4 : COMMENT PRENDRE CONSCIENCE ?

### SÉANCE 10 : DEBAT SUR LA JUSTICE CLIMATIQUE

#### RÉSUMÉ

Les élèves débattent autour de la problématique de justice climatique.

#### OBJECTIFS

- Etre 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. Ecrivez 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).

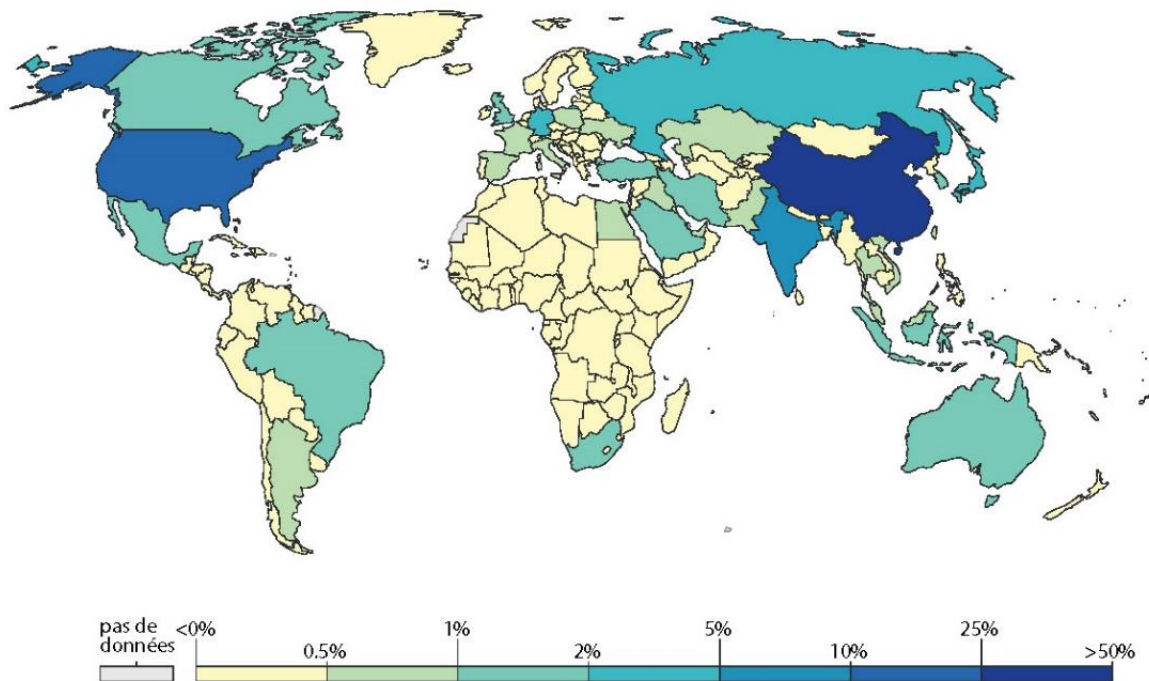
**Les pays envisagent de changer leurs habitudes** pour réussir à limiter à 2 degrés la hausse des températures, en produisant moins de **gaz à effet de serre.**

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.



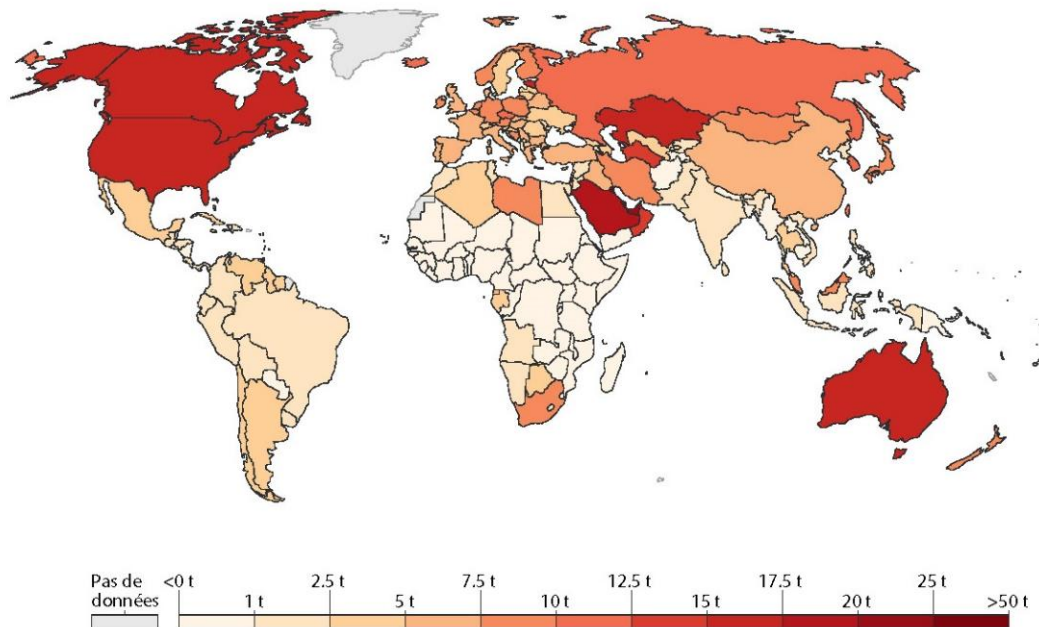
Source : Our World in Data based on Global Carbon Project (2018) – CC BY.  
[http://OurWorldInData.org/co<sub>2</sub>-and-other-greenhouse-gas-emissions](http://OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions)

[...]

[...]

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

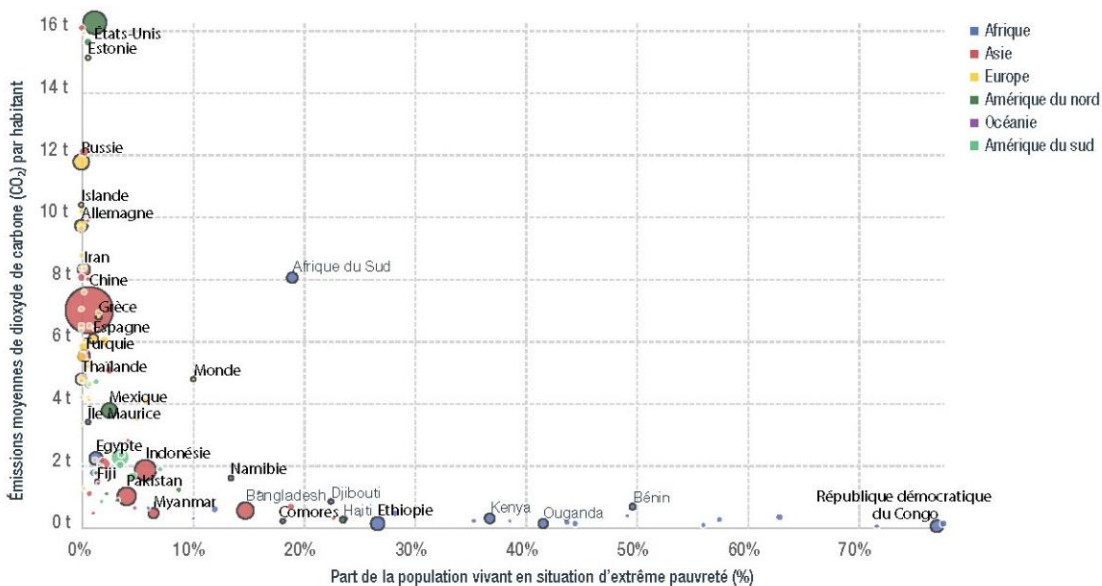
Émissions moyennes de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) par habitant, mesurées en tonnes par an.



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..

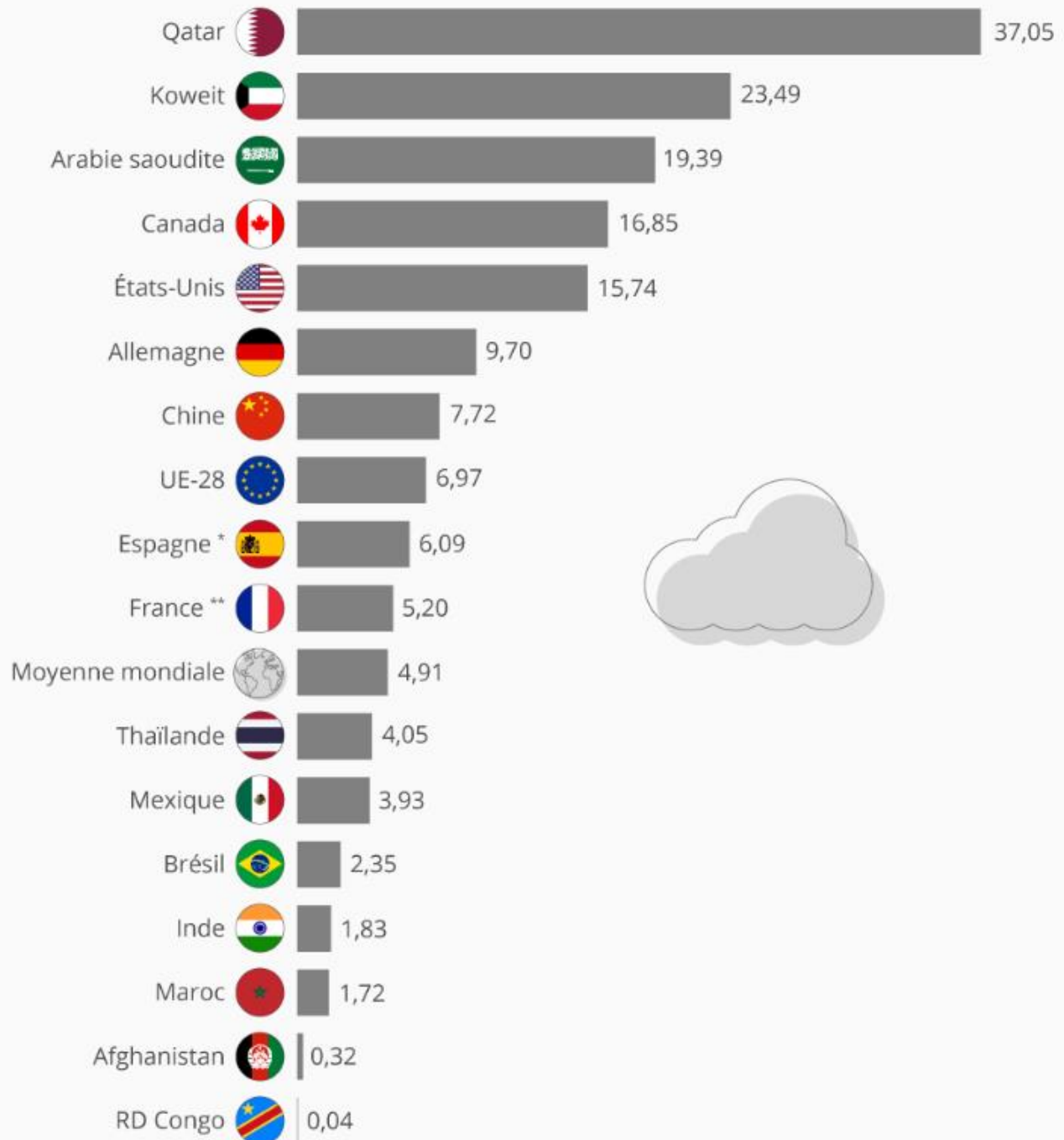


Source : Global Carbon Project; World Bank; Gapminder & UN.  
<http://OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions/>



## 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.