

LE CLIMAT ENTRE NOS MAINS

# CHANGEMENT CLIMATIQUE ET TERRES ÉMERGÉES

Manuel à destination des enseignants du primaire et du secondaire



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



Office for  
Climate  
Education

UNDER THE AUSPICES OF UNESCO  
AND THE FOUNDATION LA MAIN À LA PÂTE





**LE CLIMAT ENTRE NOS MAINS**

# Changement climatique et terres émergées

Manuel à l'usage des enseignants du primaire et du secondaire

Ce document doit être référencé comme suit : « **Le Climat entre nos mains – Changement climatique et terres émergées, Manuel à l’usage des enseignants du primaire et du secondaire** », Office for Climate Education (OCE), Paris, 2022.

**Coordination (par ordre alphabétique) :**

Simon Klein (OCE, France)  
Mathilde Tricoire (OCE, France)  
David Wilgenbus (OCE, France)

**Auteurs (par ordre alphabétique) :**

Simon Klein (OCE, France)  
Lydie Lescarmontier (OCE, France)  
Natalie Nicetto (OCE, France)  
Djian Sadadou (OCE, France)  
Mathilde Tricoire (OCE, France)  
David Wilgenbus (OCE, France)

L'éclairage scientifique a été rédigé par Simon Klein, Lydie Lescarmontier et Mathilde Tricoire.

Conception graphique : Mareva Sacoun  
Mise en page version française : Amandine Masson et Virginie Poiivière  
Traduction française : Simon Klein, Joanna Tabet, Mathilde Tricoire

La liste complète des nombreuses personnes qui ont contribué à cet ouvrage, par leurs révisions, leurs propositions, les tests réalisés en classe, etc., figure dans la section Remerciements, page 261.

**Date de publication**

Avril 2022

**Information**

Des informations sur le travail de l'Office for Climate Education, ainsi que des exemplaires supplémentaires de ce document (les versions anglaise, française et espagnole seront disponibles en 2022), peuvent être obtenus à l'adresse suivante :

Office for Climate Education  
Sorbonne Université – IPSL  
Tour 33-34, 2<sup>e</sup> étage, bureau 215  
4 Place Jussieu, 75005 Paris – France  
e-mail : [contact@oce.global](mailto:contact@oce.global)  
site internet : <https://www.oce.global>

**Copyright**

Cet ouvrage a été publié par l'Office for Climate Education sous licence Creative Commons : elle peut être partagée gratuitement et adaptée sans utilisation commerciale.



# LA NÉCESSITÉ D'UNE ÉDUCATION AU CLIMAT

Il est urgent d'agir collectivement pour atténuer les conséquences du changement climatique et s'adapter aux changements inévitables qui en résultent. La complexité de ces questions peut poser problème sur le plan pédagogique. Néanmoins, l'éducation a un rôle clé à jouer pour que les jeunes générations disposent des connaissances et des compétences nécessaires afin de comprendre les questions relatives au changement climatique et de ne pas tomber dans le désespoir, mais d'agir et d'être préparés à vivre dans un monde en mutation.

## CONTENU DE CE PROJET ÉDUCATIF

En août 2019, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat des Nations unies (GIEC) publiait un rapport spécial<sup>1</sup>, soulignant l'importance des terres émergées pour l'humanité et l'ampleur de l'impact du changement climatique. Les quatre messages clés de ce rapport sont les suivants :

- Les terres émergées sont notre lieu de vie.
- Elles sont sous une pression humaine de plus en plus importante.
- Elles font partie de la solution.
- Mais elles ne peuvent pas tout résoudre par elles-mêmes.

Ce manuel de l'OCE est le fruit des recherches et de la rédaction de l'équipe de l'OCE et de ses partenaires dans les sciences et l'éducation. Son objectif est d'aider les enseignants à mettre en œuvre un ensemble d'activités sur le changement climatique et les terres émergées en classe.

Cette ressource :

- s'adresse aux élèves **de la fin de l'école primaire à la fin du collège** (âgés de 9 à 15 ans) ;
- comprend des **éclairages scientifiques et pédagogiques, des plans de cours, des activités, des fiches et des liens vers des ressources externes** (vidéos et activités multimédia) ;
- est **interdisciplinaire**, les activités relevant de domaines tels que les sciences de la vie et de la terre, les sciences sociales, les arts et la philosophie ;
- favorise la **pédagogie active** : démarche d'investigation, jeux de rôle, jeux sérieux, débats et apprentissage basé sur des projets.

Visionnez [cette vidéo](#) pour en savoir plus sur ce manuel !



1 <https://www.ipcc.ch/srccl/>

L'Office for Climate Education (OCE) a été fondé en 2018 pour promouvoir une coopération internationale solide entre les organisations scientifiques, le monde de l'éducation et les ONG. Son but premier est de sensibiliser les jeunes générations d'aujourd'hui et de demain au changement climatique. Les enseignants ont un rôle clé à jouer dans leur éducation au climat et il est primordial de les soutenir dans cet objectif. L'OCE a développé un ensemble de ressources pédagogiques et de modules de développement professionnel pour les aider à enseigner le changement climatique en utilisant des pédagogies actives.

Le guide est divisé en deux parties :

### PARTIE 1 COMPRENDRE

Cette partie contient **quatre séquences** avec des séances principales et facultatives visant à aider les élèves à comprendre les impacts du changement climatique provoqué par l'activité humaine. Ces séances expliquent également l'importance des terres émergées dans la régulation du climat, en quoi celles-ci fournissent des ressources et des services essentiels aux humains, et en quoi ces services sont menacés par le changement climatique. Enfin, elles donnent aux élèves l'occasion de réfléchir et de prendre conscience de l'importance d'une action urgente.

### PARTIE 2 AGIR

Cette partie présente **sept projets** mis en œuvre par des élèves ou des écoles à travers le monde pour prendre des mesures concrètes d'atténuation ou d'adaptation au changement climatique. Ces différents projets peuvent vous donner des idées et vous inspirer à créer les vôtres. Des détails sur les conceptions et méthodologies possibles pour mettre en œuvre un projet sont également présentés dans cette section.

Les séances de ce manuel sont conçues afin que les enseignants puissent **choisir celles qui sont adaptées à leurs besoins**. Toutefois, nous vous conseillons de maintenir un certain **équilibre entre les deux parties principales** : en règle générale, les élèves ne sauront pas agir de manière intelligente et efficace sans une bonne compréhension des questions en jeu, mais comprendre sans agir n'est pas suffisant, étant donné l'urgence d'adopter des mesures d'adaptation et d'atténuation.

**Nous espérons que ce manuel inspirera les enseignants et les aidera à mettre en place un parcours d'éducation au climat créatif et efficace en classe.**



# TABLE DES MATIÈRES

## Support pour enseignants

### 7 ÉCLAIRAGE SCIENTIFIQUE

Introduction ; L'origine des variations du climat ; Pourquoi les terres émergées sont importantes pour nous ; Comment le climat et les terres changent rapidement du fait de l'activité humaine ; La modification des terres émergées due au changement climatique et aux activités humaines ; L'impact de ces phénomènes sur nous ; Que faire pour atténuer le changement climatique et nous y adapter ? ; En résumé

### 21 ÉCLAIRAGE PÉDAGOGIQUE

Introduction ; Carte mentale du manuel ; Comment utiliser ce manuel dans une progression ? ; Comment utiliser ce manuel pour préparer une séance ? ; Comment enseigner le changement climatique ?

## Module pédagogique

### 29 PARTIE I COMPRENDRE

Séquence A—Qu'est-ce que le changement climatique ? .....	32
Séance A1—la réalité du changement climatique ; Séance A2—L'effet de serre : une analogie ; Séance A3—Effet de serre et activités humaines ; Séance A4—La place des terres dans le système climatique : le cycle du carbone ; Séance A5—En savoir plus sur le cycle du carbone – Photosynthèse et respiration ; Séance A6—En savoir plus sur le cycle du carbone – Combustion, énergie, et activités humaines	
Séquence B—Pourquoi les terres sont importantes pour nous ? .....	84
Séance B1—Nos ressources naturelles ; Séance B2—Différents types de sols et différents usages ; Séance B3—Le sol, une ressource cruciale ; Séance B4—Forêts, activités humaines et changement climatique	
Séquence C—Terres et changement climatique .....	137
Séance C1—Quel est l'impact de votre alimentation sur le changement climatique ? ; Séance C2—Agriculture et changement climatique ; Séance C3—Évènements climatiques extrêmes et dégradation des terres ; Séance C4—Changement climatique, activités humaines et biodiversité	
Séquence D—Que pouvons-nous faire ? .....	201
Séance D1—Calculer notre empreinte carbone ; Séance D2—Que ressentez-vous face au changement climatique ? Travailler sur les émotions ; Séance D3—Justice climatique ; Séance D4—Mesures d'adaptation et d'atténuation	
Comprendre—Séance bilan .....	228

### 233 PARTIE II AGIR

#1 Méthodologie—Climathon .....	237
#2 Adaptation—Cours Oasis .....	239
#3 Adaptation et atténuation—Aquaponie .....	241
#4 Atténuation—Biodigesteur .....	243
#5 Adaptation et atténuation—Potagers .....	245
#6 Sciences participatives—Qui protège les chênes ? .....	247
#7 Sensibilisation—Orbis .....	249

## Pour aller plus loin

### 252 CONTENUS MULTIMÉDIAS ADDITIONNELS

### 256 BIBLIOGRAPHIE

### 258 GLOSSAIRE

### 261 REMERCIEMENTS

### 262 COPYRIGHTS DES IMAGES





**ÉCLAIRAGE SCIENTIFIQUE**  
SUPPORT POUR ENSEIGNANTS

# ÉCLAIRAGE SCIENTIFIQUE

## Introduction

Cet éclairage est basé sur le « **Rapport spécial sur le changement climatique et les terres émergées** » rédigé par les scientifiques du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et publié en août 2019 (<https://www.ipcc.ch/srccl/>). Il vise à fournir un vaste aperçu des thèmes et des concepts principaux étudiés dans les séances qui composent ce guide. Sauf indication contraire, les informations qu'il contient sont issues de ce rapport du GIEC et d'autres rapports institutionnels, tels que ceux de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

Note : la définition des mots marqués d'un astérisque se trouve dans le glossaire page 258.

Ce document aborde le changement climatique à travers six thèmes clés :

- L'origine des variations du climat
- Pourquoi les terres émergées sont importantes pour nous
- La modification rapide du climat due aux activités humaines
- La modification des terres émergées due au changement climatique et aux activités humaines
- L'impact de ces phénomènes sur nous
- Que faire pour atténuer le changement climatique et nous y adapter ?



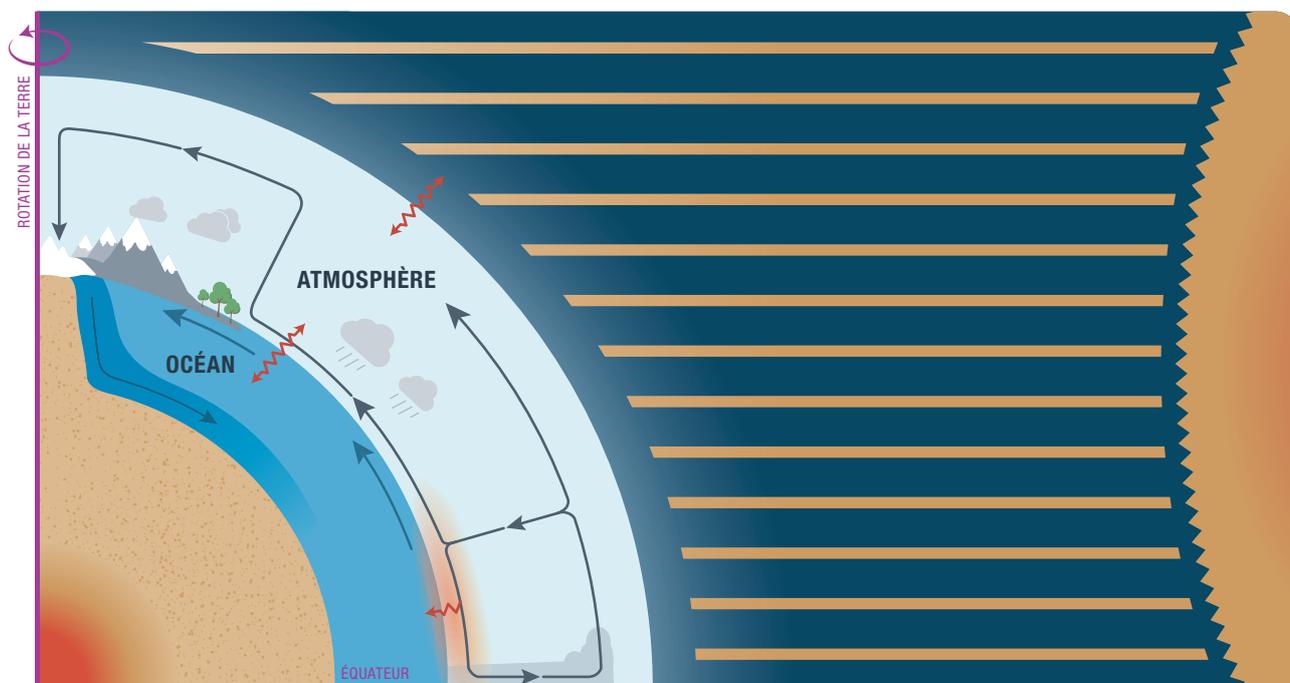
## L'origine des variations du climat

### LE CLIMAT ET SES VARIATIONS

Le **climat\*** est la moyenne temporelle des **conditions météorologiques\*** sur des mois, des années, des décennies, des siècles ou plus. Sous les tropiques, on s'attend à ce qu'il fasse chaud et humide (on parle d'un climat tropical), mais les conditions d'un jour donné varieront toujours (c'est le temps qu'il fait) autour de cette «condition moyenne». Au-delà de la géographie, qui explique les différents climats locaux sur Terre, le système climatique mondial est une entité dynamique dans laquelle l'énergie, l'eau,

le carbone et d'autres éléments sont continuellement échangés entre l'atmosphère, l'océan, la cryosphère, la surface terrestre et les êtres vivants.

**L'énergie du Soleil est le principal moteur du système climatique.** La Terre étant une sphère, le rayonnement solaire répartit cette énergie de manière inégale sur la planète, les tropiques recevant en moyenne plus d'énergie que les pôles (voir la figure ci-dessous). L'atmosphère et l'océan maintiennent un climat stable en transportant cette énergie supplémentaire des tropiques vers les pôles : ce sont des régulateurs climatiques.



Le système climatique reçoit de l'énergie du soleil. Le rayonnement solaire distribue cette énergie de manière inégale sur la surface de la Terre.

Pour détecter les changements du climat et en déterminer les causes, les scientifiques doivent d'abord comprendre les mécanismes qui l'influencent. **Le climat varie en raison de causes externes et internes.**

#### CAUSES EXTERNES

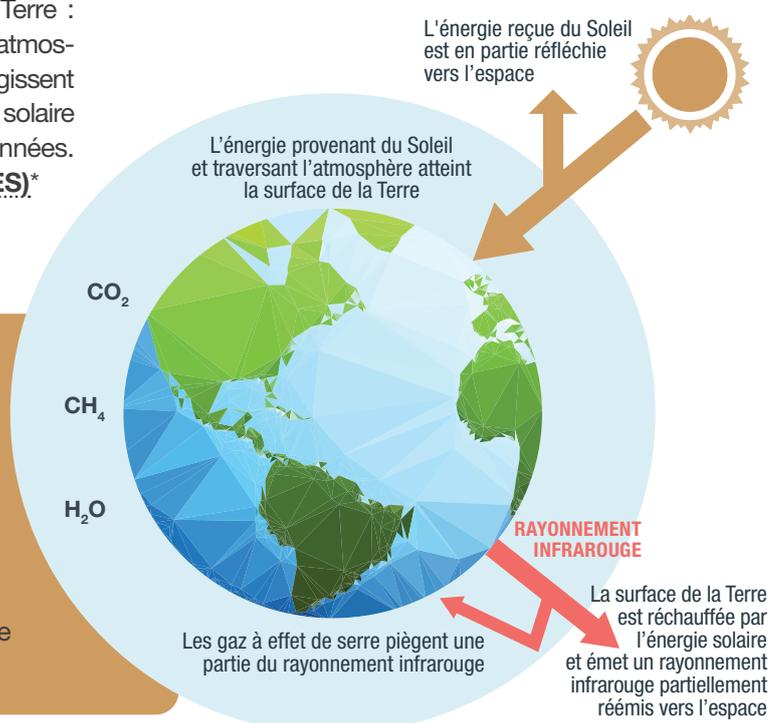
Il existe trois sources principales de variations climatiques externes :

- **Les changements dans l'énergie reçue du Soleil** (liés aux taches solaires ou aux variations de l'orbite de la Terre) : par exemple, nos saisons sont des variations climatiques dues aux changements dans la quantité de lumière solaire reçue à un endroit donné, à un moment donné dans l'année.
- **Les éruptions volcaniques** survenant sur Terre : les éruptions massives libèrent dans la haute atmosphère des aérosols (des petites particules) qui agissent comme un parapluie, bloquant le rayonnement solaire et refroidissant la planète pendant quelques années.
- Les émissions de **gaz à effet de serre (GES)\***

Les gaz à effet de serre sont des gaz présents dans l'atmosphère qui ont la propriété d'être en grande partie transparents au rayonnement solaire, mais pas au rayonnement infrarouge\* émis par la surface de la Terre. Ces gaz (dont la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone, le méthane et le protoxyde d'azote) **piègent le rayonnement infrarouge et en réémettent une partie vers la surface de la planète, tandis qu'une autre partie est réémise vers l'espace.** Ce phénomène est connu sous le nom **d'effet de serre.** Tous les gaz à effet de serre n'ont pas le même potentiel de réchauffement global\*, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas le même « pouvoir » de réchauffer l'atmosphère.

#### L'EFFET DE SERRE

Ce phénomène est naturel et essentiel à la vie sur Terre : sans lui, la température moyenne de la planète serait d'environ  $-18^{\circ}\text{C}$ , au lieu de  $+15^{\circ}\text{C}$ . Cependant, les humains augmentent les niveaux de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, ce qui provoque un changement climatique d'origine humaine (anthropique). Il s'agit d'une cause externe au système climatique.



### CAUSES INTERNES

Le climat connaît aussi des variations internes qui relèvent de mécanismes qui sont propres au fonctionnement du système climatique. **Le phénomène El Niño** est la source la plus active de variations internes d'une année à l'autre (voir le rapport spécial « L'océan et la cryosphère face au changement climatique » – Résumé pour enseignant). Il prend naissance dans le Pacifique tropical mais a un effet sur la majeure partie de la planète. Les modifications des courants océaniques peuvent également entraîner des changements dans le climat régional sur plusieurs décennies. Par exemple, la froideur accrue de l'océan Atlantique Nord dans les années 1970 et 1980 a entraîné de graves sécheresses dans le Sahel (au sud du désert du Sahara).



support pour la croissance des plantes et la décomposition des matières organiques, ainsi qu'un habitat pour les organismes.

### LE STOCKAGE DU CARBONE

**Les terres stockent également une très grande quantité de carbone** dans différents réservoirs : le sol (dans la matière organique), la biosphère, les roches et les ressources fossiles.

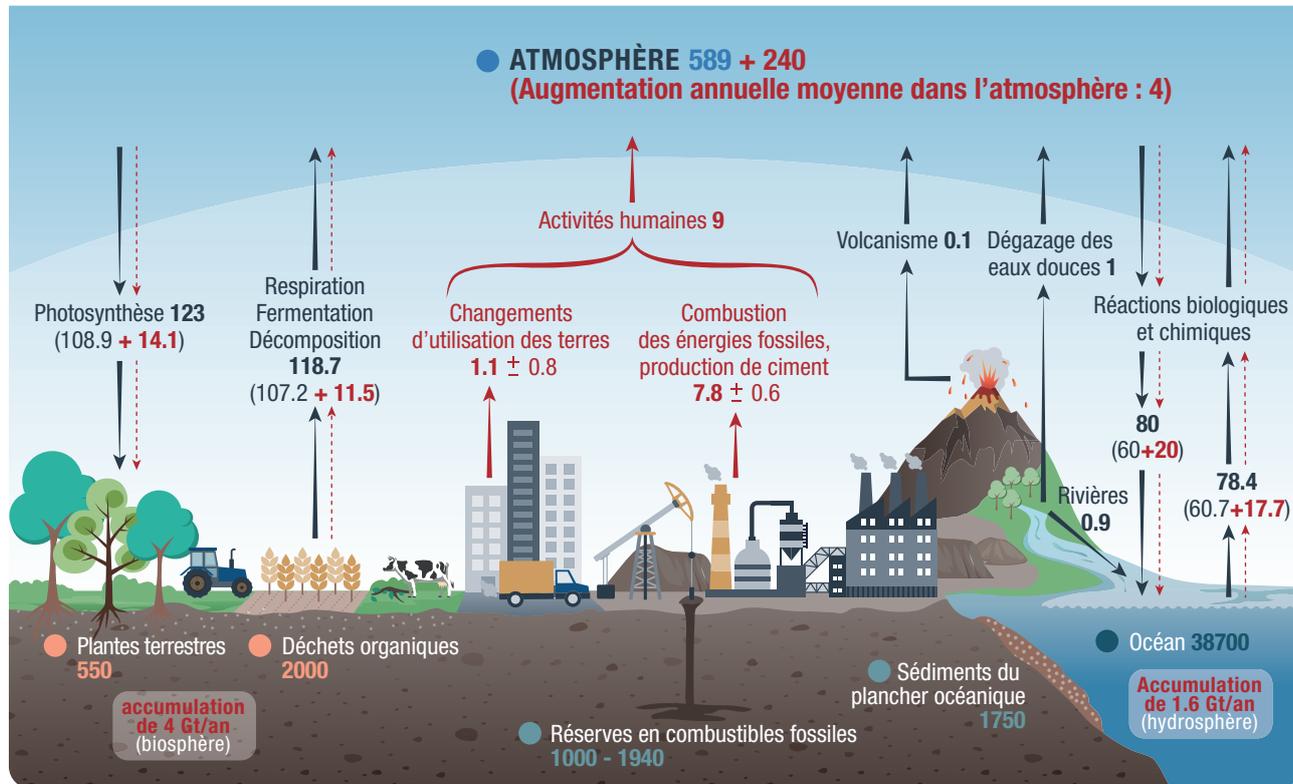
Le carbone stocké ne reste pas éternellement dans son réservoir : il se déplace à différents intervalles d'un réservoir à un autre, y compris des réservoirs non-terrestres (l'atmosphère, l'océan, la biosphère océanique). Ces mouvements sont ce qu'on appelle des flux. Un exemple de flux est la photosynthèse\*, qui transfère le carbone de l'atmosphère aux plantes, puis au sol pour qu'il y soit stocké. Le cycle complet du carbone\* est représenté dans la figure ci-dessous.

## LE RÔLE DES TERRES ÉMÉRGÉES

**Les terres** représentent la surface de la planète sur laquelle l'humain s'installe, le sol qui lui permet de produire sa nourriture, et une interface avec l'atmosphère qui contribue au bon fonctionnement du climat. **Le sol** est la surface supérieure des terres. Il est composé d'un mélange de matières organiques et minérales. Il interagit avec l'atmosphère et constitue un

### LES TERRES ÉMÉRGÉES, UN ÉLÉMENT DU SYSTÈME CLIMATIQUE

**Les terres émergées échangent de l'énergie, de l'eau, des aérosols et des gaz à effet de serre avec l'atmosphère et l'océan.** Ces échanges sont dus à la fois à l'activité humaine et à des mécanismes naturels. Les terres émergées jouent donc un rôle central dans le système climatique.



**Réservoirs naturels :** ● Biosphère ● Lithosphère ● Hydrosphère ● Atmosphère → Flux naturel → Impact anthropique

**Le cycle du carbone.** La quantité de carbone dans chaque réservoir est exprimée en gigatonnes (une gigatonne = un milliard de tonnes).

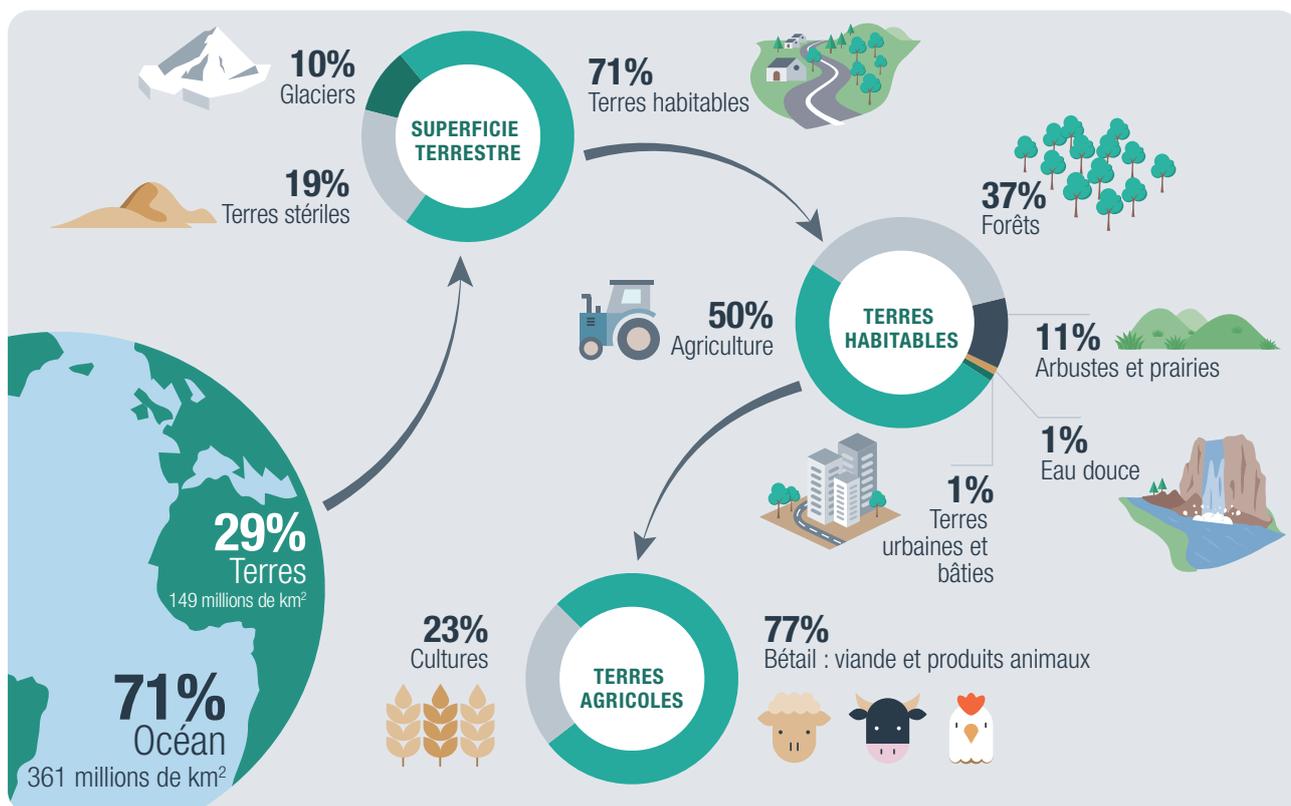
Les flux et stocks naturels figurent en noir, bleu et violet tandis que l'impact anthropique est en rouge.

Source : Adapté de SVT Dijon, données issues du cinquième rapport d'évaluation du GIEC (AR5, 2014).

# Pourquoi les terres émergées sont importantes pour nous

Les terres émergées sont notre lieu de vie. Elles sont essentielles à notre existence et à notre bien-être, car elles fournissent la plupart de nos denrées alimentaires, mais aussi de la nourriture

pour le bétail, des fibres, du bois et de l'énergie. Aujourd'hui, l'humain exploite environ les trois quarts de la surface totale des terres libres de glace (voir la figure ci-dessous).



**Utilisation des terres émergées (autour de 2015).** Bien que les infrastructures humaines (villes et villages) n'occupent qu'environ 1 % de la surface des terres libres de glace, nous utilisons la terre à de nombreuses fins.

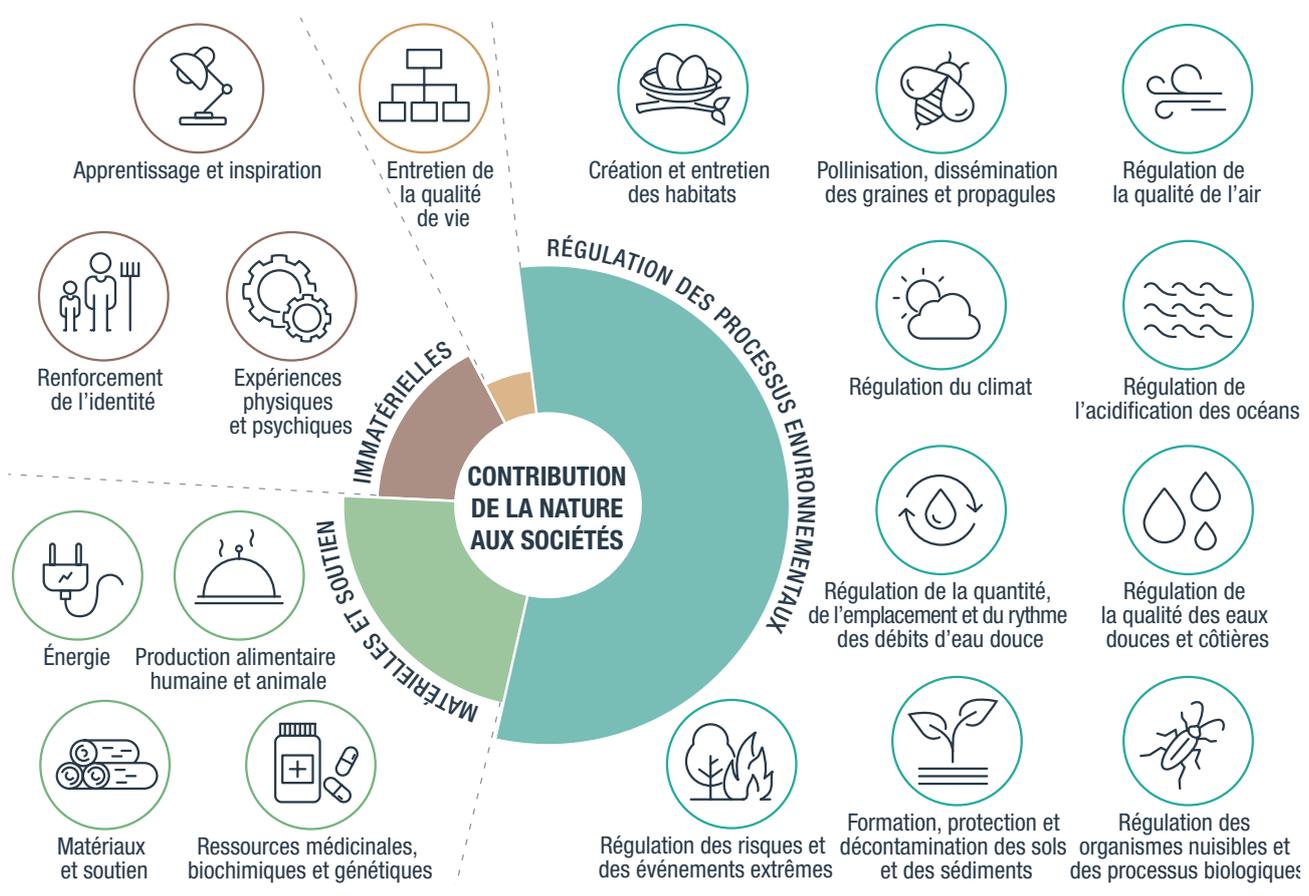
Source : UN Food and Agriculture Organization (FAO), License sous CC-BY par Hannah Ritchie et Max Roser en 2019. Adapté d'une infographie par Azote.

## LES TERRES SONT LIMITÉES

Notre gestion des terres a un impact non seulement sur l'existence de milliards de personnes, mais aussi sur les écosystèmes naturels qui en dépendent et qui fournissent **des services écosystémiques** tels que le maintien de la qualité de l'air et du sol, la réduction des inondations et des maladies, ou encore la pollinisation. La figure ci-dessous montre quelques exemples de services écosystémiques rendus par les terres.

Les terres sont limitées et, à mesure que la population humaine augmente, **nous dépendons d'elles comme jamais auparavant**. Lorsqu'elles sont endommagées, les pertes qui en résultent sont considérables et leur restauration est difficile.





**Exemples de services écosystémiques**

Source : IPBES (adaptation). [https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes\\_global\\_assessment\\_report\\_summary\\_for\\_policymakers\\_en.pdf](https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers_en.pdf)

**BIODIVERSITÉ**

**RÔLE DE LA BIODIVERSITÉ**

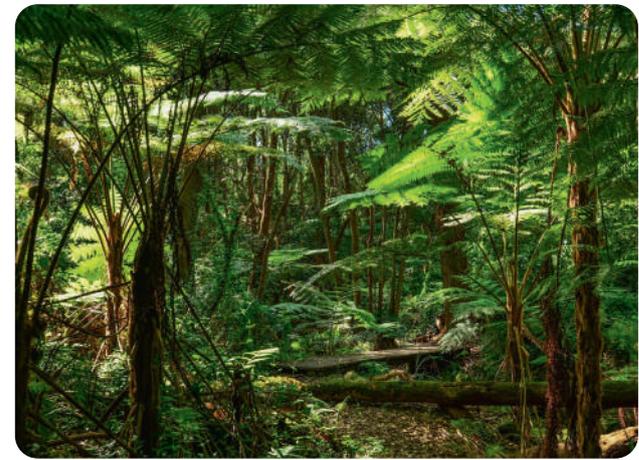
La biodiversité\* signifie littéralement la diversité des organismes. Elle se divise en réalité en plusieurs niveaux : **la biodiversité intraspécifique** (les différences entre les membres d'une même espèce), **la biodiversité interspécifique** (les différences entre les espèces) et **la diversité des écosystèmes** (les différents milieux de vie et les espèces qui y vivent). La biodiversité remplit de nombreuses fonctions et fournit des services écosystémiques\* tels que la production d'oxygène et la séquestration du carbone. **Les écosystèmes riches en biodiversité sont également plus résilients au changement climatique.**<sup>1</sup>

**LA BIODIVERSITÉ SUR LES TERRES**

La répartition inégale de l'énergie solaire reçue par la surface de la Terre, ainsi que la répartition des terres par rapport aux océans induisent une forte variation du climat à travers le monde. Ces climats, en interaction avec les topographies locales, ont conduit au développement d'écosystèmes spécifiques dans différentes régions de la planète. L'ensemble des écosystèmes d'une même région est appelé un biome\* (par exemple, un désert ou une forêt tropicale) et les écosystèmes terrestres constituent un grand réservoir de biodiversité.

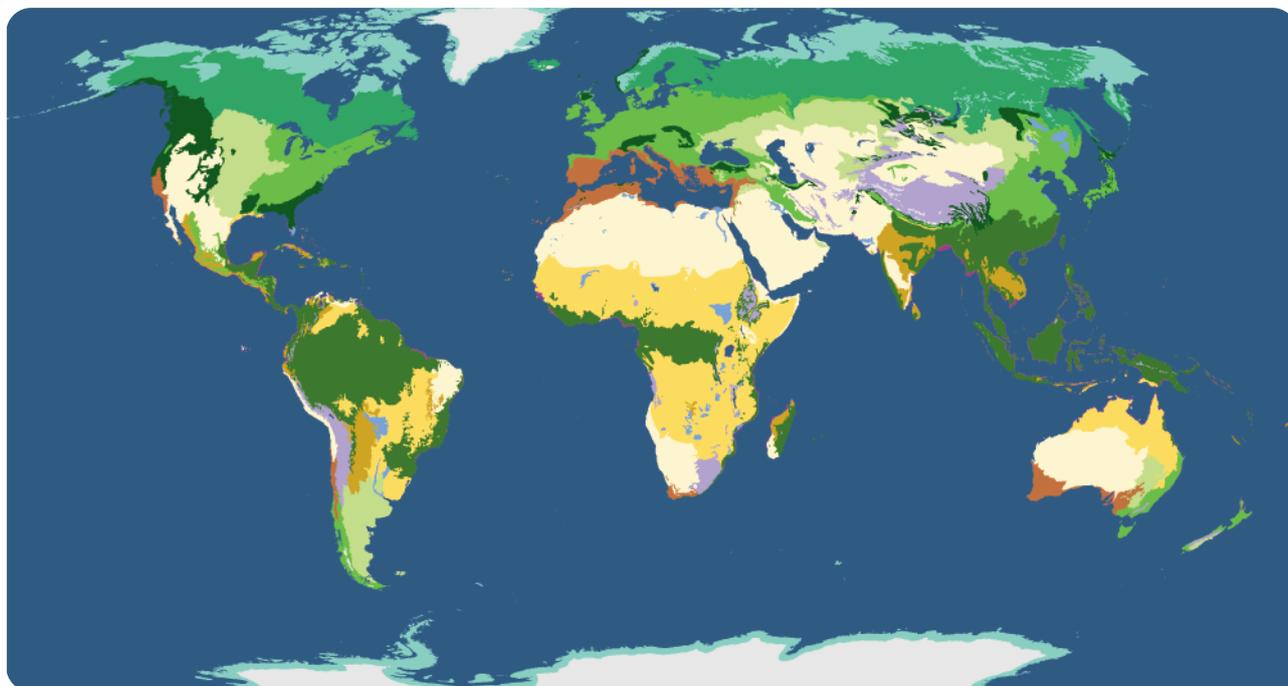
**LA BIODIVERSITÉ DANS LES SOLS**

Les écosystèmes terrestres « visibles » ne sont pas les seuls à abriter une biodiversité importante : les sols en sont également un grand réservoir. On y trouve des bactéries, des vers de terre, des insectes et des champignons. Ces organismes de la macrofaune et de la microfaune jouent un rôle clé dans la décomposition de la matière organique en la transformant en matière minérale. On les appelle des « décomposeurs ».



**Les forêts tropicales sont les écosystèmes qui présentent la plus grande biodiversité sur les terres.**

<sup>1</sup> Epple et Dunning (2014), "Ecosystem resilience to climate change: What is it and how can it be addressed in the context of climate change adaptation?" Rapport technique UNEP-WCMC.



### Biomes du monde

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <span style="color: #4682B4;">●</span> Toundra                                   | <span style="color: #90EE90;">●</span> Prairies, savanes et terres arbustives tempérées                   | <span style="color: #4169E1;">●</span> Forêts, terres boisées et broussailles méditerranéennes |
| <span style="color: #008000;">●</span> Taïga                                     | <span style="color: #3CB371;">●</span> Forêts de conifères tropicales et subtropicales                    | <span style="color: #FFD700;">●</span> Déserts et terres arbustives xériques                   |
| <span style="color: #8A2BE2;">●</span> Prairies et terres arbustives de montagne | <span style="color: #006400;">●</span> Forêts de feuillus humides tropicales et subtropicales             | <span style="color: #800080;">●</span> Prairies et savanes inondées                            |
| <span style="color: #32CD32;">●</span> Forêts de conifères tempérées             | <span style="color: #DAA520;">●</span> Forêts de feuillus sèches tropicales et subtropicales              | <span style="color: #8B4513;">●</span> Mangroves   |
| <span style="color: #004D00;">●</span> Forêts de feuillus et mixtes tempérées    | <span style="color: #FFD700;">●</span> Prairies, savanes et terres arbustives tropicales et subtropicales |  |

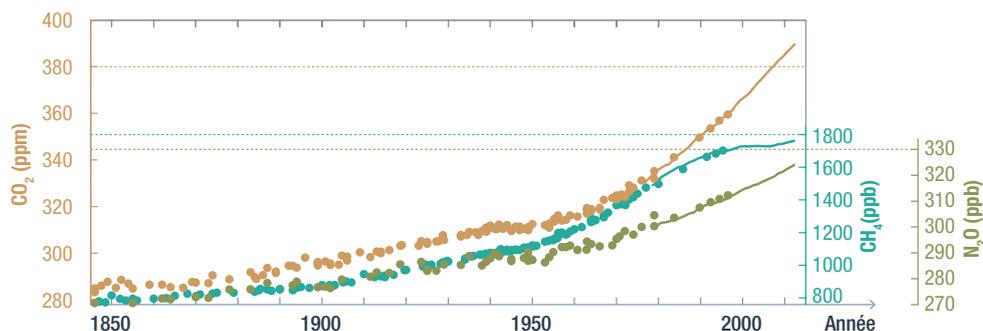
Source : Wikimedia Commons

## Comment le climat et les terres changent rapidement du fait de l'activité humaine

### L'ESPÈCE HUMAINE ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Depuis la révolution industrielle\*, l'espèce humaine modifie les échanges de gaz à effet de serre entre

les terres, l'océan et l'atmosphère en émettant de grandes quantités de GES dans l'atmosphère, principalement du **dioxyde de carbone** ( $\text{CO}_2$ ), **méthane** ( $\text{CH}_4$ ) et du **protoxyde d'azote** ( $\text{N}_2\text{O}$ ), provoquant ainsi un déséquilibre et un changement climatique.



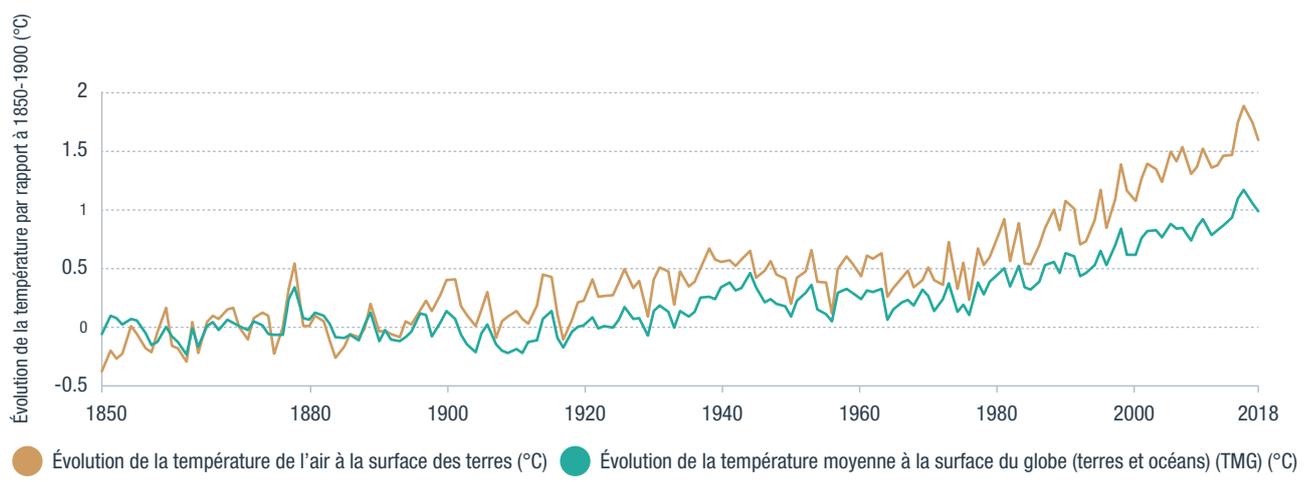
### Concentrations moyennes mondiales de gaz à effet de serre.

Source : Cinquième rapport d'évaluation du GIEC, Résumé à l'intention des décideurs

## LE CHANGEMENT CLIMATIQUE MODIFIE LES TERRES

**Les activités humaines sont à l'origine du réchauffement de la planète.** Depuis l'ère préindustrielle, la température moyenne des terres et des océans a augmenté, mais **la température des terres a augmenté beaucoup plus (environ 1,59 °C depuis 1850) que la température moyenne mondiale (environ 1,09 °C depuis 1850).**

Deux raisons principales expliquent l'écart entre la température à la surface des terres et celle à la surface des océans. Tout d'abord, les terres sont constituées d'éléments solides ; elles ont donc une capacité thermique plus faible que les océans, faits d'eau liquide. Elles ont besoin de moins de chaleur pour faire augmenter leur propre température. De plus, lorsque la température des océans augmente, l'évaporation de l'eau qui en résulte a un effet refroidissant. La quantité d'eau sur les terres étant moindre, cet effet de refroidissement dû à l'évaporation est plus faible.



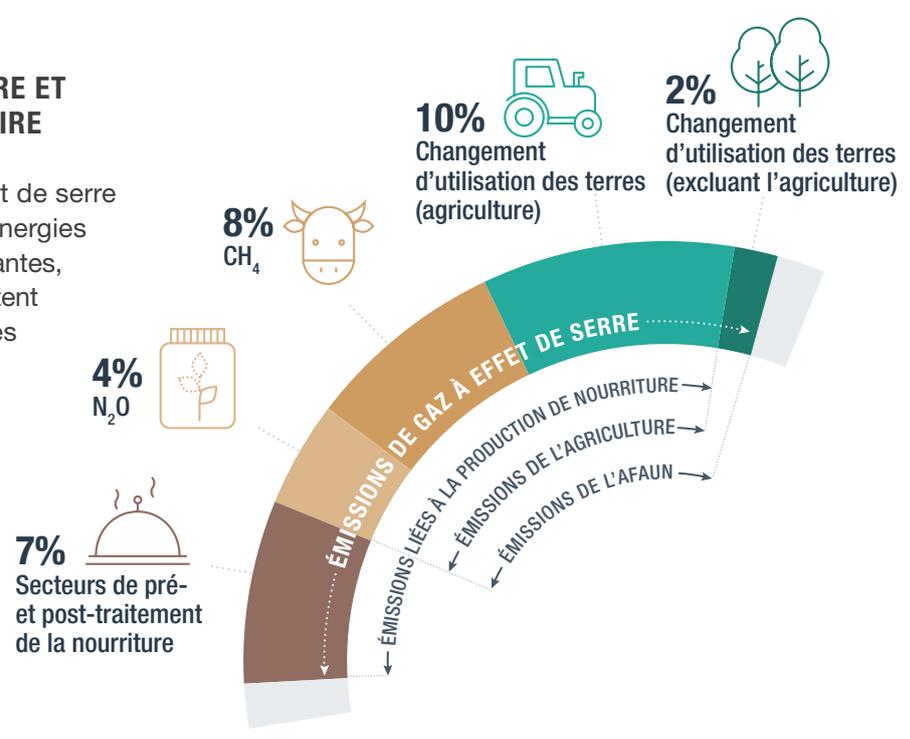
**Évolution observée de la température de l'air à la surface des terres et de la température moyenne à la surface du globe (terres et océans) pour la période 1850-2018.** Depuis la période préindustrielle (1850-1900), la température moyenne observée à la surface des terres a augmenté considérablement plus que la température moyenne globale (TMG).

Source : Adapté du Rapport spécial sur le changement climatique et les terres émergées du GIEC. Résumé à l'intention des décideurs <https://www.ipcc.ch/srccel/chapter/summary-for-policymakers/>

## LE RÔLE DE L'AGRICULTURE ET DU SYSTÈME ALIMENTAIRE

Bien que les émissions de gaz à effet de serre provenant de la combustion des énergies fossiles soient nettement plus importantes, les émissions provenant des terres restent significatives : l'ensemble des activités humaines d'exploitation des terres **contribue à environ 24 % du total des émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine** (voir la figure ci-contre).

**Les trois principaux gaz à effet de serre liés à l'utilisation des terres sont le dioxyde de carbone, le méthane et le protoxyde d'azote.** Le méthane et le protoxyde d'azote sont étroitement liés à l'agriculture et ces deux gaz possèdent un potentiel de réchauffement\* plus fort que celui du dioxyde de carbone.



### Émissions de gaz à effet de serre liées à l'agriculture, foriculture, autres utilisations et nourriture (AFAUN)

Source : Adaptation d'une infographie du résumé du rapport du GIEC «Changement climatique et terres émergées» par les Citoyens pour le climat. <https://drive.google.com/file/d/17H99ekMQ7j9ErqXTQUKP5s0-qQ4-pJMA/view>

Les principales sources de méthane dans l'agriculture **sont la riziculture et l'élevage**, tandis que le protoxyde d'azote est principalement lié à l'utilisation intensive de **fumier et d'engrais synthétique**. Entre 2007 et 2016, **le secteur agricole comptabilisait environ 13 % des émissions de dioxyde de carbone, 44 % des émissions de méthane et 81 % des émissions de protoxyde d'azote liées à l'activité humaine au niveau mondial**.

Le **système alimentaire\*** est étroitement lié à l'agriculture. Il englobe la production de nourriture, le transport, la fabrication, la vente au détail, la consommation et les déchets alimentaires. **Il est responsable de 21 à 37 % des émissions totales nettes de gaz à effet de serre d'origine anthropique**, émissions qui devraient croître à l'avenir à cause de l'augmentation de la démographie et des revenus, ainsi qu'aux changements des habitudes de consommation et des modes de vie.

## CROISSANCE DÉMOGRAPHIQUE ET CHANGEMENTS DE RÉGIMES ALIMENTAIRES

La croissance démographique et les changements de modes de vie ont augmenté notre consommation des ressources terrestres. **Actuellement, 70 % de l'eau douce est utilisée pour l'agriculture. La production de nourriture a augmenté de plus de 240 % depuis 1961**. Cette augmentation est non seulement due à la croissance démographique mondiale, mais aussi aux changements de régimes alimentaires, plus particulièrement au cours des dernières dizaines d'années. En conséquence, notre utilisation des terres pour l'agriculture s'en est vue modifiée. **Nos régimes alimentaires à plus forte teneur énergétique** sont riches en graisses, avec une part importante d'huiles végétales, de viande et de sucre. Ces changements alimentaires sont aujourd'hui en partie responsables de l'obésité ou du surpoids de deux milliards d'adultes. Pourtant, **environ 821 millions de personnes sont encore sous-alimentées** bien que **25-30 % de la production totale de nourriture dans le monde soit perdue ou gaspillée**.

# La modification des terres émergées due au changement climatique et aux activités humaines

## L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES TERRES

Les **événements extrêmes\*** font partie des impacts les plus dévastateurs du changement climatique sur les terres. En perturbant le cycle de l'eau, le réchauffement a entraîné une **augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements météorologiques extrêmes** tels que les vagues de chaleur, les sécheresses et les fortes précipitations. Les tempêtes de sable sont également plus fréquentes et plus intenses, ce qui s'explique principalement par l'expansion des zones sèches et la désertification.

L'augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et le réchauffement de la planète ont un impact sur la végétation terrestre. Au cours des 30 dernières années, **un verdissement de la végétation** (une augmentation de la productivité), a été observée dans certaines parties de l'Asie, de l'Europe, de l'Amérique du Sud, du centre de l'Amérique du Nord et du sud-est de l'Australie, en raison de **l'allongement des saisons de croissance due au fait que les plantes ont plus de CO<sub>2</sub> à photosynthétiser, et que la gestion des terres a changé** (avec différents mécanismes d'irrigation et de fertilisation).

Dans d'autres régions du monde cependant, telles que le nord de l'Eurasie, l'Amérique du Nord, l'Asie centrale et le bassin du Congo, le contraire est observé : on y voit **un brunissement\* de la végétation** (une diminution de la croissance, voire une mort de la végétation), dû principalement à un stress hydrique lié au changement d'utilisation des terres mais aussi aux feux de forêts et aux sécheresses induites par le changement climatique. En effet, à certains endroits, **des zones climatiques entières se déplacent**. Par exemple, les régions polaires deviennent de plus en plus petites, tandis que les régions arides s'accroissent.

## LES POPULATIONS HUMAINES MODIFIENT LES TERRES

Les terres sont qualifiées de **dégradées** lorsqu'elles perdent la qualité de leur sol, leur végétation, leurs ressources en eau ou leur faune sauvage. Le XX<sup>e</sup> siècle a connu une accélération de la **dégradation des terres\***, notamment à cause de l'augmentation des événements extrêmes tels que les **sécheresses\*** et les inondations, mais aussi à cause des change-

ments d'utilisation des terres en lien avec l'urbanisation, la déforestation\* et l'agriculture intensive. **Aujourd'hui, près d'un quart de la surface terrestre libre de glace est sujet à cette dégradation des terres induites par les activités humaines.**

**La dégradation des terres liée au changement climatique** (comme l'érosion côtière exacerbée par l'augmentation du niveau marin, la fonte du permafrost et l'érosion extrême des sols) **peut entraîner des migrations forcées, des conflits et une augmentation de la pauvreté.**

La désertification\* est une forme extrême de dégradation des terres dans les régions arides et semi-arides. **Entre 1980 et les années 2000, environ 500 millions de personnes ont vécu dans des régions qui ont connu la désertification. Le changement climatique exacerbe ce processus de dégradation, touchant des populations partout à travers le monde, et plus particulièrement en Asie du Sud-Est, au Sahara, en Afrique du Nord et au Moyen-Orient.**

La déforestation libère du CO<sub>2</sub> et élimine la possibilité pour les plantes d'en capter via la photosynthèse. Il en va de même pour la désertification. La FAO estime qu'entre 1990 et 2019, environ 420 millions d'hectares de forêts – soit environ la moitié de la surface des États-Unis – ont été perdus à travers le monde. La diminution de la couverture végétale augmente l'albédo\*, ce qui entraîne plus de réflexion de lumière. Cela crée un refroidissement (effet net).

## SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Le changement climatique a une incidence particulière sur les populations humaines à travers **la sécurité alimentaire**. Le changement des régimes de précipitations, l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes et le réchauffement en général **réduisent les rendements des cultures (de maïs et de blé, par exemple) dans les régions de faibles latitudes**. En Afrique, le changement climatique a diminué les taux de croissance des animaux et la productivité des systèmes pastoraux. Cependant, **dans les régions de hautes latitudes, certains rendements de cultures ont augmenté (les cultures de maïs, de blé et de betteraves à sucre notamment)**.

## L'impact de ces phénomènes sur nous

Les terres, **une ressource cruciale, sont déjà sous pression en raison de la demande concurrentielle**. Le changement climatique rend cette situation déjà difficile encore plus critique. En prenant en compte l'accroissement prévu de la population globale et le changement des habitudes de consommation, le changement climatique entraînera **une augmentation de la demande en nourriture, en aliments pour le bétail et en eau**. Ces changements auront des conséquences de taille, par exemple sur la biodiversité, les services écosystémiques, et donc sur la sécurité alimentaire et la disponibilité en eau potable.

Les impacts sur les populations seront différents suivant les régions du monde. L'intensification du réchauffement entraînera une augmentation de la fréquence, de l'intensité et de la durée **des événements extrêmes qu'il génère**, particulièrement dans la région méditerranéenne et en Afrique du Sud. L'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud, la Méditerranée, l'Afrique du Sud et l'Asie centrale **pourraient être de plus en plus touchées par les feux de forêt\***. Dans les régions tropicales, le

réchauffement pourrait au cours du XXI<sup>e</sup> siècle créer des conditions climatiques sans précédent, rendant certaines régions totalement inhabitables. Dans les régions arides, le changement climatique et la désertification entraîneront **une baisse des récoltes et de la productivité du bétail**, ainsi qu'une modification des espèces végétales présentes et de la biodiversité. L'Asie et l'Afrique devraient concentrer le plus grand nombre de personnes vulnérables à l'augmentation de la désertification. Les tropiques et les régions subtropicales devraient connaître la plus grande baisse de rendement agricole.

Enfin, le changement climatique peut amplifier **les migrations induites par l'environnement** (à cause du manque de nourriture, d'eau, de la dégradation des terres, etc.), à la fois à l'intérieur même des pays mais aussi à travers les frontières. Ces déplacements pourraient exacerber les facteurs de stress et générer des conflits. **Les femmes, les jeunes, les personnes âgées et pauvres risquent particulièrement de subir les impacts négatifs du changement climatique.**

# Que faire pour atténuer le changement climatique et nous y adapter ?

Il existe deux façons d'atténuer les risques et les impacts du changement climatique dans les décennies à venir :

- La première est de **limiter le changement climatique** en agissant sur les gaz à effet de serre. Il faut pour cela réduire les émissions anthropiques dans l'atmosphère ou utiliser des méthodes qui éliminent activement le dioxyde de carbone de l'atmosphère (c'est ce que l'on appelle la séquestration du CO<sub>2</sub>), comme la plantation d'arbres. L'ensemble de ces actions forment ce que l'on appelle **l'atténuation\***.
- Une deuxième approche consiste à **s'attaquer aux conséquences du changement climatique**, soit en limitant le nombre de personnes, d'animaux sauvages et de biens à risque, soit en réduisant l'ampleur de l'impact de ce changement sur eux. C'est ce que l'on appelle **l'adaptation\***.
- **Certaines actions ciblent les terres et contribuent à l'adaptation au changement climatique, à son atténuation et au développement durable\***.

Cependant, l'une n'exclut pas l'autre : **l'atténuation et l'adaptation sont toutes deux nécessaires pour lutter contre le changement climatique**. Elles doivent d'ailleurs toutes deux entrer en compte dans les mesures à adopter. Par exemple, dans la conception d'une nouvelle école, le bâtiment envisagé devrait être neutre en carbone tant au niveau de la construction que du fonctionnement (atténuation), tout en ayant la capacité de faire face à un certain nombre de scénarios climatiques possibles (adaptation).

## ATTÉNUATION

**D'un côté, d'importantes réductions des émissions sont nécessaires au cours des prochaines décennies pour limiter le changement climatique** ; de l'autre, la population mondiale, la demande d'énergie et la consommation sont en

augmentation. En même temps, il existe d'autres grands enjeux mondiaux : l'amélioration de l'accès à la nourriture, à l'eau, à l'emploi et aux soins de santé pour les plus démunis, et la réduction des inégalités.

### Il existe de nombreuses raisons d'être optimiste.

La prise de conscience de la nécessité d'agir rapidement de la part du grand public et du monde politique vient s'ajouter à la baisse rapide du coût des énergies renouvelables et à l'Accord historique de Paris sur le changement climatique en 2015. On assiste ainsi à une mise en place de tous les éléments susceptibles de favoriser une réduction rapide des émissions. On constate déjà de nombreuses réussites. Au Royaume-Uni, grâce à une diminution de l'utilisation du charbon, les émissions de CO<sub>2</sub> sont tombées à des niveaux inédits depuis 1890,<sup>2</sup> tandis que l'utilisation par l'Allemagne de l'électricité produite à partir de sources renouvelables est passée d'environ 6 % en 2000 à environ 45,4 % en 2020.<sup>3</sup> En 2021, 69 % de l'électricité au Portugal était produite à partir de sources renouvelables.<sup>4</sup>

Toutefois, étant donné que le niveau de réchauffement dépend des émissions mondiales, l'action d'une poignée de pays ne suffit pas. La réduction des émissions ne passe pas uniquement par les gouvernements, les entreprises et la législation, même si leur rôle est central. Comme nous le verrons ci-dessous, les organisations locales et les particuliers peuvent également jouer un rôle.

### L'ACCORD DE PARIS

L'objectif de l'Accord de Paris<sup>5</sup> est de maintenir le réchauffement de la planète en dessous de 2 °C tout en visant à le limiter à 1,5 °C (par rapport aux niveaux préindustriels). Pour éviter que le réchauffement ne dépasse 1,5 °C, une réduction de 40 à 60 % des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> est nécessaire au cours de la prochaine décennie. **Le but est d'atteindre des émissions nettes égales à zéro d'ici 2050<sup>6</sup>** (pour

2 Ce constat n'est pas tout à fait exact, car certaines des émissions du Royaume-Uni ont été "externalisées" à l'étranger.

3 L'Agence fédérale allemande pour l'environnement sur la demande en électricité [https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/renewable-energy-sources-in-figures.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/renewable-energy-sources-in-figures.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

4 Redes Energéticas Nacionais. <https://www.apren.pt/en/march-100-renewable-first-month-of-xxi-century-fully-supplied-by-renewable-electricity-sources/>

5 <https://unfccc.int/fr/processus-et-reunions/l-accord-de-paris/l-accord-de-paris>

6 Rapport du GIEC "Réchauffement planétaire de 1,5 °C" : <https://www.ipcc.ch/sr15>

plus de détails, voir le Rapport spécial du GIEC « Réchauffement à 1,5°C », Résumé à destination des enseignants, publié par l'Office for Climate Education).



Il s'agit d'un défi de taille, et tous les niveaux de la société (gouvernements, entreprises, organisations locales et particuliers) peuvent jouer un rôle dans la réduction des émissions.

#### EMPREINTE CARBONE\*

**Celle-ci renvoie à la quantité totale de gaz à effet de serre émise par une source donnée.**

L'empreinte carbone peut être calculée pour de nombreuses entités différentes, telles qu'une personne, un pays ou un produit. Pour tenir compte des émissions de gaz à effet de serre autres que le CO<sub>2</sub>, elle est mesurée en «équivalent CO<sub>2</sub>» (eqCO<sub>2</sub>), c'est-à-dire la quantité équivalente en émissions de CO<sub>2</sub>.

Le calcul de l'empreinte vous aidera, vous ou votre groupe, à identifier lesquelles de vos activités produisent le plus d'émissions et sont donc les cibles à prioriser. Sans chercher à estimer de manière précise le poids de chacun des facteurs qui contribuent à cette empreinte, il faudrait en avoir une idée approximative : cela permettra d'identifier les plus conséquents parmi eux, soit ceux sur lesquels il faudra agir en priorité. Il convient cependant de garder à l'esprit qu'il y a des limites à ce que les individus ou les groupes locaux peuvent faire sans soutien législatif ou autre. Certains des aspects et des mesures que vous pouvez adopter pour réduire votre empreinte carbone sont présentés dans la séance D1.

#### LE RÔLE CLÉ DES CHOIX DE CONSOMMATION

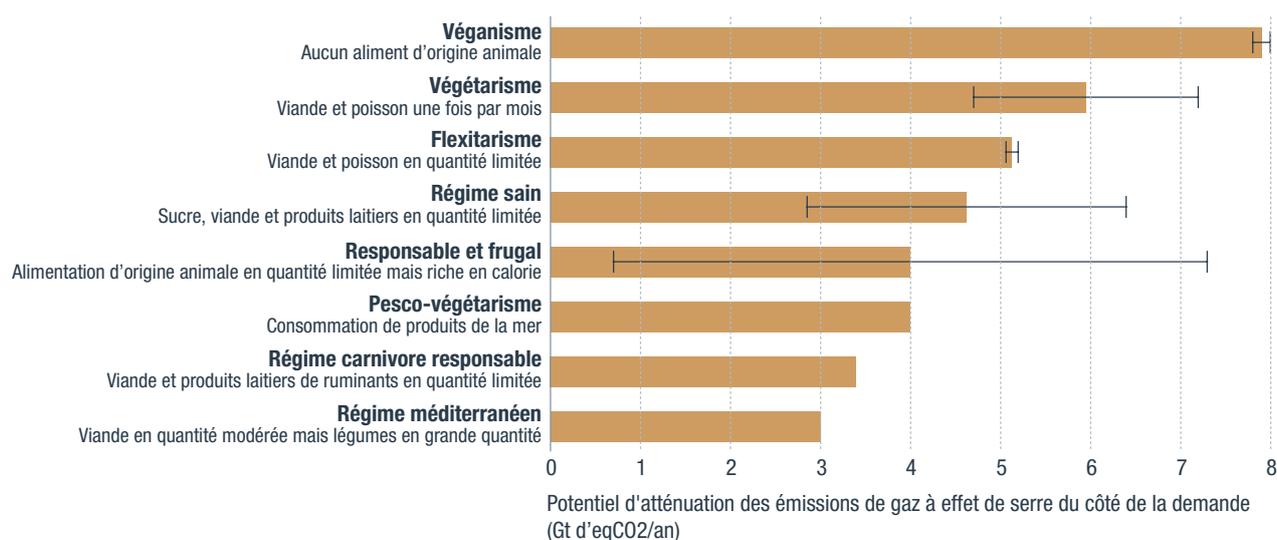
**La diversification des systèmes alimentaires réduit les risques liés au changement climatique**

(par exemple, la promotion de la diversité et de la disponibilité des semences ou des régimes alimentaires hétérogènes). En outre, les régimes alimentaires principalement basés sur les plantes, comme les céréales, les légumineuses, les fruits et légumes, les noix et les graines, contribuent à l'atténuation du changement climatique tout en favorisant la santé et le bien-être.

Le potentiel total d'atténuation lié au changement de régimes alimentaires est estimé entre 0,7 et 8 Gt d'eqCO<sub>2</sub> par an d'ici 2050. À titre de comparaison, le total de nos émissions de gaz à effet de serre a atteint 53,6 Gt d'eqCO<sub>2</sub> en 2017<sup>7</sup>.

Par ailleurs, 25 à 30 % de la production alimentaire totale est aujourd'hui perdue ou gaspillée. La réduction des pertes et des gaspillages alimentaires peut diminuer les émissions de gaz à effet de serre et contribuer à l'atténuation du changement climatique en réduisant la surface des terres nécessaires à la production alimentaire. **Entre 2010 et 2016, les pertes et gaspillages alimentaires mondiaux ont représenté 8 à 10 % des émissions totales de gaz à effet de serre dues aux activités humaines.**

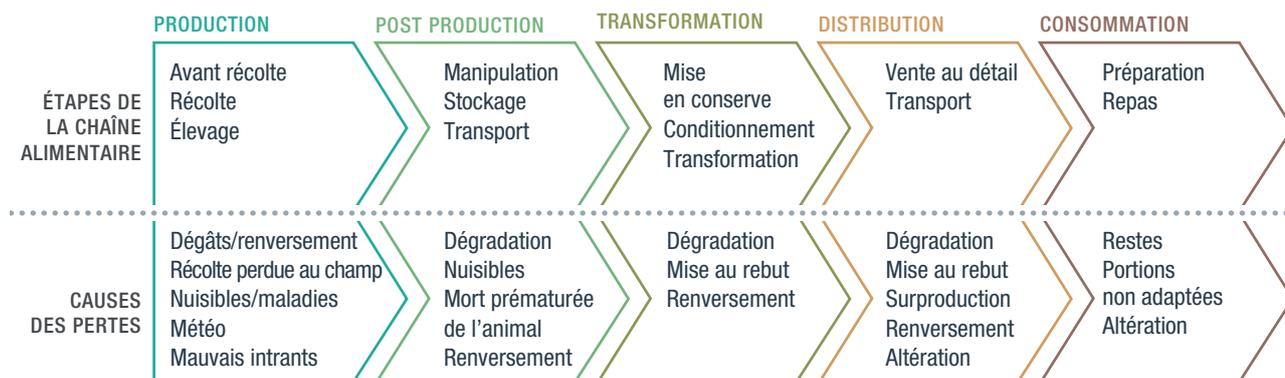
Le potentiel total d'atténuation du changement climatique du secteur alimentaire (de la production à la consommation, en incluant la réduction des pertes et déchets alimentaires) est estimé entre 2,3 et 9,6 Gt d'eqCO<sub>2</sub> par an d'ici 2050.



**Le potentiel d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre des différents régimes alimentaires.**

Source : Adapté du Rapport Spécial du GIEC sur le changement climatique et l'usage des terres, chapitre 5. <https://www.ipcc.ch/srccl/chapter/chapter-5/>

7 <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/12/UNEP-1.pdf>



### Le gâchis alimentaire dans le cycle alimentaire.

Source : Adapté de la CNUCED : [https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO\\_Full\\_Report\\_low\\_res.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO_Full_Report_low_res.pdf)

## LES MEILLEURES PRATIQUES EN MATIÈRE D'ATTÉNUATION

Si la réduction des émissions peut sembler simple en apparence, la réalité est plus complexe.

- Les terres peuvent contribuer de manière significative à l'atténuation du changement climatique. Toutefois, il existe des limites au déploiement de ces **mesures d'atténuation, telles que les cultures pour les biocarburants ou le boisement**.
- L'utilisation massive des terres pourrait accroître les risques de désertification, de dégradation des sols, d'insécurité alimentaire et de développement non durable.

### LA JUSTICE CLIMATIQUE\*

Bien qu'aucune répartition précise des réductions d'émissions entre les pays ne figure dans l'Accord de Paris, **les considérations éthiques voudraient que celle-ci soit équitable**. Il est cependant très difficile de déterminer ce qui est équitable ; il faudrait pour cela que les pays et les citoyens (dans les pays démocratiques) débattent de la meilleure façon de procéder. Nous pourrions imaginer une approche selon laquelle des réductions d'émissions sont demandées aux pays ayant émis le plus au total, et qui ont donc le plus contribué au changement climatique. Cette approche a toutefois ses limites, car elle ne tient pas compte de la capacité des pays à réduire leurs émissions en fonction de leur statut économique. Dans certains pays en développement très peuplés, les émissions peuvent être faibles par personne, mais au total supérieures aux émissions des pays développés moins peuplés. Un autre aspect de la justice climatique est la gravité des impacts climatiques subis par les populations locales. En effet, les impacts les plus sévères du changement climatique toucheront les plus vulnérables, dont la plupart vivent dans les pays en développement, c'est-à-dire ceux qui ont le moins contribué aux émissions mondiales.

## L'ADAPTATION

L'ampleur de l'impact du changement climatique sur une région donnée dépend de l'intensité du changement climatique, mais aussi du degré d'exposition et de vulnérabilité de sa population, de ses écosystèmes et de ses infrastructures à ces changements.

### RÉDUIRE L'EXPOSITION ET LA VULNÉRABILITÉ

**L'adaptation au changement climatique suppose de prendre des mesures pour réduire l'exposition\* (ce qui est menacé) et la vulnérabilité\* (ce qui est susceptible de l'être)**. L'exposition et la vulnérabilité sont souvent liées à la pauvreté.

**Les solutions qui permettent de s'adapter au changement climatique et de l'atténuer, tout en contribuant à la lutte contre la désertification**, sont spécifiques aux sites et aux régions. Elles incluent la collecte de l'eau et la micro-irrigation, la restauration des terres dégradées à l'aide de plantes résistantes à la sécheresse et adaptées à l'environnement en question, ainsi que l'agroforesterie et d'autres pratiques d'adaptation agroécologiques basées sur les écosystèmes.

**Le boisement\***, ou la plantation d'arbres, peut réduire les tempêtes de sable, éviter l'érosion éolienne et contribuer aux puits de carbone, tout en améliorant les micro-climats, les propriétés nutritives du sol et la rétention d'eau.

### L'ÉDUCATION ET UNE APPROCHE CENTRÉE SUR L'HUMAIN

**L'éducation est un élément essentiel de l'adaptation** et peut prendre de nombreuses formes : une meilleure connaissance de son environnement local, le partage de connaissances sur le changement climatique entre proches, ou encore le suivi d'une formation dont le débouché de carrière peut être à l'origine de solutions d'adaptation.

Grâce à leur contact étroit avec leur environnement et à leur connaissance de la terre, **les populations autochtones et locales peuvent contribuer, par leurs pratiques agricoles, à relever les défis combinés du changement climatique, de la sécurité alimentaire et de la conservation de la biodiversité et, de ce fait, à lutter contre la désertification et la dégradation des sols.**

Les problématiques du changement climatique, du genre et de l'adaptation se croisent à différents niveaux : dans les ménages, à l'échelle nationale et à l'échelle internationale. **C'est pourquoi les femmes jouent un rôle clé dans la réalisation de la durabilité mais sont aussi particulièrement vulnérables aux impacts du changement climatique.** L'autonomisation des femmes peut apporter des synergies et des co-bénéfices aux ménages. Cette autonomisation comprend le transfert de fonds aux femmes et l'investissement dans la santé, l'éducation, la formation et le renforcement des capacités.

## En résumé

Les terres constituent **une composante essentielle du système climatique** en contribuant aux cycles globaux de la chaleur, de l'eau et du carbone. Les terres fournissent également de la nourriture, des aliments pour animaux, des fibres, du carburant et de l'eau douce à la société humaine et à son économie. Mais ces services sont **menacés**, conséquence des rythmes sans précédents d'exploitation des terres et de l'eau douce au cours des dernières décennies (agriculture, déforestation et autres utilisations de la terre), exacerbés par la hausse des températures mondiales et le changement de régime des pluies.

**Une gestion appropriée de l'utilisation des terres** peut contribuer de manière significative à l'atténuation du changement climatique et à l'adaptation à celui-ci, notamment par la promotion de la gestion durable des forêts et des écosystèmes.

---

## AGIR MAINTENANT

La réduction des risques et des pertes dépendent directement de la rapidité de la prise de mesures dans le secteur foncier. En effet, le potentiel de certaines options pour lutter contre le changement climatique et ses impacts diminue à mesure que celui-ci s'intensifie. Par exemple, une option pour réduire les émissions de gaz à effet de serre est d'augmenter le contenu en carbone organique des sols. Cependant, les sols ont une capacité réduite à agir comme des puits pour la séquestration du carbone lorsque les températures augmentent.

**Tout retard dans l'action aura des effets irréversibles sur de nombreux écosystèmes**, ce qui aura un impact négatif sur la production alimentaire et la santé humaine.

Il est possible de conserver, de restaurer et d'utiliser les terres de manière durable tout en atteignant d'autres objectifs sociétaux mondiaux grâce à des efforts concertés favorisant un changement transformateur.

Le plan de cours proposé détaille les concepts présentés ici. Il permet aux élèves de réfléchir au rôle qu'ils peuvent jouer, en tant que futurs citoyens, avec leurs communautés locales et leurs nations, pour relever le grand défi du XXI<sup>e</sup> siècle qu'est le changement climatique.



**ÉCLAIRAGE PÉDAGOGIQUE**  
SUPPORT POUR ENSEIGNANTS

# ÉCLAIRAGE PÉDAGOGIQUE

## Introduction

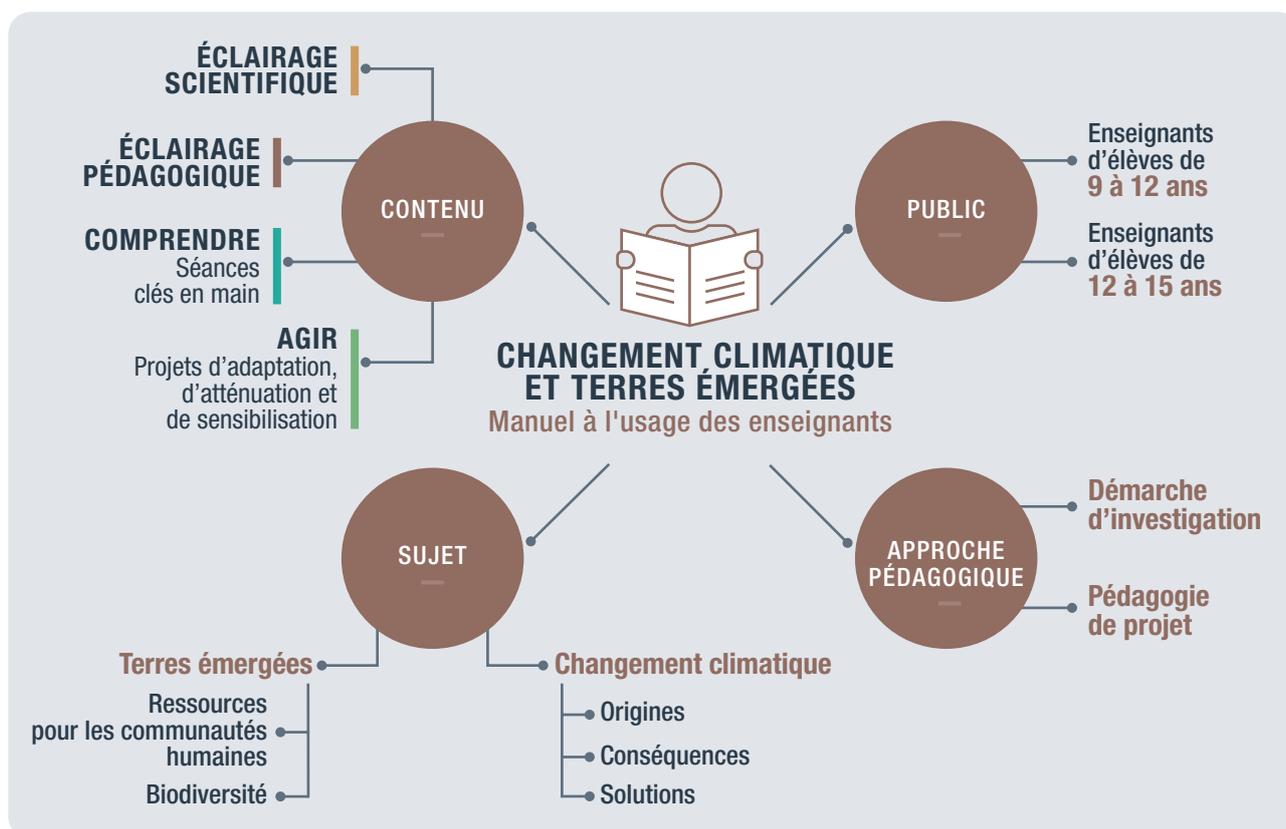
Nous vous recommandons vivement de lire les éclairages scientifiques et pédagogiques avant de démarrer les activités, afin d'avoir une connaissance suffisante de la science du climat et d'autres sujets connexes, ainsi que des méthodes pédagogiques actives, pour pouvoir enseigner ces disciplines.

Cet éclairage pédagogique propose les sections suivantes :

- Une carte mentale du manuel à l'usage des enseignants
- Comment utiliser ce manuel dans une progression ?
- Comment utiliser ce manuel pour préparer une séance ?
- Comment enseigner le changement climatique ?
- Une boîte à outils



## Carte mentale du manuel



# Comment utiliser ce manuel dans une progression ?

## COMMENT CES ACTIVITÉS ONT-ELLES ÉTÉ CONÇUES ?

Ce manuel à l'usage des enseignants fournit des conseils détaillés sur la manière d'enseigner le lien entre le changement climatique et les terres émergées aux **élèves de 9 à 15 ans**. La structure de chaque séance est pensée pour encourager les élèves à participer à la réflexion et aux activités.

« Le Climat entre nos mains – Changement climatique et terres émergées » comprend deux parties d'importance égale : « Comprendre » et « Agir ».

### PREMIÈRE PARTIE COMPRENDRE

Dans la première partie, les séances sont organisées suivant quatre séquences consécutives :

- A – Qu'est-ce que le changement climatique ?
- B – Pourquoi les terres sont importantes pour nous ?
- C – Terres et le changement climatique
- D – Que pouvons-nous faire ?

### DEUXIÈME PARTIE AGIR

Cette partie ne contient pas de séances en tant que telles. Elle vise à encourager les élèves à mettre en œuvre un ou plusieurs projets concrets d'adaptation ou d'atténuation. Nous donnerons des exemples de projets actuels ayant réussi à titre d'inspiration. Les projets proposés diffèrent par leur durée (de quelques heures à quelques années !) et leur nature (adaptation, atténuation, sensibilisation, recherche).

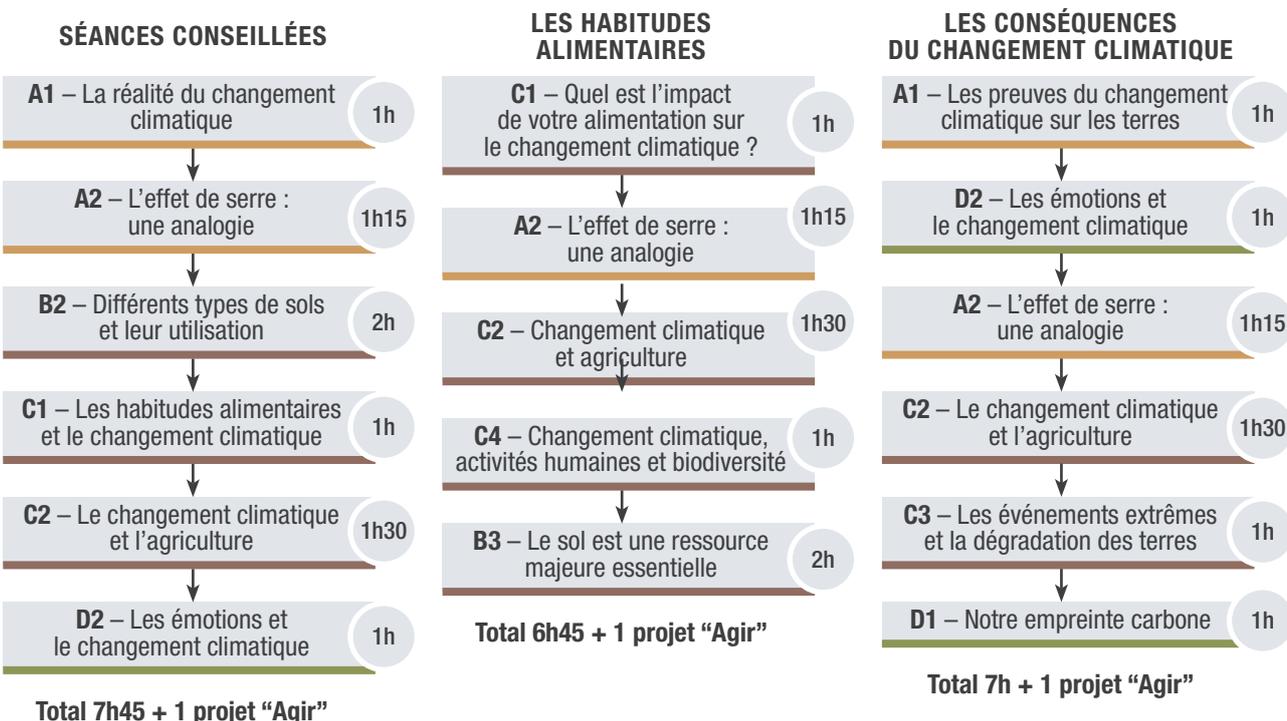


## COMMENT UTILISER CE MANUEL AU SEIN D'UNE PROGRESSION ?

Ce manuel comprend dix-huit séances principales (et une de révision). Certaines sont conçues pour des élèves de 9 à 12 ans, tandis que d'autres conviennent mieux aux 12-15 ans.

Compte tenu de la quantité et de la variété des séances, il n'est pas nécessaire de les prendre dans leur ensemble : vous pouvez les choisir en fonction du niveau de vos élèves et du temps dont vous disposez.

Nous vous proposons ci-dessous trois exemples de progression, selon les sujets que vous souhaitez privilégier :



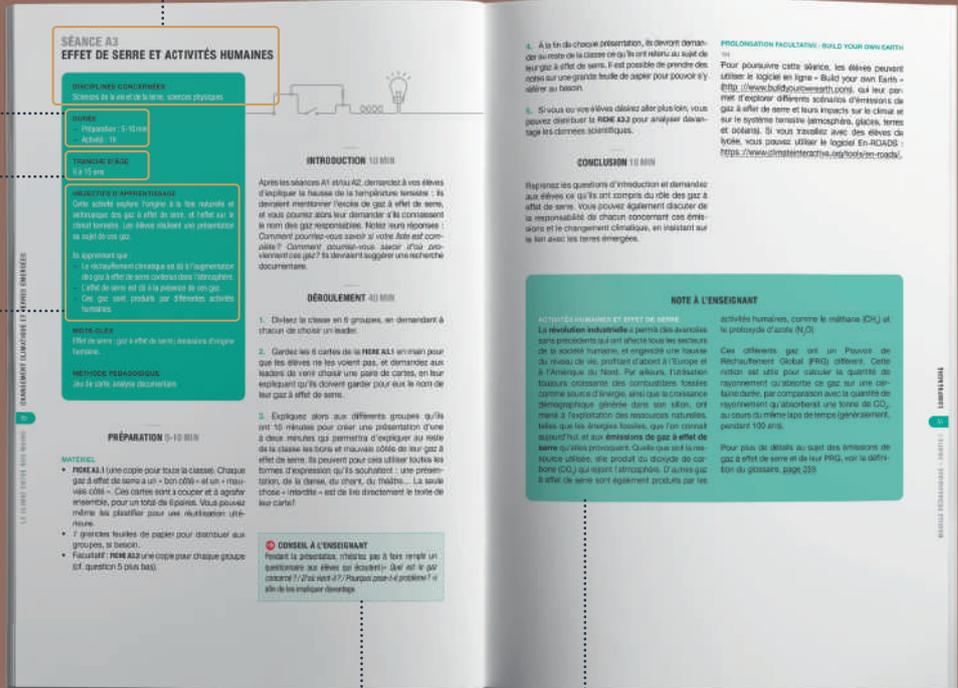
# Comment utiliser ce manuel pour préparer une séance ?

La **DURÉE** comprend le temps de préparation (pour vous) et le temps d'activité (avec vos élèves)

La **TRANCHE D'ÂGE** est donnée à titre indicatif

Les principaux **OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE** de vos élèves au cours de cette séance (connaissances et compétences)

## Aperçu rapide des DISCIPLINES CONCERNÉES



La partie **CONSEIL À L'ENSEIGNANT** vous donne des conseils de méthodologie ou vous indique quels points souligner en particulier.

Chaque séance comprend une partie **SUPPORT SCIENTIFIQUE POUR L'ENSEIGNANT**, qui vous permet d'approfondir le sujet de la séance.

## NIVEAUX

Chaque activité précise son niveau, c'est-à-dire la **tranche d'âge ciblée**. Bien entendu, cela ne signifie pas que cette activité ne peut être proposée à une autre tranche d'âge : il s'agit simplement de donner une idée du niveau d'aptitude des activités concernées. Les tranches d'âge sont les suivantes :

- 9 à 12 ans
- 12 à 15 ans
- 9 à 15 ans

## NIVEAU DE DIFFICULTÉ DES DOCUMENTS

Certaines séances incluent des documents destinés à des **niveaux d'aptitude différents** : certains sont faciles à comprendre tandis que d'autres sont conçus pour des élèves plus avancés. **Il ne s'agit que d'une recommandation** : vous seul êtes en mesure de déterminer les plus adaptés au niveau de votre classe. Les différents niveaux sont les suivants :



## VOS ÉLÈVES D'ABORD !

Toutes les suggestions d'expériences et les résultats proposés dans les séances sont donnés à titre d'exemple. Ils ont été compilés lors de tests en classe et sont scientifiquement justes. Néanmoins, nous vous encourageons vivement à **suivre les protocoles expérimentaux, les idées et les conclusions proposées par vos propres élèves**.

# Comment enseigner le changement climatique ?

Dans ce manuel pour enseignant, notre objectif est de permettre aux élèves de participer activement en classe à travers l'élaboration de problématiques, l'expérimentation, l'observation, l'apprentissage par l'erreur, le débat et la mise en œuvre de solutions locales et concrètes pour répondre aux problèmes liés au changement climatique. Cet « apprentissage actif » peut revêtir différentes formes. **Les deux approches que nous conseillons vivement sont la démarche d'investigation et la pédagogie de projet.**

Certaines activités visent à développer les connaissances scientifiques des élèves et à encourager leur analyse critique. Elles adoptent une **approche basée sur la démarche d'investigation**, souvent utilisée dans l'enseignement des sciences. D'autres activités sont axées sur la mise en œuvre de projets d'adaptation ou d'atténuation concrets, qui peuvent être menés par les élèves, l'établissement scolaire, voire même par les communautés locales. **Elles adoptent une approche basée sur la pédagogie de projet.**

## LA DÉMARCHE D'INVESTIGATION, QU'EST-CE QUE C'EST ?

S'il serait trop simpliste de réduire la démarche d'investigation à un modèle linéaire d'apprentissage, cette approche passe généralement par trois étapes :

1. **Formulation d'une problématique** : le questionnement, lancé par l'enseignant ou les élèves, permet de formuler une ou des hypothèse(s).
2. **Formulation d'hypothèses et investigation** : cela peut se faire par le biais d'expériences, d'enquêtes, d'observations ou d'études documentaires.
3. **Structuration des connaissances** (discussion sur les informations ou les données rassemblées ou déduites) : l'objectif est de tirer des conclusions générales, qui peuvent à leur tour susciter de nouveaux questionnements, des recherches, etc.

### ÉTAPE 1 : FORMULATION D'UNE PROBLÉMATIQUE

L'objectif de cette étape est de **donner aux élèves l'occasion de se poser des questions sur différents phénomènes qu'ils observent autour d'eux.** Les processus de questionnement, de comparaison et de mise en évidence des divergences de point de vue vont non seulement capter l'attention des élèves et susciter leur participation, mais aussi leur présenter un problème qu'ils seront amenés à résoudre. Le rôle de l'enseignant durant cette étape est **d'orienter les**

**échanges**, afin que les élèves comprennent la problématique et qu'ils débattent autour de pistes pour la résoudre. L'enseignant posera alors des questions ouvertes pour aider les élèves à développer leurs compétences scientifiques et leur esprit critique.

### ÉTAPE 2 : FORMULATION D'HYPOTHÈSES ET INVESTIGATION

Sur la base de leur expérience et/ou de leurs connaissances, les élèves sont invités à fournir **des explications qu'ils estiment plausibles** et énoncent ainsi leurs propres théories. Pour accepter ou rejeter les différentes hypothèses, ils ont la possibilité de mener des expériences et/ou de réaliser une recherche documentaire. La phase d'investigation est motivée par la nécessité de juger de la crédibilité d'une théorie.

Les élèves peuvent formuler des idées ou des théories (ce qu'ils pensent savoir, comprendre et expliquer sur un phénomène donné).

À cette étape, ils travaillent seuls ou en groupe pour chercher des solutions au problème posé. Cela implique de mettre à l'épreuve les hypothèses choisies.

S'il n'est pas possible de mener des expériences, d'effectuer une modélisation ou de faire des observations directes, la recherche documentaire ou un entretien avec un expert leur permettra de valider ou de réfuter leurs hypothèses.

Les élèves devront parfois faire un va-et-vient entre les étapes de questionnement et de recherche avant de trouver une solution et d'asseoir de nouvelles connaissances. **Les discussions en classe entière ou en groupes jouent un rôle déterminant pour structurer leurs connaissances.** Durant les discussions, le rôle de l'enseignant est de faciliter le dialogue entre les élèves.

### ÉTAPE 3 : STRUCTURATION DES CONNAISSANCES

Il est important que **les élèves effectuent une synthèse des principaux résultats.** Nous conseillons aux enseignants de laisser les élèves tirer leurs propres conclusions sur la base du travail effectué en classe. La conclusion collective de la classe, qui ressort après avoir discuté des différentes interprétations, devra idéalement être consensuelle. Si nécessaire, l'enseignant peut jouer le rôle de facilitateur pour y parvenir. L'une des étapes cruciales de la démarche d'investigation, bien trop souvent omise, est de comparer les connaissances acquises

en classe, c'est-à-dire les conclusions collectives, avec les connaissances établies.

Voici des exemples d'apprentissage par démarche d'investigation qui figurent dans ce manuel :

- **Expérience** : dans la séance **A2**, les élèves réalisent une expérience pour étudier le fonctionnement d'une serre (ils feront ensuite une analogie avec l'effet de serre).
- **Observation** : dans la séance **B4**, les élèves observent une forêt, recueillent des échantillons, enregistrent des sons, etc. ; ces observations servent ensuite à étudier la biodiversité du lieu.
- **Recherche documentaire** : dans la séance **C2**, les élèves découvrent en quoi l'agriculture moderne subit les effets du changement climatique et comment les pratiques agricoles dans le monde modifient le climat.
- **Jeu sérieux** : dans la leçon **B1**, les élèves jouent à un jeu semblable au «bingo» pour comprendre en quoi nous dépendons des terres et de leurs ressources naturelles.
- **Jeu de rôle** : dans la leçon **D3**, deux jeux de rôle aident les élèves à comprendre les inégalités entre les pays en matière de richesses, d'émissions de gaz à effet de serre et de vulnérabilité au changement climatique.

## LA PÉDAGOGIE DE PROJET, QU'EST-CE QUE C'EST ?

La pédagogie de projet est un concept d'apprentissage actif à part entière. Évoquée pour la première fois au début du 20<sup>e</sup> siècle par John Dewey qui a également décrit la démarche d'investigation, cette approche a pendant longtemps été cantonnée à l'enseignement primaire avant de gagner progressivement l'enseignement secondaire et supérieur. La pédagogie de projet est devenue une méthode d'enseignement qui aborde un sujet en faisant appel à un apprentissage rigoureux, pertinent et pratique. Les projets sont généralement formulés sous forme de questions ouvertes qui encouragent les élèves à enquêter, à faire des recherches et à élaborer leurs propres solutions. Par exemple, *comment réduire notre empreinte carbone à l'école ?*

La deuxième partie de ce manuel ([partie «Agir», page 234](#)) présente des actions concrètes de lutte contre le changement climatique qui ont déjà été mises en place dans des classes, à l'école ou au sein des communautés. Ces actions adoptent la pédagogie de projet en mettant les élèves face à des problèmes concrets.

- L'objectif de cette méthode est de leur permettre **de mettre en œuvre de bout en bout un projet** composé de tâches diverses pour résoudre un problème spécifique.
- Ils mènent **des enquêtes pratiques ou des recherches documentaires** pour identifier différents points de vue sur le problème en question.
- Il est important de leur accorder suffisamment de temps pour leur permettre **de répondre aux problèmes posés et de parvenir à une mise en œuvre sur le terrain**.
- Il faut bien comprendre que le projet est géré collectivement par les élèves de la classe et **pas uniquement par l'enseignant**.
- **Il est aussi important de les encourager à répartir les tâches complexes en des tâches plus élémentaires** qui leur permettent de participer activement et de faire preuve d'une plus grande autonomie.

Le principal atout de la pédagogie de projet est l'apprentissage **dans un cadre qui a un sens aux yeux des élèves**. En outre, l'aspect pratique du projet est généralement un facteur de motivation. Ils développent alors des compétences transversales telles que la capacité à prendre des décisions ou à planifier. Ils comprennent également que les erreurs et les échecs font partie intégrante du processus d'apprentissage et que la coopération est la clé de la réussite.

Enfin, l'issue du projet servira peut-être d'inspiration à d'autres classes, familles et communautés. Pour plus de détails sur ce sujet, se référer à [l'introduction de la partie «Agir», page 234](#).

## LE RÔLE DE L'ENSEIGNANT DANS LA PÉDAGOGIE DE PROJET

Tout comme la démarche d'investigation, la pédagogie de projet est axée autour de **l'implication active des élèves**. Le rôle de l'enseignant est de les aider à définir le projet et des objectifs réalisables. Il recadre l'activité ou la discussion le cas échéant, supervise le débat et peut jouer le rôle d'expert si les élèves le demandent. Il se peut aussi qu'il doive leur donner quelques cours pour leur transmettre les connaissances nécessaires au démarrage d'un projet. Les plans de cours sont alors essentiels.

### APPROCHE INTERDISCIPLINAIRE

**Enseigner le changement climatique, c'est prendre en compte toutes ses dimensions, ce qui nécessite une approche pluridisciplinaire.** Il s'agit d'un défi majeur car la plupart des programmes sco-

lares sont conçus selon une approche par discipline, en particulier dans l'enseignement secondaire. Ce manuel à l'usage des enseignants propose un parcours interdisciplinaire, destiné à encourager une approche thématique, la pédagogie de projet et la collaboration entre enseignants de différentes matières.

Si les disciplines scientifiques «traditionnelles» (physique, chimie, science de la vie et de la terre) sont essentielles pour comprendre les mécanismes du changement climatique et ses conséquences, les sciences humaines et sociales (histoire, géographie, économie, etc.) permettent aux élèves de comprendre les enjeux du développement durable et de la justice climatique. Les disciplines artistiques et linguistiques sont également précieuses pour encourager les élèves à exprimer leurs sentiments et à participer à certaines formes d'action (comme la sensibilisation du public). L'ingénierie et les disciplines pratiques (agriculture, technologie, etc.) entrent en jeu dans l'élaboration des solutions.

#### LA PENSÉE POSITIVE

Chez les jeunes du monde entier, la question du changement climatique suscite une forte mobilisation souvent associée à des émotions extrêmes,

notamment chez les plus jeunes, qui évoquent l'effondrement de la civilisation, les limites planétaires, la perte de biodiversité, etc. Le terme « **solastalgie** » a été inventé pour décrire cette angoisse climatique, ou **éco-anxiété**\*.

Nous proposons ici d'apaiser cette anxiété par les moyens suivants :

- **Sensibiliser au changement climatique** : sans en nier la gravité et les enjeux de taille, se concentrer sur les faits scientifiques plutôt que sur le discours catastrophiste (voir séquences A et C). Cette approche est importante mais pas suffisante, compte tenu de la forte réponse émotionnelle aux conséquences du changement climatique.
- Encourager les élèves à **accepter leurs émotions** et à les partager avec autrui plutôt que de rester isolés (voir la séance D2, qui est consacrée à ce sujet).
- Réaliser qu'il est nécessaire, et encore possible, **d'agir à différents niveaux** : l'individu, l'école, la communauté, etc. (voir la séquence D).
- Encourager les élèves à participer à un **plan d'action concret** par le biais de projets (voir la partie «Agir») qui mettront en place des solutions d'atténuation ou d'adaptation.

## BOÎTE À OUTILS

### MENER UNE EXPÉRIENCE

Chaque expérience proposée dans ce manuel nécessitera du matériel, abordable et accessible dans la plupart des cas. **Passer en revue les règles de sécurité avant que vos élèves ne réalisent des expériences.** Pendant l'expérience, prenez le temps de discuter avec vos élèves de ce que chaque élément représente dans la réalité ; cela les aidera à tirer des conclusions à la fin.

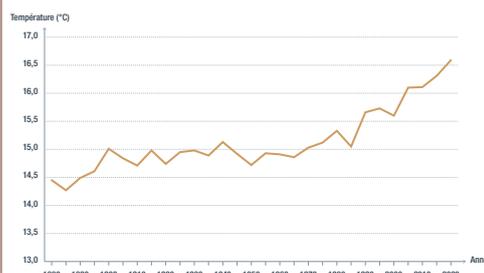
### TRAVAIL COLLABORATIF AVEC JEUX DE RÔLES

Dans plusieurs séances, nous suggérons de diviser vos élèves en groupes, afin d'encourager le **travail collaboratif**. Dans ces séances, des rôles avec des objectifs précis sont souvent attribués pour maintenir la motivation des élèves. Ces rôles ne sont que des suggestions ; n'hésitez pas à choisir les vôtres.

### ANALYSE DE GRAPHIQUE

Afin d'analyser correctement un graphique, il faut d'abord expliquer ce que représentent **les axes x et y**. Il faut ensuite exprimer y en fonction de x : dans l'exemple ci-dessous, le graphique représente l'évolution de la température au-dessus des continents en fonction du temps. Évitez de dire que la courbe «monte» ou «descend». Utilisez plutôt un vocabulaire précis, par exemple : « *On observe que la température a augmenté au cours des 140 dernières années* ».

Évolution de la température à la surface des terres depuis 1880

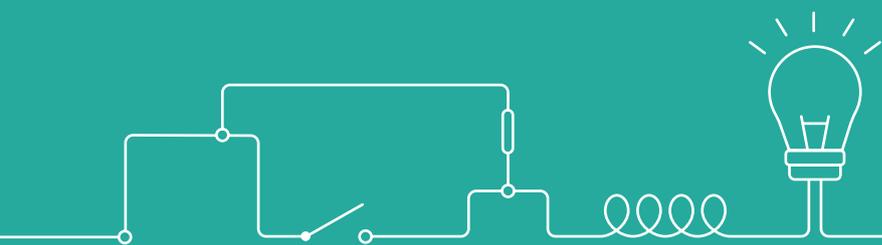


### PRODUCTIONS FINALES

Nous suggérons des exemples de travaux créatifs que vos élèves pourront produire à la fin des séances. L'idée est de **les laisser être aussi imaginatifs que possible** : vous pouvez envisager de leur faire réaliser une vidéo, un petit podcast, un poster, un diaporama... en fonction du matériel de votre salle de classe.

### NE METTEZ PAS DE CÔTÉ LES ÉMOTIONS !

Nous n'avons pas systématiquement traité le sujet des émotions, mais sachez qu'après certaines séances, **des élèves pourraient vouloir exprimer leurs émotions à l'égard du changement climatique** et de ses conséquences. Une séance est consacrée à cet aspect, mais vous pouvez envisager de leur demander régulièrement d'exprimer leur ressenti et prévoir du temps à cet effet.



**COMPRENDRE**

MODULE PÉDAGOGIQUE – PARTIE I

# COMPRENDRE #SÉANCES

La première partie de ce plan de cours s'intitule « Comprendre ». Comme son nom l'indique, elle vise à fournir aux élèves les **connaissances essentielles** à la compréhension des sujets suivants :

- **Les bases et les preuves** du changement climatique ;
- **Les lois de la physique** qui entrent en jeu dans le changement climatique et le rôle des gaz à effet de serre ;
- L'interdépendance **des terres et du système climatique**, et l'impact du changement climatique sur les terres qui en résulte ;
- L'impact du changement climatique sur **les écosystèmes terrestres et les communautés humaines** qui en dépendent ;
- L'importance des **ressources fournies par les terres** pour la subsistance des populations humaines et la manière dont le changement climatique pourra les affecter ;
- Les **mesures** possibles d'atténuation et d'adaptation au changement climatique.

Toutes les séances proposées se basent sur **des connaissances scientifiques récentes et fondées**, dont la formulation a été adaptée à un niveau de compréhension **d'école primaire ou secondaire**. Les séquences sont conçues pour correspondre à **l'esprit et à la façon de penser des élèves**, et les séances comprennent un large éventail d'activités : expérimentation, analyse documentaire, jeux de rôle, débats, animations multimédias et petites vidéos. La progression générale suit une **démarche d'investigation**. Les enjeux du changement climatique étant intrinsèquement **pluridisciplinaires**, il en va de même pour les séances proposées, qui font entrer en jeu les sciences naturelles, telles que la physique, la chimie, la biologie et la géologie, les sciences sociales, telles que l'histoire, la géographie, l'économie et la sociologie, et les arts visuels.

Les séances sont proposées dans un ordre parmi de nombreux possibles, et **vous pouvez l'adapter** en fonction des besoins de vos élèves, de leur âge, de leur parcours, etc.



Certaines séances, appelées « **séances principales** », sont celles que nous considérons comme essentielles pour donner aux élèves une vision complète et facile à comprendre du phénomène étudié. **Si vous disposez d'un temps limité pour ce projet pédagogique, nous vous suggérons de commencer par ces séances principales.**

Les « **séances facultatives** » sont destinées à approfondir la compréhension des différents sujets par les élèves et à leur donner une vision plus globale de l'impact du changement climatique sur les terres. Certaines de ces séances facultatives s'adressent uniquement aux élèves plus avancés.

Certaines séances principales proposent également des variations, avec plusieurs fiches s'adressant à des élèves de différents niveaux. Dans un cas comme dans l'autre, **c'est vous, l'enseignant, qui êtes le plus à même de les adapter aux capacités de vos élèves.**

**SÉQUENCE A – QU'EST-CE QUE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ?** Séance principale Séance facultative

<input checked="" type="radio"/>	A1	9 à 15 ans	La réalité du changement climatique	page 33
<input checked="" type="radio"/>	A2	9 à 15 ans	L'effet de serre : une analogie	page 45
<input type="radio"/>	A3	9 à 15 ans	Effet de serre et activités humaines	page 50
<input type="radio"/>	A4	12 à 15 ans	La place des terres dans le système climatique : le cycle du carbone	page 55
<input type="radio"/>	A5	12 à 15 ans	En savoir plus sur le cycle du carbone : photosynthèse et respiration	page 71
<input type="radio"/>	A6	12 à 15 ans	En savoir plus sur le cycle du carbone : combustion, énergie et activités humaines	page 75

**SÉQUENCE B – POURQUOI LES TERRES SONT IMPORTANTES POUR NOUS ?**

<input checked="" type="radio"/>	B1	9 à 12 ans	Nos ressources naturelles	page 85
<input checked="" type="radio"/>	B2	9 à 15 ans	Différents types de sols et leur utilisation	page 96
<input type="radio"/>	B3	9 à 15 ans	Le sol est une ressource majeure	page 115
<input type="radio"/>	B4	9 à 15 ans	Les forêts, les humains et le changement climatique	page 126

**SÉQUENCE C – TERRES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE**

<input checked="" type="radio"/>	C1	9 à 15 ans	Quel est l'impact de votre alimentation sur le changement climatique ?	page 138
<input type="radio"/>	C2	12 à 15 ans	Changement climatique et agriculture	page 156
<input checked="" type="radio"/>	C3	12 à 15 ans	Évènements extrêmes et dégradation des terres	page 173
<input type="radio"/>	C4	9 à 12 ans	Changement climatique, activités humaines et biodiversité	page 183

**SÉQUENCE D – QUE POUVONS-NOUS FAIRE ?**

<input checked="" type="radio"/>	D1	9 à 15 ans	Calculez votre empreinte carbone	page 202
<input checked="" type="radio"/>	D2	9 à 15 ans	Que ressentez-vous face au changement climatique ? Travailler sur les émotions	page 205
<input type="radio"/>	D3	9 à 12 ans	Justice climatique : un jeu de rôle	page 213
<input type="radio"/>	D4	9 à 12 ans	Mesures d'adaptation et d'atténuation	page 222

<b>COMPRENDRE – SÉANCE BILAN</b>				page 228
----------------------------------	--	--	--	----------

## SÉQUENCE A

# QU'EST-CE QUE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

Afin d'enseigner et de comprendre le changement climatique, deux aspects essentiels doivent être traités : les **preuves scientifiques** qui montrent que le climat a changé (et change encore aujourd'hui) et les mécanismes à l'origine de ce changement. Le premier aspect est indispensable pour acquérir les connaissances scientifiques requises pour comprendre le phénomène, et le deuxième permet de constater que ce changement est d'origine humaine.

**Les deux premières séances constituent une base** pour toutes celles qui viennent ensuite. Sans ces connaissances fondamentales, la contextualisation

des autres séances sera beaucoup plus difficile à appréhender pour les élèves. La séance A3 est facultative, elle se concentre sur les activités humaines à l'origine de l'effet de serre. Ces activités sont principalement basées sur des analyses de document et de l'expérimentation.

**Les séances A4, A5 et A6 explorent plus en détails le lien entre le climat et les terres émergées**, en se focalisant sur le cycle du carbone et les activités humaines qui le perturbent. Elles sont plus adaptées à des élèves plus âgés, principalement en raison du matériel requis pour les séances A5 et A6.

### LISTE DES SÉANCES

Séance principale

Séance facultative

<input checked="" type="radio"/>	<b>A1</b>	9-15 ans	<b>La réalité du changement climatique</b> SVT, histoire-géographie Les élèves rassemblent de nombreux éléments permettant de démontrer que le climat planétaire a changé au cours des dernières décennies (réchauffement, montée du niveau marin, fonte des glaciers, sécheresses, événements météorologiques extrêmes). Ils apprennent ainsi à différencier climat et météo.	page 33
<input checked="" type="radio"/>	<b>A2</b>	9-15 ans	<b>L'effet de serre : une analogie</b> SVT, physique-chimie Les élèves apprennent en quoi consiste l'effet de serre en construisant un modèle de serre qui permet de simuler l'action des gaz à effet de serre dans l'atmosphère.	page 45
<input type="radio"/>	<b>A3</b>	9-15 ans	<b>Effet de serre et activités humaines</b> SVT, physique-chimie Les élèves réalisent une présentation pour mieux comprendre ce que sont les gaz à effet de serre et faire le lien avec les activités humaines qui les produisent.	page 50
<input type="radio"/>	<b>A4</b>	12-15 ans	<b>La place des terres dans le système climatique : le cycle du carbone</b> SVT, sciences physiques Grâce à un jeu de plateau, les élèves comprennent comment fonctionne le cycle du carbone.	page 55
<input type="radio"/>	<b>A5</b>	12-15 ans	<b>En savoir plus sur le cycle du carbone : photosynthèse et respiration</b> SVT, physique-chimie Après avoir étudié le cycle du carbone dans la séance précédente, celle-ci illustre, à travers des expériences, la façon dont le carbone se déplace d'un réservoir (les végétaux) à un autre (l'atmosphère).	page 71
<input type="radio"/>	<b>A6</b>	12-15 ans	<b>En savoir plus sur le cycle du carbone : combustion, énergie et activités humaines</b> SVT, physique-chimie Après avoir introduit le cycle du carbone, cette séance illustre comment le carbone circule d'un réservoir (les ressources fossiles et les animaux continentaux) à un autre (l'atmosphère).	page 75

# SÉANCE A1

## LA RÉALITÉ DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences de la vie et de la terre, histoire-géographie

### DURÉE

- ~ Préparation : 5 + 10 min
- ~ Activité : 1 h 30

### TRANCHE D'ÂGE

9-15 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les élèves rassemblent de nombreux éléments permettant de démontrer que le climat planétaire a changé au cours des dernières décennies (réchauffement, montée du niveau marin, fonte des glaciers, sécheresses, événements météorologiques extrêmes).

Ils apprennent que :

- ~ Le climat et la météo sont des phénomènes distincts.
- ~ Le climat dans une région donnée se définit par la moyenne des conditions météorologiques sur une longue période. Il dépend essentiellement de la latitude, de l'altitude ou de la distance par rapport à l'océan.
- ~ La météo se définit comme l'état de l'atmosphère à un endroit et à un moment donnés. Elle est conditionnée par des facteurs tels que la température et l'humidité.
- ~ Les températures sur la planète augmentent depuis un siècle, particulièrement à la surface des continents. Cela a des conséquences variées, telle que la fonte des glaces (glaciers et banquise) ou la hausse du niveau marin.
- ~ La fréquence et/ou l'intensité de certains événements extrêmes – tels que les inondations, les tempêtes et les sécheresses – augmente.

### MOTS-CLÉS

Météo, climat, réchauffement climatique, phénomènes météorologiques extrêmes, échelles de temps longues, données scientifiques

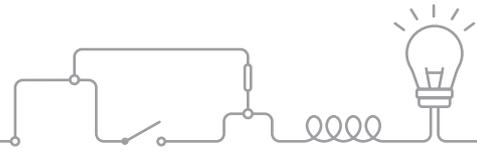
### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Analyse documentaire

## PRÉPARATION 5 + 10 MIN

### MATÉRIEL

- FICHE A1.1 (une par élève).
- FICHES A1.2, A1.3, A1.4, A1.5, A1.6, A1.7, A1.8, A1.9.



### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Les documents proposés présentent des niveaux de difficulté variables, classés en 3 catégories. Des fiches contenant un seul document sont à disposition pour des élèves plus jeunes, alors qu'il est possible de distribuer plusieurs documents à la fois dans le même groupe.

### EN AMONT DE LA SÉANCE

1. Réfléchir à des groupes de 4 élèves maximum, et choisir les documents adaptés au niveau de vos élèves.
2. Imprimer des exemplaires des FICHES A1.1 (une pour chaque élève), A1.2, A1.3, A1.4, A1.5, A1.6, A1.7, A1.8 et A1.9 (un exemple de cas pour chaque groupe, en fonction du niveau).

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Dans le cadre de cette séance, prenez-en compte deux éléments qui peuvent faire obstacle à la compréhension des élèves :

→ **L'échelle temporelle du changement climatique :** l'ampleur gigantesque des échelles temporelles utilisées pour parler du changement climatique peut être difficile à appréhender ; pour un jeune élève, 50 ans peuvent paraître une éternité. Il n'est pas facile de concevoir l'idée de changement sur de telles échelles. En outre, certains changements sont graduels et donc difficilement perceptibles.

→ **L'échelle mondiale du changement climatique :** même à l'ère de la mondialisation et des réseaux sociaux, les jeunes (et parfois même les moins jeunes) ont tendance à ne percevoir que les événements directement en lien avec leur vie personnelle. Les changements et événements qui se produisent dans d'autres régions du monde sont trop lointains pour être perçus comme réels. Pour commencer, citez des événements qui parlent aux élèves, comme des événements locaux et d'actualité. Vous pourrez ensuite progressivement intégrer des changements plus généraux et à plus long terme. C'est pourquoi commencer par des exemples concrets apportés par les élèves eux-mêmes peut aider. L'interprétation des graphiques figurant sur certains documents supposera certaines connaissances de base. N'hésitez pas à y passer davantage de temps si les élèves sont confrontés à ce type d'exercice pour la première fois.

## INTRODUCTION 15 MIN

**Cas n° 1 : Si vous vivez dans une région du monde présentant un climat saisonnier (été/hiver ou humide/sec) :** Commencez par demander aux élèves : comment êtes-vous habillé aujourd'hui ? Portez-vous un t-shirt ou un pull ? Un short, une jupe ou un pantalon ? Des sandales ou des baskets ? Portiez-vous le même type de vêtements la veille ? Qu'en était-il la semaine d'avant, le mois d'avant ou lors de vos dernières vacances ? Qu'est-ce qui vous pousse à choisir tel vêtement plutôt qu'un autre ? Ils vous répondront que tout dépend du temps qu'il fait : s'il fait beau, s'il pleut, s'il fait chaud ou froid. À quoi ressemble le temps dehors ? Était-ce le même hier, avant-hier, la semaine dernière, etc. ? Qu'en est-il des différentes régions du monde ? Quelles température et humidité pouvons-nous y observer ? Comment distinguer climat et météo ?

**Cas n° 2 : Si vous vivez dans une région où le climat n'est pas saisonnier :** *Le temps est-il identique toute l'année ? Est-il le même que n'importe où ailleurs dans le monde ? D'autres régions ont-elles la même température ou les mêmes précipitations ? Comment distinguer climat et météo ?*

1. Afin de mieux comprendre la distinction entre ces deux termes, nous vous proposons de réaliser un « débat mouvant ». Pour cela, séparer l'espace de classe en 2 : météo et climat.

2. Écrivez au tableau une des affirmations proposées à la page suivante. Les élèves doivent ensuite se déplacer et se positionner dans la salle selon qu'ils considèrent qu'il s'agit de météo ou de climat (nous vous indiquons les réponses entre parenthèses). Demandez-leur pourquoi ils se sont positionnés à tel ou tel endroit.

### NOTE À L'ENSEIGNANT

#### MÉTÉO ET CLIMAT

La différence entre le **climat** et la **météo** tient à la durée de la période étudiée. Le climat se définit comme la moyenne des conditions atmosphériques calculée sur des mois, des années, des décennies, des siècles et plus encore, alors que la météo se définit comme l'état de l'atmosphère à un endroit et à un moment donnés, et peut changer d'un moment à l'autre, d'un jour à l'autre ou, en moyenne, d'une saison à une autre (vous pourrez trouver de plus amples détails page 8 de l'Éclairage scientifique).

#### ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

Le terme de « **changement climatique** » est dorénavant fréquemment utilisé comme synonyme de changement climatique anthropique ; en d'autres termes, il désigne les perturbations du système climatique dues à l'activité humaine depuis la révolution industrielle (se référer page 13 de l'Éclairage scientifique). Il se manifeste sous plusieurs formes et selon des temporalités différentes : par des **modifications dans la nature même de phénomènes météorologiques isolés, de courte durée**, d'événements extrêmes, comme les tempêtes de poussière ou les vagues de chaleur, et par

des **bouleversements graduels qui évoluent au fil des décennies**, comme la hausse du niveau marin. Ces variations peuvent interagir et se renforcer mutuellement ; ainsi l'impact des vagues de chaleur, plus fréquentes et plus intenses, est aggravé par la désertification dans les zones sèches et les déserts. Lorsque l'on évoque le changement climatique, on se réfère aussi à l'une de ses répercussions sur notre planète, à savoir le **réchauffement climatique**. On entend par là l'augmentation de la température moyenne à la surface du globe.

Les scientifiques utilisent différents types de **données probantes** pour suivre l'évolution du changement climatique et ses répercussions, dont quelques exemples continentaux seront évoqués dans cette séance. Les exemples ci-dessus ne sont que quelques cas illustrant les différents types de données solides que des dizaines de milliers de scientifiques venant du monde entier et de toutes les disciplines utilisent pour observer, mesurer et comprendre le changement climatique et déterminer que son origine est **humaine** et est en particulier la conséquence des émissions de CO<sub>2</sub>, un gaz à effet de serre (voir séance A2).

## AFFIRMATIONS

« Regarde par la fenêtre, le soleil brille désormais à travers les nuages et c'est magnifique. » (météo)

« Ma grand-mère me dit que quand elle était petite, il y avait toujours de la neige l'hiver. Parfois, cela l'empêchait même d'aller à l'école! » (climat)

« J'aurais aimé vivre à New York, où il fait froid l'hiver et chaud l'été. Nous aurions pu faire des compétitions de bonhommes de neige en hiver, ou des courses l'été! » (climat)

« Il va faire froid ce weekend. Il faudra mettre ton écharpe si tu souhaites sortir. » (météo)

« – Nous pourrions nous déguiser comme nos personnages préférés. – Non, je ne veux pas ; il fait beaucoup trop froid ! » (météo)

« Mon ami australien a fait une bataille d'eau dans son école, il fait toujours chaud là-bas! » (climat)

« Il a plu le 8 mai. » (météo)

« L'Allemagne est un pays froid. » (climat)

« Il pleut lors de la saison des moussons. » (climat)

## → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Ces affirmations sont seulement des propositions : vous pouvez tout à fait les adapter à votre contexte.

3. Choisissez une nouvelle affirmation et refaites l'expérience plusieurs fois.

4. Demandez alors aux élèves d'expliquer la différence entre météo et climat : ils doivent comprendre que **la météo est un état de l'atmosphère (incluant les températures et les précipitations)**, à un endroit et à un moment donné, **alors que le climat est un état moyen**. Pour un climat donné, la météo varie quotidiennement, même au cours d'une journée. A l'inverse, la météo sur une seule journée ne définit pas le climat. *En d'autres termes, le climat, ce sont tous les vêtements d'une garde-robe, alors que la météo correspond aux vêtements que nous choisissons pour une journée donnée.*

Vous pouvez maintenant demander à vos élèves de faire des propositions d'affirmations correspondant à chacune des catégories.

## DÉROULEMENT 40 MIN

1. À partir de l'activité précédente, les élèves auront sûrement constaté que la météo peut changer rapidement. Demandez-leur : *Est-ce que vous pensez que le climat a changé? Rapidement ou non? Comment pourrions-nous le prouver puisque cela se produit sur un temps très long?* L'idée ici est de mener une recherche documentaire.

2. Montrez la **FICHE A1.1** à toute la classe, et distribuez-en un exemplaire à chaque élève : il s'agit du schéma bilan qui sera à compléter à la fin de la séance.

3. Placez les élèves en groupes de 4 maximum (il peut y avoir plusieurs groupes sur le même sujet) et expliquez-leur qu'ils vont être des spécialistes d'une preuve du changement climatique. À partir de leurs documents, ils doivent rédiger un texte très court qui résume l'information principale qu'ils ont apprise (par ex, « il fait plus chaud depuis X années ») et le recopier dans le cadre correspondant sur la **FICHE A1.1**.



Élèves analysant des données démontrant le changement de précipitations annuelles.

4. Après avoir analysé et débattu en groupe autour des documents, un élève par groupe vient copier les résultats de son groupe au tableau ou les présente à l'oral aux autres, afin de compléter le document de la **FICHE A1.1**, rassemblant des preuves du changement climatique.

## CONCLUSION 5 MIN

Pour conclure, expliquez aux élèves qu'ils viennent de montrer que si la météo est variable, le climat a également changé depuis un siècle : c'est ce que nous appelons le **changement climatique**. Nous disposons de **preuves scientifiques** qui en attestent (sécheresses, floraison précoce, feux de forêts plus fréquents, fonte des glaciers, hausse des températures, etc.), partout dans le monde. Vous pouvez citer le GIEC comme l'une des sources d'information les plus fiables en matière de changement climatique.

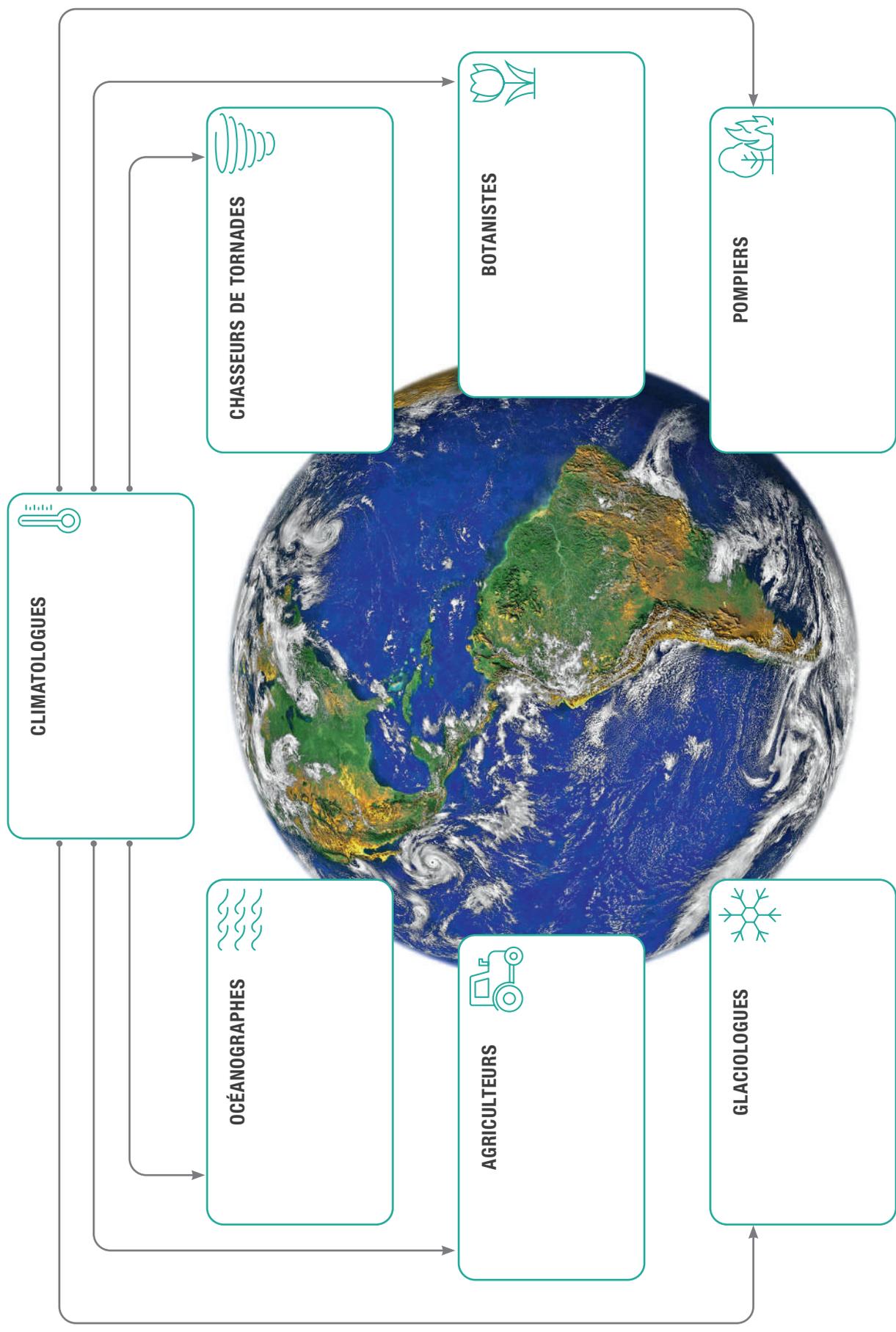
## → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Vous trouverez des résumés des derniers rapports du GIEC à destination des enseignants sur [le site de l'Office for Climate Education](https://www.climateeducation.org/).





# FICHE A1.1



## LES PREUVES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

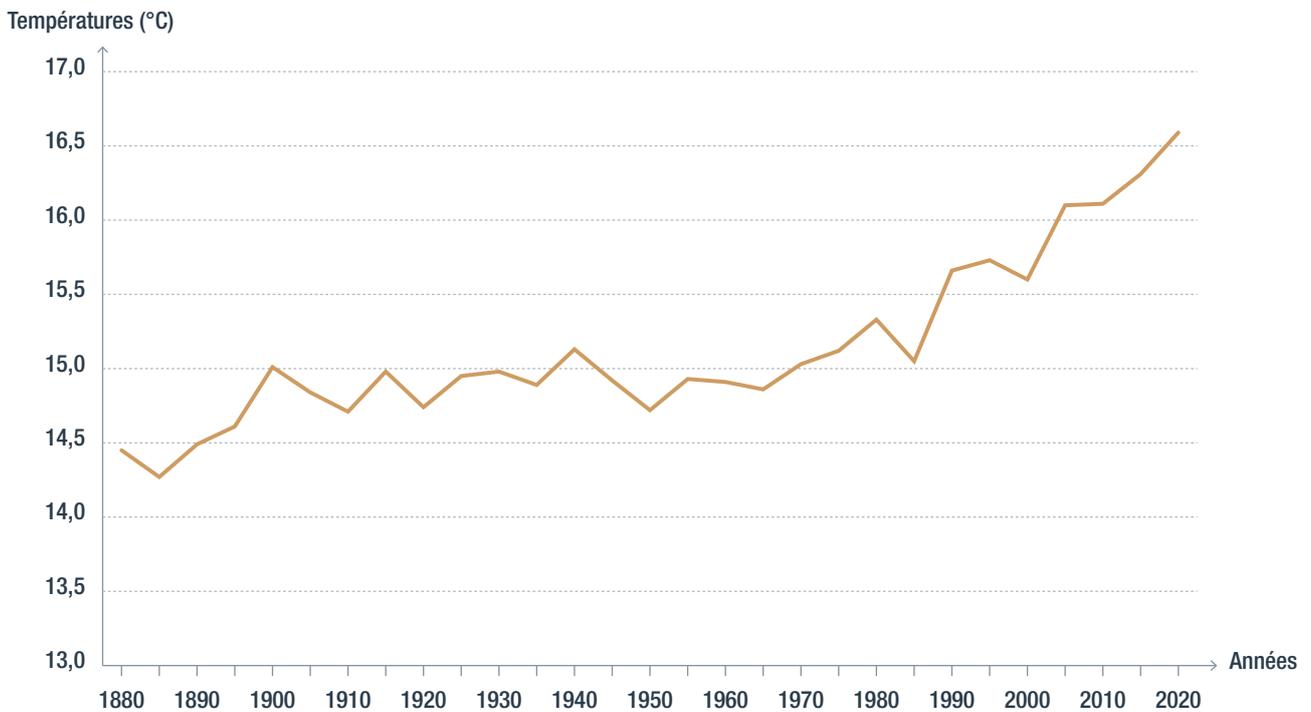


CLIMATOLOGUES

➔ **Votre mission :** Vous êtes climatologues, et vous souhaitez suivre l'évolution des températures depuis un siècle. À partir du document ci-dessous, expliquez en une ou deux phrases les modifications de la température à la surface de la planète depuis 1880.

Ce graphique présente l'évolution de la température terrestre au niveau des continents depuis 1880. Ces mesures sont issues du site de la NASA, obtenues à partir de stations météo réparties partout dans le monde.

ÉVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE SUR LES CONTINENTS DEPUIS 1880



Source : [https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs\\_v4/](https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v4/)

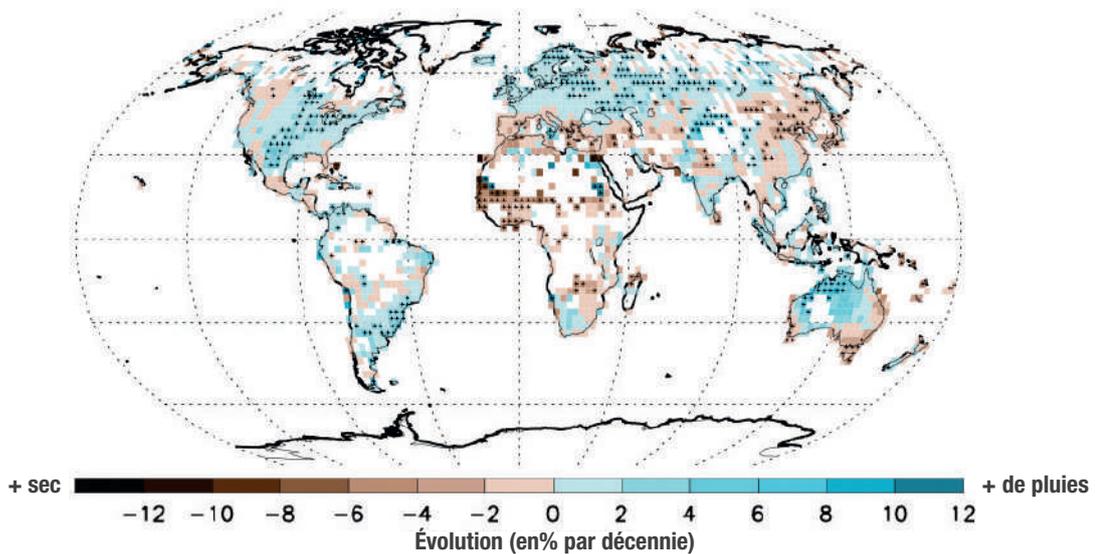


CLIMATOLOGUES DE PRÉCISION

→ Votre mission : Vous êtes climatologues, et vous souhaitez savoir comment a varié le climat depuis un siècle. À partir du document ci-dessous, expliquez en une ou deux phrases comment ont évolué les précipitations et les températures à la surface de la planète depuis 1950.

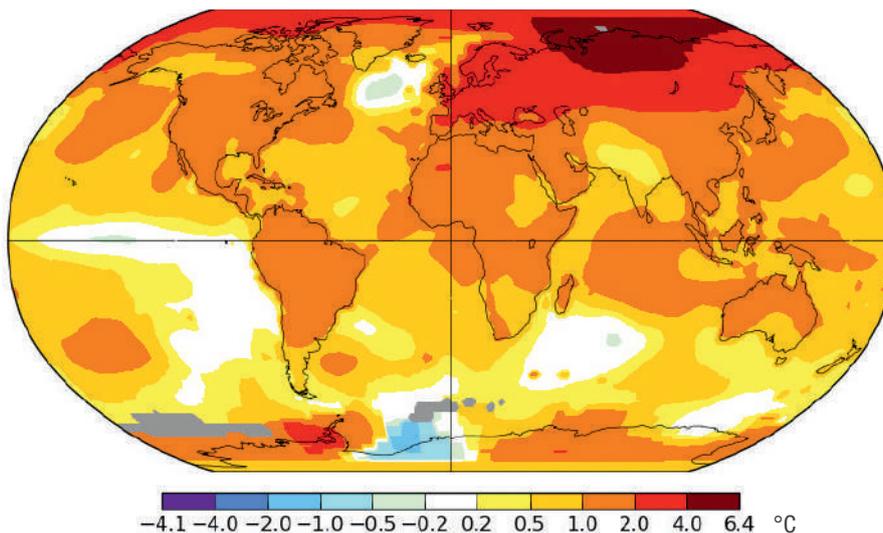
Les deux images montrent l'évolution des précipitations entre 1951 et 2010 et des températures entre 1950 et 2019.

ÉVOLUTION DES PRÉCIPITATIONS SUR LES CONTINENTS ENTRE 1951 ET 2010



Source : 5<sup>e</sup> rapport d'évaluation du GIEC – Groupe de Travail 1

ÉVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE DE SURFACE EN 2020 PAR RAPPORT À 1950-1980



Source : NASA Goddard Institute for Space Studies – [https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/index\\_v4.html](https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/index_v4.html)

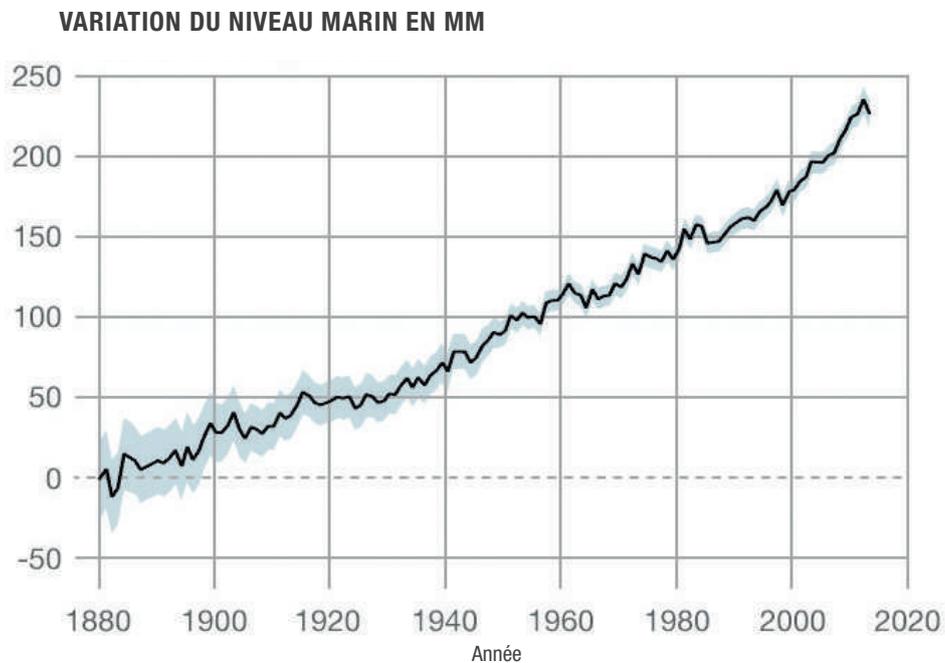
Une vidéo de la NASA est également disponible, pour voir l'évolution des températures depuis 1880 : <https://svs.gsfc.nasa.gov/4882>



## OCÉANOGRAPHES

➔ **Votre mission :** Vous êtes océanographes, et vous souhaitez savoir comment a évolué le niveau marin depuis un siècle. À partir du document ci-dessous, expliquez en une ou deux phrases ce que l'on observe depuis 1880.

Ce graphique présente la variation du niveau marin par rapport à celui qu'il était en 1880. Ces mesures sont obtenues grâce à des satellites qui tournent autour de la Terre pour enregistrer en permanence l'évolution du niveau marin (pour les valeurs récentes) ou grâce à des mesures au niveau du littoral par des marégraphes<sup>1</sup> pour les valeurs plus anciennes.



Source : Données de la NASA – <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>

<sup>1</sup> Un marégraphe est un appareil enregistreur permettant de mesurer le niveau de la mer (ou d'un fleuve) à un endroit donné sur une durée déterminée.



## AGRICULTEURS

➔ **Votre mission :** Vous êtes agriculteurs, et vous êtes inquiets du réchauffement climatique. À partir des documents ci-dessous, rédigez une ou deux phrases qui expliquent ce qu'est une sécheresse et comment a évolué le nombre de personnes concernées depuis les années 60.

Le premier document explique ce qu'est une sécheresse et ses conséquences. Le deuxième présente la proportion de la population qui est soumise au problème de désertification. On parle de désertification quand les terres sont abîmées dans une région sèche : elle devient alors de plus en plus aride et ressemble à un vrai désert.

### QU'EST-CE QUE LA SÉCHERESSE ?

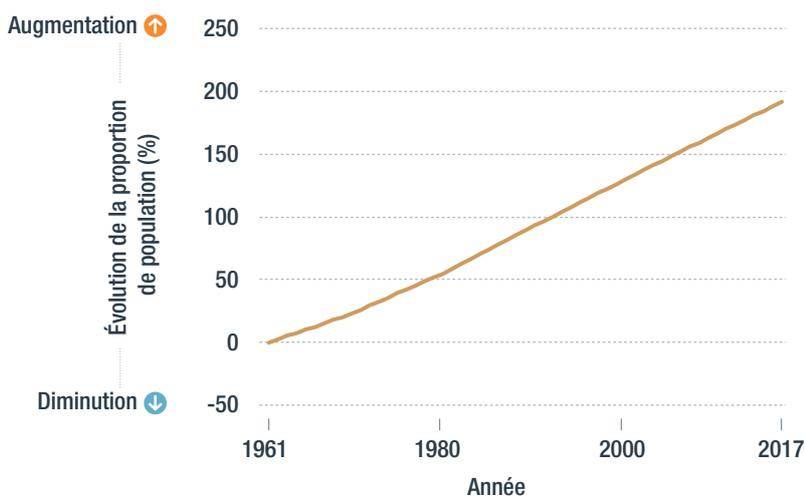
On parle de sécheresse quand il y a moins de précipitations (pluie) qu'habituellement ou lorsque la température est si élevée que les réserves d'eau souterraines commencent à s'épuiser.

Les plantes, comme tous les êtres vivants, ont besoin d'eau pour survivre et grandir. En cas de sécheresse, l'agriculture devient très difficile.

Si la sécheresse dure trop longtemps ou si elle est très importante, cela peut entraîner une désertification.



### ÉVOLUTION DE LA POPULATION SOUMISE À LA DÉSSERTIFICATION DEPUIS LES ANNÉES 60



Source : Adapté du Rapport Spécial sur le Changement Climatique et les Terres émergées du GIEC



GLACIOLOGUES

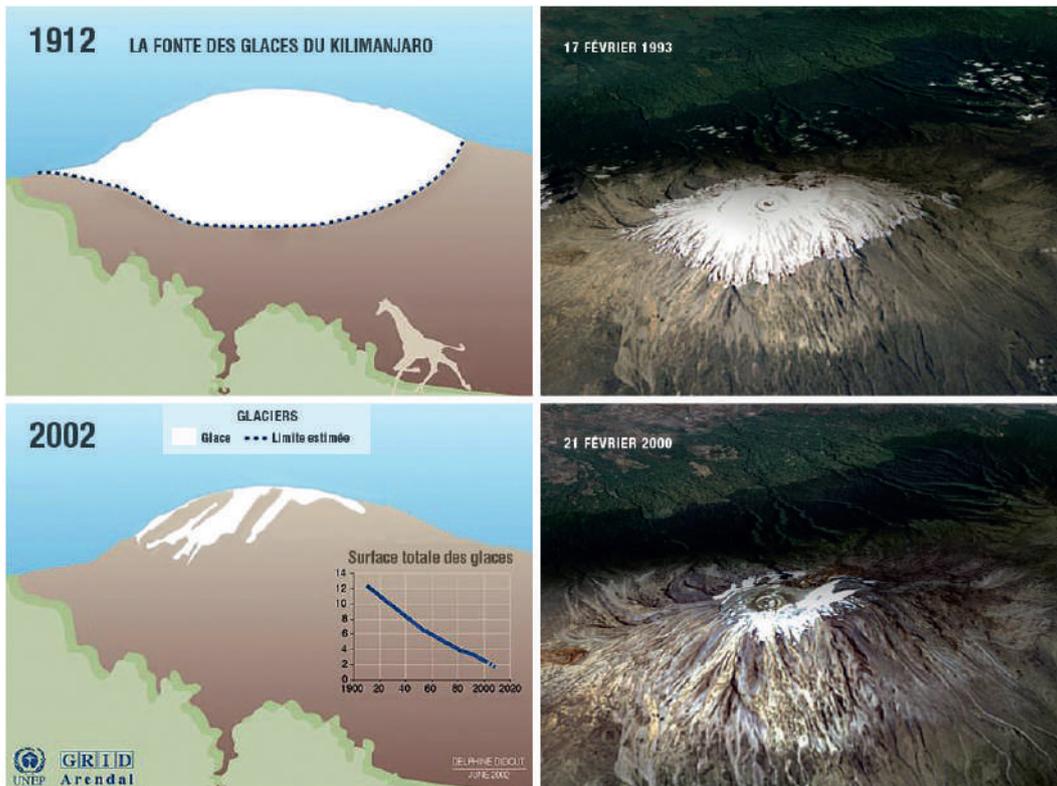
➔ **Votre mission :** Vous êtes glaciologues, et vous êtes inquiets du réchauffement climatique car vous vous demandez si vous pourrez toujours étudier les glaciers. À partir des documents ci-dessous, rédigez une ou deux phrases qui expliquent ce qu'il s'est produit depuis 1912 pour le glacier du Kilimandjaro.

L'extrait d'article suivant décrit comment le glacier du Kilimandjaro a évolué entre 1912 et 2002.



**LE KILIMANDJARO EST EN TRAIN DE MOURIR !**

Les glaciers du Mont Kilimandjaro (le plus haut sommet d'Afrique) qui couvrent le sommet de la montagne depuis 11 700 ans, sont en train de disparaître rapidement : [...] en 1912, il y avait environ 12,1 km<sup>2</sup> de glace sur la montagne, mais une carte en 2000 montrait qu'il n'en restait plus que 2,2 km<sup>2</sup> - une perte de 80% du glacier en moins de 100 ans. [...] Le Kilimandjaro [...] se situe dans les tropiques. Ici, les étendues glacées sont particulièrement sensibles au changement climatique, et la moindre fluctuation de température peut avoir des effets dévastateurs.



Source : Adapté de <http://www.earthkam.org>



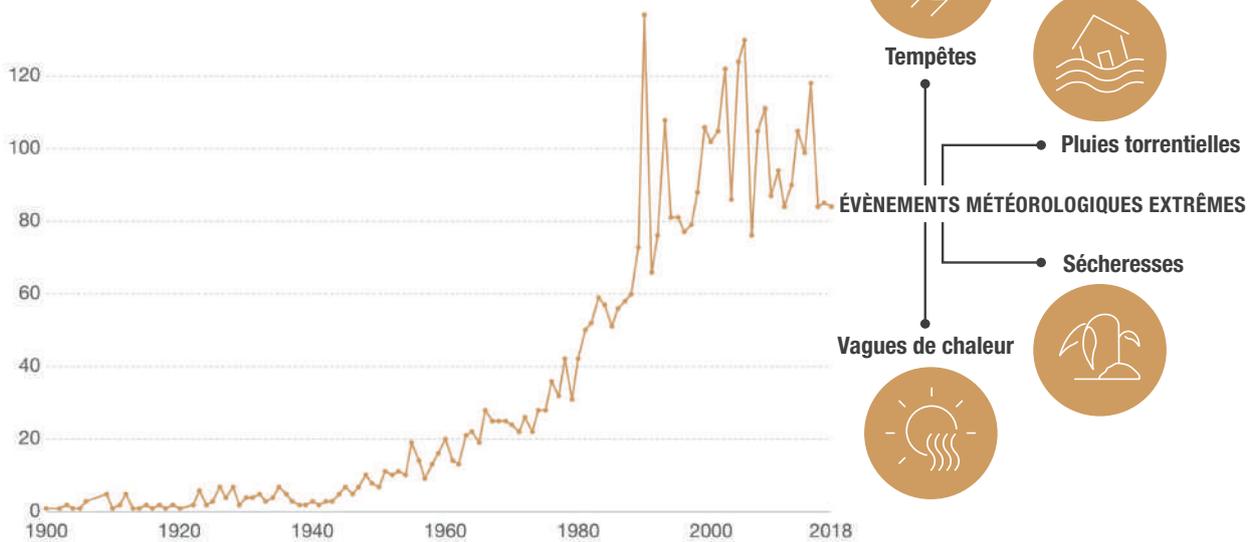
CHASSEURS DE TORNADES

→ **Votre mission :** Vous êtes chasseurs de tornades, et vous vous demandez si vous pourrez continuer à en voir malgré le changement climatique. À partir des documents ci-dessous, rédigez une ou deux phrases qui expliquent ce que sont les événements extrêmes et comment leur nombre a évolué depuis 1900.



Le graphique ci-dessous présente l'évolution du nombre d'évènements météorologiques extrêmes depuis 1900. On parle d'évènements extrêmes pour les phénomènes qui sortent de l'ordinaire, souvent parce qu'ils sont plus puissants (par ex, des tornades, des pluies torrentielles, des sécheresses ou des canicules). Ils peuvent provoquer des feux de forêts ou des inondations, et causer beaucoup de dégâts.

NOMBRE D'ÉVÈNEMENTS EXTRÊMES ENREGISTRÉS SUR LA PLANÈTE



Source : EMDAT (2019) : OFDA/ CRED International Disaster Database, Université catholique de Louvain, Brussels, Belgium. <https://ourworldindata.org/natural-disasters> – CC BY



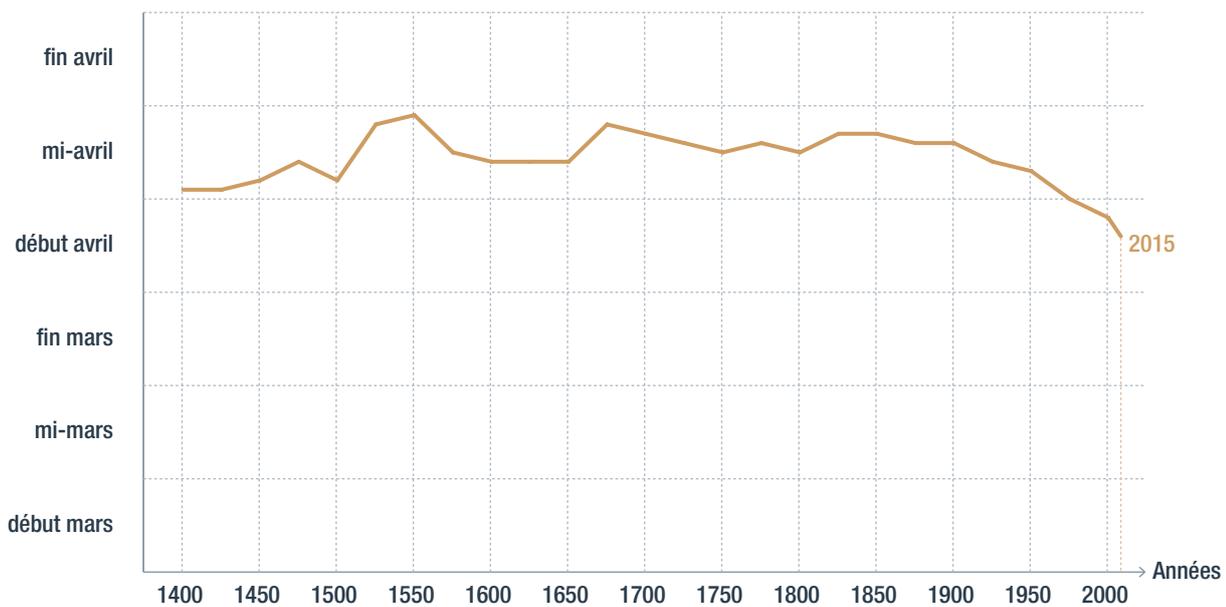
## BOTANISTES

➔ **Votre mission :** Vous êtes botanistes, et vous vous demandez comment les plantes vont réagir si le climat se réchauffe. À partir du document ci-dessous, rédigez une ou deux phrases qui expliquent comment la date de floraison a été modifiée depuis 600 ans, et le lien avec le changement climatique.

Le graphique suivant montre l'évolution de la date de floraison des cerisiers au Japon depuis 600 ans. La floraison se produit lorsqu'il fait suffisamment chaud.



### ÉVOLUTION DE LA DATE DE FLORAISON DES CERISIERS JAPONAIS



Source : Aono and Kazui, 2008 ; Aono and Saito, 2010 ; Aono, 2012), Aono (2012 ; Chikyu Kankyo (Global Environment), 17, 21-29)  
<http://atmenv.envi.osakafu-u.ac.jp/aono/kyophenotemp4/>



POMPIERS

→ Votre mission : Vous êtes pompiers, et vous redoutez que les feux de forêts soient de plus en plus fréquents avec le réchauffement climatique. Grâce aux cartes ci-dessous, rédigez une phrase qui explique comment a été modifiée la saison des feux et quel est le lien avec le changement climatique.

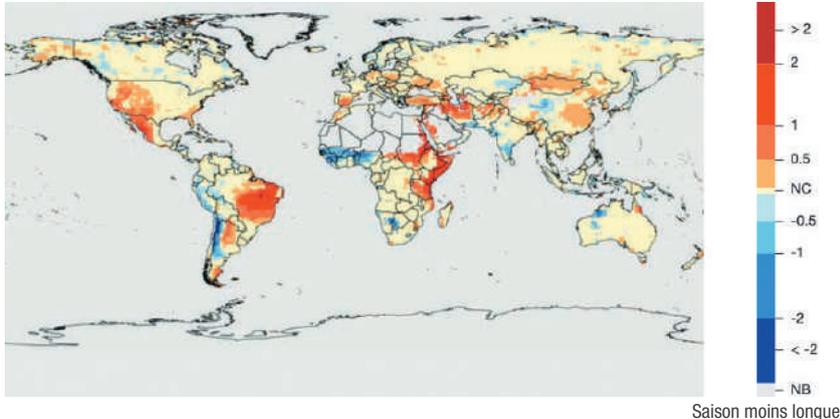
Les cartes suivantes montrent l'évolution des incendies dans le monde entre 1996 et 2013, en comparaison avec la période de 1979 à 1996. La première carte présente l'évolution de la durée de la saison des feux, tandis que la deuxième montre l'évolution de la fréquence de ces feux. Les feux de forêts peuvent être provoqués volontairement ou non par des humains, mais ils sont aussi plus fréquents en cas de sécheresse ou de vagues de chaleur.



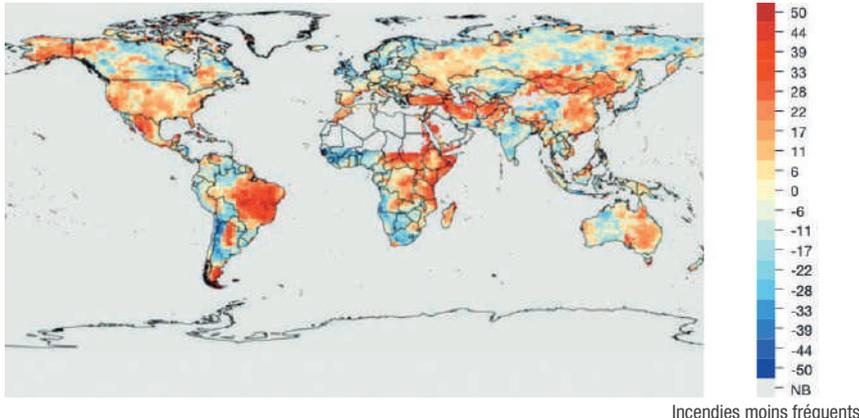
ÉVOLUTION DE LA LONGUEUR DE LA SAISON DES FEUX ENTRE 1979 ET 2013

- A. Carte montrant les variations de la durée de la saison des incendies
- B. Carte montrant l'évolution de la fréquence des incendies tout au long de la saison des incendies

A CHANGEMENTS DANS LA LONGUEUR DE LA SAISON DES INCENDIES (JOURS PAR AN) Saison plus longue



B CHANGEMENTS DANS LA FRÉQUENCE DE LA SAISON DES INCENDIES (%) Incendies plus fréquents



Source : Rapport de l'IPBES sur la dégradation des terres et la restauration. [https://ipbes.net/sites/default/files/2018\\_l dr\\_full\\_report\\_book\\_v4\\_pages.pdf](https://ipbes.net/sites/default/files/2018_l dr_full_report_book_v4_pages.pdf)

# SÉANCE A2

## L'EFFET DE SERRE : UNE ANALOGIE

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences de la vie et de la terre, physique-chimie

### DURÉE

- ~ Préparation : 5-10 min
- ~ Activité : 1 h 15

### TRANCHE D'ÂGE

9 à 15 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les élèves comprennent en quoi consiste l'effet de serre en construisant un modèle de serre qui permet de simuler l'action des gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Ils apprennent que :

- ~ Tous les objets émettent un rayonnement infrarouge : plus ils sont chauds, plus ils émettent d'infrarouges.
- ~ Quand la surface de la Terre est réchauffée par le Soleil, elle émet du rayonnement infrarouge.
- ~ Les gaz à effet de serre agissent comme une couverture, ils absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre.
- ~ Seule une partie de ce rayonnement infrarouge s'échappe vers l'espace, le reste étant renvoyé vers la surface. C'est ce qui explique le réchauffement climatique.

### MOTS-CLÉS

Effet de serre ; gaz à effet de serre ; rayonnement infrarouge ; réchauffement climatique ; émissions d'origine humaine.

### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

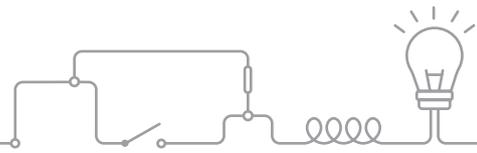
Expérimentation, jeu de carte, analyse documentaire

## PRÉPARATION 5-10 MIN

### MATÉRIEL

Prévoir pour chaque groupe de 3 ou 4 élèves :

- Une ampoule (de 60 W au moins, 100 W si possible, halogène ou à incandescence et non des lampes à basse consommation) montée sur un support  
Remarque : si le temps est ensoleillé, les lampes sont facultatives, et les expériences peuvent être réalisées directement à l'extérieur au soleil.
- 2 thermomètres électroniques – ou des carrés de chocolat – ou du beurre
- 1 récipient transparent en verre ou en plastique (aussi fin que possible) ou un récipient fermé par un film plastique
- Facultatif : Pâte à modeler, utile pour sceller le récipient



## INTRODUCTION 20 MIN

Dans les séances précédentes, les élèves ont appris qu'actuellement, la température atmosphérique globale augmente et que le réchauffement climatique a de multiples répercussions sur les terres émergées.

Questions clés pour guider la discussion :

- *À votre avis, quelles sont les causes de la hausse des températures sur la planète ?* Notez au tableau toutes leurs hypothèses : ils mentionneront peut-être la pollution, la « puissance » du soleil, la chaleur...
- *Comment pourriez-vous démontrer quelle proposition est la bonne ?* Il faudrait savoir si la Terre est de plus en plus « polluée », si le Soleil éclaire davantage.
- Expliquez que pour savoir cela, il faudrait pouvoir comparer la Terre avec un autre élément situé à la même distance du Soleil et sur lequel il n'y aurait pas d'êtres humains : *Lequel ?* Montrez alors la **FICHE A2.1** : les élèves devraient remarquer que la Lune correspond à cette description.
- *En comparant les caractéristiques de la Terre et de la Lune, quelle(s) hypothèse(s) pouvez-vous rejeter ?* La Lune, située à la même distance du Soleil que la Terre (puisqu'elle tourne autour de cette dernière) ne s'est pas réchauffée au cours du dernier siècle : cela ne peut donc pas être dû à des modifications liées au Soleil.
- *Comment peut-on alors expliquer le réchauffement climatique actuel sur Terre ?* La seule différence est au niveau de l'atmosphère qui entoure la Terre. *Qui y a-t-il dans l'atmosphère qui pourrait expliquer un réchauffement ?* Annoncez à vos élèves qu'ils vont étudier le rôle des gaz contenus dans l'atmosphère et qui réchauffent : ce sont les gaz à effet de serre.

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Si vos élèves ne sont pas familiers avec le terme « effet de serre », vous pouvez montrer cette vidéo : [Le réchauffement climatique expliqué aux enfants - Ma Planète #01](#) de La Salamandre.



## DÉROULEMENT 50 MIN

1. Demandez aux élèves de réfléchir à une expérience qu'ils pourraient mener en classe pour montrer le rôle de l'atmosphère dans le réchauffement. Faites-les réfléchir à ce qui pourrait représenter le Soleil (une lampe – ou le Soleil lui-même –, l'atmosphère qui entoure la Terre (un bol transparent), à la façon dont ils peuvent mesurer la température... Parmi celles proposées, construire un modèle de serre semble être l'une des plus réalistes (voir les images ci-dessous).

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

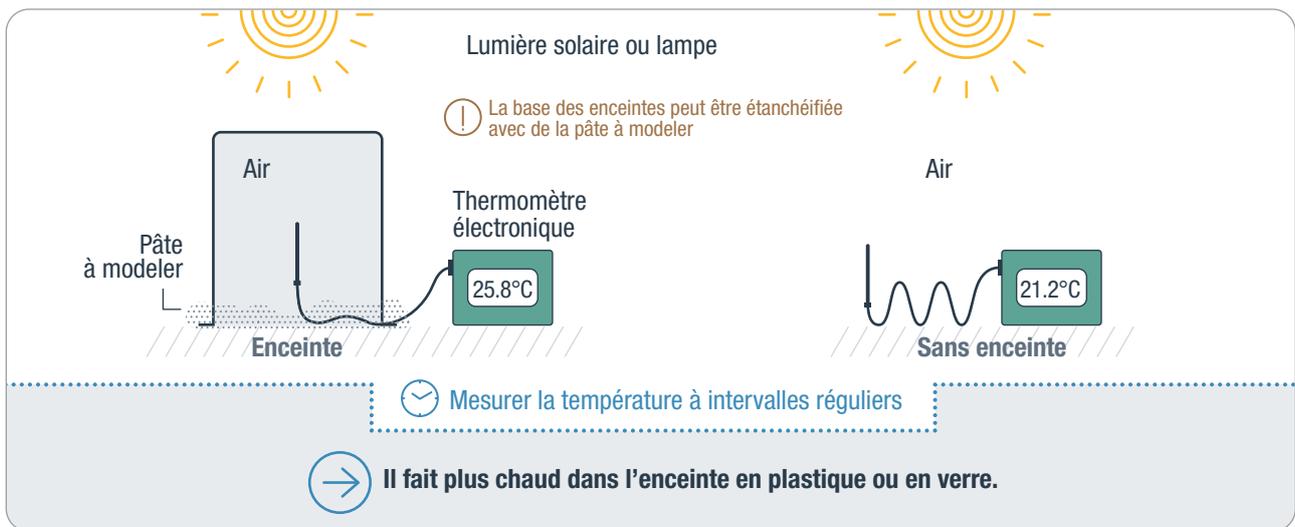
Pour obtenir des résultats tranchés, menez l'expérience au soleil et en milieu de la journée. Vous pouvez vous attendre à une différence de température allant jusqu'à 4 degrés. L'utilisation de thermomètres électroniques n'est pas obligatoire, mais veillez à ce que le thermomètre utilisé soit assez précis pour vous permettre de constater le changement de température. Si vous n'avez pas de thermomètres, vous pouvez utiliser des carrés de chocolat ou du beurre à la place, et observer l'effet de la température (ils vont fondre).

2. Chaque groupe construit une serre élémentaire à l'aide d'un récipient fourni dans lequel ils auront préalablement placé un thermomètre (ou un carreau de chocolat). Un autre thermomètre (ou un autre morceau de chocolat) restera à l'extérieur pour effectuer les contrôles (cf images ci-dessous).

3. Les élèves doivent mesurer la température à des intervalles réguliers et reporter les valeurs mesurées dans un tableau, ou bien regarder régulièrement le morceau de chocolat ou de beurre pour observer sa consistance.

4. Pendant ce temps, distribuez la **FICHE A2.2** à vos élèves afin qu'ils l'analysent en groupe. Discutez de l'origine des gaz à effet de serre dans l'atmosphère spécialement ceux associés avec l'usage des terres (exemple : l'agriculture, les transports...)

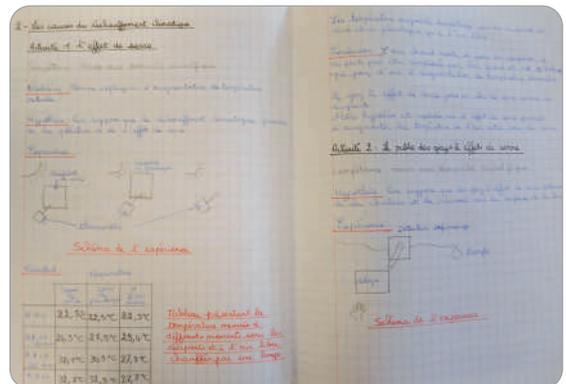
5. Demandez aux élèves ce qui cause l'augmentation de la température. Expliquez que la serre est utilisée à titre de comparaison.



L'expérience de la serre dans un récipient en plastique ou en verre.



Mesure de la température à l'intérieur et à l'extérieur de la serre.



Notes des élèves sur l'expérience.

## NOTE À L'ENSEIGNANT

### 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** 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  $-18^{\circ}\text{C}$  alors qu'elle est de  $15^{\circ}\text{C}$  actuellement.**

La concentration en gaz à effet de serre peut évoluer 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 9 de l'éclairage scientifique général).

### LA TERRE ET LA LUNE

La Terre et la Lune sont situées à la même distance du Soleil, et reçoivent donc la même quantité d'énergie. On pourrait donc raisonnablement penser qu'elles ont la même température, mais, en réalité, **il fait plus froid sur la Lune !**

Comment peut-on connaître la température sur la Lune ? Sur Terre, la température est évaluée en mesurant l'agitation des particules des gaz atmosphériques. Sur la Lune, les scientifiques mesurent le **rayonnement infrarouge**, qui permet de déduire la température. La surface de la Lune se réchauffe sous l'effet de la lumière solaire et se refroidit, en émettant des infrarouges. Lorsque l'on examine cette lumière, on remarque que ses caractéristiques sont celles d'un corps noir dont la température serait de  $-150^{\circ}\text{C}$  : on dit donc que la température de la Lune est de  $-150^{\circ}\text{C}$ .

**Du fait de l'atmosphère terrestre et des gaz qu'elle contient**, la température est plus élevée sur Terre, même si elle reçoit autant de lumière du soleil que la Lune.

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Dans une serre, deux facteurs contribuent conjointement à l'augmentation de la température : l'effet de serre et le confinement. Sans couvercle, l'air chaud monte par convection et est remplacé par de l'air plus froid. Or, avec un couvercle, ce processus ne peut pas s'effectuer. L'effet de confinement empêche alors l'air chaud de s'échapper de la serre : c'est pourquoi le thermomètre à l'extérieur indique une température plus basse que celui à l'intérieur du récipient.

De plus, si l'on compare une serre en verre, où se produit en théorie l'effet de serre en raison de l'absorption du rayonnement infrarouge, et une serre en polyéthylène (un plastique, où il n'y a pas d'effet de serre), on ne relève aucune différence majeure en termes d'augmentation de la température. Même si, dans cette expérience, le réchauffement est principalement dû au confinement, ce sont les gaz à effet de serre qui sont responsables du réchauffement climatique.

6. Certains gaz atmosphériques, que l'on qualifie de gaz à effet de serre, jouent le même rôle que le toit de la serre. Si une telle analogie est présentée de cette façon aux élèves, elle est tout à fait recevable en classe.

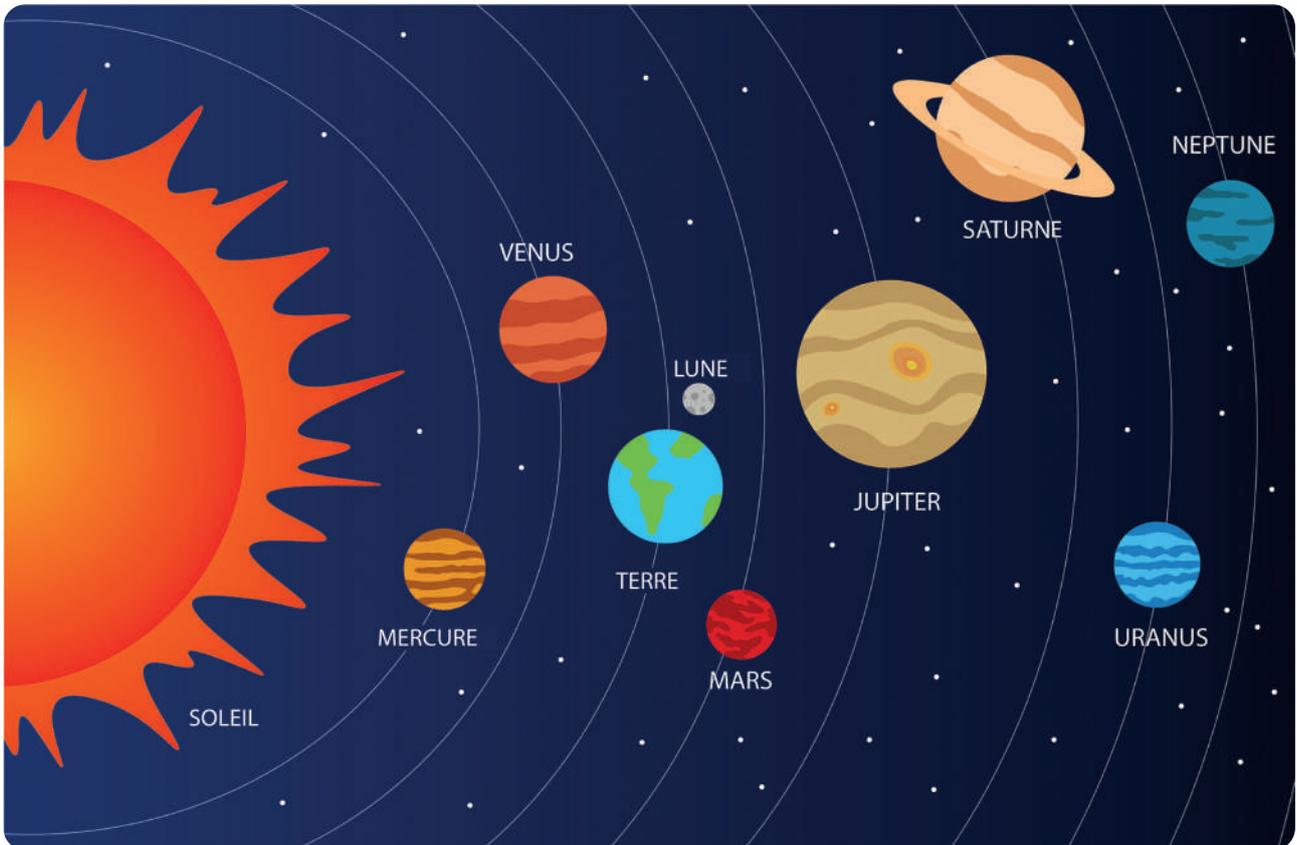
## CONCLUSION 5 MIN

Discutez du lien existant entre résultats expérimentaux et gaz à effet de serre à l'origine du réchauffement climatique. Les gaz à effet de serre, telle une serre, « capturent » le rayonnement infrarouge invisible émis par le Soleil, puis renvoyé par la surface de la Terre, conduisant ainsi au réchauffement de « l'intérieur » de la serre, ce qui correspond à la surface de la Terre et aux basses couches de l'atmosphère. Si ceux-ci sont présents naturellement dans l'atmosphère et permettent d'obtenir une température compatible avec la vie, leur quantité augmente depuis un siècle à cause des activités humaines, entraînant un réchauffement.



## FICHE A2.1

### LE SYSTÈME SOLAIRE



Source : Hatice EROL sur Pixabay

#### COMPARAISON DE LA TERRE ET DE LA LUNE

	TERRE	LUNE
<b>Distance par rapport au Soleil</b>	150 millions de km	150 millions de km
<b>Présence d'une atmosphère</b>	Oui, avec différents gaz : diazote, vapeur d'eau, dioxygène, dioxyde de carbone, méthane	Non
<b>Température de surface</b>	+15 °C, en augmentation depuis un siècle	Entre -150 °C et +150 °C, la même depuis sa formation il y a 4,5 milliards d'années

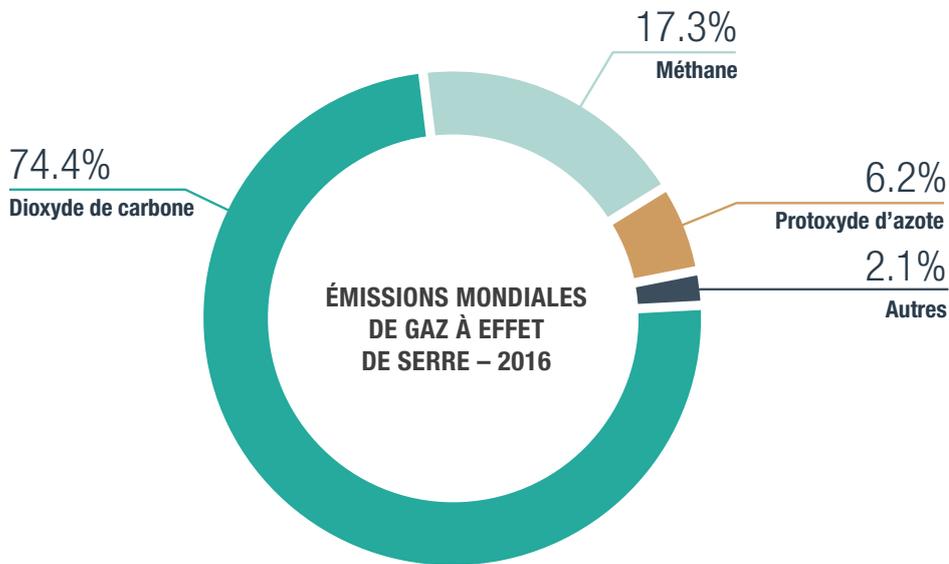


À partir de l'analyse des documents ci-dessous, répondre aux questions suivantes :

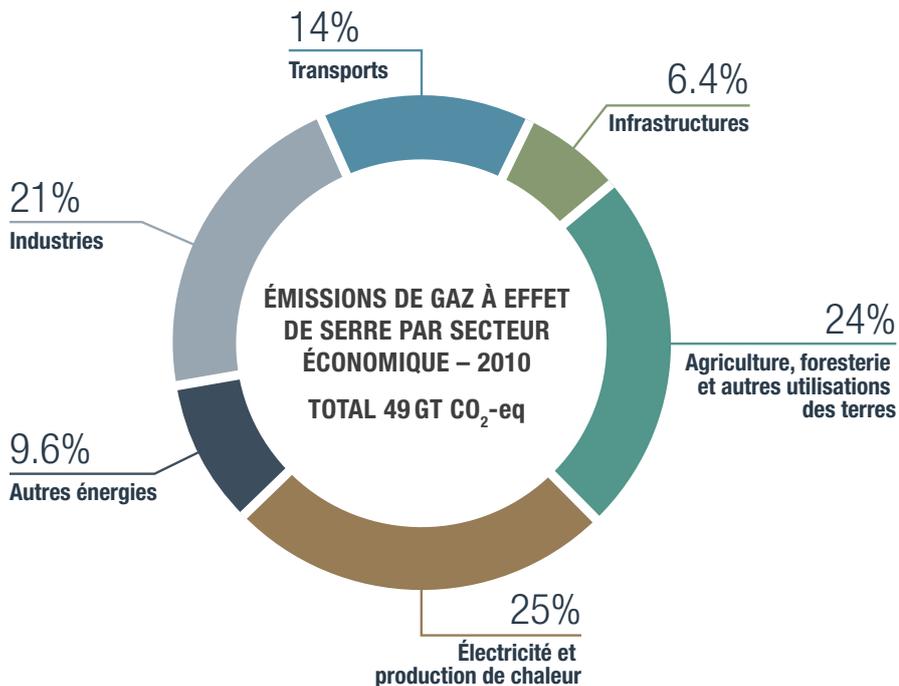
- ➔ Comment pouvez-vous expliquer le réchauffement climatique récent ?
- ➔ Quels gaz contribuent le plus aux émissions anthropiques mondiales de gaz à effet de serre ?
- ➔ Quelles activités humaines contribuent le plus aux émissions de gaz à effet de serre ?

Un gaz à effet de serre est un gaz atmosphérique qui agit comme une « couverture », empêchant la chaleur de la Terre de s'échapper vers l'espace en la retenant dans l'atmosphère. Depuis un siècle environ, les activités humaines ont ajouté de plus en plus de gaz à effet de serre, ce qui a épaissi la couverture et a provoqué une augmentation de la température.

Les graphiques ci-dessous montrent les différents gaz qui ont été émis à cause des activités humaines en 2016.



Source : Adapté de <https://ourworldindata.org/uploads/2020/08/Global-GHG-Emissions-by-gas.png> (données du WRI, 2016).



Source : Adapté de la Contribution du Groupe de Travail III au cinquième Rapport d'évaluation du GIEC.

# SÉANCE A3

## EFFET DE SERRE ET ACTIVITÉS HUMAINES

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences de la vie et de la terre, sciences physiques

### DURÉE

- ~ Préparation : 5-10 min
- ~ Activité : 1h

### TRANCHE D'ÂGE

9 à 15 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette activité explore l'origine à la fois naturelle et anthropique des gaz à effet de serre, et l'effet sur le climat terrestre. Les élèves réalisent une présentation au sujet de ces gaz.

Ils apprennent que :

- ~ Le réchauffement climatique est dû à l'augmentation des gaz à effet de serre contenus dans l'atmosphère.
- ~ L'effet de serre est dû à la présence de ces gaz.
- ~ Ces gaz sont produits par différentes activités humaines.

### MOTS-CLÉS

Effet de serre ; gaz à effet de serre ; émissions d'origine humaine.

### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Jeu de carte, analyse documentaire



### INTRODUCTION 10 MIN

Après les séances A1 et/ou A2, demandez à vos élèves d'expliquer la hausse de la température terrestre : ils devraient mentionner l'excès de gaz à effet de serre, et vous pourrez alors leur demander s'ils connaissent le nom des gaz responsables. Notez leurs réponses : *Comment pourriez-vous savoir si votre liste est complète ? Comment pourriez-vous savoir d'où proviennent ces gaz ?* Ils devraient suggérer une recherche documentaire.

### DÉROULEMENT 40 MIN

1. Divisez la classe en 6 groupes, en demandant à chacun de choisir un leader.
2. Gardez les 6 cartes de la **FICHE A3.1** en main pour que les élèves ne les voient pas, et demandez aux leaders de venir choisir une paire de cartes, en leur expliquant qu'ils doivent garder pour eux le nom de leur gaz à effet de serre.
3. Expliquez alors aux différents groupes qu'ils ont 10 minutes pour créer une présentation d'une à deux minutes qui permettra d'expliquer au reste de la classe les bons et mauvais côtés de leur gaz à effet de serre. Ils peuvent pour cela utiliser toutes les formes d'expression qu'ils souhaitent : une présentation, de la danse, du chant, du théâtre... La seule chose « interdite » est de lire directement le texte de leur carte !

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Pendant la présentation, n'hésitez pas à faire remplir un questionnaire aux élèves qui écoutent (« *Quel est le gaz concerné ? / D'où vient-il ? / Pourquoi pose-t-il problème ?* ») afin de les impliquer davantage.

### PRÉPARATION 5-10 MIN

#### MATÉRIEL

- **FICHE A3.1** (une copie pour toute la classe). Chaque gaz à effet de serre a un « bon côté » et un « mauvais côté ». Ces cartes sont à couper et à agraffer ensemble, pour un total de 6 paires. Vous pouvez même les plastifier pour une réutilisation ultérieure.
- 7 grandes feuilles de papier pour distribuer aux groupes, si besoin.
- Facultatif : **FICHE A3.2** une copie pour chaque groupe (cf. question 5 plus bas).

4. À la fin de chaque présentation, ils devront demander au reste de la classe ce qu'ils ont retenu au sujet de leur gaz à effet de serre. Il est possible de prendre des notes sur une grande feuille de papier pour pouvoir s'y référer au besoin.

5. Si vous ou vos élèves désirez aller plus loin, vous pouvez distribuer la **FICHE A3.2** pour analyser davantage les données scientifiques.

### CONCLUSION 10 MIN

Reprenez les questions d'introduction et demandez aux élèves ce qu'ils ont compris du rôle des gaz à effet de serre. Vous pouvez également discuter de la responsabilité de chacun concernant ces émissions et le changement climatique, en insistant sur le lien avec les terres émergées.

### PROLONGATION FACULTATIVE : BUILD YOUR OWN EARTH

1H

Pour poursuivre cette séance, les élèves peuvent utiliser le logiciel en ligne « Build your own Earth » (<http://www.buildyourowearth.com>) (en anglais), qui leur permet d'explorer différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre et leurs impacts sur le climat et sur le système terrestre (atmosphère, glaces, terres et océans). Si vous travaillez avec des élèves de lycée, vous pouvez utiliser le logiciel En-ROADS : <https://www.climateinteractive.org/tools/en-roads/> (en anglais).

### NOTE À L'ENSEIGNANT

#### ACTIVITÉS HUMAINES ET EFFET DE SERRE

La **révolution industrielle** a permis des avancées sans précédents qui ont affecté tous les secteurs de la société humaine, et engendré une hausse du niveau de vie, profitant d'abord à l'Europe et à l'Amérique du Nord. Par ailleurs, l'utilisation toujours croissante des combustibles fossiles comme source d'énergie, ainsi que la croissance démographique générée dans son sillon, ont mené à l'exploitation des ressources naturelles, telles que les énergies fossiles, que l'on connaît aujourd'hui, et aux **émissions de gaz à effet de serre** qu'elles provoquent. Quelle que soit la ressource utilisée, elle produit du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) qui rejoint l'atmosphère. D'autres gaz à effet de serre sont également produits par les

activités humaines, comme le méthane (CH<sub>4</sub>) et le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O).

Ces différents gaz ont un Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) différent. Cette notion est utile pour calculer la quantité de rayonnement qu'absorbe ce gaz sur une certaine durée, par comparaison avec la quantité de rayonnement qu'absorberait une tonne de CO<sub>2</sub>, au cours du même laps de temps (généralement, pendant 100 ans).

Pour plus de détails au sujet des émissions de gaz à effet de serre et de leur PRG, voir la définition du glossaire, page 259.



National Aeronautics and Space Administration

### CHLOROFLUOROCARBONES

Visit [climatekids.nasa.gov](http://climatekids.nasa.gov)

**CFCs**

Les gaz fluorés n'existent pas dans la nature. Ils endommagent la couche d'ozone protectrice et sont de puissants gaz à effet de serre.

### CHLOROFLUOROCARBONES

**CFCs**

Vous n'auriez probablement pas dû m'inventer.

National Aeronautics and Space Administration

### PROTOXYDE D'AZOTE

Visit [climatekids.nasa.gov](http://climatekids.nasa.gov)

**N2O**

Le protoxyde d'azote est un composé naturel qui fait partie du cycle de l'azote. Les bactéries océaniques et celles du sol le produisent.

### PROTOXYDE D'AZOTE

**N2O**

Le protoxyde d'azote est produit par certaines usines, centrales électriques et par les engrais. Il dégrade la couche d'ozone protectrice et il s'agit d'un puissant gaz à effet de serre.

National Aeronautics and Space Administration

### OZONE

Visit [climatekids.nasa.gov](http://climatekids.nasa.gov)

**O3**

Dans la haute atmosphère, là où volent les avions, la couche d'ozone bloque les rayons UV, ce qui nous protège de ces radiations puissantes.

### OZONE

**O3**

À proximité du sol, l'ozone se comporte comme un gaz à effet de serre et peut se former lors de la combustion de ressources fossiles dans les voitures ou les usines.



National Aeronautics and Space Administration

## MÉTHANE

Visit [climatekids.nasa.gov](https://climatekids.nasa.gov)

**CH<sub>4</sub>**

Le méthane, composé de carbone et d'hydrogène, est un gaz naturellement produit par les zones humides, les cultures de riz, l'élevage de bétail, lors de l'utilisation de gaz naturel et lors de l'extraction du charbon.

## MÉTHANE

**CH<sub>4</sub>**

Il capture beaucoup de chaleur. Les scientifiques le considèrent comme le deuxième plus important contributeur au réchauffement climatique parmi tous les gaz à effet de serre.

National Aeronautics and Space Administration

## DIOXYDE DE CARBONE

Visit [climatekids.nasa.gov](https://climatekids.nasa.gov)

**CO<sub>2</sub>**

Composé de carbone et d'oxygène, le CO<sub>2</sub> est tout autour de nous. Il provient des êtres vivants et de leur décomposition, ainsi que des volcans.

## DIOXYDE DE CARBONE

**CO<sub>2</sub>**

Le CO<sub>2</sub> est libéré lors de la combustion de ressources fossiles, comme le charbon et le pétrole. Il est le plus important contributeur au réchauffement climatique actuel.

National Aeronautics and Space Administration

## VAPEUR D'EAU

Visit [climatekids.nasa.gov](https://climatekids.nasa.gov)

**H<sub>2</sub>O**

Il s'agit d'eau sous forme gazeuse, comme la vapeur au-dessus d'une casserole bouillante ou celle qui s'évapore d'un lac. Elle compose les nuages et retourne sur Terre grâce à la pluie, ce qui peut rafraîchir temporairement.

## VAPEUR D'EAU

**H<sub>2</sub>O**

La vapeur d'eau empêche la chaleur de s'échapper, il fait donc de plus en plus chaud, ce qui provoque encore plus d'évaporation. Une fois que le phénomène s'est enclenché, il se reproduit de plus en plus facilement.

Source : Ces cartes sont issues du site de la NASA « Climate Kids » <https://climatekids.nasa.gov/greenhouse-cards/>.

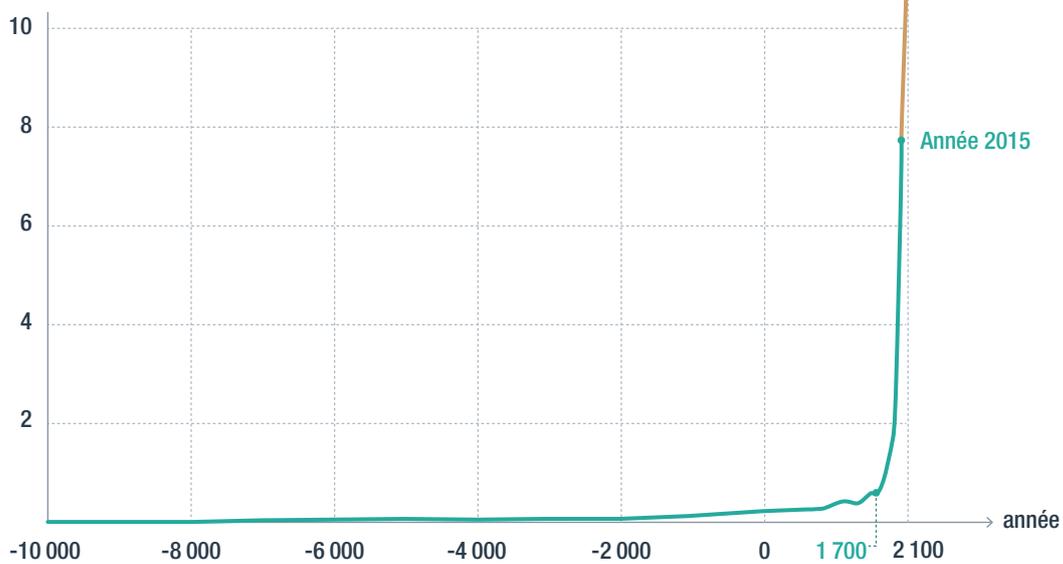


Les progrès techniques réalisés depuis la révolution industrielle sont liés à des bouleversements politiques, économiques, technologiques et scientifiques sans précédent qui ont touché tous les secteurs de la société. Toutes ces avancées ont contribué à une augmentation inédite de la population mondiale. La croissance démographique ainsi qu'une plus grande consommation d'énergie ont entraîné une augmentation des émissions de gaz à effet de serre. Observez les documents ci-dessous et répondez aux questions suivantes :

- ➔ Comment a évolué la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère depuis la révolution industrielle?
- ➔ Nommez deux facteurs qui peuvent expliquer cette évolution.

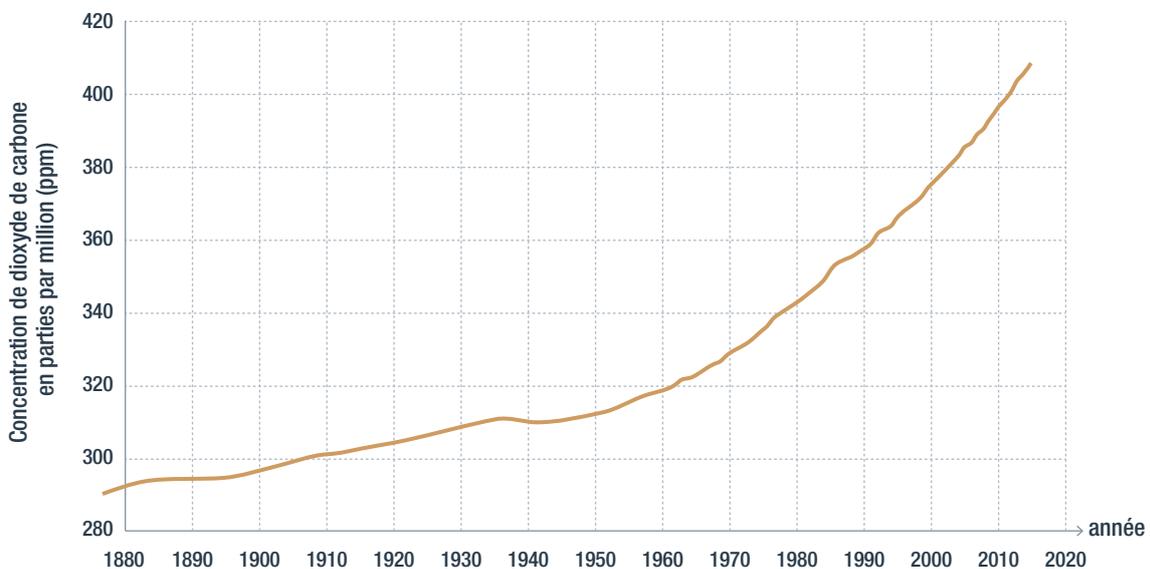
## ÉVOLUTION DE LA POPULATION MONDIALE DEPUIS 12 000 ANS ET PROJECTIONS DES NATIONS UNIES JUSQU'À 2100

Population mondiale (en milliards d'habitants)



Source : <https://ourworldindata.org/world-population-growth#population-growth>

## ÉVOLUTION DE LA CONCENTRATION ATMOSPHÉRIQUE DE DIOXYDE DE CARBONE DEPUIS 1880



Source : NOAA – Earth System Research Laboratory – Global Monitoring Division  
<https://www.climate.gov/media/13560>

## SÉANCE A4

# LA PLACE DES TERRES DANS LE SYSTÈME CLIMATIQUE : LE CYCLE DU CARBONE

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences de la vie et de la terre, physique-chimie

### DURÉE

- ~ Préparation : 15 min
- ~ Activité : 1 h 15

### TRANCHE D'ÂGE

12 à 15 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Grâce à un jeu de plateau portant sur le cycle du carbone, les élèves apprennent que :

- ~ La circulation du carbone s'effectue selon un cycle qui peut être perturbé par les activités humaines ;
- ~ Le sol est un important réservoir de carbone ;
- ~ Les énergies fossiles constituent des réserves de carbone souterrain ;
- ~ La formation de ces ressources fossiles a pris énormément de temps (plusieurs millions d'années) ;
- ~ Leur utilisation libère rapidement dans l'atmosphère le CO<sub>2</sub> qui était auparavant stocké dans des réservoirs souterrains ;
- ~ Grâce à la photosynthèse, les plantes utilisent le CO<sub>2</sub> atmosphérique et le stockent sous forme de matière organique ;
- ~ La végétation et les animaux terrestres libèrent du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère par fermentation, respiration et décomposition ;
- ~ La végétation et les terres émergées jouent un rôle majeur dans le cycle du carbone.

### MOTS-CLÉS

Carbone ; CO<sub>2</sub> ; photosynthèse ; biosphère ; respiration ; érosion ; combustion ; sédimentation ; dégazage ; dissolution

### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

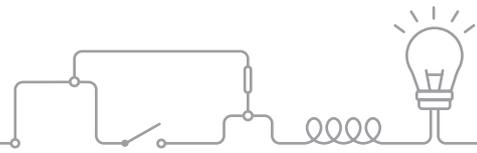
Jeu de plateau et/ou animation interactive

## PRÉPARATION 15 MIN

### MATÉRIEL

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Cette activité peut se réaliser soit en utilisant l'animation interactive, soit sous forme de jeu de plateau, soit en conjuguant les deux.



- 69 jetons qui représentent le carbone, ou des morceaux de cartons découpés (un lot pour chaque groupe de 5)
- Un petit morceau de papier ou de carton triangulaire, de 0,5 cm de côté, pour indiquer la température (un pour chaque groupe)

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Les objets doivent être suffisamment légers et petits pour être facilement déplacés. Vous pouvez en choisir des plus gros/de forme différentes pour symboliser 5 ou 10 atomes de carbone, et des plus petits pour un atome.

Par exemple :



- **FICHE A4.1.**
- Plateau de jeu : **FICHE A4.2** (un par groupe – vous pouvez le plastifier pour le réutiliser), de préférence sur une feuille A3.
- La **FICHE A4.2** peut aussi être imprimée en petit format (2 exemplaires sur une page) pour être utilisée en guise de schéma bilan lors de la conclusion.
- Cartes de jeu « Cycle du carbone » (un lot par groupe) : **FICHES A4.3** et **A4.4**.  
**Attention : la FICHE A4.4 est uniquement utile dans la deuxième partie de la séance.**
- Facultatif : Ordinateurs/tablettes (au moins un pour chaque binôme) pour utiliser l'animation « Cycle du carbone ». 

### EN AMONT DE LA SÉANCE

1. Rassembler 69 jetons par groupe.
2. Imprimer la **FICHE A4.2**, de préférence sur une feuille A3, qui servira de plateau de jeu.
3. Imprimer la **FICHE A4.2** en petit format, une par élève.
4. Imprimer les **FICHES A4.3** et **A4.4**. Vous pouvez imprimer en recto-verso. Nous vous conseillons de les plastifier pour les réutiliser. Mettre de côté les cartes de la **FICHE A4.4** (qui seront utilisées dans la 2<sup>e</sup> partie) et mélanger les autres.
5. Répartir les élèves en groupes de 5/6. Chaque groupe aura son propre plateau, ses jetons, et ses cartes.

## INTRODUCTION 15 MIN

Avant de démarrer cette activité, demandez à vos élèves de récapituler ce qu'ils ont appris au cours de la séance précédente : les émissions anthropiques de gaz à effet de serre sont responsables du changement climatique, et les émissions mondiales de  $\text{CO}_2$  ont augmenté depuis la Révolution Industrielle (vous pouvez utiliser des documents de la **FICHE A3.2**).

Organisez une discussion en classe entière :

- *Comment pensez-vous que la situation va évoluer dans les prochaines décennies ? (les émissions de dioxyde de carbone vont probablement augmenter)*
- *Comment pensez-vous que l'on puisse limiter cette hausse ?*
- *Est-ce que vous connaissez des processus naturels qui font partie ou qui influencent le cycle du carbone ? Listez les réponses au tableau.*

Afin d'en apprendre plus sur ces processus, les élèves vont devoir rechercher où se trouve le carbone sur Terre. Pour cela, il faut étudier le cycle du carbone afin de comprendre comment le carbone se déplace d'un endroit à l'autre sur Terre sans disparaître mais en étant échangé entre différents lieux de stockage. Expliquez alors aux élèves qu'ils vont réaliser un cycle du carbone, sous forme de jeu de plateau.

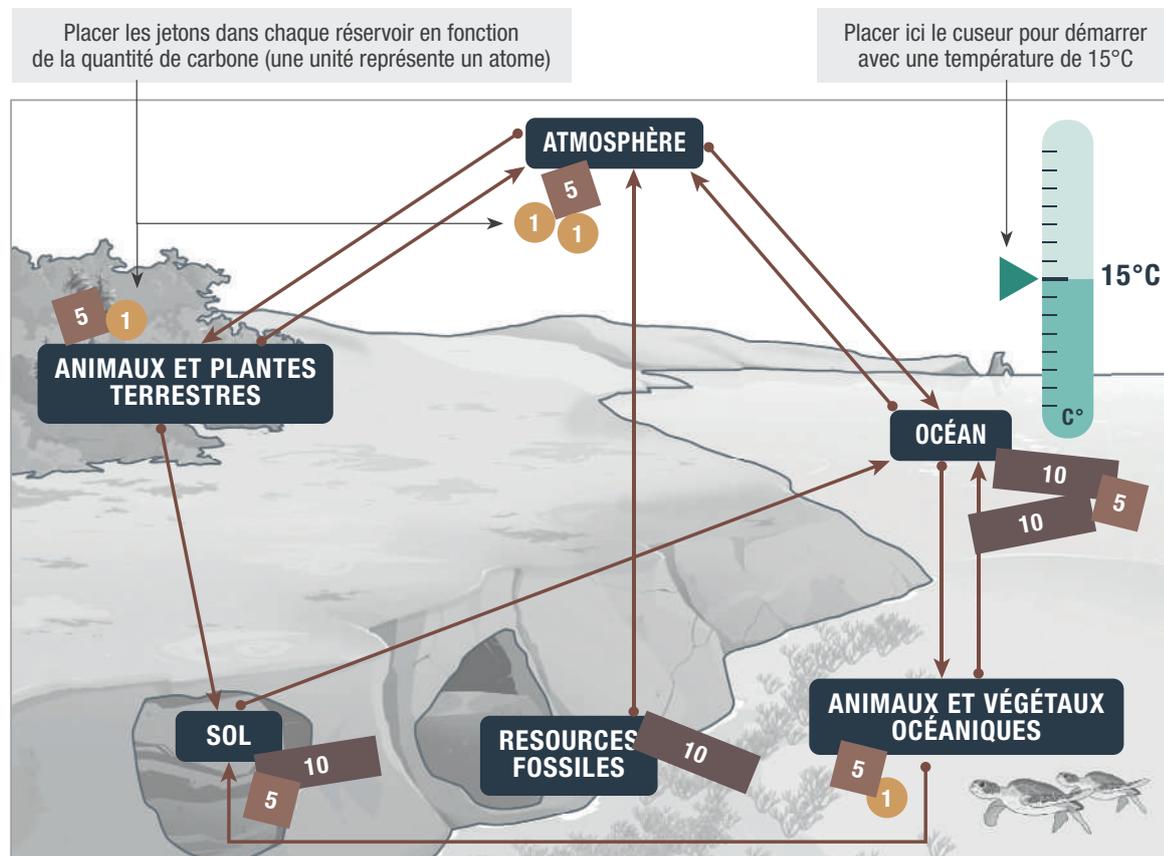
Discutez de l'omniprésence du carbone sur Terre. Demandez aux élèves de citer des objets ou des êtres vivants qu'ils peuvent observer dans leur vie courante et qui, selon eux, contiennent du carbone. Listez-les au tableau.

Expliquez alors que le carbone qu'ils contiennent n'y reste pas pour toujours. Les atomes de carbone se déplacent en effet d'un endroit à un autre à travers le **cycle du carbone**. Certains processus se déroulent très rapidement, par exemple quand les plantes absorbent du  $\text{CO}_2$  atmosphérique lors de la photosynthèse, tandis que d'autres sont très lents, comme la transformation de matière organique en ressources fossiles.

## DÉROULEMENT 50 MIN

### PARTIE 1 : LE CYCLE NATUREL DU CARBONE 30 MIN

1. Expliquer aux élèves que les jetons représentent le carbone que l'on peut trouver sur Terre, et que celui-ci est stocké dans ce que l'on appelle des « réservoirs » : il y en a 6 principaux sur notre planète : l'atmosphère, l'océan, les êtres vivants terrestres, les êtres vivants océaniques, le sol et les ressources fossiles. Écrivez ces noms au tableau.



Le plateau de jeu, au départ.

2. Répartir les élèves dans les groupes. Distribuez un plateau (FICHE A4.2), et un ensemble de jetons, symbolisant le carbone, à chaque groupe. Distribuer également le petit curseur, qu'ils devront positionner au milieu du thermomètre pour partir d'une température de 15°C (voir le schéma ci-dessous).

3. Montrez-leur le tableau de la FICHE A4.1 : ils devront dans un premier temps placer le nombre correct de jetons sur chaque réservoir. Faites-leur remarquer que les réservoirs continentaux sont variés et qu'ils contiennent beaucoup de carbone.

4. Expliquez alors qu'ils vont pouvoir mettre en mouvement ce carbone, en respectant des phénomènes qui se produisent dans la nature. Distribuez alors le jeu de cartes « Cycle naturel » (seulement la FICHE A4.3) : ils devront retourner une carte à la fois et déplacer un jeton selon le mouvement proposé sur la carte. À chaque fois qu'un jeton est ajouté à l'atmosphère, ils devront augmenter la température; à chaque fois qu'un jeton est retiré, ils devront la diminuer.

5. Une fois que la pile de cartes est épuisée, demandez-leur : *Combien de jetons y a-t-il désormais dans chaque réservoir ? Est-ce qu'il y en a autant qu'au début ? Comment a évolué la température ? Comment pouvez-vous l'expliquer ?* Il devrait y en avoir autant qu'au début, car les élèves ont en réalité effectué des mouvements qui se « compensent ». Expliquez enfin que **ce cycle est parfaitement équilibré**, en leur faisant constater que le carbone se déplace simplement d'un réservoir à l'autre mais qu'il ne disparaît jamais, et que certains phénomènes permettent à ce carbone d'être « extrait » de l'atmosphère. La température est donc toujours la même à la fin du cycle naturel.

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

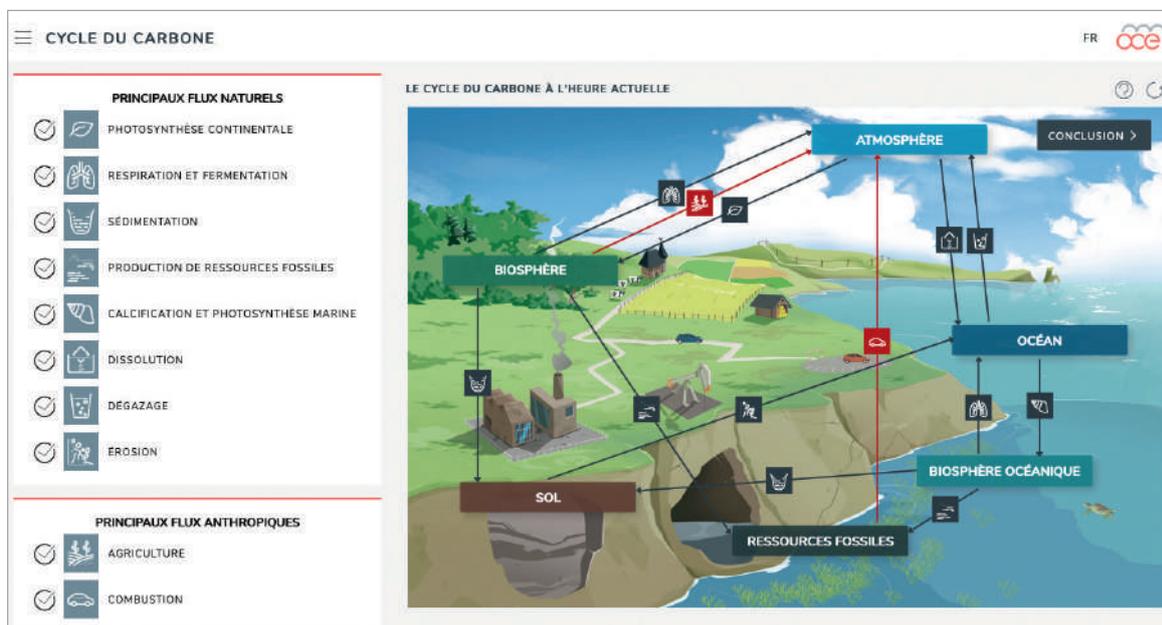
Pour des élèves plus avancés, vous pouvez également discuter de la vitesse de ces processus – représentée ici par le nombre de cartes : les mouvements de carbone associés à la photosynthèse ou à la respiration sont par exemple beaucoup plus rapides que la formation des ressources fossiles (il y a davantage de cartes).

## PARTIE 2 : LES IMPACTS DE L'ESPÈCE HUMAINE SUR LE CYCLE DU CARBONE 20 MIN

6. Expliquez que **le cycle précédent ne tenait pas compte de l'intervention humaine**, alors que ceux-ci peuvent l'influencer grandement, à travers certaines de leurs activités.

7. Distribuez maintenant le second lot de cartes « Activités humaines » (FICHE A4.4) et demandez-leur de le mélanger avec le précédent. Le jeu reprend alors de la même manière que précédemment, en faisant à nouveau bouger le curseur de la température. Cette fois-ci, les élèves devront être particulièrement attentifs à ce qui se produit – du point de vue des mouvements de carbone – lorsque des cartes « activités humaines » sont tirées.

8. Une fois le paquet épuisé, demandez-leur de regarder les stocks dans les réservoirs et la température : *Comment expliquer ces modifications ? Pourquoi la température est-elle plus élevée à la fin ? Comment pourrait-on limiter cette hausse ?* Les activités humaines ont fait bouger vers l'atmosphère du carbone qui était auparavant stocké dans les ressources fossiles : **cela a donc augmenté la température.**



Capture d'écran de l'animation « Cycle du carbone ».

## CONCLUSION 10 MIN

Discutez en classe entière de ce que les élèves ont retenu : vous pouvez utiliser la **FICHE A4.2** en version réduite pour le schéma bilan. Les élèves retracent les différents flux étudiés. Ils peuvent ensuite y ajouter les impacts des activités humaines, avec une autre couleur. Terminer enfin en expliquant que les humains n'ont pas rajouté de carbone sur Terre, mais que ce carbone se déplace seulement plus rapidement qu'il ne le ferait sans intervention humaine, et que cela a des conséquences sur le climat planétaire.

Encouragez-les à fournir des explications sur le processus qui se cache derrière chacune des flèches, plus ou moins poussées selon le niveau de votre

classe. Insistez sur le fait que beaucoup d'activités humaines ont un impact sur le cycle en renforçant les mouvements vers l'atmosphère. Il est néanmoins possible d'agir pour capter du carbone atmosphérique, par exemple grâce à la reforestation.

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Vous aurez sans doute remarqué une légère différence entre le cycle du carbone présent sur le plateau de jeu et celui de l'animation. En effet, nous avons choisi de ne pas faire figurer le flux entre la biosphère et les ressources fossiles – « production de ressources fossiles » sur le plateau de jeu, en raison de l'échelle de temps très importante de ce phénomène, qui nécessite plusieurs millions d'années. Il ne nous a donc pas semblé pertinent de représenter ce flux dans le jeu.

## NOTE À L'ENSEIGNANT<sup>1</sup>

Le carbone se trouve à la fois chez les êtres vivants mais également dans certains gaz atmosphériques, dans l'eau ou les roches. Les atomes de carbone sont généralement associés à d'autres atomes pour former des molécules telles que le dioxyde de carbone, les sucres et le méthane.

Ce carbone se déplace d'un réservoir à l'autre dans un processus ininterrompu que l'on appelle « **cycle du carbone** », qui est influencé par certains processus vitaux fondamentaux comme la photosynthèse ou la respiration. Il inclut également la production de ressources fossiles, et modifie donc le climat terrestre. Pour de plus amples détails sur le cycle de carbone, voir la [page 10](#) de l'éclairage scientifique.

### UN CYCLE À DEUX VITESSES

En général, le **cycle du carbone à court terme** recouvre la photosynthèse, la respiration et le transfert de carbone entre proie et prédateur. Le **cycle à long terme** implique davantage de processus lithosphériques, tels que l'érosion des

roches, l'accumulation dans les sédiments de débris végétaux et animaux riches en carbone, et le mouvement lent de ces sédiments dans le cycle des roches. Bien que ces flux soient variés, **le cycle naturel du carbone est équilibré.**

### L'IMPACT DES HUMAINS SUR LE CYCLE DU CARBONE

Même s'il existe naturellement des fluctuations dans le cycle du carbone, les humains modifient les flux sur Terre à un rythme jamais observé. L'impact le plus significatif résulte dans **l'augmentation de la quantité de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, ce qui déséquilibre le cycle.** Cette hausse est majoritairement due à la **combustion de ressources fossiles**, mais d'autres activités comme la **déforestation** ou la **fabrication de ciment** influencent également le cycle du carbone. Comprendre le cycle du carbone est crucial à ce moment de l'histoire de l'humanité en raison des modifications spectaculaires que nous lui apportons.

<sup>1</sup> Cette note s'inspire du « Jeu de rôle sur le cycle du carbone » de la Calacademy. <https://www.calacademy.org/educators/seance-plans/carbon-cycle-role-play>



## FICHE A4.1

### RÉPARTITION DES JETONS DE CARBONE ENTRE DANS CHAQUE RÉSERVOIR, EN FONCTION DE LEUR STOCK

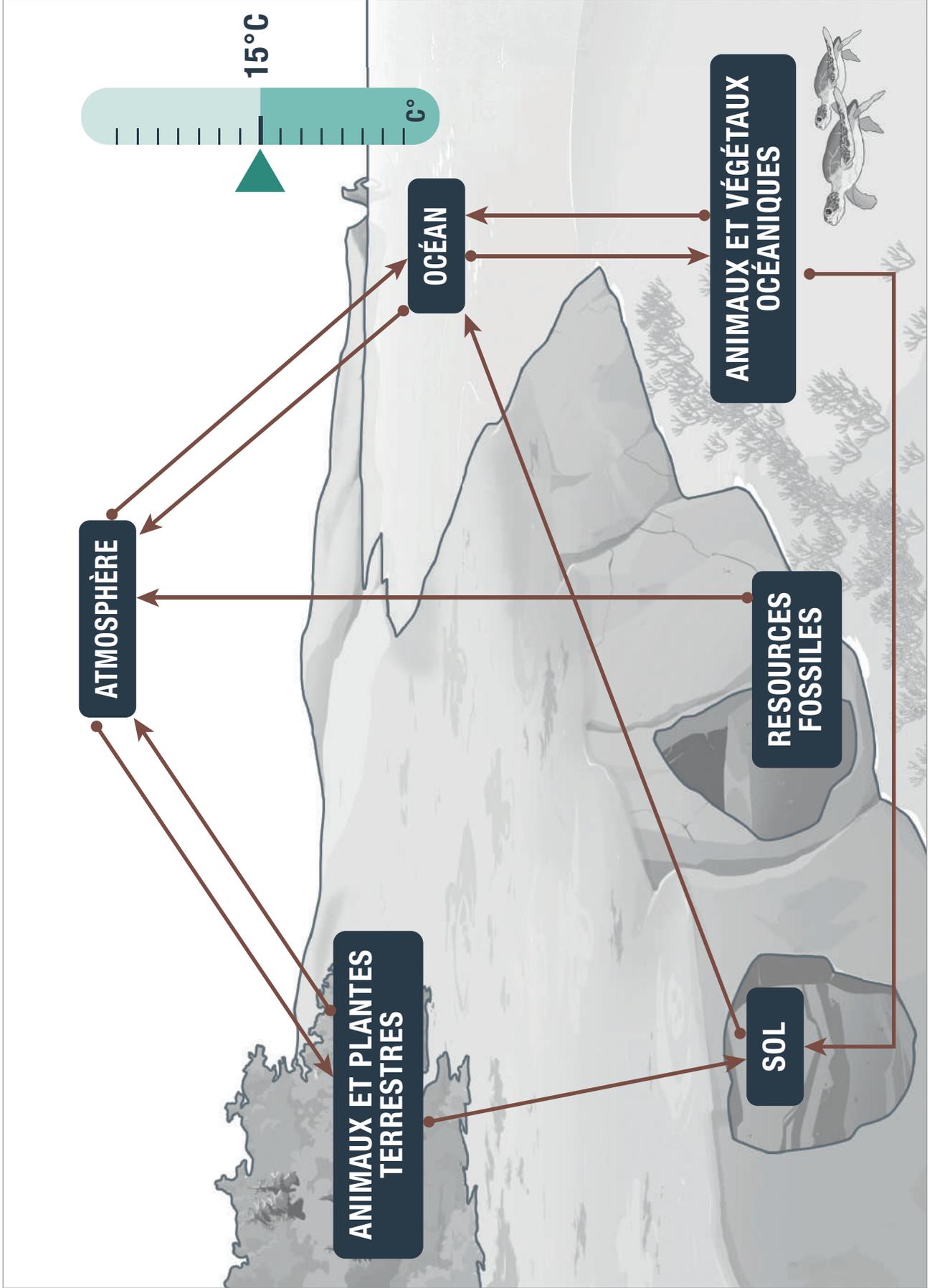
RÉSERVOIR	STOCKS (EN GIGA TONNES DE CARBONE)	NOMBRE DE JETONS À PLACER SUR LE PLATEAU
Océan	38 700	25
Atmosphère	829	7
Biosphère : Animaux et végétaux aquatiques	Environ 400	6
Biosphère : Animaux et végétaux terrestres	Environ 200	6
Sol, roches et sédiments	3 750	15
Ressources fossiles	1 000 - 2 000	10

La quantité de jetons est approximative : elle ne peut pas représenter exactement les stocks de carbone, puisque ceux de l'océan sont par exemple 10 fois supérieurs à ceux du sol.

Les données concernant l'estimation du stock de chaque réservoir proviennent du cinquième rapport d'évaluation du GIEC.



## FICHE A4.2





### PHOTOSYNTÈSE CONTINENTALE

À la lumière, grâce à la photosynthèse, les végétaux produisent leur matière organique et grandissent, en absorbant le dioxyde de carbone de l'atmosphère et en prélevant de l'eau par les racines.

CYCLE NATUREL



### PHOTOSYNTÈSE CONTINENTALE

À la lumière, grâce à la photosynthèse, les végétaux produisent leur matière organique et grandissent, en absorbant le dioxyde de carbone de l'atmosphère et en prélevant de l'eau par les racines.

CYCLE NATUREL



### PHOTOSYNTÈSE CONTINENTALE

À la lumière, grâce à la photosynthèse, les végétaux produisent leur matière organique et grandissent, en absorbant le dioxyde de carbone de l'atmosphère et en prélevant de l'eau par les racines.

CYCLE NATUREL



### PHOTOSYNTÈSE CONTINENTALE

À la lumière, grâce à la photosynthèse, les végétaux produisent leur matière organique et grandissent, en absorbant le dioxyde de carbone de l'atmosphère et en prélevant de l'eau par les racines.

CYCLE NATUREL



### PHOTOSYNTÈSE CONTINENTALE

À la lumière, grâce à la photosynthèse, les végétaux produisent leur matière organique et grandissent, en absorbant le dioxyde de carbone de l'atmosphère et en prélevant de l'eau par les racines.

CYCLE NATUREL



### PHOTOSYNTÈSE CONTINENTALE

À la lumière, grâce à la photosynthèse, les végétaux produisent leur matière organique et grandissent, en absorbant le dioxyde de carbone de l'atmosphère et en prélevant de l'eau par les racines.

CYCLE NATUREL



### PHOTOSYNTÈSE CONTINENTALE

À la lumière, grâce à la photosynthèse, les végétaux produisent leur matière organique et grandissent, en absorbant le dioxyde de carbone de l'atmosphère et en prélevant de l'eau par les racines.

CYCLE NATUREL



### SÉDIMENTATION CONTINENTALE

La sédimentation continentale désigne l'accumulation de minéraux ou de débris animaux ou végétaux sur le sol terrestre. Le carbone qu'ils contiennent est alors stocké dans le sol.

CYCLE NATUREL



### SÉDIMENTATION OCÉANIQUE

La sédimentation océanique désigne l'accumulation de minéraux ou de débris animaux ou végétaux au fond des océans. Le carbone qu'ils contiennent est alors stocké dans le sol.

CYCLE NATUREL



**LE CYCLE DU CARBONE**

**CYCLE NATUREL**



### ÉROSION

Les roches du sol sont en permanence soumises à l'action des vents, de la pluie, ou du gel. Elles se cassent en plus petits morceaux, riches en carbone, qui seront ensuite transportés par des rivières jusqu'à l'océan. On parle d'érosion.

CYCLE NATUREL



### ÉROSION

Les roches du sol sont en permanence soumises à l'action des vents, de la pluie, ou du gel. Elles se cassent en plus petits morceaux, riches en carbone, qui seront ensuite transportés par des rivières jusqu'à l'océan. On parle d'érosion.

CYCLE NATUREL



### RESPIRATION, FERMENTATION, DÉCOMPOSITION

De nombreux êtres vivants libèrent du dioxyde de carbone en respirant ou en faisant la fermentation pour produire de l'énergie ou en se décomposant. Celui-ci passera alors dans l'océan ou dans l'atmosphère.

CYCLE NATUREL



### RESPIRATION, FERMENTATION, DÉCOMPOSITION

De nombreux êtres vivants libèrent du dioxyde de carbone en respirant ou en faisant la fermentation pour produire de l'énergie ou en se décomposant. Celui-ci passera alors dans l'océan ou dans l'atmosphère.

CYCLE NATUREL



### RESPIRATION, FERMENTATION, DÉCOMPOSITION

De nombreux êtres vivants libèrent du dioxyde de carbone en respirant ou en faisant la fermentation pour produire de l'énergie ou en se décomposant. Celui-ci passera alors dans l'océan ou dans l'atmosphère.

CYCLE NATUREL



### RESPIRATION, FERMENTATION, DÉCOMPOSITION

De nombreux êtres vivants libèrent du dioxyde de carbone en respirant ou en faisant la fermentation pour produire de l'énergie ou en se décomposant. Celui-ci passera alors dans l'océan ou dans l'atmosphère.

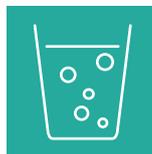
CYCLE NATUREL



### RESPIRATION, FERMENTATION, DÉCOMPOSITION

De nombreux êtres vivants libèrent du dioxyde de carbone en respirant ou en faisant la fermentation pour produire de l'énergie ou en se décomposant. Celui-ci passera alors dans l'océan ou dans l'atmosphère.

CYCLE NATUREL



### DÉGAZAGE DE L'OCÉAN

Les océans libèrent du dioxyde de carbone vers l'atmosphère lorsqu'ils se réchauffent : on parle de dégazage.

CYCLE NATUREL



### DÉGAZAGE DE L'OCÉAN

Les océans libèrent du dioxyde de carbone vers l'atmosphère lorsqu'ils se réchauffent : on parle de dégazage.

CYCLE NATUREL



**LE CYCLE DU CARBONE**

**CYCLE NATUREL**



### DÉGAZAGE DE L'OCÉAN

Les océans libèrent du dioxyde de carbone vers l'atmosphère lorsqu'ils se réchauffent : on parle de dégazage.

CYCLE NATUREL



### DÉGAZAGE DE L'OCÉAN

Les océans libèrent du dioxyde de carbone vers l'atmosphère lorsqu'ils se réchauffent : on parle de dégazage.

CYCLE NATUREL



### DÉGAZAGE DE L'OCÉAN

Les océans libèrent du dioxyde de carbone vers l'atmosphère lorsqu'ils se réchauffent : on parle de dégazage.

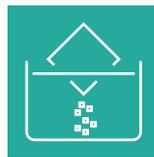
CYCLE NATUREL



### DÉGAZAGE DE L'OCÉAN

Les océans libèrent du dioxyde de carbone vers l'atmosphère lorsqu'ils se réchauffent : on parle de dégazage.

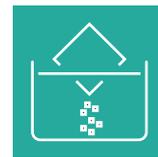
CYCLE NATUREL



### DISSOLUTION

Le dioxyde de carbone de l'atmosphère se dissout dans l'eau au niveau des océans, plus facilement dans les zones froides.

CYCLE NATUREL



### DISSOLUTION

Le dioxyde de carbone de l'atmosphère se dissout dans l'eau au niveau des océans, plus facilement dans les zones froides.

CYCLE NATUREL



### DISSOLUTION

Le dioxyde de carbone de l'atmosphère se dissout dans l'eau au niveau des océans, plus facilement dans les zones froides.

CYCLE NATUREL



### DISSOLUTION

Le dioxyde de carbone de l'atmosphère se dissout dans l'eau au niveau des océans, plus facilement dans les zones froides.

CYCLE NATUREL



### DISSOLUTION

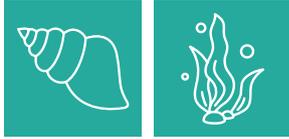
Le dioxyde de carbone de l'atmosphère se dissout dans l'eau au niveau des océans, plus facilement dans les zones froides.

CYCLE NATUREL



**LE CYCLE DU CARBONE**

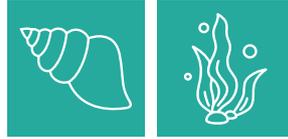
**CYCLE NATUREL**



### CALCIFICATION ET PHOTOSYNTÈSE OCÉANIQUE

Certains organismes forment des coquilles en utilisant le dioxyde de carbone contenu dans l'eau. Ce dioxyde de carbone est également consommé par les espèces aquatiques qui font la photosynthèse, à la lumière.

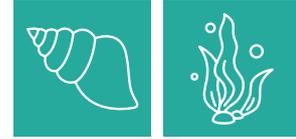
CYCLE NATUREL



### CALCIFICATION ET PHOTOSYNTÈSE OCÉANIQUE

Certains organismes forment des coquilles en utilisant le dioxyde de carbone contenu dans l'eau. Ce dioxyde de carbone est également consommé par les espèces aquatiques qui font la photosynthèse, à la lumière.

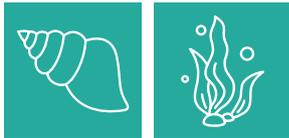
CYCLE NATUREL



### CALCIFICATION ET PHOTOSYNTÈSE OCÉANIQUE

Certains organismes forment des coquilles en utilisant le dioxyde de carbone contenu dans l'eau. Ce dioxyde de carbone est également consommé par les espèces aquatiques qui font la photosynthèse, à la lumière.

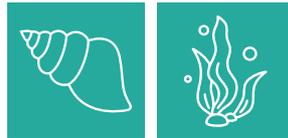
CYCLE NATUREL



### CALCIFICATION ET PHOTOSYNTÈSE OCÉANIQUE

Certains organismes forment des coquilles en utilisant le dioxyde de carbone contenu dans l'eau. Ce dioxyde de carbone est également consommé par les espèces aquatiques qui font la photosynthèse, à la lumière.

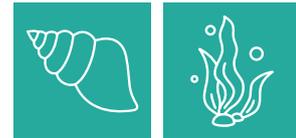
CYCLE NATUREL



### CALCIFICATION ET PHOTOSYNTÈSE OCÉANIQUE

Certains organismes forment des coquilles en utilisant le dioxyde de carbone contenu dans l'eau. Ce dioxyde de carbone est également consommé par les espèces aquatiques qui font la photosynthèse, à la lumière.

CYCLE NATUREL



### CALCIFICATION ET PHOTOSYNTÈSE OCÉANIQUE

Certains organismes forment des coquilles en utilisant le dioxyde de carbone contenu dans l'eau. Ce dioxyde de carbone est également consommé par les espèces aquatiques qui font la photosynthèse, à la lumière.

CYCLE NATUREL



**LE CYCLE DU CARBONE**

**CYCLE NATUREL**



### DÉFORESTATION

On parle de déforestation lorsque les humains coupent des arbres pour utiliser le bois, ou bien les brûlent pour planter des cultures. La combustion entraîne la libération de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

ACTIVITÉS HUMAINES



### REFORESTATION

La reforestation consiste à replanter des arbres là où ceux-ci ont été supprimés. Les nouveaux arbres capturent alors le dioxyde de carbone de l'atmosphère grâce à la photosynthèse.

ACTIVITÉS HUMAINES



### INDUSTRIES

Les industries qui fabriquent nos objets du quotidien libèrent de grandes quantités de gaz à effet de serre dans l'atmosphère tel que le dioxyde de carbone, parce qu'elles brûlent des ressources fossiles (charbon, pétrole).

ACTIVITÉS HUMAINES



### TRANSPORTS

Le secteur des transports (camions, voitures, bateaux, avions) consomme des ressources fossiles (pétrole), par combustion. Le dioxyde de carbone produit retourne alors dans l'atmosphère.

ACTIVITÉS HUMAINES



### AGRICULTURE

L'agriculture consomme des ressources fossiles (charbon, pétrole, gaz) pour produire notre nourriture. Les élevages, notamment bovins, produisent également de grandes quantités de méthane. Cela ajoute du carbone à l'atmosphère.

ACTIVITÉS HUMAINES



### ÉNERGIE

Pour produire de l'électricité, beaucoup de centrales sur Terre utilisent des ressources fossiles. Lors de leur combustion, le dioxyde de carbone produit retourne dans l'atmosphère.

ACTIVITÉS HUMAINES

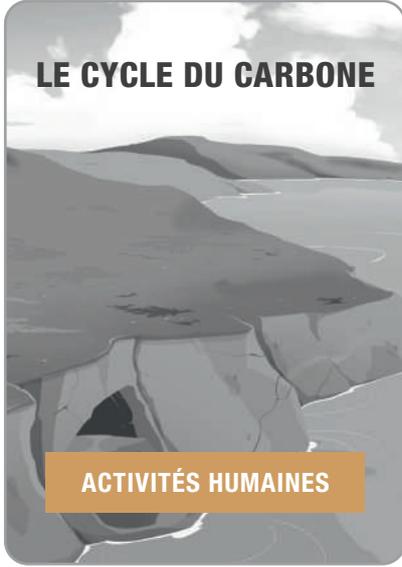


**LE CYCLE DU CARBONE**



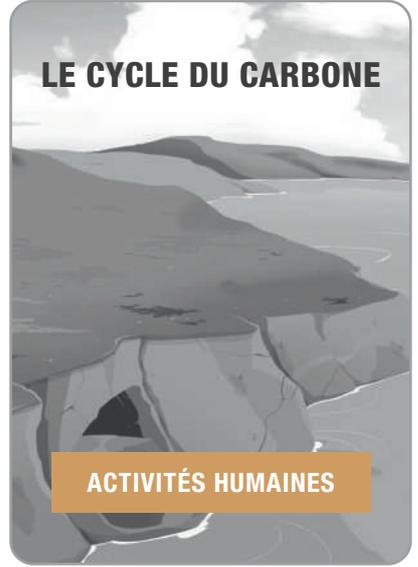
**ACTIVITÉS HUMAINES**

**LE CYCLE DU CARBONE**



**ACTIVITÉS HUMAINES**

**LE CYCLE DU CARBONE**



**ACTIVITÉS HUMAINES**

**LE CYCLE DU CARBONE**



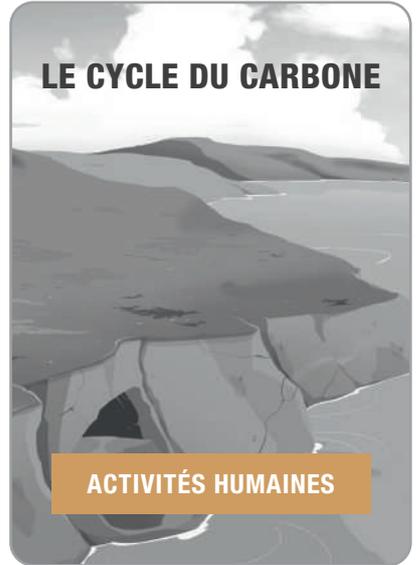
**ACTIVITÉS HUMAINES**

**LE CYCLE DU CARBONE**



**ACTIVITÉS HUMAINES**

**LE CYCLE DU CARBONE**



**ACTIVITÉS HUMAINES**

# SÉANCE A5

## EN SAVOIR PLUS SUR LE CYCLE DU CARBONE – PHOTOSYNTHÈSE ET RESPIRATION

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences de la vie et de la terre, physique-chimie

### DURÉE

- ~ Préparation : 30 min
- ~ Activité : 1 h (+ quelques heures pour laisser l'expérience se dérouler)

### TRANCHE D'ÂGE

12 à 15 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Après avoir étudié le cycle du carbone dans la séance précédente, celle-ci illustre, à travers des expériences, la façon dont le carbone se déplace d'un réservoir (les végétaux) à un autre (l'atmosphère).

Au cours de cette séance, les élèves apprennent que :

- ~ Les plantes absorbent le  $\text{CO}_2$  de l'atmosphère grâce à la photosynthèse et en rejettent lors de la respiration.
- ~ La photosynthèse se déroule seulement à la lumière, alors que la respiration est présente à la lumière et dans l'obscurité.
- ~ La photosynthèse joue un rôle majeur dans le cycle du carbone à l'échelle de la planète.

### MOTS-CLÉS

Photosynthèse ; respiration ; cycle du carbone

### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Expérimentation

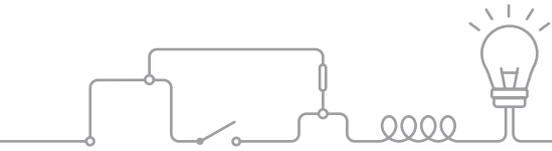
## PRÉPARATION 30 MIN

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Cette séance facultative se focalise sur deux flux de carbone : la photosynthèse et la respiration. Idéalement, elle devra faire suite à la séance précédente sur le cycle du carbone, et elle peut être réalisée à la place de la séance A6, page 75, qui se focalise sur d'autres flux.

### MATÉRIEL

- Tubes à essai ou petits flacons avec des bouchons (2 pour chaque groupe de 4 élèves)
- Eau
- Jus de chou rouge (utilisé pour mesurer le pH; vous pouvez le remplacer par un pH-mètre si vous en avez un). Voir la note à l'enseignant page sui-



vante pour plus d'informations sur l'utilisation du chou rouge.

- Eau de chaux
- Lampe ou lumière naturelle
- Du papier aluminium ou une armoire pour mettre certains flacons dans l'obscurité
- Des plantes aquatiques de petite taille (élodée par exemple)
- De grandes feuilles de papier (une par groupe)

## INTRODUCTION 10 MIN

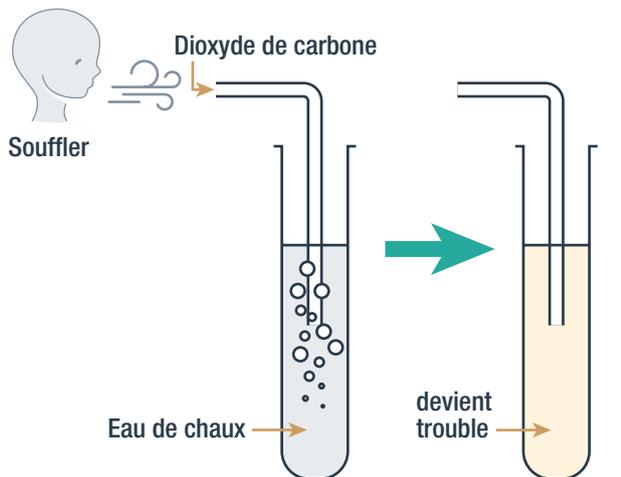
1. Au cours de la séance précédente, les élèves ont compris comment les atomes de carbone se déplaçaient entre les différents réservoirs terrestres. Demandez-leur alors de récapituler ce qu'ils ont appris sur les flux possibles de carbone. Animez une discussion en classe entière sur les mouvements que peut faire le carbone entre les plantes et l'atmosphère.

Voici des exemples de question pour vous guider :

- *Comment pensez-vous que le carbone passe de l'atmosphère aux plantes (aquatiques et terrestres) ?*
- *Est-ce que ces atomes peuvent aussi emprunter le chemin inverse ? Par quel processus ?*
- *Quelles conditions sont nécessaires pour que les plantes prélèvent le carbone atmosphérique ? Pour qu'elles en rejettent dans l'atmosphère ?*

2. Écrivez les réponses des élèves au tableau. Ils mentionneront sûrement les besoins en lumière, pour la photosynthèse, et en dioxygène pour la respiration, ainsi que le dioxyde de carbone comme gaz échangé.

- *Comment pouvons-nous démontrer qu'il y a du  $\text{CO}_2$  alors que celui-ci est invisible ?* Les élèves proposeront probablement d'utiliser de l'eau de chaux, comme présenté dans l'image ci-dessous. Demandez alors aux élèves de souffler dans le jus de chou rouge, afin qu'ils puissent observer le changement de couleur. Dans la prochaine expérience, on pourra considérer qu'un changement de couleur dans le jus de chou rouge s'explique par une modification de la concentration de  $\text{CO}_2$ .



### RÉACTION ENTRE LE DIOXYDE DE CARBONE ET L'EAU DE CHAUX

Adapté de <http://solomonsnow.weebly.com/carbon-dioxide.html>

## DÉROULEMENT 45 MIN

1. Une fois que les élèves ont compris le lien entre le dioxyde de carbone et la couleur du jus de chou rouge, vous pouvez les laisser réaliser les expériences. Pour cela, divisez la classe en 2 grands groupes, puis en équipes de 4. Les équipes du premier groupe feront les expériences à la lumière, les équipes du second feront celles à l'obscurité.
2. Distribuez le matériel et donnez quelques instructions aux élèves :
  - Dans une des bouteilles/tubes, placez quelques rameaux d'élodées.
  - Versez la même quantité de jus de chou rouge dans les 2 tubes ou les bouteilles, suffisamment pour que l'élodée soit immergée.
  - Placez les deux bouteilles à l'obscurité ou à la lumière, en fonction du groupe, comme présenté sur le document ci-dessous.

### NOTE À L'ENSEIGNANT

Pour les expériences proposées dans cette séance, il vous faudra une plante aquatique à placer à l'obscurité quelques heures auparavant : cela permet d'être sûr que les échanges liés à la photosynthèse ne viendront pas perturber les résultats, et que les variations de  $\text{CO}_2$  observées ne seront liées qu'à la respiration.

#### PRÉPARATION DU JUS DE CHOU ROUGE

- Découpez le chou rouge en petits morceaux, le placer dans une boîte puis au congélateur pendant au moins 3h. Cela permet de détruire les parois des cellules et d'obtenir une couleur plus prononcée.
- Versez ensuite de l'eau bouillante sur les morceaux : celle-ci va devenir violet foncé. Filtrez le mélange obtenu.

#### TESTER LE JUS DE CHOU ROUGE

Versez un peu de jus dans un verre et soufflez dedans avec une paille, afin de vérifier que le violet foncé devient plus rose. En ajoutant du **vinaigre**, la solution devrait virer au rose soutenu, tandis que du **bicarbonate de soude** la rendra bleu-vert. Nous vous recommandons de tester le jus de chou rouge, pour être sûr qu'il est utilisable. Cela marche mieux si le jus est frais et n'a pas été stocké trop longtemps (un jour max). Si vous le stockez dans le congélateur, vous pouvez le garder pendant des mois. Assurez-vous que le récipient soit hermétiquement fermé pour éviter l'oxydation.



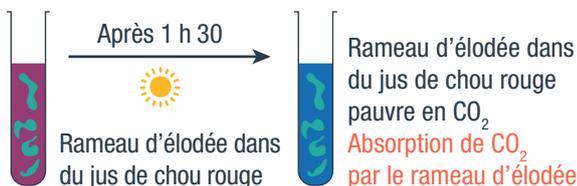
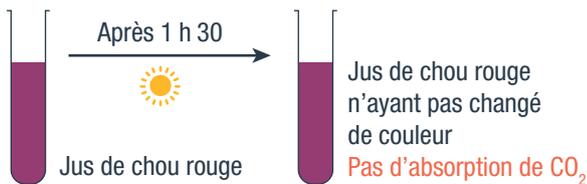
Source : Académie de Nantes.

pH	2	4	6	8	10	12
Couleur	Rouge	Pourpre	Violet	Bleu	Bleu-vert	Jaune vert

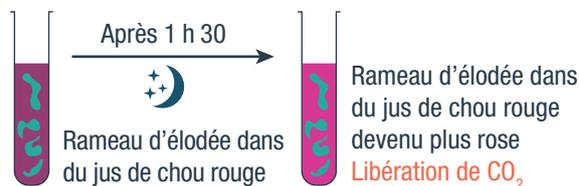
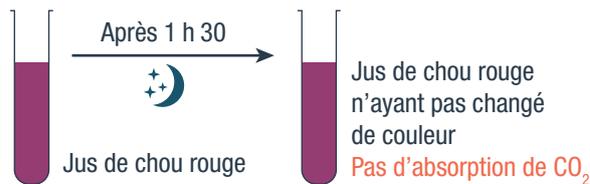
#### RÉSULTATS ATTENDUS DE CES EXPÉRIENCES

Pour le **dispositif exposé à la lumière**, vous devriez constater que le jus de chou rouge de la bouteille contenant l'élodée devient **bleu** (pH plus basique), ce qui montre que **du  $\text{CO}_2$  a été absorbé**. En revanche, dans le tube placé à **l'obscurité**, le jus de chou rouge du tube contenant l'élodée devient plus **rose** (acide) car **du  $\text{CO}_2$  a été libéré**. Dans les deux conditions, le tube ne contenant que du chou rouge ne changera pas de couleur, indiquant qu'il n'y a pas de modifications de pH (et donc pas d'addition ou de capture de  $\text{CO}_2$ ).

1<sup>RE</sup> SÉRIE DE TUBES  AU SOLEIL



2<sup>E</sup> SÉRIE DE TUBES  DANS LE NOIR



## EXPÉRIENCES SUR LA PHOTOSYNTÈSE ET LA RESPIRATION

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

L'important est d'insister sur le fait que ce sont les conditions de lumière qui sont cruciales ici. Si la plante est à l'obscurité, les élèves observeront les effets de la respiration, alors qu'ils observeront la photosynthèse si la plante est au soleil. Ils doivent également penser à des témoins pertinents pour ces expériences, afin de montrer que le changement de couleur du jus de chou rouge est lié à la présence de la plante : pour cela, ils devront utiliser une bouteille/un flacon ne contenant que du jus. Pour obtenir les meilleurs résultats possibles, **il est conseillé de laisser les expériences se faire pendant plusieurs heures.**

3. Une fois que les expériences ont été mises en place, demandez aux élèves de prendre des photos de leurs flacons et de noter les résultats attendus.

- Dans les bouteilles ne contenant pas de plante, la couleur devrait rester la même, que celles-ci soient à la lumière ou à l'obscurité.
- Pour la plante placée à la lumière, la couleur devrait être plus bleue, ce qui signifie que du  $\text{CO}_2$  a été absorbé.
- Pour la plante placée dans le noir, le jus devrait virer au rose, de la même façon que quand les élèves ont soufflé dedans, ce qui signifie que du  $\text{CO}_2$  a été rejeté dans l'eau.

4. Une fois que chaque groupe a réalisé son expérience, demandez aux élèves de reformer des groupes de 4, avec 2 membres ayant fait l'expérience à la lumière, et 2 autres à l'obscurité, afin qu'ils se présentent mutuellement leurs résultats. Distribuez une grande feuille de papier à chaque groupe afin qu'ils puissent représenter par un schéma, un dessin ou un

poster ce qu'ils ont compris des mouvements de carbone au cours de la photosynthèse et de la respiration.

5. Basculez ensuite en classe entière et reprenez les suggestions faites en début de séance au sujet des mouvements de carbone entre les plantes et l'atmosphère, afin de les modifier si besoin.

### CONCLUSION 5 MIN

En guise de conclusion, vous pouvez présenter une vidéo montrant l'impact de la photosynthèse à l'échelle de la planète, afin d'insister sur l'importance de ce phénomène (celle-ci<sup>1</sup> par exemple). Vous pouvez aussi ajouter que les plantes, puisqu'elles ont besoin de carbone minéral (le  $\text{CO}_2$ ), sont toujours à la base des réseaux alimentaires. Vous pouvez présenter quelques-uns des réseaux alimentaires disponibles sur notre site.



Discussion en classe entière :

- *Comment les plantes font-elles pour échanger du carbone avec l'atmosphère ?* (Si elles sont exposées à la lumière, les plantes utilisent le dioxyde de carbone de leur environnement [atmosphérique ou aquatique] pour réaliser la photosynthèse; elles respirent, qu'elles soient dans le noir ou à la lumière, rejetant ainsi du dioxyde de carbone.)
- *Comment pensez-vous que ces phénomènes impactent la planète ?* (À l'échelle de la Terre, la végétation peut être considérée comme un puits de carbone, puisqu'elle absorbe du  $\text{CO}_2$  atmosphérique ou océanique).

1 Timelapse : La photosynthèse vue de l'espace (version enseignants, en anglais) California Academy of Sciences. <https://www.youtube.com/watch?v=Nsmdzd2NSjQ>

## NOTE À L'ENSEIGNANT

Les végétaux, qu'ils soient terrestres ou aquatiques, échangent du dioxyde de carbone avec leur environnement (l'atmosphère ou l'eau), grâce à deux mécanismes : la respiration et la **photosynthèse**. À la lumière du jour, les plantes utilisent l'énergie du soleil pour transformer le dioxyde de carbone en molécules organiques, à travers une réaction chimique appelée la photosynthèse. Elles produisent ainsi du sucre (le glucose), stocké dans les cellules sous forme d'une molécule plus grosse, l'amidon (le même que l'on trouve en grande quantité dans les pommes de terre). Cette réaction chimique a **besoin d'eau et produit du dioxygène**. La photosynthèse se déroule uniquement dans les parties vertes des plantes, les seules capables de convertir l'énergie lumineuse en énergie chimique, qui est stockée sous forme de sucres.



Les plantes réalisent également simultanément la **respiration cellulaire** : leurs cellules utilisent **du dioxygène et des sucres** (produits grâce à la photosynthèse) pour en **extraire de l'énergie**. Cela conduit également à la **production de dioxyde de carbone**, qui est rejeté dans l'atmosphère ou dans l'eau.

**Le jour, les deux processus se déroulent simultanément.** Mais la photosynthèse retire plus de dioxyde de carbone de l'atmosphère que celui qui est rejeté par la respiration, ce qui conduit à **une absorption nette de CO<sub>2</sub> atmosphérique**.

Inversement, la nuit ou lorsque les plantes sont dans l'obscurité, la photosynthèse ne peut avoir lieu tandis que la respiration se produit toujours. Il y a donc un **flux net de CO<sub>2</sub> vers l'atmosphère**.

À l'échelle de la planète, la photosynthèse est le processus qui permet à la matière minérale (le CO<sub>2</sub>) de se « transformer » en matière organique (les sucres), qui seront ensuite utilisés par les animaux comme source de nourriture.

Des mesures d'atténuation exploitent aussi ce principe, en se basant sur les capacités des plantes à extraire le dioxyde de carbone atmosphérique, et à le stocker dans leurs troncs ou dans le sol (La [séance B4, page 126](#) donne plus d'informations sur ce processus).

La photosynthèse est à la base de tous les réseaux alimentaires, comme vous pouvez le constater dans la [séance C4, page 183](#).

## SÉANCE A6

# EN SAVOIR PLUS SUR LE CYCLE DU CARBONE – COMBUSTION, ÉNERGIE, ET ACTIVITÉS HUMAINES

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences de la vie et de la terre, physique-chimie

### DURÉE

- ~ Préparation : 10 min
- ~ Activité : 1 h 30

### TRANCHE D'ÂGE

12-15 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Après avoir introduit le cycle du carbone, cette séance illustre la façon dont le carbone circule d'un réservoir (les ressources fossiles et les animaux continentaux) à un autre (l'atmosphère).

Au cours de cette séance, les élèves apprennent :

- ~ À distinguer les énergies renouvelables et non renouvelables ;
- ~ Que la combustion de ressources fossiles ou de bois libère du  $\text{CO}_2$  dans l'atmosphère, mais produit de l'énergie ;
- ~ Que la fermentation dans l'estomac des ruminants conduit à la production de méthane qui est libéré dans l'atmosphère ;
- ~ Que ce méthane peut être utilisé comme source d'énergie peu chère ;
- ~ Que les gaz libérés dans l'atmosphère lors de la combustion et de la fermentation participent à l'effet de serre et donc au réchauffement climatique.

### MOTS-CLÉS

Carbone ; méthane ; fermentation ; énergies non-renouvelables et renouvelables

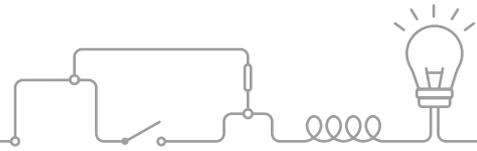
### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Expérimentation, analyse documentaire

## PRÉPARATION 10 MIN

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Cette séance facultative se focalise sur deux flux de carbone : la combustion et la fermentation. Idéalement, elle devra faire suite à la séance A4, page 55 sur le cycle du carbone, et elle peut être réalisée à la place de la séance A5, page 71, qui se focalise sur d'autres flux.



### MATÉRIEL

- **FICHES A6.1** et **A6.2** (peuvent être projetées en classe entière).
- **FICHES A6.3, A6.4** et **A6.5** (une par binôme).
- 2 petits bocaux avec couvercles, de préférence avec un goulot pour éviter que le  $\text{CO}_2$  ne ressorte trop vite
- Un petit morceau de charbon (bien brûlé), de bois, de bouchon, suffisamment petit pour rentrer dans les bocaux. Essayez de prendre des échantillons de même poids. Vous pouvez également utiliser des matériaux différents, selon les disponibilités ou les propositions de vos élèves (essence, terre de tourbière...)
- Gants ignifugés
- Un briquet ou une boîte d'allumettes
- Une pince pour tenir le morceau de charbon/de bois
- De l'eau de chaux : pour la fabriquer, diluez de l'hydroxyde de calcium dans de l'eau, en le laissant reposer un peu. Verser ensuite la partie transparente de la solution dans un flacon, en veillant à ce que le précipité reste au fond de la précédente bouteille. Fermez précautionneusement le flacon. Vous pouvez ensuite utiliser la solution d'eau de chaux limpide pour vos expériences.

## INTRODUCTION 10 MIN

Demandez aux élèves de récapituler ce qu'ils ont appris lors de la séance A4 sur les réservoirs de carbone de la Terre et les flux de carbone entre ces réservoirs. Expliquez que cette séance se concentre sur les activités humaines qui jouent un rôle dans le cycle du carbone. Afin de les étudier, les élèves devront aider un agriculteur qui élève du bétail et qui souhaite réduire son impact sur l'environnement. Il utilise pour le moment des ressources fossiles comme principale source d'énergie, mais en voyant la **FICHE A6.1**, il est toujours sceptique sur le lien entre l'utilisation de ressources fossiles et les émissions de dioxyde de carbone. Les élèves devront alors lui démontrer que l'utilisation des ressources fossiles émet du dioxyde de carbone, et le convaincre d'utiliser une autre source d'énergie.

Cette séance est proposée en 2 parties indépendantes : une se focalise sur la combustion et l'utilisation d'énergie fossile, la seconde sur l'agriculture et la fermentation.

## DÉROULEMENT 1 H 10 MIN

### PARTIE 1 : LA COMBUSTION 40 MIN

Nous suggérons ici quelques questions clés pour animer une discussion avec toute la classe sur ce sujet. Notez les réponses de vos élèves au tableau.

1. Distribuez ou présentez à toute la classe la **FICHE A6.1**, et demandez à vos élèves de l'analyser. *Comment ont évolué les émissions de CO<sub>2</sub> associées à l'utilisation des ressources fossiles depuis 1850? Comment pouvez-vous l'expliquer?* (à cause des activités humaines : transports, production d'électricité, industries, etc.)

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Dans cette fiche, nous vous proposons deux niveaux de difficulté : le premier graphique est pour les élèves plus jeunes, alors que le second peut être utilisé avec des élèves plus avancés. Ce dernier se focalise sur les 5 pays les plus émetteurs de CO<sub>2</sub> et peut donc servir de support pour traiter des questions de justice climatique. C'est à vous de sélectionner le document le plus adapté au niveau de vos élèves.

2. Si vous utilisez le deuxième graphique de la **FICHE A6.1**, demandez d'abord aux élèves d'analyser le graphique pour identifier les pays qui contribuent le plus aux émissions de CO<sub>2</sub>, puis comment ceci a évolué au cours des dernières décennies. Vous pouvez ensuite débattre en classe afin de déterminer si les pays devraient tous réduire de manière égale leurs émissions, ou bien si cela devrait être proportionnel à ce qu'ils émettent. *Est-ce que d'autres paramètres, comme le niveau de développement, la qualité de vie, etc. devraient être pris en considération?* Demandez-leur de justifier leurs réponses.

3. Indiquez que de nombreuses activités humaines nécessitent de l'énergie, principalement fournie par la combustion de ressources fossiles. *Puisque les ressources fossiles sont brûlées pour être utilisées, comment pourriez-vous montrer à l'agriculteur que cela libère du CO<sub>2</sub>? Pouvez-vous imaginer une expérience qui le permettrait?*

4. Voici l'expérience simple qu'il est possible de faire (vous pouvez soit choisir de faire cette expérience comme une démonstration de l'enseignant, soit laisser les élèves la réaliser eux-mêmes en groupes) :

- Allumez le morceau de charbon ou de bois.
- Mettez-le dans un bocal et fermez-le immédiatement, pour permettre au charbon/bois de brûler à l'intérieur. Attendez que le charbon/bois cesse de brûler.
- En veillant à ce que l'air contenant du dioxyde de carbone ne s'échappe pas, retirez rapidement et avec précaution le bois/le charbon du bocal (en portant des gants de protection) et versez un peu d'eau de chaux dans celui-ci.
- Fixez le couvercle du bocal et secouez-le. Si les élèves ont déjà fait des expériences avec de l'eau de chaux, demandez-leur de se rappeler comment elle réagit avec le dioxyde de carbone ; sinon, expliquez la réaction.
- À titre de contrôle, versez la même quantité d'eau de chaux dans un autre bocal vide et secouez-le.
- Placez les deux bocaux l'un à côté de l'autre et observez.
- Les élèves observeront que l'eau de chaux devient trouble dans le premier bocal mais pas dans le second, ce qui indique que du CO<sub>2</sub> a été produit pendant la combustion.

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Si cette expérience est réalisée par des groupes d'élèves, vous pouvez leur faire manipuler différents combustibles de même poids pour voir s'ils produisent tous du CO<sub>2</sub> lorsqu'ils brûlent, et ceux qui en produisent le plus. Cette observation sera néanmoins indirecte, en observant le niveau de turbidité de l'eau de chaux.

5. Demandez à tous les groupes de partager et de compiler leurs résultats afin de conclure à partir des données collectives : la combustion de différents matériaux (dont les ressources fossiles) produit du CO<sub>2</sub> et la quantité produite dépend du matériau. En utilisant des ressources fossiles, les humains augmentent donc le flux de carbone vers l'atmosphère.

6. Expliquez aux élèves que maintenant que le fermier est convaincu que l'utilisation des ressources fossiles libère du CO<sub>2</sub>, ils vont devoir lui proposer une source d'énergie alternative. Quelles sources d'énergie connaissez-vous? Vous pouvez leur montrer ou leur distribuer la **FICHE A6.2** afin qu'ils en identifient plusieurs. *Quelles différences faites-vous entre les énergies renouvelables et non renouvelables ?* L'énergie renouvelable provient de sources qui ne s'épuisent pas ou qui peuvent être reconstituées dans un court laps de temps - vent, eau, soleil, biomasse, géothermie. En revanche, l'énergie non renouvelable provient de sources qui ne peuvent pas être reconstituées rapidement - pétrole, charbon, gaz naturel, énergie nucléaire.

## NOTE À L'ENSEIGNANT

La combustion et la fermentation font partie du cycle du carbone, puisqu'elles conduisent à une production de dioxyde de carbone qui rejoint l'atmosphère.

### COMBUSTION

La combustion est une réaction chimique entre un matériau **combustible** (par ex, du bois) et un **comburant** (du dioxygène dans la majorité des cas). La combustion des ressources fossiles implique de brûler du carbone organique (charbon, pétrole, gaz naturel, etc.) ce qui libère du dioxyde de carbone et de l'eau, selon la réaction suivante :



Cette équation montre que la combustion de méthane libère du dioxyde de carbone, qui représentait 65% des émissions de GES en 2010<sup>1</sup>. Ainsi, la combustion du gaz naturel (contenant du méthane) est responsable du réchauffement climatique puisqu'elle libère du CO<sub>2</sub>. Mais il s'agit là d'un exemple parmi d'autres, car la combustion de bois ou de charbon émet également du CO<sub>2</sub> :

#### Combustion du charbon :



#### Combustion du bois :

(en considérant qu'il n'est composé que de cellulose) :



### FERMENTATION

La fermentation est un processus naturel qui se produit chez certains organismes et dans certaines conditions : par exemple, dans l'estomac des vaches, une quantité importante de bactéries méthanogènes libèrent du méthane à partir des molécules se trouvant dans l'herbe ingérée par les bovins. La différence avec la combustion est que les molécules carbonées produites sont différentes : en effet, la fermentation produit du méthane (CH<sub>4</sub>) et non du dioxyde de carbone. Ce méthane rejoint ensuite directement l'atmosphère notamment à travers les pets et les rots des vaches, mais aussi à partir de leur bouse, contribuant ainsi à l'effet de serre.

Il s'agit là d'un bon exemple pour montrer que lutter contre le changement climatique ne se limite pas à éliminer ou à réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, puisque d'autres gaz sont également impliqués. De plus, le méthane a un effet encore plus prononcé sur le réchauffement, puisqu'une tonne de ce gaz réchauffe 28 fois plus que la même quantité de CO<sub>2</sub>.

Une méthode appelée la « méthanisation » a récemment été développée pour utiliser ce méthane directement comme source d'énergie. Au cours de ce processus, du biogaz (qui contient du méthane) est produit, à partir de déchets alimentaires ou de bouse de vache qui fermentent. Ce biogaz est ensuite stocké dans un récipient fermé et distribué jusqu'à différents endroits à travers un réseau de pipelines munis de valves. Il peut alors être utilisé pour cuisiner, produire de l'eau chaude ou chauffer des maisons, entre autres. Il s'agit d'un moyen efficace de réduire les déchets, tout en produisant une énergie économique. Cette méthode est déjà utilisée dans certains pays, et elle représentait 14% de la consommation mondiale d'énergie en 2014<sup>2</sup>.

1 <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>

2 [https://www.worldbioenergy.org/uploads/WBA%20GBS%202017\\_hq.pdf](https://www.worldbioenergy.org/uploads/WBA%20GBS%202017_hq.pdf)

1. Expliquez alors aux élèves qu'ils vont se concentrer sur une source d'énergie renouvelable que l'on appelle la biomasse, parce qu'elle provient de matière organique issue d'êtres vivants. Dans le cas de notre agriculteur, il pourrait très bien envisager d'utiliser du biogaz comme source d'énergie. Afin de comprendre comment il pourrait s'en servir, les élèves devront travailler par groupe de 6, un binôme se focalisant à chaque fois sur un aspect de l'utilisation de ce biogaz.

Au sein de leur groupe, ils devront répondre aux questions suivantes :

- *Qu'est-ce que le biogaz ?*
- *D'où provient-il ?*
- *Comment peut-il être utilisé ?*
- *Pourquoi est-ce une bonne idée de l'utiliser plutôt que de laisser le méthane s'échapper vers l'atmosphère ?*
- *En quoi peut-il être considéré comme une source d'énergie renouvelable ?*

2. Pour mener à bien leur mission, chaque binôme jouera un rôle spécifique : distribuez-leur les fiches **FICHES A6.3** et **A6.5**, pour qu'ils en prennent connaissance :

- *Vétérinaire* : **FICHE A6.3**
- *Militant écologiste* : **FICHE A6.4**
- *Ingénieur* : **FICHE A6.5**

3. Chaque binôme « d'experts » doit analyser ses documents pour trouver les informations demandées.

En groupes de 6, les élèves peuvent maintenant présenter ce qu'ils ont appris (comment le méthane se forme, pourquoi est-ce qu'il constitue une menace pour le climat, et comment certains déchets peuvent être utilisés comme source d'énergie), sous la forme d'une présentation numérique ou d'un dessin ou d'une affiche géante.

Leur présentation doit expliquer :

- Le lien entre la combustion des ressources fossiles et les émissions de CO<sub>2</sub>, et l'impact que cela a sur l'atmosphère (la combustion produit du CO<sub>2</sub> qui se déplace alors très rapidement du réservoir des ressources fossiles vers l'atmosphère).
- Le lien entre l'élevage et la hausse des températures (le bétail produit du méthane durant la fermentation, ce qui réchauffe l'atmosphère)
- L'utilisation que nous – en tant qu'êtres humains – faisons de ces processus (les deux processus produisent de l'énergie ; les émissions de méthane pourraient être réduites en transformant le méthane produit par le bétail en biogaz, ce qui entraînerait la production d'énergie)
- Les avantages et les inconvénients de l'utilisation de ces procédés (La combustion est la plus utilisée et produit une énorme quantité d'énergie, mais elle n'est pas renouvelable. Le biogaz est un moyen bon marché et facile d'obtenir de l'énergie dans de nombreuses régions du monde, mais il est actuellement sous-développé et nécessite des infrastructures).



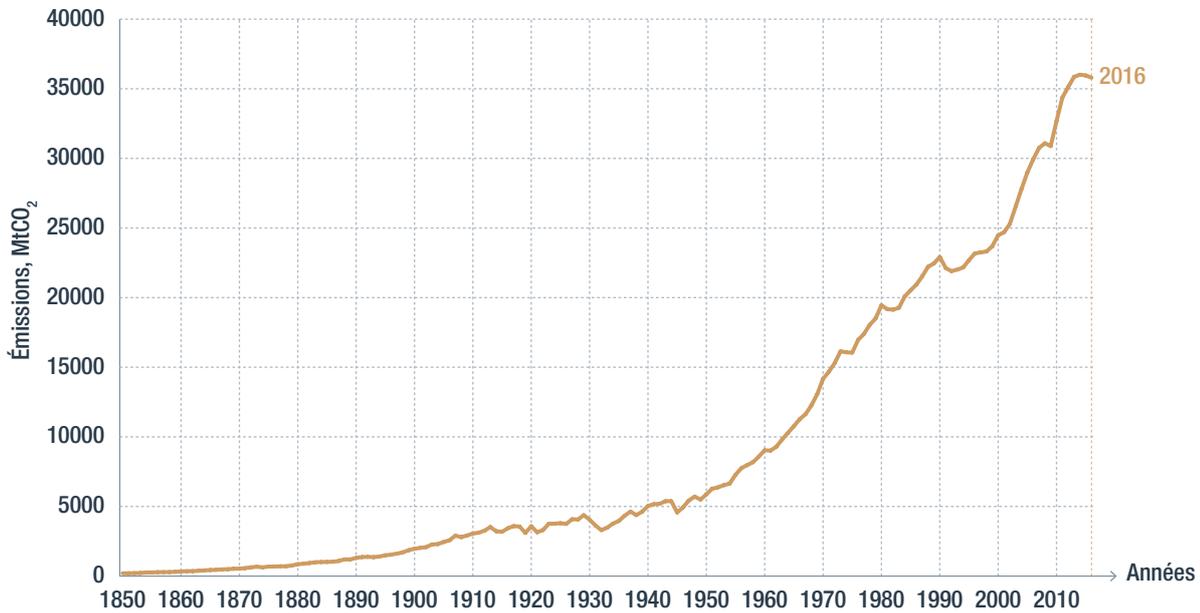


## FICHE A6.1

### DOCUMENT 1 :

#### ÉMISSIONS MONDIALES DE CO<sub>2</sub> ASSOCIÉES AUX RESSOURCES FOSSILES, ENTRE 1850 ET 2016

Ce document présente les émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'utilisation de ressources fossiles depuis 1850.

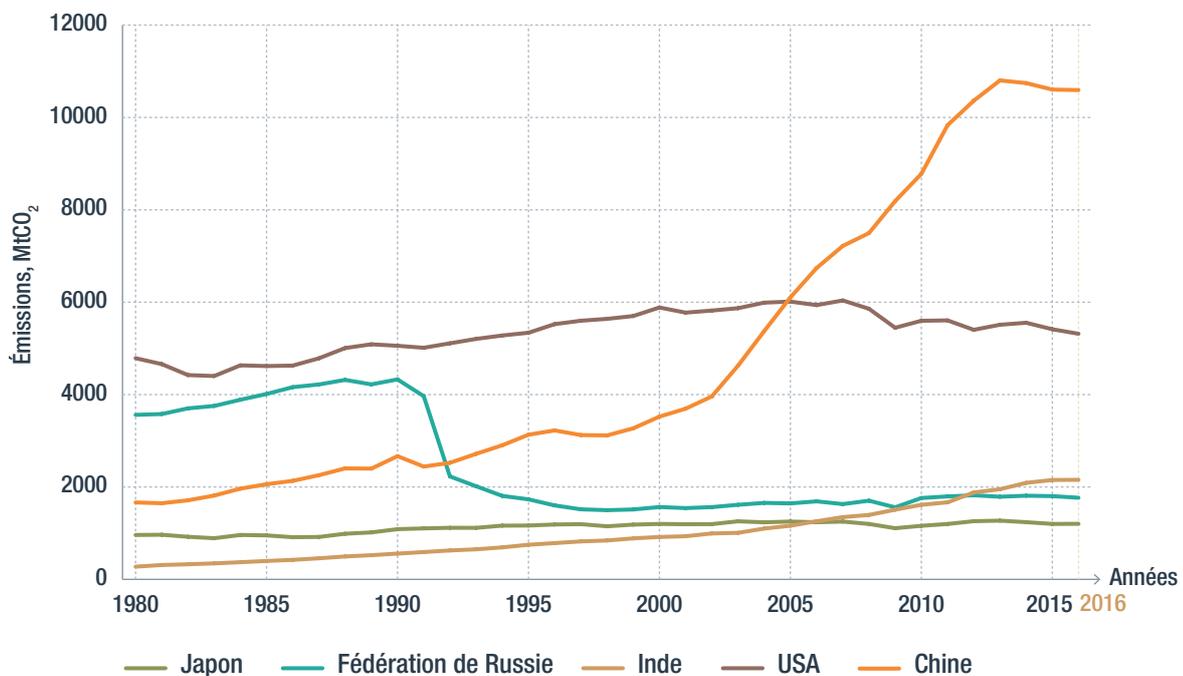


MtCO<sub>2</sub> signifie « million de tonnes de dioxyde de carbone ».

Source : US EIA Historical Statistics for 1980-2016. US Energy Information Administration, World Bank, Gampinder.org, via : <https://www.theshiftdataportal.org>

### DOCUMENT 2 : ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> ASSOCIÉES AUX RESSOURCES FOSSILES, ENTRE 1980 ET 2016

Ce document présente les émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'utilisation de ressources fossiles dans 5 pays depuis 1980.



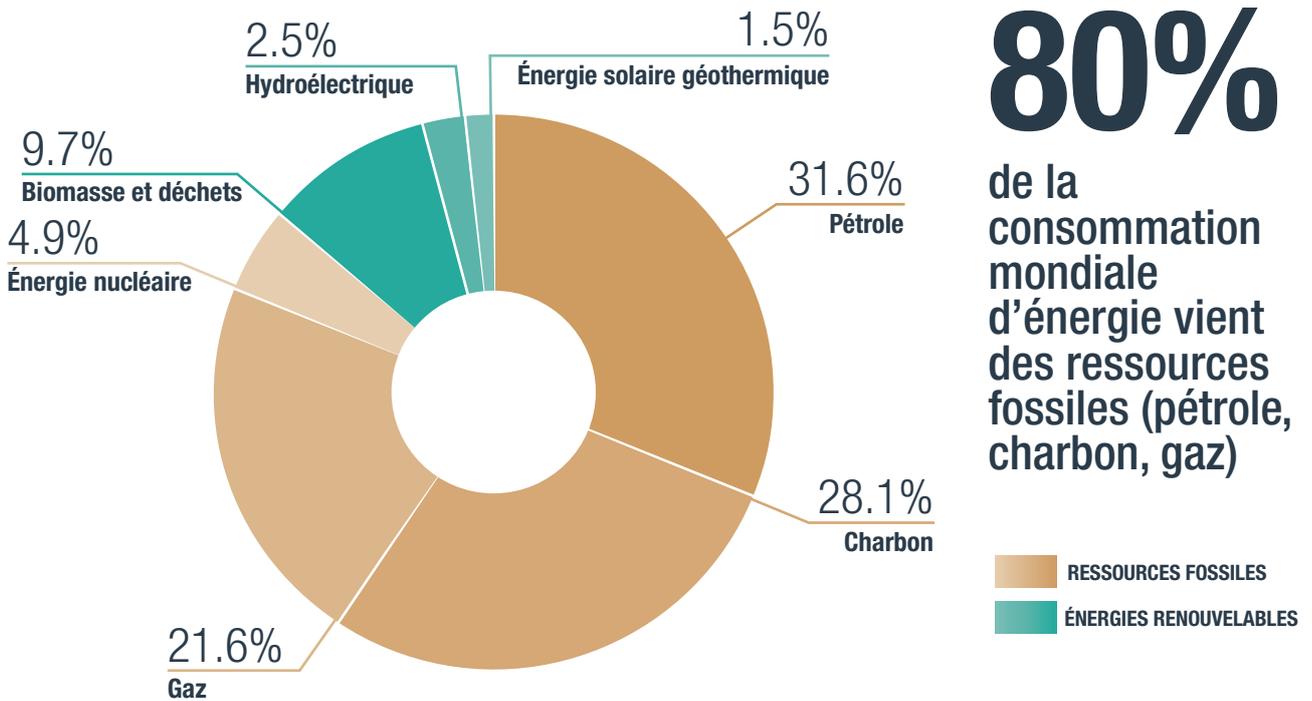
MtCO<sub>2</sub> signifie « million de tonnes de dioxyde de carbone ».

Source : US EIA Historical Statistics for 1980-2016. US Energy Information Administration, World Bank, Gampinder.org, via : <https://www.theshiftdataportal.org>



Ce document montre la répartition de l'énergie utilisée selon différentes sources :

- Quelle est la source principale d'énergie dans le monde actuellement ?
- Est-ce une ressource renouvelable ou non renouvelable ?



En 50 ans, la **population mondiale a été multipliée par 2.5,**  
mais la **consommation d'énergie par 5 !**

Source : Adapté du guide « Comment agir pour la planète ? », ADEME.

<https://bibliothèque.ademe.fr/developpement-durable/1776-comment-agir-pour-la-planete--9791029709562.html>

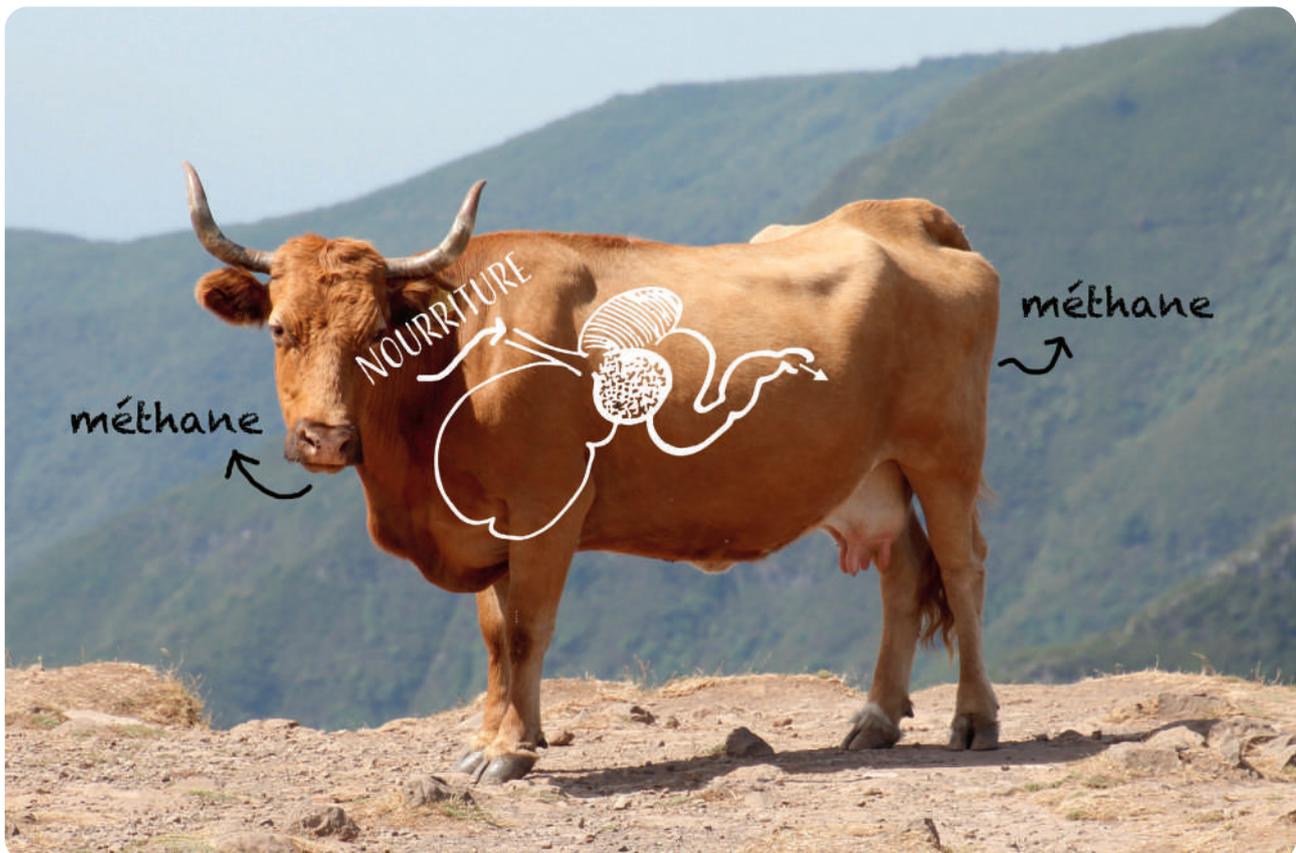


### VÉTÉINAIRE

- ➔ **Votre mission :** vous êtes des vétérinaires et vous devez expliquer à l'agriculteur comment il pourrait « utiliser » ses bovins comme une source d'énergie. En lisant le document ci-dessous, expliquer ce qui se produit lorsque les bovins ruminent et comment cela pourrait servir de source d'énergie.

Les bovins, comme les autres ruminants, ont un estomac particulier : en réalité, ils n'en ont pas un mais quatre ! Chaque « estomac » contient des millions de microbes qui fabriquent de l'énergie utilisable pour la vache à partir de l'herbe qu'elle avale. Ce faisant, elles **produisent aussi du méthane**, un gaz riche en carbone, qui se retrouve ensuite dans l'atmosphère lorsque les vaches rotent, pètent, et qui est aussi émis par leur bouse. Bien qu'il ne soit pas possible de récupérer le méthane issu des rots ou des pets, peut-être que l'on peut quand même récupérer celui qui vient de la bouse ?

Le gaz naturel qui est utilisé comme source d'énergie dans certains logements ou industries est composé à 90% de méthane, et peut être produit lorsque la bouse (ou d'autres matières organiques) se décomposent.





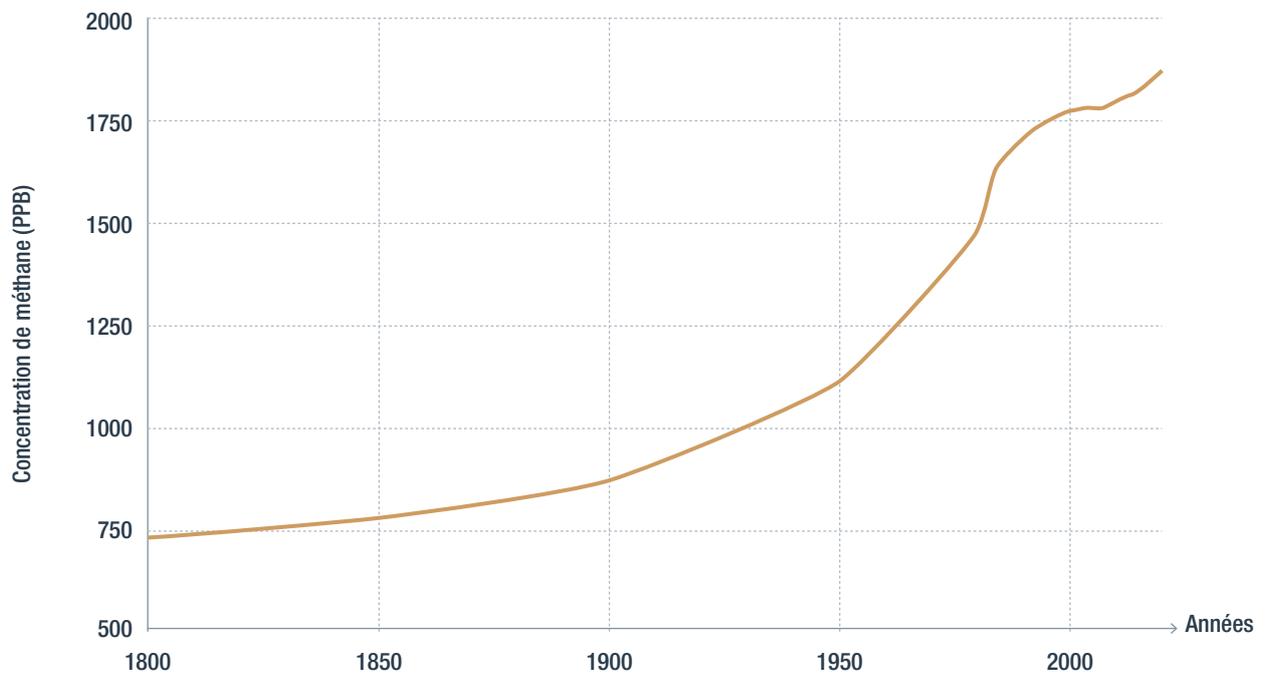
## MILITANT ÉCOLOGISTE

➔ **Votre mission :** vous êtes des militants écologistes et vous devez expliquer à l'agriculteur en quoi les bovins peuvent représenter une menace pour le climat. Grâce au document ci-dessous, expliquez comment a évolué la quantité de méthane dans l'atmosphère depuis un siècle et en quoi cela peut être un problème.

Ce graphique montre l'évolution de la concentration de méthane ( $\text{CH}_4$ ) atmosphérique depuis 1800.

Le méthane est un **gaz à effet de serre**, qui est produit notamment dans l'agriculture. Il est plus puissant que le dioxyde de carbone, puisqu'il peut réchauffer l'atmosphère **jusqu'à 30 fois plus que le  $\text{CO}_2$**  !

### ÉVOLUTION DE LA CONCENTRATION MONDIALE DE MÉTHANE ATMOSPHÉRIQUE DEPUIS 1800



PPB signifie partie par billion (=milliard).

Source : Adapté de <https://www.methanelevels.org>



INGÉNIEUR

→ Votre mission : vous êtes des ingénieurs et vous devez expliquer à l'agriculteur comment il peut produire de l'énergie à partir des bouses de ses vaches. Grâce aux documents ci-dessous, expliquez la manière dont on peut produire du biogaz à partir des déchets, et en quoi celui-ci est considéré comme une ressource renouvelable.

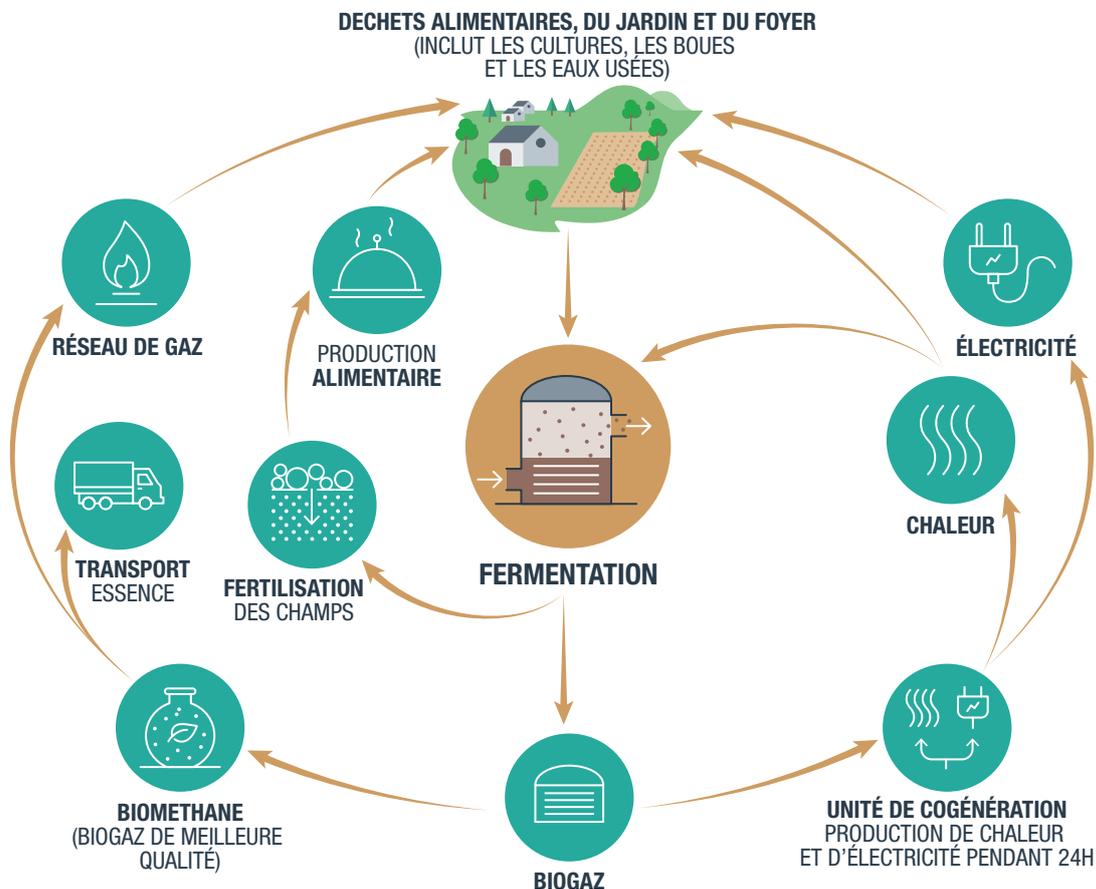
DOCUMENT 1 : VIDÉO SUR L'USAGE DES TERRES ET LES BIOGAZ



<https://arco.de/bcjFsJ>



DOCUMENT 2 : LES DIFFÉRENTS USAGES DU BIOGAZ



Source : Adapté de <https://adbioresources.org/about-ad/>

## SÉQUENCE B

# POURQUOI LES TERRES SONT IMPORTANTES POUR NOUS ?

Reconnaître que l'espèce humaine est responsable du changement climatique est une première étape dans la compréhension de ce phénomène. L'étape suivante consiste à étudier **le lien entre les terres et le changement climatique**. En acquérant des connaissances sur les différentes utilisations des terres par les humains, on prend conscience de la nécessité de les protéger de l'impact du changement climatique.

Selon leur culture et leurs origines, les communautés humaines utilisent les terres et leurs ressources de différentes manières : c'est cet aspect que nous allons aborder au cours des deux premières activités. L'activité B3 met en avant les questions relatives au sol et la B4 aborde les forêts.

Cette séquence comprend un jeu de rôle et un jeu de plateau, des expérimentations et une sortie scolaire.

### LISTE DES SÉANCES

Séance principale

Séance facultative

<input checked="" type="radio"/>	<b>B1</b>	9-12 ans	<b>Nos ressources naturelles</b> SVT, Histoire-géographie Les élèves prennent conscience de la dépendance des humains vis-à-vis des terres et des ressources précieuses qui en proviennent.	page 85
<input checked="" type="radio"/>	<b>B2</b>	9-15 ans	<b>Différents types de sols et leur utilisation</b> SVT, Histoire-géographie Les élèves découvrent le lien entre les différents types de sol et les écosystèmes naturels qui y sont installés, ainsi que l'importance des terres pour la planète et les communautés humaines. Ils apprennent à devenir des défenseurs de la planète.	page 96
<input type="radio"/>	<b>B3</b>	9-15 ans	<b>Le sol est une ressource majeure</b> SVT Afin de prévenir la dégradation des sols, les élèves réalisent des expériences pour étudier les propriétés des différents sols et de leur couverture. Ils étudient également leur biodiversité et le rôle de celle-ci.	page 115
<input type="radio"/>	<b>B4</b>	9-15 ans	<b>Les forêts, les humains et le changement climatique</b> SVT, Histoire-géographie Lors d'une sortie en forêt les élèves apprennent l'importance du rôle des arbres et des forêts pour les êtres vivants et leur lien avec le climat.	page 126

# SÉANCE B1

## NOS RESSOURCES NATURELLES

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences de la vie et de la terre, histoire-géographie

### DURÉE

- ~ Préparation : 15 min
- ~ Activité : 55 min à 1 h 15

### TRANCHE D'ÂGE

9-12 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les élèves prendront conscience de la dépendance de l'espèce humaine vis-à-vis des terres et de sa provision en ressources précieuses.

Les élèves vont :

- ~ Apprendre que la Terre est composée de plusieurs ressources naturelles, dont les plantes, les animaux, l'eau, les roches et les combustibles fossiles
- ~ Apprendre que les matériaux importants pour l'homme sont fabriqués à partir de ces ressources naturelles
- ~ Classer les objets courants que nous utilisons dans notre vie quotidienne en fonction des ressources dont ils sont issus
- ~ Catégoriser les objets qui exigent plus de ressources que les autres
- ~ Apprendre que la Terre fournit des ressources, du matériel, un endroit pour vivre, de la nourriture, de l'eau douce et d'autres biens.

### MOTS-CLÉS

Utilisation des terres ; ressources ; services écosystémiques ; besoins humains ; ressources naturelles

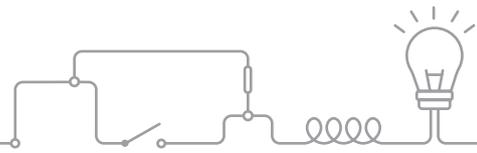
### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Jeu sérieux

## PRÉPARATION 5-10 MIN

### MATÉRIEL

- Cartes « ressources naturelles » (1 jeu/groupe) – **FICHE B1.1**
- Cartes O, B, J, E, T (1 jeu / groupe) – **FICHE B1.2**
- Planche de jeu (1 par élève, chaque élève d'un groupe doit avoir une planche différente) – **FICHES B1.3 à B1.7**
- Une dizaine de pions, cailloux ou autre pour marquer les cases objet (optionnel)



- Une plastifieuse (optionnel)
- Des feutres de couleur (effaçable sur du plastique)

### EN AMONT DE LA SÉANCE

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Ce jeu est une variante du jeu du BINGO, les règles sont sensiblement similaires.

Pour plus d'autonomie, le jeu peut se faire par groupe.

Imprimer le nombre nécessaire de jeu « ressources naturelles » ; « objet » et de planches de jeu. Si vous possédez une plastifieuse, vous pouvez plastifier les planches de jeu pour y rejouer.

## INTRODUCTION 15 MIN

Annoncez les enjeux de la séance aux élèves : en jouant à ce jeu, nous allons apprendre :

- que la Terre est composée de plusieurs ressources naturelles
- que les objets importants pour l'Homme sont fabriqués à partir de ces ressources naturelles
- à classer les objets de la vie quotidienne, en fonction des ressources naturelles utilisées pour les fabriquer.

Avant de commencer le jeu, prenez un objet à portée de main (par exemple vos chaussures ; une montre ; un habit), et demandez : *en quoi est fabriqué cet objet ? En tissu ? D'où vient le tissu ? D'une plante ? d'un animal etc.* Après quelques objets vous pouvez noter au tableau les différents matériaux et l'origine de ces matériaux. Vous arrivez à 5 grandes catégories de ressources naturelles dont sont tirés les matériaux qui composent nos objets

1. **Les plantes**
2. **Les animaux**
3. **Les matières minérales** (dont on tire le verre, le ciment...)
4. **L'eau**
5. **Les ressources fossiles** (dont on tire le plastique, le pétrole...)



## NOTE À L'ENSEIGNANT

Les ressources naturelles sont des matériaux provenant de la nature qui sont utilisés pour garantir la vie et les besoins des personnes. L'environnement, et ici, plus précisément, les terres, fournissent des services naturels aux humains ; on les appelle « **services écosystémiques** ».

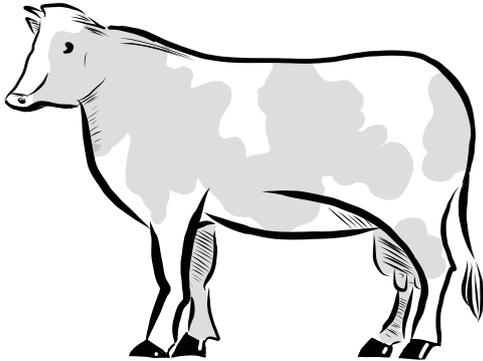
Toutes les sociétés profitent des ressources naturelles de la terre pour produire des objets nécessaires dans tous les domaines de la vie quotidienne (habitation, vêtements, médicaments, jeux et art, nourriture et boissons, etc.).

On peut classer les ressources naturelles selon 5 catégories :

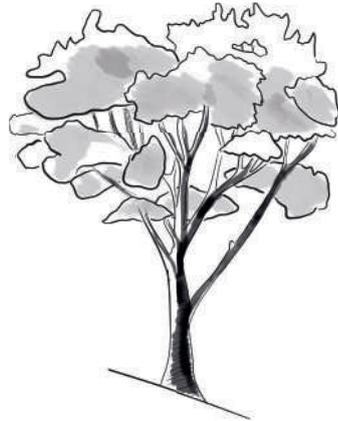
- **L'eau** (l'eau douce stockée dans les nappes phréatiques)
- **Les ressources minérales** (provenant des roches et du sable, comme le ciment, le verre ou les métaux...)
- **Les ressources fossiles** (le pétrole, les plastiques ou certains produits chimiques de synthèse, présents par exemple dans certains médicaments)
- **Les animaux** (produits animaux, soit basés sur des êtres vivants, comme la viande, la laine ou le cuir, ou issus de productions animales comme le lait ou le miel).
- **Les plantes** (pour les fibres et la construction : le bois, le papier, ou le coton par exemple. Pour la nourriture comme les fruits et légumes).



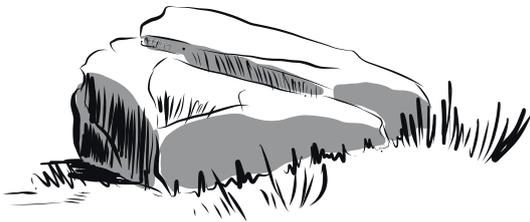
**ANIMAUX**



**PLANTES**



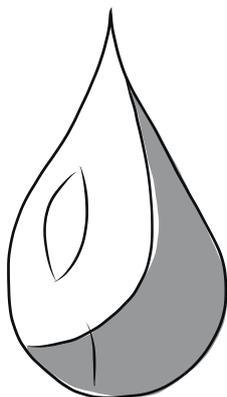
**RESSOURCES NATURELLES**



**RESSOURCES FOSSILES**



**EAU**



**COMMENT GAGNER**

La première personne à avoir complété une ligne, une colonne ou une diagonale (5 objets) a gagné. La première personne à avoir complété un objet de chaque catégorie a gagné.



**RÈGLES DU JEU**

À tour de rôle un maître du jeu tire une carte lettre et une carte ressource. Les joueurs cochent un objet qui nécessite cette ressource dans la colonne correspondant à la lettre tirée. Le maître du jeu remet la lettre et la ressource dans la pile, mélange et passe à son voisin qui devient le nouveau maître du jeu.



O

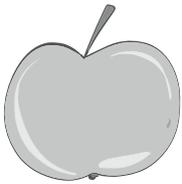
B

J

E

T

Pomme



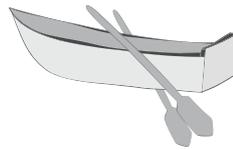
Aspirine



Ballon



Barque en bois



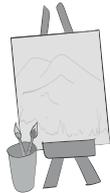
Soda



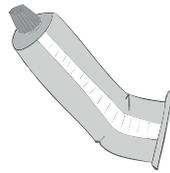
Chaussures



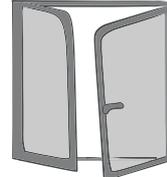
Peinture



Dentifrice



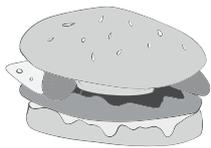
Fenêtre



Gâteau



Hamburger



Immeuble



Lait



Maison en bois



Miel



Papier toilette



Pull en laine



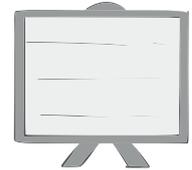
Eau



Sweat-shirt



Télévision



T-shirt



Vélo



Voiture



Jeu en bois



Maison en pierre





O

B

J

E

T

Télévision



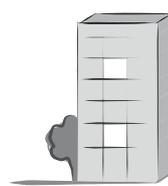
Jeu en bois



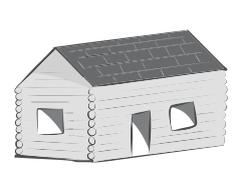
Peinture



Immeuble



Maison en bois



Pomme



Sweat-shirt



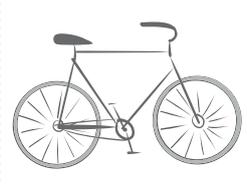
Soda



Chaussures



Vélo



Pull en laine



T-shirt



Maison en pierre



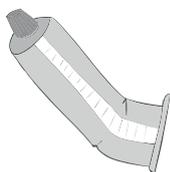
Hamburger



Ballon



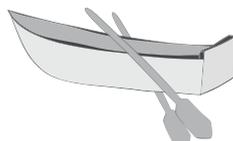
Dentifrice



Papier toilette



Barque en bois



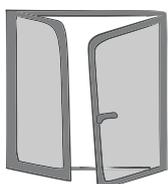
Eau



Miel



Fenêtre



Voiture



Lait



Aspirine



Gâteau





O

B

J

E

T

Jeu en bois



Soda



Immeuble



Papier toilette



Lait



Maison en pierre



Chaussures



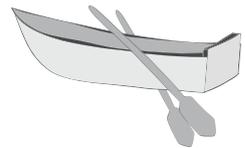
Maison en bois



Voiture



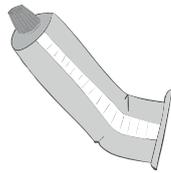
Barque en bois



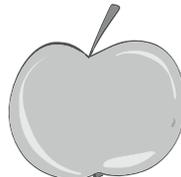
Miel



Dentifrice



Pomme



T-shirt



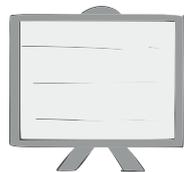
Gâteau



Eau



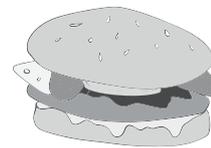
Télévision



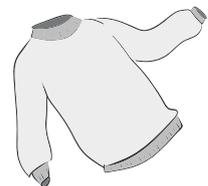
Aspirine



Hamburger



Pull en laine



Sweat-shirt



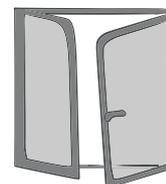
Peinture



Vélo



Fenêtre



Ballon





O

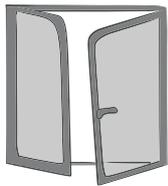
B

J

E

T

Fenêtre



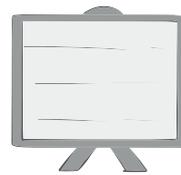
Vélo



Miel



Télévision



Lait



Immeuble



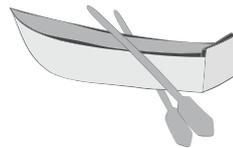
Jeu en bois



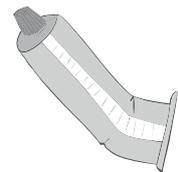
Peinture



Barque en bois



Dentifrice



Voiture



T-shirt



Gâteau



Papier toilette



Eau



Maison en pierre



Sweat-shirt



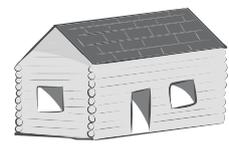
Aspirine



Pull en laine



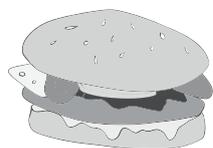
Maison en bois



Soda



Hamburger



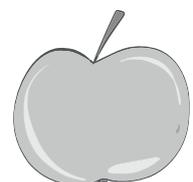
Ballon



Chaussures



Pomme





O

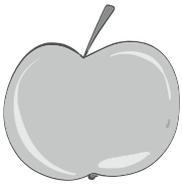
B

J

E

T

Pomme



Peinture



Chaussures



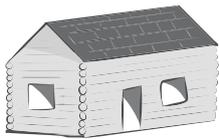
Eau



Aspirine



Maison en bois



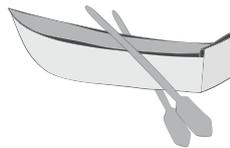
Ballon



Maison en pierre



Barque en bois



Vélo



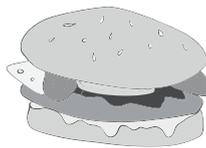
Sweat-shirt



Gâteau



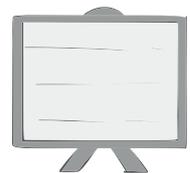
Hamburger



Miel



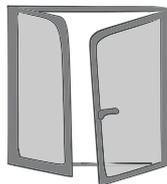
Télévision



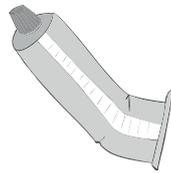
Soda



Fenêtre



Dentifrice



Pull en laine



T-shirt



Immeuble



Voiture



Jeu en bois



Papier toilette

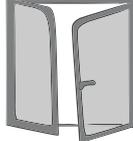
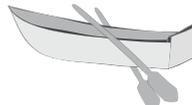


Lait





# FICHE B1.8

<b>SE LOGER</b>	<b>Immeuble</b>  	<b>Fenêtre</b>  	<b>Maison en bois</b>  	<b>Maison en pierre</b>  
<b>S'HABILLER</b>	<b>T-shirt</b>  	<b>Pull en laine</b>  	<b>Chaussures</b>  	<b>Sweat-shirt</b>  
<b>S'AMUSER</b>	<b>Peinture</b>  	<b>Jeu en bois</b>  	<b>Ballon</b>  	<b>Télévision</b>  
<b>MANGER</b>	<b>Pomme</b>  	<b>Hamburger</b>  	<b>Gâteau</b>  	<b>Miel</b>  
<b>BOIRE</b>	<b>Lait</b>  	<b>Eau</b>  	<b>Soda</b>  	
<b>SE DÉPLACER</b>	<b>Voiture</b>  	<b>Barque en bois</b>  	<b>Vélo</b>  	
<b>PRENDRE SOIN DE SOI</b>	<b>Papier toilette</b>  	<b>Dentifrice</b>  	<b>Aspirine</b>  	

# SÉANCE B2

## DIFFÉRENTS TYPES DE SOLS ET DIFFÉRENTS USAGES

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences de la vie et de la terre, Géographie

### DURÉE

- ~ Préparation : 15 min
- ~ Activité : 1 h 20

### TRANCHE D'ÂGE

9-15 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les élèves découvrent le lien entre les différents types de sol et les écosystèmes naturels qui y sont installés, ainsi que l'importance des terres pour la planète et les communautés humaines.

Les élèves apprennent :

- ~ la grande diversité des sols observables sur la planète
- ~ qu'une écorégion est définie par son sol et l'écosystème qui y est installé
- ~ que les animaux et les communautés humaines dépendent des ressources fournies par les écorégions.
- ~ à devenir des défenseurs de la planète.

### MOTS-CLÉS

Écosystèmes continentaux; sol; stockage du CO<sub>2</sub>; biodiversité; services écosystémiques; besoins humains; connaissances locales autochtones

### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Analyse de documents



- Pour la classe : une carte du monde avec les éco-régions, imprimée si possible en A3 – **FICHE B2.2**
- Imprimez une copie de chaque carte de la **FICHE B2.6** pour accrocher au tableau (ou à projeter)
- Pour chaque élève, imprimez la **FICHE B2.7**.

### INTRODUCTION 10 MIN

Montrez la vidéo du chef Raoni invitant les dirigeants du monde entier à protéger l'Amazonie à vos élèves (ou distribuez et lisez le texte de la **FICHE B2.1**).



Engagez une discussion de classe à partir de la vidéo :

- *Qui est cet homme selon vous ? D'où vient-il ? Pourquoi est-il en colère ?* Le chef Raoni (Raoni Metuktire) est un chef d'une tribu autochtone (ou peuple racine; peuple premier) qui vit en Amazonie avec le peuple Kayapo au Brésil, dans le territoire de Capoto-Janira.
- *Pourquoi la forêt est-elle importante pour les Indiens Raoni ?*
- *Est-ce que la forêt est seulement importante pour eux ? Que permet la forêt amazonienne pour l'humanité ?*
- *À qui d'autre profite la forêt ? Les animaux ?*
- *Avez-vous été impressionné par le « plaidoyer » (passez du temps pour expliquer ce qu'est un plaidoyer) ? Pensez-vous, vous aussi, qu'il faille protéger les écosystèmes ?*

Expliquez alors aux élèves qu'ils vont devoir, par groupe, défendre un écosystème de la planète. Demandez-leur pour cela **(1) de trouver des informations sur des écosystèmes puis (2) de faire un plaidoyer**. Enfin, ils passeront tour à tour par groupe pour défendre leur écosystème. Pendant qu'un groupe passe, les autres groupes devront prendre des notes sur l'exposé et voter pour celui qui les a le plus convaincu.

### PRÉPARATION 10 MIN

#### MATÉRIEL

- Option 1 : un ordinateur avec accès à internet pour montrer une vidéo en ligne
- Option 2 : **FICHE B2.1** pour une version déconnectée
- **FICHES B2.2 à B2.7**
- Optionnel : **FICHES B2.8 à B2.9**

#### EN AMONT DE LA SÉANCE

- Pour chaque groupe d'élèves (de 3 à 5 élèves par groupe), imprimez :
  - Les cartes personnage – **FICHE B2.3**
  - 1 carte d'identité écosystème – **FICHE B2.4**
  - 1 portfolio écosystème choisi par le groupe – **FICHE B2.5**

## NOTE À L'ENSEIGNANT

Les **peuples autochtones** (ou peuples racines ou encore indigènes) représentent des tribus, des communautés et des sociétés humaines vivant dans divers endroits de la planète. Ils sont dits autochtones car ils vivent souvent un mode de vie traditionnel fondé sur **une relation complexe et importante avec leur environnement naturel direct**. Par conséquent, leur environnement et la terre ont une importance vitale pour eux, en leur fournissant des services **pour l'ali-**

**mentation, l'habitat ou la culture et en étant le fondement de leur spiritualité**. Les populations indigènes ont une connaissance forte et spécifique de leur environnement et toutes ces connaissances, appelées **savoirs locaux traditionnels**, ont une grande valeur pour les stratégies d'atténuation et d'adaptation concernant le changement climatique, et de protection de la biodiversité (pour plus de détails sur ce sujet, voir la [page 19](#) de l'éclairage scientifique).

## DÉROULEMENT 55 MIN

### MISE EN PLACE DE L'ACTIVITÉ DOCUMENTAIRE 10 MIN

1. Affichez à présent la **FICHE B2.2** et demandez à chaque groupe de 3 à 5 élèves de choisir sur quel écosystème ils souhaitent travailler et défendre. En fonction des numéros, faites des équipes d'experts de terrain : chaque groupe constitue une équipe de chercheurs/ d'experts dans différents domaines.

2. Distribuez à chaque groupe les cartes « experts » et pour chaque élève une fiche bilan écosystème : **FICHES B2.3** et **B2.4**.

3. Distribuez à chaque groupe le portfolio correspondant à leur écosystème (voir **FICHE B2.5**). Affichez au tableau, ou imprimées dans la salle, les cartes mondiales de température, de précipitation et de teneur en carbone (**FICHE B2.6**).

4. Avant d'effectuer la recherche documentaire ; faites un point de vocabulaire avec les élèves et clarifiez les consignes :

- Chaque expert devra reporter sur leur fiche identité **les caractéristiques du sol et du climat** puis les **apports ou bénéfices de leur écosystème**, pour l'humanité ou pour les animaux. On parle de « **service rendu par l'écosystème** » parce que le sol et la végétation permettent aux humains de vivre, se nourrir, se chauffer, se divertir, etc.
- Vous pouvez réfléchir pendant quelques minutes avec vos élèves à la définition de service rendu par l'écosystème : demandez-leur de donner des exemples de bénéfice de la nature pour eux, à leur échelle.

- Expliquez la façon dont le climatologue peut nous renseigner si un écosystème participe plus ou moins à la régulation du climat. Par exemple, si le sol possède beaucoup de CO<sub>2</sub>, il participe à la régulation du climat. Si ce sol est détruit par les activités humaines, le CO<sub>2</sub> partira dans l'atmosphère et participera au changement climatique.

### TEMPS DE RECHERCHE EN AUTONOMIE 15 MIN

5. Chaque expert remplit une partie de la fiche identité. En fonction de la taille du groupe, une personne peut être expert de plusieurs aspects :

- **Les climatologues** vont chercher les informations au tableau / sur les cartes mondiales.
- **Les pédologues** analysent la coupe de sol et vont chercher les informations sur la quantité de carbone stockée dans le sol sur la carte du monde.
- **L'écologue, le zoologiste et l'anthropologue** doivent recueillir les informations sur les services rendus par les écosystèmes présentés dans le portfolio.

### PRÉSENTATION AUX AUTRES ÉQUIPES 30 MIN

6. Chaque groupe prépare son « plaidoyer » : il a 2 minutes pour convaincre la classe de défendre son écosystème. Pendant ce plaidoyer les élèves doivent présenter les caractéristiques de l'écosystème et les bénéfices pour l'humain ; mais aussi être convainquant ! Le but est de donner envie de protéger la beauté et l'identité de l'écosystème.

7. En fonction du temps, on peut laisser les élèves faire plus de recherches sur leur écosystème et enrichir leur plaidoyer avec des photos, vidéos, dessins etc.

8. Pendant tout le temps de l'exposé, les autres élèves complètent le tableau des services rendus aux écosystèmes : **FICHE B2.7**. Les élèves vont afficher la carte d'identité remplie à côté de la carte affichée au tableau.

**→ CONSEIL À L'ENSEIGNANT**

La grille d'évaluation de la **FICHE B2.8** est à votre disposition pour vous aider à évaluer cette activité, en particulier la partie concernant le plaidoyer.

**CONCLUSION 10 MIN**

Après avoir écouté tous les plaidoyers et rempli le tableau bilan, demandez à la classe d'élire le groupe le plus convaincant. Prenez en compte à la fois le contenu du discours sur l'écosystème, mais surtout sur la qualité du plaidoyer.

Finissez par une discussion globale : tous les écosystèmes de la planète sont différents et méritent tous, sans exception d'être protégés. Pour aider à la discussion globale, vous pouvez vous aider des questions de la **FICHE B2.7**.

Amenez les élèves à réfléchir à la place des humains dans la nature. *Est-ce que les humains exercent*

*forcément une influence néfaste sur la nature ? Que pensez-vous des coutumes des peuples présentés dans chaque écosystème ?* Pour aller plus loin sur l'importance des savoirs locaux et ancestraux des peuples autochtones, vous pouvez présenter la vidéo de l'OCE (durée 3 min).

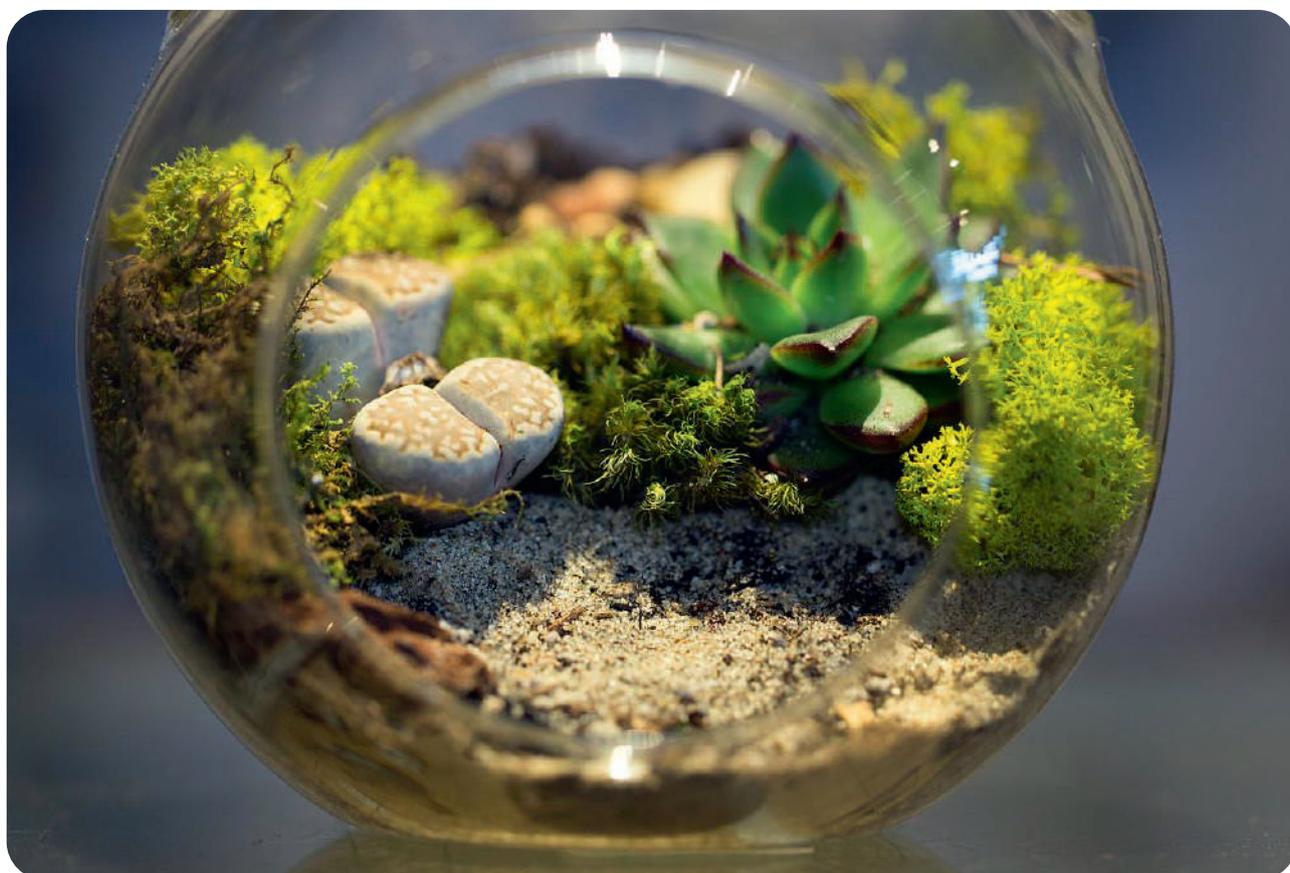


Tous ces écosystèmes terrestres ont en commun d'être liés à un sol, participant à la fois au fonctionnement du climat, et étant également support à la croissance des plantes.

*Mais savez-vous seulement comment est formé un sol et quelle est sa composition ?* Nous pourrions voir cela dans une prochaine séance.

**POUR ALLER PLUS LOIN**

Vous pouvez faire une séance de travaux pratiques sur la création de terrarium où chaque terrarium peut être rattaché à un écosystème présent sur Terre. Quelques instructions sont données sur la **FICHE B2.9** et dans la vidéo de l'OCE.



Un terrarium permet de recréer un sol et la végétation qui en dépend.



### LE MESSAGE DU CHEF RAONI POUR LA FORÊT AMAZONIENNE

*“Au rythme actuel, nous allons détruire toutes les ressources forestières.”  
Incendies, politique de Bolsonaro et défense des droits des autochtones : le message de Raoni à Brut pour la forêt amazonienne.”*



### BRUT A RENCONTRÉ LE CHEF RAONI. VOICI SON APPEL À PROTÉGER LA NATURE

Sa volonté ? Que son message pour la défense de la forêt soit entendu de tous, pour que les générations futures puissent elles aussi en profiter. Voici l'appel du chef Raoni à protéger la nature.

Le chef Raoni interpelle sur la situation en Amazonie, ravagée par des incendies. Sans la nature, les générations futures ne pourront pas vivre, selon lui, et l'Amazonie est fondamentale dans la préservation l'équilibre naturel.

Au sujet de Jair Bolsonaro, le chef Raoni revient sur les promesses de campagne du président brésilien. Il a, selon lui, menacé de supprimer l'organisation de défense des droits autochtones, la FUNAI, la Fondation Nationale de l'Indien. Pour le chef Raoni, le président Jair Bolsonaro met en péril l'indépendance des peuples autochtones et les empêche de protéger leurs terres.

Le chef Raoni en appelle donc à l'aide des chefs d'Etat pour délimiter et protéger les terres des autochtones. Le président français, Emmanuel Macron, aurait promis un soutien logistique au chef Raoni pour mener à bien cette action.

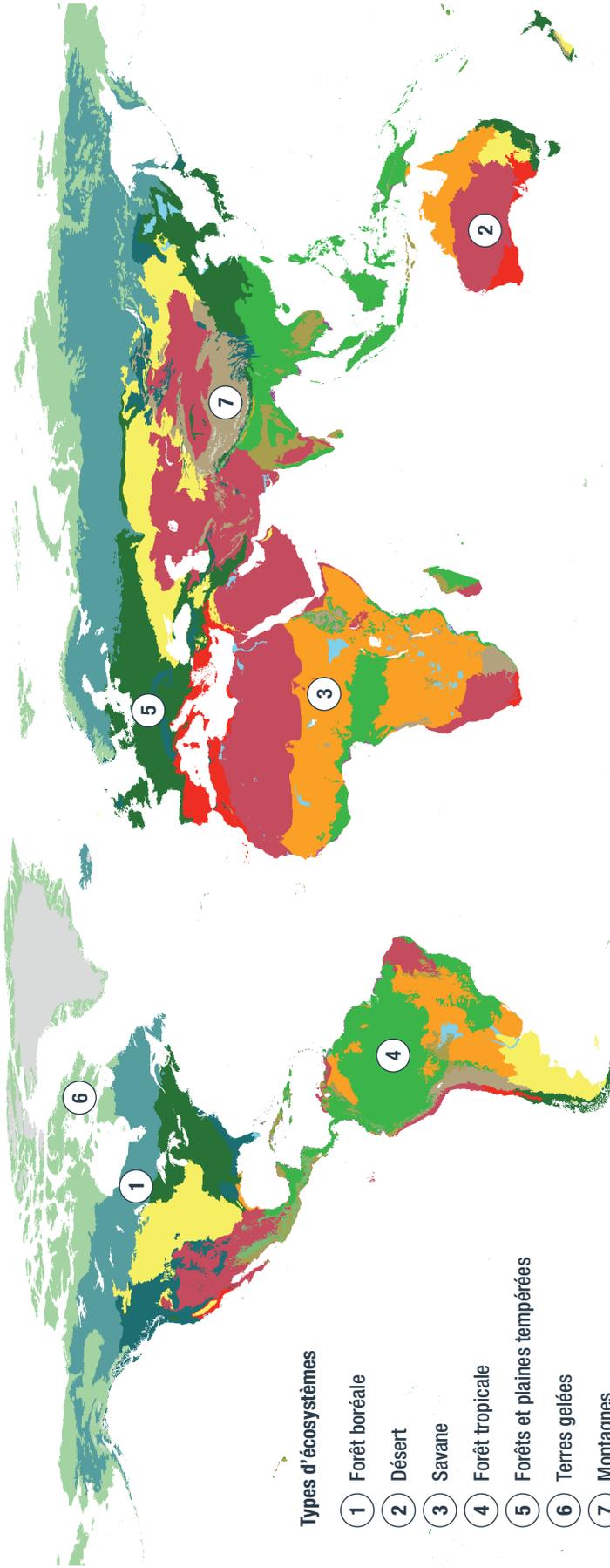
Extrait de la vidéo du Chef Raoni.



## MAPPEMONDE DES DIFFÉRENTES ÉCORÉGIONS



## FICHE B2.2



## Types d'écosystèmes

- ① Forêt boréale
- ② Désert
- ③ Savane
- ④ Forêt tropicale
- ⑤ Forêts et plaines tempérées
- ⑥ Terres gelées
- ⑦ Montagnes

## Biome

- Forêts tropicales & subtropicales humides de feuillus
- Forêts tropicales & subtropicales sèches de feuillus
- Forêts tropicales & subtropicales de conifères
- Forêts tempérées mixtes
- Forêts tempérées de conifères
- Forêt boréale / taïga
- Prairies, savanes et zones arbustives tropicales & subtropicales
- Prairies, savanes et zones arbustives tempérées
- Prairies et savanes inondées
- Prairies et zones arbustives de montagne
- Toundra
- Forêts, maquis et garrigues méditerranéens
- Déserts et zones arbustives xériques
- Mangrove
- Roches et glaces



### **ANTHROPOLOGUE**

Étudie les mœurs des sociétés humaines, en lien avec l'environnement.



### **ZOOLOGUE**

Étudie le comportement et la biologie des animaux.



### **CLIMATOLOGUE**

Étudie le climat (températures, précipitations) d'un environnement.



### **ÉCOLOGUE**

Étudie le fonctionnement d'un écosystème (lien entre le sol, les plantes et les animaux).



### **PÉDOLOGUE**

Étudie la composition du sol.

Remarque : ici l'écologue et le pédologue peuvent être la même personne.



Nom du groupe : .....

Numéro de l'écosystème : .....

Nom de l'écosystème : .....

Lieu : .....



### PÉDOLOGUE

#### CARACTÉRISTIQUES DU SOL

- ➔ Nom du sol :
- ➔ Carbone stocké (tonnes de carbone par hectare) :



### CLIMATOLOGUE

#### CLIMAT

- ➔ Température (°C) :
- ➔ Précipitations (mm) :



### ÉCOLOGUE

- ➔ Décrire l'écosystème et recenser les bénéfices qu'il apporte



### ZOOLOGUE

- ➔ Décrire les espèces clés et la façon dont elles utilisent l'écosystème



### ANTHROPOLOGUE

- ➔ Nommer la communauté locale. Comment profite-t-elle de l'écosystème ?



## ÉCOSYSTÈME 1 LA FORÊT BORÉALE DU QUÉBEC, CANADA



La forêt boréale, ou Taïga, pousse sur un sol appelé *podzol*. C'est une forêt de conifères avec de nombreux lacs, utilisés notamment pour produire la majorité de l'électricité du Québec. On y trouve également beaucoup de mines et une grosse industrie du bois.



Les caribous sont de grands mammifères vivant au Canada. Ils migrent dans des écosystèmes différents, et passent l'hiver dans la forêt boréale. Ils mangent principalement des lichens qu'ils trouvent dans la forêt boréale.

### COMMUNAUTÉS LOCALES DE LA FORÊT BORÉALE

« Du gros gibier comme l'original et le caribou aux petits mammifères comme le castor et le lapin, de nombreux mammifères boréaux communs continuent à fournir de la nourriture, des vêtements et des outils aux peuples indigènes qui résident dans la forêt. Les poissons et les oiseaux aquatiques constituent également une part importante du régime alimentaire de nombreuses communautés isolées, qui ne sont souvent accessibles que par de petits avions. Les arbres, les arbustes, les herbes, les lichens et les champignons locaux occupent également une place importante dans les cultures indigènes en fournissant de la nourriture, des médicaments, des abris et des matériaux. »

Source : Boreal Songbird Initiative.  
<http://www.borealbirds.org>



## ÉCOSYSTÈME 2 LE DÉSERT AUSTRALIEN



Le désert Australien est appelé « l'Outback ». Son sol, le *regoso*, est très pauvre en matière organique. Uluru (ou Ayer's rock) est une montagne isolée au centre de l'Australie qui est un élément important de la culture Aborigène. C'est un lieu très fort spirituellement. L'Outback est très riche en fer, aluminium, manganèse et uranium, c'est pourquoi on y trouve beaucoup de mines.

Dans le désert australien qui est très chaud, les fourmis « pots de miel » trouvent un abri dans le sol où elles construisent leurs grandes colonies. En raison des conditions climatiques difficiles (sécheresse et température élevée), certaines fourmis recueillent de la nourriture (le nectar des plantes très rares) qui est ensuite stocké dans l'abdomen d'autres fourmis, qui sont, elles, restées dans la colonie. Ainsi, lorsqu'il fait trop chaud pour sortir, les fourmis peuvent encore survivre grâce à leurs réserves.

### LES ABORIGÈNES D'AUSTRALIE

« Bien que ce pays [...] soit relativement abondant en kangourous et en émeus, le gros gibier est une source de nourriture plus saisonnière après les pluies d'été. En plus de la chasse à la lance et au boomerang, les animaux sont également capturés à l'aide de filets placés stratégiquement dans les zones d'alimentation et d'abreuvement. Parmi les autres aliments préférés des aborigènes, on trouve les lézards et certains serpents.

Les insectes, en particulier les larves de coléoptères et de papillons de nuit, sont une source précieuse de protéines. Les fourmis « pots de miel » et le miel des abeilles sans dard sont recherchés pour leur douceur. »

Source : Australian geographic.

<https://www.australiangeographic.com.au/australian-geographic-adventure/adventure/2017/07/surviving-in-the-desert/>



### ÉCOSYSTÈME 3 LA SAVANE DU PARC SERENGETI, TANZANIE



Le parc national du Serengeti se trouve en Tanzanie, à la frontière avec le Kenya. La savane pousse sur le *lixisol*. De nombreux animaux vivent dans le parc et attirent beaucoup de touristes. Les populations locales utilisent le bois, la terre et l'eau pour leur construction et alimentation, ainsi que pour la chasse et la pêche, ce qui augmente la pression humaine sur les animaux.



Vivant dans la savane, les éléphants d'Afrique sont les plus grands mammifères de la planète. Ils mangent le feuillage des arbres, et dans les zones où la densité d'éléphants est élevée, ils peuvent causer des dommages à l'agriculture locale.

#### LES MAASAÏS EN TANZANIA

« Les Samburu et les Laikipia Maasai ont développé des stratégies traditionnelles de gestion des ressources naturelles qu'ils ont utilisées pour évaluer, gérer et restaurer leurs environnements directs. Pendant des années, les deux communautés ont utilisé des observations et des interprétations, telles que celles des étoiles, de la productivité du lait du bétail et de la qualité de la peau, ou encore la « lecture » des intestins des animaux abattus, des schémas migratoires de la faune, les espèces végétales, pour prédire les changements des conditions météorologiques ainsi que pour déterminer la qualité de l'environnement. Ces prévisions météorologiques traditionnelles sont toujours d'actualité et contribuent aux stratégies d'adaptation à la sécheresse pour les éleveurs. »

Source : Knowing our lands and resources : indigenous and local knowledge of biodiversity and ecosystem services in Africa.  
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247461>



## ÉCOSYSTÈME 4 FORÊT TROPICALE AMAZONIENNE, BRÉSIL



La forêt tropicale amazonienne pousse sur de l'*acrisol*. Ce sol très riche en fer a une couleur orange. L'Amazonie, grâce à la densité de sa végétation, participe à la régulation du climat.



Dans la forêt amazonienne, les grenouilles venimeuses sont très courantes. Elles se nourrissent de nombreuses espèces de mouches qui sont abondantes dans la forêt. Les communautés locales utilisent le poison de certaines grenouilles pour fabriquer des armes de chasse, mais aussi pour fabriquer des médicaments.

### LES WAJAPI AU BRÉSIL

« Le peuple indigène Wajapi vit dans une zone de forêts bien conservées, à proximité des sources de certains affluents du fleuve Jari, au nord-est du Brésil. Selon les Wajapi, les animaux de la forêt, malgré leur apparence, sont en fait des êtres humains avec une âme. Ils vivent dans des sociétés similaires à la nôtre. Les arbres et la plupart des plantes sont également des réceptacles d'âmes humaines, mais seuls les guérisseurs ou les chamans sont capables de communiquer avec eux. De nombreux traits culturels et compétences des Wajapis nécessaires à leur survie dans la forêt leur ont été transmis par les animaux. Cette perception du monde est à la base des connaissances des Wajapis sur les processus écologiques. »

Source : WWF.

[https://www.panda.org/knowledge\\_hub/where\\_we\\_work/amazon/about\\_the\\_amazon/people\\_amazon/](https://www.panda.org/knowledge_hub/where_we_work/amazon/about_the_amazon/people_amazon/)



## ÉCOSYSTÈME 5 LES PLAINES ET FORÊTS TEMPÉRÉES DE L'IRLANDE



Les forêts et les plaines irlandaises poussent sur du *luvisol*. Les *luvisols* sont des sols riches en matière organique et sont donc très fertiles. Ils fournissent de l'herbe pour le bétail.



Les abeilles sauvages telles que ce bourdon vivent en Europe, en Asie et en Amérique du Nord dans les forêts tempérées et dans les prairies. Elles collectent le nectar des fleurs et déplacent le pollen d'une fleur à l'autre, participant ainsi à la pollinisation qui permet la fertilisation des fleurs et la production de fruits.

### L'AGRICULTURE EN IRLANDE

« Le pays a également une riche tradition d'élevage de bétail et de culture céréalière, avec des compétences agricoles transmises depuis plus de 200 générations. Les « Ceide Fields » contiennent les vestiges d'un paysage agricole de l'âge de pierre, vieux de 5 000 ans, composé de champs entourés de murs de pierre. Des recherches ont montré qu'il s'agissait d'une communauté d'agriculteurs très organisée qui travaillait ensemble pour défricher des centaines d'hectares de forêt et diviser la terre en champs pour l'élevage du bétail. »

Source : Ask about Ireland.

<http://www.askaboutireland.ie/enfo/sustainable-living/farming-in-ireland-overvi/>



## ÉCOSYSTÈME 6 LES RÉGIONS GLACÉES DU NUNAVUT, CANADA



Le Nunavut est couvert de neige une grande partie de l'année. Le sol, appelé *cryosol*, peut être gelé et contient le pergélisol. Ce pergélisol est une grande réserve de gaz naturel.



Les renards arctiques sont présents dans le grand nord, comme au Nunavut, Groenland, en Islande, et autour du cercle polaire. Ils se nourrissent de lemmings, d'œufs et d'oiseaux et de carcasses laissées par les ours. Leur fourrure change de couleur selon la saison pour les aider à se cacher.

### INUIT DE L'ARCTIQUE

« La baleine boréale est la ressource la plus importante culturellement récoltée sur le versant nord. Les Inupiat chassent la baleine boréale depuis des milliers d'années et les connaissances sur la chasse continuent d'être enseignées aux enfants dès leur plus jeune âge. Ces connaissances comprennent la préparation de l'umiaq, ou bateau traditionnel en peau, et la façon de faire face aux dangers lors des voyages sur la glace de mer pour se rendre aux camps de chasse à la baleine. La préparation de l'umiaq commence en été avec la récolte des phoques barbus et des caribous. Les femmes passent beaucoup de temps à préparer les peaux de phoque barbues qui serviront à recouvrir la structure en bois du bateau. Les tendons de caribou sont dénudés et séchés, puis transformés en fil, qui est utilisé pour coudre les peaux de phoque afin de couvrir l'umiaq. La transmission de ce savoir et d'autres connaissances contribue à assurer la continuité et la survie de la culture inupiat. »

Source : Cultural Survival.

<https://www.culturalsurvival.org/publications/cultural-survival-quarterly/subsistence-hunting-activities-and-inupiat-eskimo>



## ÉCOSYSTÈME 7 LES MONTAGNES DU TIBET



L'Himalaya est la plus grande chaîne de montagnes du monde. Le *leptosol* présent dans cet environnement est assez pauvre en matière organique. Les montagnes de l'Himalaya contiennent beaucoup de lacs d'eau douce provenant des glaciers qui fournissent de l'eau et de l'électricité à une grande partie des populations du sud de l'Asie.



Le léopard des neiges est un prédateur des montagnes de l'Himalaya qui se nourrit d'ongulés (ce sont des animaux de la même famille que les cerfs ou les élans) sauvages (tels que les tahrs, les argalis ou les markhors) mais aussi d'animaux d'élevage tels que les moutons.

### LE PEUPLE CHEPAND DU NEPAL

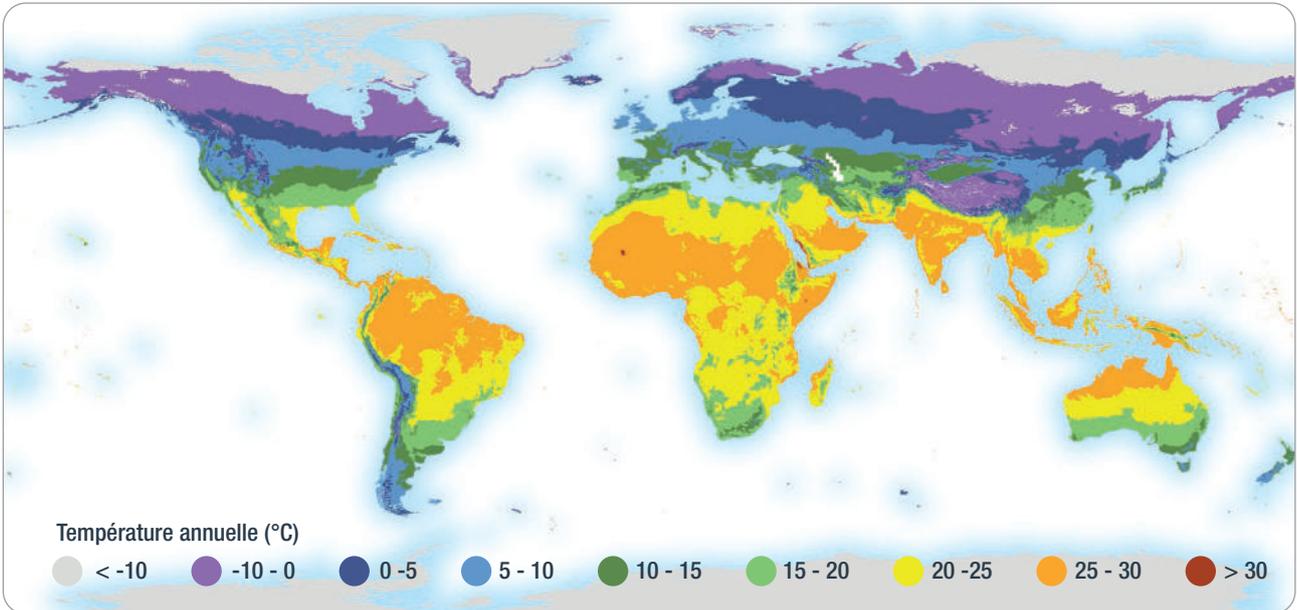
« Les Chepang forment l'un des groupes indigènes les plus isolés du Népal. Ils étaient à l'origine nomades, mais adoptent aujourd'hui un mode de vie semi-nomade. Les Chepangs sont connus pour leur pratique de la culture itinérante (agriculture sur brûlis), qui est leur principale source de revenus. L'agriculture seule ne leur suffit pas pour faire vivre leur famille, ils dépendent donc aussi de la chasse, de la pêche et de la cueillette de Githa et de Vyakur (pousses et racines), d'ignames sauvages, de chauves-souris et d'oiseaux sauvages [...] Ils adorent la nature. Leur principale fête est le « Bhui Jyasa »/ Bhumi puja (prière à la terre). Ils vénèrent également les arbres de Chiuri. Ils extraient le beurre des graines produites par ces arbres. Le beurre de ces arbres est souvent offert aux filles de Chepang lorsqu'elles se marient. »

Source : Indigenous voice.

<https://www.indigenousevoice.com>

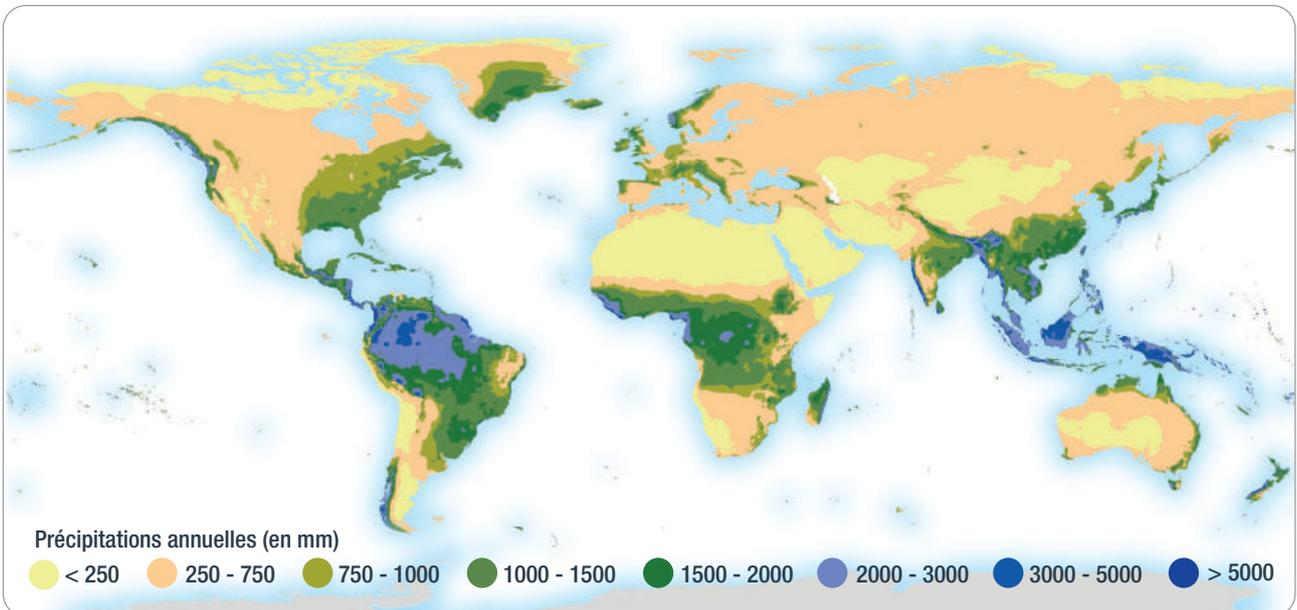


CARTE MONDIALE DES TEMPÉRATURES ANNUELLES MOYENNES (EN °C)



Source : Global Soil Biodiversity Atlas  
[https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public\\_path/shared\\_folder/Atlases/JRC\\_global\\_soilbio\\_atlas\\_high\\_res-2019-06-13.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/Atlases/JRC_global_soilbio_atlas_high_res-2019-06-13.pdf)

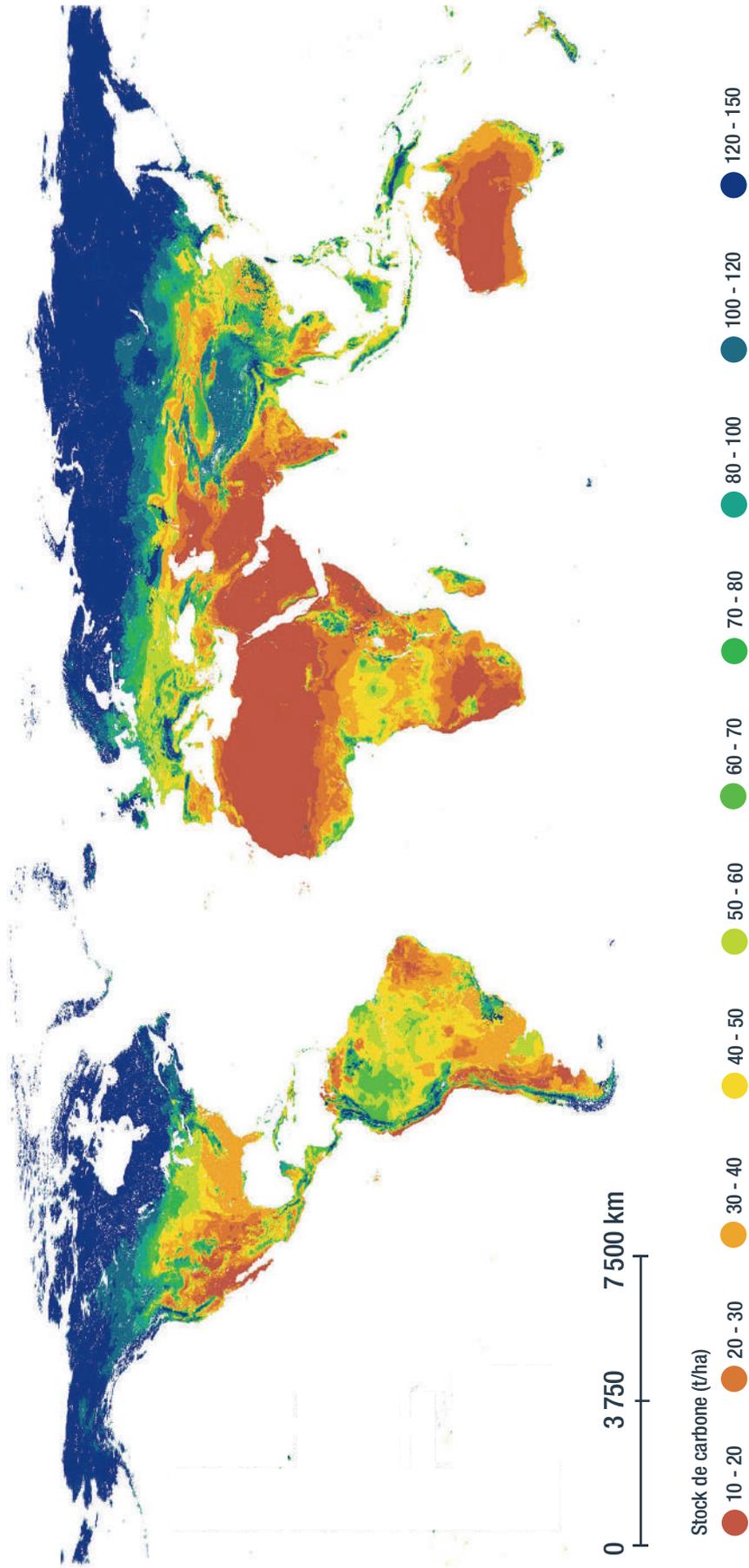
CARTE MONDIALE DES PRÉCIPITATIONS ANNUELLES MOYENNES (EN MM)



Source : Global Soil Biodiversity Atlas  
[https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public\\_path/shared\\_folder/Atlases/JRC\\_global\\_soilbio\\_atlas\\_high\\_res-2019-06-13.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/Atlases/JRC_global_soilbio_atlas_high_res-2019-06-13.pdf)



CARTE MONDIALE DU STOCK DE CARBONE DANS LES SOLS (EN TONNES PAR HECTARE)



Source : Soil carbon 4 per 1000, Minasny et al., Geoderma, 2017 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706117300095>



	NOM DE L'ÉCOSYSTÈME	CARBONE STOCKÉ	SERVICES RENDUS PAR L'ÉCOSYSTÈME	NOMBRE DE VOTES POUR LE PLAIDOYER
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

**Exemple de questions :**

- ➔ Nommer les régions, avec les types de sols associés.
- ➔ Quel est le sol qui stocke le plus de CO<sub>2</sub> ?
- ➔ Quelle est la région la plus chaude ? La plus froide ?
- ➔ Quelle région a le plus de pluie ? Le moins ?
- ➔ Quels services de l'environnement, utiles pour les animaux, trouve-t-on dans votre région ?
- ➔ Quels services de l'environnement utilisé par les humains trouve-t-on dans votre région ?
- ➔ Y a-t-il des services environnementaux ou des aspects vraiment spécifiques à un écosystème qui ne sont pas retrouvés dans les autres ?
- ➔ Quel plaidoyer vous a le plus plu et pourquoi ?

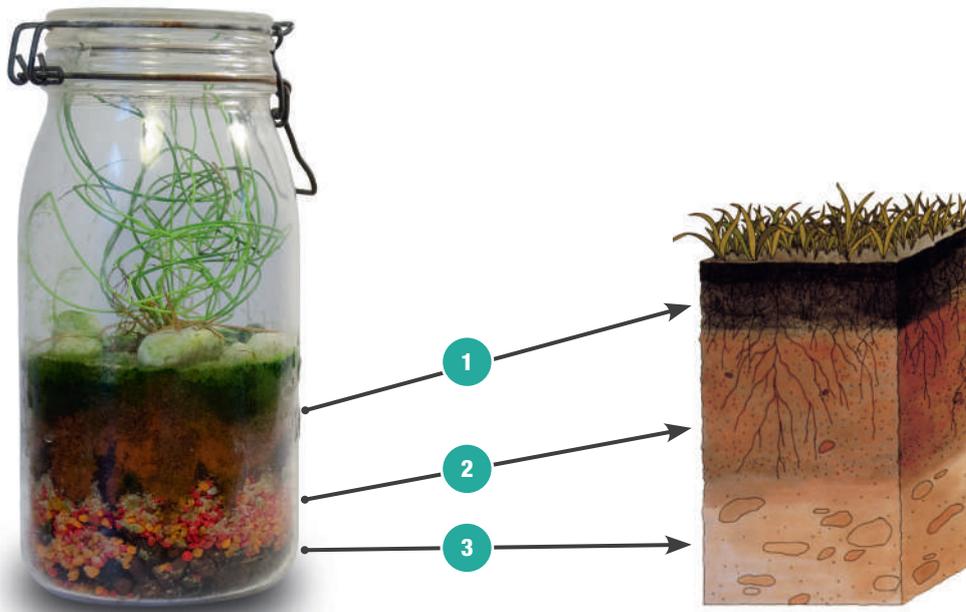


## FICHE B2.8

### FACULTATIF : GRILLE D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DU PLAIDOYER

Cette grille est donnée à titre indicatif, vous pouvez utiliser vos propres critères.

	CONTENU SCIENTIFIQUE (note sur 5)	ENGAGEMENT DU PLAIDOYER (note sur 5)	CLARTÉ DE LA PRÉSENTATION (note sur 5)	ORIGINALITÉ / HUMOUR (note sur 5)	TOTAL (sur 20)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					



- 1** **Terreau (ou mélange de compost et de pleine terre)** : riche en matière organique, analogie de la litière et l’humus. C’est ici que vont se développer les racines. Contient la macrofaune du sol (on peut y ajouter des vers de terre par exemple).
- 2** **Graviers, sable, argile ou charbon** : pauvre en matière organique, permet l’aération et la rétention d’eau. Le charbon n’est pas obligatoire, mais il permet de réduire les odeurs/pourritures.
- 3** **Cailloux, roche, ardoise, sable grossier** : principalement des minéraux et de la roche. Analogie de la roche mère et de la partie altérée de la roche mère qui se transforme en sol.

ECORÉGION	SOL	EXEMPLES DE PLANTES	REMARQUE
<b>Forêt boréale</b>	Terreau acide peu développé (exemple : terre de bruyère), sable, ardoise	Lichen, mousses (sphaignes), plantes carnivores, pousses de sapin	Souvent des sols acides, humides et froids. On peut créer une tourbière (mousses et plantes carnivores). Bien humidifier, mais ne pas laisser à la chaleur.
<b>Désert</b>	Sable et cailloux et graviers.	Cactus et plantes grasses	Peu d’eau et à garder au chaud.
<b>Savane</b>	Terreau, sable, argile, cailloux	Graminées, petits buissons, cacahuètes	Arrosage moyen, à garder au chaud.
<b>Forêt tropicale humide</b>	Terreau, humus, graviers	Mousses, plantes « épiphytes », pothos, orchidées	Constante humification, le mieux est d’avoir un terrarium fermé. À garder au chaud.
<b>Forêt tempérée</b>	Terreau, sable, graviers	Mousses, lichens, fougère, pousses d’arbre	Chaleur moyenne, humidification moyenne.
<b>Zone arctique</b>	Roche, sable, graviers	Lichens et petites mousses sur les rochers, galets	Laisser au froid/ peu de chaleur. Peu d’humidité. Terrarium fermé.
<b>Milieu montagnard</b>	Roche, terreau acide	Petites fleurs de montagne, mousse, lichens, galets.	Laisser au froid.

# SÉANCE B3

## LE SOL, UNE RESSOURCE CRUCIALE

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences de la vie et de la terre

### DURÉE

- ~ Préparation : 30 min
- ~ Activité : 1 h 20

### TRANCHE D'ÂGE

9-15 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les élèves réalisent des expériences pour étudier la structure de différents sols et pour trouver des moyens de réduire leur dégradation. Ils étudient également leur biodiversité et son rôle.

Ils apprennent que :

- ~ La bonne santé du sol est cruciale car toutes les activités humaines reposent sur lui (bâtiments, agriculture, routes, etc.)
- ~ Le sol contient une biodiversité importante qui contribue à la production des aliments grâce à l'agriculture.
- ~ Certaines de nos activités, comme l'usage d'engrais ou de pesticides, la culture intensive ou la déforestation peuvent conduire à une dégradation du sol. La biodiversité indigène du sol peut permettre de réduire les besoins en engrais et en pesticides.
- ~ L'érosion peut représenter une menace pour la stabilité du sol, et donc pour les activités humaines. Elle peut être réduite si des végétaux poussent sur le sol.

### MOTS-CLÉS

Sol ; humus ; matière organique ; biodiversité ; décomposeurs ; matière minérale ; érosion ; dégradation du sol

### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Expérimentation, analyse documentaire



- Des sacs en plastique transparents (sacs de congélation par ex) – un par élève
- Facultatif : un ordinateur / smartphone / tablette avec accès internet par groupe.
- **Pour l'équipe des biologistes** (pour chaque groupe de 4) :
  - Une loupe à main, ou, si possible, une loupe binoculaire
  - Entonnoirs (autant qu'il y a d'échantillons) : vous pouvez en fabriquer un en pliant une feuille de papier, ou bien en coupant une bouteille en plastique en 2 et en la retournant (cf. **FICHE B3.4**).
  - Bouteilles en plastique à couper en deux (autant qu'il y a d'échantillons, ou bien les réutiliser (cf. **FICHE B3.4**))
  - Tamis / grilles en métal ou en plastique (autant qu'il y a d'échantillons, ou bien vous pouvez réutiliser la même)
  - Alcool à brûler (alcool à 70°)
  - Une lampe avec ampoule à incandescence (pas de LED car il faut de la chaleur)
  - Un cache en papier noir.
- **Pour l'équipe des ingénieurs agronomes** (pour chaque groupe de 4) :
  - 2 bouteilles en plastique coupées en 2 dans la longueur
  - 2 gobelets en plastique/en carton
  - De la ficelle
  - Un rectangle de 15 cm par 10 cm avec de l'herbe en surface (avec les racines et le sol intacts) OU du paillage OU des feuilles mortes.
  - Une bouteille d'eau ou un arrosoir.

## PRÉPARATION 30 MIN

### MATÉRIEL

- **FICHES B3.1, B3.2, B3.3, B3.4, B3.5, B3.6 et B3.7.**
- Plusieurs échantillons de sol, pouvant être amenés par vos élèves ou que vous pouvez apporter vous-même (essayez cependant d'en prélever à différents endroits). Cf. EN AMONT DE LA SÉANCE ci-après.

### EN AMONT DE LA SÉANCE

- **! OBLIGATOIRE ! À FAIRE AVANT LA SÉANCE (UNE SEMAINE OU QUELQUES JOURS AVANT)**
- **Vous devez tout d'abord collecter des échantillons de sol.** En fonction du temps dont vous disposez, vous pouvez soit le faire avec vos élèves sur un temps dédié (i), leur demander de leur faire chez eux (ii), ou le faire par vous-mêmes (iii).

Dans tous les cas, il est préférable de récolter plusieurs échantillons, provenant au moins de deux zones différentes : d'une forêt par exemple (que l'on peut considérer comme un sol « naturel ») et d'une zone cultivée ou près d'une route (il s'agira alors d'un sol « artificiel »).

Faites en sorte de prélever suffisamment de sol (environ 0,5 à 1 l par groupe) afin de pouvoir faire plusieurs expériences dessus et que vos élèves puissent les manipuler.

Vous pouvez les ramasser jusqu'à 3-4 jours avant la séance, mais pas plus, ou vous risquez de perdre de la biodiversité.

- i. Imprimez et distribuez la **FICHE B3.1** (une par élève). Sortez avec eux, examinez les sols et récoltez des échantillons en suivant les instructions de la fiche. Prenez des photos de l'endroit où le sol a été prélevé.
  - ii. Imprimez et distribuez la **FICHE B3.1** une par élève). Demandez-leur de rapporter des échantillons de sol (récoltés chez eux ou dans les environs) en classe pour les étudier. Indiquez-leur qu'ils doivent suivre les instructions de la **FICHE B3.1**, et qu'ils devront prendre des photos des endroits où ont eu lieu les prélèvements.
  - iii. Récoltez vous-mêmes des échantillons pour la classe, et prenez des photos des différents lieux de prélèvement. Le jour de la séance, imprimez et distribuez la **FICHE B3.1** (une par élève).
- Pour l'équipe d'ingénieurs agronomes, il vous faudra un rectangle de 10x15 cm d'herbe (avec le sol et les racines). Si vous ne pouvez pas en récupérer un, vous pouvez utiliser des feuilles mortes ou du paillage à la place.
  - Imprimez la **FICHE B3.3** (une par élève)
  - Facultatif : imprimez la **FICHE B3.3** (une par groupe de 4) ou projetez-la à toute la classe.
  - Imprimez les **FICHES B3.4** et **B3.5** (une pour chaque équipe de biologistes) et les **FICHES 3.6** et **3.7** (une pour chaque équipe d'ingénieurs agronomes).

## INTRODUCTION 10 MIN

Au cours des séances précédentes, les élèves ont appris que l'atmosphère se réchauffait de plus en plus, et que ce réchauffement a une influence sur les terres émergées, qui sont utiles à l'espèce humaine, notamment pour l'agriculture. Commencez cette séance en demandant à vos élèves : *Quelle est la partie des continents la plus en surface et qui soutient toutes les activités humaines ?* Il s'agit du sol.

Voici quelques questions pour mener une discussion avec votre classe – notez les réponses de vos élèves au tableau :

- *Selon vous, pourquoi le sol est-il important ?*
- *Que contient-il ?*
- *Est-il identique partout dans le monde ?*
- *Pensez-vous que les activités humaines ont un impact sur le sol ? De quelle manière ?*
- *Comment pourriez-vous trouver les réponses à ces questions ?* Ils devraient suggérer d'effectuer des recherches et/ou d'examiner le sol.

## DÉROULEMENT 1 H

### PARTIE 1 : UN SOL EN BONNE SANTÉ 15 MIN

**1.** Commencez par récupérer les échantillons amenés par les élèves et placez les différents sacs sur une table, dans un coin de la classe, avec un papier mentionnant le lieu de prélèvement. Laissez les élèves y jeter un œil, mais sans ouvrir les sacs : *Que remarquez-vous ?* Ils devraient constater que les échantillons sont très variés.

**2.** Une fois que les élèves sont revenus à leur place, séparez la classe en groupes de 4 et distribuez un échantillon de sol à chaque groupe. Laissez-les les observer et les décrire, en utilisant leurs différents sens : la vue, l'ouïe, le toucher et l'odorat, afin de compléter la **FICHE B3.1**. Chaque groupe devra ensuite présenter ses découvertes aux autres. Écrivez au tableau les mots utilisés : vous pouvez par exemple en faire un nuage de mots, en utilisant par exemple le site <https://nuagedemots.co/>. Cela aidera à faire repérer les points communs (*quels sont les mots qui apparaissent le plus ?*) et les différences entre les échantillons. Ils devraient alors être capables de compléter les deux dernières lignes du tableau.

**3.** Comparez les différents échantillons, et demandez aux élèves : *Pouvez-vous expliquer les différences que vous observez entre les échantillons ?* La proportion des éléments varie en fonction de la provenance de l'échantillon : ainsi, un sol de jardin sera plus riche en matière organique qu'un sol provenant du bord d'une route par exemple. *Selon vous, quel est celui qui est plus adapté pour l'agriculture ou pour faire pousser des plantes ?* Certains échantillons contiendront sûrement plus de cailloux et moins de matière organique : ce sont plutôt des sols « pauvres ».

**4.** Les élèves devraient alors être capables de donner une définition générale de ce qui constitue un sol : il s'agit d'un mélange de matière organique

(provenant d'êtres vivants) et minérale (provenant surtout de roches). Certains sols contiennent plus de matière organique que d'autres. Vous pouvez aussi les interroger sur les différences entre sols « naturels » et artificiels.

## PARTIE 2 : SOLUTIONS ! 45 MIN

5. Pour cette activité, expliquez aux élèves qu'une agricultrice leur a demandé si son activité professionnelle abîmait ou non le sol. En effet, elle aimerait pouvoir continuer à cultiver son champ tout en s'assurant qu'elle adopte les bonnes pratiques. C'est dans ce but qu'elle a contacté une équipe de biologistes, qui vont s'intéresser à la biodiversité de ses sols et à son usage en agriculture, et une équipe d'ingénieurs agronomes pour découvrir comment elle pourrait développer sa parcelle. Vos élèves seront donc répartis entre les deux équipes.

6. Distribuez ou présentez la **FICHE B3.2**, et expliquez que l'on parle de dégradation du sol lorsque le sol s'abîme, c'est-à-dire qu'il ne peut plus assurer son rôle. Demandez à vos élèves : *Qu'observez-vous sur cette carte ? Quelles pourraient être les conséquences d'une dégradation du sol pour les populations qui vivent dans ces régions ? Selon vous, quelles pourraient être les causes de dégradation de ce sol ?* Ils peuvent mentionner des causes physiques (comme les inondations ou les sécheresses) ou des impacts humains (utilisation d'engrais ou de pesticides, culture intensive, déforestation, etc.).

7. Distribuez la **FICHE B3.3** afin qu'ils puissent la compléter avec ce qu'ils apprendront au cours de l'activité. Ils devront classer les différentes causes de dégradation du sol selon leur origine (liées aux activités humaines ou au climat). S'ils n'en ont aucune en tête, en voici quelques-unes : inondations, surpâturage, sécheresse, utilisation de pesticides ou d'intrants, déforestation et pluies torrentielles.

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Pour les élèves plus jeunes, nous vous recommandons de ne tenir compte que du rôle des biologistes, et de ne faire que l'expérience avec l'appareil de Berlèse. Si vous avez suffisamment de temps, vos élèves pourront faire les deux expériences, mais seulement une à la fois, ce qui vous permet de vérifier plus facilement que le protocole est respecté.

Il peut même être préférable que vous conduisiez vous-mêmes les expériences, afin que vos élèves ne se blessent pas et que les protocoles soient correctement suivis.

8. Assignez ensuite un rôle à chaque groupe de 4 : biologistes ou ingénieurs agronomes. Faites en sorte d'avoir à peu près le même nombre de groupes pour chaque rôle, et demandez-leur de lire attentivement la **FICHE B3.4** or **B3.6** pour découvrir leur mission.

9. Distribuez le matériel nécessaire pour chaque groupe, comme mentionné au début de la séance.

10. Distribuez enfin la **FICHE B3.5** aux biologistes et la **FICHE B3.7** aux ingénieurs agronomes. Les biologistes en apprendront davantage sur la faune du sol, alors que les ingénieurs découvriront pourquoi certaines activités humaines (comme la culture de palmiers à huile) entraîne une déforestation et dégrade donc le sol.



## CONCLUSION 10 MIN

Engagez une discussion en classe entière à partir du schéma de la **FICHE B3.3** et résumez les éléments suivants :

- Le sol contient à la fois de la matière organique et minérale, dans des quantités variables.
- La dégradation du sol peut être provoquée par de nombreux facteurs, notamment à cause des activités humaines ou du climat.
- Le sol est un écosystème à part entière, comportant des êtres vivants que l'on appelle des décomposeurs. Ils jouent un rôle clé dans la décomposition de la matière organique, fournissant ainsi des minéraux pour les racines des végétaux.
- La déforestation induite par les activités humaines rend le sol plus vulnérable à la dégradation.
- Un couvert végétal est un bon moyen de prévenir l'érosion et la dégradation du sol. Cela le rend aussi plus résistant aux inondations ou aux pluies torrentielles.

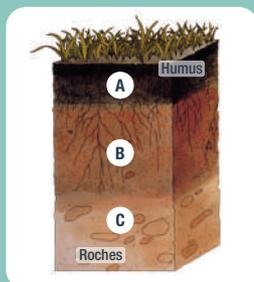
## NOTE À L'ENSEIGNANT

Le sol peut se définir comme le matériau le plus en surface sur lequel les plantes poussent : il n'inclut pas les constructions humaines, comme le trottoir par exemple.

### L'ORGANISATION DU SOL

D'un point de vue structurel, 3 couches peuvent être distinguées :

→ Le premier horizon **(A)** est la **litière**, principalement constituée d'humus, un mélange de débris organiques issus de plantes et d'animaux morts. Elle est pauvre en minéraux.



Source : USDA (adaptation)

→ Le deuxième **(B)** est un **mélange de matière minérale et organique**, et contient aussi les racines des plantes. On peut également y trouver des petits fragments de roches.

→ Le dernier **(C)**, le **plus profond**, est la **roche mère** (calcaire, granite, roche volcanique, etc.). Il est aussi appelé le substrat.

Il est également possible d'établir une classification en fonction de la taille des différents matériaux (**la texture du sol**). Ils peuvent être classés en trois groupes : sables, limons et argiles (les plus fines). Les sols sont généralement composés d'un mélange de ces trois types, leur pourcentage relatif définit la texture. Vous pouvez aussi observer des cailloux de tailles différentes.

### LA FORMATION DU SOL

Le sol contient **de la matière minérale et de la matière organique**, indiquant que sa formation nécessite une interaction entre la roche-mère et des êtres vivants. Ce processus est long (plusieurs milliers d'années), et il résulte de plusieurs facteurs :

1. Le premier est le **climat** : la température et l'humidité déterminent la vitesse des réactions chimiques et fournissent les conditions de vie adéquates pour les organismes. Ainsi, un sol de région froide et sèche aura besoin d'un temps plus long pour se former qu'un sol dans une région chaude et humide.
2. Les **êtres vivants** fractionnent les roches et produisent du dioxyde de carbone qui les érode.

3. La **topographie de la région** entraîne une exposition au soleil et des capacités de rétention d'eau particulières.
  4. La **nature de la roche mère** a une importance cruciale, du fait de sa composition chimique ; ainsi, un sol se développant sur une roche calcaire sera plus riche en calcium qu'un sol d'origine granitique.
  5. Et le dernier facteur est, bien sûr, le **temps** ! Plus un sol est âgé, plus il est sujet à l'érosion.
- Ces 5 éléments permettent à eux seuls d'expliquer la diversité des sols que l'on observe dans le monde.

### LA BIODIVERSITÉ DU SOL

La présence de décomposeurs, dans le sol et à sa surface, est indispensable pour sa formation. Ceux-ci interagissent avec les autres organismes du sol et forment un immense réseau alimentaire, qui démarre par les végétaux : au moment de leur mort, la matière organique qu'ils contiennent est utilisée par les décomposeurs qui la transforment en matière minérale, alors utilisable par les plantes. Un cycle sans fin est mis en place (voir la [séance C4, page 183](#)). Si cette biodiversité est menacée, ce cycle est en danger.

### SOL ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le sol est aussi un réservoir conséquent de carbone (voir la [séance A4, page 55](#)) et peut être considéré à la fois comme une source et un puits. Ce carbone est étroitement associé au processus de décomposition : le sol est principalement constitué de matière organique, et du dioxyde de carbone est rejeté lors de sa décomposition. Le sol joue aussi un rôle majeur dans la stabilité des constructions et des infrastructures. À cause de l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes, cette stabilité peut se trouver menacée par l'érosion des sols.

### LA DÉGRADATION DU SOL

De nombreux phénomènes affectent le sol et ses fonctions. L'IPBES<sup>1</sup> définit la **dégradation des terres** comme « l'ensemble des processus d'origine humaine qui conduisent à un déclin ou à une perte de biodiversité, de fonctions ou de services d'un écosystème, qu'il soit terrestre ou aquatique ». Dans cette séance, nous proposons le climat, l'érosion des sols, la déforestation et l'agriculture intensive comme exemples.

1 Plateforme Intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques. [https://www.ipbes.net/sites/default/files/spm\\_3bi\\_ldr\\_digital.pdf](https://www.ipbes.net/sites/default/files/spm_3bi_ldr_digital.pdf)



## COMMENT PRÉLEVER UN BON ÉCHANTILLON ?

### MATÉRIEL

- Une pelle
- Un sac en plastique transparent – un sac de congélation par exemple
- Un marqueur
- Une carte ou un système GPS
- Un appareil photo ou une feuille de papier et des stylos
- Une règle ou un mètre ruban

### MÉTHODE

1. Repérez la localisation de votre échantillon sur une carte ou grâce à un GPS.
2. Faites un dessin ou prenez une photo de l'emplacement choisi : un jardin, une forêt, un chemin...
3. Afin d'obtenir un bon échantillon, vous devrez prélever un morceau de sol d'au moins 20 cm de profondeur sur 20 cm de large, en utilisant une pelle.
4. Placez votre échantillon dans un sac plastique, avec vos initiales dessus.

## À QUOI RESSEMBLE MON ÉCHANTILLON ?

Prenez connaissance de votre échantillon, en le touchant, le sentant, et en prenant des notes pour compléter le tableau ci-dessous. Vous pouvez vous servir des informations suivantes :

### COMMENT DÉCRIRE UN SOL ?

Si les cailloux présents dans le sol sont aussi gros que vos doigts, on les appelle « graviers ». Les petits cailloux sont qualifiés de sable et vous pouvez les voir à l'œil nu. Les très petites particules sont appelées limons, il vous faudra une loupe pour les voir, elles sont souples sous vos doigts. Les plus fines sont les argiles : il faut un microscope pour les observer, et elles glissent entre vos doigts. Les meilleurs sols pour l'agriculture contiennent pour moitié du sable, et un peu de limons et d'argile.

## MON ÉCHANTILLON

D'où vient-il ?

---

De quelle couleur est-il ?

---

Que sent-il ?

---

Quels sont les éléments que je peux identifier ?

---

Quels sont les points communs à tous les échantillons ?

---

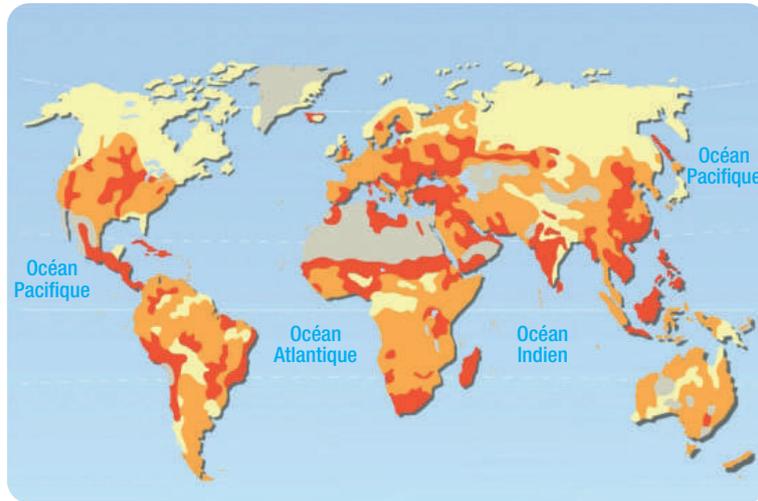
Quelles sont les différences ?

---

Vous repérez peut-être aussi des éléments provenant d'êtres vivants : racines, débris de bois, insectes, feuilles, etc. Essayez d'en identifier le plus possible !

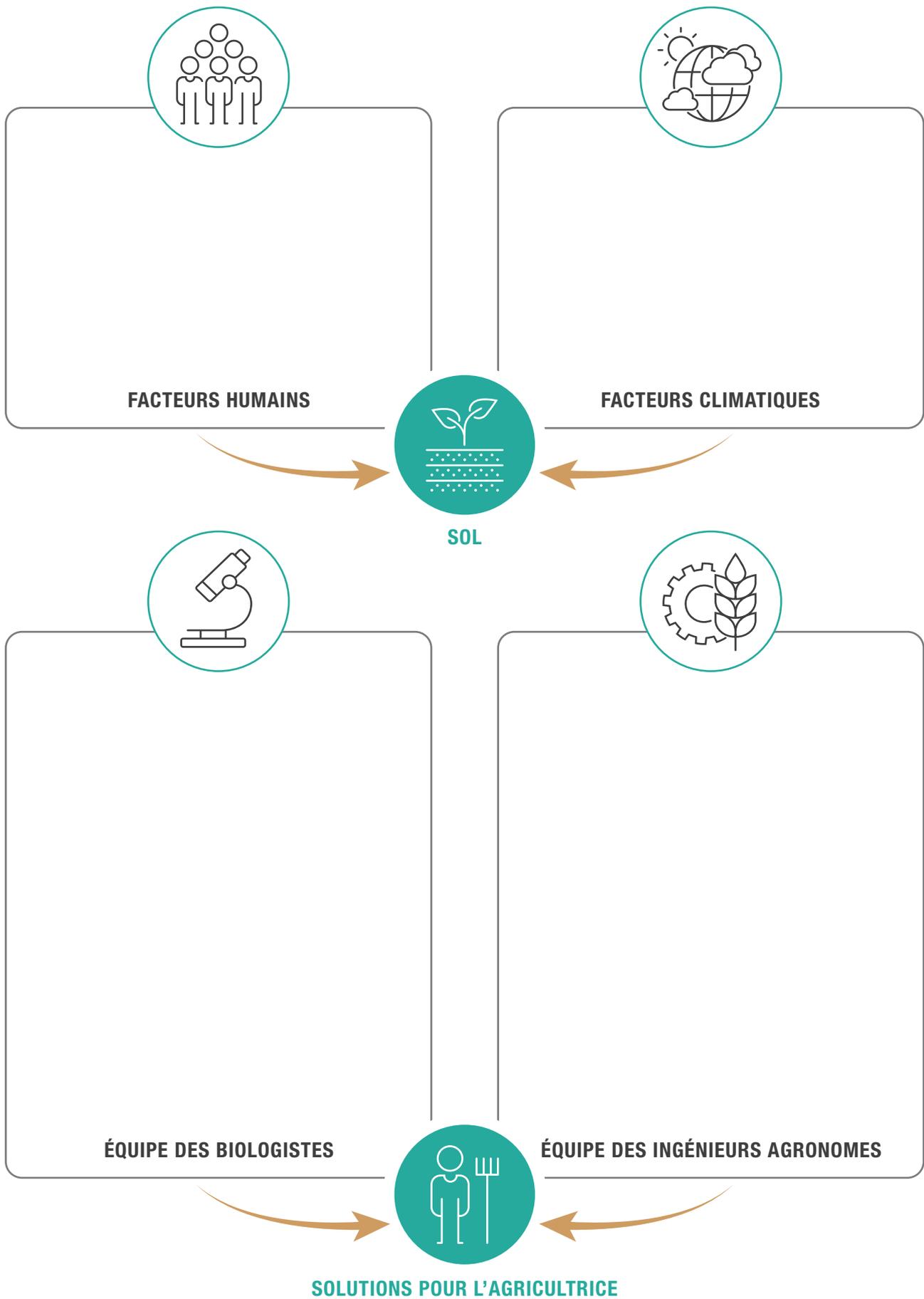


CARTE MONDIALE DE LA DÉGRADATION DES SOLS



- Sol très dégradé
- Sol dégradé
- Sol stable
- Absence de végétation

Source : Adapté d'une infographie de Philippe Rekacewicz, UNEP/GRID-Arendal.  
<https://www.grida.no/resources/6338>





## BIOLOGISTES

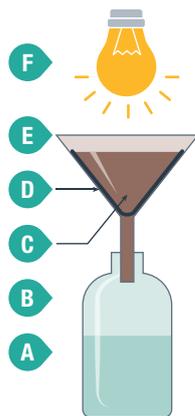
Vous êtes une équipe de biologistes et vous devez étudier la **biodiversité du sol** et comprendre pourquoi un sol avec une importante biodiversité est utile pour l'agriculture. Vous venez tout juste de recevoir un échantillon de sol à analyser, ainsi que quelques documents pour en apprendre plus sur le rôle des êtres vivants que vous pourrez y trouver.

## Votre mission :

- ➔ En suivant le protocole ci-dessous, récoltez les organismes contenus dans votre échantillon.
- ➔ Identifiez-en autant que possible grâce à la clé de détermination.
- ➔ Comparez ce que vous avez trouvé avec les autres groupes qui ont observé des échantillons de sol différents.
- ➔ En utilisant la FICHE B3.5, expliquez le rôle de ces organismes et pourquoi ils sont importants pour l'agriculture.

## DOCUMENT 1 : EXPÉRIENCE – L'APPAREIL DE BERLÈSE

Pour capturer les insectes du sol et les observer, suivez le protocole suivant ou regardez cette vidéo.



## MÉTHODE

1. Verser une petite quantité d'alcool au fond de la bouteille.
2. Placer le filtre ou le tamis à l'intérieur de l'entonnoir, et remplissez-le avec l'échantillon de sol.
3. Recouvrez l'ensemble avec du papier noir (facultatif).
4. Placer la lampe au-dessus de l'entonnoir et allumez-la.
5. Attendez quelques minutes : vous devriez voir quelques petits organismes tomber dans l'alcool.
6. Éteignez la lampe et collectez les organismes pour les observer avec votre loupe à main ou votre loupe binoculaire.
7. En utilisant la FICHE B3.5, essayez d'en identifier autant que possible !

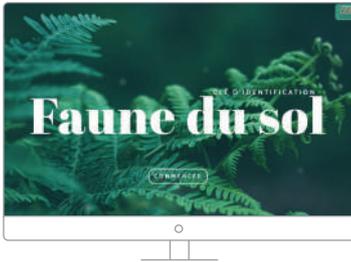
- A** Liquide de conservation (alcool à 70°)   **B** Bouteille   **C** Échantillon de sol  
**D** Filtre/tamis   **E** Entonnoir   **F** Lampe (source de chaleur)

## CONCLUSIONS DES BIOLOGISTES

- ➔ Liste des organismes trouvés dans mon échantillon :
- ➔ Liste des organismes trouvés dans un autre échantillon :
- ➔ Comment pouvez-vous expliquer ces différences ?
- ➔ Quel est le rôle des êtres vivants dans le sol ?
- ➔ Pourquoi sont-ils importants pour l'agriculture ?



DOCUMENT 2 : IDENTIFIER LA FAUNE DU SOL



Vous trouverez ici une clé de détermination interactive, qui vous permettra de savoir quels organismes se trouvent dans votre échantillon de sol. Il vous suffit de cliquer sur la bonne description à chaque fois, et cela vous conduira jusqu'à votre animal !



DOCUMENT 3 : LE RÔLE DE LA FAUNE DU SOL



Source : Wim van Egmond 2017. <https://youtu.be/Mxp1nnrUG0Q>

Ces images montrent le résultat d'une expérience pour étudier le rôle de la faune dans la décomposition de la matière organique, qui se transforme alors en **matière minérale utile pour la croissance des plantes**. Les **petits animaux qui en sont responsables sont appelés « décomposeurs »**. Le contenu du bac de gauche a été chauffé dans un four, ce qui a détruit la faune mais certains champignons microscopiques ont survécu ; dans la partie de droite, toute la faune a été conservée, notamment les vers de terre, cloportes, etc.

Les photos ont été prises après 15 semaines. Les feuilles de droite sont presque complètement incorporées dans le sol tandis que celles de gauche sont toujours entières.

DOCUMENT 4 : INTERACTIONS ENTRE LES RACINES DES VÉGÉTAUX ET LES MICROORGANISMES



Cette image montre plusieurs structures que l'on appelle des nodosités : elles se développent sur les racines de certaines plantes, appartenant à la famille des légumineuses (pois, soja, lentilles...). Elles ressemblent à de petits boutons et apparaissent lorsque des microorganismes (bactéries) s'associent avec les racines, **permettant aux plantes d'absorber davantage de minéraux**.



Les racines de certaines plantes s'associent à d'autres microorganismes : des champignons. Ceux-ci sont invisibles à l'œil nu, mais on peut les observer sur cette image (le « manteau » blanc qui entoure les racines) grâce à un microscope. Ce type d'association est appelée « mycorhize » et **permet à la plante de mieux absorber l'eau dans le sol**.



## INGÉNIEURS AGRONOMES

Vous êtes une équipe d'ingénieurs agronomes et vous devez étudier le rôle de la couverture végétale du sol pour lutter contre l'érosion. Vous avez justement reçu deux échantillons de sol : l'un contenant simplement du sol, et l'autre recouvert d'herbe ou de paille. Vous allez devoir déterminer celui qui est le meilleur pour limiter l'érosion et la dégradation du sol. **Votre mission :**

- ➔ Comprendre comment l'eau provoque de l'érosion.
- ➔ En suivant le protocole ci-dessous, réalisez une expérience pour comparer la réaction des deux échantillons de sol lorsqu'ils sont arrosés.
- ➔ Comparez vos résultats avec ceux des autres groupes.
- ➔ À partir des documents ci-dessous, expliquez pourquoi les activités humaines peuvent conduire à la déforestation.
- ➔ Expliquez en quoi la déforestation peut affecter la fonction de « soutien » du sol et réfléchissez à des solutions pour que la fermière puisse maximiser ses rendements et préserver le sol.

## DOCUMENT 1 : QU'EST-CE QUE L'ÉROSION ?

Lorsqu'il pleut, l'eau qui n'est pas utilisée par les plantes, qui ne s'évapore pas ou qui n'est pas **absorbée par le sol**, s'écoule lentement en surface et descend les reliefs jusqu'aux étendues d'eau à proximité (lacs, rivières, fleuves, etc.). Cette eau peut alors transporter des matériaux du sol d'un endroit à un autre : c'est ce que l'on appelle l'érosion. Si le débit de l'eau est lent,



l'érosion est alors elle aussi très lente. À l'inverse, si le débit est important, alors la couche superficielle du sol peut être emportée et conduire à un **glissement de terrain**.

Source : Encyclopædia Britannica, Inc.

DOCUMENT 2 : CONSTRUIRE UN MODÈLE POUR COMPRENDRE L'ÉROSION<sup>1</sup>

1. Remplir deux bouteilles préalablement coupées en deux verticalement avec du sol.
2. Recouvrir un des échantillons de sol avec de l'herbe OU du paillage OU des feuilles mortes, et laisser le deuxième à nu.
3. Accrocher 2 gobelets au goulot des bouteilles, avec de la corde. Les bouteilles doivent former un angle de 25 à 40° et leur goulot doit être dirigé vers le bas.
4. Tasser le sol dans les deux bouteilles.
5. Verser de l'eau au-dessus de chaque échantillon (si le sol n'est pas bien tassé, vous pouvez alors retirer les premiers débris qui tombent dans les gobelets).
6. Utiliser un arrosoir pour verser une quantité équivalente de « pluie » sur chaque échantillon.

Regardez cette vidéo pour voir l'expérience.



<sup>1</sup> Ce protocole est basé sur celui proposé sur le site de Soil4Teachers, [ici](#). L'OCE remercie grandement les auteurs.

## CONCLUSIONS DES INGÉNIEURS AGRONOMES

- ➔ Comparez les différences de clarté de l'eau dans chacun de vos gobelets, et avec les autres groupes et entre différents échantillons :
- ➔ Comment pouvez-vous expliquer ces différences ?
- ➔ Observez la surface du sol avant, pendant, et après la « pluie » : quel sol vous semble le plus apte à limiter les glissements de terrain ?



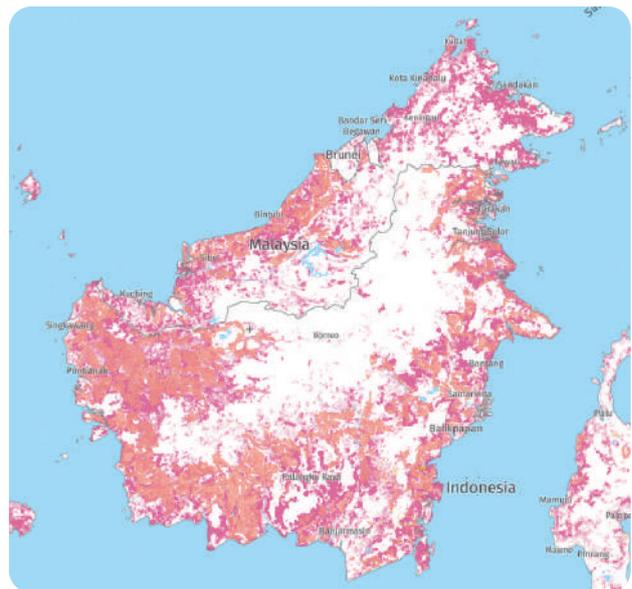
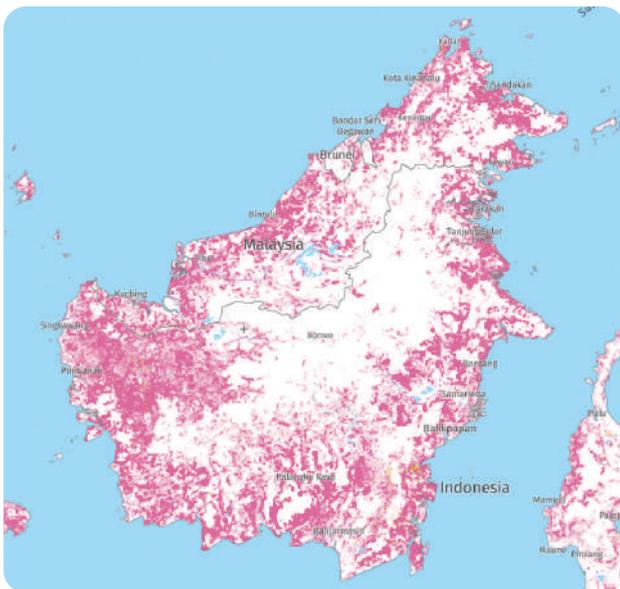
## DOCUMENT 3 : ÉVOLUTION DE LA DÉFORESTATION

Si vous avez un accès internet, rendez-vous sur le site Global Forest Watch : <https://www.globalforestwatch.org/map>. Dans le cas contraire, observez les cartes ci-dessous.

Zoomer sur les îles de la Malaisie et de l'Indonésie.

Dans le menu déroulant de gauche, cliquer sur « évolution des forêts » puis seulement sur « **Alertes de déforestation** », et observer les taches roses : plus elles sont foncées, plus la déforestation est importante.

Ensuite, cliquer sur « **Utilisation des terres** » puis cocher « concessions de palmiers à huile ». Observer où se trouvent les concessions (elles apparaissent en orange) par rapport aux zones de déforestation.

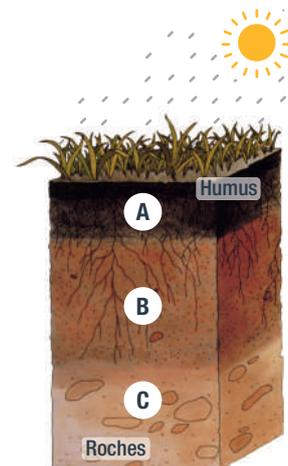


## DOCUMENT 4 : EN QUOI LA DÉFORESTATION EST-ELLE UN PROBLÈME ?

Le sol se compose de différentes couches. Comme vous pouvez le voir sur l'image suivante, les racines se développent dans la couche de surface (A), à l'endroit où se trouve la majeure partie de la biodiversité. Les racines jouent un rôle crucial pour stabiliser le sol.

Cette couche de surface est donc la plus riche en minéraux et en nutriments, essentiels pour la croissance des plantes. Si cette couche se retrouve emportée à cause d'une pluie torrentielle, alors la prochaine génération de plantes ou de cultures aura du mal à pousser. **Si le sol est abîmé, l'érosion est plus probable et les rendements et la productivité sont impactés.**

La demande accrue, du fait de la croissance démographique, en produits comme le café, le soja, l'huile de palme ou le blé, a entraîné le défrichement à grande échelle des terres pour l'agriculture. Malheureusement, le défrichage des arbres indigènes et leur remplacement par de nouvelles cultures arboricoles dont les racines ne s'infiltrent pas bien dans le sol, augmente le risque d'érosion. Au fil du temps, à mesure que la couche arable (la partie la plus riche en nutriments du sol) est perdue, **l'agriculture est menacée.**



Source : USDA (adaptation)

# SÉANCE B4

## FORÊTS, ACTIVITÉS HUMAINES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences de la vie et de la terre, géographie

### DURÉE

- ~ Préparation : 10 min
- ~ Activité : 1h (préparation de la sortie) + ½ journée de sortie sur le terrain + 1 h de débrief

### TRANCHE D'ÂGE

9-15 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Lors d'une sortie en forêt, les élèves apprennent :

- ~ À connaître leur environnement proche et ses ressources en utilisant une approche sensorielle
- ~ À récolter des échantillons en suivant un protocole scientifique
- ~ À définir, grâce à des critères précis, ce qu'est un arbre et une forêt
- ~ Les besoins des arbres
- ~ Que les forêts abritent une importante biodiversité
- ~ Les impacts du changement climatique sur les forêts, et en quoi celles-ci peuvent limiter le changement climatique

### MOTS-CLÉS

Forêt; arbre; photosynthèse; stockage du carbone; écosystème; bois; biodiversité; déforestation

### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Enseignement à l'extérieur; expérimentation; analyse documentaire



- Prendre connaissance des aspects légaux et s'assurer que toutes les précautions sont prises pour cette activité
- Demander à des parents, des collègues ou des experts du terrain de vous accompagner
- En fonction des prévisions météo, rappeler aux élèves de s'habiller en conséquence
- Établir des règles de sécurité et de comportement : on ne jette rien, on ne ramasse pas de bâtons, on ne touche pas les plantes inconnues potentiellement vénéneuses ou les plantes à épines, etc.
- Se mettre d'accord sur un signal de ralliement.

### MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR LA SORTIE

- **FICHE B4.1** (une pour 2 groupes de 4 : vous pouvez les plastifier pour les réutiliser)
- **FICHE B4.2** (une par élève)
- **FICHE B4.3** (une pour chaque groupe, chaque partie peut être découpée en suivant les pointillés)
- **FICHE B4.4** (une pour chaque groupe de 4 : vous pouvez les plastifier)
- Des sacs plastiques pour récolter les échantillons
- Caméra et/ou dictaphone et/ou smartphone pour enregistrer les sons de la forêt
- Gants (pour éviter le contact avec des espèces pouvant être toxiques)
- Un thermomètre pour mesurer la température de l'air
- Un luxmètre ou une application pour smartphone qui mesure la luminosité
- Mètre-ruban ou ficelles dont on connaît la longueur – un par groupe
- Une calculatrice / un smartphone par groupe
- Des livres / un accès internet pour répondre aux éventuelles questions des élèves (vous pouvez aussi utiliser le support scientifique pour enseignants).

### PRÉPARATION 10 MIN

Cette séance est focalisée sur la forêt. Les activités listées ci-dessous ne sont que des suggestions, et sont à adapter à votre contexte. L'idée ici est de permettre aux élèves de vraiment « ressentir » ce qu'est une forêt, dans toutes ses dimensions.

Il peut être pertinent d'associer cette séance à celle sur le sol.

### PENSE-BÊTE AVANT UNE SORTIE SUR LE TERRAIN

- Rassembler des informations sur les forêts accessibles alentour, ou à défaut sur un parc à proximité (tant qu'il contient suffisamment de plantes et d'arbres)
- Planifier l'itinéraire pour s'y rendre en toute sécurité

### MATÉRIEL POUR LA CLASSE

- **FICHE B4.5** (une par binôme)
- Des ordinateurs avec un accès internet (un par binôme). Si ce n'est pas possible, imprimez la **FICHE B4.6**.

## PRÉPARATION DE LA SORTIE SUR LE TERRAIN 1H (UNE SEMAINE AVANT)

Au cours des séances précédentes, les élèves ont pu constater que beaucoup d'objets de leur vie de tous les jours provenaient de ressources naturelles, y compris végétales. Expliquez-leur que dans les séances à venir, vous allez vous concentrer sur les forêts. Dans un premier temps, vous allez leur poser des questions auxquelles ils devront réfléchir individuellement. Ensuite, une discussion en classe entière sera menée et vous pourrez alors récapituler leurs idées au tableau : *Est-ce que les forêts jouent un rôle dans le changement climatique ? En quoi ?* (Ils mentionneront peut-être le fait qu'il fait plus frais sous les arbres, que ceux-ci stockent du CO<sub>2</sub>, qu'ils nous fournissent des matières premières renouvelables et durables) *Est-ce que le changement climatique modifie les forêts ?* (Ils parleront peut-être de l'impact des sécheresses ou de la disparition d'espèces).

Pour répondre aux questions précédentes, il faut d'abord s'intéresser à celles-ci :

- Qu'est-ce qu'une forêt ?<sup>1</sup>
- En quoi sont-elles importantes ?
- Comment se développent-elles ?

1. Pour recueillir leurs conceptions, demandez aux élèves de dessiner une forêt. Conservez ensuite ces dessins afin de les réutiliser après la sortie pour voir l'évolution de ces conceptions.

2. Divisez la classe en petits groupes (de 4 élèves maximum) et distribuez-leur une grande feuille de papier. Laissez-les discuter sans les interrompre pendant une quinzaine de minutes.

3. Rassemblez-les pour une discussion rapide autour de ces 3 questions.

4. Expliquez qu'un des moyens de mieux connaître les forêts est d'organiser une sortie sur le terrain, mais que celle-ci doit être bien planifiée.

5. Demandez-leur : *Comment pourriez-vous trouver ce qu'est une forêt ? Comment savoir si cela peut répondre à vos questions ? Comment pourriez-vous*

*collecter des échantillons<sup>2</sup> ? De quels outils / instruments auriez-vous besoin pour récolter, observer, reconnaître les organismes ?*

6. Répartissez-les à nouveau en groupes pour qu'ils puissent planifier la sortie sur le terrain. Vous pouvez les guider avec des questions du type :

- **Comment récolter vos échantillons ?** Avec les mains, des gants, un filet à papillons, des boîtes transparentes.
- **Comment les observer et les identifier ?** à l'œil nu, à la loupe, aux jumelles, avec une règle, un livre ou des clés de détermination<sup>3</sup>.
- **Comment conserver ?** Boîtes, bouteilles, sacs / sachets, marqueurs.
- **Comment annoter ou illustrer ?** Carnet, stylos, gomme, caméra, smartphone.

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Une boîte peut être laissée dans un coin de la classe une semaine avant la sortie, afin que les élèves puissent y déposer les objets qui leur semblent utiles pour leur mission.

7. Chaque groupe choisit un porte-parole et la classe décide ensemble de la liste du matériel, en discutant de l'utilisation et de l'intérêt de chaque objet. Si certains sont manquants, vous pouvez les suggérer en posant des questions : « *Comment faire si vous voulez observer de loin ?* » ou « *comment faire si vous voulez garder un souvenir sans vous blesser ou blesser l'animal / la plante ?* » Une fois que tout le monde est d'accord, la liste est recopiée dans le carnet de chaque élève.

8. Indiquez alors que chaque membre du groupe jouera un rôle spécifique, et expliquez clairement chacun d'entre eux :

- Le dessinateur
- Le photographe
- Le scientifique
- Le preneur de son / réalisateur

Ensemble, vous pouvez également discuter des règles à respecter pour que la sortie se déroule le mieux possible. Les élèves devront recopier ces règles.

9. Le cas échéant, dressez une liste de questions pour l'expert, si vous en avez réservé un.

1 Cette partie de la séance s'inspire du module 1 de la FAO, *À la découverte des forêts : Guide de l'enseignant*. Rome, 2018, 72 pp, disponible ici : <https://www.fao.org/3/i8560fr/i8560fr.pdf>

2 Cette partie de la séance s'inspire de la ressource de « *La main à la pâte* » portant sur la biodiversité, par Gabrielle Zimmermann, disponible ici : <https://fondation-lamap.org/projet/a-l-ecole-de-la-biodiversite>

3 Un exemple de l'ONF pour reconnaître feuillus et résineux : [http://www1.onf.fr/activites\\_nature/sommaire/decouvrir/arbres/@@index.html](http://www1.onf.fr/activites_nature/sommaire/decouvrir/arbres/@@index.html)

## SORTIE SUR LE TERRAIN : OBSERVATIONS

### 1/2 JOURNÉE

#### PARTIE 1 : SE FAMILIARISER AVEC LES ARBRES ET LA FORÊT 1H30

1. Le jour de la sortie, rappelez aux élèves qu'ils ont un objectif commun au sein de leur groupe : trouver des réponses aux questions soulevées en classe, faire des photos, des dessins, des enregistrements et récolter des échantillons.
2. L'adulte accompagnant chaque groupe est désigné « chef » du groupe, il devra distribuer les coups de pouce (**FICHE B4.3**). Si les élèves ont des questions, ils pourront alors se tourner vers eux ou vers vous.
3. Distribuez la **FICHE B4.2** à chaque élève, et vérifiez qu'ils l'ont bien comprise.
4. Demandez à quelques élèves de rappeler les règles à respecter pour la sortie.
5. Encouragez-les à partager leurs éventuelles découvertes avec la classe, une fois la phase d'exploration terminée.
6. Une fois que les élèves ont rejoint leur groupe, faites-leur tirer au sort une carte de rôle (**FICHE B4.1**), puis donnez-leur leur équipement et laissez explorer pendant 45 min.

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Si, lors d'une précédente visite, vous avez remarqué quelque chose d'intéressant pour votre classe (comme une souche d'arbre sur laquelle on peut observer des cernes, une fourmière ou une plante remarquable), vous pouvez le montrer à vos élèves lors des moments de mise en commun.

7. Une fois le délai expiré, rassemblez les élèves et proposez à chaque groupe de présenter en 5 min ce qu'ils ont découvert. Ils peuvent pour cela montrer des échantillons, des sons, ou expliquer quelque chose.
8. Discutez en classe entière de ce qu'ils ont appris :
  - *Qu'est-ce qu'une forêt ?* (Cette question permet d'amener les élèves vers la conclusion qu'une forêt constitue un écosystème. Si elle est composée d'arbres, on y trouve aussi des buissons, des herbes, des mousses, ou des animaux).

- *Comment un arbre est-il structuré ? Quelles parties le composent ?* (Le tronc, les branches, les feuilles et les racines) *Quelles sont leurs fonctions ?* (les feuilles captent la lumière ; le tronc conduit la sève ; les branches permettent aux feuilles d'occuper plus d'espace et de capter davantage de lumière ; les racines absorbent les minéraux et l'eau).
- *En quoi les forêts sont-elles utiles aux humains ?* (Les arbres produisent l'oxygène que nous respirons ; le bois sert à ... ; les fruits à ..., les feuilles peuvent aussi être utiles ; les arbres peuvent faire partie intégrante de certaines cultures ou croyances religieuses). *Et pour les autres êtres vivants ?* (Faites en sorte qu'ils remarquent la biodiversité qui les entoure).

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Vous pouvez demander à vos élèves de se promener et de choisir un élément autour d'eux qui peut être utile pour les humains ; ils devront le présenter au reste de la classe et expliquer son utilité.

#### PARTIE 2 : FORÊTS ET CHANGEMENT CLIMATIQUE 1H (TOUJOURS SUR LE TERRAIN)

1. Une fois qu'ils se sont familiarisés avec leur environnement, expliquez aux élèves qu'ils vont maintenant se focaliser sur le lien entre changement climatique et forêts. Demandez-leur de rappeler les origines du changement climatique : ils devraient mentionner le rôle du dioxyde de carbone (voir [séance A3, page 50](#)). Présentez quelques faits clés sur le carbone :
  - Le carbone est présent dans l'atmosphère principalement sous forme de dioxyde de carbone, mais en très faible quantité (autour de 0,04%)
  - Le carbone est un constituant fondamental de la vie : il constitue près de la moitié du poids sec de la plupart des organismes
  - Les forêts représentent 86% du carbone de surface (par opposition aux océans) de la planète et 73% du carbone contenu dans le sol.
2. Discutez en classe entière autour de ces questions : *Que font les arbres avec le dioxyde de carbone ? Où est-il stocké ? Combien de carbone un arbre peut-il stocker ?*
3. Expliquez alors aux élèves qui vont incarner des scientifiques, qu'ils pourront utiliser un calculateur rapide du carbone contenu dans les arbres, permettant d'en obtenir une estimation. Distribuez une copie de la **FICHE B4.4** à chaque groupe, ils pourront alors répondre à la première question.

4. Laissez-leur le temps de lire cette fiche, et n'hésitez pas à réexpliquer jusqu'à ce que tout le monde ait compris : *Comment vont-ils mesurer le poids sec de l'arbre ?* Ils devront se baser sur la circonférence. *Comment mesurer cette circonférence ?* Utilisez le schéma pour expliquer que la mesure se fait à la poitrine. Faites une démonstration de la mesure : *est-ce qu'une seule mesure est suffisante ? Combien de fois devrions-nous refaire ces mesures ? Est-ce qu'elles doivent être faites de la même manière ? Comment garder des traces de ces mesures ?* Ils devront les noter dans un tableau. Chaque groupe peut alors récupérer un mètre ruban ou un morceau de ficelle et une règle, choisir un arbre, et commencer à mesurer.

5. Faites-leur calculer la circonférence moyenne de leur arbre, puis suivre les instructions pour convertir cela en poids sec, et estimer la quantité de carbone stocké. *À quelles occasions ce dioxyde de carbone peut-il quitter l'arbre ?* Lors de la respiration de l'arbre, de sa coupe, de sa combustion ou de sa décomposition.

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Pour leur permettre de réaliser la quantité de carbone stockée par « leur » arbre, vous pouvez leur demander : *combien de paquets de sucre de 1 kg faudrait-il empiler pour représenter cela ?*

6. Rassemblez les élèves autour de vous, et demandez-leur : *En quoi les forêts peuvent-elles nous aider à lutter contre le changement climatique ?* (Les arbres peuvent stocker du carbone dans leur tronc, leurs racines et leurs feuilles, et l'utiliser pour produire leur propre nourriture, sous forme de sucre ; c'est de cette manière qu'ils peuvent aider à réduire la concentration de gaz à effet de serre et à lutter contre le changement climatique.).

#### CONCLUSION 5 MIN

Avant de repartir, rassemblez les élèves en cercle et demandez-leur ce qu'ils ont retenu de cette activité. *Qu'est-ce qui vous a étonné et qu'avez-vous préféré ? Qu'avez-vous appris sur les arbres, la forêt, et le changement climatique ? Qu'avez-vous aimé dans le travail en groupes ?*

### DE RETOUR EN CLASSE 1H

1. De retour en classe, chaque groupe peut rassembler ce qu'il a récolté et déposer des images, des dessins, des sons ou des vidéos sur ce mur collabo-

ratif : <https://digipad.app/p/62197/a489296342453>. Avant de poster, demandez aux élèves qu'ils précisent ce que leur image/son/vidéo représente, et d'où elles viennent précisément.

2. Si certaines questions n'ont toujours pas trouvé de réponse, demandez-leur : *Comment pourriez-vous répondre à ces questions ?* (Expériences ? Analyse documentaire ? etc.)

3. Selon eux, *est-ce que toutes les forêts du monde sont identiques ? Comment peut-on expliquer leurs différences ?* Distribuez la **FICHE B4.5**.

4. Si vous avez un accès internet, dites aux élèves de se rendre sur le site du Global Forest Watch : (<https://www.globalforestwatch.org/map/>) afin qu'ils puissent observer les impacts de la déforestation à l'échelle mondiale. Si vous n'avez pas d'accès internet, vous pouvez distribuer la **FICHE B4.6**.

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Sur le site du Global Forest Watch, vous pouvez cocher/décocher différents paramètres. Nous vous conseillons de vous limiter à *Évolution des forêts > Alertes de déforestation* et de décocher tous les autres.

5. Insistez sur le fait que les forêts, même celles qui sont loin de nous, sont importantes pour les communautés humaines. Elles servent de « puits de carbone », accumulant le dioxyde de carbone et relâchant plus de 20% de l'oxygène de la planète.

- *À quoi ressemblerait le monde sans arbres ni forêts ?*
- *En quoi nos vies seraient-elles différentes ?*
- Par groupes ou en classe entière, laissez les élèves discuter de leur participation – consciente ou inconsciente – à la déforestation : *Comment pourriez-vous aider à prévenir ou éviter ce phénomène dans votre communauté ou dans le monde ?*

#### CONCLUSION 5 MIN

Conduisez une discussion en classe entière en permettant aux élèves de résumer ce qu'ils ont appris durant ces 3 séances :

- *Qu'est-ce qu'un arbre/ une forêt ?*
- *De quoi ont-ils besoin ?*
- *En quoi les forêts peuvent être permettre de lutter contre le changement climatique ?*

Prenez un peu de temps pour leur permettre d'exprimer ce qu'ils ressentent : *Est-ce qu'ils ont aimé aller dehors ? Quels souvenirs garderont-ils de cette expérience ?*

## NOTE À L'ENSEIGNANT

### POURQUOI FAIRE UNE SORTIE SUR LE TERRAIN ?

Cette séance est l'occasion de faire la classe dehors, lors d'une sortie sur le terrain. L'idée ici est de développer des connaissances sur l'écosystème que représente la forêt : il ne s'agit pas seulement d'une association d'arbres, mais d'un lieu de vie pour de nombreux organismes. Les arbres ont besoin de lumière pour grandir et utilisent du dioxyde de carbone : ils jouent donc un rôle clé dans l'atténuation du changement climatique.

Cette séance est aussi l'occasion de **développer des compétences variées**, comme la reconnaissance des bruits de la forêt, la collecte d'échantillons en respectant un protocole scientifique, et le travail en groupes.

Mais l'aspect le plus important lors d'une sortie sur le terrain est le fait qu'elle permette **aux élèves de prendre connaissance de leur environnement proche** : en leur permettant de relier des connaissances avec un lieu familier, ils deviennent plus impliqués dans la protection de cette forêt et seront donc plus enclins à s'engager dans la lutte contre le changement climatique.

### LES ARBRES ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les arbres diffèrent des autres végétaux par leur tronc ligneux pérenne, qui leur permet de survivre plusieurs années. On peut distinguer les arbres à feuilles caduques, qui perdent leurs feuilles selon un rythme saisonnier, comme les chênes, et les sempervirents, comme les pins. Les arbres ont la particularité de grandir à la fois en hauteur et en épaisseur. Certaines espèces ont d'ailleurs des cernes qui permettent d'étudier leur croissance, puisqu'elles témoignent des couches sous l'écorce qui ont vieilli et sont désormais inactives. Ces cernes de croissances reflètent les changements saisonniers, mais aussi les variations climatiques. Les feuilles ont une surface large, qui permet de capturer la lumière et les gaz, pour la respiration et la photosynthèse. Le tronc est solide et permet à l'arbre de gagner de la hauteur. Les racines poussent dans le sol et permettent d'en extraire eau et nutriments.

Les arbres ont un rôle clé à jouer dans le changement climatique puisqu'ils transforment de grandes quantités de dioxyde de carbone atmosphérique en sucres (voir la [séance A5, page 71](#)) ou le stockent dans le sol. D'autre part, la déforestation et la combustion du bois conduit au relargage d'un carbone qui était précédemment stocké, augmentant alors la concentration atmosphérique et contribuant au changement climatique.



**DESSINATEUR**

**Mon rôle**

Je dessine tout ce que je peux pour décrire l'organisation de la forêt, les arbres, les feuilles, les animaux, etc.



**SCIENTIFIQUE**

**Mon rôle**

Je récolte des échantillons de feuilles, des branches, des insectes morts, etc. J'essaye de les identifier, et je les place dans des sacs pour les ramener en classe. Je peux aussi utiliser des instruments pour faire des mesures (taille, température, luminosité...).

**Je dois porter des gants !**



**PHOTOGRAPHE**

**Mon rôle**

Je prends des photos pour avoir une vision précise de ce qu'est un arbre, les animaux que je peux observer ou les résultats des expériences menées par le scientifique.



**PRENEUR DE SON / RÉALISATEUR**

**Mon rôle**

J'enregistre les sons de la forêt et j'essaye de les identifier. Je peux aussi faire de petites vidéos.



**DESSINATEUR**

**Mon rôle**

Je dessine tout ce que je peux pour décrire l'organisation de la forêt, les arbres, les feuilles, les animaux, etc.



**SCIENTIFIQUE**

**Mon rôle**

Je récolte des échantillons de feuilles, des branches, des insectes morts, etc. J'essaye de les identifier, et je les place dans des sacs pour les ramener en classe. Je peux aussi utiliser des instruments pour faire des mesures (taille, température, luminosité...).

**Je dois porter des gants !**



**PHOTOGRAPHE**

**Mon rôle**

Je prends des photos pour avoir une vision précise de ce qu'est un arbre, les animaux que je peux observer ou les résultats des expériences menées par le scientifique.



**PRENEUR DE SON / RÉALISATEUR**

**Mon rôle**

J'enregistre les sons de la forêt et j'essaye de les identifier. Je peux aussi faire de petites vidéos.



Nom / Prénom : .....

➔ Mon rôle : Qu'est-ce que je dois faire ?

➔ Recopie les questions sur les forêts qui ont été listées en classe :

Par ex : *Qu'est-ce qu'un arbre et comment se nourrit-il ? Qu'est-ce qu'une forêt ? En quoi sont-elles importantes ?*

➔ Comment te sens-tu dans la forêt, parmi les arbres ? Utilise tes sens pour expliquer...

➔ Est-ce que la forêt est différente de ce que tu imaginais ?

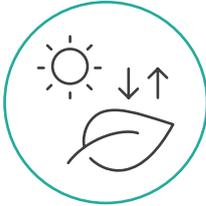
➔ Liste les éléments rassemblés par ton groupe et qui te permettent de répondre aux questions.

➔ Quelles questions n'ont toujours pas de réponse ?

➔ Au verso de cette feuille, fais un schéma légendé d'un arbre qui représente les échanges entre lui et son environnement (le sol et l'atmosphère). Ces mots devront être utilisés : feuilles – tronc – branches – racines – oxygène – dioxyde de carbone – sol – atmosphère – soleil – eau – minéraux.

**COUP DE POUCE !**

À expliquer / distribuer aux élèves quand ils en ont besoin... mais pas trop tôt !

**QU'EST-CE QUE LA PHOTOSYNTHÈSE ?**

La photosynthèse est une réaction chimique qui se déroule dans les **feuilles des arbres ou des plantes**. Quand elles sont exposées à la lumière, **elles peuvent utiliser cette lumière pour transformer le dioxyde de carbone atmosphérique en sucres**. C'est ainsi qu'ils produisent leur propre nourriture ! Au cours de ce processus, les plantes et les arbres ont également besoin d'eau qu'ils absorbent dans le sol grâce à leurs racines, et ils libèrent de l'oxygène dans l'atmosphère.

Remarque : **Les végétaux respirent aussi !** À la lumière, ils font à la fois la photosynthèse et la respiration, mais ils ne font que respirer la nuit.

**QU'EST-CE QU'UN ARBRE ?**

Un arbre est un végétal qui contient du bois, au sein d'un tronc. Ce bois contient des **vaisseaux** qui sont comme les veines dans lesquelles circulent ton sang : à la place du sang, les arbres possèdent de la sève, qui transporte des sucres, des minéraux et de l'eau !

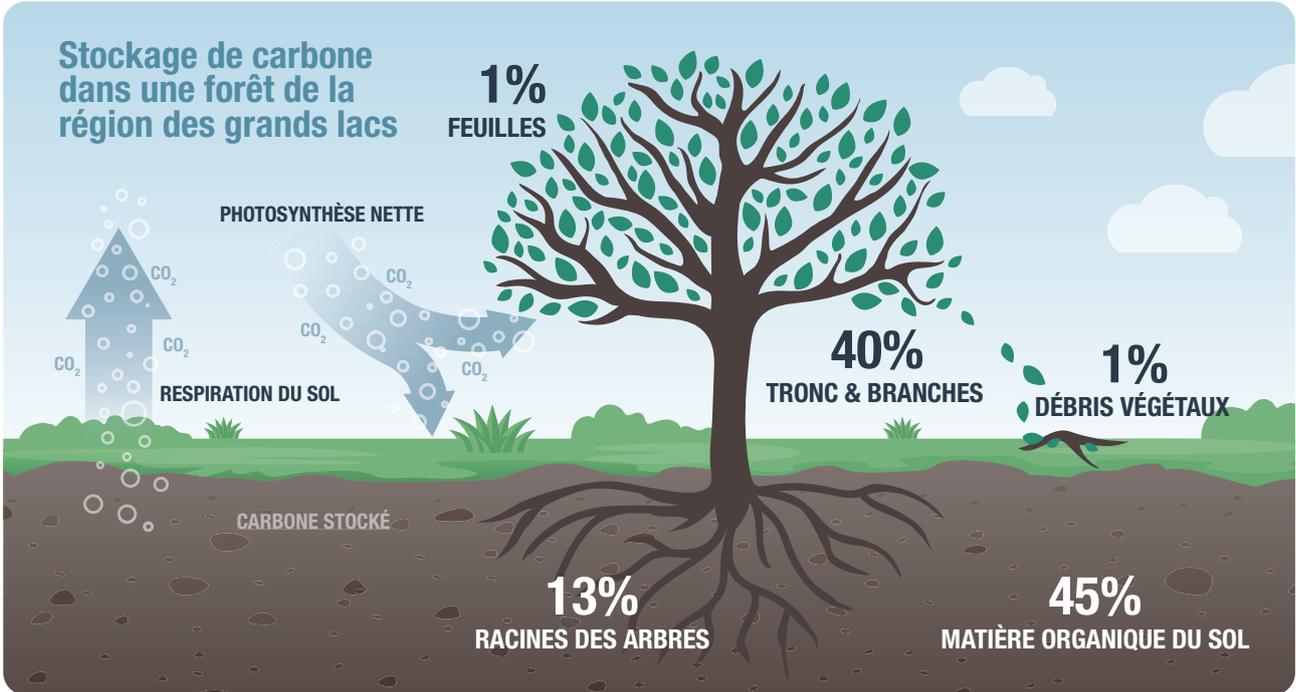
**QUELLES SONT LES DIFFÉRENTES PARTIES D'UN ARBRE ?**

Un arbre est constitué de quatre parties visibles et d'une partie cachée sous terre :

- **Les feuilles**, en contact avec l'atmosphère, absorbent le dioxyde de carbone et libèrent du dioxygène quand elles sont exposées à la lumière.
- **Les branches**, auxquelles les feuilles sont connectées.
- **Le tronc**, qui contient du bois et qui est entouré d'écorce.
- **Les fleurs, les fruits et les graines** : lors du printemps, les fleurs apparaissent et, une fois pollinisées, se transforment en fruits contenant les graines.
- **Les racines**, qui sont cachées dans le sol, et qui absorbent des minéraux et de l'eau.



QUE DEVIENT LE DIOXYDE DE CARBONE ABSORBÉ PAR LES PLANTES ?

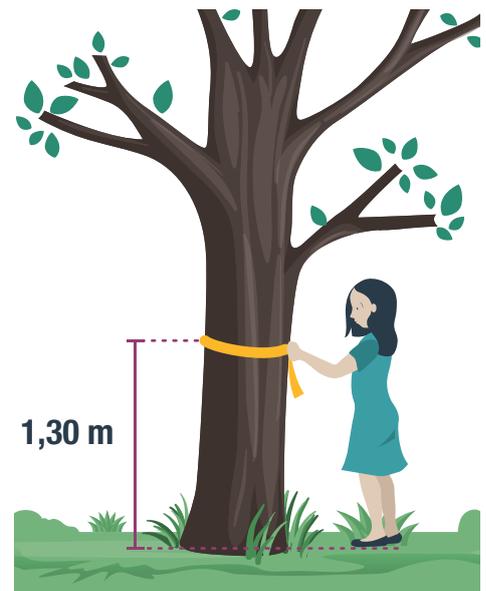


Source : Adapté d'une infographie de <http://climategreatlakes.com/feature-accounting-for-carbon/>

INSTRUCTIONS POUR MESURER LE CARBONE STOCKÉ DANS UN ARBRE

- Mesurer la circonférence de l'arbre à hauteur de la poitrine (environ 1,3 m) avec un mètre ruban. Noter le résultat en cm. Répéter cette mesure au moins 3 fois, à la même hauteur, et calculer la moyenne.
- Une fois cette moyenne obtenue, utiliser le tableau ci-dessous pour la convertir en un poids sec. Utiliser la valeur la plus proche.
- Puisque la moitié du poids sec d'un arbre correspond à du carbone, il faut maintenant diviser cette valeur par deux/ Cela indique combien l'arbre stocke de carbone.
- Vous pouvez aussi calculer la quantité de dioxyde de carbone nécessaire pour créer ce stock de carbone, en multipliant le nombre précédent par 3,67.

CIRCONFÉRENCE (CM)	POIDS SEC DE L'ARBRE (KG)
50	106
100	668
150	1 1964
200	4 221
225	5 771
250	7 641
275	9 842
300	12 410
325	15 350
350	18 700
400	26 674



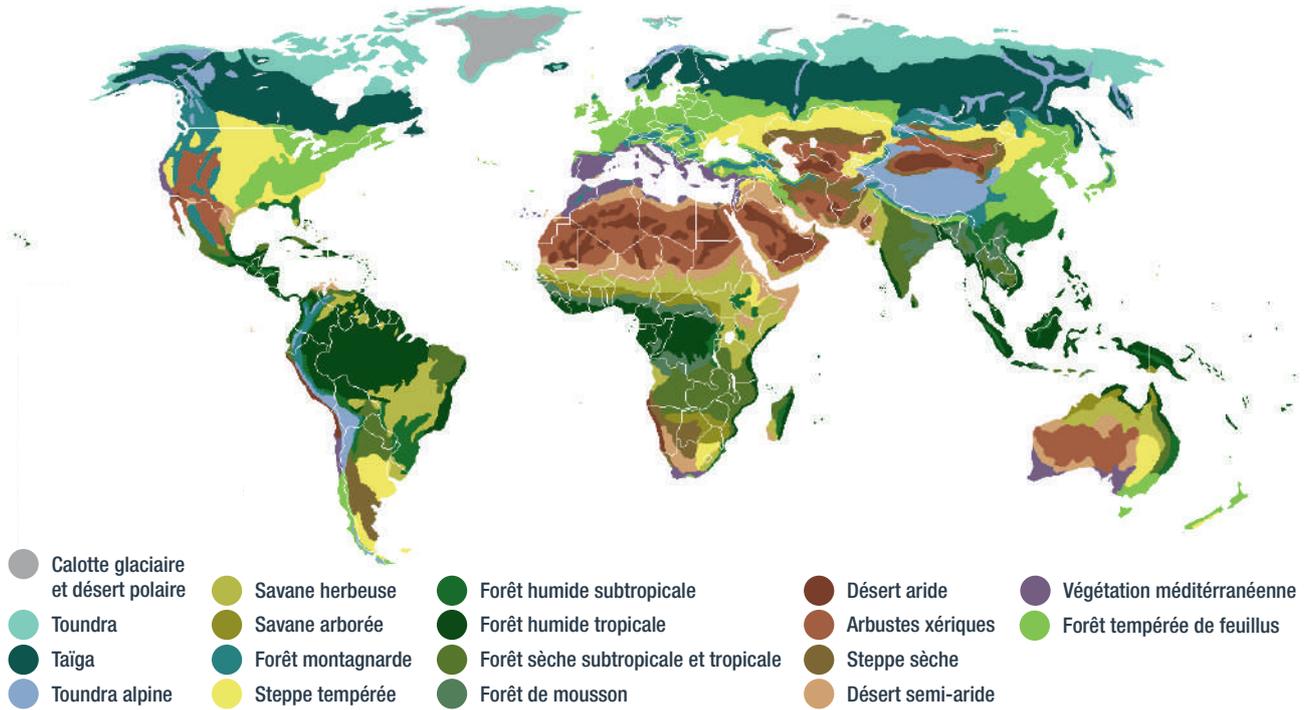
Ces valeurs, fournies par Forest Research, correspondent à la moyenne pour un arbre feuillu de l'Arboretum de Westonbirt. Elles peuvent être utilisées comme exemples. Les arbres grandissent néanmoins à des vitesses différentes dans le monde, selon l'espèce, le sol, le drainage, la topographie et les conditions climatiques.



Ces deux cartes représentent les différents types de végétation et de climats dans le monde.

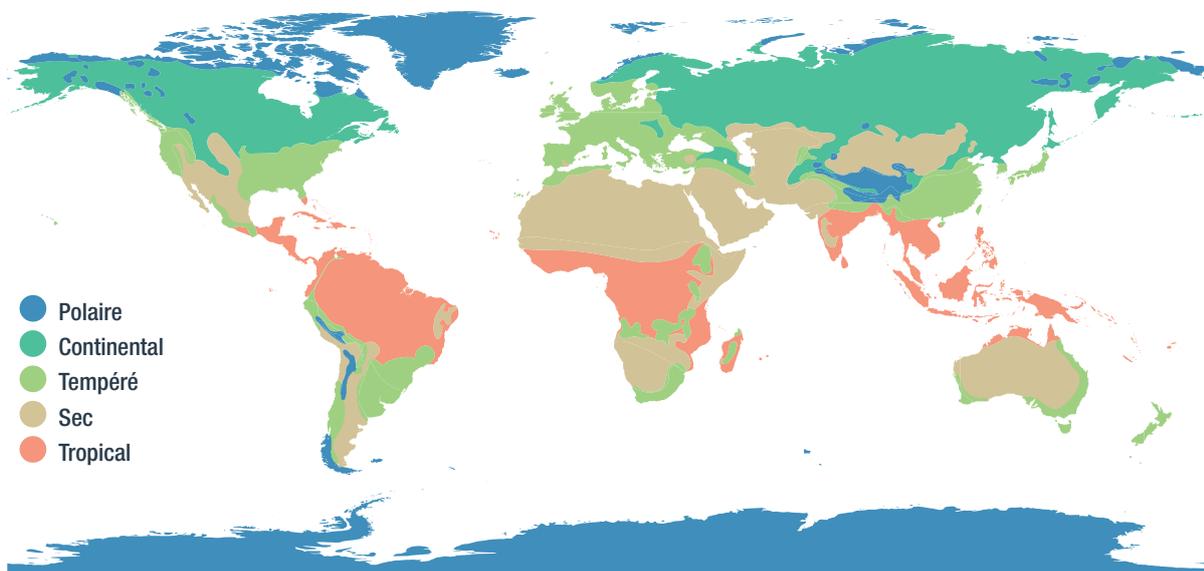
- ➔ Listez les différents types de forêts.
- ➔ Quelle est celle qui correspond à la forêt visitée lors de la sortie ?
- ➔ Comment pourriez-vous expliquer la répartition de ces forêts ?
- ➔ Quelles pourraient être les conséquences du changement climatique sur ces forêts ?

### CARTE PRÉSENTANT LES DIFFÉRENTS TYPES DE VÉGÉTATION DANS LE MONDE



Source : Wikipedia

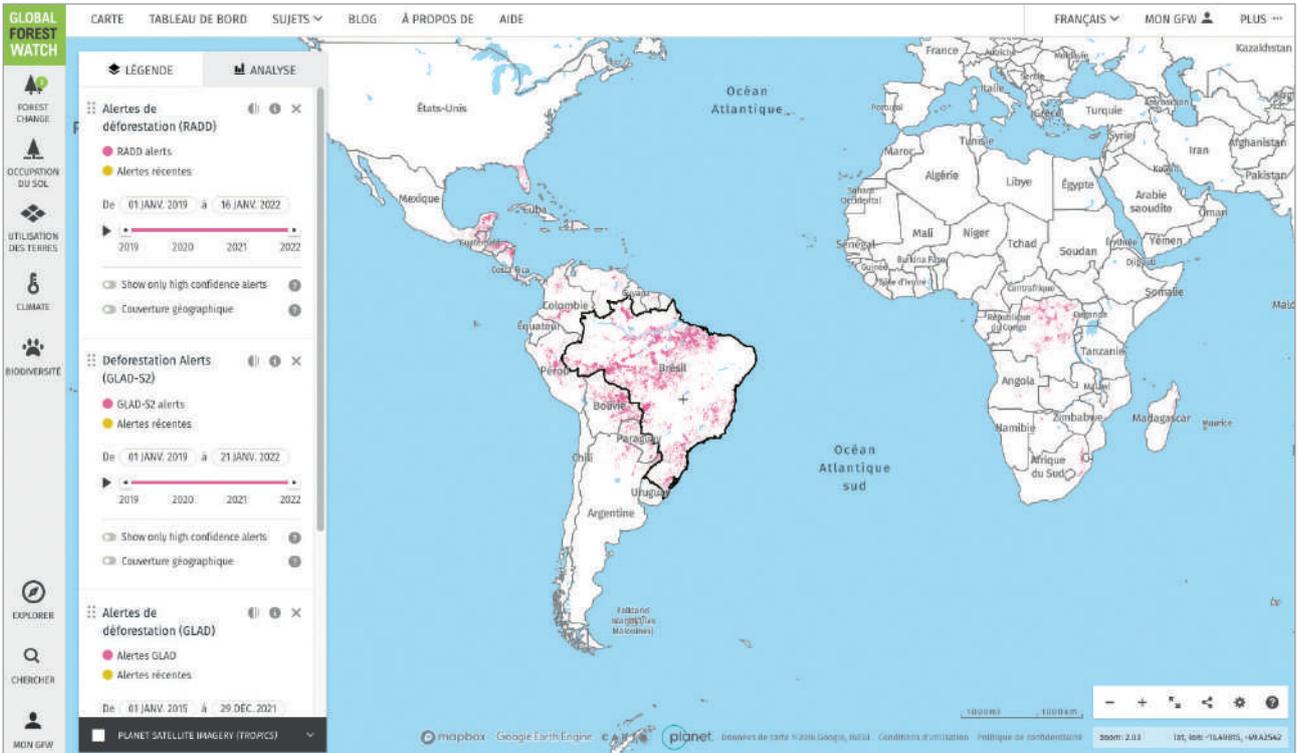
### CARTE DE LA CLASSIFICATION DES CLIMATS





Ces cartes montrent l'avancée de la déforestation – représentée par les alertes de déforestation – entre 2004 et 2020. Plus les taches sont rose foncé, plus la déforestation est importante.

CARTE DES ALERTES DE DÉFORESTATION



Source : <https://www.globalforestwatch.org/map>

## SÉQUENCE C

# TERRES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

La planète Terre est un système complexe, dont tous les paramètres sont interconnectés et en équilibre; ainsi, **le changement climatique a et continuera d'avoir des impacts sur tout ce système, avec des conséquences très variées.**

Les 4 séances de cette séquence se focalisent sur le rôle des terres dans la régulation du climat, et sur

les conséquences du changement climatique sur ces terres. En plus des impacts directs, des écosystèmes clés et des communautés humaines sont également touchés.

Cette séquence traitera des problèmes qui en découlent à travers des analyses documentaires et des jeux de rôle ou de cartes.

### LISTE DES SÉANCES

Séance principale

Séance facultative

<input checked="" type="radio"/>	<b>C1</b>	9-15 ans	<b>Quel est l'impact de votre alimentation sur le changement climatique ?</b> SVT, Histoire-géographie Les élèves décortiquent le lien entre l'alimentation et le changement climatique en utilisant une animation interactive ou en jouant à un jeu de cartes.	page 138
<input type="radio"/>	<b>C2</b>	12-15 ans	<b>Changement climatique et agriculture</b> SVT, Histoire-géographie Grâce à l'analyse de différents documents, les élèves apprennent comment le changement climatique impacte l'agriculture, et en quoi celle-ci influence le climat.	page 156
<input checked="" type="radio"/>	<b>C3</b>	12-15 ans	<b>Évènements extrêmes et dégradation des terres</b> Géographie Les élèves réalisent, grâce à des documents, que le changement climatique a conduit à une hausse des évènements extrêmes, ce qui a de nombreuses conséquences sur les sociétés humaines.	page 173
<input type="radio"/>	<b>C4</b>	9-12 ans	<b>Changement climatique, activités humaines et biodiversité</b> SVT En faisant un jeu de rôle ou grâce à des cartes à jouer, les élèves comprennent que tous les êtres vivants au sein d'un écosystème interagissent entre eux et font partie d'un grand réseau alimentaire.	page 183

## SÉANCE C1

# QUEL EST L'IMPACT DE VOTRE ALIMENTATION SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences de la vie et de la terre, géographie

### DURÉE

- ~ Préparation : 10 min
- ~ Activité : 1 h (Partie 1), 1 h 30 (Parties 1 & 2)

### TRANCHE D'ÂGE

Partie 1 : 9-15 ans  
Partie 2 : 12-15 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les élèves décortiquent le lien entre la sécurité alimentaire et le changement climatique, grâce à une animation interactive ou un jeu de cartes.

Ils apprennent que :

- ~ À mesure que la population humaine se développe, la demande pour la nourriture et pour les terres augmente aussi.
- ~ Les conditions de production de la nourriture ont une influence sur le changement climatique.
- ~ La façon dont nous consommons la nourriture l'influence aussi, puisque l'agriculture fait partie des principales sources de gaz à effet de serre. Un changement de régime alimentaire peut réduire ces émissions de façon significative.
- ~ Une quantité non négligeable de nourriture est perdue ou gaspillée, avec une variabilité importante selon les pays.

### MOTS-CLÉS

Empreinte carbone ; besoins en eau ; surface de sol nécessaire ; choix alimentaires ; inégalités ; sécurité alimentaire ; ressources alimentaires ; nourriture perdue/gaspillée

### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Jeu de cartes/animation interactive, analyse documentaire

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Cette séance est prévue pour deux niveaux d'élèves : la partie 1 est plus adaptée à des élèves de 9 à 12 ans, alors que nous suggérons de faire les parties 1 et 2 pour les 12-15 ans.



## PRÉPARATION 10 MIN

### MATÉRIEL

- **Au cours de la précédente séance/la veille :** demandez à vos élèves de ramener des emballages alimentaires avec des informations nutritionnelles ou tout autre type d'information. Insistez sur le fait qu'il vous faudrait différentes catégories d'aliments : pâtes, riz, fruits, yaourts, légumes, gâteaux...
- **Pour les élèves de moins de 12 ans :** FICHE C1.1 (une copie par groupe).
- **Pour les 12 ans et plus :** FICHES C1.1, C1.2 et C1.3 (une copie par groupe).
- *Facultatif :* FICHE C1.4 (une par élève).
- **Option 1 :** Ordinateurs (au moins un par binôme) pour utiliser l'animation interactive : « L'impact de notre alimentation ».
- **Option 2 :** Version jeu de cartes : « L'impact de notre alimentation » : FICHES C1.5 ET C1.6



### EN AMONT DE LA SÉANCE

1. Imprimer les fiches dont vous avez besoin, selon le niveau de vos élèves (les FICHES C1.4 et C1.6 sont facultatives – cf. le point n°2 ci-dessous et la conclusion).
2. L'animation interactive peut être utilisée en ligne ou en version hors-ligne (il faudra pour cela la télécharger). Si vous n'avez pas d'accès à des ordinateurs, vous pouvez aussi réaliser cette activité en version « débranchée », en imprimant les FICHES C1.5 et C1.6 ou en demandant aux élèves de la faire à la maison s'ils ont un accès internet).

## INTRODUCTION 5 MIN

Au cours des séances précédentes, les élèves ont appris que les sols pouvaient être utiles à l'espèce humaine de différentes manières, notamment à travers la production de ressources. Discutez alors de l'importance de l'agriculture pour les humains. Ils mentionneront l'alimentation et vous pourrez ensuite orienter la discussion sur le lien entre alimentation et changement climatique.

## DÉROULEMENT 45 MIN (PARTIE 1), 1 H 15 (PARTIE 1 ET 2)

### PARTIE 1 : LES CHOIX ALIMENTAIRES<sup>1</sup> 45 MIN

1. Choisissez un emballage apporté par un de vos élèves afin de construire un schéma, en classe entière, présentant les différentes étapes qui ont conduit cet aliment à arriver dans une assiette pour être mangé. Interrogez les élèves afin qu'ils fassent le lien entre les acteurs, les ressources, et si possible le/les endroit(s) d'où provient cette nourriture. *Quelles parties du système utilisent de l'énergie fossile, du transport ou encore de l'eau ? Votre schéma est-il complet ?* Expliquez que ce schéma donne une idée de ce que **l'empreinte écologique de nos aliments** peut être : dans ce cas, c'est une mesure des ressources naturelles dont les humains ont besoin pour produire ce type de nourriture, et de la pollution associée (à cause des transports, de l'énergie pour les transformer). Cela inclut les terres, l'eau et les énergies fossiles comme le pétrole.



Ex d'un schéma réalisé par un élève pour expliquer les étapes jusqu'à l'obtention d'une bouteille de lait

2. Distribuez ou projetez ensuite la **FICHE C1.1** et demandez : *Pensez-vous que le régime alimentaire de chaque famille a un impact similaire sur la planète ? Pourquoi ? Comment pourriez-vous le prouver ?* Notez leurs réponses au tableau. Ils peuvent chercher des informations à ce propos sur les emballages qu'ils ont rapporté : *Pouvez-vous trouver des informations là-dessus sur les emballages ?* Ils ne pourront probablement pas.

3. Dans le but de comparer l'impact des différents aliments sur notre planète, et donc sur le climat, expliquez aux élèves qu'ils auront à ranger les différents aliments en fonction de leur empreinte carbone<sup>2</sup>, leurs besoins en eau ou la surface de sol nécessaire à l'élaboration de l'aliment en question.

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

L'activité multimédia peut être utilisée pour les trois paramètres différents (empreinte carbone, ressource en eau, et utilisation du sol). Nous vous conseillons de choisir, avec votre classe, le paramètre avec lequel vous souhaitez commencer, et de vous intéresser aux autres une fois la première partie terminée. Vous pouvez également les faire rejouer en modifiant le paramètre.

4. Demandez aux élèves d'aller sur le site web, de suivre les instructions et de jouer avec l'animation, puis d'en discuter en groupe.

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Il y a deux niveaux de difficulté pour ce jeu : dans le niveau « facile », les élèves auront seulement 10 cartes à classer. Dans le niveau « difficile », ils en auront 20. Nous vous conseillons de démarrer par le niveau « facile » afin qu'ils se familiarisent avec la logique du jeu.

Pour des élèves plus jeunes, il est conseillé de faire le jeu en classe entière :

- Montrez 2 cartes et leur demander de les classer, en écrivant la réponse sur une ardoise par ex.
- Lorsque vous tapez dans vos mains, les élèves vous montrent leurs réponses.
- Discutez-en puis donnez la réponse.
- Refaites la même chose plusieurs fois de suite.

5. Une fois qu'ils ont terminé une partie, et si vous avez encore le temps, demandez-leur de composer leur menu favori en utilisant les cartes disponibles, et de calculer l'empreinte carbone associée. Ils peuvent ensuite en discuter avec leurs camarades.

6. Comparez les résultats obtenus pour l'empreinte carbone et intéressez-vous également aux autres paramètres (la consommation d'eau et la surface de sol nécessaire) : *Est-ce que le classement sera le même avec ces paramètres ?* Ils pourront constater que ce classement est différent et conclure que certains aliments utilisent beaucoup de surface de sol, et demandent de couper des arbres ; que certains polluent beaucoup en utilisant des ressources fossiles ; que d'autres ont besoin de beaucoup d'eau, et que ce ne sont pas forcément les mêmes. Il n'est donc pas facile de choisir les aliments qui ont le moins d'impact sur la planète.

1 Certains éléments de cette séance sont inspirés du Guide Interactif : Understanding Food and Climate Change, from the Center of Ecoliteracy, disponible ici : [https://foodandclimate.ecoliteracy.org/interactive-guide/page\\_0002.xhtml](https://foodandclimate.ecoliteracy.org/interactive-guide/page_0002.xhtml). L'OCE remercie grandement les auteurs.

2 La séance D4 de ce guide explore plus en détails l'empreinte carbone, en incluant celle de la nourriture, mais également celle d'autres activités humaines.

7. Demandez à vos élèves : *Comment peut-on expliquer que la viande par exemple « pollue » plus que les légumes ?* parce que lorsque l'on souhaite manger du bœuf, il faut nourrir le bétail, alors que l'on peut directement utiliser les cultures pour se nourrir lorsque l'on consomme du soja par exemple.

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Gardez en tête que les valeurs concernant les émissions de gaz à effet de serre tout comme celles qui concernent l'eau ou la surface de sol nécessaires sont données à titre indicatif, puisqu'elles dépendent de nombreux facteurs – tels que le pays considéré, les pratiques agricoles, etc. Vous pouvez chercher des valeurs plus précises pour votre pays/votre région si vous le souhaitez.

8. En reprenant les photos de la **FICHE C1.1** et les réponses des élèves à la question 2, regardez désormais s'ils avaient raison dans leurs propositions au sujet des empreintes écologiques des familles, et faites-leur justifier leurs réponses à partir de leurs nouvelles connaissances. Ils peuvent aussi réfléchir aux autres conséquences de nos choix alimentaires sur l'environnement.

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Pour les élèves de moins de 12 ans, nous recommandons de vous arrêter ici pour cette séance. Pour les élèves plus âgés, vous pouvez continuer avec les parties suivantes.

9. En se basant sur les documents de la **FICHE C1.2**, demandez aux élèves de justifier leurs réponses et de proposer une solution pour limiter l'impact de l'alimentation sur l'environnement : ils devraient comprendre qu'une option est de se tourner vers une alimentation contenant plus de produits d'origine végétale.

## PARTIE 2 : GASPILLAGE ET PERTES ALIMENTAIRES

30 MIN

10. À partir des photos de la **FICHE C1.1**, demandez aux élèves de comparer les quantités entre les différentes familles et de réfléchir à cette affirmation : *Nous achetons et mangeons en plus grandes quantités qu'auparavant et bien plus que ce dont nous avons besoin : quelles peuvent en être les conséquences ?* Ils mentionneront certainement le gaspillage alimentaire et les pertes. Expliquez les différences entre les deux.

11. Demandez-leur s'ils pensent que tous les pays sont également responsables des pertes et du gaspillage alimentaire, et laissez-les analyser la **FICHE C1.3** pour y répondre et expliquer les résultats observés.

## CONCLUSION 10 MIN

Après cette séance, les élèves devraient être capables de faire le lien entre nos choix alimentaires et les conséquences sur le changement climatique, en gardant à l'esprit que plus le régime alimentaire est riche en aliments d'origine végétale, plus son impact sur l'environnement est réduit. Engagez une discussion sur les actions qu'il est possible de mettre en place pour réduire les émissions de gaz à effet de serre associées à l'alimentation. Une suggestion, si vous souhaitez aller plus loin, est de distribuer la **FICHE C1.4** afin qu'ils cochent les actions qu'ils souhaiteraient mettre en place. Cela peut également être l'occasion pour eux d'en discuter avec leur famille ou leurs amis. Vous pouvez également les laisser débattre au sujet des différentes propositions et de leur envie – ou non – de les mettre en œuvre : ceci peut alors conduire à une discussion sur la pression sociale associée à ce type de décisions.

### PROLONGATION FACULTATIVE : MONDIALISATION

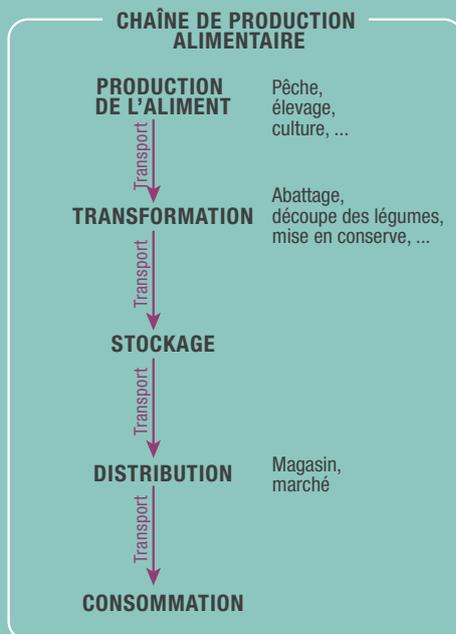
Le terme « mondialisation » fait référence à la connexion des cultures et des économies, ainsi qu'à l'échange de produits et d'idées partout à travers le monde. Par exemple, la nourriture des supermarchés peut provenir du Japon, du Mexique, du Canada ou d'Espagne. Les sushis sont un bon exemple de nourriture « mondialisée », consommée partout sur Terre, ce qui a des conséquences sur les stocks de poisson. Les élèves incarneront différents rôles (pêcheur, propriétaire de restaurant, consommateur, économiste, biologiste spécialisé dans la vie sauvage, ministre du commerce, etc.) et débattront des pour et des contres de la mondialisation. Voici quelques questions dont vous pouvez vous inspirer : *Qu'est-ce que la mondialisation ? Qu'est-ce qui a conduit à ce phénomène ? Est-ce que tout le monde en bénéficie ? A-t-elle des conséquences négatives ?*

## NOTE À L'ENSEIGNANT

### EN QUOI ALIMENTATION ET CHANGEMENT CLIMATIQUE SONT-ILS LIÉS ?

**Le changement climatique et l'alimentation sont inextricablement liés** : la déforestation – notamment lorsqu'elle est réalisée pour faire de la place à des pâturages – rejetant du dioxyde de carbone lors de la combustion du bois, la digestion des ruminants, la production de méthane dans les rizières, ainsi que l'utilisation de ressources fossiles en agriculture sont autant de processus qui émettent des gaz à effet de serre.

Le système alimentaire mondial est responsable d'environ **un quart des émissions anthropiques annuelles**<sup>1</sup>. Cela inclut toutes les étapes que traversent nos aliments, du champ à l'assiette. Voici un schéma qui les résume :



Chaque étape nécessitera très certainement des ressources fossiles – pour produire de l'électricité par ex, ou pour alimenter un tracteur – sauf si les bâtiments fonctionnent avec des énergies renouvelables. L'étape finale de transport jusqu'au lieu de consommation peut ne pas nécessiter de ressources fossiles, si l'on va faire ses courses à pied ou à vélo par ex.

Cependant, toutes les étapes n'auront pas la même empreinte carbone, ou les mêmes besoins

en eau ou en superficie de sol : ainsi, un élevage sera toujours plus émetteur de gaz à effet de serre (principalement du méthane et du  $N_2O$ ) qu'une culture, et consommera également plus d'eau, sur une superficie plus grande. Ainsi, la viande et la production laitière sont responsables de 14,5% des émissions annuelles mondiales de gaz à effet de serre. C'est d'ailleurs **cette étape de production qui aura l'impact le plus significatif sur l'environnement, et non le transport**. Ainsi, il apparaît que réduire sa consommation de viande et choisir des produits de saison permettra de réduire plus sûrement son empreinte carbone que de manger local ou d'aller faire les courses à pied ou à vélo. Vous pouvez avoir une idée plus précise de l'impact de chaque étape grâce à la **FICHE C1.3**.

### CHANGER SON RÉGIME ALIMENTAIRE : EST-CE QUE CELA A UN IMPACT ?

Le GIEC, en se basant sur différentes études, a conclu que certains régimes alimentaires étaient plus respectueux de l'environnement. Si tout le monde devenait végétarien, cela pourrait réduire les émissions générées par les terres d'un tiers (par rapport au scénario pessimiste de référence pour 2050), et pourrait même conduire à une régénération des forêts. Cependant, si vous ne souhaitez pas aller « aussi loin », sachez que manger moins de viande et de produits laitiers réduiraient déjà vos émissions personnelles. Des recettes « pour le climat » sont disponibles sur le [site suisse de Greenpeace](http://site.suisse.de.Greenpeace).

### GASPILLAGE ET PERTES ALIMENTAIRES

La FAO définit les pertes alimentaires comme la réduction de la quantité de nourriture comestible au cours de la production, des manipulations et des transformations post récolte, alors que le gaspillage correspond à tout ce qui est jeté par le consommateur<sup>2</sup>. Les réduire est également un moyen de diminuer votre empreinte carbone, même si certaines mesures pour réduire les pertes ne dépendent pas de vos choix de consommateurs. C'est par exemple le cas des techniques de récoltes ou des infrastructures (voir l'éclairage scientifique, [pages 17-18](#), pour plus de détails à ce sujet).

1 Reducing food's environmental impacts through producers and consumers, J. Poore and T. Nemecek, Science, June 1, 2018. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aag0216>

2 <https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/fr/>



Peter Menzel est un photographe Américain qui a voyagé dans 24 pays pour étudier les habitudes alimentaires des familles dans le monde. Il a demandé à des familles de poser devant leurs achats, en nourriture, pour la semaine.

© Peter Menzel/Cosmos – tirées du livre *Hungry Planet : What the World Eats*



**MALI** Dépenses en nourriture pour une semaine : 22,40 €



**TCHAD** Dépenses en nourriture pour une semaine : 1,04 €



**USA** Dépenses en nourriture pour une semaine : 290,27 €



**ALLEMAGNE** Dépenses en nourriture pour une semaine : 424,45 €



ITALIE Dépenses en nourriture pour une semaine : 220,78 €



ÉQUATEUR Dépense en nourriture pour une semaine : 26,78 €



JAPON Dépenses en nourriture pour une semaine : 269,28 €



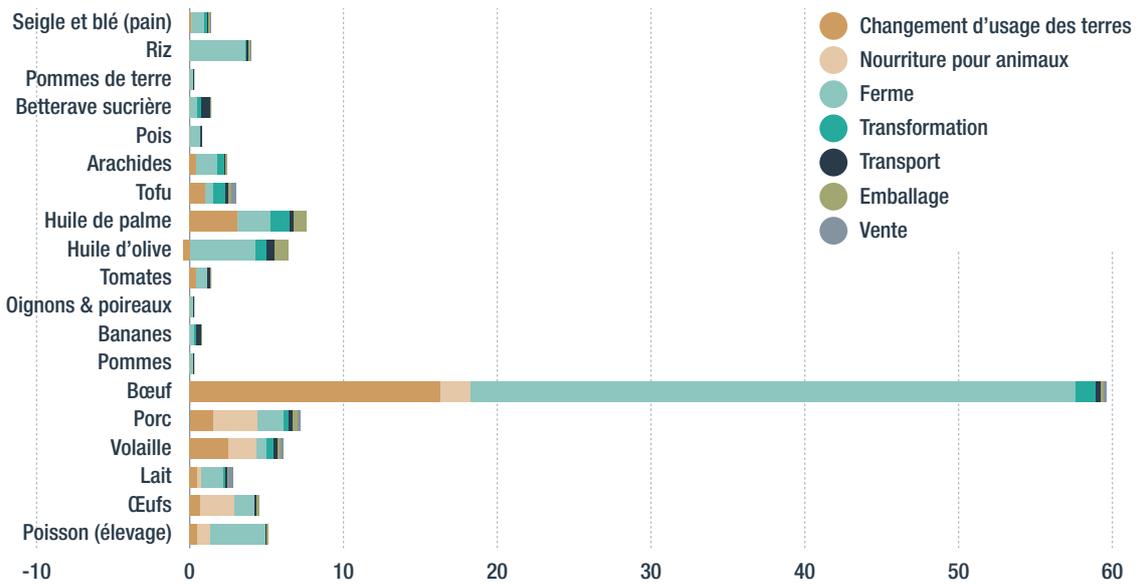
MEXIQUE Dépenses en nourriture pour une semaine : 160,50 €



Les documents ci-dessous permettent d'étudier les conséquences de la production de nourriture sur la planète, en fonction de l'aliment et du régime alimentaire. Ils représentent les émissions de gaz à effet de serre pour différents produits, en kgCO<sub>2</sub>-équivalent.

- ➔ En analysant les émissions de gaz à effet de serre associées à chaque étape de la production d'aliments, comment pouvez-vous expliquer qu'un changement de régime alimentaire puisse être plus efficace que d'acheter un produit localement ?
- ➔ En comparant le potentiel de réduction d'émissions de gaz à effet de serre des différents régimes alimentaires, quel est celui qui vous semble permettre à la fois de nourrir suffisamment d'êtres humains et de limiter le changement climatique ?

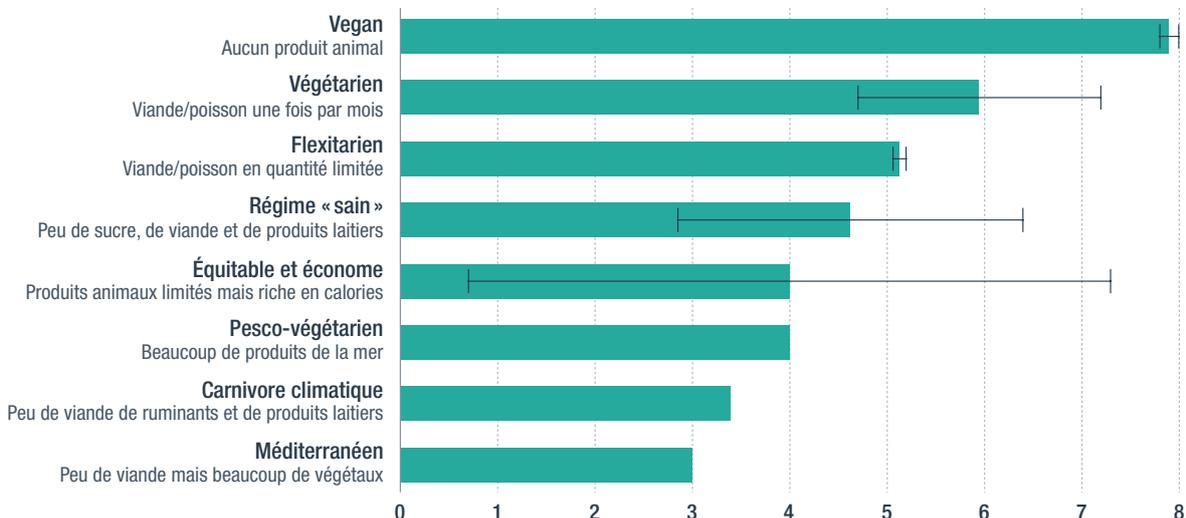
### ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE AU COURS DE LA FABRICATION DE DIFFÉRENTS ALIMENTS (KGCO<sub>2</sub>-ÉQUIVALENT PAR KG DE PRODUIT)



Source : <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>

### POTENTIEL DE RÉDUCTION D'ÉMISSION DE GES POUR DIFFÉRENTS RÉGIMES ALIMENTAIRES (GT CO<sub>2</sub> EQUIVALENT PAR AN)

Le « potentiel de réduction des émissions » quantifie l'impact d'un régime alimentaire sur la réduction des émissions de GES : plus ce potentiel est élevé, moins ce régime produit de GES. D'après différentes études, si un régime végétane était adopté à l'échelle mondiale, cela pourrait réduire la part de terres consacrées à la production de nourriture, permettre une régénération des forêts et réduire les émissions de GES continentales d'un tiers.

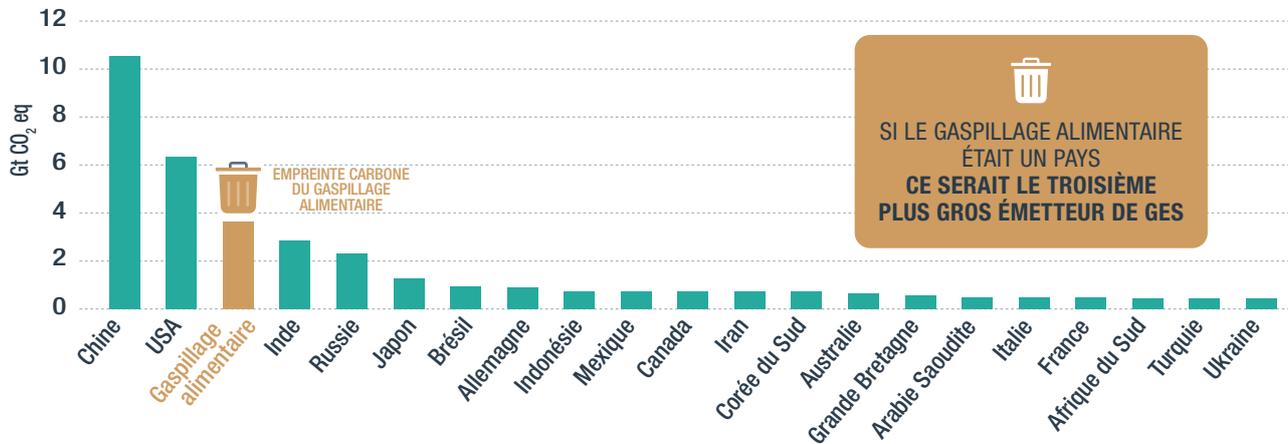


Source : Rapport Spécial du GIEC sur Le Changement Climatique et les Terres Émergées. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2021/02/08\\_Chapter-5\\_3.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2021/02/08_Chapter-5_3.pdf)



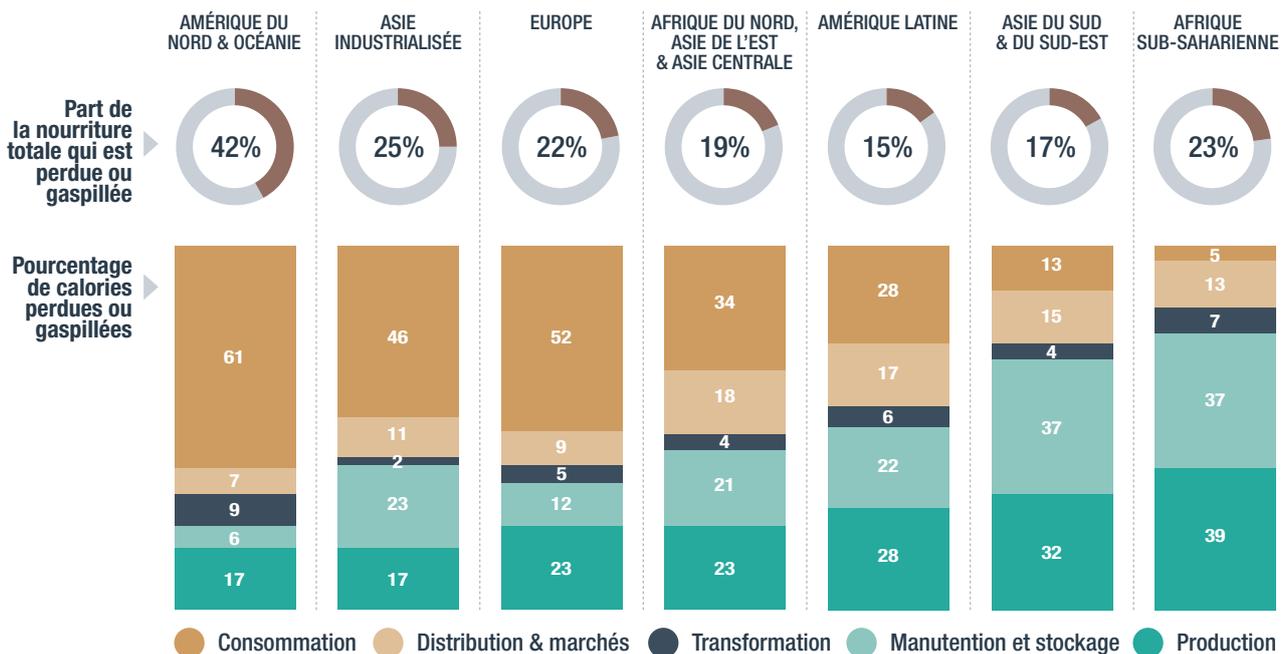
## EMPREINTE CARBONE DU GASPILLAGE ALIMENTAIRE À L'ÉCHELLE MONDIALE

Les données représentent les émissions totales de GES de chaque pays, en gigatonnes de CO<sub>2</sub>-eq (1 gigatonne = 1 milliard de tonnes).



Source : Données issues du WRI's Climate Data Explorer. Adapté de la Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011, *Food wastage footprint & Climate Change*. Reproduction autorisée. <http://www.fao.org/3/bb144e/bb144e.pdf>

## LES PERTES ET LE GASPILLAGE DE NOURRITURE SE PRODUISENT À DES ÉTAPES QUI VARIENT SELON LES RÉGIONS



Remarque : La somme totale peut ne pas faire 100 du fait des arrondis. Les données datent de 2009.

Source : Données issues d'une analyse du WRI, basée sur la FAO (2011C). Adapté de *Creating a Sustainable Food Future*. [https://research.wri.org/sites/default/files/2019-07/C\\_REP\\_Food\\_Course1\\_web.pdf](https://research.wri.org/sites/default/files/2019-07/C_REP_Food_Course1_web.pdf)

### Que représente chaque étape ?

- **Production** : Dommages aux fruits et légumes à cause des outils ; blessures/attaques par des insectes ou maladies ; pertes d'animaux à cause de maladies ou de mort pendant l'élevage ; poissons rejetés.
- **Transport et stockage** : pertes résultant de la cueillette des fruits, du stockage, du transport depuis les fermes jusqu'aux lieux de transformation ; pertes animales à l'abattoir ; viande et poissons qui pourrissent dans les centres de stockage.
- **Transformation** : pertes associées à la fabrication de jus, de conserves, de pâtisseries ; épluchage, découpage, cuisson et tri ; pertes de lait au moment de la pasteurisation ; pertes lors de la mise en conserve du poisson, du fumage, du salage.
- **Distribution** : dans les centres commerciaux, beaucoup de nourriture fraîche pourrit et est jetée. Dans les magasins de gros et de détail, les aliments atteignent leur date de péremption et sont jetés.
- **Consommation** : beaucoup de pâtisseries, de lait, de jus et de nourriture sont jetés parce qu'ils ont été gâchés ou n'ont pas été consommés.



## FICHE C1.4

Dans le tableau ci-dessous figure une liste de changements que vous ou votre famille pourriez entreprendre. Peut-être même que vous avez déjà mis en place certains d'entre eux, ou l'envisagez. Chacun est accompagné d'un classement sous forme d'étoiles : plus il y en a, plus l'impact de cette action est susceptible d'être important.

		JE LE FAIS DÉJÀ	JE VAIS ESSAYER	CE SERAIT VRAIMENT DIFFICILE
Réduire de 50% ma consommation de viande	★★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arrêter de manger de la viande	★★★★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduire de 50% ma consommation de beurre et de fromage	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arrêter de manger du beurre et du fromage	★★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduire de 50% ma consommation de yaourts et de lait	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arrêter de boire du lait et de manger des yaourts	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cuisiner végétarien deux fois par semaine	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cuisiner végétarien quatre fois par semaine	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manger seulement des fruits et légumes de saison	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rejoindre une amap	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Faire pousser ses propres fruits ou légumes	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N'acheter de la nourriture transportée par avion qu'en de rares occasions	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arrêter d'acheter de la nourriture transportée par avion	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acheter 75% de nourriture locale ou produite dans mon pays	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ne manger de la nourriture surgelée qu'en de rares occasions	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stopper toute nourriture surgelée à l'exception de celle provenant du jardin	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stopper toute nourriture surgelée et plats préparés et se débarrasser du congélateur	★★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduire la quantité de produits transformés de 50%	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduire la quantité de plats préparés et de fast-food de 50%	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Éviter tous les contenants en aluminium	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduire les déchets alimentaires de 50%	★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abandonner l'eau en bouteille et les boissons sucrées	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Source : Ce tableau provient de *In Time for Tomorrow? The Carbon Conversations Handbook* de Rosemary Randall et Andy Brown.



## FICHE C1.5

### RÈGLES DU JEU HORS-LIGNE

Les cartes disponibles sur la FICHE C1.6 devront être imprimées, de préférence sur un papier épais ou sur du carton, et être plastifiées. **Chaque groupe devra avoir un jeu complet.**

Nous suggérons de faire le jeu en petits groupes, de 4 élèves maximum.

### BUT DU JEU

Être le premier à s'être débarrassé de ses cartes.

### MISE EN PLACE

- Tous les joueurs s'assoient autour de la table.
- Le premier joueur est tiré au sort, et tous les joueurs décident ensemble avec quels paramètres le jeu va se jouer (cela peut être l'empreinte carbone, l'eau ou la surface de sol nécessaires).
- Les cartes sont mélangées.
- Trois cartes sont distribuées à chaque joueur qui les pose devant eux, face « caractéristiques » cachée. **Ils ne doivent, en aucun cas, regarder cette face.**
- La pioche est formée avec le reste des cartes et placée au milieu de la table, face « caractéristiques » cachée.
- La première carte de la pioche est placée au centre de la table et retournée, pour que les joueurs puissent en lire les caractéristiques. C'est à partir de cette carte que sera construite la ligne le long de laquelle les joueurs devront placer leurs cartes.

### À VOUS DE JOUER !

Les joueurs jouent chacun leur tour, dans le sens des aiguilles d'une montre.

Le premier doit placer une de ces cartes à côté de la première :

- S'il pense que l'empreinte écologique de l'aliment de sa carte est plus faible que celle de la première carte, il place sa carte à gauche ;
- S'il pense que l'empreinte écologique de l'aliment de sa carte est plus élevée, il la place à droite.

Une fois sa carte jouée, le joueur la retourne pour que la face « caractéristiques » soit visible, afin de vérifier que sa valeur est en accord avec la position de sa carte :

- Si la carte est correctement placée, elle reste où elle est, face « caractéristiques » visible.
- Si elle n'est pas bien placée, elle retourne dans la pioche. Le joueur doit alors piocher une nouvelle carte et la placer devant lui avec ses autres cartes, face « caractéristiques » cachée.

On passe alors au joueur suivant :

- Si le premier joueur avait correctement placé sa carte, alors le second peut placer la sienne à gauche ou à droite des deux cartes posées, ou bien entre les deux.
- Si le premier joueur n'avait pas bien placé sa carte, le deuxième joueur peut placer la sienne à droite ou à gauche.
- Si le deuxième joueur place bien sa carte, elle reste en place, face « caractéristiques » visible. La ligne est réorganisée pour laisser un espace entre chaque carte.

C'est maintenant au tour du joueur suivant, et le jeu se poursuit de la même manière, jusqu'à ce qu'un joueur se soit débarrassé de toutes ses cartes.

Remarque : **Si deux cartes ont la même valeur, l'ordre dans lequel elles sont placées n'a pas d'importance.**



Ce document présente tous les aliments disponibles dans le jeu. Vous pouvez les imprimer recto verso.



**SUCRE DE BETTERAVE**  
7 g

EMPREINTE CARBONE  
**0,013 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**1,53 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,013 m<sup>2</sup>**



**NOIX**  
30 g

EMPREINTE CARBONE  
**0,02 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**138,34 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,43 m<sup>2</sup>**



**SUCRE DE CANNE**  
7 g

EMPREINTE CARBONE  
**0,022 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**4,34 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,014 m<sup>2</sup>**



**POIS**  
90 g

EMPREINTE CARBONE  
**0,03 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**13,47 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,26 m<sup>2</sup>**



**MAÏS**  
75 g

EMPREINTE CARBONE  
**0,04 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**5,33 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,08 m<sup>2</sup>**



**HUILE DE TOURNESOL**  
10 ml

EMPREINTE CARBONE  
**0,04 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**10,08 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,18 m<sup>2</sup>**



**HUILE DE COLZA**  
10 ml

EMPREINTE CARBONE  
**0,04 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**2,38 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,11 m<sup>2</sup>**



**HUILE D'OLIVE**  
10 ml

EMPREINTE CARBONE  
**0,05 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**21,42 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,26 m<sup>2</sup>**



**OIGNONS**  
100 g

EMPREINTE CARBONE  
**0,05 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**1,40 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,04 m<sup>2</sup>**



**SUCRE DE CANNE**  
7 g

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



**NOIX**  
30 g

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



**SUCRE DE BETTERAVE**  
7 g

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



**HUILE DE TOURNESOL**  
10 ml

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



**MAÏS**  
75 g

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



**POIS**  
90 g

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



**OIGNONS**  
100 g

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



**HUILE D'OLIVE**  
10 ml

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



**HUILE DE COLZA**  
10 ml

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION





### CITRONS

130 g

EMPREINTE CARBONE

0,05 kg CO<sub>2</sub>-eq

BESOINS EN EAU

10,79L

SURFACE AGRICOLE

0,12m<sup>2</sup>



### ARACHIDES

20 g

EMPREINTE CARBONE

0,06 kg CO<sub>2</sub>-eq

BESOINS EN EAU

36,43L

SURFACE AGRICOLE

0,18 m<sup>2</sup>



### CAROTTES

150 g

EMPREINTE CARBONE

0,06 kg CO<sub>2</sub>-eq

BESOINS EN EAU

4,20L

SURFACE AGRICOLE

0,05 m<sup>2</sup>



### HUILE DE PALME

10 ml

EMPREINTE CARBONE

0,07 kg CO<sub>2</sub>-eq

BESOINS EN EAU

0,06L

SURFACE AGRICOLE

0,02m<sup>2</sup>



### POMMES

180 g

EMPREINTE CARBONE

0,07 kg CO<sub>2</sub>-eq

BESOINS EN EAU

32,40L

SURFACE AGRICOLE

0,11 m<sup>2</sup>



### POIREAUX

150 g

EMPREINTE CARBONE

0,08 kg CO<sub>2</sub>-eq

BESOINS EN EAU

2,10L

SURFACE AGRICOLE

0,06 m<sup>2</sup>



### BROCOLI

150 g

EMPREINTE CARBONE

0,08 kg CO<sub>2</sub>-eq

BESOINS EN EAU

17,85L

SURFACE AGRICOLE

0,09m<sup>2</sup>



### POMMES DE TERRE

150 g

EMPREINTE CARBONE

0,11 kg CO<sub>2</sub>-eq

BESOINS EN EAU

15,19L

SURFACE AGRICOLE

0,23 m<sup>2</sup>



### BANANES

180 g

EMPREINTE CARBONE

0,11 kg CO<sub>2</sub>-eq

BESOINS EN EAU

13,80L

SURFACE AGRICOLE

0,23 m<sup>2</sup>



**CAROTTES**  
150 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**ARACHIDES**  
20 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**CITRONS**  
130 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**POIREAUX**  
150 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**POMMES**  
180 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**HUILE DE PALME**  
10 ml

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**BANANES**  
180 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**POMMES DE TERRE**  
150 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**BROCOLI**  
150 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION

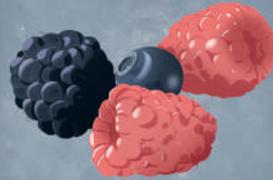


Office for  
Climate  
Education



**BLÉ ET SEIGLE (PAIN)**  
75 g

EMPREINTE CARBONE  
**0,15 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**61,35 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,35 m<sup>2</sup>**



**BAIES ET RAISIN**  
120 g

EMPREINTE CARBONE  
**0,18 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**50,40 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,29 m<sup>2</sup>**



**LAIT DE SOJA**  
200 ml

EMPREINTE CARBONE  
**0,2 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**5,60 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,14 m<sup>2</sup>**



**TOFU**  
100 g

EMPREINTE CARBONE  
**0,2 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**9,28 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,22 m<sup>2</sup>**



**ŒUFS**  
1 œuf

EMPREINTE CARBONE  
**0,26 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**32,30 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,35 m<sup>2</sup>**



**RIZ**  
75 g

EMPREINTE CARBONE  
**0,32 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**163,33 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,21 m<sup>2</sup>**



**TOMATES**  
180 g

EMPREINTE CARBONE  
**0,32 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**55,50 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,12 m<sup>2</sup>**



**FROMAGE (VACHE)**  
20 g

EMPREINTE CARBONE  
**0,37 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**85,62 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**1,35 m<sup>2</sup>**



**CAFÉ**  
1 tasse

EMPREINTE CARBONE  
**0,4 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**Insignifiant**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,30 m<sup>2</sup>**



**LAIT DE SOJA**  
200 ml

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**BAIES ET RAISIN**  
120 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**BLÉ ET SEIGLE (PAIN)**  
75 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**RIZ**  
75 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**ŒUFS**  
1 œuf

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**TOFU**  
100 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**CAFÉ**  
1 tasse

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**FROMAGE (VACHE)**  
20 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**TOMATES**  
180 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**MANIOC**  
200 g

EMPREINTE CARBONE  
**0,45 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**Insignifiant**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,61 m<sup>2</sup>**



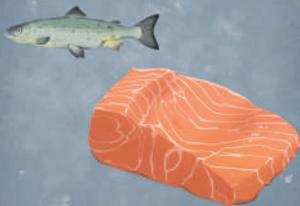
**CHOCOLAT NOIR**  
1 carré

EMPREINTE CARBONE  
**0,46 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**5,40 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,68 m<sup>2</sup>**



**LAIT (VACHE)**  
200 ml

EMPREINTE CARBONE  
**0,64 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**125,60 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**1,80 m<sup>2</sup>**



**POISSON (ÉLEVAGE)**  
100 g

EMPREINTE CARBONE  
**0,98 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**265,52 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,61 m<sup>2</sup>**



**VOLAILLE**  
100 g

EMPREINTE CARBONE  
**0,99 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**66,45 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**1,24 m<sup>2</sup>**



**PORC**  
100 g

EMPREINTE CARBONE  
**2,11 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**308,58 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**3,06 m<sup>2</sup>**



**AGNEAU ET MOUTON**  
100 g

EMPREINTE CARBONE  
**3,31 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**149,21 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**30,64 m<sup>2</sup>**



**CRUSTACÉS (ÉLEVAGE)**  
100 g

EMPREINTE CARBONE  
**3,62 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**478,38 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**0,40 m<sup>2</sup>**



**BŒUF**  
100 g

EMPREINTE CARBONE  
**8,72 kg CO<sub>2</sub>-eq**  
BESOINS EN EAU  
**126,96 L**  
SURFACE AGRICOLE  
**28,60 m<sup>2</sup>**



**LAIT (VACHE)**  
200 ml

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**CHOCOLAT NOIR**  
1 carré

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**MANIOC**  
200 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**PORC**  
100 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**VOLAILLE**  
100 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**POISSON (ÉLEVAGE)**  
100 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**BŒUF**  
100 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**CRUSTACÉS (ÉLEVAGE)**  
100 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education



**AGNEAU & MOUTON**  
100 g

—

L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION



Office for  
Climate  
Education

# SÉANCE C2

## AGRICULTURE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences de la vie et de la terre, géographie

### DURÉE

- ~ Préparation : 5 min
- ~ Activité : 1 h 15

### TRANCHE D'ÂGE

12-15 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Dans cette activité, les élèves découvrent comment l'agriculture moderne est affectée par le changement climatique et comment l'agriculture mondiale affecte le climat grâce à une analyse de documents.

Les élèves apprennent que :

- ~ L'agriculture mondiale est très diversifiée.
- ~ L'agriculture est impactée par le changement climatique.
- ~ Les événements météorologiques extrêmes affectent la culture de céréales, de fruits et légumes et l'élevage.
- ~ L'agriculture moderne impacte la biodiversité.
- ~ L'agriculture moderne encourage la déforestation.

### MOTS-CLÉS

Usage des terres, agriculture, déforestation, biodiversité, événements extrêmes

### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Analyse de documents



### INTRODUCTION 30 MIN

Lors des activités précédentes, les élèves ont travaillé sur le lien entre les habitudes alimentaires et le changement climatique. Demandez-leur d'où vient leur nourriture, comment elle est produite (de leur jardin ? du supermarché ? de la ferme ?)

- *Qu'est-ce que c'est qu'une ferme ? Pourquoi est-ce utile ?*
- *Comment fonctionne une ferme ?*

Réponses possibles : un élevage de vaches pour faire du lait, les vaches mangent de l'herbe (ou sont nourries dans leur étable avec du foin, et parfois des apports en soja, maïs...); elles sont traitées tous les matins et tous les soirs. Le lait peut être transformé pour faire du fromage, des yaourts ou du beurre qui peut être vendu sur la ferme.

Un maraîcher fait pousser des légumes sous une serre (tomates, poivrons, salade), ou dans des champs (pomme de terre, oignons etc.). Il a besoin d'apporter des nutriments au sol, en utilisant du fumier, ou du compost ; et a besoin d'arroser ses plantes.

- *Est-ce que toutes les fermes sont identiques ?*
- *Comment pourrait-on répondre à ces questions ?*

Afin de répondre, les élèves devraient proposer de rechercher ce qu'est une ferme. Demandez alors : *Par quels moyens peut-on y parvenir ? Faire une visite ? Avoir une ferme dans l'école ?* Engagez la discussion jusqu'à leur expliquer que l'on peut aller voir cela depuis le ciel, grâce à un site internet ou des documents.

1. Si vous avez un accès à internet, vos élèves peuvent explorer le sujet en utilisant l'activité multimédia. Dans le cas contraire, distribuez leur la **FICHE C2.1**.

2. Distribuez aussi la **FICHE C2.2**; et remplissez le tableau avec vos élèves à partir des informations présentées depuis la vue d'avion.

### PRÉPARATION 10 MIN

#### MATÉRIEL

- Optionnel : ordinateurs avec accès à internet pour utiliser l'animation multimédia sur la [diversité des pratiques agricoles](#).
- Si vous n'avez pas d'ordinateur : **FICHE C2.1**.
- **FICHES C2.2** et **C2.3** (une par élève).
- **FICHES C2.4, C2.5, C2.6, C2.7** et **C2.8** (en 1 ou 2 copies en fonction du nombre de groupes que vous avez).



#### EN AMONT DE LA SÉANCE

Les documents proposés présentent deux niveaux de difficulté – « apprentis » correspond au niveau le plus accessible, recommandés pour des élèves de 11-12 ans; « experts » pour des élèves de 12 ans minimum. Ces âges sont bien entendus fournis à titre indicatif. Imprimez les fiches documentaires.

## NOTE À L'ENSEIGNANT

**L'agriculture est l'un des plus gros émetteurs de GES dans l'atmosphère au niveau** (en 2014, elle représentait 24% des émissions totales – selon le GIEC). L'agriculture industrielle est un contributeur majeur pour diverses raisons : les engrais utilisés pour la production végétale émettent de grandes quantités de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) dans l'atmosphère; l'élevage de vaches, de moutons et de chèvres produit du méthane (CH<sub>4</sub>).

Dans de nombreux cas, la production de cultures - principalement de céréales pour nourrir le bétail - encourage la déforestation, ce qui entraîne l'accumulation de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

**Mais l'agriculture est aussi directement touchée par le changement climatique** : l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des événements extrêmes, tels que les inondations, les vagues de chaleur, les feux de forêt et de moisson, l'érosion des sols et la sécheresse, compromettent déjà la production alimentaire et provoquent la malnutrition dans de nombreuses régions.

Vous pouvez en apprendre davantage sur ces aspects et sur le lien entre le changement climatique et l'alimentation (séance C1) en regardant cette vidéo.



3. Menez une discussion avec toute la classe pour comparer leurs résultats en utilisant les questions ci-dessous. L'idée ici est de les amener à mettre en évidence un lien entre agriculture et changement climatique :

- *Quelle ferme est la plus grosse ?*
- *Pour chaque système agricole, comment pensez-vous que ce type d'agriculture affecte l'environnement (pollution, eau, usage des terres) ou le climat ?*
- *Comment pensez-vous que le climat puisse affecter ces fermes ?*
- *Pensez-vous que certaines fermes affectent l'environnement plus que d'autres ? Qu'en est-il pour le changement climatique ?*

### DÉROULEMENT 30 MIN

4. Expliquez à vos élèves qu'ils vont devenir des experts afin de conseiller un fermier qui souhaite s'installer (vous pouvez jouer vous-même le rôle du fermier !). Par équipe et à l'aide de documents, ils vont devoir réfléchir aux problèmes que l'on peut rencontrer en tant que fermier et à des solutions possibles.

- Dans un premier temps, ils étudieront un aspect par groupe d'experts (nous conseillons des groupes de 3; il peut y avoir plusieurs groupes qui travaillent sur un même aspect) : ils devront analyser un portfolio, répondre aux questions et remplir une courte conclusion dans le cadre correspondant sur le schéma bilan (FICHE C2.3).
- Dans un second temps chaque groupe d'experts va se mélanger en grand groupes de 5 personnes, qui sera alors composé d'un expert de chaque catégorie. Ils forment le conseil. Ensemble ils vont

remplir le schéma bilan qui regroupe toutes leurs conclusions et pourront alors aider l'agriculteur dans sa décision.

5. Distribuez à chaque élève la fiche bilan : FICHE C2.3.

6. Divisez la classe en 5 groupes d'experts (3 personnes par groupe si possible) :

- Les météorologues (niveau expert) – FICHE C2.4
- Les apiculteurs (niveau expert) – FICHE C2.5
- Les vétérinaires (niveau expert) – FICHE C2.6
- Les gardes forestiers (niveau apprenti) – FICHE C2.7
- Les journalistes (niveau apprenti) – FICHE C2.8

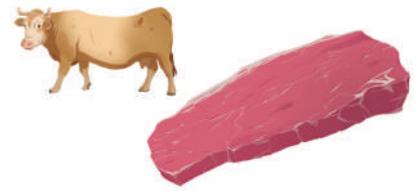
7. Chaque groupe répond aux questions de son étude de cas et note dans le schéma bilan la conclusion de l'étude en une phrase.

### CONCLUSION 10 MIN

Chaque groupe présente ses conclusions au reste de la classe puis ils en discutent tous ensemble. Faites un retour en classe entière; en demandant par exemple de réfléchir à ce que l'on peut faire, en tant qu'élève, en tant que parent ou même à l'école pour encourager une meilleure agriculture. Encourager l'agriculture local; faire une visite dans une ferme; faire un potager dans l'établissement; faire des menus végétariens à la cantine etc.

#### POUR ALLER PLUS LOIN

Vous pouvez faire une sortie en ferme avec votre classe. Vous pouvez proposer aux élèves de s'engager dans un projet de faire des potagers à l'école ou à la maison (voir le projet #5, page 245).



## BŒUF

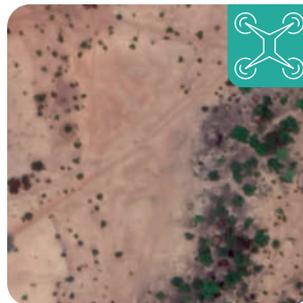
### FRANCE : LE BOCAGE NORMAND

La Normandie, en France, présente encore une agriculture de petite taille, avec des exploitations familiales. Les prés sont petits et délimités par des haies formant ce que l'on appelle le bocage. Ce bocage contient une très riche biodiversité, notamment en insectes et oiseaux qui bénéficient de ces nombreux arbres et arbustes. L'élevage traditionnel est celui de la vache de race normande pour le lait (afin de faire du camembert par exemple), mais aussi pour la viande. Les bovins libèrent du méthane dans l'atmosphère, qui est un puissant gaz à effet de serre.



### BURKINA FASO : LES BŒUFS DES PEULS

Les Peuls ont de grands troupeaux de zébus à bosse, proches de la vache. Ils en tirent principalement du lait et utilisent les boeufs pour la traction animale. Dans quelques cas, lors de grandes occasions ils consomment la viande. Les bovins libèrent du méthane dans l'atmosphère, qui est un puissant gaz à effet de serre. Les animaux paissent sur de grandes étendues très arides et viennent s'abreuver dans de grands points d'eau créés par les humains. Les sécheresses intenses et de plus en plus fréquentes liées au changement climatique engendrent des pertes de rendements et la mortalité des troupeaux.



### PARAGUAY : LES FERMES DE BOVINS

Au Brésil et au Paraguay, les agriculteurs coupent la forêt pour avoir de l'espace pour élever des vaches. Les vaches et les boeufs vivent en groupes denses dans des parcs géants pour fournir de la nourriture à la population locale et pour exporter hors d'Amérique du Sud. Les vaches sont les principales émettrices de méthane, un important gaz à effet de serre.



Vue avion



Vue drone



Vue piéton



## TOMATES

### ALMERIA : LA MER DE PLASTIQUE

Cette grande région au sud de l'Espagne était autrefois une région désertique. Aujourd'hui, elle est recouverte de serres où poussent notamment des tomates toute l'année pour l'approvisionnement des supermarchés de toute l'Europe. Les fruits et légumes cultivés ici rentrent



souvent dans la préparation des plats cuisinés industriels. La production très intensive nécessite beaucoup d'eau, d'engrais et de pesticides. Les serres utilisent énormément de matière plastique pour leur fabrication et leur réparation fréquente car la région est très venteuse. L'utilisation d'autant d'engrais et de matière plastique ainsi que le transport pour acheminer les tomates dans toute l'Europe implique la libération de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

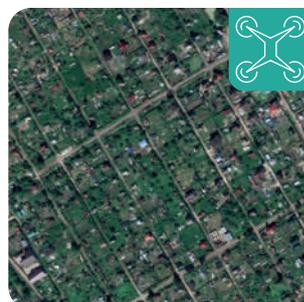
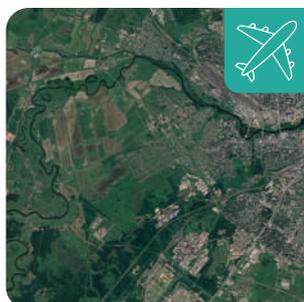
### TUNISIE : LES TOMATES SÉCHÉES DE CAP BON

Proches de la mer, dans le nord de la Tunisie, des entreprises familiales et traditionnelles de culture de la tomate subsistent. Les tomates sont cultivées en plein champs et ramassées à la main par les familles. Elles sont ensuite soit séchées sur de grandes grilles au soleil, ou réduites en purées ou en concentré de tomates. Ces cultures familiales profitent d'un environnement favorable à la production de tomates que le dérèglement climatique et la montée des eaux pourraient perturber.



### RUSSIE : LES JARDINS COLLECTIFS

La Russie offre un exemple d'agriculture péri-urbaine collective à grande échelle. La grande majorité des habitants des grosses villes de Russie cultivent un jardin à des buts alimentaires, ils sont appelés habitants-jardiniers (ou datchniki). Dans ces groupements de jardins, potagers et chalets, on retrouve de nombreuses cultures comme des arbres fruitiers (fraisiers et framboisiers) ou des légumes comme les choux, carottes, pommes de terre ou tomates. En plus de contribuer significativement à la production agricole du pays, ce « circuit parallèle » permet de moins subir les effets du changement climatique.



Vue avion



Vue drone



Vue piéton



# MAÏS



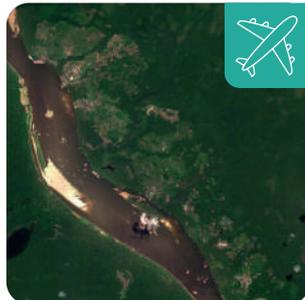
## MEXIQUE : LA CULTURE TRADITIONNELLE MAYA

Dans le Yucatan, il y a une forte tradition Maya. Cela se traduit par une nourriture très diversifiée et notamment par l'utilisation du maïs comme base de céréale (comme dans les fameuses tortillas). Dans de nombreux villages, la culture du maïs est familiale, sur de petites surfaces, dans des exploitations diversifiées qui cultivent aussi des arbres fruitiers, des fruits ou des légumes. Le travail de la terre se fait souvent à la main. Ces pratiques agricole ont un impact faible sur le climat, car nécessitent peu de transport et d'engrais.



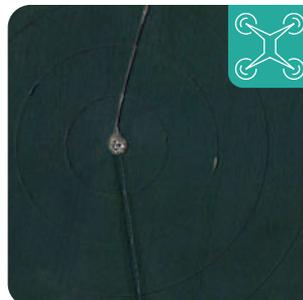
## VENEZUELA : LA CULTURE SUR BRÛLIS

Le long du fleuve Orénoque, le peuple racine des Piaroas pratique de manière traditionnelle la culture sur brûlis depuis des siècles. Les agriculteurs brûlent une partie de la forêt amazonienne, puis cultivent successivement des assemblage de plantes et d'arbres pour leur consommation (jardins de maïs, puis de manioc, jachère puis forêt de palmiers et d'arbres fruitiers). Sur une parcelle, de petite taille, ils brûlent, cultivent, puis reforment une forêt. Ce type de culture reste très respectueuse de l'environnement et a un impact faible sur le climat et la biodiversité..



## ÉTATS-UNIS : LES CHAMPS CIRCULAIRES

Dans les régions semi-arides, pour obtenir un sol fertile afin de faire pousser des cultures comme le maïs (principalement utilisé pour nourrir les animaux), les agriculteurs utilisent un système d'arrosage (irrigation) créant des cultures rondes géantes. Ces cultures utilisent beaucoup d'espace et beaucoup d'eau. De plus, elles sont souvent liées à l'utilisation d'engrais et de pesticides (ayant un impact très négatif sur le climat) ainsi qu'à la culture d'OGM. Ces structures sont très visibles depuis l'espace, donnant l'impression que le paysage est pixélisé.





## HUILE DE PALME

### SRI LANKA : AGROFORESTERIE

Les plantations de thé et de palmiers à huile sont combinées avec d'autres plantes pour imiter l'écosystème local, et ont des productions plus résistantes aux maladies et aux intempéries que les monocultures. Ces productions familiales ont un impact faible sur le climat, l'environnement local et favorisent la biodiversité.



### MALAISIE : LA PRODUCTION INTENSIVE D'HUILE DE PALME

Dans le Sarawak, sur l'île de Bornéo, l'industrie du palmier à huile est très implantée. De grandes parcelles de forêt vierge sont brûlées chaque année pour laisser la place à des plantations de palmier à huile. Ces palmeraies à perte de vue sont un désastre pour les écosystèmes locaux : la monoculture de ces arbres engendre un appauvrissement de la biodiversité locale auparavant très riche (c'est la terre des fameux orang-outans). De plus, la déforestation contribue au dérèglement climatique. La quasi totalité de l'huile produite est exportée hors de Malaisie.



### BENIN : HUILE DE PALME TRADITIONNELLE

En Afrique de l'Ouest, des paysans pratiquent l'agroécologie, récoltent les fruits du palmier sauvages ou de petites exploitations en vue d'une consommation locale comme c'est le cas depuis des générations. Le palmier à huile traditionnel reste un élément essentiel de la culture, de l'économie locale et de leur alimentation. Sa production artisanale est généralement assumée par des femmes paysannes. Ces cultures ont un impact très faible sur le climat, car elles ne nécessitent ni transport, ni utilisation d'engrais.





## FICHE C2.2

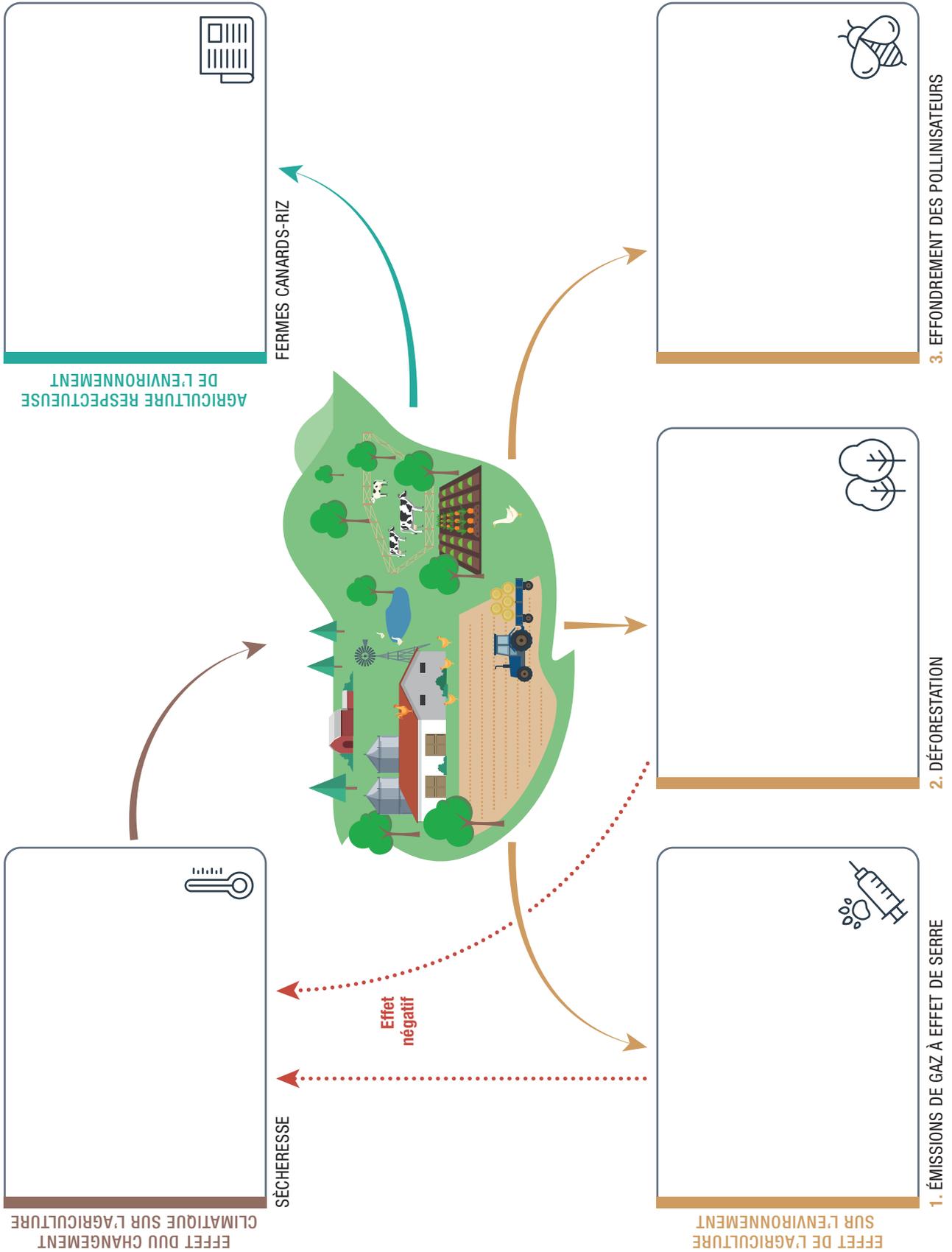
### LES DIFFÉRENTS TYPES DE FERMES DANS LE MONDE

	LOCALISATION / CLIMAT	TYPE DE FERME ET DE PRODUCTION	TAILLE APPROXIMATIVE
BŒUF			
TOMATES			
MAÏS			
HUILE DE PALME			



# FICHE C2.3

## SCHÉMA BILAN





## MÉTÉOROLOGUES

Vous êtes un groupe de météorologues (vous étudiez la température, les précipitations sur une période donnée). On vous envoie en Australie pour analyser ce qu'il s'est passé en 2015 : les animaux n'avaient plus rien à manger et il faisait très sec.

- ➔ Où et quand ces photos ont-elles été prises ? Expliquez les différences entre les photos « avant » et « pendant la sécheresse ». À partir de l'image « avant » la sécheresse, décrivez les éléments que vous pouvez voir : les humains ? Des animaux ? Des plantes ? De l'eau ? À quoi ressemble le ciel ? Des nuages ? Ensoleillé ? D'après vous, qu'est-ce qui est bon pour la production alimentaire d'après ce que vous voyez sur la photo ? Maintenant, regardez l'image « pendant la sécheresse » : qu'est-ce qui est différent d'après vous ?
- ➔ Comment la météo influence-t-il l'activité agricole ? Expliquez votre réponse en donnant quelques détails (vous pouvez faire des recherches en ligne).
- ➔ Décrivez précisément les deux graphiques des DOCUMENTS 2 et 3 ; dans chaque cas, qu'est-ce qui se trouve sur l'axe x/y ? Quel type de données est représenté ici et comment évolue-t-il avec le temps ? Quel est le lien avec l'image du DOCUMENT 1 ? Pensez-vous que cela soit lié au changement climatique ? Et pourquoi ? Comment pensez-vous que cela va évoluer dans le temps à l'avenir ?
- ➔ Répondez en une phrase à la question suivante (recopiez cette phrase sur le schéma bilan) : **Quel est l'impact du changement climatique sur l'agriculture en Australie ? Quels problèmes cela entraîne-t-il pour la ferme ?**

---

### DOCUMENT 1 : AVANT ET APRÈS LA SÉCHERESSE EN AUSTRALIE.

Si vous avez un accès à Internet, allez sur le site suivant et examinez les photos « avant et après la sécheresse » des fermes australiennes. <https://www.abc.net.au/news/2015-12-17/queensland-drought-photos-before-after/7035610?nw=0>



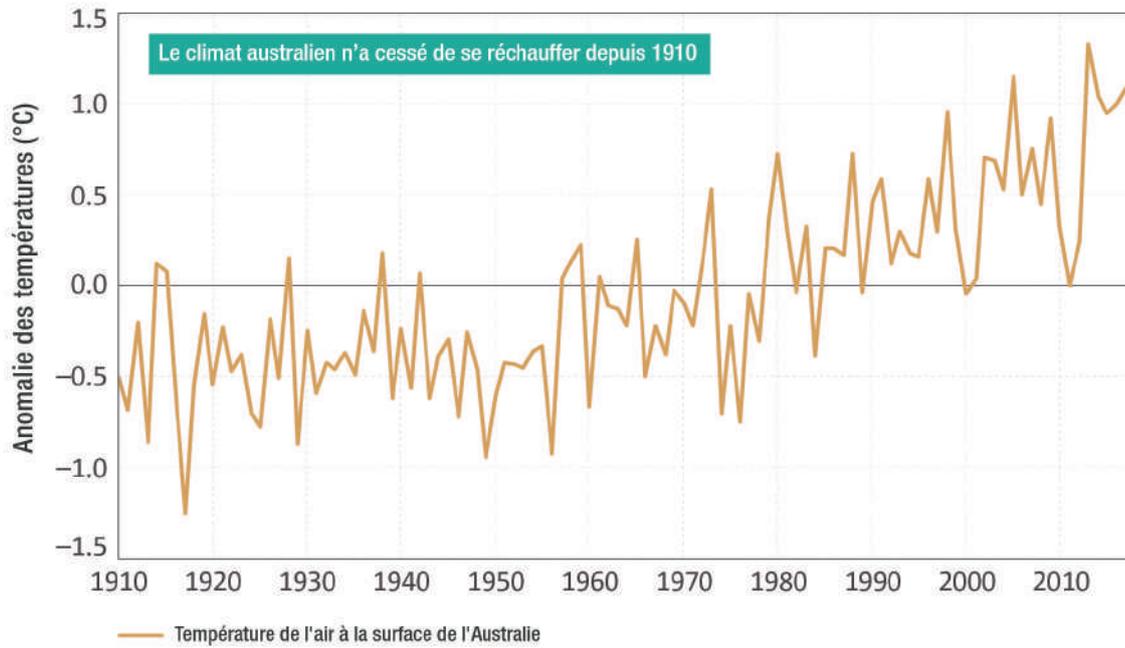
2012 : Troupeau en bonne santé à *Catumnal Station*.



2015 : Le pré de *Catumnal station* ne peut désormais nourrir que 20 bovins.



DOCUMENT 2 : ÉVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE EN AUSTRALIE PAR RAPPORT À LA PÉRIODE 1910-2010



Source : © Copyright CSIRO Australia, données du Bureau of Meteorology.  
<https://www.csiro.au/en/research/environmental-impacts/climate-change/state-of-the-climate/previous/state-of-the-climate-2018/australias-changing-climate>

DOCUMENT 3 : PRÉCIPITATIONS MOYENNES EN AUSTRALIE ENTRE 2009 ET 2019, EN MILLIMÈTRES



Source : Statista, données du Bureau de Météorologie.  
<https://www.statista.com/chart/20525/australia-wildfires-drought-rain/>



## APICULTEURS

Vous êtes un groupe d'apiculteurs : votre métier c'est d'avoir des ruches, avec des abeilles qui produisent du miel. Vous êtes experts dans le rôle des abeilles pour l'environnement. On vous demande d'étudier les documents pour voir le lien entre la disparition des abeilles et l'agriculture.

- Grâce au DOCUMENT 1 et au premier paragraphe de DOCUMENT 2, expliquez pourquoi les abeilles et autres pollinisateurs sont importants pour la production alimentaire.
- Lisez l'article et expliquez, avec vos propres mots, ce qui arrive aux pollinisateurs. À quoi cela peut-il être dû ? En quoi l'agriculture moderne est-elle aussi un problème pour les abeilles ?
- « *Le changement climatique interfère avec la relation entre les abeilles et les plantes dont elles se nourrissent* ». Qu'est-ce que vous comprenez ici ? Que pensez-vous qu'il se passe ? Vous pouvez faire des recherches sur Internet sur la façon dont le changement climatique affecte les fleurs et les abeilles.
- Répondez en une phrase à la question bilan à écrire dans le schéma final : **Qu'est-ce qui arrive aux pollinisateurs dans le monde ? Pourquoi est-ce un problème pour la ferme ?**

## DOCUMENT 1 : L'IMPORTANCE DE LA POLLINISATION



SI NOUS PERDONS NOS POLLINISATEURS NOUS PERDONS NOS FRUITS ET LÉGUMES

Environ un **tiers** des cultures  
sont pollinisées par les insectes



Pommes



Avocats



Poires



Aubergines



Navet



Citrouille



LA POLLINISATION PAR LES INSECTES PAR RAPPORT AUX AUTRES TYPES DE POLLINISATION

La **taille et la qualité des fruits**  
sont réduites s'il n'y a pas d'insectes



Pollinisation par les insectes



Auto-pollinisation

Auto-pollinisation  
et pollinisation par le vent



**DOCUMENT 2 : QU'ARRIVE-T-IL AUX ABEILLES DANS LE MONDE ?**

Si vous avez accès à internet, vous pouvez lire l'article en entier ici :

<https://theconversation.com/vingt-ans-apres-le-debut-de-leffondrement-des-colonies-comment-se-portent-les-abeilles-78807>

**THE CONVERSATION**

L'expertise universitaire, l'exigence journalistique



**Vingt ans après le début de l'effondrement des colonies, comment se portent les abeilles ?**

Publié: 13 juin 2017, 22:57 CEST

La perte des abeilles peut avoir de graves conséquences pour la biodiversité et l'humanité. Car les abeilles sauvages et domestiques pollinisent environ un tiers des plantes que nous consommons, participant ainsi à un service écologique évalué à 153 milliards d'euros par an à travers le monde (dont 2,9 milliards d'euros en France).

Les abeilles sont ainsi très vulnérables aux stress dits « sublétaux », qui ne provoquent pas directement leur disparition mais perturbent leur comportement. Dans un article publié récemment dans *Trends in Ecology & Evolution*, nous avançons l'idée que l'industrialisation toujours plus grande de nos sociétés est à l'origine de la multiplication des stress sublétaux, qui restent toutefois difficiles à identifier.

La pollution automobile ou les pesticides réduisent par exemple l'efficacité de butinage en perturbant les communications nerveuses dans le cerveau des insectes. L'agriculture intensive et le réchauffement climatique altèrent également la nutrition des abeilles, en réduisant la diversité des plantes disponibles ou leurs périodes de floraison.

**VOCABULAIRE**

**POLLINISER** en apportant du pollen d'une fleur à l'autre, les abeilles permettent aux plantes de se reproduire (les fleurs vont faire des fruits et des graines).

**STRESS SUBLÉTAUX** un stress est un impact causé par l'environnement ou les activités humaines ; subléta signifie que l'impact (comme les pesticides, ou le changement climatique) ne tue pas l'abeille, mais modifie son comportement (rend l'abeille malade, affaiblie, ou désorientée par exemple).

**TRENDS IN ECOLOGY & EVOLUTION** est le titre d'un magazine scientifique qui est utilisé par les chercheurs pour montrer à tout le monde le résultat de leur recherche.

**PESTICIDES** produits que les agriculteurs mettent dans leurs champs pour tuer les insectes, ou les champignons qui se nourrissent des plantes cultivées ; contrer les maladies de ces plantes ou encore tuer les herbes non désirées par l'agriculteur.

**INDUSTRIALISATION** le fait que les humains utilisent de plus en plus d'énergies fossiles pour créer des objets, se déplacer, etc.

**BUTINAGE** les pollinisateurs, quand ils butinent, récupèrent du pollen et du nectar sur les fleurs pour nourrir leurs larves.

**ALTÉRER** perturber.



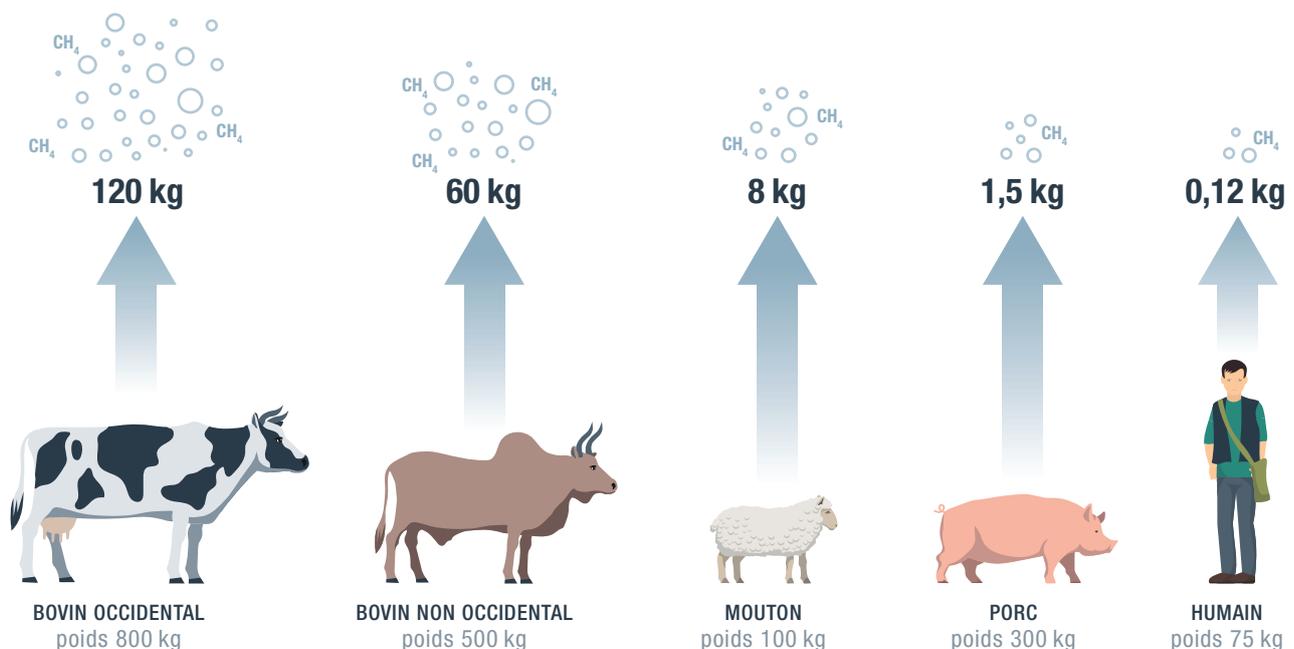
## VÉTÉRINAIRES

Vous êtes un groupe de vétérinaires : vous soignez surtout les animaux de la ferme (les vaches, chevaux, cochons, poules etc.). Vous connaissez bien leur biologie, et aujourd'hui on vous demande de décrire l'impact des animaux de la ferme sur la production de gaz à effet de serre.

- ➔ En utilisant le DOCUMENT 1, comparez la quantité de méthane émise par un animal d'élevage par rapport à ce que vous (un humain) émettez en un an. Pouvez-vous expliquer comment les animaux d'élevage ont un impact sur le changement climatique ? Vous pouvez calculer la quantité de méthane ( $\text{CH}_4$ ) émise par kilogramme d'animal en divisant la quantité totale émise par le poids de l'animal.
- ➔ Avec vos résultats expliquez comment l'élevage peut avoir un impact sur le climat.
- ➔ Observez la carte du DOCUMENT 2 et comparez les différentes régions. Dans votre région, y a-t-il beaucoup d'animaux d'élevage ? Pensez-vous que cela affecte le climat ? Que pouvez-vous y faire ?
- ➔ Répondez en une phrase à la question bilan à écrire dans le schéma final : **Comment les animaux de la ferme affectent-ils le climat ? Quelle(s) solution(s) existe(nt) pour limiter l'impact de l'agriculture sur le climat ?**

### DOCUMENT 1 : ANIMAUX D'ÉLEVAGE ET ÉMISSION DE MÉTHANE (PAR ANIMAL / AN)

Les vaches - comme les autres ruminants, tels que les buffles ou les moutons - ont un estomac particulier : en fait, elles en ont 4 ! Chaque « poche » de l'estomac contient des millions de microbes qui décomposent l'herbe en énergie utilisable par la vache. Au cours de ce processus, ils produisent également du méthane, un gaz à effet de serre qui contribue au réchauffement de la planète et qui est libéré dans l'atmosphère par les rots, les pets et les bouses des vaches.

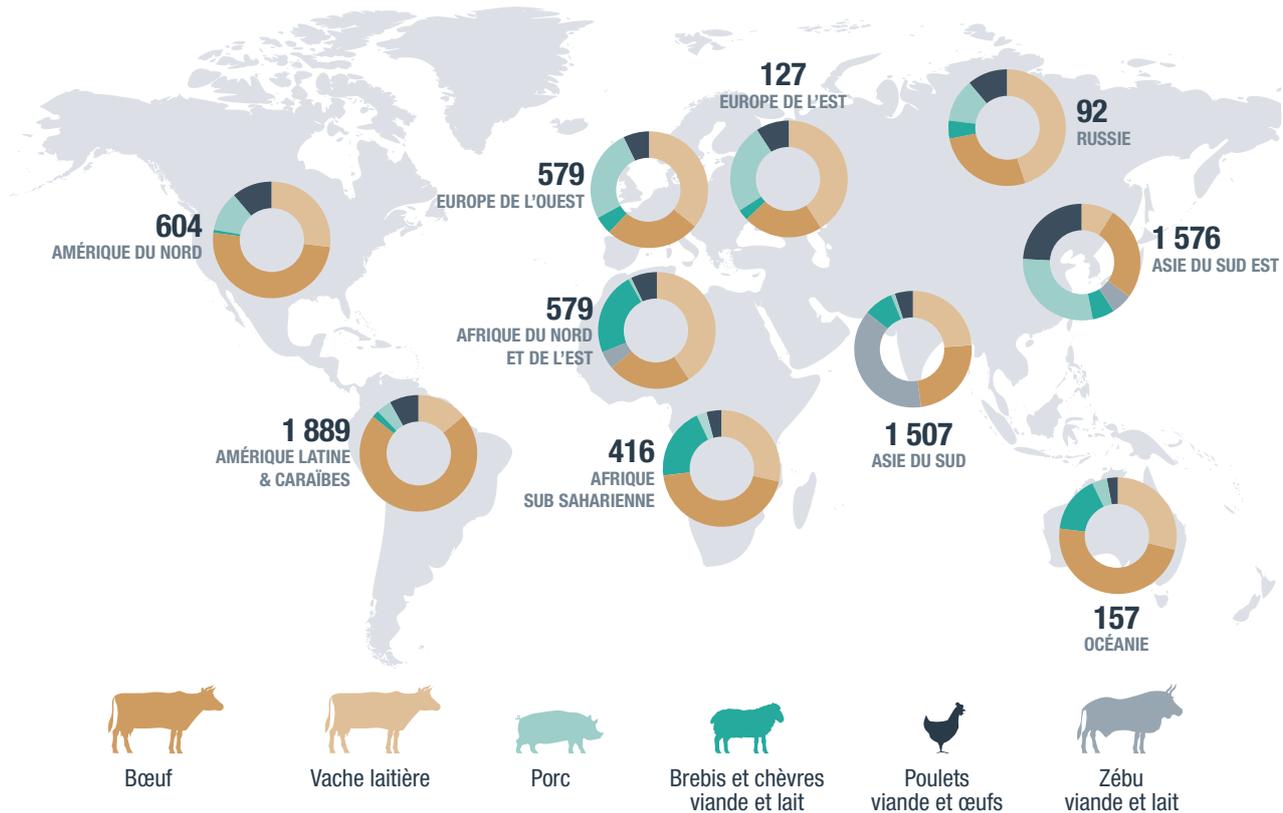


Source : Adapté de Nasa's Goddard Institute for Space Science.



**DOCUMENT 2 : ÉMISSIONS RÉGIONALES DE TOUS LES GAZ À EFFET DE SERRE EN MILLIONS DE TONNES DE CO<sub>2</sub>-EQ, PAR ESPÈCE, EN 2010**

« CO<sub>2</sub>-eq » signifie « équivalent dioxyde de carbone ». Il est utile de comparer l'impact de différents gaz à effet de serre, car ils n'ont pas le même « pouvoir de réchauffement » : par exemple, une certaine quantité de méthane réchauffe l'atmosphère 28 fois plus que la même quantité de CO<sub>2</sub> !



Source : Adapté de FAO (2017) ; Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM).  
<http://www.fao.org/gleam/results/en/#c303617>



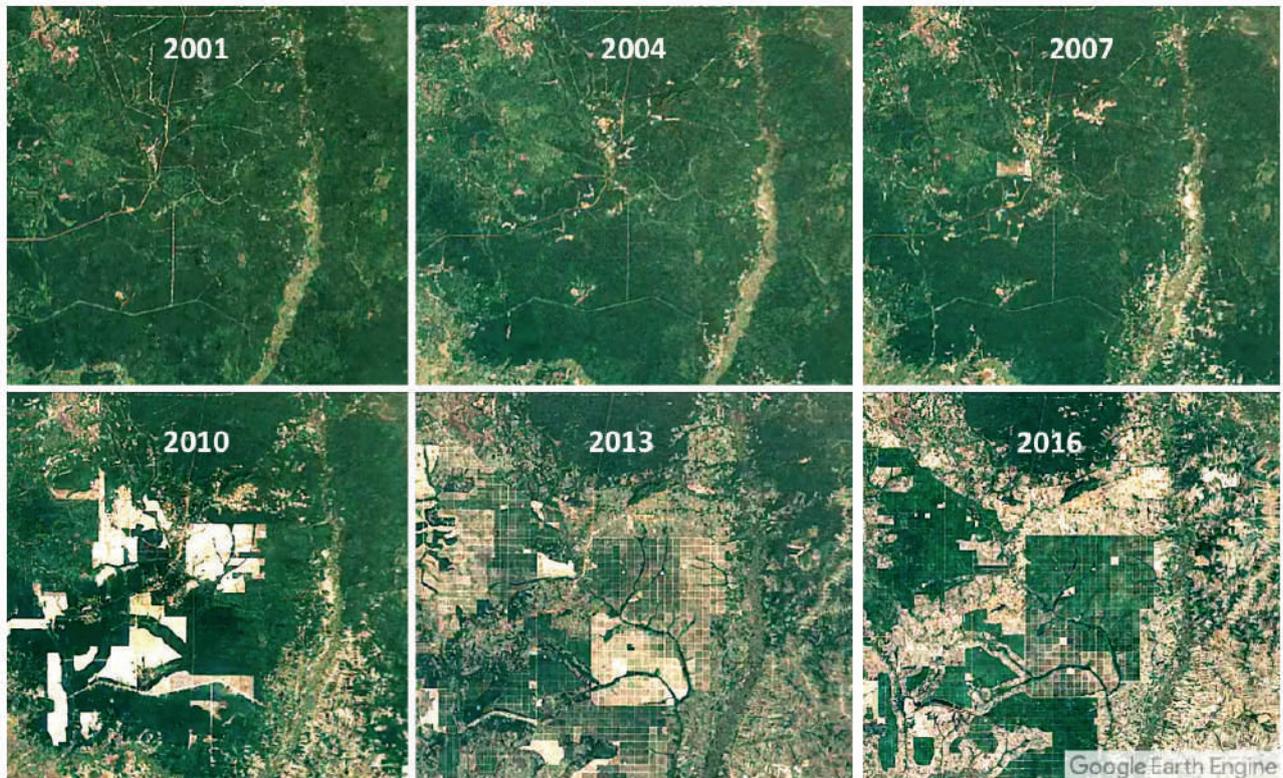
### GARDES FORESTIERS

Vous êtes un groupe de garde forestiers. Vous connaissez bien la forêt et savez que les arbres captent le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère : la forêt est donc bénéfique pour lutter contre le changement climatique. On vous envoie au Cambodge pour étudier le lien entre l'agriculture et la forêt.

- ➔ DOCUMENT 1 : En regardant les photos du document, que voyez-vous ? Qu'est-il arrivé à la forêt ?
- ➔ DOCUMENT 2 : Que savez-vous de l'importance de la végétation, des arbres et de la forêt pour le climat ? Pouvez-vous expliquer pourquoi il est important de conserver la forêt ?
- ➔ Dans ce cas, comment l'agriculture affecte-t-elle le climat ? Est-ce un effet direct ou indirect ?
- ➔ Répondez en une phrase à la question bilan à écrire dans le schéma bilan : **Quel est le problème des grosses fermes pour les forêts ? Quel est l'impact sur le climat ?**

#### DOCUMENT 1 : LA DÉFORESTATION DANS LA RÉSERVE DE BENG PER AU CAMBODGE ENTRE 2001 ET 2016

Les arbres ont été coupés pour faire des meubles ou pour faciliter les plantations agricoles pour produire du caoutchouc, du riz, des bananes ou encore des noix de cajou, qui sont ensuite exportés dans le monde entier. Sur ces photos la forêt a été remplacée par des plantations d'hévéa pour le caoutchouc.

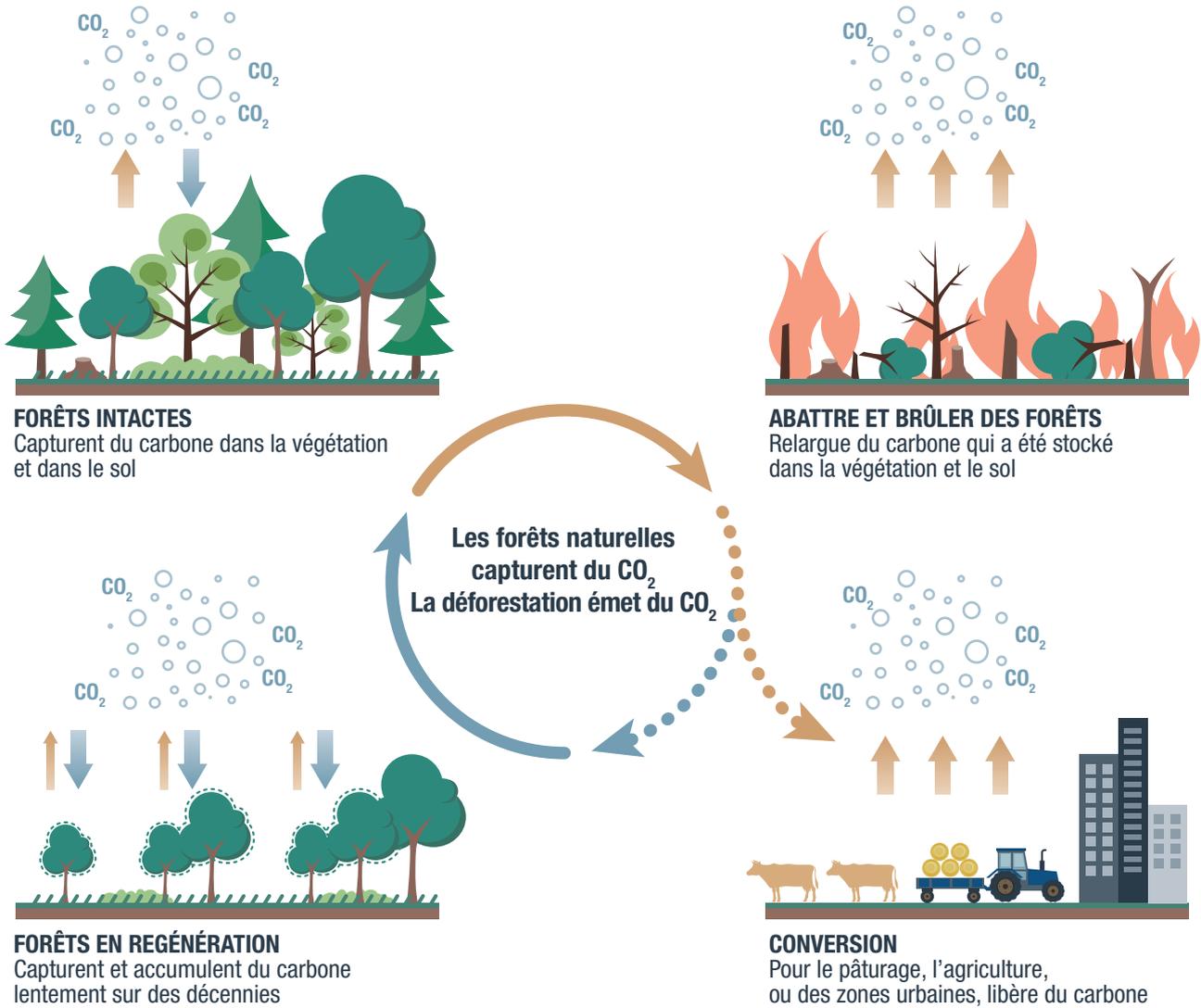


Source : Google Earth Engine. <https://earthengine.google.com/timelapse/>

Remarque : si vous avez un accès internet, vous pouvez aller sur Google Earth et construire votre propre chronologie en examinant les changements dans l'utilisation des terres dans vos propres régions d'intérêt.



DOCUMENT 2 : LA CAPTURE DES ÉMISSIONS DE CARBONE PAR LES FORÊTS



Source : Adapté du Center for Global Development.  
<https://www.cgdev.org/page/infographics-why-forests-why-now>



## JOURNALISTES

Vous êtes un groupe journalistes et vous vous intéressez à l'agriculture respectueuse de l'environnement. Vous allez visiter une ferme spéciale au Japon. Elle a trouvé un moyen intéressant d'avoir un impact très faible sur le climat.

- ➔ Avec vos propres mots, décrivez la pratique agricole : d'où vient-elle ? Réalisez un schéma qui résume le texte.
- ➔ À partir du texte et de l'image, expliquer pourquoi cette pratique agricole est bonne pour l'environnement.
- ➔ Répondez en une phrase à la question bilan à écrire dans le schéma final : **En quoi cette ferme est-elle bonne pour l'environnement et le climat ?**

---

**POURQUOI LA CULTURE CANARD-RIZ EST-ELLE BONNE POUR L'ENVIRONNEMENT <sup>1</sup> ?**

Takao Furuno, un agriculteur japonais, a développé un système de culture du riz qui imite les systèmes naturels. Il met des canards dans ses rizières (parcelles inondées utilisées pour la culture du riz) pour manger les mauvaises herbes et les insectes. Les déchets des canards fournissent des nutriments à l'eau utilisée par les cultures et permettent aux agriculteurs d'économiser de l'argent sans avoir recours à des pesticides ou des engrais. Ils gagnent également de l'argent supplémentaire en vendant de la viande et des œufs de canard. Le système de Furuno utilise également le poisson dans les rizières, générant ainsi une autre source de revenus. Les riziculteurs industriels avaient abandonné cette pratique parce que les insecticides qu'ils utilisaient dans

leur système de culture tuaient leurs poissons. Le système de Furuno produit 20% de riz en plus que les systèmes conventionnels, qui cultivent exclusivement du riz.

Remarque : les pesticides sont des produits chimiques utilisés dans les champs (ou les rizières) pour protéger les cultures des insectes qui peuvent les manger, ou pour lutter contre des maladies. Les pesticides sont dangereux pour deux raisons : ils tuent beaucoup d'insectes qui ne mangent pas les cultures, et ils émettent des gaz à effet de serre lors de leur production et quand ils sont utilisés dans les champs. Ils aggravent donc le changement climatique.

---

<sup>1</sup> Adapté du guide pédagogique John Hopkins Center for a Livable Future.  
<https://www.foodspan.org/séance-plans/unit-2-farmers-factories-and-food-chains/>

# SÉANCE C3

## ÉVÈNEMENTS CLIMATIQUES EXTRÊMES ET DÉGRADATION DES TERRES

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Géographie

### DURÉE

- ~ Préparation : 5 min
- ~ Activité : 1 h

### TRANCHE D'ÂGE

12-15 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Dans cette activité, les élèves apprennent que :

- ~ Il existe une grande diversité d'événements climatiques extrêmes : canicules, sécheresses, feux de forêts, inondations...
- ~ Les événements climatiques extrêmes impactent négativement les populations humaines et les écosystèmes
- ~ La fréquence et l'intensité des événements extrêmes a augmenté très récemment
- ~ Les populations humaines sont capables de diminuer l'impact de ces événements (adaptation)
- ~ L'augmentation de leur fréquence et de leur intensité est liée au changement climatique

### MOTS-CLÉS

Événements climatiques extrêmes, canicules, feux de forêt, inondations, désertification, sécheresse

### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Analyse documentaire



### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Au cours de cette activité, vous devrez prendre en compte ces trois obstacles potentiels à la compréhension des élèves :

- **La confusion entre tous les événements catastrophiques**, certains liés au climat et à la météo (canicule, inondation, feux) et certains liés à des événements géologiques (tremblements de terre, tsunamis...).
- **La confusion entre la variabilité naturelle de la météo et la tendance générale des variations liées au changement climatique**. Il est très compliqué de relier un unique événement climatique au changement climatique... mais nous savons que le changement climatique tend à augmenter la fréquence et l'intensité de certains événements (comme les canicules, les feux ou les inondations). Cet aspect statistique est vraiment important : nous ne devons pas nous attarder sur un exemple précis, mais mettre l'accent sur la multiplicité des événements.
- Certains documents nécessitent des **compétences basiques d'interprétation de graphique**. N'hésitez pas à passer du temps avec vos élèves pour analyser ces documents et saisir l'opportunité de travailler sur la méthodologie de lecture de graphique par exemple.

### PRÉPARATION 5 MIN

#### MATÉRIEL

- FICHES C3.1, C3.2, C3.3, C3.4 et C3.5 (une par groupe)

#### EN AMONT DE LA SÉANCE

1. À faire avant l'activité : demandez aux élèves de rassembler des « preuves » d'événements climatiques extrêmes qui se sont déroulés récemment dans leur pays, région, ou autre (presse, réseaux sociaux, histoires familiales, propres observations etc...).
2. Imprimez les fiches, une par groupe.

### INTRODUCTION 10 MIN

Commencez une discussion avec la classe en posant les questions suivantes :

- *Qu'est-ce qu'un événement climatique extrême ?*
- *Quel type d'événements extrêmes connaissez-vous ? Desquels avez-vous déjà entendu parler ? Qu'avez-vous pu voir dans des films, des livres ou des histoires ? Qu'avez-vous pu voir aux informations ?*

Vous pouvez lister au tableau les différentes évidences et événements et relever les points communs.

- *Pensez-vous que les événements extrêmes soient plus fréquents aujourd'hui qu'avant ?*
- *Est-ce que vous parlez davantage des catastrophes climatiques dans vos familles ? Qu'est-ce qui diffère entre la période actuelle et la jeunesse de vos parents par exemple ?*
- *Comment pouvez-vous expliquer l'augmentation de ces catastrophes météorologiques ?*

## NOTE À L'ENSEIGNANT

**Les événements météorologiques extrêmes** sont des phénomènes qui se situent en dehors des schémas météorologiques normaux pour une localité donnée (par exemple, des ouragans très puissants, des précipitations torrentielles, des sécheresses, des vagues de chaleur). Ils sont, en soi, néfastes, **mais leurs impacts peuvent être dévastateurs.**

Avec le changement climatique, **une augmentation de la fréquence et/ou de l'intensité des événements extrêmes a été observée.** Le changement climatique peut également aggraver les effets de certains événements extrêmes. Par exemple, l'élévation du niveau de la mer augmente l'impact des tempêtes côtières et le réchauffement peut accroître la pression sur les réserves d'eau pendant les sécheresses. Les

scientifiques ont publié plus de 150 études portant sur des événements météorologiques dans le monde entier. Vous pouvez avoir accès à un résumé de ces études [sur ce site.](#)



Les prévisions concernant les événements extrêmes dans le contexte du changement climatique pour les années à venir **restent incertaines pour certains de ces événements** (par exemple, les moussons, car il n'existe qu'un faible consensus dans les modèles climatiques à ce sujet). **Cependant, il existe des preuves solides que l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes au cours des dernières années est due aux activités humaines et aux émissions de gaz à effet de serre.**

### DÉROULEMENT 45 MIN

1. Divisez la classe en 4 groupes.
2. Demandez à chaque groupe d'analyser les documents de leur fiche documentaire (ainsi que les éventuels documents qui ont été rapportés).
3. Après que chaque groupe a analysé et discuté ses documents, un ou deux membres de chaque présente son analyse aux autres groupes. Vous pouvez choisir le type de présentation (poster, « conférence », interview, scénette...) en fonction du niveau de la classe et du temps que vous avez.
4. Les élèves doivent remarquer la diversité des documents qu'ils ont analysés et la variété de leurs sources. La première fiche sert à avoir une vue globale tandis que les autres montrent des exemples précis partout dans le monde. La combinaison de ces différents documents va aider les élèves à observer une tendance générale et réaliser ce qu'un type d'évènement extrême signifie pour les populations locales.
5. Discutez des points qui peuvent causer de l'anxiété. Parler d'évènements extrêmes ou de catastrophes peut être stressant pour les élèves. Ils pourront réaliser que malgré une augmentation de ces évènements depuis les 100 dernières années, le nombre de morts associées n'a cessé de diminuer (voir **FICHE C3.1**). Les sociétés sont plus à même de répondre à ces évènements (progrès de la médecine, meilleures infrastructures, solidarité internationale, etc...).

### CONCLUSION 5 MIN

Il existe donc des preuves solides que le changement climatique entraîne une augmentation de certains événements extrêmes. Ils ont tendance à être plus fréquents et plus intenses, ce qui impacte fortement la dégradation des terres, la désertification, l'agriculture, la santé...

Pour conclure, vous pouvez alors mener une discussion en posant des questions clés :

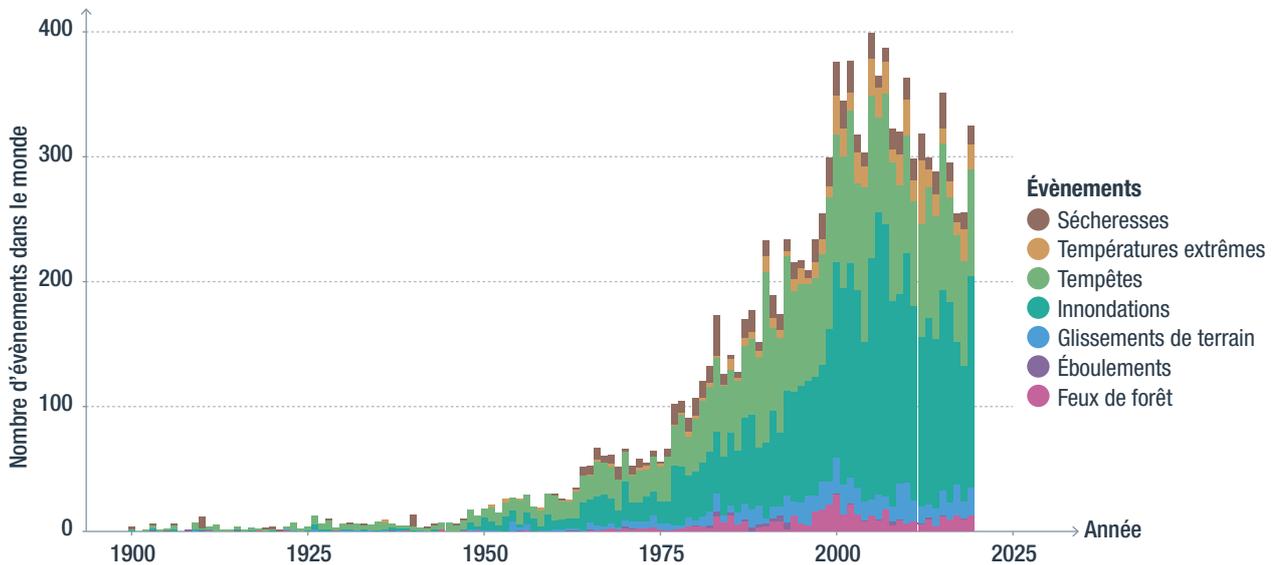
- *Quels sont les différents évènements climatiques extrêmes ?*
- *Ont-ils tous des conséquences similaires ?*
- *Comment imaginez-vous la situation évoluer dans les 10, 20 ou 50 prochaines années ?*
- *Est-ce que vous pensez que vous, ou votre communauté êtes davantage vulnérables aux évènements climatiques extrêmes ?*
- *Que pourriez-vous faire si votre ville est touchée par les feux de forêt, la sécheresse etc.. ?*
- *Pourquoi pensez-vous que l'on n'a pas abordé les tremblements de terre, tsunami ou volcans dans cette activité ? Sont-ils corrélés au changement climatique ? Sont-ils aussi en augmentation ?*
- *Comment les populations peuvent-elles s'adapter aux évènements climatiques extrêmes ?*
- *Quelles conséquences ont ces évènements sur les terres émergées ? Est-ce qu'ils causent la dégradation des sols ?*



À partir des documents, répondez aux questions suivantes :

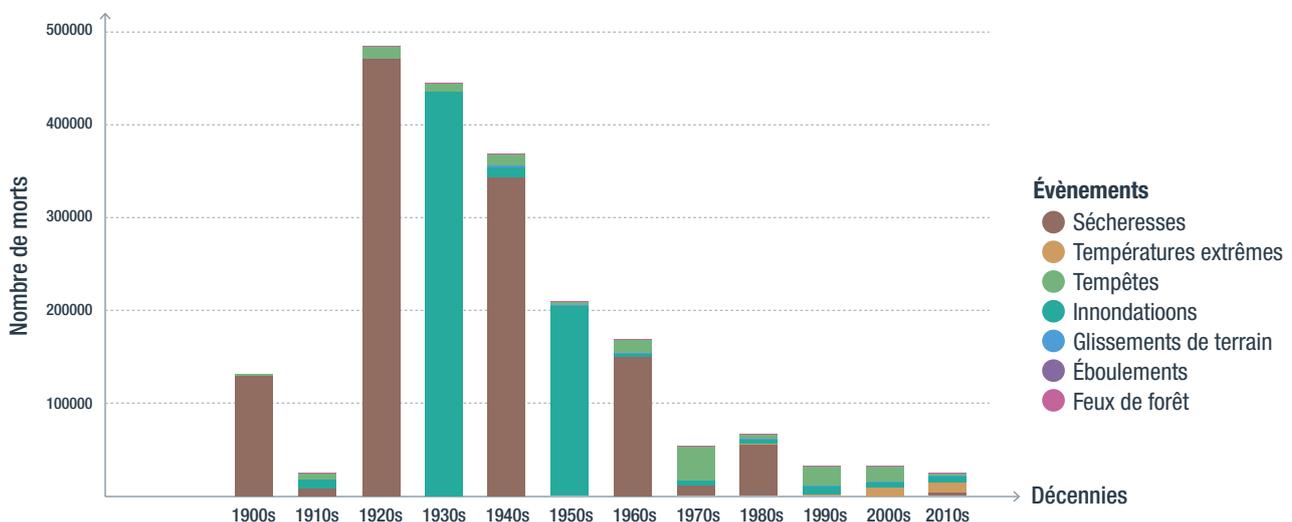
- ➔ De quel type de documents s'agit-il ? Quand ont-ils été publiés ?
- ➔ Quelles sont les sources de ces documents ? Ces sources sont-elles fiables ?
- ➔ Pour les deux documents, qu'est-ce qui se trouve sur l'axe x / y (horizontal / vertical) ? Quelles sont les unités du graphique ? Quelles tendances observez-vous ?
- ➔ Quels types d'événements extrêmes sont représentés ici ?
- ➔ Comment les événements météorologiques extrêmes ont-ils évolué au cours des 120 dernières années ?
- ➔ Que pouvez-vous dire sur l'évolution du nombre de décès dus à des événements extrêmes au cours de la même période ?
- ➔ Pouvez-vous expliquer pourquoi certaines catastrophes ont diminué et d'autres ont augmenté au fil du temps ?
- ➔ Pouvez-vous expliquer pourquoi certains types de décès ont diminué au fil du temps ?
- ➔ Avez-vous, ou des personnes que vous connaissez, déjà vécu des événements aussi extrêmes ? Comment vous êtes-vous sentis ? Qu'avez-vous fait pour vous protéger ? Vous pouvez ici partager une histoire.

### DOCUMENT 1 : ÉVOLUTION DU NOMBRE D'ÉVÈNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES ENTRE 1900 ET 2019



Source : Adapté de la base EMDAT (2019) : OFDA/CRED International Disaster Database, Université catholique de Louvain – Brussels - Belgium.

### DOCUMENT 2 : ÉVOLUTION DU NOMBRE DE MORTS PAR AN DANS LE MONDE DU AUX ÉVÈNEMENTS EXTRÊMES ENTRE 1920 ET 2010



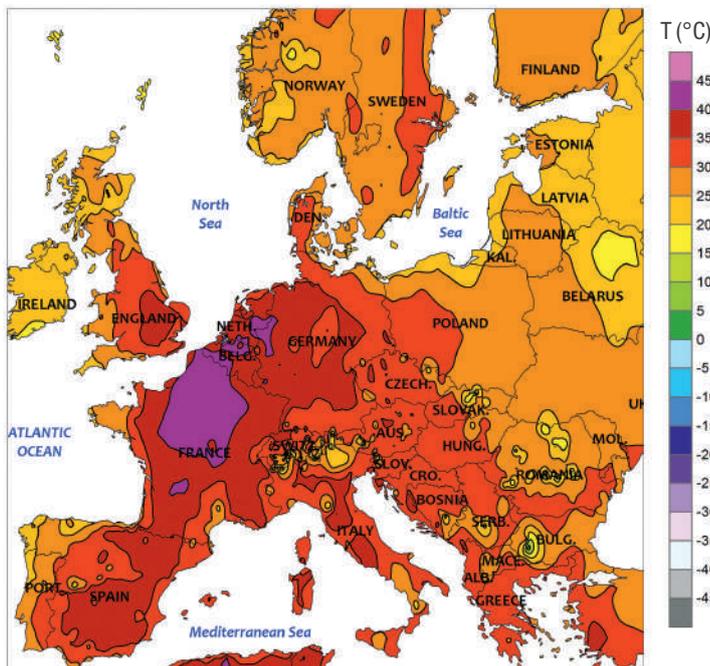
Source : Adapté de la base EMDAT (2019) : OFDA/CRED International Disaster Database, Université catholique de Louvain – Brussels - Belgium.



À partir des documents, répondez aux questions suivantes :

- ➔ De quel type de documents s'agit-il ? Quand ont-ils été publiés ?
- ➔ Quelles sont les sources de ces documents ? Ces sources sont-elles fiables ?
- ➔ Décrivez la carte de document 1. Que pouvez-vous observer ? Où se trouvent les régions les plus chaudes d'Europe de l'Est ?
- ➔ Quel type d'événements extrêmes est représenté ici ?
- ➔ Cet événement a-t-il concerné une petite région ou plusieurs pays ?
- ➔ Avez-vous ou connaissez-vous des personnes qui ont déjà vécu un tel événement ? Comment vous êtes-vous senti ? Qu'avez-vous fait pour vous protéger ? Vous pouvez partager une histoire.

**DOCUMENT 1 : EXTRÊMES DE TEMPÉRATURE (°C) EN EUROPE, 25 JUILLET 2019**



En juillet 2019, l'Europe a connu une vague de chaleur exceptionnelle, battant tous les records de températures maximales en Belgique, en Allemagne, au Luxembourg, aux Pays-Bas et au Royaume-Uni, avec des températures de 9°C supérieures aux moyennes de saison.

Source : Wikipedia & NOAA / National Weather Service (Service météorologique des États-Unis) : [https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/regional\\_monitoring/](https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/regional_monitoring/)

**DOCUMENT 2 : LIEN ENTRE CANICULES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE**

« En juin, de nouveaux records historiques ont été établis dans de nombreux endroits d'Europe occidentale. En juillet, des records ont de nouveau été battus, bien que dans des domaines différents. Une fois de plus, le rôle du changement climatique dans la production de ces événements de grande amplitude a été remis en question.

Il est à noter que toutes les vagues de chaleur analysées jusqu'à présent en Europe ces dernières années (2003, 2010, 2015, 2017, 2018, juin 2019, cette étude) se sont avérées beaucoup plus probables et plus intenses en raison du changement climatique induit par les activités humaines.

En France et aux Pays-Bas, de telles températures auraient eu très peu de chances de se produire sans l'influence humaine sur le climat (périodes de retour supérieures à ~1000 ans). »

02 août 2019

Source : Adapté de <https://www.worldweatherattribution.org/human-contribution-to-the-record-breaking-july-2019-heat-wave-in-western-europe/>

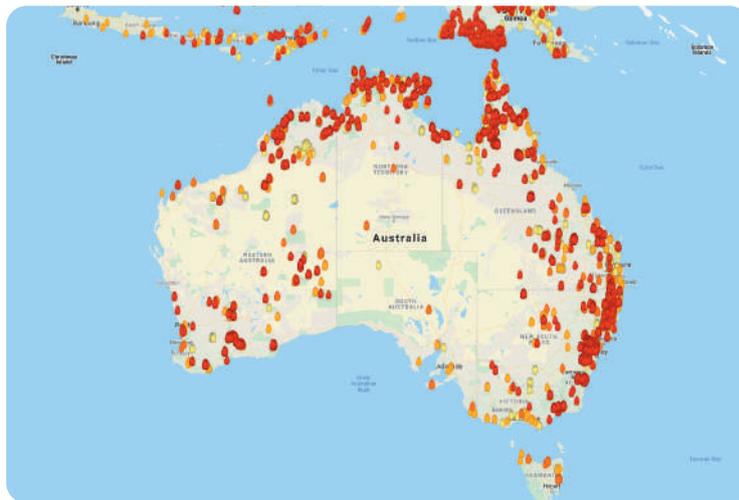


À partir des documents fournis, répondez aux questions suivantes :

- ➔ De quel type de documents s'agit-il ? Quand ont-ils été publiés ?
- ➔ Quelles sont les sources de ces documents ? Ces sources sont-elles fiables ?
- ➔ Quel type d'événements extrêmes est présenté ici ? Que s'est-il passé en Australie en 2019 ?
- ➔ Décrivez la carte du document 1. Que pouvez-vous observer ?
- ➔ Lisez le document 2 et expliquez comment les méga-feux ont affecté la faune. Quelles sont les conséquences des méga-feux pour l'écosystème ? Pour les sociétés humaines ?
- ➔ Regardez les cartes des autres pays (document 3). Que représentent les cercles rouges ? Imaginez une région grande comme le cercle en train de brûler. Pouvez-vous décrire comment cela pourrait vous affecter, affecter les écosystèmes, et les fermes autour de votre ville ?
- ➔ En considérant que les températures mondiales continuent d'augmenter, à quoi vous attendez-vous concernant la fréquence des méga-feux en Australie dans le futur ?
- ➔ Avez-vous déjà vécu un tel événement, vous ou des personnes que vous connaissez ? Comment vous êtes-vous sentis ? Qu'avez-vous fait pour vous protéger ? Vous pouvez ici partager une histoire.

### DOCUMENT 1 : LOCALISATION DES FEUX EN AUSTRALIE EN DÉCEMBRE 2019

Chaque point jaune, orange ou rouge représente un feu de forêt. Lors des méga-feux de 2019-2020, les différents feux cumulés ont touché près de 100 000 km<sup>2</sup>.



Source : Capture d'écran de <https://myfirewatch.landgate.wa.gov.au/> – Décembre 2019.

### DOCUMENT 2 : LES FEUX D'AUSTRALIE ONT EU DE GROSSES CONSÉQUENCES POUR LES HUMAINS ET LES ANIMAUX (ARTICLE DE REPORTERRE).

**Reporterre**  
le quotidien de l'écologie

Climat

#### **Feux en Australie : 24 morts, 100 000 personnes évacuées, un demi-milliard d'animaux morts**

Gaspard d'Allens

Samedi 4 janvier, les feux [...] ont été particulièrement intenses [...]. Les autorités locales comparent ces incendies à une catastrophe nucléaire et reconnaissent une forme d'impuissance.

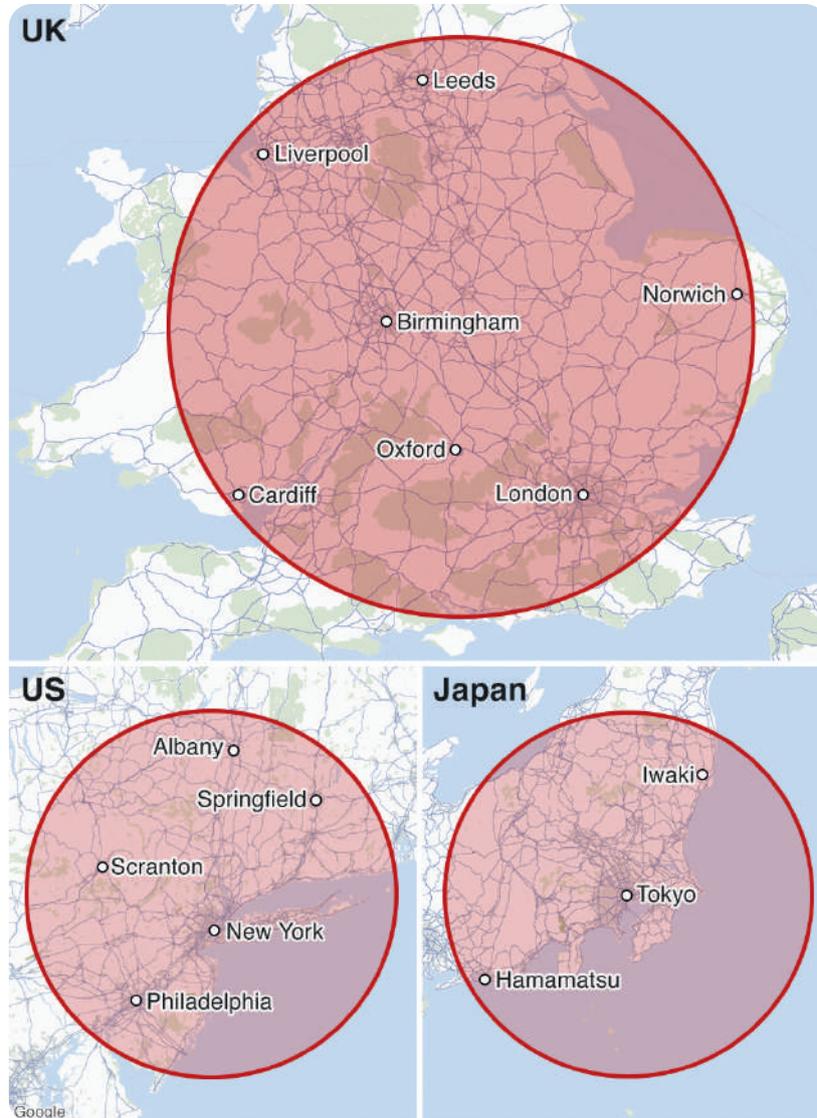
[...] Des chercheurs de l'université de Sydney évaluent qu'un demi-milliard d'animaux sont morts à cause des incendies depuis septembre. [...] D'après les écologistes, les animaux déjà menacés, comme le koala, disparaîtront localement.

Source : <https://reporterre.net/Feux-en-Australie-24-morts-100-000-personnes-evacuees-un-demi-milliard-d-animaux-morts>



**DOCUMENT 3 : CARTES MONTRANT LA TAILLE DES RÉGIONS AUSTRALIENNES AFFECTÉES PAR LES FEUX EN 2019**

Quelle est la taille des feux australiens ? Une estimation de 10 millions d'hectares depuis le 1<sup>er</sup> Juillet.



Source : BBC – « Australia fires : A visual guide to the bushfire crisis ». <https://www.bbc.com/news/world-australia-50951043>

Option : si vous avez accès à internet allez à cette page : <https://www.mapdevelopers.com/draw-circle-tool.php>  
Marquez l'endroit où vous habitez sur la carte et tracez un cercle de 178 km de rayon (cela représente une surface de 100 000 km<sup>2</sup>).

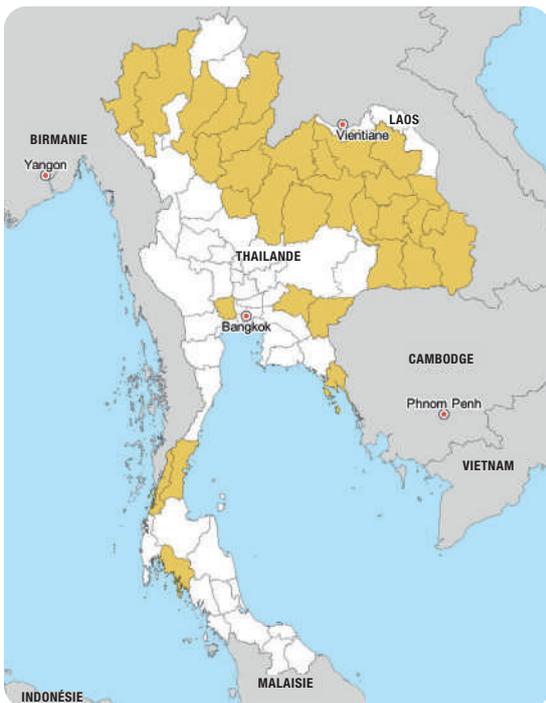


À partir des documents proposés, répondez aux questions suivantes :

- ➔ De quels types de documents s'agit-il ? Quand ont-ils été publiés ?
- ➔ Quelles sont les sources de ces documents ? Ces sources sont-elles fiables ?
- ➔ Quel type d'événements extrêmes est présenté ici ?
- ➔ Observez les cartes du document 1. Dans les endroits où les inondations se sont produites, quelle est la densité de la population ? Est-ce un problème pour les villes et les gens ?
- ➔ Décrivez le document 2 : qu'est-ce qui se trouve sur l'axe x / y (horizontal / vertical) ? Quelles sont les unités dans le graphique ? Comment évolue le nombre d'inondations depuis 1950 ? Est-ce similaire partout dans le monde ? Quelles sont les régions les plus touchées par les inondations ?
- ➔ D'après le document 3, pouvez-vous expliquer pourquoi il y a une augmentation des inondations dans le monde ? Que prévoyez-vous concernant le rythme des inondations à l'avenir ?
- ➔ Avez-vous, ou des personnes que vous connaissez, déjà vécu un tel événement ? Comment vous êtes-vous senti ? Qu'avez-vous fait pour vous protéger ? Vous pouvez ici partager une histoire.

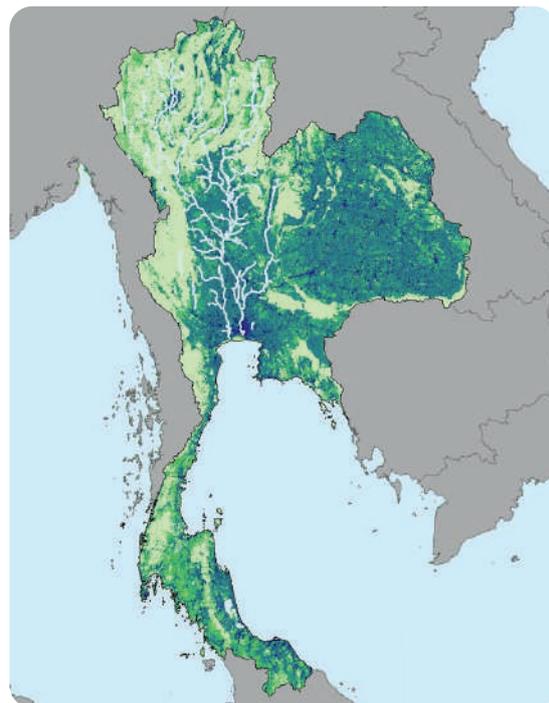
### DOCUMENT 1 : INONDATIONS ET DENSITÉ DE POPULATION EN THAÏLANDE

Nombre de provinces thaïlandaises affectées par des inondations le 6 septembre 2019



● Capitales nationales ● Régions inondées ● Autres pays

Densité de la population en Thaïlande, décembre 2016



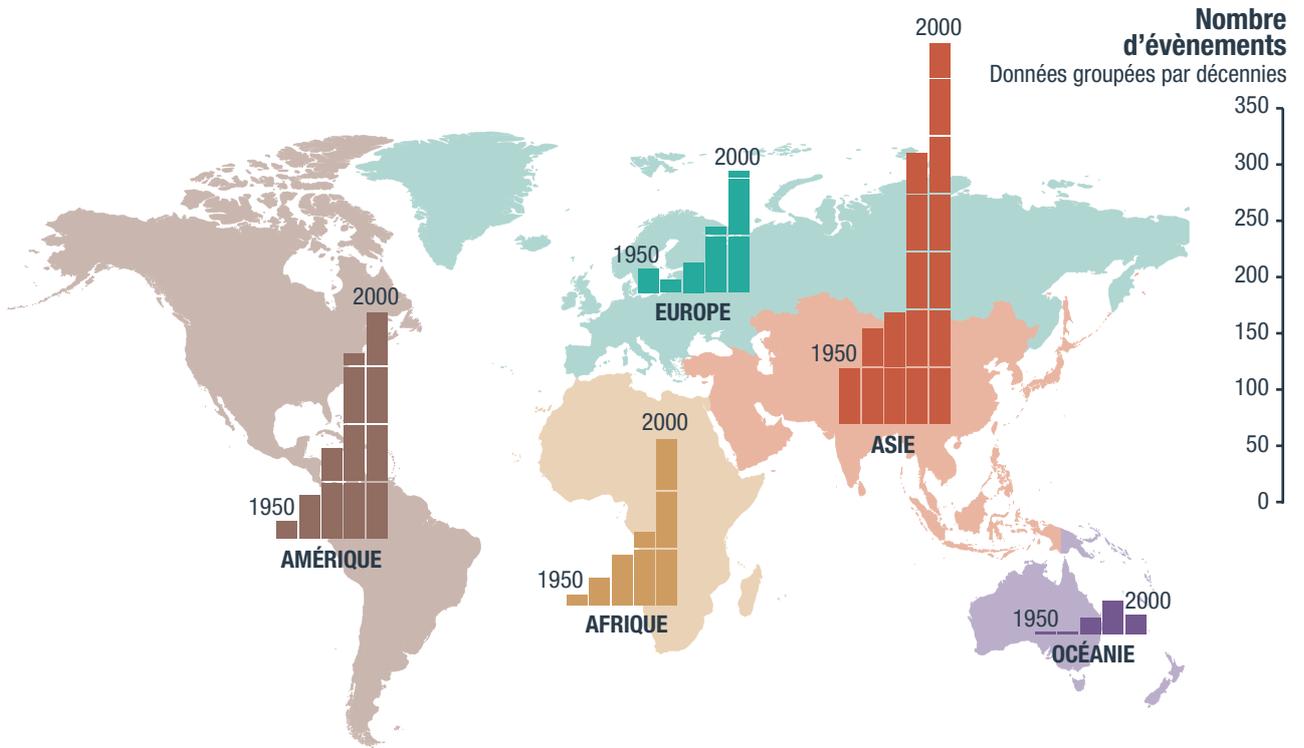
Densité de population : Haute Basse

Sources :

- À gauche : Croix-Rouge et Croissant-Rouge. <https://reliefweb.int/map/thailand/thailand-floods-information-bulletin-6-september-2019>
- À droite : Site AIR. <https://www.air-worldwide.com/Blog/Floods-in-Thailand-Are-Regular-Natural-Disasters/>



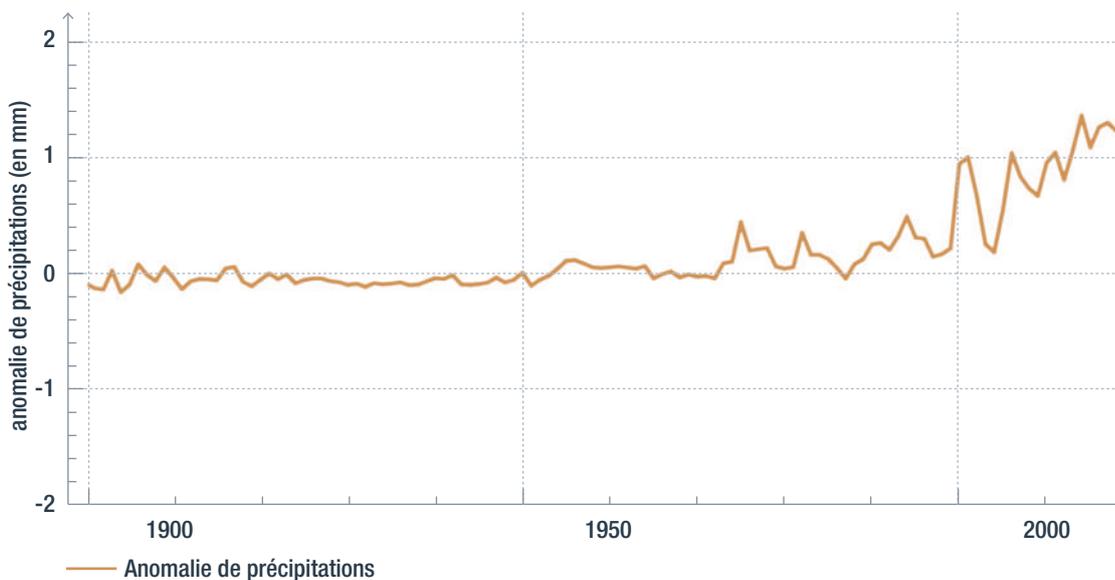
DOCUMENT 2 : NOMBRE D'INONDATIONS, 1950-2000



Source : Adapté de Millenium Ecosystem Assessment, 2007. <https://www.grida.no/resources/6062>

DOCUMENT 3 : ÉVOLUTION DES PRÉCIPITATIONS ANNUELLES MONDIALES JOURNALIÈRES PAR RAPPORT À LA PÉRIODE 1961-1990 (ANOMALIE DE PRÉCIPITATIONS)

Les inondations sont liées aux précipitations (nombre de jours de pluie ou intensité de la pluie).



Source : Adapté de clivebest.com, data from NCDC Daily. <http://clivebest.com/blog/?p=8502>



Look at the documents below and answer the following questions :

- De quel type sont ces documents ? Quand ont-ils été publiés ?
- Quelles sont les sources de ces documents ? Ces sources sont-elles fiables ?
- Quel type d'événements extrêmes est présenté ici ?
- D'après le DOCUMENT 1, comment la sécheresse affecte-t-elle les populations ?
- Observez le DOCUMENT 2. Les sécheresses sont importantes dans la région du Sahel, comme en 2012. Pouvez-vous expliquer pourquoi cette région connaît des sécheresses fréquentes ?
- DOCUMENT 3 : qu'est-ce qui se trouve sur l'axe x / y (horizontal / vertical) ? Quelles sont les unités du graphique ? Comment les précipitations changent-elles au fil des ans au Sahel ? Pouvez-vous expliquer le lien avec le changement climatique et les activités humaines ?
- Comment pensez-vous que ce type d'événement va évoluer dans le futur, en particulier en ce qui concerne le changement climatique ?
- Avez-vous ou connaissez-vous des personnes qui ont déjà vécu un tel événement ? Comment vous êtes-vous senti ? Qu'avez-vous fait pour vous protéger ? Vous pouvez partager une histoire.
- Sur le dernier DOCUMENT 4 est présenté un projet de « grande muraille verte » d'arbres. Quel est, selon vous, le sujet de ce projet ? Comment pensez-vous que cela va aider la région ?

### DOCUMENT 1 : LES CONSÉQUENCES DE LA SÉCHERESSE



« Cette sécheresse tue tout à petit feu, affirme Mahmoud. Elle a d'abord emporté la terre et les pâturages, puis elle a emporté les animaux, qui se sont affaiblis puis ont fini par mourir. Bientôt, elle va emporter les humains aussi. Les gens sont malades : ils ont la grippe, la diarrhée et la rougeole. Sans nourriture, ni eau potable et médicaments, ils mourront comme leurs animaux. »  
Mahmoud Geedi Ciroobay.

Source : Oxfam.

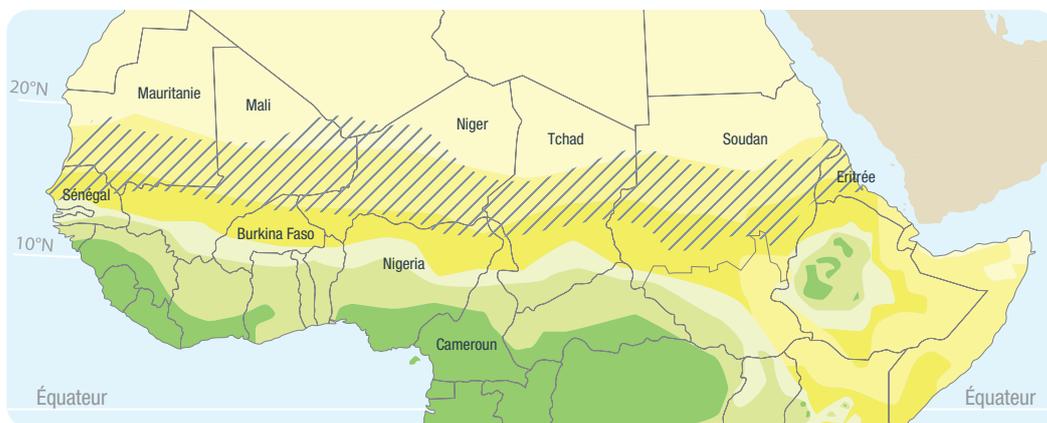
<https://www.oxfam.org/en/drought-east-africa-if-rains-do-not-come-none-us-will-survive>

### DOCUMENT 2 : LE CLIMAT DANS LE SAHEL

Cette carte montre les différents climats de la région du Sahel :

- Un climat « aride » signifie qu'il ne pleut que 50 à 150 mm par an. Ces pluies sont saisonnières.
- Un climat « semi-aride » est également saisonnier, avec jusqu'à 500 mm de pluie par an.

Pour avoir une idée, il peut pleuvoir environ 50 à 300 mm par mois à Jakarta, et 650 mm par mois à Berlin, le Sahel est donc une région particulièrement sèche !



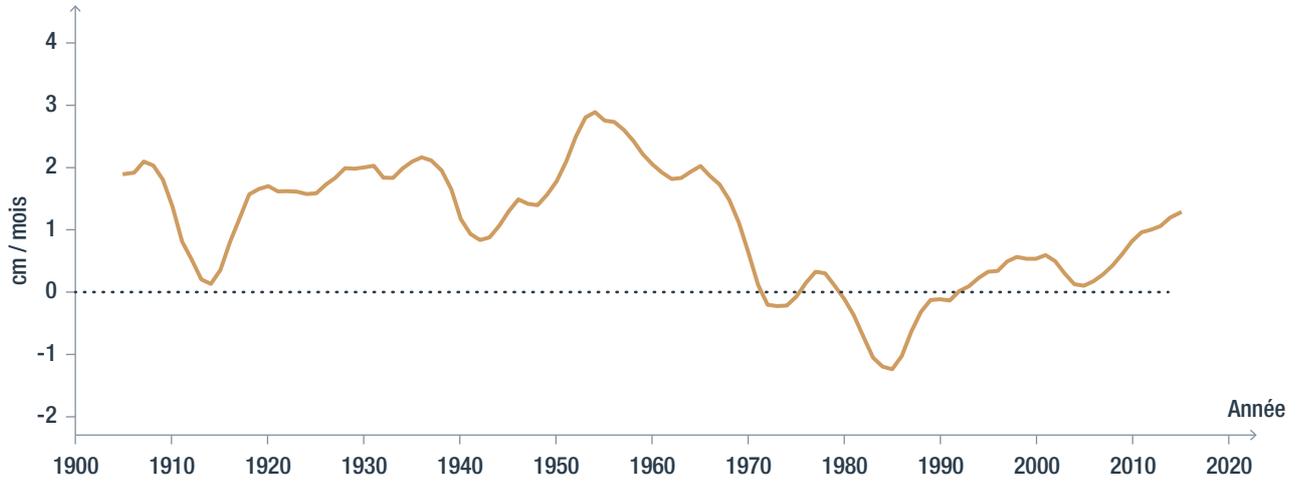
/// Sahel Zones climatiques: ● Humide ● Sub-humide Humide ● Sub-humide Sec ● Semi-aride ● Aride ● Hyper-aride

Source : Adapté de Climate and climate change, Regional Atlas on West Africa, chapter 14, SWAC/OECD, West African Studies, January 2008.  
<https://www.oecd.org/swac/publications/40121025.pdf>



### DOCUMENT 3 : INDICE PLUVIOMÉTRIQUE AU SAHEL (JUN-OCTOBRE)

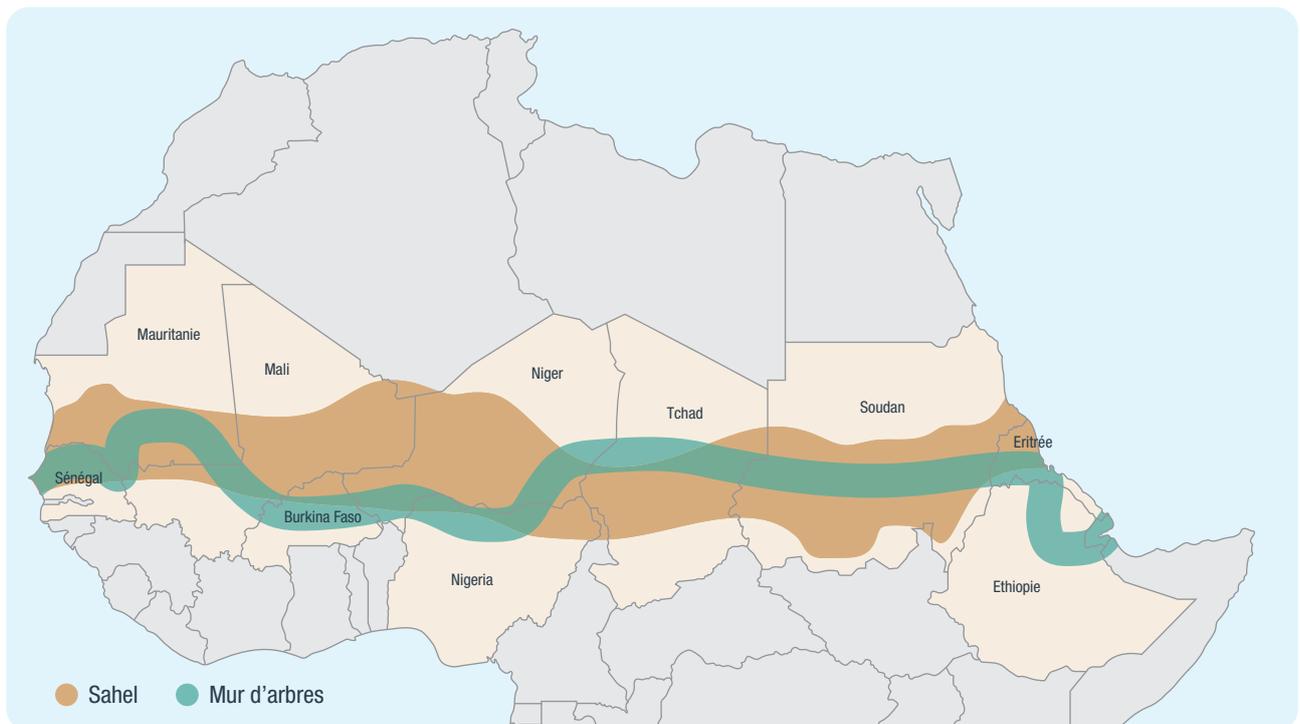
L'indice pluviométrique quantifie les précipitations, en cm / mois. Si la quantité de pluie est inférieure à 0, cela signifie que le sol perd plus d'humidité qu'il n'en gagne avec la pluie.



Source : Données de JISAO, 2018

### DOCUMENT 4 : LE PROJET DE LA « GRANDE MURAILLE VERTE »

La Grande Muraille Verte est une initiative originaire d'Afrique dont l'ambition est de faire pousser un mur naturel d'arbres de 8 000 km. Étant donné que les arbres fournissent à l'espèce humaine de l'humidité et de l'oxygène et qu'ils absorbent le dioxyde de carbone, ce projet pourrait constituer une solution face au changement climatique.



Source : <https://www.greatgreenwall.org>

## SÉANCE C4

# CHANGEMENT CLIMATIQUE, ACTIVITÉS HUMAINES ET BIODIVERSITÉ

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences de la vie et de la terre

### DURÉE

- ~ Préparation : 25 min
- ~ Activité : 55 min

### TRANCHE D'ÂGE

9-12 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Grâce à un jeu de rôle ou à une animation interactive, les élèves explorent différents réseaux alimentaires continentaux.

Ils apprennent que :

- ~ Les êtres vivants interagissent entre eux et entretiennent des relations de dépendance au sein des écosystèmes.
- ~ Ces espèces sont adaptées à des climats et des paysages particuliers.
- ~ Le changement climatique et les activités humaines affectent la biodiversité terrestre de différentes manières : les espèces peuvent migrer ou disparaître, ou parfois évoluer si elles en ont le temps.

### MOTS-CLÉS

Écosystèmes, réseau alimentaire, relation proie-prédateur

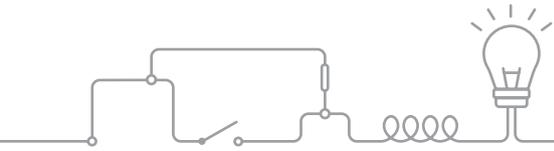
### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Jeu de rôle ou animation interactive

## PRÉPARATION 25 MIN

### MATÉRIEL

- FICHES C4.1, C4.2, C4.3, C4.4, C4.5 and C4.6.
- De la laine, afin que chaque espèce du réseau trophique représentée sur les fiches soit accrochée autour du cou des élèves.
- De la ficelle (la laine peut également convenir) à dérouler entre les élèves. Chaque morceau devra être suffisamment long, de 2 m minimum (il est donc recommandé d'avoir plusieurs bobines/pelotes). Compter plusieurs morceaux par élève.
- Ressource numérique : animation interactive « [Réseaux trophiques terrestres](#) ».



### EN AMONT DE LA SÉANCE

#### Option 1 :

1. Choisir un ou plusieurs réseaux tropicaux sur lesquels travailler (en fonction du niveau de vos élèves) et imprimer les fiches correspondantes :
  - **Apprentis** : sol (C4.2), agrosystème (C4.6).
  - **Curieux** : savane (C4.3), forêt tropicale guyanaise (C4.5).
  - **Experts** : ripisylve en Alaska (C4.1), forêt tempérée en Angleterre (C4.4).
2. Fabriquer un collier pour chaque espèce du réseau trophique qu'un élève incarnera en l'accrochant autour de son cou. Pour ce faire, vous pouvez par exemple coller l'image représentant l'espèce sur un morceau de carton et y accrocher un fil de laine. Ils auront ainsi les mains libres pour tenir les ficelles qui les relient aux autres espèces.
3. Réfléchir à l'avance à l'attribution des rôles pour chaque élève, ainsi qu'à l'organisation dans l'espace de la classe, pour que cela corresponde à la correction. Si cela est possible pour vous, faire cette activité à l'extérieur peut être une bonne idée, pour avoir plus de place.
4. Faites un gros nœud (ou plusieurs) à une extrémité de la corde, qui représentera le côté « prédateur » du fil.

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

L'extrémité nouée permet de représenter la direction du flux de matière, de la proie au prédateur, comme vous pourriez le représenter par une flèche sur un document papier.

**Option 2 :** Utilisez [l'animation disponible en ligne](#). En cas de connexion internet trop faible ou inutilisable, elle peut être téléchargée à l'avance. Se référer aux instructions sur le site de l'OCE.

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Cette séance a pour objectif d'explorer les conséquences du changement climatique sur les réseaux trophiques, sans pour autant étudier ces réseaux dans le détail. Pour que les élèves se familiarisent avec la notion de réseau trophique, il serait pertinent de fournir des explications sur les différentes espèces en amont.

## INTRODUCTION 10 MIN

Récapitez les diverses répercussions du changement climatique sur les continents. Demandez aux élèves : *Quelles conséquences les différents phénomènes liés au changement climatique (tels que les événements extrêmes, les sécheresses, la désertification, la dégradation des terres, etc.) peuvent-ils avoir sur les animaux et les végétaux qui vivent sur les continents ?* Écrivez leurs suggestions au tableau.

## DÉROULEMENT 35 MIN

### OPTION 1 : JEU DE RÔLE 35 MIN

1. Expliquez aux élèves qu'ils vont maintenant jouer au « jeu des écosystèmes ». Donnez à chacun une carte correspondant à une espèce appartenant à un réseau trophique (fournies dans les fiches) et plusieurs bouts de ficelle. Différents écosystèmes sont à votre disposition pour que vous puissiez adapter le niveau de difficulté de l'exercice en fonction du niveau de votre classe. Les réseaux trophiques peuvent ainsi être choisis en fonction du niveau de vos élèves, de leurs connaissances préalables en matière d'écosystèmes et de la zone géographique où vous vous trouvez.

Attribuez à chaque élève une espèce, en veillant à respecter les proportions suivantes :

### Exemple 1 : Réseau trophique d'une ripisylve en Alaska

#### FICHE C4.1

EXPERTS 

- Un élève par espèce : ours brun, élan, loup gris, loutre de rivière.
- 2 élèves pour le saumon, la matière organique, la matière minérale, la mouche bleue et le krill.
- Pour les élèves restants : 1/3 représente les diatomées, 1/3 le sureau rouge, 1/3 l'épicéa de Sitka.

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

La ripisylve en Alaska est un écosystème particulier en ce qui concerne les règles de connexion entre élèves :

Les élèves qui représentent la matière organique (les carcasses de saumon) ne pourront se connecter au saumon que lorsque celui-ci s'est connecté avec l'ours, étant donné que les carcasses sont des restes laissés par celui-ci après son repas.

Ceux qui incarnent la matière minérale (les nutriments du sol) ne se connectent à la matière organique et à l'épicéa de Sitka que lorsque la matière organique s'est connectée à la mouche bleue, puisque ce sont ces mouches qui sont responsables de la décomposition de la matière organique et donc de l'apparition de matière minérale.

### Exemple 2 : Réseau trophique du sol

#### FICHE C4.2

APPRENTIS 

- Un élève par espèce : araignée-loup, taupe et fourmi.
- 2 élèves pour le ver de terre, la bactérie, le champignon et le nématode.
- Pour les élèves restants : 1/2 représente la fougère, 1/2 la matière organique.

### Exemple 3 : Réseau trophique de la savane

#### FICHE C4.3

CURIEUX 

- Un élève par espèce : lion, léopard, hyène tachetée.
- 2 élèves pour la girafe, la gazelle de Thomson, le buffle africain et le zèbre.
- Pour les élèves restants : 1/2 représente l'acacia, 1/2 le barbon de Gérard.

### Exemple 4 : Réseau trophique de la forêt tempérée anglaise

#### FICHE C4.4

EXPERTS 

- Un élève par espèce : épervier, sanglier.
- Deux élèves pour la mésange bleue, le pic épeiche, le capricorne, l'araignée, la chenille processionnaire du chêne.
- Pour les élèves restants : 1/3 représente les feuilles de chêne, 1/3 les glands, 1/3 le bois mort.

### Exemple 5 : Réseau trophique de la forêt tropicale guyanaise

#### FICHE C4.5

CURIEUX 

- Un élève par espèce : jaguar, harpie féroce, boa constrictor.
- Deux élèves pour le singe hurleur, le tamarin, le capucin, le singe-araignée, le tapir et l'agouti.
- Pour les élèves restants : 1/2 représente le balata, 1/2 le carapa.

### Exemple 6 : Réseau trophique d'un agrosystème

#### FICHE C4.6

APPRENTIS 

- Un élève par espèce : humaine, bondrée apivore
- 2 élèves pour le bourdon
- Pour les élèves restants : 1/3 représente le blé cultivé, 1/3 le pommier, 1/3 le trèfle.

2. Assurez-vous que les élèves comprennent que les diatomées, le sureau, les arbres et les plantes sont les organismes les plus abondants et le tout premier maillon du réseau trophique. Les grands prédateurs sont toujours moins nombreux mais nécessitent une population abondante de proies pour se nourrir en quantité suffisante.

3. Laissez un peu de temps aux élèves pour qu'ils prennent connaissance du texte relatif à l'espèce qu'ils incarnent.

4. Ils doivent ensuite déterminer les relations trophiques entre leur espèce et les autres (« qui est mangé par qui »). Commencez au début du réseau trophique (diatomées, sureau, arbres, plantes) et remontez les maillons du réseau jusqu'aux prédateurs. Ils devront tenir autant de bouts de ficelle que d'espèces dont ils dépendent. Faites en sorte que les prédateurs tiennent les extrémités avec les nœuds, tandis que les proies tiennent l'autre extrémité. Demandez aux élèves d'expliquer, chacun leur tour, les connexions qu'ils ont établies.

5. Une fois le réseau alimentaire établi, c'est-à-dire que toutes les espèces sont reliées et que tout le monde est d'accord, vous pouvez proposer des éléments qui perturbent ces écosystèmes. Vous pouvez reprendre les suggestions faites par les élèves en début de séance, et ajouter celles-ci-dessous pour le réseau trophique correspondant. Si une espèce disparaît à cause d'une perturbation dans son écosystème, l'élève concerné s'assoit par terre, et les éventuels élèves « prédateurs » qui y étaient connectés s'assoient aussi par terre en réaction s'il s'agissait là de leur unique source de nourriture. Cela permet ainsi de visualiser l'impact de la disparition des espèces sur l'ensemble du réseau.

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Il s'agit ici d'une représentation très simplifiée de ce qui se produirait dans la nature : si une espèce disparaît, cela ne déstabilise pas forcément complètement l'écosystème. Néanmoins, le représenter ainsi avec des élèves permet de le visualiser.

**Quelques exemples d'impacts du changement climatique et des activités humaines que vous pouvez utiliser :**

#### Exemple 1 : Réseau trophique d'une ripisylve en Alaska

- À cause de la hausse des températures, les saisons se décalent. En Alaska, cela conduit à une modification dans le développement du sureau rouge : ses fruits apparaissent plus tôt dans l'année (mi-juillet au lieu de mi-août), en même temps que les saumons dans les rivières, alors qu'à cette période, auparavant, il n'y avait que des saumons.
- Les ours bruns préfèrent consommer des baies à la place du saumon : ainsi, il y a moins de carcasses qui restent sur le sol, et celui-ci est donc moins riche en matière organique.
- Le manque de matière organique conduit à une baisse de la matière minérale.
- Du fait de cette perte de nutriments dans le sol, les épicéas grandissent moins vite et produisent des feuilles réduites, qui sont moins appréciées des élans.

#### Exemple 2 : Réseau trophique du sol

- À cause de la hausse de température et de l'augmentation de la fréquence des sécheresses dans des régions déjà asséchées, le sol pourrait devenir plus chaud et plus sec.
- Ce sol est alors moins propice au développement des espèces, conduisant notamment à une réduction de la matière organique.
- Puisque la matière organique se trouve en début de réseau, le changement climatique affecte ce réseau dans son entièreté.

#### Exemple 3 : Réseau trophique de la savane

- La hausse des températures, les sécheresses plus fréquentes et l'augmentation de la quantité de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère conduisent à une meilleure croissance des arbres, tel que l'acacia.
- En revanche, les herbes dépérissent, car elles sont également plus sensibles aux fluctuations de précipitations.
- Le risque sera donc à priori plus prononcé pour les animaux brouteurs que pour ceux qui trouvent leur nourriture dans les arbres.

#### Exemple 4 : Réseau trophique de forêt tempérée

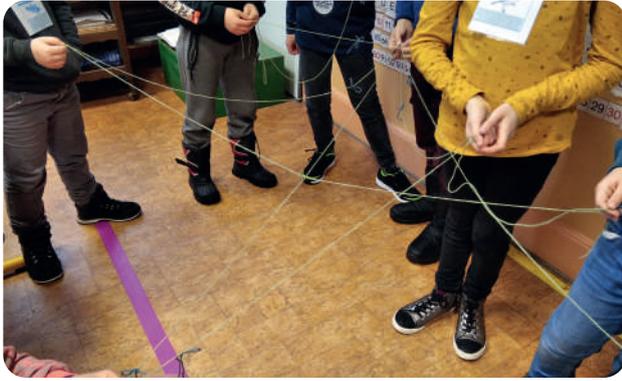
- Le changement climatique provoque une hausse de température dans ces régions d'Angleterre.
- À cause des températures plus chaudes en fin d'hiver, les bourgeons de chêne débourrent plus tôt.
- Les chenilles peuvent s'adapter à ce décalage, mais les mésanges en sont incapables. Elles ne peuvent donc pas trouver de nourriture pour leurs oisillons, et leurs populations se réduisent.

#### Exemple 5 : Réseau alimentaire de la forêt tropicale guyanaise

- Dans la forêt guyanaise, les activités humaines ont des conséquences variées : la coupe des arbres conduit à la disparition de certaines espèces.
- Les singes araignée et les jaguars sont chassés pour leur fourrure.

#### Exemple 6 : Réseau trophique d'un agrosystème

- Afin de produire plus de nourriture pour les humains, les monocultures sont privilégiées au détriment de la biodiversité : davantage de champs de blé sont cultivés.
- Le trèfle disparaît alors, au profit du blé, et les bourdons ont alors moins de fleurs à butiner. Ils disparaissent localement, de même que la bondrée apivore.
- Étant donné que les bourdons pollinisent aussi les pommiers, ceux-ci se reproduisent moins.
- Les humains récoltent alors davantage de blé mais moins de pommes.



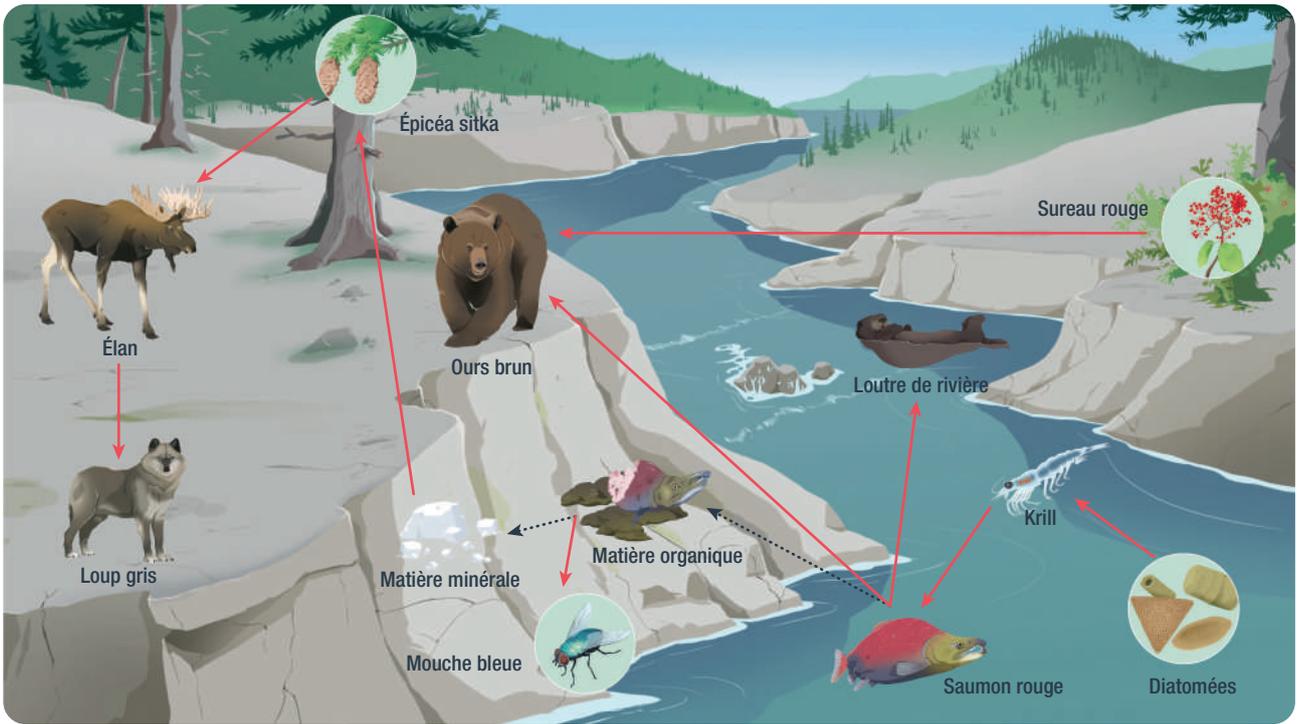
Les élèves se relient les uns aux autres dans le réseau trophique de la forêt tempérée.

6. Vous pouvez refaire ce jeu avec différents réseaux. Les élèves devraient s'apercevoir que les êtres vivants sont interconnectés et qu'il est important de maintenir l'équilibre de l'écosystème.

7. Après avoir simulé différents écosystèmes et répercussions du changement climatique, accrochez toutes les cartes de jeu au tableau. Demandez aux élèves de représenter par des flèches les liens entre les espèces qu'ils ont incarnés pendant le jeu, en commençant par les espèces à la base des réseaux trophiques. Expliquez que la flèche signifie « est mangé par » et qu'elle pointe toujours un prédateur.

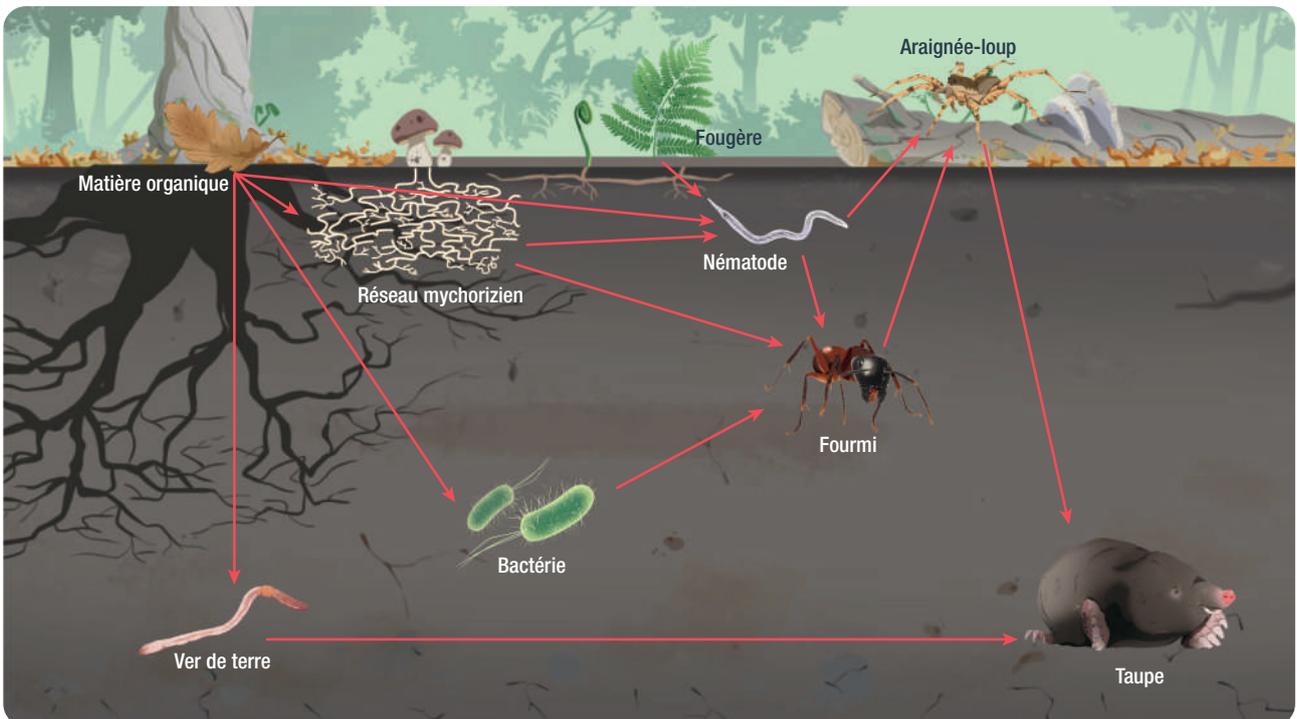
### SOLUTION POUR LA FICHE C4.1

### Exemple 1 – Réseau trophique d'une ripisylve en Alaska



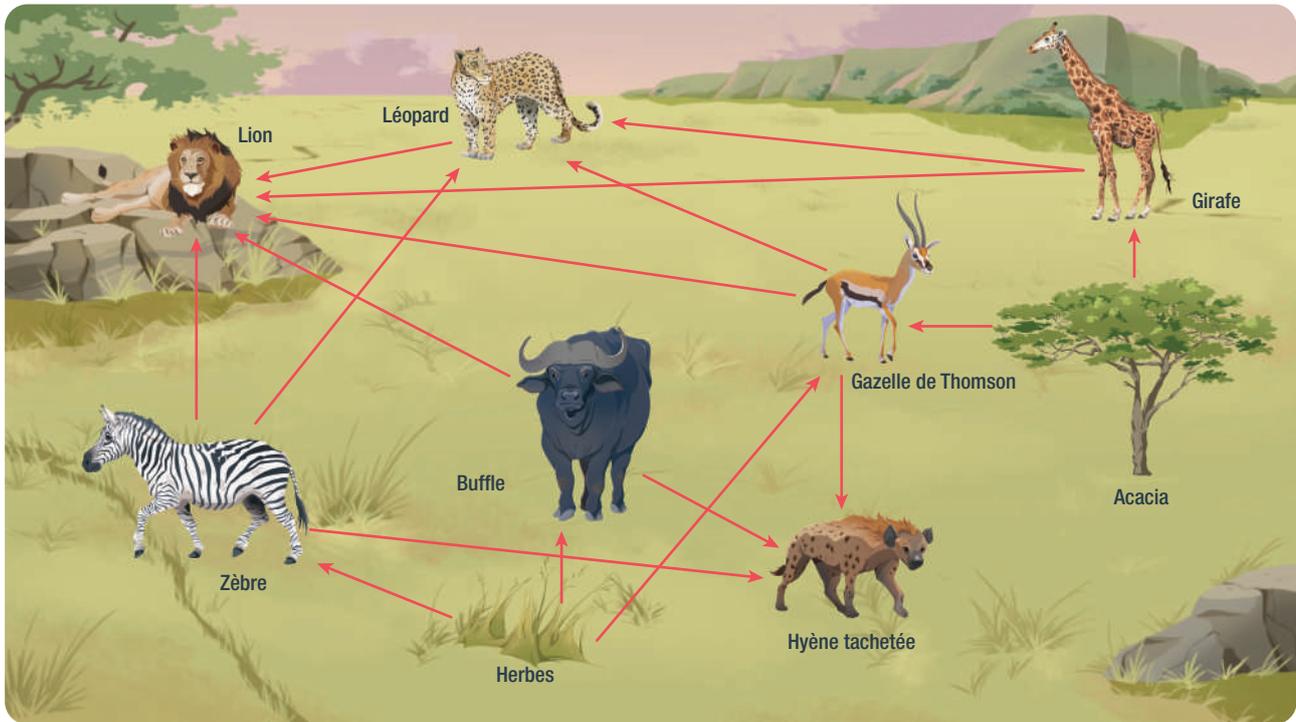
### SOLUTION POUR LA FICHE C4.2

### Exemple 2 – Réseau trophique du sol



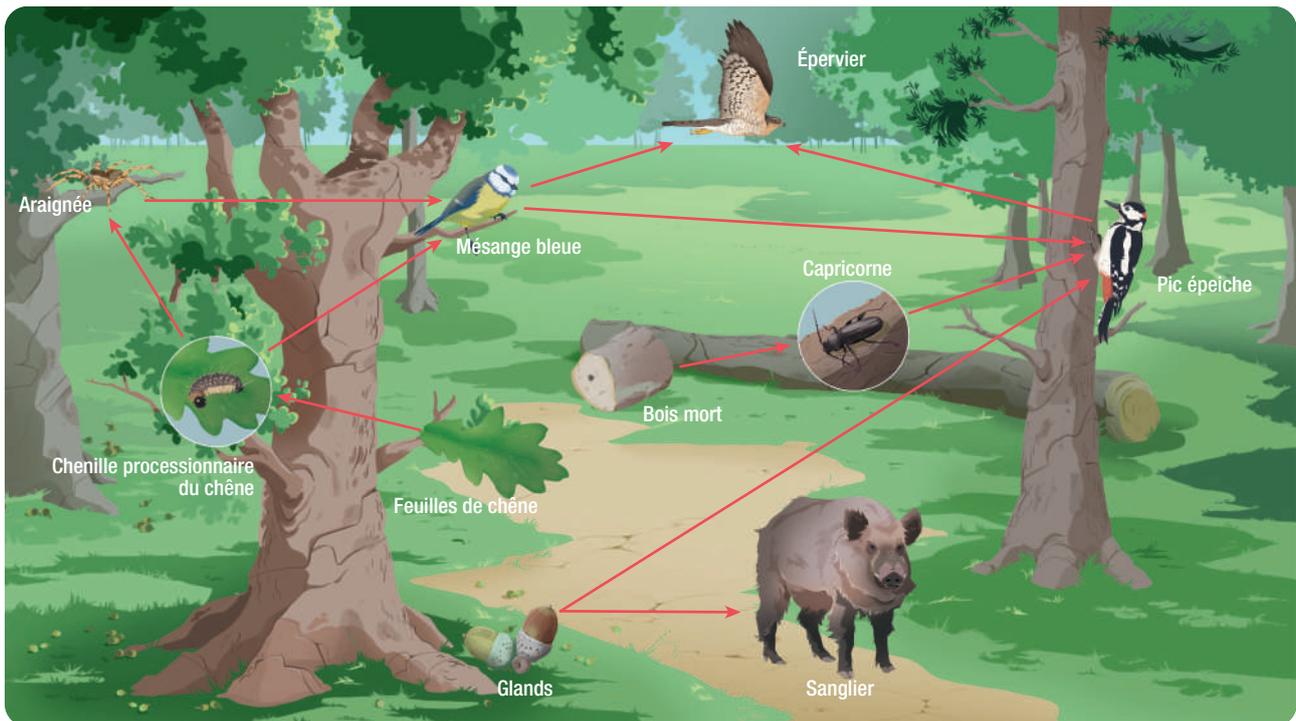
SOLUTION POUR LA FICHE C4.3

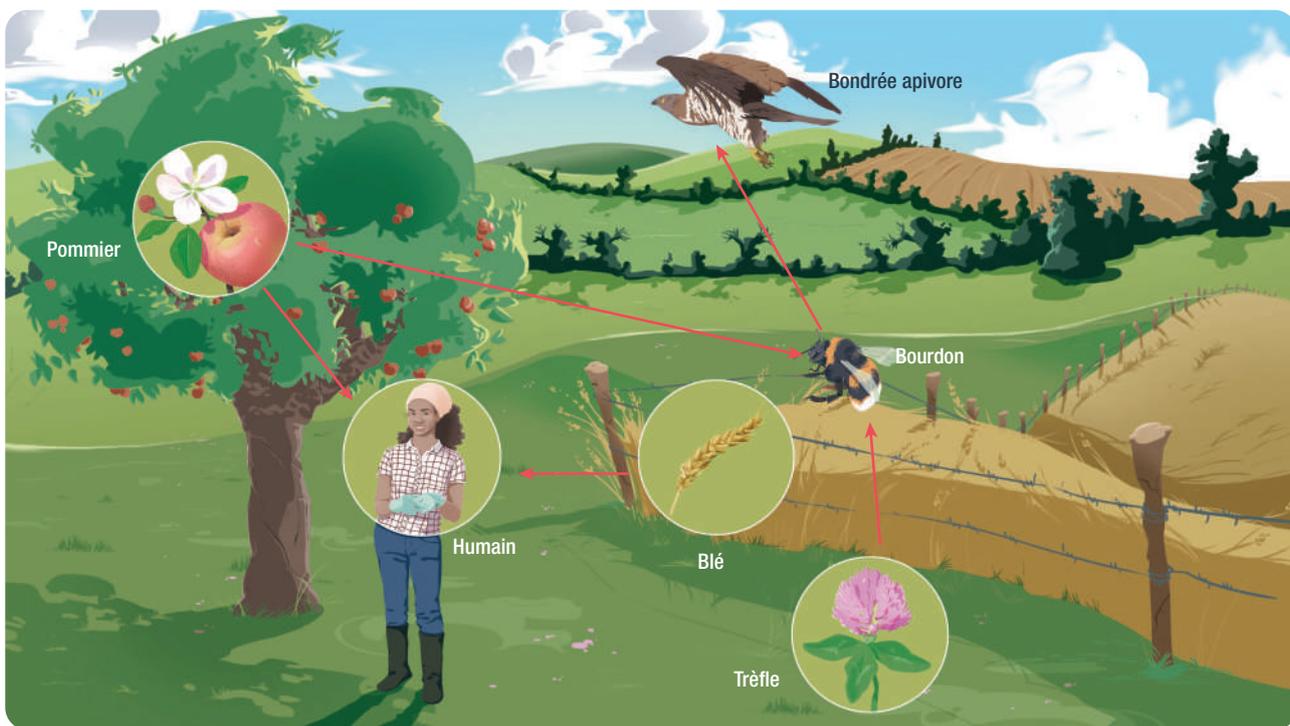
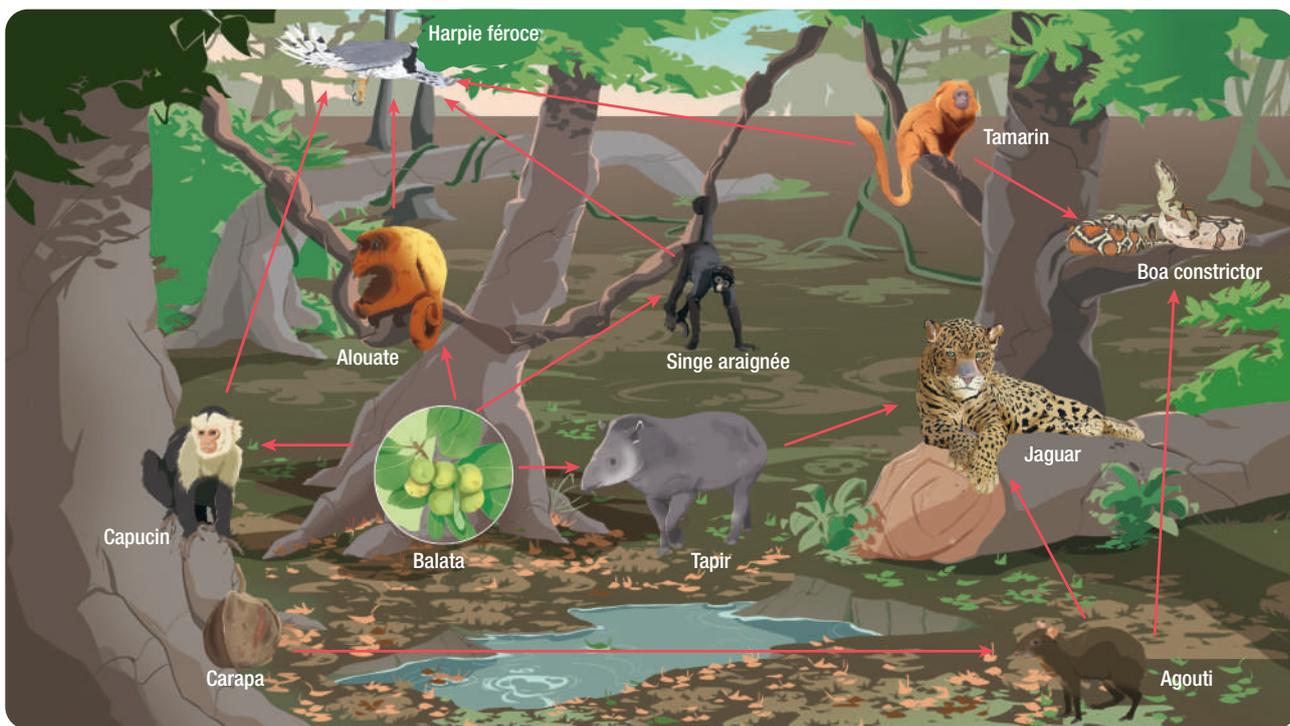
Exemple 3 – Réseau trophique de la savane



SOLUTION POUR LA FICHE C4.4

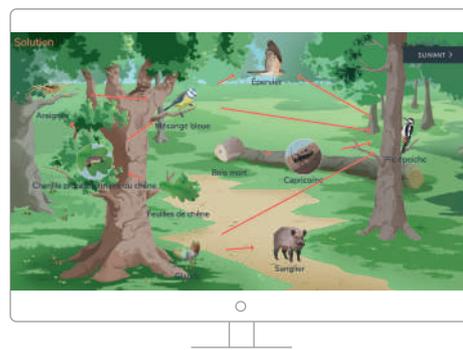
Exemple 4 – Réseau trophique de la forêt tempérée





**OPTION 2 : ANIMATION MULTIMÉDIA 35 MIN**

Au lieu de procéder au jeu de rôle, vous pouvez utiliser les animations fournies (« Réseaux trophiques »).



## CONCLUSION 10 MIN

Débattez autour de l'interdépendance qui existe entre les organismes d'un écosystème d'un point de vue alimentaire, de la fragilité de l'équilibre de ces écosystèmes et de la préservation de cet équilibre, ainsi que des conséquences sur l'espèce humaine si cet équilibre venait à être mis en péril.

## PROLONGATION FACULTATIVE 2H – PEINTURE MURALE DU RÉSEAU TROPHIQUE D'UN ÉCOSYSTÈME

Chaque élève dessine une espèce du réseau trophique choisi, seule ou accompagnée de ses prédateurs/proies sur une feuille de papier A4 au format paysage, avec un fond approprié. Dans la classe, le ratio prédateur/proie doit être respecté. À l'aide de ces dessins, vous pourrez alors créer une grande fresque représentant un écosystème et les espèces y évoluant.

### NOTE À L'ENSEIGNANT

#### ÉCOSYSTÈMES

Tous les êtres vivants d'un milieu donné font partie d'un ensemble dont les différents éléments, vivants (la biocénose, qui désigne la communauté d'organismes) et non vivants (les facteurs abiotiques), tels que le climat, le type de sol et les propriétés chimiques du milieu (le biotope) interagissent. Le terme « écosystème » désigne cet ensemble. Il existe une multitude d'écosystèmes continentaux, puisqu'il existe des paysages très variés, qui dépendent du climat local, et qui résultent de conditions biotiques et de la présence d'êtres vivants particuliers.

Avec le temps, les écosystèmes évoluent jusqu'à atteindre l'état final le plus stable, qualifié de « climax ». Cet équilibre peut néanmoins facilement être mis en péril si le fonctionnement de l'écosystème est entravé par l'activité humaine ou le changement climatique par exemple.

#### LES RÉSEAUX TROPHIQUES

Chaque écosystème est structuré par des **relations trophiques**, au sein desquelles tout organisme représente la **proie** ou le **prédateur** d'un autre. Ces liens d'interdépendance peuvent être

considérés comme des chaînes symbolisant « qui est mangé par qui ». Cependant, la réalité est plus complexe; en effet, les **chaînes alimentaires** sont en fait des **réseaux trophiques**, ce qui signifie qu'un organisme peut se nourrir de plusieurs espèces et qu'une espèce peut être la proie de plusieurs organismes.

À la base d'un réseau trophique, on trouve toujours des organismes **photosynthétiques**, aussi qualifiés d'**autotrophes** : ils peuvent produire leur propre nourriture à partir de lumière, d'eau, de dioxyde de carbone et d'autres éléments chimiques et sont ainsi appelés des « **producteurs primaires** ». Les autotrophes sont mangés des **consommateurs primaires, secondaires ou tertiaires**. Lorsque l'on représente un réseau alimentaire, les flèches désignent par convention « est mangé par ».

Toutes les espèces étant interconnectées dans un écosystème, la moindre perturbation d'une population ou la disparition d'une seule espèce peut perturber toutes les autres espèces qui en dépendent.



RÉSEAU TROPHIQUE D'UNE RIPISYLVE EN ALASKA



**DIATOMÉES**

Les diatomées sont de tout petits êtres vivants qui flottent à la surface éclairée de l'eau ou vivent sur le fond. Comme les plantes, elles utilisent la lumière, l'eau, le CO<sub>2</sub> et des minéraux pour faire la photosynthèse et fabriquer du sucre, dont elles se nourrissent. Ce sont des producteurs primaires, qui se situent en début de réseau alimentaire.



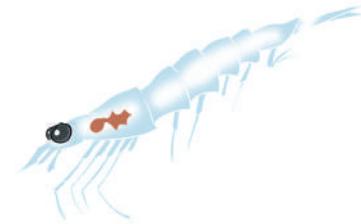
**SUREAU ROUGE**

Les baies de sureau sont les fruits du sureau. Ce sont des fruits juteux, qui auparavant mûrissaient fin août. Ce sont des producteurs primaires, qui se situent en début de réseau alimentaire. Les baies de sureau sont particulièrement appréciées des ours bruns.



**ÉPICÉA DE SITKA**

L'épicéa de Sitka est une espèce de la côte ouest d'Amérique du Nord. Il utilise la lumière, l'eau, le CO<sub>2</sub> et des minéraux pour faire la photosynthèse et grandir. La décomposition des carcasses de saumon à proximité enrichit les sols et permet à l'épicéa de développer des feuilles plus appétissantes pour l'élan.



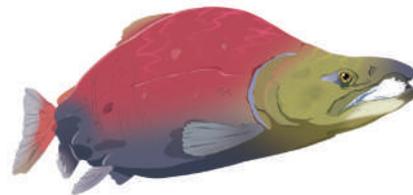
**KRILL**

Le krill fait partie du zooplancton. Il peut mesurer jusqu'à plusieurs centimètres de long et peser jusqu'à 2 g. Il se nourrit en filtrant les diatomées contenues dans l'eau. Il est consommé par le saumon rouge.



**MOUCHE BLEUE**

La mouche bleue est une mouche relativement grosse (presque 1,5 cm) qui se nourrit de matière issue d'autres êtres vivants, comme celle présente dans les carcasses de saumon ou les cadavres. Elle pond des œufs dans ces carcasses et le développement des larves accélère leur décomposition.



**SAUMON ROUGE**

Le saumon rouge est une espèce vivant dans les lacs. Il se nourrit de krill, qu'il filtre à travers ses branchies. Il constitue une proie pour les ours et la décomposition de sa carcasse enrichit le sol à proximité en nutriments.



RÉSEAU TROPHIQUE D'UNE RIPISYLVE EN ALASKA



**LOUTRE DE RIVIÈRE**

La loutre de rivière pèse entre 8 et 11 kg. Elle peut rester sous l'eau pendant environ 4 minutes et nager à une vitesse approchant les 11 km/h. Les loutres peuvent même coopérer entre elles quand elles pêchent. Elles consomment essentiellement du saumon.



**OURS BRUN**

Les ours bruns peuvent peser jusqu'à 350 kg et vivre 25 ans. Ils sont omnivores et plutôt bons chasseurs : ils capturent les saumons directement dans le courant des rivières ! Ils mangent donc du saumon, mais ils préfèrent les baies de saumons si celles-ci sont disponibles.



**ÉLAN**

Les élan appartiennent à la famille des cerfs et en sont les plus gros représentants, puisqu'ils peuvent atteindre 2,3 m de haut. En tant qu'herbivores, ils ont un excellent sens de l'odorat, ce qui leur permet de se nourrir des meilleures aiguilles d'épicéas.



**LOUP GRIS**

Les loups gris vivent en groupe que l'on appelle des meutes, comportant 7 à 8 individus. Ils collaborent pour chasser, élever leurs petits et protéger leur territoire. Les loups sont carnivores et se nourrissent principalement de grands herbivores, comme les élan.



**MATIÈRE ORGANIQUE – CARCASSE DE SAUMON**

Quand les ours chassent et dévorent les saumons, ils laissent les carcasses sur les rives. Celles-ci sont alors disponibles pour les mouches bleues, qui peuvent s'en nourrir et y pondre leurs œufs.



**MATIÈRE MINÉRALE – NUTRIMENTS DU SOL**

La matière minérale est produite lorsque les mouches bleues se nourrissent de matière organique, qu'elles peuvent trouver sur les carcasses de saumon. En accélérant la décomposition, elles enrichissent le sol, permettant à l'épicéa de Sitka de se développer.



## RÉSEAU TROPHIQUE DU SOL



### MATIÈRE ORGANIQUE

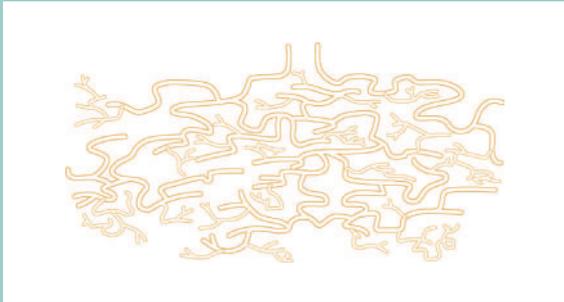
La matière organique dans les forêts tempérées se trouve majoritairement au pied des arbres et des plants, dans une couche que l'on appelle la litière.

Le terme « matière organique » désigne tout ce qui provient d'animaux ou de végétaux morts, telles que les feuilles mortes par exemple.



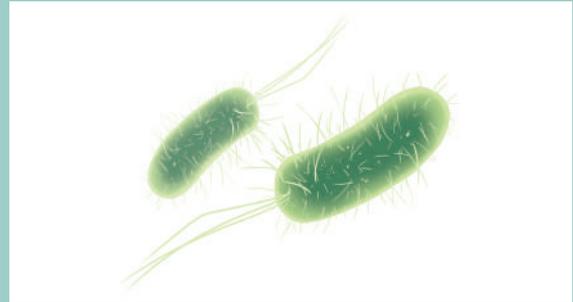
### FOUGÈRE

Les fougères sont des végétaux sans fleurs, qui se reproduisent grâce à des spores et non des graines. Beaucoup de ces espèces se développent sur des troncs ou des branches d'arbres ; Elles entretiennent une relation étroite avec les champignons mycorhiziens et leurs racines sont consommées par certains nématodes.



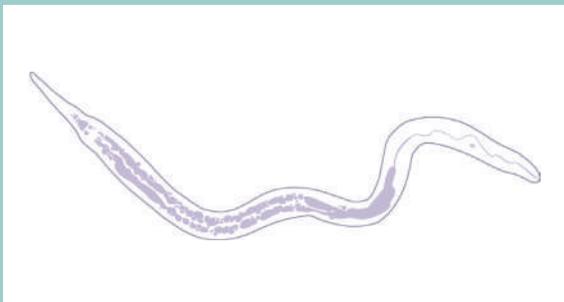
### CHAMPIGNON MYCORHIZIEN

Certains champignons de forêt peuvent développer un important réseau « racinaire », que l'on appelle mycorhizes. Ce réseau profond peut s'associer aux racines des arbres ou des fougères, et échanger des nutriments. Ils sont la proie de certains nématodes.



### BACTÉRIES

Les bactéries sont des êtres microscopiques (que l'on ne voit pas à l'œil nu) qui ne sont constitués que d'une seule cellule. Elles jouent un rôle majeur dans la décomposition de la matière organique, et nourrissent les nématodes ou les fourmis.



### NÉMATODE

Les nématodes sont aussi appelés « vers ronds » à cause de la forme de leur corps. On considère qu'il y a plus de vers ronds dans le monde que toute autre créature à plusieurs cellules ! Ils se nourrissent de racines de plantes, de bactéries ou de champignons et sont mangés par des araignées ou des insectes tels que les fourmis.



### FOURMI

Les fourmis sont des insectes sociaux qui vivent en colonies, comportant 3 types d'individus : la reine, les ouvrières et les mâles. La reine est la seule à pouvoir pondre des œufs. Les ouvrières sont quant à elles chargées d'apporter la nourriture à la colonie : des champignons, des nématodes ou des bactéries.



## RÉSEAU TROPHIQUE DU SOL



**ARAIGNÉE-LOUP**

Les araignées-loups tiennent leur nom de leur façon de chasser, qui ressemble à celle des loups : elles attendent généralement qu'une proie passe à proximité et se précipitent ensuite pour la tuer. Elles vivent à la surface du sol et capturent aussi bien des insectes comme les fourmis que des nématodes.



**TAUPE**

Les taupes sont de petits mammifères sombres. Elles n'ont presque pas d'yeux, mais ce sens de la vue médiocre est compensé par un odorat et un toucher très développés. Elles possèdent des griffes puissantes qui leur permettent de creuser le sol à la recherche de leur repas favori : les vers de terre.



**VER DE TERRE**

Les vers de terre vivent dans les sols humides ou aérés, ou dans la litière. Ils jouent un rôle majeur dans les écosystèmes forestiers puisqu'ils permettent d'aérer et d'enrichir le sol avec leurs excréments pleins de minéraux. Leur repas typique se compose de matière organique.

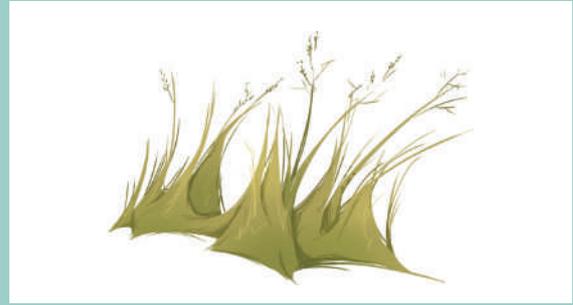


RÉSEAU TROPHIQUE DE LA SAVANE



**ACACIA**

Les acacias sont de grands arbres : ils ont donc besoin de lumière, d'eau, de CO<sub>2</sub> et de minéraux pour faire la photosynthèse et grandir. Ils ont développé des techniques variées pour se défendre contre leurs prédateurs, tels que les girafes ou les gazelles : grosses aiguilles, libération de substances chimiques, ou même recrutement de fourmis !



**BARBON DE GÉRARD**

Le barbon de Gérard est une des espèces les plus abondantes de la savane africaine. Il utilise la lumière, l'eau, le CO<sub>2</sub> et des minéraux pour faire la photosynthèse et grandir. C'est un producteur primaire, à la base des réseaux trophiques. Il est consommé par des herbivores brouteurs, comme le zèbre ou le buffle.



**GAZELLE DE THOMSON**

La gazelle de Thomson est la plus commune d'Afrique de l'Est. Elle peut courir extrêmement vite, de 80 à 96 km/h pour fuir ses prédateurs, principalement des lions et des léopards. Elle se nourrit d'acacias et de barbon.



**GIRAFE**

Les girafes sont les plus grands animaux vivant sur les continents : un mâle adulte peut atteindre 5,5 m de haut ! Elles utilisent leur long cou pour se nourrir de feuilles d'acacia. Elles sont la proie des léopards.



**BUFFLE AFRICAIN**

Le buffle africain est extrêmement robuste, il peut peser jusqu'à 1000 kg. Il n'a d'ailleurs que peu de prédateurs (les lions ou les hyènes), contre lesquels il est capable de se défendre. C'est le brouteur le plus répandu en Afrique.



**ZÈBRE**

Les zèbres ressemblent à des chevaux, mais leurs rayures noires et blanches les rendent uniques, et chaque individu possède son propre motif ! Ce sont des herbivores, qui consomment du barbon. Malgré leurs capacités de combat, ils ont beaucoup de prédateurs, comme les hyènes, les lions ou les léopards.



RÉSEAU TROPHIQUE DE LA SAVANE



**LÉOPARD**

Les léopards sont des félins qui peuvent courir jusqu'à 58 km/h et peuvent sauter jusqu'à 6 m de haut ! Ce sont des prédateurs solitaires qui escaladent les arbres pour protéger leurs proies – comme les girafes, les zèbres ou les gazelles – des autres prédateurs tels que hyènes ou lions.



**LION**

Les lions sont les seuls félins qui vivent et dorment en groupes très soudés. Seules les femelles chassent en courant après les proies telles que des girafes, des gazelles, des zèbres ou des buffles.



**HYÈNE TACHETÉE**

La hyène tachetée est aussi connue sous le nom de hyène rieuse, à cause de son cri particulier. Elle vit dans des groupes pouvant contenir de 5 à 90 individus, dans des terriers. Les hyènes sont des charognards qui se nourrissent de carcasses de buffles ou de zèbres.



RÉSEAU TROPHIQUE DE LA FORÊT TEMPÉRÉE



**FEUILLE DE CHÊNE**

Un chêne adulte mesure environ 30 m de haut et produit des feuilles qui tombent en automne. Il utilise la lumière, d'eau, le CO<sub>2</sub> et des minéraux pour faire la photosynthèse et grandir, grâce à ses feuilles. Ils sont donc à la base de la chaîne alimentaire.



**GLAND**

Les chênes commencent à produire des glands quand ils ont environ 20 ans, et un arbre adulte peut en produire 90 000 par an. Les glands sont des noix, contenant chacune une graine. Ils constituent une part importante du régime alimentaire du pic épeiche et du sanglier.



**CHENILLE PROCESSIONNAIRE DU CHÊNE**

La chenille processionnaire du chêne est un parasite qui se développe presque exclusivement sur les chênes. Elles éclosent au printemps et se nourrissent des jeunes feuilles, dépouillant petit à petit l'arbre. Elles font partie du régime alimentaire des mésanges bleues.



**CAPRICORNE**

Les capricornes sont des insectes qui appartiennent à la famille des longicornes. Ils se nourrissent principalement de bois mort et leurs larves se développent sous les écorces. Ils sont consommés par les pic épeiches.



**ARAIGNÉE**

Les araignées ne sont pas des insectes puisqu'elles possèdent 4 paires de pattes. Elles sont plutôt bonnes chasseuses et peuvent tisser des toiles pour capturer leurs proies. Dans les forêts tempérées, elles mangent les chenilles.



**MÉSANGE BLEUE**

Les mésanges bleues sont des oiseaux chanteurs très communs sous les climats tempérés d'Europe et d'Asie. Elles sont très utiles pour chasser les nuisibles : lorsque les œufs des chenilles éclosent au printemps, les mésanges utilisent les larves pour nourrir leurs oisillons.



RÉSEAU TROPHIQUE DE LA FORÊT TEMPÉRÉE



**PIC ÉPEICHE**

Le pic épeiche a un plumage noir et blanc, avec une tache rouge sur le ventre. Après avoir martelé un tronc pour le percer, il se sert de sa longue langue pour récupérer des insectes ou des oisillons d'autres espèces (des mésanges par exemple). Il mange aussi des glands.



**ÉPERVIER**

Les éperviers sont de petits oiseaux de proie. Ils mangent surtout de petits oiseaux qui vivent dans les bois, mais s'attaquent parfois à ceux des villes ou des jardins. Ils chassent les mésanges et les pics épeiches.



**SANGLIER**

Le sanglier est un animal nocturne : il est particulièrement actif à la nuit tombée. Il est omnivore et peut consommer aussi bien des animaux que des végétaux, mais il apprécie particulièrement les glands.



**BOIS MORT**

Le bois mort est ce qu'il reste d'un tronc une fois que l'arbre est mort. Sa présence dans une forêt est cruciale puisqu'il abrite beaucoup de petits insectes, comme le capricorne, qui s'en nourrissent.



RÉSEAU TROPHIQUE DE LA FORÊT TROPICALE GUYANAISE



**BALATA**

Le balata est aussi appelé « arbre à bulles » car il produit un latex épais qui peut être utilisé comme du caoutchouc. Comme les autres arbres, il a besoin de lumière, d'eau, de CO<sub>2</sub> et de minéraux pour faire la photosynthèse et grandir. Ses fruits sont consommés par de nombreuses espèces, notamment les tapirs, les capucins, les singes-araignées et les singes hurleurs.



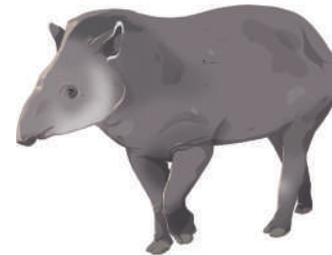
**CARAPA**

Le carapa est un arbre que l'on trouve surtout en Amérique du sud et en Guyane, où l'huile que ses fruits contiennent est utilisée dans la médecine traditionnelle ou pour repousser les insectes. Comme les autres arbres, il a besoin de lumière, d'eau, de CO<sub>2</sub> et de minéraux pour faire la photosynthèse et grandir. Les agoutis adorent ses fruits.



**AGOUTI**

L'agouti est un rongeur des forêts tropicales d'Amérique centrale et du sud, qui ressemble à un cochon d'inde géant. Ses dents sont aiguisées comme des rasoirs, ils peuvent donc s'attaquer aux fruits du carapa.



**TAPIR**

Les tapirs sont des animaux nocturnes qui adorent passer du temps dans l'eau ; ils peuvent même se servir de leur trompe comme d'un tuba ! Ils sont herbivores et se nourrissent principalement des feuilles et des noix du balata.



**SINGE HURLEUR**

Si les singes hurleurs font partie des plus gros singes du Nouveau Monde, ils sont certainement les plus bruyants ! Leur cri sert probablement à se répartir l'espace entre individus et à protéger leur territoire. Ils se déplacent lentement et mangent des feuilles, des fruits et les noix du balata. Ils peuvent être la proie de la harpie féroce.



**TAMARIN**

Les tamarins sont de petits singes qui aiment particulièrement grimper aux arbres : ils peuvent même sauter d'un arbre de 18 m de haut et atterrir sans aucune blessure ! Ils mangent à la fois des plantes et des insectes, et leur principal prédateur est la harpie féroce.



RÉSEAU TROPHIQUE DE LA FORÊT TROPICALE GUYANAISE



**CAPUCIN**

Les capucins sont actifs durant la nuit : ils vivent et se promènent dans les arbres. Parce qu'ils utilisent des outils, on les considère comme les singes du Nouveau Monde les plus intelligents. Ils sont omnivores, et les fruits du balata font partie de leur régime. Ils peuvent servir de proie à la harpie féroce.



**SINGE ARAIGNÉE**

Les singes-araignées utilisent leurs longs bras équipés de mains qui ressemblent à des crochets ainsi que leur queue préhensile pour s'agripper et escalader les arbres. Les fruits du balata sont parmi leurs repas favoris ! Les harpies féroces peuvent chasser ces singes.



**BOA CONSTRICTOR**

Les boa constrictors sont des chasseurs vicieux mais surtout de puissants serpents, qui prennent leurs proies en embuscade avant de les avaler toutes entières ! Ils apprécient particulièrement dévorer les agoutis et les tamarins.



**HARPIE FÉROCE**

La harpie féroce est l'un des oiseaux les plus lourds : ses pattes peuvent être aussi larges qu'un poignet d'enfant ! Elle utilise ses griffes très puissantes pour capturer ses proies, parmi lesquelles on peut citer les capucins, les singes-araignées, les tamarins ou encore les singes hurleurs.



**JAGUAR**

Les jaguars sont les troisième plus gros félins du monde. Ce sont plutôt de bons nageurs, mais ils peuvent également grimper aux arbres. Dans la forêt guyanaise, ils s'attaquent aux agoutis et aux tapirs.



RÉSEAU TROPHIQUE D'UN AGROSYSTÈME



**BLÉ CULTIVÉ**

Le blé est une espèce cultivée qui appartient au groupe des graminées. Comme les autres plantes, le blé utilise l'eau, la lumière, le CO<sub>2</sub> et les minéraux pour faire la photosynthèse et grandir. Il constitue la base de l'alimentation humaine dans de nombreux pays.



**POMMIER**

Les pommiers sont cultivés afin de fournir de la nourriture aux humains. Pour produire des fruits, les fleurs du pommier doivent être pollinisées par les bourdons, qui utilisent en échange leur nectar pour se nourrir.



**TRÈFLE**

Le trèfle fait partie de la même famille que les pois. Cette petite plante herbacée possède des feuilles découpées en trois. Ses fleurs nourrissent les bourdons qui les pollinisent.



**BOURDON**

Les bourdons sont des insectes sociaux qui vivent en colonies : la reine, les bourdons et les ouvrières ont chacun un rôle spécifique. Les ouvrières sont chargées de récupérer le pollen ou le nectar sur le trèfle ou le pommier, pour les utiliser comme nourriture.



**BONDRÉE APIVORE**

La bondrée apivore est un oiseau de proie qui migre sur de longues distances. C'est un prédateur spécialisé, qui se nourrit principalement de larves et de nids de bourdons.



**HUMAINE**

Les humains font partie du groupe des animaux : pour cette raison, ils doivent se nourrir d'autres êtres vivants, qu'ils soient végétaux ou animaux. Ils ont domestiqué de nombreuses espèces pour se nourrir, comme le blé cultivé ou le pommier.

## SÉQUENCE D

# QUE POUVONS-NOUS FAIRE ?

Une fois que les conséquences du changement climatique sur les terres sont comprises, et que l'on a cerné les enjeux, il ne reste plus qu'un aspect à traiter avant de passer à l'action : **accepter la responsabilité de ce qui se passe**. C'est l'objectif de notre dernière séquence : les élèves vont explorer leur part de responsabilité dans le changement climatique, ainsi que celle de leur famille et de leur pays. **Ils consacreront ensuite un certain temps à l'expression de leurs sentiments sur ce sujet**. Ensuite, ils découvriront les **inégalités sociales** liées au change-

ment climatique et la notion de justice climatique. Enfin, ils verront que de nombreuses personnes dans différents endroits du monde prennent déjà des mesures pour atténuer le changement climatique et s'y adapter. À ce stade, **ils décideront de ce qu'ils peuvent faire eux-mêmes pour améliorer la situation**.

Cette séquence est profondément ancrée dans les sciences sociales et a pour but d'inciter les élèves à réfléchir au-delà des questions cantonnées aux incidences du changement climatique sur l'environnement et à ses capacités de survie.

### LISTE DES SÉANCES

Séance principale

Séance facultative

<input checked="" type="radio"/>	<b>D1</b>	9-15 ans	<b>Calculez votre empreinte carbone</b> Sciences sociales, SVT, Technologie Les élèves calculent leur empreinte carbone et discutent des solutions pour la réduire.	page 202
<input checked="" type="radio"/>	<b>D2</b>	9-15 ans	<b>Que ressentez-vous face au changement climatique ?</b> Travailler sur les émotions Sciences sociales, Philosophie, Arts, Expression écrite Cette leçon donne aux élèves l'occasion d'explorer leurs émotions, celles intrinsèquement liées au sujet du changement climatique, ainsi que l'idée d'un monde totalement différent dans le futur.	page 205
<input type="radio"/>	<b>D3</b>	9-12 ans	<b>Justice climatique : un jeu de rôle</b> Sciences sociales, Géographie Grâce à des jeux de rôle, les élèves découvrent les inégalités de richesse qui existent entre les différents pays et leur lien avec la responsabilité et la vulnérabilité au changement climatique.	page 213
<input type="radio"/>	<b>D4</b>	9-12 ans	<b>Mesures d'adaptation et d'atténuation</b> Sciences sociales, Géographie Grâce à une analyse documentaire, les élèves se rendent compte que de nombreuses solutions existent actuellement pour faire face au changement climatique, que ce soit par l'adaptation ou l'atténuation, et qu'un grand nombre de personnes et d'organisations agissent déjà.	page 222

# SÉANCE D1

## CALCULER NOTRE EMPREINTE CARBONE

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences sociales, Sciences de la vie et de la terre, Technologie

### DURÉE

- ~ Préparation : 5 min
- ~ Activité : 1 h

### TRANCHE D'ÂGE

9-15 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

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

Ils apprennent que :

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

### MOTS-CLÉS

Empreinte carbone, émissions de gaz à effet de serre

### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Collecte de données



### EN AMONT DE LA SÉANCE

1. Imprimez la **FICHE D1.1** (une par élève)
2. L'animation interactive peut être utilisée à la fois en ligne et hors ligne (vous pouvez donc la télécharger en amont). Si l'école ne dispose pas d'ordinateurs, les calculs peuvent être faits à la main, sur une feuille de calcul imprimée, ou à la maison si les élèves disposent d'une connexion internet chez eux.

### INTRODUCTION 10 MIN

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

Pour commencer la leçon, vous pouvez vous servir de la **FICHE D1.1** pour discuter autour des différentes quantités de gaz à effet de serre émis, selon eux, par leurs différentes activités du quotidien. Puisqu'ils ne connaîtront probablement pas cet exercice, vous pouvez commencer par leur dire qu'une voiture émet 180 g d'eq-CO<sub>2</sub> tous les km.

### DÉROULEMENT 30 MIN

1. Expliquez le but de cette activité et la nécessité de répondre honnêtement à toutes les questions (il ne s'agit pas d'une course pour savoir « qui émet le moins de carbone », mais d'un outil leur permettant de comprendre comment agir à leur échelle).
2. Distribuez la **FICHE D1.1** à chaque élève et laissez les élèves répondre au questionnaire en ligne, compléter leur fiche et discuter en groupes.
3. Comparez les résultats et discutez des actions à mener pour réduire l'empreinte carbone des individus, des écoles, des familles, etc.

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Cette session est obligatoire pour les classes qui ont choisi de mener un projet d'atténuation (voir la partie 2 de ce manuel), mais elle peut aussi s'inscrire dans le cadre d'un projet d'adaptation.

### PRÉPARATION 10 MIN

#### MATÉRIEL

- **FICHE D1.1** et/ou le questionnaire interactif en ligne
- Des ordinateurs (au moins 1 pour 2 élèves)
- Une animation interactive : [Le calculateur d'empreinte carbone](#)



## NOTE À L'ENSEIGNANT

L'**empreinte carbone** est généralement définie comme la quantité totale des émissions de CO<sub>2</sub> et autres gaz d'une entité, d'une personne, d'un pays, d'une activité ou d'un produit et est exprimée en kilogrammes d'équivalent CO<sub>2</sub> (eq CO<sub>2</sub>).

L'eq CO<sub>2</sub> est une mesure basée sur le Potentiel de Réchauffement Global de chaque gaz à effet de serre (se référer à l'Éclairage scientifique de la leçon B3) qui sert à exprimer la quantité de CO<sub>2</sub> nécessaire pour produire le même réchauffement que ce gaz.

Dans le cas d'un produit par exemple, l'eq CO<sub>2</sub> mesure l'effet des différents gaz à effet de serre

émis pendant tout le cycle de vie de ce produit, depuis la phase de production en passant par le transport et l'utilisation jusqu'à la phase d'élimination/recyclage.

Calculer votre empreinte carbone vous permettra, à vous ainsi qu'aux camarades de votre groupe, d'identifier quelles activités produisent le plus d'eq CO<sub>2</sub> et, ainsi, lesquelles doivent être ciblées en priorité. L'objectif est d'avoir une idée générale de chacune de vos contributions relatives à l'empreinte carbone, plutôt qu'une évaluation précise de celles-ci, afin d'identifier les plus importantes sur lesquelles agir.

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

N'oubliez pas que les valeurs des émissions de gaz à effet de serre de cette leçon ne sont communiquées qu'à titre indicatif, étant donné qu'elles dépendent de nombreux facteurs, tels que le pays/la région, l'individu, l'année concerné/e, etc. Vous pouvez toujours chercher des valeurs plus précises pour votre pays/région si vous le souhaitez.

dis que d'autres pays peuvent se concentrer plutôt sur l'adaptation. Insistez sur le fait que si certains secteurs sont surtout influencés par des choix individuels ou familiaux, il y en a d'autres sur lesquels il n'est pas possible d'agir à si petite échelle : ils nécessitent des décisions à l'échelle des villes ou d'un gouvernement. Vous pouvez engager la discussion sur les lois que proposeraient les élèves s'ils étaient à la tête de leur pays.

## CONCLUSION 20 MIN

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

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

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



➔ Indique dans le cadre ci-dessous les résultats que tu as obtenus :

Ton empreinte carbone : .....

Le secteur où elle est la plus importante : .....

Le secteur où elle est la plus faible : .....

La quantité de CO<sub>2</sub> qui serait émise si tout le monde avait les mêmes habitudes que toi : .....

.....

Des idées pour réduire ton empreinte : .....

.....

### À titre de comparaison...

#### SMARTPHONE<sup>1</sup>

- Un message texte via le réseau de téléphonie mobile (SMS) produit 0,002 g de CO<sub>2</sub>
- Un message texte via Internet (réseaux sociaux) produit 4 g de CO<sub>2</sub>
- Fabrication d'un smartphone : quelques exemples<sup>2</sup> :

MODÈLE D'IPHONE	CARBONE ÉMIS (KG DE CO <sub>2</sub> )
iPhone 11	72
iPhone X	79
iPhone 8	57
iPhone 7	56
iPhone 6	95
iPhone 5s	65

- Utiliser un smartphone 1h/jour pendant un an produit 1,4 tonnes<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub>

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

- Une voiture émet 180 g de CO<sub>2</sub> / km / passager
- Un avion émet 255 g de CO<sub>2</sub> / km / passager
- Un bus émet 100 g de CO<sub>2</sub> / km / passager
- Un train émet de 6 à 40 g de CO<sub>2</sub> / km / passager.

Les moyens de transports avec la plus forte empreinte sont donc l'avion et la voiture (s'il n'y a qu'un seul passager). L'avantage de l'un par rapport à l'autre dépend du nombre de km : pour un trajet de moins de 1 000 km, la voiture est préférable. L'avion devient avantageux au-delà.

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

- 1 kg de bœuf = 20 kg de CO<sub>2</sub> émis = 100 km en voiture
- 1 kg de poulet = 6,2 kg de CO<sub>2</sub> émis = 30 km en voiture
- 1 kg de bœuf brésilien consommé en Europe = 335 kg de CO<sub>2</sub> émis = 1675 km en voiture
- 1 kg de patates = 0,08 kg de CO<sub>2</sub> émis = 0,4 km en voiture.

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

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

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

1 How Bad are Bananas? The Carbon Footprint of Everything, by Mike Berners-Lee, 2010.  
 2 <https://www.apple.com/uk/environment/>  
 3 <https://www.viessmann.co.uk/company/blog/the-carbon-footprint-of-nearly-everything>  
 4 Source : <https://ourworldindata.org/travel-carbon-footprint>  
 5 Journal of Life Cycle Assessment, ADEME.  
 6 Adapté de la Direction Générale de l'Aviation Civile.

## SÉANCE D2

# QUE RESSENTEZ-VOUS FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ? TRAVAILLER SUR LES ÉMOTIONS

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences sociales, Philosophie, Arts visuels, Expression écrite

### DURÉE

- ~ Préparation : 10 min
- ~ Activité : 55 min à 1 h 50

### TRANCHE D'ÂGE

9-15 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À travers cette séance, les élèves explorent les émotions que le changement climatique et la perspective d'un monde totalement différent dans les années à venir peuvent susciter.

Ils apprennent :

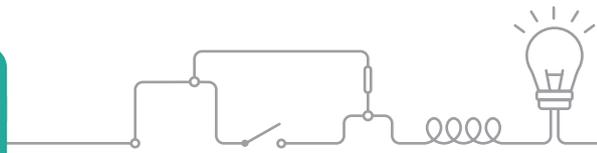
- ~ Que le changement climatique peut générer divers sentiments et émotions, et que certaines d'entre elles peuvent nous laisser démunis ou sans espoir : c'est ce que l'on appelle « l'éco-anxiété » ;
- ~ À utiliser différentes disciplines, comme les arts visuels, la philosophie ou l'expression écrite pour les exprimer ;
- ~ À prendre du recul par rapport à la science, pour explorer plus profondément leurs émotions, leurs projections personnelles et leur histoire personnelle ;
- ~ À dépasser ces émotions pour prendre part à l'action.

### MOTS-CLÉS

Émotions, éco-anxiété

### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Débat philosophique, expression personnelle



le changement climatique. **Si vos élèves sont déjà familiers avec ce vocabulaire, vous pouvez directement passer à la partie 2.**

1. **À faire lors de la précédente séance :** Demandez à vos élèves de ramener, pour la séance prochaine, un article, une image, un extrait de film, une œuvre d'art... qui leur fait penser au changement climatique qui les a particulièrement marqués. Ils devront être capable de présenter le document en question ainsi que ses sources.
2. Vous pouvez également sélectionner vous-même des images ou des vidéos portant sur la communication autour du changement climatique : vous pouvez vous inspirer des exemples fournis sur la **FICHE D2.2** ou en trouver d'autres. L'idée ici est de rassembler une dizaine de documents.
3. Imprimer la **FICHE D2.1** en suffisamment d'exemplaires.



Quelques exemples de documents apportés par les élèves.

## PRÉPARATION 10 MIN

### MATÉRIEL

- **FICHE D2.1** (une pour 2 élèves)
- Post-its (un par élève)
- **FICHE D2.2**
- Une grande feuille de papier pour prendre des notes au cours du débat.

### EN AMONT DE LA SÉANCE

Nous proposons ici une séance en deux parties : la première est consacrée au vocabulaire des émotions, la seconde à l'apparition de ces émotions lorsque les élèves voient des images en rapport avec

## PREMIÈRE PARTIE : LES ÉMOTIONS 1 H

### INTRODUCTION 10 MIN

Cette première partie permet aux élèves de se familiariser avec le vocabulaire des émotions, afin que tout le monde puisse se mettre d'accord sur les mots à utiliser. Au début de la séance, expliquer que nous réagissons toutes et tous à l'information, aux événements et aux situations difficiles de façon différente. Introduisez les messages-clés : Tout le monde a des émotions et celles-ci sont légitimes et importantes.

Dans cette séance, les élèves vont essayer de se focaliser sur ces émotions et de les exprimer.

### DÉROULEMENT 30 MIN

1. Écrivez les questions suivantes au tableau :
  - *Qu'est-ce que le terme « crise climatique » signifie pour toi ?* (notez leurs réponses au tableau)
  - *Comment te sens-tu quand tu entends ces mots ?*
2. Demandez-leur alors, en utilisant la **FICHE D2.1**, de choisir parmi ces cartes 3 à 5 émotions qui représentent ce qu'ils ressentent : ils recopient alors ces mots sur un post-it.
3. Ensuite, demandez à un élève de donner un de ses mots : Est-ce que d'autres ont la même émotion ? Si oui, ils peuvent venir coller leurs post-it, et ainsi de suite. À la fin, il sera ainsi possible de pouvoir constater les récurrences et de mettre en lien les émotions les unes avec les autres.

Questions pour guider la discussion :

- *Que peut-on dire des mots qui sont écrits ?*
  - *Quels sont ceux qui ressortent le plus ?*
  - *Est-ce qu'on peut rassembler certaines émotions ?*
4. Afin de voir quelles sont les émotions qui apparaissent le plus au sein de la classe, vous pouvez construire un nuage de mots, par exemple en utilisant le site <https://www.nuagesdemots.fr/>, et le commenter avec vos élèves.

### CONCLUSION 20 MIN

À partir des mots écrits sur les post-it/sur le nuage de mots, discutez avec vos élèves du fait que le changement climatique puisse conduire à ressentir des émotions variées (« positives » et « négatives ») et insistez sur le fait que ses émotions sont tout à fait normales.



Les élèves regardent les documents avant d'exprimer leurs émotions.

## DEUXIÈME PARTIE : DÉBAT PHILOSOPHIQUE

55 MIN

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Cette séance est présentée comme un débat philosophique. Si vous n'en avez jamais pratiqué, nous vous conseillons d'en pratiquer d'abord un sur un sujet plus « léger ». Lors de cette séance, il est conseillé que vous ne fassiez que poser les questions, ou même idéalement que vous laissiez les élèves se poser des questions entre eux, et que vous interveniez donc le moins possible. Pour cela, vous pouvez envisager de donner des rôles à certains élèves lors de la première moitié du débat, puis de confier ces rôles à d'autres élèves pour la seconde moitié. Cela permettra à tous de pouvoir participer, étant donné que les élèves ayant un rôle attribué ne peuvent pas directement intervenir dans les échanges :

- **Le Président** : il donne la parole aux participants, en prenant des notes afin de savoir comment la répartir (qui a levé la main).
- **Le Reformulateur** : il est chargé de reformuler les propositions des participants si nécessaire, afin de clarifier le débat. Il peut être utile que plusieurs élèves assument ce rôle.
- **Le Synthétiseur** : il prend des notes, dessine une carte mentale pour résumer ce qui a été dit lors de la discussion. Ces notes pourront être partagées à toute la classe à la fin du débat.

L'idée ici n'est pas de parvenir à une conclusion particulière ou de déterminer ce qui est juste ou faux, mais plutôt de permettre aux élèves d'exprimer leurs émotions, voire de s'y confronter, et de pouvoir réfléchir à certains dilemmes concernant ce qu'ils pourraient / voudraient faire.

Dans ce cadre, la science (et les faits) fournit de la matière à penser et ne peuvent être négligés, mais les émotions, les sentiments et l'envie d'agir que génère le changement climatique sont propres à chacun. Il s'agit donc d'une opportunité pour les élèves de parler de leurs sentiments. Gardez en tête que le point-clé ici est de fournir un espace de confiance, afin que ceux-ci puissent discuter de certains problèmes délicats. Tous les documents et les activités fournis dans cette séance sont seulement des suggestions, d'autres ressources / images peuvent tout à fait s'y substituer.

### INTRODUCTION 5 MIN

Reprenez le nuage de mots réalisé précédemment ou les post-it, et réexpliquez que les mots qui sont plus gros ont été plus choisis, alors que les mots choisis une seule fois apparaissent en plus petit. Demandez alors : *Que permet de montrer ce nuage de mots par rapport à votre classe ? Est-ce que vous retrouvez les émotions que vous ressentez individuellement ?* L'idée ici est d'être bien certain que chacun se sente concerné.

Disposez les chaises en cercle, en retirant les tables. Si ce n'est pas possible, les élèves pourront également s'asseoir par terre.

## DÉROULEMENT 40 MIN

1. Les élèves s'installent alors en cercle. Vous pouvez soit vous installer à l'extérieur du cercle, avec le président, le reformulateur et le synthétiseur, dans la mesure où vous ne prendrez pas part aux discussions, ou bien vous inclure dans le cercle.
2. Expliquer les règles de la discussion :
  - Présentez les rôles du président, du reformulateur et du synthétiseur. Demandez des volontaires pour les incarner, en les faisant reformuler leurs missions.
  - Tout le monde peut exprimer n'importe quel émotion ou sentiment, face aux documents ou à la discussion, dès lors qu'il lève la main et qu'il attend que le président l'autorise à parler.
  - Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse.
  - Personne n'est autorisé à prendre la parole pendant qu'un autre parle.
  - Personne ne peut juger ou se moquer des réponses des autres : il faut écouter et respecter les idées des autres.
  - Personne n'est obligé de parler : on peut simplement jouer un rôle d'observateur.

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

La mise en place est extrêmement importante pour encourager les élèves à prendre la parole, à réfléchir et à partager leurs émotions. Ainsi, les installer en cercle leur permet de tous se voir, et de se situer sur un pied d'égalité. Vous pouvez également vous asseoir dans le cercle, en tant que participant.



Les élèves sont assis en cercle au cours du débat.

## NOTE À L'ENSEIGNANT

Le fait que le changement climatique puisse générer des émotions et des sentiments difficiles est un sujet bien connu et documenté, que l'on qualifie « **d'éco-anxiété** ». Au cours des séances précédentes, vous avez peut-être remarqué des réactions chez vos élèves, comme de la peur, du rejet, de l'inquiétude, quand bien même vous vous focalisiez sur la science climatique. Peut-être même que vous avez ressenti de telles émotions. Les sentiments les plus courants lorsque l'on aborde ces questions sont de se sentir démuni, en colère, effrayé ou désespéré, ce qui peut parfois conduire à l'inaction.

**Exposer uniquement les preuves du changement climatique ne suffit pas, étant donnée la charge émotionnelle qui se rattache à ce sujet.**

Se pencher sur ces émotions permet de mieux gérer des informations difficiles. Les ressentir est donc tout à fait normal, et les reconnaître permet de prendre conscience de leur légitimité, ce qui aide à faire face au changement climatique plutôt que d'essayer de fuir<sup>1</sup>. Une autre difficulté peut se présenter du fait de l'existence de mécanismes de défense, tel que le déni, que nous mettons parfois

en place afin de nous protéger face à l'ampleur des défis à venir.

Ainsi, la stratégie pour faire face aux émotions liées au changement climatique est, en premier lieu, de reconnaître ces émotions<sup>2</sup>. Un autre point important est d'établir un réseau, de ne pas rester seul. L'engagement civique peut aussi représenter un moyen d'entrer dans l'action, de faire ainsi partie de la solution à notre échelle, et de trouver des raisons d'espérer.

Une dernière chose qu'il est important de mentionner est que **nous ne sommes pas tous égaux face à l'expression de nos émotions**, notamment du fait de notre genre. Ainsi, les femmes se sentent souvent plus concernées que les hommes lorsqu'il s'agit de problématiques locales<sup>3</sup>, et sont donc plus promptes à s'engager. Cela peut s'expliquer par l'éducation, puisque les femmes sont plus fréquemment éduquées à prendre soin des autres ou de leur environnement proche. À l'opposé, les émotions des hommes sont souvent « réprimées », ce qui fait qu'ils sont moins à l'aise avec l'expression de leurs sentiments.

1 <https://www.yaleclimateconnections.org/2019/04/scientists-dont-ignore-peoples-emotions/>

2 <https://www.yaleclimateconnections.org/2019/09/im-having-a-hard-time-coping-with-scary-climate-news-what-should-i-do/>

3 <https://keep.lib.asu.edu/items/155254>

3. Démarrez le débat en classe entière, soit en projetant des documents issus de la **FICHE D2.2**, soit en vous appuyant sur ceux apportés par les élèves (vous pouvez utiliser un projecteur pour être sûr que tout le monde voie bien). Indiquez que vous allez montrer des images, et qu'ils devront dire comment ils se sentent : ils doivent d'abord la décrire, puis donner leurs émotions.

Questions pour guider la discussion :

- *Comment vous sentez-vous face à cette image ? Pourquoi ?*
- *Quelle image serait la plus à même de vous pousser à agir ?*
- S'il s'agit d'une image amenée par un élève, demandez-lui les raisons de son choix, et les sentiments que cela génère chez lui.

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Il est possible que certains de vos élèves éprouvent des difficultés à partager leurs émotions / sentiments, d'autant plus s'il s'agit de garçons, du fait de leur éducation<sup>1</sup>. Ne forcez personne à s'exprimer s'ils ne se sentent pas à l'aise. Insistez simplement sur le fait que ces émotions sont tout à fait normales. Mentionner vos propres inquiétudes au sujet du changement climatique peut également aider à les mettre en confiance pour exprimer les leurs.

4. À la fin du débat, demandez au synthétiseur de récapituler rapidement les principaux éléments, et laissez les personnes qui le souhaitent faire un dernier commentaire ou donner une dernière impression.

#### CONCLUSION 10 MIN

Après cet exercice, encouragez vos élèves à faire un dessin, une illustration, une peinture, une BD, à rédiger une lettre<sup>2</sup> ou à s'exprimer de quelque façon que ce soit au sujet de leurs émotions : *Comment vous*

*sentez-vous désormais ? Est-ce que vos émotions sont différentes de celles du début de la séance ?* Laissez-les s'exprimer sur ce qu'ils ont retenu de cette séance, sur eux-mêmes et sur les autres. Insistez sur l'importance de la connexion avec soi et les autres sur ce type de sujet. Terminez la séance en leur demandant si leur point de vue en ce qui concerne la volonté de lutter contre le changement climatique a changé, et pourquoi. Vous pouvez alors les motiver à agir, notamment en poursuivant par une discussion sur les projets potentiels que vous pouvez mettre en place au sein de votre communauté !



Rendez-moi ma banquise !

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

À la fin de cette activité, il est important que vous preniez un rôle de figure rassurante pour vos élèves : vous pouvez alors « redevenir » l'enseignant, afin de les encourager à agir pour répondre à l'anxiété qui peut naître suite à ce genre de séance. Cela permettra de faire un lien direct avec la seconde partie de ce guide, la partie « Agir ».

1 Pour plus de détails à ce sujet, vous pouvez lire les chapitres « Gender and emotion » et « Emotional geographies and climate change » (pp26-32) de l'étude « Cross-Cultural Approaches to Understanding the Emotional Geographies of Climate Change » de Margaret V. du Bray (2017). <https://keep.lib.asu.edu/items/155254>

2 Vous pouvez trouver quelques exemples de lettres rédigées par des scientifiques et des élèves au sujet du changement climatique à l'adresse suivante : <https://www.isthisshowyoufeel.com/>



LES CARTES ÉMOTIONS



**DÉMOTIVÉ  
DÉMOTIVÉE**



**SATISFAIT  
SATISFAITE**



**TOUCHÉ  
TOUCHÉE**



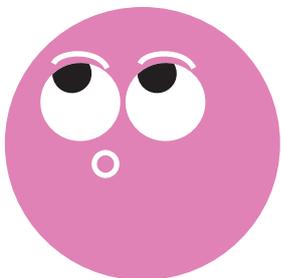
**DEPRIMÉ  
DÉPRIMÉE**



**SEREIN  
SEREINE**



**OPTIMISTE**



**INDIFFÉRENT  
INDIFFÉRENTE**



**TIRAILLÉ  
TIRAILLÉE**



**TENDU  
TENDUE**

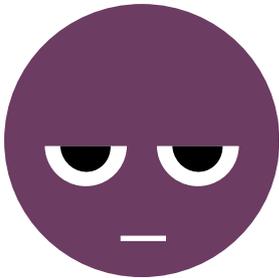
Remarque : Ces cartes ont été conçues afin de permettre aux élèves d'exprimer leurs émotions à un moment donné. Elles peuvent être modifiées pour correspondre davantage à leur niveau.

Source :

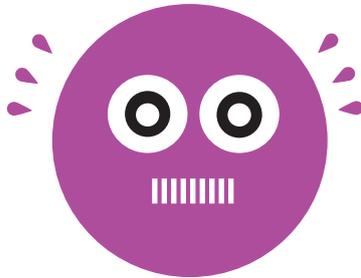
- Le design s'inspire des « Feelin' cartes », éditée par SVJ.
- Carte « inspiré-e » : design par Alvaro\_cabrera / Freepik.



LES CARTES ÉMOTIONS



**SOUCIEUX  
SOUCIEUSE**



**STRESSÉ  
STRESSÉE**



**CONFIANT  
CONFIANTE**



**MOTIVÉ  
MOTIVÉE**



**FRUSTRÉ  
FRUSTRÉE**



**ENTHOUSIASTE**



**EN COLÈRE**



**TRISTE**



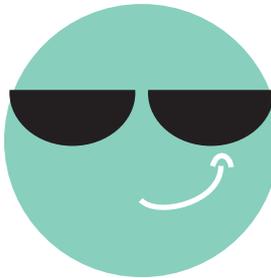
**POSITIF  
POSITIVE**



LES CARTES ÉMOTIONS



**JOYEUX  
JOYEUSE**



**FIER  
FIÈRE**



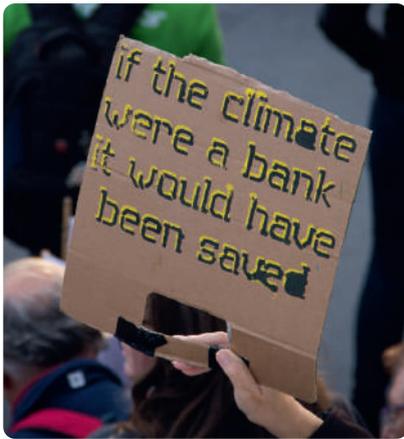
**DÉMUNI  
DÉMUNIE**



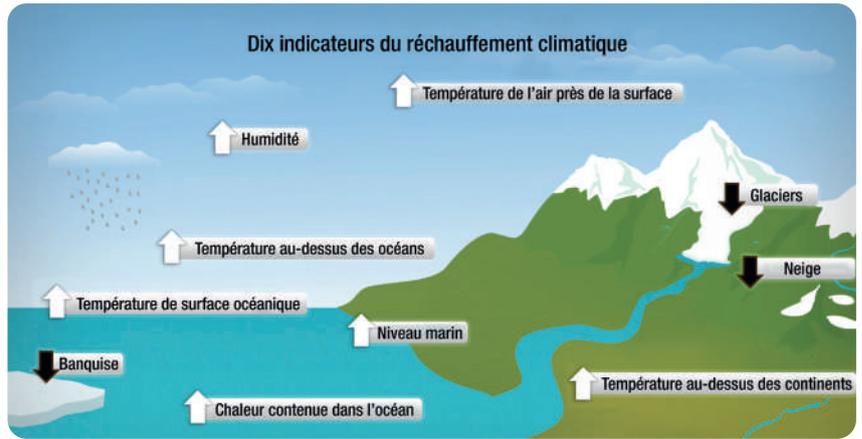
**EXASPÉRÉ  
EXASPÉRÉE**



**INSPIRÉ  
INSPIRÉE**



« Si le climat était une banque, il aurait déjà été sauvé »



Increased greenhouse gases from human activities result in climate change and ocean acidification.

**CLIMATE CHANGE = OCEAN CHANGE**

**CO<sub>2</sub>**  
The world's ocean is a massive sink that absorbs carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). Although this has slowed global warming, it is also changing ocean chemistry.

**CLIMATE CHANGE dramatically affects CORAL REEF ECOSYSTEMS**

burning fossil fuels for heat and energy, producing some industrial products, raising livestock, fertilizing crops, deforestation

Warming Ocean: thermal stress, CORAL BLEACHING, INFECTIOUS DISEASE

Sea Level Rise: sedimentation, SMOTHERING OF CORAL

Changes in Storm Patterns: stronger, more frequent storms, DESTRUCTION OF REEF STRUCTURE

Changes in Precipitation: increased runoff of freshwater, sediment & land-based pollutants, ALGAL BLOOMS & SLURRY WATER REDUCE LIGHT

Altered Ocean Currents: change in connectivity & temperature regimes, LACK OF FOOD AND DISPERSAL OF LARVAE

Ocean Acidification: reduction in pH levels, DECREASES GROWTH RATES AND STRUCTURAL INTEGRITY

Impacts are immediate and long term, direct and indirect - A weakened coral is **vulnerable**.



« Changement climatique ? Fake news ! »



« Vous mourrez de vieillesse, nous mourrons à cause du changement climatique »

« Plus nous parlons, plus nous nous noyons : il faut agir maintenant »



# SÉANCE D3

## JUSTICE CLIMATIQUE <sup>1</sup>

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences sociales, Géographie

### DURÉE

- ~ Préparation : 15 min
- ~ Activité : 2 h

### TRANCHE D'ÂGE

9-12 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Grâce à un jeu de rôle, les élèves découvrent les inégalités entre les pays en termes de richesse et d'émissions de gaz à effet de serre. Un autre jeu de rôle leur permet de réaliser que les pays ne présentent pas tous la même vulnérabilité, ni la même responsabilité vis-à-vis du changement climatique.

Ils apprennent que :

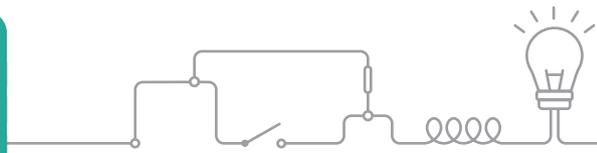
- ~ Les pays émettent différentes quantités de gaz à effet de serre. Leur vulnérabilité face au changement climatique est très variable.
- ~ Les pays riches émettent la plus grande quantité de gaz à effet de serre.
- ~ Rendus plus dévastateurs sous l'effet du changement climatique, les événements extrêmes touchent en majorité les populations des pays en développement, qui pourtant ont le moins contribué au changement climatique.
- ~ La majorité des habitants de la planète vivent dans des pays qui connaissent une très forte croissance économique, ce qui aura des répercussions 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 populations les plus vulnérables.
- ~ La science peut expliquer les mécanismes du changement climatique, mais ce sont les choix individuels et la législation des pays qui font réellement la différence.

### MOTS-CLÉS

Changement climatique, gaz à effet de serre, responsabilité, vulnérabilité, injustice, justice climatique

### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Jeux de rôle



## PRÉPARATION 15 MIN

### MATÉRIEL

- FICHES D3.1 <sup>2</sup>, D3.2 (ou des petites voitures (jouets)), D3.3, D3.4.
- Du papier et des crayons
- Un planisphère (facultatif), avec des étiquettes pour chaque continent : Amérique du Nord, Amérique Latine, Europe, Océanie, Afrique, Asie (les noms peuvent aussi être écrits directement sur le sol).

### EN AMONT DE LA SÉANCE

Cette leçon comprend deux activités distinctes, qui peuvent être réalisées séparément ou conjointement, en fonction des besoins.

### Première activité

- Veillez à ce qu'il n'y ait qu'une seule chaise par élève dans la salle.
- Imprimez la FICHE D1.1 (un exemplaire pour vous).
- Distribuez une petite voiture à chaque élève ou imprimez la FICHE D3.2 (un exemplaire pour toute la classe).
- Répartissez des étiquettes « continents » dans la salle (sur le sol ou contre les murs).

### Deuxième activité

Imprimez les FICHES D3.3, D3.4, et D3.5 (une par groupe de 6 élèves).

## INTRODUCTION 20 MIN

Nous avons traité la question des gaz à effet de serre et les conséquences du changement climatique. Nous savons que de nombreuses ressources naturelles dont nous avons besoin pourraient être affectées. Débattre avec les élèves autour de la responsabilité et de la vulnérabilité des pays face au changement climatique.

1 Cette leçon s'inspire de la Leçon 4 du manuel « Creating Futures » (Bâtir l'avenir), élaboré dans le cadre de l'initiative Education for a Just World (Éducation pour un monde juste) de Trócaire et du Centre pour les Droits de l'Homme et l'Éducation Citoyenne (CHRCE), l'Institut d'Éducation DCU (Dublin, Irlande). Elle s'inspire également du manuel éducatif « Ma maison, ma planète et moi ! », produit par la fondation La main à la pâte. L'OCE en remercie vivement les auteurs.

2 Une version OpenOffice est disponible sur le site internet de l'OCE si une adaptation ou une mise à jour est nécessaire (data-chair-game.ods).

## DÉROULEMENT 1 H 40

### PREMIÈRE ACTIVITÉ – QUI SONT LES RESPONSABLES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ? 45 MIN

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Il est possible de remplacer les chaises par des figurines qu'on place sur une table.



1. Demandez aux élèves de former un cercle : ils représentent les 8 milliards (ou presque) d'êtres humains sur Terre. Pour mieux faire passer le message, vous pouvez d'abord interroger les élèves sur la proportion d'hommes et de femmes dans le monde et leur demander de diviser la classe en conséquence, indépendamment du sexe des élèves. Pour simplifier les choses, vous pouvez facilement répartir les 8 milliards d'êtres humains en deux groupes de part et d'autre de la classe : 4 milliards d'hommes et 4 milliards de femmes.



Les élèves répartis en cercle.

2. Demandez ensuite aux élèves de former un autre cercle. Ils doivent se répartir entre les continents, représentés par des étiquettes placées dans la salle, selon ce qu'ils pensent être les proportions réelles en termes de population ; à ce stade, ils ne disposent pas encore de statistiques.

3. En vous appuyant sur le tableau de la **FICHE D3.1**, donnez les proportions réelles entre les continents aux élèves, qui peuvent se réorganiser le cas échéant. Chaque élève représente maintenant une part de la population d'un continent. L'Océanie est si peu peuplée, par rapport aux autres continents, que ce continent n'a même pas un élève « complet » pour le représenter. L'élève représentera le même continent durant toute l'activité. Discutez de la proportion réelle des habitants des différents continents.

4. Chaque élève va ensuite chercher une chaise et s'assied devant l'étiquette de son continent avec les autres élèves de son groupe. Dites aux élèves que les chaises représentent toutes les richesses de la planète. Chaque groupe d'élèves doit maintenant s'interroger sur la répartition des chaises entre les continents, puis partager avec la classe ses conclusions. La classe entière doit maintenant décider de disposer différemment les chaises ou non entre les continents. Attention, les élèves ne doivent pas changer de continents.



Les élèves représentant la population d'Afrique et ses richesses.



Les élèves représentant la population d'Europe et ses richesses.

5. En vous appuyant sur le tableau de la **FICHE D3.1**, donnez aux élèves la répartition réelle des richesses dans le monde. Disposez les chaises différemment, le cas échéant. Demandez aux élèves de s'asseoir sur une chaise sans quitter leur continent. Certains élèves n'auront pas de chaises, ou devront partager, alors que d'autres en auront trop, suffisamment même pour s'en servir de repose-pied.

6. Demandez aux élèves de faire part de leur ressenti. Faites le lien avec la réalité en parlant des conflits, de la migration, de la justice et des inégalités.

7. Les élèves, toujours à leur place avec le nombre de chaises dont ils disposent, doivent maintenant se poser la question de savoir si les quantités d'émissions de gaz à effet de serre entre et au sein des continents sont réparties de manière homogène. Les élèves réfléchissent également aux différentes quantités d'émissions par habitant entre les continents.

8. Les petites voitures (ou les images de voitures de la **FICHE D3.2**) représentent la quantité moyenne d'émissions de gaz à effet de serre par année. Répartissez les voitures entre les continents selon la proportion réelle d'émissions (se référer au 3<sup>e</sup> tableau de la **FICHE D3.1**). *Combien y a-t-il de petites voitures par personne sur chaque continent ?*

Débattez autour des émissions de gaz à effet de serre ramenées au nombre d'habitants et aux richesses de leur continent. Insistez sur le fait que les émissions de gaz à effet de serre par tête diffèrent d'un continent à l'autre. *Que se passera-t-il quand les autres populations du monde accéderont aux mêmes conditions de vie que celles des européens et des nord-américains ? Les habitants d'un même continent émettent-ils tous la même quantité de gaz à effet de serre ?* (Comparez le nombre de chaises et le nombre de voitures de chaque groupe).



Vous pouvez résumer l'activité en demandant aux élèves de faire figurer la population, les richesses et les émissions de gaz à effet de serre sur un planisphère. Cette carte est fournie à titre d'exemple : elle a été réalisée par une classe il y a plusieurs années, les répartitions ne sont donc plus à jour.

## DEUXIÈME ACTIVITÉ : QUI EST LE PLUS VULNÉRABLE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ? 35 MIN

9. Après avoir discuté de la responsabilité face au changement climatique, les élèves vont se pencher sur la question de la vulnérabilité. Divisez la classe en groupes de 6 élèves maximum et distribuez à chaque élève une carte de la **FICHE D3.3** représentant un rôle à jouer.

10. Demandez aux élèves de se mettre en rangs au milieu de la classe et de tenir leur carte de manière à ce que les autres élèves puissent voir quel rôle ils jouent. Lisez les séries d'affirmations « Pas en avant » et « Pas en arrière » de la **FICHE D3.4** et demandez aux élèves de :

- faire un pas en avant si chacune des affirmations de la première série est vraie pour le personnage qu'ils incarnent,
- faire un pas en arrière si chacune des affirmations de la deuxième série est vraie pour le personnage qu'ils incarnent.



Ici, les élèves réalisent la deuxième activité.

11. Discutez avec les élèves de la situation des populations les plus vulnérables face au changement climatique et des raisons qui l'expliquent.

## CONCLUSION 20 MIN

Terminez la leçon 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'y adapter et y faire face.

## NOTE À L'ENSEIGNANT

**Les émissions actuelles de gaz à effet de serre ne sont pas réparties de façon homogène entre les pays.** Ainsi, 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. Prendre une mesure concrète qui veille aussi à la justice climatique nécessite donc de pondérer les différents facteurs, tels que la richesse, les émissions de gaz à effet de serre, les besoins en énergie, etc.

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.**



## FICHE D3.1

CONTINENT	POPULATION %	NOMBRE D'ÉLÈVES PAR CONTINENT															
		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	17%	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Asie	59%	9	9	10	11	11	12	12	13	14	14	15	16	16	17	18	18
Europe	10%	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
Amérique Latine	8%	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Amérique du Nord	5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Océanie	1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	100%	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Source : <https://www.worldometers.info/world-population/#region>

CONTINENT	RICHESSE %	NOMBRE DE CHAISES PAR CONTINENT															
		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	5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Asie	49%	7	8	8	9	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	15
Europe	21%	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6
Amérique Latine	7%	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Amérique du Nord	17%	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
Océanie	1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	100%	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

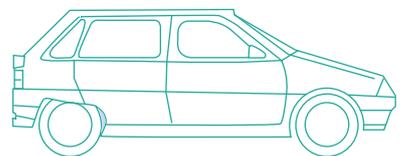
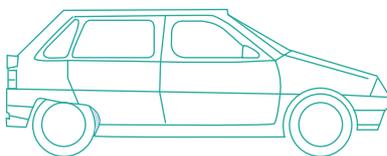
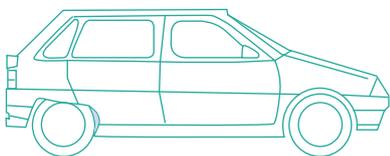
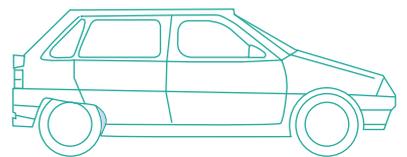
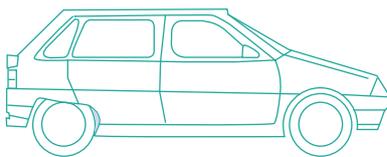
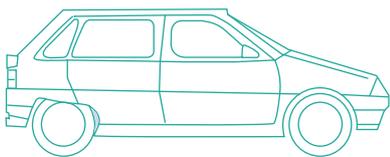
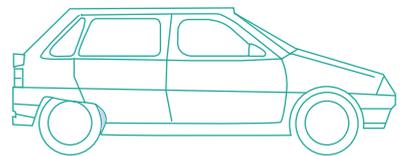
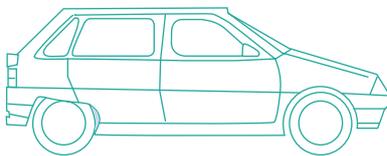
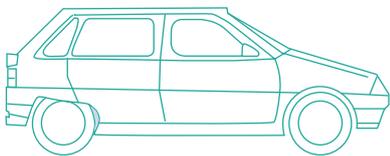
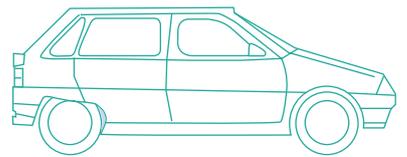
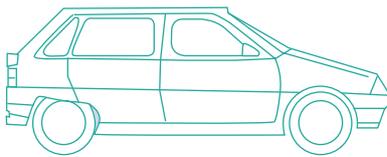
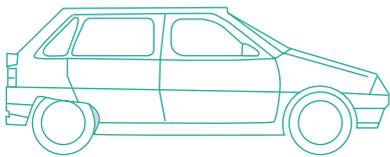
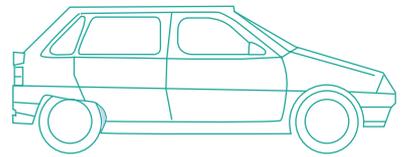
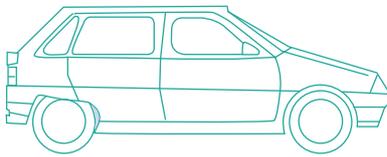
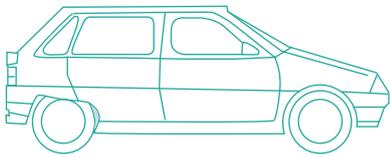
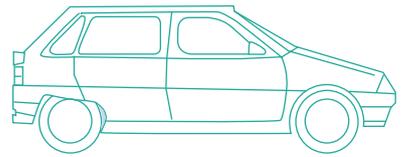
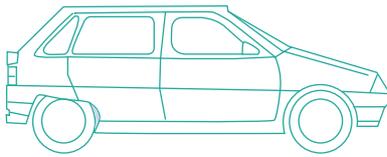
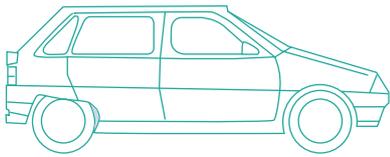
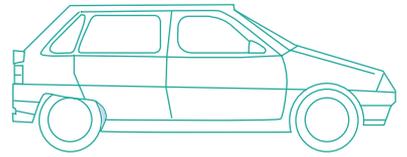
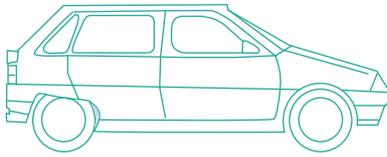
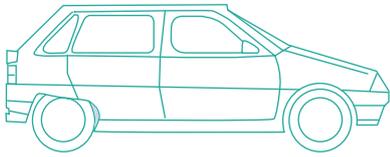
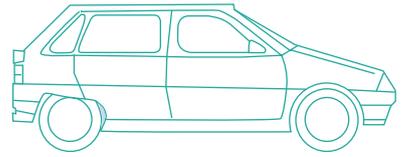
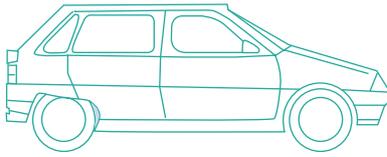
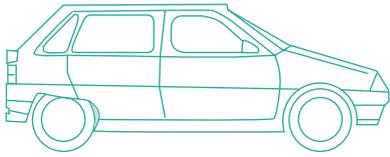
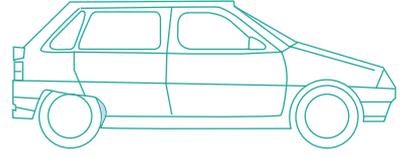
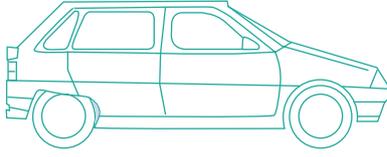
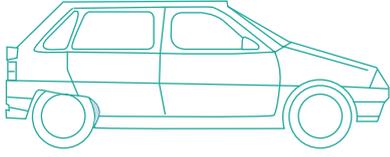
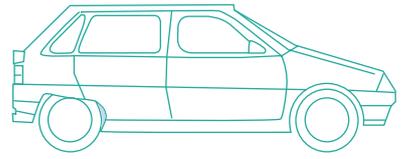
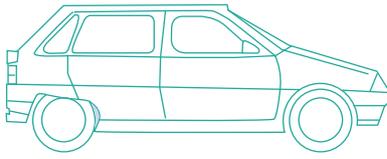
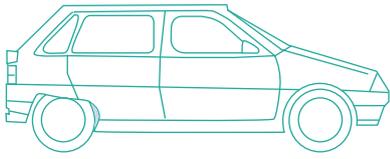
Source : <https://www.dsw.org/landerdatenbank/>

CONTINENT	ÉMISSIONS DE GES %	NOMBRE DE VOITURES PAR CONTINENT															
		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
Asie	49%	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	14	14	15	15
Europe	16%	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5
Amérique Latine	12%	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
Amérique du Nord	18%	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
Océanie	1%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	100%	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Source : Our World in Data, basé sur le « Projet mondial sur le carbone » des Nations-Unies et la Banque Mondiale (<https://ourworldindata.org/co2-by-income-region>)



## FICHE D3.2



**JIAO LONG (CHINE)**

Je m'appelle Jiao Long et j'ai 10 ans. Je vis avec ma maman dans un petit appartement tout en haut d'un immeuble de 40 étages dans la ville de Shanghai. Ma mère dit que Shanghai est la deuxième ville la plus peuplée au monde.

Le soir, j'adore observer les lumières des immeubles, les voitures et les panneaux publicitaires dans les grandes avenues. J'aime aussi beaucoup les nouilles au poulet ! Si seulement j'avais un frère, je pourrais jouer aux jeux vidéo avec lui... On pourrait aller ensemble au festival des technologies, ce serait vraiment super.

Depuis que je suis tout petit, ma maman m'accompagne à l'école tous les matins. On prend le métro. J'aime bien le métro, mais parfois il y a trop de gens et je me sens un peu à l'étroit. Il y a des gens partout dans ma ville. Parfois, j'aimerais qu'ils soient moins nombreux, comme dans le village de mon grand-père. Là-bas, je peux courir autant que je veux. Maman dit que de plus en plus de gens viennent à Shanghai parce que la vie à la campagne devient difficile et qu'ils cherchent une vie meilleure.

**MAHLET (ÉTHIOPIE)**

Je m'appelle Mahlet. J'ai 13 ans et je vis avec ma famille dans un petit village au Nord de l'Éthiopie. Ma sœur s'appelle Shewit et mon frère Samuel. J'aime aller à l'école. Ma matière préférée est la biologie. Plus tard, je veux devenir médecin.

Ma famille fait pousser des légumes sur notre terrain : du maïs, du sorgho, des pommes de terre et des tomates. On en mange une partie et on vend l'autre au marché pour gagner un peu d'argent. Avec cet argent, on achète des graines, des livres pour l'école et du matériel pour la maison. Quand mon père était jeune, il y avait assez de pluie pour que les légumes poussent, mais plus maintenant. Souvent, quand ma famille et mes voisins veulent semer, la terre est trop sèche. Nous avons construit un système d'irrigation : un long canal qui achemine de l'eau de très loin. Comme ça, les plantes peuvent pousser.

**ARIANNE (PHILIPPINES)**

Je m'appelle Arianne. Je vis dans une maison avec ma mère, mon père et mon petit frère. Quand j'étais petite, on vivait dans une jolie maison au bord de la plage. J'aimais bien jouer avec les coquillages et regarder les bébés tortues éclore et ramper jusqu'à la mer. J'aimais bien regarder de ma fenêtre mon père arriver sur son bateau après une longue journée de pêche.

Un jour, alors que la marée était haute, l'eau est montée très haut et notre maison a été inondée. Je me souviens, il y avait beaucoup de vent ce jour-là. Durant les mois qui ont suivis, les inondations sont devenues plus fréquentes.

On a décidé de déménager et maintenant on habite dans une nouvelle maison un peu plus loin de la plage. Cette maison est construite sur pilotis pour éviter les inondations. On est plus en sécurité comme ça. J'aime beaucoup habiter près de la plage et j'espère qu'on ne devra pas déménager encore plus loin.



**RORY (IRLANDE)**

Je m'appelle Rory et j'ai 8 ans. Je vis avec ma maman, mon papa et mon frère Eoin dans un petit village. On va à l'école en voiture dans un autre petit village près de Downpatrick.

J'aime aller à l'école, faire du sport et jouer de la musique. Je joue au football gaélique dans mon village. Il pleut beaucoup en Irlande, et souvent, quand le terrain est trop humide, on doit annuler les entraînements. L'automne dernier, l'allée devant notre maison a été inondée par la crue. Personne ne pouvait plus sortir, ni rentrer !

Pratiquement chaque année, l'école ferme parce qu'il y a trop de neige. Ici, les routes ne sont pas salées, donc conduire sur la neige peut être dangereux. Mais pour moi ce n'est pas grave, parce que quand l'école ferme, je vais faire de la luge sur la colline derrière la maison. C'est vraiment marrant. On fait toujours un bonhomme de neige dans le jardin.

L'été dernier, on est allés en vacances en Espagne. Il faisait beau et chaud. Parfois, je me dis que ça serait bien s'il faisait beau plus souvent ici. Mais ma maman dit que si c'était le cas, on n'appellerait pas l'Irlande « l'île d'Émeraude ».

**RENATA (CHILI)**

Je m'appelle Renata et j'ai 9 ans. Je vis à Valparaíso avec ma maman, mon frère, ma sœur et mon chien, Gasparín. Je ne vois pas mon papa tous les jours parce qu'il travaille dans les mines au nord du Chili. Il ne rentre à la maison que quelques week-ends par an, mais il nous apporte à chaque fois des bonbons.

Pendant les vacances d'été, on prend la voiture et on roule longtemps avec nos oncles et cousins pour aller jusqu'à une jolie maison en bois à la campagne, près des montagnes. Gasparín aime bien cet endroit aussi, parce qu'il peut s'y défouler. Mon frère va pêcher avec mon oncle. Ma grande sœur ne vient pas à chaque fois parce qu'elle préfère rester en ville et sortir avec ses amis ou regarder des vidéos sur internet.

Les personnes âgées qui vivent dans les montagnes disent qu'avant il y avait toujours de la neige aux sommets, même en été. Mais maintenant, c'est plus rare.

**WESTON (ÉTATS-UNIS)**

Je m'appelle Weston et j'ai 11 ans. Je vis à Boston avec ma maman, mon papa et mes sœurs jumelles, Anna et Mélissa. Notre maison est située dans un joli quartier. J'ai beaucoup d'amis, ici. Mes parents nous amènent à l'école tous les jours en voiture.

J'aime bien jouer au baseball dans mon quartier avec mes amis. On adore aller manger mexicain dans le grand centre commercial le samedi après les matchs. Quand il n'y a pas de match le samedi, on reste à la maison pour jouer aux jeux vidéo.

Chaque année toute la famille va en avion en Californie pour les vacances d'été. J'adore aller à la plage là-bas. Avec mes sœurs, on a même déjà fait du surf et, en plus, au restaurant de la plage, il y a d'énormes hamburgers !

L'été dernier on est allés dans la Silicon Valley, en Californie. C'était vraiment impressionnant. J'aimerais bien travailler pour ces grandes entreprises quand je serai grand. J'ai entendu à la radio la semaine dernière qu'il y avait beaucoup de feux de forêt en Californie. C'est triste, je trouve. Parce que j'aime beaucoup y aller en vacances !





### FAIRE QUELQUES « PAS EN AVANT » ET « PAS EN ARRIÈRE » AVEC LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Certains contribuent au changement climatique plus que d'autres.  
Certains sont plus vulnérables au changement climatique que d'autres.  
Dites aux élèves d'essayer de s'identifier à leur personnage de la **FICHE D3.3**.

#### PREMIÈRE SÉRIE D’AFFIRMATIONS

Faites un pas en avant si les affirmations suivantes sont vraies pour votre personnage et sa famille :

- ils voyagent en voiture,
- ils prennent l'avion pour aller en vacances,
- ils mangent à leur faim,
- ils mangent autant de viande qu'ils le souhaitent,
- ils ont changé leur mode de vie à cause du changement climatique,
- ils vivent dans un pays où le gouvernement peut les aider à s'adapter,
- ils utilisent quotidiennement les technologies.

#### DEUXIÈME SÉRIE D’AFFIRMATIONS

Faites un pas en arrière si les affirmations suivantes sont vraies pour votre personnage et sa famille :

- ils dépendent de la nourriture qu'ils font pousser pour survivre,
- leur maison pourrait être inondée en cas de hausse du niveau marin,
- ils pourraient souffrir de la sécheresse, si la température augmente,
- en cas de sécheresse, ils ne mangeront plus à leur faim,
- si les glaciers continuent de fondre, il se peut qu'ils n'aient plus suffisamment d'eau à boire.

# SÉANCE D4

## MESURES D'ADAPTATION ET D'ATTÉNUATION

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences sociales, Géographie

### DURÉE

- ~ Préparation : 10 min
- ~ Activité : 1 h

### TRANCHE D'ÂGE

9-12 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les élèves réalisent qu'il existe des solutions (d'adaptation ou d'atténuation) pour faire face au changement climatique et que de nombreuses personnes et organisations sont déjà actives. Ils choisissent un projet sur lequel travailler.

Ils apprennent que :

- ~ Nous devons nous adapter aux effets du changement climatique et faire au mieux pour réduire nos émissions de gaz à effet de serre.
- ~ De nombreuses personnes, populations et organisations à travers le monde mettent en œuvre des mesures d'adaptation et d'atténuation. Nous pouvons aussi agir à notre échelle.
- ~ Les mesures d'adaptation ont des retombées positives sur le court terme, alors que les mesures d'atténuation sont capitales sur le long terme. Les deux doivent être conjuguées.
- ~ Les mesures d'adaptation contribuent à diminuer la vulnérabilité et/ou l'exposition au changement climatique, ce qui réduit les risques de subir les effets du changement climatique.
- ~ Nous devons réduire nos émissions à effet de serre, afin d'atténuer les effets du changement climatique.

### MOTS-CLÉS

Adaptation, atténuation, solutions, vulnérabilité, exposition

### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Analyse documentaire

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Cette séance est une bonne introduction à la partie 2 du module pédagogique – "Agir". Il peut donc être intéressant de jeter un œil à la partie 2 en amont et de garder en tête des projets que vous pourriez mener dans votre école ou votre communauté.



### PRÉPARATION 10 MIN

#### MATÉRIEL

- Projecteur, ordinateur et connexion Internet.
- **Animation multimédia :**  
« Comment pouvons-nous agir ? »
- Si vous ne pouvez pas utiliser cette animation, distribuez un exemplaire de la **FICHE D4.1** par élève.



#### EN AMONT DE LA SÉANCE

Vous pouvez tout à fait utiliser d'autres supports pour illustrer les mesures d'adaptation et d'atténuation. Il peut être particulièrement judicieux de proposer des mesures qui ont été mises en œuvre dans la région ou le pays dans lesquels vivent les élèves.

### INTRODUCTION 10 MIN

Après avoir rappelé aux élèves les différents effets du changement climatique les terres émergées ainsi que leurs conséquences sur les écosystèmes et les sociétés humaines, demandez-leur de réfléchir aux actions qui peuvent être menées pour faire face à ces problèmes.

## NOTE À L'ENSEIGNANT

En vue de réduire les effets de changement climatique sur les sociétés humaines et les écosystèmes de la planète, deux types de mesures existent : les mesures d'**atténuation** et les mesures d'**adaptation**, présentées de manière plus exhaustive de la page 17 à la page 19 dans l'éclairage scientifique.

Ces deux stratégies complémentaires doivent être pensées à plusieurs échelles : individuelle, locale (établissement scolaire, ville...), nationale, régionale, internationale, ou encore à l'échelle des grands acteurs internationaux (Nations Unies, traités internationaux). Tous les acteurs, quel que soit leur champ d'action, ont un rôle à jouer, bien que leur impact soit différent en fonction des échelles concernées. La mise en place de mesures d'atténuation et d'adaptation nécessite de solides connaissances, de l'ingénierie et implique des changements sociétaux. Même si l'on agit à petite échelle (dans le cadre de l'école, par exemple), la temporalité et les multiples retombées d'une action donnée ont une importance certaine et doivent être prises en compte.

## DÉROULEMENT 40 MIN

1. Les élèves présentent leurs mesures devant la classe. Prenez-en note au tableau, sans faire de commentaire. Ces actions doivent pouvoir être mises en œuvre par les élèves, à leur échelle, à celle de leur famille ou d'une population (école, village, etc.). Cela permettra d'éviter de parler des mesures que d'autres acteurs plus importants (gouvernements, entreprises, etc.) devraient ou pourraient prendre.
2. Une fois qu'une dizaine d'actions ont été identifiées, demandez aux élèves de les classer en définissant les critères adéquats. Différents classements sont possibles :

- les solutions d'atténuation et d'adaptation (certaines actions visent à réduire les émissions de gaz à effet de serre et, par conséquent, l'ampleur du réchauffement climatique. D'autres mesures visent à réduire les effets du changement climatique sur nos sociétés),
- les actions individuelles ou collectives,
- les actions à domicile/à l'école/au supermarché/ dans les transports/etc.

3. Pendant cette activité, laissez les élèves discuter librement de la pertinence de chaque action : ils doivent en donner les raisons. Il se peut qu'ils rencontrent quelques difficultés à classer les différentes actions. En effet, certaines mesures peuvent être justifiées en vue de s'adapter au changement climatique, sans pour autant l'être du point de vue de l'atténuation. Par exemple, utiliser la climatisation pour se rafraîchir peut être une bonne manière de s'adapter, mais sa consommation d'énergie importante en fait une mesure peu justifiée du point de vue de l'atténuation.

- Lorsque les élèves ont débattu et classé toutes les mesures, ils peuvent utiliser l'animation multimédia ou la **FICHE D4.1** pour connaître les initiatives qui sont déjà mises en œuvre.

4. Expliquez aux élèves qu'ils devraient agir de manière pratique. Aidez-les à choisir des mesures à mettre en œuvre dans la classe, dans toute l'école, ou même dans leur quartier ou village.

## CONCLUSION 10 MIN

En guise de conclusion, déterminez le projet qui sera entrepris par la classe. Certains exemples sont proposés ci-après.

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Cette séance constituant une introduction à la partie 2 du module pédagogique, la durée d'une heure est purement indicative. Ainsi, cela peut prendre plus de temps pour choisir quel projet conduire.



## AGRICULTURE ET ALIMENTATION

### Permaculture (Lac Atitlan, Guatemala)

Sur les rives du lac Atitlan, l'Institut Mésoaméricain de Permaculture a pour but de sensibiliser et d'éduquer les populations locales à la permaculture, sur les traces de leurs ancêtres mayas.

La permaculture est une technique qui combine différentes cultures au sein d'une même parcelle, exploitant les interactions biologiques entre les différentes espèces végétales. Particulièrement efficace, elle ne nécessite pas d'engrais chimiques polluants et contribue à la conservation de la biodiversité.



## ÉNERGIE

### Le vélo (Amsterdam, Pays-Bas)

Amsterdam est sans doute la capitale la plus accueillante pour le cyclisme. Les installations encouragent cette pratique (pistes cyclables, stationnement gratuit pour bicyclettes, voies à double sens), alors que l'utilisation de la voiture est, elle, fortement déconseillée. Résultat, dans cette ville d'un million d'habitants, plus de 60% des déplacements se font à vélo.

Le vélo ne coûte pas cher, n'émet pas de gaz à effet de serre, ne contribue pas à la pollution de l'air et permet un effort physique modéré qui est très bon pour la santé. C'est aussi l'un des moyens de transport les plus rapides en ville.



## ÉNERGIE

### Football (Espagne)

Ces adolescents, qui jouent au football dans les rues espagnoles, ne réalisent probablement pas qu'ils économisent de l'énergie (et ça n'est sûrement pas leur objectif). Et pourtant, lire un livre, faire du sport ou rencontrer des amis sont des activités bien meilleures pour l'environnement (mais aussi pour la santé, le moral ou les interactions sociales) que rester les yeux rivés sur l'écran de son ordinateur ou de son téléphone portable. Le stockage et la transmission des données à partir d'ordinateurs et de smartphones nécessitent beaucoup d'énergie : à peu près autant que le trafic aérien mondial.

Alors pourquoi ne pas débrancher un peu de temps en temps ?





## ÉNERGIE

### Repair Café (Quimper, France)

Jeter ? Pas question !

À l'heure du tout jetable et de l'obsolescence programmée, certains font le choix d'une consommation plus durable.

Les « Repair cafés », inventés aux Pays Bas, se multiplient dans le monde entier. Il y en a plus de 1 500, sur tous les continents. On les installe dans des établissements scolaires, des auberges, des cafés, des salles municipales, etc.

Par exemple, à Quimper, en France, les petits débrouillards organisent un vendredi par mois des ateliers où chacun peut apporter un objet du quotidien à réparer (vélo, machine à café, ordinateur, jouet...); on y fait des rencontres, on trouve de l'aide... et on réapprend des gestes simples pour donner une deuxième vie à nos produits. La démarche de ces ateliers est aussi reprise pour des stages de vacances adaptés aux jeunes, qui y expérimentent le fait de démonter, comprendre comment cela fonctionne puis détourner et réutiliser. Cela permet d'économiser de l'énergie, des matières premières... et aussi de l'argent !



## HABITAT

### Construction « low-tech » en matériaux bioclimatiques (Burkina Faso)

Contrairement aux autres écoles du Burkina Faso, cette école primaire de Gando n'est pas construite en ciment... mais en terre crue. Ne nécessitant pas d'être transportée ni transformée, la terre crue offre un grand confort thermique. Elle permet également d'économiser beaucoup d'énergie par rapport au ciment et est entièrement recyclable.

Adobe, pisé, torchis... ces techniques de construction en terre crue existent depuis des millénaires et reviennent à la mode. Habitations, écoles, gares... il n'y a presque pas de limites !

L'architecture bioclimatique tient compte de l'environnement local pour offrir aux occupants un bâtiment confortable, fonctionnel, économe en eau et en énergie. Certains bâtiments sont très sophistiqués, mais d'autres, comme cette école utilisent des matériaux et des techniques ancestrales et peu coûteuses.



## HABITAT

### Cuiseurs solaires (Soudan)

La collecte du bois de chauffage comme combustible pour la cuisine est dangereuse, chronophage et participe de façon importante à la déforestation.

Ceci peut être évité en utilisant des cuiseurs solaires. Dans un cuiseur solaire, la lumière du soleil est réfléchiée par des miroirs et concentrée sur la marmite ou la poêle. Leur utilisation permet donc de cuisiner avec une énergie gratuite et sans émission de gaz à effet de serre ou d'autres polluants. L'air est ainsi de meilleure qualité, et cela permet de boire de l'eau potable (car elle peut être bouillie facilement), tout en gagnant du temps.

Certaines ONG ont contribué à accroître l'utilisation des fours solaires par les populations locales, contribuant ainsi à la conservation des forêts et donc à la protection du climat ainsi qu'à l'amélioration la santé.





## RÉSILIENCE URBAINE

### Re-végétalisation (Brisbane, Australie)

Alors que les villes ont remplacé les arbres et l'herbe par des bâtiments et du béton, les habitants cherchent de plus en plus à se reconnecter avec la nature et un environnement plus vert. A Brisbane (Australie), les autorités locales ont donc encouragé la replantation d'arbres et d'herbe dans le centre-ville. Au-delà de son attrait esthétique, la re-végétalisation permet de développer la biodiversité : ainsi, la population d'oiseaux urbains s'est nettement développée. Elle a également eu comme effet d'améliorer la qualité de l'air, de contribuer au rafraîchissement de la ville en limitant l'effet « îlot de chaleur urbain », et a ainsi permis de s'adapter aux conséquences du changement climatique.

De nombreuses villes encouragent désormais leurs habitants pour qu'ils initient des projets de reboisement. Parfois, ce sont même les écoles qui sont à l'origine de tels projets.



## ÉCOSYSTÈMES

### Culture de coraux (Malaisie)

Alors qu'ils ne couvrent que moins de 0,1% de la surface de l'océan, les récifs coralliens abritent 30% de la biodiversité mondiale. En outre, ils sont d'une grande importance pour les populations locales, car ils assurent la sécurité alimentaire et la protection des côtes contre l'érosion causée par les vagues.

Entre les années 1980 et 2019, environ 30% des récifs coralliens ont déjà disparu (Liste rouge de l'UICN). Dans ce contexte, de nombreuses ONG, entreprises et scientifiques travaillent avec les populations locales, par exemple sur l'île de Tioman en Malaisie, pour restaurer les récifs coralliens. Certains de ces programmes sont financés par des compensations volontaires de carbone (pensez-y la prochaine fois que vous prendrez l'avion !)



## SENSIBILISATION

### Félix et son organisation « Plant for the Planet » (Allemagne)

En 2007, Felix Finkbeiner, un garçon bavarois de neuf ans, a fait une présentation sur le changement climatique devant sa classe. Il a planté un premier arbre avec ses camarades et a décidé de créer le projet « Plant-for-the-Planet ». A l'âge de 10 ans, Felix s'est adressé aux membres du Parlement européen et, à 13 ans, il a prononcé un discours devant l'Assemblée générale des Nations Unies.

10 ans plus tard, Felix est toujours impliqué, bénévolement, dans le développement de « Plant-for-the-Planet », qui compte maintenant 130 employés et 70 000 membres dans 67 pays. En 2019, près de 14 milliards d'arbres ont été plantés dans le cadre de ce projet.

En moyenne, chaque arbre absorbe 10 kg de CO<sub>2</sub> par an, et un arbre planté sous les tropiques absorbe plusieurs fois cette quantité.





## ÉCOSYSTÈMES

### Programme de surveillance de la plage – Sandwatch – (Trinité-et-Tobago)

L'école primaire Mayaro a rejoint le programme « Sandwatch », aux côtés de beaucoup d'autres écoles partout dans le monde. En « adoptant », surveillant et protégeant la plage à proximité de l'école, en participant à des opérations régulières de nettoyage, en étudiant l'évolution de la plage, sa biodiversité, ses courants et ses marées, le projet a complètement changé le regard que portent les élèves, mais aussi leurs parents et toute la communauté sur l'écosystème côtier. Beaucoup d'anciens élèves de cette école se sont par la suite engagés dans des études et des activités environnementales. Le projet a également appris aux parents, aux élèves et aux enseignants que l'éducation va au-delà des quatre murs de la salle de classe.



## SENSIBILISATION

### L'école de l'Amazonie (Brésil)

Le Brésil possède l'une des plus importantes biodiversités au monde, mais ses forêts sont parmi les plus menacées. Le président d'une fondation écologique et deux biologistes ont créé Escola da Amazônia en 2002, pour sensibiliser la jeunesse brésilienne

Le programme « Une journée en forêt » a pour but de mettre les jeunes de 11 à 14 ans en contact direct avec la forêt amazonienne, et de leur faire observer la faune et la flore. Les adolescents plus âgés (15-19 ans) peuvent participer à des ateliers sur l'écotourisme, l'élevage durable ou encore le développement socio-économique.

Un programme de jumelage relie les écoles urbaines à celles situées à l'orée de la forêt.



## AGRICULTURE ET ALIMENTATION

### Éco-école (Île Maurice)

Loreton College, sur l'île Maurice, fait partie du réseau « Eco-écoles », qui regroupe plus de 50 000 écoles, collèges et lycées dans le monde. Les étudiants ont construit une petite ferme aquaponique, qui combine l'élevage de salades et la pisciculture, évoluant en symbiose. Les excréments de poisson fournissent des nutriments aux plantes, qui à leur tour filtrent l'eau de l'aquarium. C'est un moyen efficace et durable de produire des aliments, en particulier dans les zones urbaines.

L'école reçoit le label Eco-École de la Fondation pour l'éducation environnementale (FEE) si elle engage les élèves dans des projets écologiques et durables au sein de l'école ou de la communauté. Les thèmes de l'éco-école sont la biodiversité et la nature, le changement climatique, l'énergie, la citoyenneté mondiale, la santé et le bien-être, les déchets, la mer et la côte, les cours d'école, les transports, les déchets et enfin l'eau.

Découvrez des histoires de projets réussis menés par des étudiants du monde entier : <https://www.ecoschools.global/stories-news>



# COMPRENDRE

## SÉANCE BILAN

### DISCIPLINES CONCERNÉES

Sciences de la vie et de la terre, Géographie, Physique-chimie

### DURÉE

- ~ Préparation : 25 min
- ~ Activité : 1 h 30

### TRANCHE D'ÂGE

9-15 ans

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les élèves construisent un scénario conceptuel qui récapitule les bases scientifiques du changement climatique et ses impacts sur les terres émergées, ainsi que les services que fournissent ces terres. Ils visualisent ainsi les relations de cause à effet entre les différents phénomènes.

Ils apprennent à :

- ~ Développer une vision systémique du sujet.
- ~ Faire des liens entre les 4 enveloppes terrestres : hydrosphère (qui rassemble toute l'eau), atmosphère, lithosphère (les roches) et biosphère (les êtres vivants).
- ~ Synthétiser tout ce qu'ils ont appris au sujet du changement climatique.

### MOTS-CLÉS

Services écosystémiques, système complexe, activité humaine, moyens de subsistance de l'espèce humaine

### MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Scénario conceptuel



### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Cette séance a deux objectifs principaux :

- revoir les liens entre le changement climatique et les terres, présentés lors des séances précédentes ;
- comprendre dans quelle mesure ces liens impliqueront d'autres répercussions graves sur les écosystèmes continentaux et sur les moyens de subsistance des populations humaines.

Selon le niveau de vos élèves et les séances que vous avez suivies dans ce guide, vous pouvez sélectionner les vignettes à distribuer.

## INTRODUCTION 20 MIN

Commencez par demander aux élèves de réfléchir aux différents effets du changement climatique sur les terres qui ont fait l'objet des précédentes séances et notez chaque concept au tableau.

Poursuivez la discussion avec les élèves : *En quoi ces modifications des terres nous concernent ? Quelles pourraient être les conséquences pour les êtres humains et les autres êtres vivants ?* Notez les réponses au tableau, une fois de plus sous forme de concepts. Certains des concepts évoqués correspondront certainement aux vignettes fournies dans les **FICHES 1 et 2**.

### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Par « concept », on entend une phrase affirmative qui reprend une idée que les élèves doivent retenir. Celle-ci doit être validée par la communauté scientifique et non pas être une conception des élèves. Un concept = une phrase. Il ne s'agit ni d'un mot-clé, ni d'une question, ni encore d'une « notion » – qui tend à être plutôt une connaissance intuitive. Exemple : « La concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère augmente ».

## PRÉPARATION 25 MIN

### MATÉRIEL

- **FICHES 1 et 2**
- Une grande feuille de papier pour que les élèves puissent y coller les vignettes du scénario conceptuel
- De la colle
- Des post-its

### EN AMONT DE LA SÉANCE

1. Imprimez les **FICHES 1 et 2** (un exemplaire par groupe de 3 ou 4 élèves).
2. Découpez les différentes vignettes et regroupez-les par couleur.

## DÉROULEMENT 40 MIN

1. Divisez la classe en groupes et donnez-leur la liste des concepts nécessaires à la constitution de la première partie du scénario conceptuel (les vignettes

« Physique du climat », **FICHE 1**). Si certains des concepts suggérés par les élèves sont pertinents mais ne figurent pas dans la liste, faites-leur ajouter une vignette (post-it) pour chaque nouveau concept proposé, sous réserve de validation par la classe.

2. Demandez aux élèves de classer les vignettes selon un ordre logique et d'indiquer les liens entre les concepts par des flèches signifiant « provoque » ou « résulte de ».

3. Une fois que les vignettes « Physique du climat » sont classées selon un ordre logique, donnez aux élèves les vignettes « Eau », de la **FICHE 1**, et faites de même pour toutes les vignettes des deux fiches.

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

En fonction du niveau de vos élèves, vous pouvez leur donner les vignettes catégorie par catégorie, ou bien toutes les distribuer en même temps.

4. Expliquez-leur qu'à chaque fois qu'ils reçoivent un nouveau lot de vignettes, ils doivent le connecter avec les précédents.

5. Un représentant de chaque groupe présente son scénario conceptuel.

### CONCLUSION 30 MIN

Comparez et discutez des différents scénarios avec la classe (un exemple est donné page suivante), et échangez sur l'impact du changement climatique sur de nombreux aspects de nos vies, ainsi que sur celles des autres espèces. Vous pouvez également profiter de la discussion pour examiner plus en détail les conséquences sociales du changement climatique : la capacité d'adaptation de diverses populations diffère selon les ressources, le niveau d'éducation, etc. Sous l'effet du changement climatique

certaines populations devront migrer; elles deviendront des réfugiés climatiques.

En fonction du temps dont vous disposez, vous pouvez également finir la discussion en leur demandant s'ils connaissent des solutions permettant de réduire les impacts du changement climatique. Par exemple, si l'on change notre alimentation, nous pouvons réduire l'impact de l'agriculture sur la déforestation : *En quoi est-ce que cela a un effet bénéfique sur le climat, et quel serait l'impact sur les activités humaines ?*

#### → CONSEIL À L'ENSEIGNANT

Cette activité permet également d'évaluer les connaissances acquises par les élèves lors des séances précédentes. Les erreurs ou les lacunes peuvent être l'occasion de revoir les concepts de manière plus approfondie afin de rappeler la séquence logique qui a peut-être été mal assimilée ou mal comprise. Plusieurs réponses sont possibles et les scénarios conceptuels peuvent être différents entre les groupes. L'objectif principal est que les élèves puissent discuter entre eux, au sein des groupes, et qu'ils puissent expliquer ce qu'ils ont compris du sujet. Il est donc fondamental de les placer dans une ambiance permettant des échanges bienveillants et réduisant la peur de faire des erreurs.

#### PROLONGATION FACULTATIVE

Travaillez avec le professeur d'arts plastiques pour créer une fresque illustrant les impacts du changement climatique sur les terres, notamment sur les êtres humains et sur les autres êtres vivants.



Une présentation devant la classe.

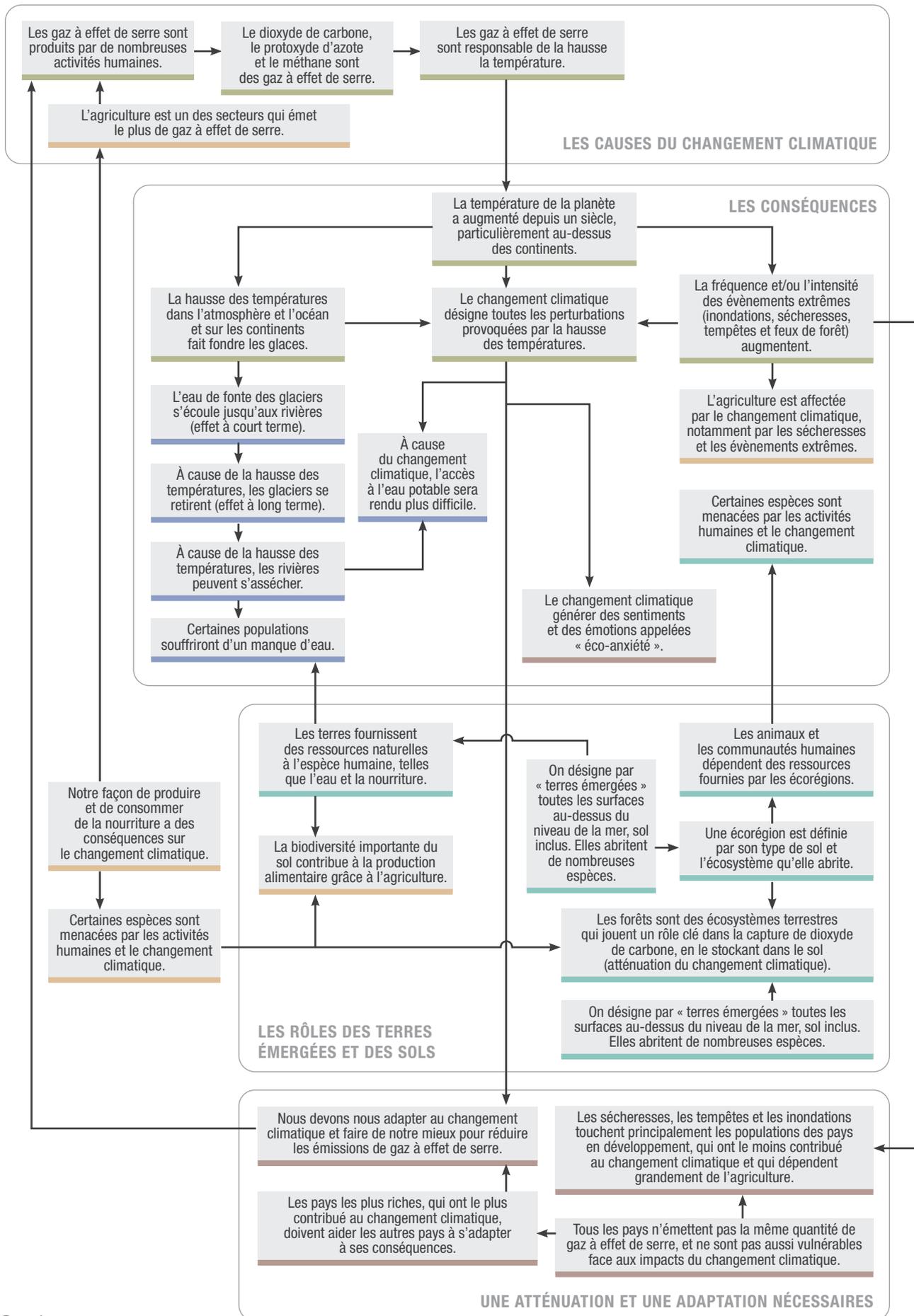
#### NOTE À L'ENSEIGNANT

Cette séance est basée sur la construction d'un scénario conceptuel, qui reprend les éléments principaux du changement climatique, formulés par des phrases simples et claires (une vignette correspond à un concept). Vos élèves devront les connecter en utilisant des liens logiques : « ceci se produit à cause de ça ». Cela leur offre une vue d'ensemble du lien entre changement climatique et terres émergées, et leur permet également de réviser les connaissances acquises lors des séances précédentes.

Voici quelques principes qui régissent les scénarios conceptuels :

- il s'agit d'une liste de concepts scientifiques organisés selon des liens logiques.
- les concepts sont rédigés sous forme de phrases courtes et simples, en accord avec le niveau de formulation attendu des élèves.
- ce scénario peut être utilisé comme un schéma global qui résume ce qui a été vu dans cette première partie du guide.

CI-DESSOUS L'UN DES NOMBREUX SCÉNARIOS POSSIBLES :



Domaines :

- Changement climatique et populations humaines
- Agriculture
- La physique du climat
- Biodiversité continentale
- Eau



## FICHE 1

### LA PHYSIQUE DU CLIMAT

Le dioxyde de carbone, le protoxyde d'azote et le méthane sont des gaz à effet de serre.



La fréquence et/ou l'intensité des événements extrêmes (inondations, sécheresses, tempêtes et feux de forêt) augmentent.



Les gaz à effet de serre sont produits par de nombreuses activités humaines.



Le changement climatique désigne toutes les perturbations provoquées par la hausse des températures.



La hausse des températures dans l'atmosphère et l'océan et sur les continents fait fondre les glaces.



La température de la planète a augmenté depuis un siècle, particulièrement au-dessus des continents.



Les gaz à effet de serre sont responsable de la hausse la température.



### EAU

L'eau de fonte des glaciers s'écoule jusqu'aux rivières (effet à court terme).



À cause de la hausse des températures, les rivières peuvent s'assécher.



Certaines populations souffriront d'un manque d'eau.



À cause du changement climatique, l'accès à l'eau potable sera rendu plus difficile.



À cause de la hausse des températures, les glaciers se retirent (effet à long terme).



### CHANGEMENT CLIMATIQUE ET POPULATIONS HUMAINES

Le changement climatique générer des sentiments et des émotions appelées « écoanxiété ».



Nous devons nous adapter au changement climatique et faire de notre mieux pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.



Les pays les plus riches, qui ont le plus contribué au changement climatique, doivent aider les autres pays à s'adapter à ses conséquences.



Tous les pays n'émettent pas la même quantité de gaz à effet de serre, et ne sont pas aussi vulnérables face aux impacts du changement climatique.



Les sécheresses, les tempêtes et les inondations touchent principalement les populations des pays en développement, qui ont le moins contribué au changement climatique et qui dépendent grandement de l'agriculture.





## FICHE 2

### BIODIVERSITÉ CONTINENTALE

Certaines espèces sont menacées par les activités humaines et le changement climatique.



Une écorégion est définie par son type de sol et l'écosystème qu'elle abrite.



On désigne par « terres émergées » toutes les surfaces au-dessus du niveau de la mer, sol inclus. Elles abritent de nombreuses espèces.



Les terres fournissent des ressources naturelles à l'espèce humaine, telles que l'eau et la nourriture.



Les animaux et les communautés humaines dépendent des ressources fournies par les écorégions.



Les forêts sont des écosystèmes terrestres qui jouent un rôle clé dans la capture de dioxyde de carbone, en le stockant dans le sol (atténuation du changement climatique).



Grâce à la photosynthèse, les plantes capturent le dioxyde de carbone atmosphérique et le stockent sous forme de matière organique : ce sont des puits de carbone.



### AGRICULTURE

L'agriculture moderne accentue la déforestation et impacte la biodiversité continentale.



La biodiversité importante du sol contribue à la production alimentaire grâce à l'agriculture.



Notre façon de produire et de consommer de la nourriture a des conséquences sur le changement climatique.



L'agriculture est affectée par le changement climatique, notamment par les sécheresses et les événements extrêmes.



L'agriculture est un des secteurs qui émet le plus de gaz à effet de serre.





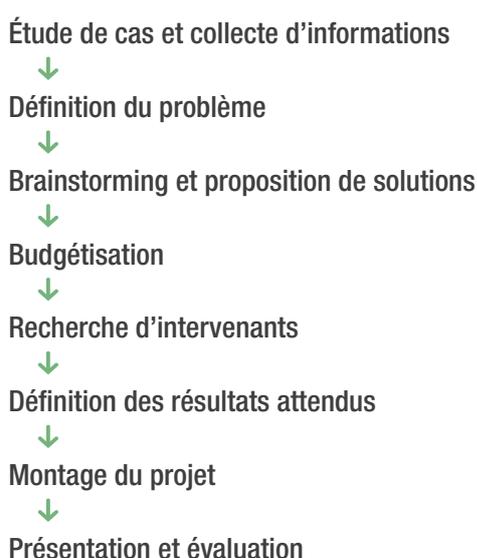
# AGIR #PROJETS

Cette partie du manuel présente des projets et des solutions. Elle encourage la mise en œuvre de projets invitant les élèves à proposer des mesures d'atténuation du changement climatique ou des pistes pour s'y adapter, à participer à des recherches sur le climat et à sensibiliser sur ce sujet. En fonction du contexte local, des contraintes de temps ou de ressources, différents types de projets peuvent être envisagés.

Nous proposons ici quelques exemples qui ont déjà été réalisés dans différentes écoles avec la participation d'élèves, d'enseignants, d'experts, de familles, d'artistes, etc. Ceux-ci ne seront pas nécessairement les plus pertinents dans votre contexte, mais vous donneront une idée du type de projet que vos élèves pourront mener. La séance D4, page 222 fournit également des exemples de nombreuses solutions déjà mises en œuvre à travers le monde et qui peuvent être source d'inspiration pour la conception de votre propre projet.

## ÉLABOREZ VOTRE PROPRE PROJET !

En général, tous les projets suivent les mêmes étapes. Seule leur durée pourra varier, selon le sujet choisi :



Tout d'abord, nous présentons le principe du « climathon », une méthodologie complète pour encourager vos élèves à imaginer leur propre projet, avec votre soutien. Ils pourront travailler sur plusieurs types de projets différents, de l'atténuation à l'adaptation en passant par la sensibilisation.

Les parties suivantes portent sur différents projets d'adaptation (cours Oasis, potagers), d'atténuation (biodigesteurs, aquaponie), de sciences participatives (« Qui protège les chênes ? ») et de sensibilisation (Orbis). Un projet peut couvrir l'une ou plusieurs de ces quatre catégories.

De nombreux projets d'atténuation sont aussi souvent des projets d'adaptation (par exemple, améliorer l'isolation des bâtiments peut aider à composer avec des canicules – c'est l'adaptation – tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre des climatiseurs – c'est l'atténuation).

Une fois que vous et/ou votre classe avez décidé d'un projet, rédigez une feuille de route afin d'avoir une vision claire de ses objectifs, de ses différents intervenants, de ses étapes clés et de sa durée. Cette feuille de route pourra répondre à certaines des questions ci-dessous, définir l'aboutissement du projet et préciser quel en sera le résultat pour vous, l'enseignant, pour les élèves et pour l'école :

*Le projet peut-il se dérouler sur plusieurs années (comme les projets 3 et 6) ?*

*Le projet nécessite-t-il une collaboration avec d'autres structures (des instituts de recherche, comme dans le projet 6, ou des municipalités, comme dans le projet 2), et donc la rédaction de rapports de suivi ?*

*Le projet sera-t-il présenté à un jury (comme le projet 7) ?*

*Le projet inclue-t-il les familles et la communauté (projets 4 et 5) ?*

En fonction des réponses à ces questions, l'issue du projet et la communication à son sujet avec les différents participants seront plus ou moins différentes.

Afin d'élaborer votre propre projet, inspirez-vous du plan d'action pour créer un projet de développement durable présenté ci-dessous :

### PLAN D'ACTION POUR CONSTRUIRE UN PROJET DURABLE <sup>1</sup>

PROJECTION	ÉTAT INITIAL		COMPOSANTES DU CHANGEMENT	
Quel est le résultat souhaité pour notre école ?	Quelles sont les caractéristiques de notre établissement aujourd'hui ?		Que sera-t-il nécessaire de changer pour parvenir au résultat souhaité ?	
FREINS ET DÉFIS	ACTEURS	LEADERS D'OPINION ET ACTEURS DU CHANGEMENT	OUTILS	
Qu'est-ce qui se met en travers de notre chemin ?	Qui sera impliqué et touché par ce changement ?	Qui peut nous aider à faire en sorte que les choses changent ?	Par quels procédés peut-on y parvenir ?	
COURT TERME	MOYEN TERME		LONG TERME	
Qu'allons-nous faire dans les semaines à venir ?	Qu'allons-nous faire dans les mois à venir ?		Qu'allons-nous faire dans les années à venir ?	

## ÉVALUATION

Il est important de définir en amont un moyen d'évaluer votre projet. Il peut s'agir d'une évaluation des élèves, mais aussi du projet par les élèves, ce qui pourra souvent se traduire par des présentations de leur travail.

Un bon moyen d'évaluer leur ressenti, leurs compétences et leur motivation est de leur demander d'exprimer leurs intentions avant de commencer un projet (par exemple à la fin du premier jour du climathon, projet 1). Demandez-leur de garder une trace écrite ou un enregistrement de cette journée, puis, à la fin du projet, de faire un exposé décrivant leurs actions et leurs résultats. Le mieux est d'organiser une journée consacrée à l'événement, en invitant les familles et les éventuels intervenants. Les élèves peuvent alors reprendre leurs listes d'intentions de départ et

parler de leurs réussites, de leurs difficultés, et de leur façon de les surmonter.

Vous pouvez aussi les encourager à réfléchir à leur projet en leur demandant d'en parler, par le biais d'interviews, de photographies, d'enregistrements vidéo, de communiqués de presse, etc. Ce processus de compte rendu les poussera à mobiliser leurs connaissances sur leur sujet et à revenir sur leur propre expérience et leurs compétences, qui auront sans doute évolué au cours du projet.

Vous pouvez également évaluer l'impact du projet sur l'école ou la communauté à l'aide d'un sondage. Pensez à en faire un avant et après sa réalisation : cela vous permettra de déterminer, par exemple, si certaines habitudes bien ancrées auront changé.

<sup>1</sup> Inspiré de Redman (2013), "Opportunities and challenges for integrating sustainability education into k-12 schools: case study phoenix", az. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, (Opportunités et menaces pour intégrer l'éducation au développement durable au sein des établissements scolaires K-12: étude de cas phoenix, Revue sur la formation des enseignants pour le développement durable). 15 (2) pp.5-24.

## LISTE DES PROJETS

<p><b>#1 Climathon</b>  <b>Méthodologie</b>            Une journée spéciale est organisée sur un sujet précis avec un enjeu local lié au changement climatique. Tout au long de la journée, les élèves participent à des réunions, réalisent des expériences et discutent avec des experts. Ils travaillent également en groupes pour trouver des idées pour leur propre projet. À la fin de la journée, ils présentent une idée concrète pour un projet qu'ils réaliseront au cours de l'année scolaire.</p>	<p>page 237</p>
<p><b>#2 Cours Oasis</b>  <b>Adaptation</b>            Voici un exemple de grand projet coordonné visant à rendre les cours d'écoles plus agréables en période de canicule. Une initiative particulièrement importante à Paris, où ce projet porté par la municipalité invite les écoles à transformer leurs cours en espaces végétalisés et plus naturels. C'est une façon efficace d'adapter l'environnement scolaire aux îlots de chaleur urbains.</p>	<p>page 239</p>
<p><b>#3 Aquaponie</b>  <b>Atténuation et adaptation</b>            Créez vos propres élevages de poissons associés à des cultures de légumes ! Nous présentons ici plusieurs projets impliquant la conception d'un système d'aquaponie à l'école. La culture aquaponique est basée sur la relation entre poissons, bactéries et plantes. C'est un exemple efficace de projet de sciences et technologie pouvant contribuer à réduire la consommation d'énergie et l'exploitation des sols en agriculture, tout en permettant la production alimentaire en contexte urbain.</p>	<p>page 241</p>
<p><b>#4 Biodigesteurs</b>  <b>Atténuation</b>            Les biodigesteurs, qui produisent du gaz pour la cuisson, encouragent les familles à adopter des habitudes culinaires plus durables. Ce projet est un bon exemple d'activité que les enfants peuvent réaliser en classe tout en faisant une différence au quotidien dans la lutte contre le changement climatique.</p>	<p>page 243</p>
<p><b>#5 Potagers</b>  <b>Atténuation</b>            De nombreuses écoles ont fermé durant le confinement lié à la pandémie de Covid-19. Ce projet propose aux élèves de créer des jardins potagers, par des actions concrètes favorisant la production alimentaire locale, et le partage de connaissances et d'habitudes alimentaires locales. C'est un exemple permettant de faire participer l'ensemble de la communauté. Il montre également comment lancer des projets et en assurer le suivi à la maison.</p>	<p>page 245</p>
<p><b>#6 Qui protège les chênes ?</b>  <b>Sciences participatives</b>            Si nous savons désormais que le changement climatique a un impact sur le fonctionnement des écosystèmes, nous avons encore beaucoup à apprendre sur la question. Les chercheurs font sans cesse de nouvelles découvertes sur les conséquences du changement climatique sur la biodiversité, mais ils ont pour cela besoin de données et d'observations issues de la population. Nous proposons ici un projet de sciences participatives, où les élèves prennent réellement part aux recherches sur l'impact du changement climatique sur la prédation des chenilles.</p>	<p>page 247</p>
<p><b>#7 Orbis</b>  <b>Sensibilisation</b>            Ce projet audiovisuel réalisé par des élèves a remporté le premier prix du Festival des Vocations 2021, qui récompense les projets incitant au respect de l'environnement. C'est un bon exemple d'action de sensibilisation faisant participer tant l'école que des artistes professionnels. Le projet a été entièrement initié et réalisé par les élèves.</p>	<p>page 249</p>

# #1 MÉTHODOLOGIE

## CLIMATHON

### SUJETS PRINCIPAUX

Tout défi local lié au changement climatique

### TRANCHE D'ÂGE

8 - 18 ans

### PARTICIPANTS

Enseignants, communautés, experts locaux



Un « climathon » (contraction de « climat » et « hackathon ») est une initiative lancée par l'organisation Climate-KIC (<https://www.climate-kic.org/>). Ce type de projet s'étale sur plusieurs mois, et se décompose en deux étapes majeures : **une journée « climathon » visant à trouver des solutions à un défi local lié au changement climatique**, et **une journée consacrée au retour d'expérience**.

En 2021, trois climathons ont été mis en place à Strasbourg, en France – et un de l'autre côté de la frontière, à Fribourg, en Allemagne – grâce à la collaboration entre une structure scientifique locale, la Maison Pour La Science d'Alsace, l'OCE et des enseignants très motivés. Chaque école a centré sa réflexion autour d'un thème particulier, en faisant participer une trentaine d'élèves.

- **La mobilité** : comment se rendre à l'école de manière à réduire l'empreinte carbone associée aux moyens de transport classiques ?
- **L'effet d'îlot de chaleur urbain** : comment réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain dans notre quartier ?
- **Sensibilisation au changement climatique** : comment sensibiliser les écoliers au changement climatique ?
- **Restauration collective** : comment réduire l'empreinte écologique de la cantine scolaire ?

La journée du climathon a permis aux élèves de discuter avec des experts de différents domaines (climatologie, urbanisme, mobilité, etc.) et de se familiariser avec le défi auquel ils vont s'attaquer.

La deuxième partie de la journée était consacrée au travail d'équipe et à la réflexion sur différentes solutions et leur mise en œuvre (*Qui y participera ? Quel en sera le coût ? Quelle est la marche à suivre ?*).

### TÉMOIGNAGE

**PAUL KOPP, ENSEIGNANT DE SVT**

*Nous avons l'habitude de lancer un certain nombre d'initiatives de développement durable ; nous avons d'ailleurs reçu un label français pour les écoles engagées dans cette voie. Dans ce contexte, nous avons déjà invité plusieurs fois un ou deux partenaires pour une activité particulière, mais jamais autant de partenaires en même temps, le même jour [que lors du climathon].*

À la fin de la journée, certaines écoles ont demandé à un jury de voter pour la solution la plus pertinente : par exemple, pour lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain, un prix a été décerné à un concours encourageant les habitants à mettre des plantes sur leurs balcons.

L'étape suivante pour les enseignants et les élèves est de travailler à la mise en œuvre effective du projet, avec ou sans la participation des différents intervenants, afin d'en présenter le résultat lors de la journée consacrée au retour d'expérience en fin d'année scolaire.



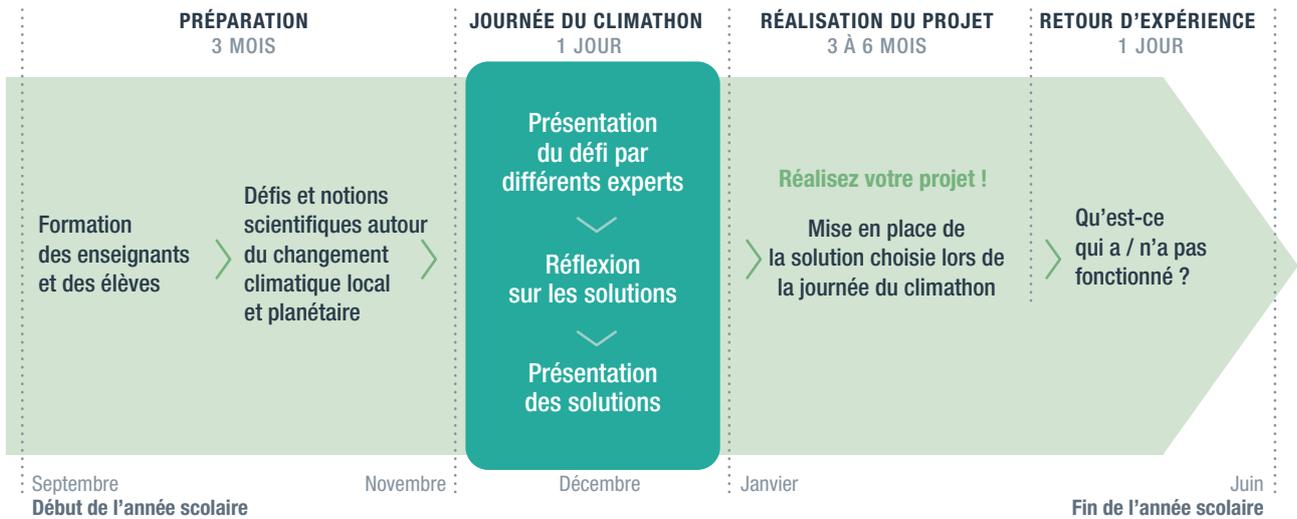
Un groupe d'élèves travaillant sur une expérience illustrant l'effet de serre.



### TÉMOIGNAGE OLIVIER DORVAUX, PHYSICIEN

*Nous avons organisé une séance de questions-réponses interactive avec les élèves. Ils ont vraiment joué le jeu, c'était très agréable. L'après-midi, j'ai travaillé avec eux sur la notion de bilan carbone : Existe-t-il des moyens de réduire le CO<sub>2</sub> et de le séquestrer ? Résoudrait-on le problème si l'on arrivait à piéger tous les gaz à effet de serre émis par la production d'énergie ? La réponse est oui ; reste à savoir comment les piéger, comment ça marcherait et si ce serait efficace. C'est une réponse idéaliste, mais il existe tout de même plusieurs manières de capter le CO<sub>2</sub>. Quoiqu'il en soit, j'ai eu le sentiment d'être utile en tant que scientifique !*

## CALENDRIER



## #2 ADAPTATION

# COURS OASIS

### SUJETS PRINCIPAUX

Cours de récréation, nature en ville, îlots de chaleur urbains, événements extrêmes

### TRANCHE D'ÂGE

6 - 12 ans

### PARTICIPANTS

Enseignants, municipalités, familles, architectes, urbanistes



Le changement climatique induit notamment des vagues de chaleur plus fréquentes, plus longues et plus intenses. Dans de nombreuses grandes villes, ce phénomène peut être exacerbé par la densité des bâtiments et des surfaces en béton au détriment des espaces verts. Les cours d'école dans les grandes villes, comme Paris, Lyon, Bruxelles et Barcelone en Europe, sont traditionnellement aménagées comme de grandes zones bétonnées avec peu de végétation, à l'exception de quelques arbres. Depuis quelques années, dans ces villes, mairies et associations multiplient les projets pour **réaménager les cours d'école, supprimer le béton et introduire plus de végétation.**

C'est le cas du **projet Oasis** à Paris. Un groupe d'urbanistes et d'architectes s'est réuni avec des enseignants de différentes écoles pour co-concevoir une nouvelle cour de récréation avec les élèves. De nombreux ateliers ont eu lieu en classe afin que ceux-ci **comprennent la question de l'aménagement de l'espace, la notion de changement climatique, et la nécessité de changer les espaces extérieurs des écoles.** Les élèves ont proposé leurs propres idées, qui ont ensuite été reprises et travaillées par les architectes jusqu'à l'aboutissement d'un projet final pour la cour d'école.

Ce dispositif a permis la mise en œuvre de projets de classe, faisant ainsi participer des élèves tout au long du processus.

Dans le cadre du **projet Chaud Devant**, les écoles de la région lyonnaise ont contacté des climatologues et des chercheurs en urbanisme pour **expérimenter différents aménagements de cours et trouver le plus propice à la régulation de la température.** Ce projet a donc permis aux élèves de faire de la recherche par l'expérimentation et, en se basant sur leurs résultats, de mettre en pratique un projet d'adaptation aux perturbations climatiques.

Outre le bénéfice de l'adaptation aux canicules, ces projets de cours d'école ont également permis de **développer des initiatives de production alimentaire** (potagers, vergers), de **découvrir et de restaurer des sols dégradés**, mais aussi de **lutter contre les inégalités de genre** en proposant les mêmes activités à tous les élèves.

Enfin, ces cours sont souvent ouvertes aux habitants du quartier et aux familles des élèves, qui peuvent profiter des espaces naturalisés en dehors de l'année scolaire.



La cour recouverte de paillis sur la pleine terre.



Des espaces cachés permettent aux élèves d'être en contact avec la nature.



## #3 ADAPTATION ET ATTÉNUATION

# AQUAPONIE

### SUJETS PRINCIPAUX

Énergie, agriculture, cycle de l'eau

### TRANCHE D'ÂGE

8 - 18 ans

### PARTICIPANTS

Enseignants, chercheurs, ingénieurs, amateurs, étudiants, élèves, etc.



Les systèmes aquaponiques sont des structures qui associent la production de poissons et d'herbes ou de légumes. L'eau est filtrée par les plantes, qui se nourrissent des nutriments des déjections des poissons grâce à l'activité des bactéries, et les poissons bénéficient ainsi d'une eau purifiée des éléments qui leur sont toxiques. Dans les écoles, il est possible de construire de petites structures pour expérimenter ce véritable écosystème.

Plusieurs écoles ont utilisé l'aquaponie pour enseigner les matières scientifiques et technologiques, pratiquer la pédagogie de projet et développer l'autonomie des élèves. En France et au Québec, plusieurs écoles du primaire au lycée ont mis en place des projets d'aquaponie d'ampleur plus ou moins grande, d'un petit bac associant alevins (jeunes poissons) ou poissons rouges et plantes aromatiques à des bacs de plusieurs centaines de litres d'eau.

Par exemple, au **collège Albert Camus** de Clermont-Ferrand, en France, **un bac d'aquaponie de 600 litres permettant l'élevage de plusieurs kilos de truite** a été installé dans le cadre d'un projet pluridisciplinaire regroupant plusieurs classes. Sur les **îles françaises de Saint-Pierre et Miquelon**, plusieurs écoles (primaires et secondaires) ont installé **des bacs pour la culture de salades et de tomates**. Sur ces îles, où

l'agriculture est très compliquée en raison des conditions météorologiques, il semblerait que la culture aquaponique soit une solution techniquement réalisable.



© Guillaume Rech

### TÉMOIGNAGE

**SÉBASTIEN BARON, ENSEIGNANT**

*Ce projet donne du sens à l'apprentissage, en contextualisant les connaissances et compétences acquises en sciences et en sciences humaines. Les élèves apprennent à collaborer avec un objectif commun, et à apporter une solution collective, forcément condensée, d'adaptation au changement climatique.*

En effet, grâce à son faible encombrement, son très faible apport en eau et son rendement élevé en protéines, l'aquaponie est un système agricole à même de répondre à de nombreux enjeux climatiques, comme **la réduction de la pression de l'agriculture sur les terres et le développement de la production agricole locale** même dans les régions à faible productivité, ce qui permettrait notamment de limiter les émissions de gaz à effet de serre liées aux transports.

Les projets sont souvent initiés dans le cadre d'un partenariat avec des scientifiques et/ou des associations et des professionnels de l'aquaponie, mais **la mise en place d'un système simple est accessible aux équipes éducatives**. Les coûts sont relativement faibles, même si un investissement matériel est nécessaire (environ 2 000 € pour un grand système efficace ; voir le schéma explicatif page suivante).

Ce projet a pour objectif de **mettre les élèves au cœur du développement, de la fabrication et du suivi du système**.

Il a pour avantage de les encourager à collaborer et à utiliser les connaissances acquises en sciences et en sciences sociales.



Des élèves du collège Julienne Farenc de Dombasle-Sur-Meurthe travaillant sur la qualité de l'eau et le pH dans le cadre d'un projet d'aquaponie à Saint-Pierre et Miquelon, assistés par un scientifique (Fabrice Teletchea, sur la photo) et un professeur de SVT (Maxime Aubert).

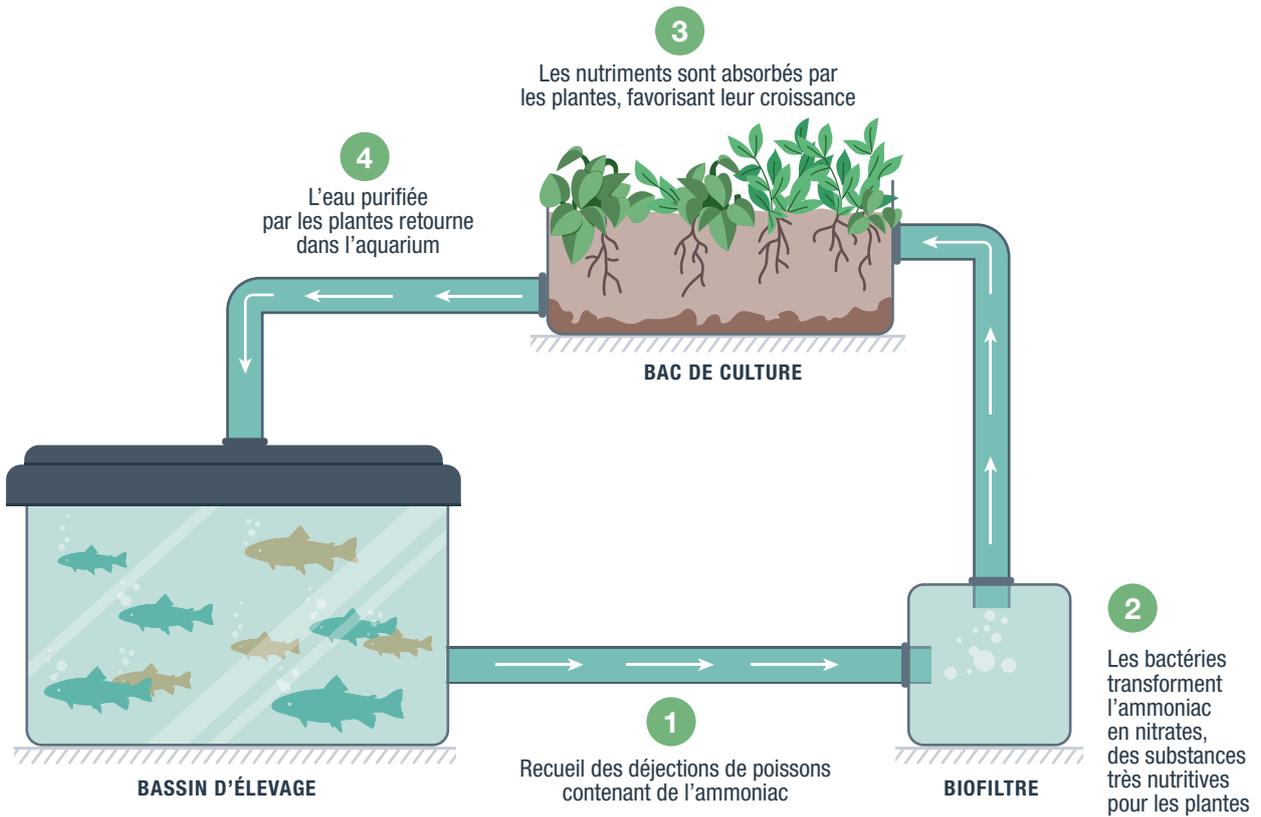
Source : <https://la1ere.francetvinfo.fr/autonomie-alimentaire-aquaponie-atout-oultre-mer-689736.html>



**TÉMOIGNAGE**  
**FABRICE TELETCHEA, ENSEIGNANT**

*L'aquaponie est un système innovant qui permet d'élever des poissons en faisant pousser des végétaux et des légumes hors-sol toute l'année. En cela, il est particulièrement adapté aux zones urbaines (locaux vides, sous-sols) et aux régions où l'agriculture en plein champ est compliquée (climat défavorable, sol pauvre). C'est aussi un outil pédagogique formidable pour étudier la biologie des végétaux et des poissons, les écosystèmes et, plus généralement, le développement local et l'économie circulaire.*

**CONSTRUCTION D'UN SYSTÈME D'AQUAPONIE**



Source : Poliway (adaptation).  
<http://www.polyway.fr/content/l%E2%80%99essor-de-l%E2%80%99aquaculture-%C3%A9coresponsable-dans-l%E2%80%99hexagone>

## #4 ATTÉNUATION

# BIODIGESTEUR

### SUJETS PRINCIPAUX

Déforestation, énergie durable, recyclage, santé

### TRANCHE D'ÂGE

12 - 18 ans

### PARTICIPANTS

Enseignants, communautés, experts locaux



Les élèves de l'école **Emilio Sanchez Piedras** ont réalisé ce projet pour répondre à plusieurs problèmes techniques et sanitaires dans la communauté de San Francisco Tetlanohcan, située dans l'État de Tlaxcala, au Mexique. Le feu de bois traditionnel, encore utilisé par certaines familles pour cuisiner, dégage de la fumée polluant les intérieurs. Cela provoque des problèmes de santé et des maladies respiratoires chroniques, telles que la pneumonie chez les jeunes enfants et l'emphysème pulmonaire chez les personnes âgées, mais aussi des maladies oculaires telles que le décollement de rétine et le cancer. En outre, le besoin de bois de cuisson favorise la déforestation, et la combustion du bois libère du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère – deux exemples de l'impact important de cette pratique sur le changement climatique. Ce moyen de cuisson reste néanmoins courant, car le prix du gaz est assez élevé par rapport au salaire moyen.

Les élèves, en chefs de file de cette initiative, ont fait participer toute la communauté par le biais d'ateliers au cours desquels ils ont fourni informations et conseils sur **les poêles à faible consommation de bois et les biodigesteurs construits avec des matériaux locaux et recyclés, et adaptés aux besoins de chaque famille. Un biodigesteur est un système qui produit du gaz inflammable (du méthane, CH<sub>4</sub>) par un processus de fermentation bactérienne** résultant de la décomposition de la matière organique dans un milieu anaérobie (une cuve étanche sans oxygène). Le projet repose sur une gestion holistique du fumier de bétail utilisé pour faire fonctionner les biodigesteurs. **Cela favorise d'autant plus la création d'une énergie propre et évite des émissions de gaz à effet de serre, réduisant l'impact du changement climatique et améliorant la santé des familles.**

Le projet a débuté en 2017 et était toujours d'actualité en 2021. Il répond à au moins quatre des 17 objectifs de développement durable (ODD) définis par l'Assemblée générale des Nations unies en 2015 : **santé et bien-être, énergie propre et abordable, villes et communautés durables, et action climatique.**

L'approche pédagogique utilisée dans ce projet était l'apprentissage par problèmes et suivait huit étapes :

1

### Identification et circonscription du sujet ou du problème

Les femmes souffraient de maladies respiratoires dues à l'inhalation de la fumée générée par la cuisson à feu ouvert – une tradition mais aussi une conséquence du prix élevé du gaz, qui provoque par ailleurs la déforestation.

2

### Collecte, recherche et analyse des informations

Les élèves ont réalisé plusieurs sondages pour déterminer combien de familles achetaient ou fabriquaient encore leurs propres tortillas ; combien utilisaient le bois de chauffage, le gaz ou les deux pour les préparer ; leur fréquence d'utilisation du gaz ; l'augmentation du prix du gaz par rapport au salaire minimum national.

3

### Définition de l'objectif

4

### Recherche et choix d'alternatives

Deux modèles de poêles différents ont été identifiés et comparés afin de choisir le plus adapté à la situation.

5

### Planification

Les élèves ont défini les coûts impliqués, les matériaux nécessaires, le calendrier, etc.

6

### Réalisation du plan choisi

7

### Évaluation

Après avoir vérifié que les poêles et les biodigesteurs fonctionnaient correctement, les élèves ont réalisé un nouveau sondage pour déterminer la fréquence d'achat de bouteilles de gaz par les familles qui utilisaient leur poêle à faible consommation de bois. Les résultats ont effectivement montré une réduction significative de la consommation de gaz.

8

### Communication

Une fois le poêle évalué, les élèves en ont fait la promotion en invitant les autres classes et les parents à un exposé au cours duquel ils ont expliqué la planification et la réalisation du projet ainsi que l'utilisation du poêle. Un objectif à moyen terme a été fixé : fournir des conseils et un soutien aux mères de famille sur la manière de fabriquer leurs propres poêles et biodigesteurs.



### TÉMOIGNAGE ISIS FLORES, ENSEIGNANTE

*Je dois admettre qu'au début, les élèves ont pris le projet comme une simple activité scolaire, un devoir ou, dans ce cas précis, une démonstration. Mais après avoir fait l'expérience de montrer les résultats de leurs recherches et de les publier, ils ont changé de point de vue et moi aussi, car à ce moment-là, j'étais enseignante depuis à peine deux ans. Nous avons réalisé qu'un tel projet ne devait pas rester cantonné aux salles de classe comme un contrôle de compétences : pour que les élèves y trouvent un véritable sens, il fallait qu'il aille au-delà des murs de l'école, qu'il soit utile à la communauté, et c'est ce qui s'est produit. Lorsque le projet a commencé à faire parler de lui, les gens voulaient qu'on leur rende visite, et l'école est devenue le foyer de nombreux projets bénéfiques pour tous.*

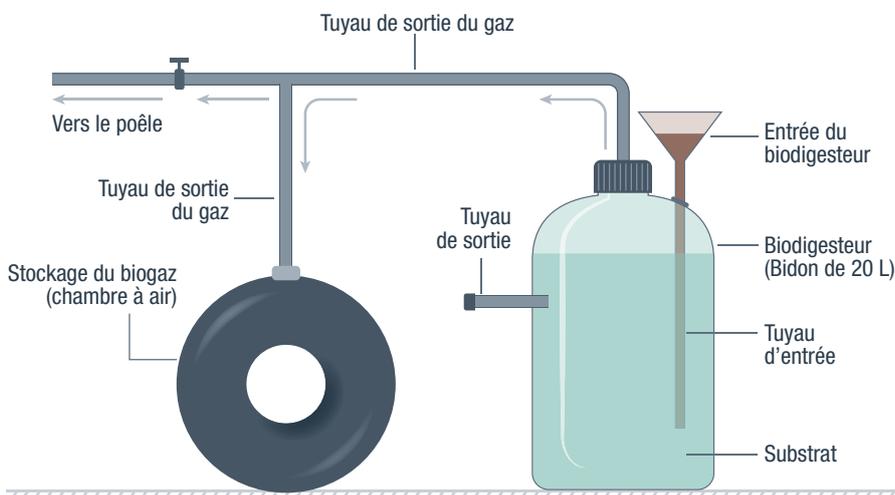
### MATÉRIEL

Le modèle de poêle à bois à économie d'énergie choisi permet l'utilisation de différents matériaux pour conserver la chaleur à l'intérieur du poêle, ce qui réduit la consommation de bois. Lorsque le biogaz prend le relais, la chaleur est aussi conservée pendant plus longtemps.

Les matériaux utilisés pour la **construction du poêle** sont les suivants : briques, sable, ciment et boue. Ceux utilisés pour remplir le poêle et conserver la chaleur sont les suivants : gravier, sable, verre, sel, cendres, tezontle rouge et craie.

Pour le **biodigesteur**, il vous faut un grand récipient, des tuyaux en cuivre, des tuyaux à gaz, du fumier, de l'eau et du ruban adhésif.

### CONSTRUCTION D'UN BIODIGESTEUR



Les élèves construisent la base du poêle à biodigesteur à partir de briques et de ciment.



Des élèves construisent un biodigesteur.



Exemple de plat traditionnel cuisiné avec le poêle.



Exemple de biodigesteur construit par les élèves pendant le projet.

## #5 ADAPTATION ET ATTÉNUATION

# POTAGERS

### SUJETS PRINCIPAUX

Agriculture

### TRANCHE D'ÂGE

12 - 18 ans

### PARTICIPANTS

Enseignants, communautés, autorités locales



Pendant la pandémie de Covid-19, de nombreuses écoles ont fermé et les élèves sont restés chez eux, en famille. Partout dans le monde, des outils pédagogiques innovants ont été inventés grâce à la créativité et à la volonté des enseignants.

Dans le cadre du projet « **Huerto Challenge** » lancé pendant le confinement, les enseignants ont demandé aux élèves de créer des **potagers inspirés du régime alimentaire de leur famille et de leurs traditions culinaires**, avec des végétaux tels que des salades, des courges, de la coriandre, mais aussi des céréales et des haricots. Le projet a d'abord été entrepris par 70 familles de Tetlanohcan, à Tlaxcala, au Mexique, soit celles de tous les élèves entre 13 et 14 ans. Quelques mois plus tard, elles étaient **90** ; la municipalité a décidé de passer à l'échelle supérieure et d'offrir à davantage de familles la possibilité de cultiver des potagers communautaires.

Les graines ont principalement été tirées de l'alimentation. Plus tard, l'enseignante a fourni aux élèves des semis achetés avec l'argent de la vente des produits du potager scolaire. **Les élèves ont appris à préparer leur propre compost et à concevoir des systèmes d'irrigation** favorisant une gestion efficace des ressources.



Les plantes poussent à partir de graines locales récoltées par les élèves.

Ce projet permet de faire participer les familles et de faire le lien entre les activités faites en classe et leur application pratique, tout en réduisant l'impact négatif de l'alimentation sur le climat. Il constitue également un moyen très efficace de développer l'autonomie et l'initiative des élèves. Par ailleurs, en ciblant les habitudes alimentaires d'une famille et le contexte local, **c'est un merveilleux moyen de faire participer toute la communauté et de permettre aux élèves et à leurs familles de faire des activités ensemble.**

Ce projet a pour conséquence directe d'**atténuer l'impact de l'alimentation sur les émissions de gaz à effet de serre en réduisant le transport et l'utilisation d'engrais sur les cultures de végétaux.** C'est aussi un bon moyen d'enrichir les connaissances traditionnelles et locales sur la production et la consommation alimentaires, favorisant la mise en place d'habitudes alimentaires durables.

### TÉMOIGNAGE ISIS FLORES, ENSEIGNANTE

*J'ai toujours dit que le jardinage était un outil pédagogique formidable parce qu'il n'est le lieu d'aucun jugement, en plus d'être une excellente thérapie. Le fait de travailler dans leur potager, au sein de leur famille, permet aux élèves de prendre des décisions responsables, de faire des recherches et de développer leur créativité, car ils ont tous des besoins et des espaces différents, mais aussi des problèmes différents, à résoudre en famille. En outre, ce projet favorise les activités scientifiques, l'application rigoureuse des mathématiques, la recherche, et il apprend aux élèves à assurer le suivi d'un potager.*



**TÉMOIGNAGE**  
**PAOLA PLUMA, ÉLÈVE**

*Le projet a profité du confinement, car nous avions du temps chez nous pour planter différents légumes. J'ai planté des choux, des radis, des blettes, des brocolis, des tomates et des laitues vertes et rouges. Il nous a aussi aidé à évacuer le stress et l'anxiété, et de faire un peu d'exercice pour compenser tout ce temps passé à la maison.*



Exemples de potagers réalisés par les élèves et leur famille.

## #6 SCIENCES PARTICIPATIVES

# QUI PROTÈGE LES CHÊNES ?

### SUJETS PRINCIPAUX

Biodiversité, sciences participatives, protocoles de recherche

### TRANCHE D'ÂGE

8 - 18 ans

### PARTICIPANTS

Chercheurs, enseignants



La science du climat évolue constamment car chaque année donne lieu à de nouvelles découvertes sur les causes, les impacts et les mécanismes des systèmes climatiques. Certaines études scientifiques nécessitent des observations très nombreuses pour avoir une bonne compréhension d'un phénomène donné. C'est le cas de l'impact du changement climatique sur la biodiversité. Lorsqu'on étudie des espèces présentes dans les villes et autour des écoles, pourquoi ne pas demander aux élèves de jouer les scientifiques en collectant des données ? Les projets de sciences participatives menés dans les écoles permettent de recueillir de nouvelles informations pour étudier l'impact du changement climatique sur la biodiversité, tout en travaillant sur des protocoles scientifiques et en étudiant le climat via une pédagogie de projet.

**Le projet « Qui protège les chênes ? » vise à déterminer comment notre climat actuel influence les interactions entre les arbres, les herbivores (chenilles) et leurs ennemis, afin d'essayer d'anticiper les conséquences possibles du changement climatique sur la capacité d'un arbre à se défendre et à être défendu contre les herbivores.** Ce projet particulier de sciences participatives invite les enseignants à collaborer avec des scientifiques. Depuis son lancement en 2018, environ 53 scientifiques et 96 enseignants ont pu collaborer dans 17 pays. Au total, il s'est étendu à plus de 90 classes.

**Les scientifiques professionnels et les écoliers appliquent un même protocole** (voir page suivante), qui a été mis au point pour **évaluer la capacité des prédateurs à réduire les dommages causés aux arbres par les herbivores.** L'étude est réalisée sur une seule espèce d'arbre, le chêne pédonculé *Quercus robur*, qui est répandu de l'Espagne à la Finlande, et du Royaume-Uni à la Russie.

### TÉMOIGNAGE

**ANJA NEUDÖRFLER, ENSEIGNANTE**

*C'est important pour les élèves de sentir qu'on peut s'inscrire dans quelque chose de grand et apporter un changement dans le monde. C'est une chose que les enfants apprennent sur ce projet : que chacun peut contribuer à façonner notre avenir. Il donne à mes élèves l'occasion de faire de la recherche scientifique, et ce à un très jeune âge.*

**Du matériel de formation est disponible** pour permettre aux enseignants de se familiariser avec les observations faites sur le terrain, et un travail est actuellement mené avec des experts en sciences de l'éducation pour fournir du matériel d'activité pratique pour aider les enseignants à intégrer le projet dans le programme scolaire.

Celui-ci est en cours depuis plusieurs années, et il a reçu des retours positifs de la part des enseignants et des élèves (par l'intermédiaire de leurs professeurs). Il est qualifié « d'authentique », car enseignants et élèves apprécient le fait de participer à de véritables recherches. Cependant, il est possible de ne pas s'y sentir tout à fait à l'aise, car la question de recherche n'appelle pas de bonne ou de mauvaise réponse définitive. Effectivement, la seule réponse que nous ayons est : **« nous ne savons pas encore, mais nous y travaillons ! ».** C'est en partie ce qui fait l'intérêt de la recherche.

Par ailleurs, il est important que les scientifiques expliquent comment ils savent ce qui se passe sur le terrain, et comment ils puisent dans les connaissances et les questionnements actuels pour faire des prédictions. Il faut que la science inspire la confiance, sans quoi toute mesure visant à atténuer les effets du changement climatique risque d'être mal comprise, ou pire,

remise en question. La recherche demande du temps, de l'énergie, et elle a un coût. Il n'existe pas de réponse immédiate et facile à des problèmes écologiques extrêmement complexes. **Donner aux écoliers un aperçu de ce qu'est la recherche les aidera à mieux appréhender la nature de la science et à comprendre en quoi il est stratégique de lui faire confiance dans la vie quotidienne.**

**Dans le projet « Qui protège les chênes ? », l'enseignant joue le rôle de médiateur essentiel** entre les écoliers et les scientifiques : il garantit une collecte de données efficace et un retour pertinent sur les résultats de l'apprentissage.

### PROTOCOLE

Au printemps, nous fabriquons de fausses chenilles en pâte à modeler verte sont fabriquées et fixées à des branches de chêne basses. Cela trompe les prédateurs : ils attaquent ces fausses chenilles comme s'il s'agissait de vraie nourriture et laissent ainsi des marques de bec, de dents et de mandibules sur l'argile. Le nombre de fausses chenilles présentant des marques de prédation est ensuite compté : cela indique le degré d'efficacité des prédateurs dans la protection des chênes contre les véritables herbivores.

### TÉMOIGNAGE

**BASTIEN CASTAGNEYROL, CHERCHEUR**

*Je suis souvent contrarié que les gens ne voient l'écologie que comme une sorte de philosophie ou d'argument commercial. Même si c'est parfois le cas, ce n'est qu'une partie de l'histoire. Je voulais montrer aux écoliers – et à leurs professeurs – que l'écologie est aussi une science, et qu'il n'est pas nécessaire d'avoir de grosses machines extrêmement coûteuses pour faire de la bonne science : un morceau de pâte à modeler et un réseau de collaborateurs motivés suffisent parfois.*

Les feuilles de chêne sont enfin collectées et la surface enlevée ou attaquée par les chenilles est estimée.

La collecte de données s'effectue entre mai et début juillet. Lorsqu'en été, écoliers et enseignants prennent des vacances bien méritées, les scientifiques utilisent ces données pour établir une corrélation entre les dégâts causés par les herbivores et l'activité des prédateurs avant de cartographier cette relation à l'échelle européenne.

### POUR ALLER PLUS LOIN

Voir le site « [Qui protège les chênes ?](#) ».



Fabrication d'une fausse chenille



Une fausse chenille ayant été attaquée par des prédateurs



Une élève et un chercheur installant de fausses chenilles sur des arbres.



## #7 SENSIBILISATION

# ORBIS

### SUJETS PRINCIPAUX

Danse, art, expression, sensibilisation

### TRANCHE D'ÂGE

8 - 18 ans

### PARTICIPANTS

Enseignants, communautés (familles)



La mobilisation citoyenne, individuelle et collective, est un élément essentiel de la lutte contre le réchauffement climatique. La sensibilisation aux questions environnementales est donc un engagement très important que les élèves peuvent aborder de différentes manières. Les projets de sensibilisation du grand public (les autres élèves, la communauté scolaire, les familles ou la communauté au sens large) peuvent facilement être mis en œuvre à l'école sur une période plus ou moins longue. Ces projets de diverses natures sont souvent **pluridisciplinaires**, car ils font appel à des connaissances scientifiques ainsi qu'à des compétences **rédactionnelles, artistiques ou techniques**.

Ce projet a été développé dans le cadre du **concours des Fairiades (Festival des Vocations)**, en France. Lycéens et apprentis ont travaillé tout au long de l'année sur le thème « SOS Planète en danger : mobilisez vos talents pour la sauver ! ».

Le jury, présidé par Étienne Klein (philosophe des sciences et physicien), était composé de professionnels de l'éducation, de scientifiques et de journalistes. Les objectifs pédagogiques du concours étaient les suivants :

- Favoriser **les démarches interdisciplinaires**
- Apprendre aux élèves à **travailler ensemble** dans un esprit citoyen
- **Inventer d'autres chemins** pour les aider à choisir leurs parcours
- **Rapprocher les élèves** en rapprochant les métiers
- **Encourager l'engagement des élèves** par la réalisation de projets utiles à la société et à l'humanité.

**Le premier prix a été attribué à un groupe de classe de 1<sup>re</sup> générale (option cinéma) du lycée Camille Vernet** de Valence, dans la Drôme, **pour leur court-métrage Orbis** : Pauline Dubouloz, Sarah Casserini, Noah Buisson et Julia Maignan, lycéennes, et Sophie Fueyo, leur professeure.

*Orbis* est un court métrage de trois minutes et demie. Il s'agit d'une histoire chorégraphiée dans laquelle la question des violences faites aux femmes est mise en parallèle avec les dommages environnementaux causés par les activités humaines, en particulier le changement climatique. **Le film est le fruit d'une collaboration entre différentes disciplines, des sciences aux arts visuels.** Il a été réalisé par un groupe d'élèves, supervisé par plusieurs professeurs, en collaboration avec des studios d'enregistrement et des danseurs professionnels pour le tournage. Tout le matériel audiovisuel était fourni par l'école.

**Les élèves ont imaginé ce projet lors d'une discussion collective** après un débat sur plusieurs autres projets, finalement non retenus. Ils se sont réparti les tâches et ont organisé le tournage en collaboration avec l'équipe éducative et les professionnels avec lesquels ils étaient en contact. Entre la conception du storyboard, les répétitions, le tournage et le montage, le projet s'est déroulé sur une année scolaire et a croisé différentes disciplines.

Il a poussé les élèves à travailler en groupes, notamment pour échanger des idées et faire en sorte que le film soit vu par le plus grand nombre. Ceux-ci ont dû apprendre à faire des concessions pour le bien du projet. *Orbis* leur a permis d'être autonomes tout au long du processus de création et de découvrir les réalités des processus d'écriture, de tournage et de montage. Bien qu'un tel projet soit avant tout artistique, les étudiants devaient s'appropriier le sujet et en proposer un traitement poétique et accessible en faisant appel à l'émotion. C'est en véhiculant des émotions au public que ce film fera réfléchir et bouger les lignes.

En gagnant le concours, les élèves ont remporté 1 000 €, avec lesquels ils pourront acheter du matériel pour leurs cours d'audiovisuel.



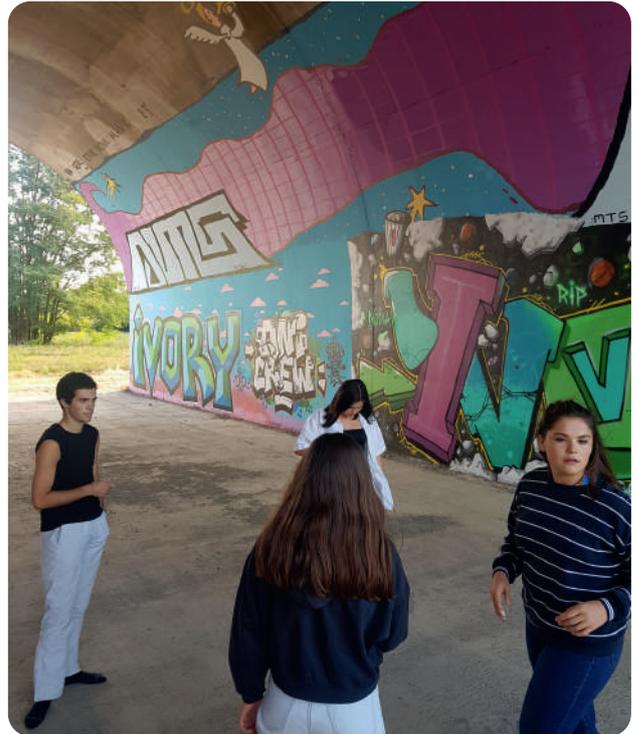
**TÉMOIGNAGE**  
**LYDIE LESCARMONTIER,**  
**MEMBRE DU JURY DU FESTIVAL**

*Orbis s'est immédiatement démarqué des autres projets du fait de son approche artistique ouvragée. La décision du jury était unanime au moment de désigner un lauréat. Le format du film, ainsi que l'expression personnelle des élèves face au défi climatique, ont favorisé sa visibilité.*



**TÉMOIGNAGE**  
**SOPHIE FUEYO, ENSEIGNANTE**

*Tout est parti de l'envie de réaliser un projet de A à Z, du scénario au montage. Les élèves se sentaient aussi très concernés par le thème du concours, l'écologie, d'autant plus qu'ils participent déjà à des événements écologiques, comme le mouvement « Fridays for Future ». Ils étaient vraiment motivés par ce thème.*



Sur le tournage avec les élèves et les danseurs

**POUR ALLER PLUS LOIN**

Voir le film Orbis.





**POUR ALLER PLUS LOIN**

# CONTENUS MULTIMÉDIAS ADDITIONNELS

## SITE INTERNET

Le site web de l'Office for Climate Education propose de nombreuses ressources pédagogiques sur le changement climatique :

- Des résumés des rapports du GIEC à destination des enseignants
- Des activités à mener en classe
- Des animations et des vidéos pour la classe
- Des ressources de développement professionnel

Toutes les ressources sont publiées sous la licence CC-BY-NC-SA (utilisation et adaptation gratuites à des fins non commerciales). [www.oce.global](https://www.oce.global)



<https://www.oce.global>



## VIDÉOS

Certaines vidéos et animations ont été spécialement conçues en complément du manuel d'enseignement « Le Climat Entre Nos Mains – Changement climatique et terres émergées ». Les voici ci-dessous. Dans chacune des vidéos suivantes, un expert ou

une experte présente un problème spécifique lié aux terres, à l'agriculture ou à l'alimentation, en lien avec le changement climatique. Ces vidéos peuvent être utilisées pour entamer ou conclure une discussion avec les élèves sur un sujet en particulier.



### **SYSTÈME ALIMENTAIRE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE**

Prajal Pradhan, chercheur en changement climatique et alimentation durable, Potsdam Institute for Climate Impact Research, Allemagne

Environ un tiers des émissions anthropiques de gaz à effet de serre proviennent de nos systèmes alimentaires, et le changement climatique qui en résulte a lui aussi un impact sur nos systèmes et notre sécurité alimentaires. Il est nécessaire de réduire ces émissions pour atténuer le changement climatique. Il existe de nombreuses solutions possibles, qui présentent en outre des bienfaits sur la santé.





### **TERRES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE**

Claire Fyson, analyste politique, Climate Analytics, Allemagne

Les terres peuvent stocker beaucoup de carbone dans la végétation et dans le sol, atténuant ainsi le changement climatique. Elles nous fournissent de la nourriture, des fibres et des services écosystémiques et, à ce titre, il est important d'entretenir leur santé et leur résilience, ainsi que celles des écosystèmes. Mais le changement climatique et l'usage des terres par les populations humaines endommagent les écosystèmes terrestres.



### **SOLS ET BIOGAZ**

Frank Hofmann, consultant international, Association allemande du biogaz, Allemagne

Le méthane est un gaz à effet de serre très puissant, et le bétail est responsable d'une part importante de ces émissions. Une façon d'en atténuer l'impact sur le climat est de tirer parti de la matière organique produite par ce type d'élevage (excréments), de la piéger dans des conteneurs hermétiques et d'utiliser le biogaz généré comme source d'énergie.



### **FORÊTS ET CHANGEMENT CLIMATIQUE**

Jens Schroeder, chercheur en écologie forestière, University for Sustainable Development, Allemagne

Partout dans le monde, les forêts sont soumises à un stress croissant. Elles font face à de plus en plus d'incendies, de chaleur, de sécheresses et d'inondations. Pourtant, elles peuvent être de puissantes alliées pour atténuer et combattre le changement climatique en limitant ses conséquences désastreuses.



### **SOLS ET PERMACULTURE**

Mette Fraurud, permacultrice à Berlin, Allemagne

La permaculture est une nouvelle approche de l'agriculture, fondée sur l'observation de la nature et la tentative d'imiter ses systèmes. Elle est de plus en plus utilisée pour répondre à certains des problèmes causés par l'agriculture conventionnelle, comme le labour. La protection des terres et des sols est un moyen d'atténuer le changement climatique.



### **LE SOL, UN MATÉRIAU DE CONSTRUCTION DURABLE**

Henri Van Damme, chercheur émérite, École supérieure de physique et de chimie industrielles, France

Le sol n'est pas seulement un support pour la culture des aliments, c'est aussi le matériau de construction le plus utilisé dans le monde, sous forme de briques, de boue séchée mélangée à de la paille, etc. C'est une utilisation écologique d'un élément disponible partout, sous nos pieds.



### **MIGRATIONS CLIMATIQUES**

François Gemenne, chercheur en géopolitique de l'environnement, Sciences Po Paris, France

Aujourd'hui, le changement climatique est devenu l'une des principales causes de migrations et de déplacements de populations dans le monde, que ce soit en raison de la montée du niveau des mers, de la dégradation des terres ou des catastrophes naturelles. De grands progrès ont été réalisés ces dernières années dans l'organisation de ces migrations et la protection de ces populations.





### **PEUPLES AUTOCHTONES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE**

Sabah Rahmani, journaliste et anthropologue, France

Environ 370 millions d'autochtones dans le monde ont conservé un lien très fort avec la nature. Mais leur territoire, dont ils dépendent pour leur survie, est menacé par l'exploitation des États et des grandes entreprises, ainsi que par le changement climatique. Cependant, ils sont de plus en plus écoutés par les scientifiques qui s'appuient sur leurs connaissances.



### **PERGÉLISOL ET CHANGEMENT CLIMATIQUE**

Antoine Séjourné, chercheur en géosciences, Université Paris-Saclay, France

Le pergélisol est un sol gelé en permanence sur plusieurs centimètres, voire jusqu'à un kilomètre. Il contient de grandes quantités de carbone, sous forme de matière organique, qui peut être dégradé et potentiellement libéré dans l'atmosphère en raison du changement climatique.



### **AGRICULTURE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE**

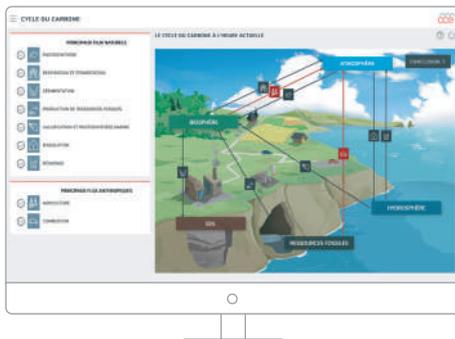
Vincent Chaplot, chercheur en agronomie, Sorbonne Université, France

Le secteur agricole est responsable d'une grande partie des émissions de gaz à effet de serre et les tendances actuelles vont vers une intensification de ces pratiques agricoles. Cependant, nous disposons désormais de nombreuses solutions pour nous adapter aux changements de la société tout en limitant notre impact.



## **ANIMATIONS MULTIMÉDIA**

Les élèves peuvent étudier de façon interactive différentes thématiques liées au changement climatique grâce aux animations suivantes.



### **CYCLE DU CARBONE**

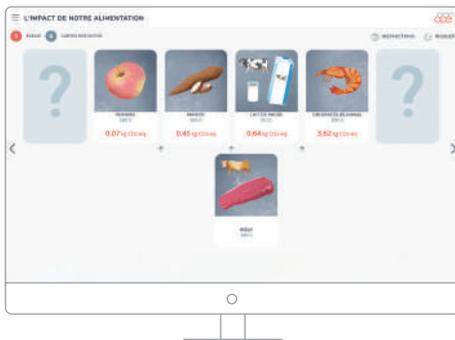
Cette animation porte sur le cycle du carbone, en incluant à la fois les activités naturelles et humaines. Cela permet aux élèves de visualiser l'impact de ces activités sur l'environnement. Ils peuvent aussi voir l'évolution de la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.



### **RÉSEAUX TROPHIQUES TERRESTRES**

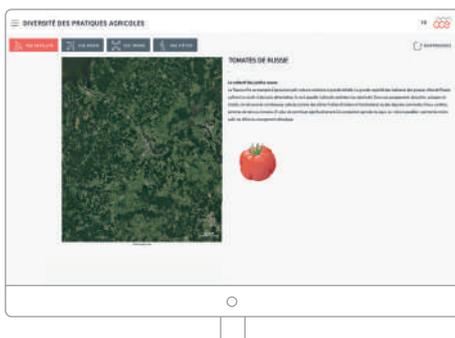
de multiples espèces animales et végétales appartenant à six réseaux trophiques continentaux différents et vivant dans des régions du monde distinctes : la ripisylve en Alaska, la forêt tempérée, la forêt tropicale guyanaise, la savane, le sol et un exemple d'agrosystème. Ils peuvent également visualiser l'impact du changement climatique ou des activités humaines sur ces réseaux.





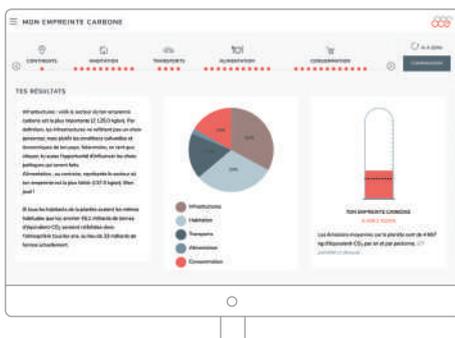
### L'IMPACT DE NOTRE ALIMENTATION

Cette animation est un jeu de cartes dans lequel il s'agit de classer des aliments selon un critère parmi trois : l'empreinte carbone (les émissions de gaz à effet de serre), les besoins en eau ou la surface de sol nécessaire. Cela permet de comparer l'impact environnemental de différents aliments de consommation courante.



### DIVERSITÉ DES PRATIQUES AGRICOLES

Cette animation permet aux élèves de découvrir différentes pratiques agricoles dans le monde à partir de vues satellites de champs et d'exploitations. Ils peuvent ainsi comparer les manières de produire du bœuf, du maïs, de l'huile de palme et des tomates. Ils apprennent aussi l'impact de différentes pratiques agricoles sur le climat.



### MON EMPREINTE CARBONE

Les élèves peuvent ici calculer leur propre empreinte carbone. Cela les aide à réaliser à quel point chacune de nos actions ou habitudes quotidiennes contribuent aux émissions de gaz à effet de serre, ce qui leur permet aussi de comprendre comment les réduire.



### COMMENT POUVONS-NOUS AGIR ?

Cette animation multimédia décrit une trentaine d'actions concrètes qui ont été menées à travers le monde pour faire face aux problèmes du changement climatique. Ces « solutions » d'adaptation ou d'atténuation portent sur l'agriculture et l'alimentation, l'énergie, le logement, la résilience urbaine, les écosystèmes, la recherche et la sensibilisation du public.



# BIBLIOGRAPHIE

## DOCUMENTATION SCIENTIFIQUE SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET LES TERRES ÉMERGÉES

GIEC – Rapport spécial sur le changement climatique et les terres émergées

<https://www.ipcc.ch/srccl/>

Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) – La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture (2016)

<https://www.fao.org/3/i6030f/i6030F.pdf>

Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) – Rapport d'évaluation sur la dégradation et la restauration des terres

<https://ipbes.net/assessment-reports/ldr>

IPBES – Rapport mondial d'évaluation sur la biodiversité et les services écosystémiques

<https://ipbes.net/global-assessment>

Global Land Outlook de la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD)

[https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO\\_Full\\_Report\\_low\\_res.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO_Full_Report_low_res.pdf)

NASA – Changement climatique : graphiques et ressources multimédia

<https://climate.nasa.gov/resources/graphics-and-multimedia/>

Yale Climate Connections

<https://yaleclimateconnections.org/>

Les Greniers d'Abondance – Vers la résilience alimentaire

<https://resiliencealimentaire.org/wp-content/uploads/2021/01/VersLaResilienceAlimentaire-DigitaleVersion-HD-1.pdf>

Atlas européen de la biodiversité des sols

<https://op.europa.eu/fr/publication-detail/-/publication/7161b2a1-f862-4c90-9100-557a62ecb908>

## RESSOURCES PÉDAGOGIQUES DE L'OCE

Résumés des rapports du GIEC à destination des enseignants

[https://www.oce.global/fr/ressources?f%5B0%5D=type\\_toutes%3A14](https://www.oce.global/fr/ressources?f%5B0%5D=type_toutes%3A14)

Le climat entre nos mains – Océan et Cryosphère

<https://www.oce.global/fr/ressources/activites-de-classe/le-climat-entre-nos-mains-ocean-et-cryosphere>

Ressources de développement professionnel à destination des enseignants

- L'effet de serre : <https://www.oce.global/fr/ressources/developpement-professionnel/comprendre-leffet-de-serre>
- L'océan et le changement climatique : <https://www.oce.global/fr/ressources/developpement-professionnel/ocean-et-changement-climatique>

Vidéos :

Billes de sciences #44 : Simon Klein – alimentation, agriculture et changement climatique

<https://www.youtube.com/watch?v=UzM3q8yRZ28&t=1s>

## AUTRES RESSOURCES PÉDAGOGIQUES

Mission 1,5 °C, un jeu des Nations Unies

<https://mission1point5.org/>

Jeu sérieux « Espéride et la forêt de demain » sur la gestion forestière et le changement climatique

<https://esperide.app/>

Construire des avenir – Resources, publié par Education for a Just World, une initiative de Trócaire and the Centre for Human Rights and Citizenship Education, Dublin City University, Institute of Education, Irlande

<https://www.trocaire.org/getinvolved/education/creating-futures>

Eco-Écoles – Articles et actualités sur des projets de développement durable menés dans les écoles

<https://www.eco-ecole.org/les-eco-ecoles/>

FAO – À la découverte des forêts : guide de l'enseignant

<https://www.fao.org/3/i8560fr/i8560fr.pdf>

NASA Climate Kids

<https://climatekids.nasa.gov>

## SIMULATIONS

En-ROADS – Simulation pour comprendre comment atteindre nos objectifs en matière de climat (collège)

<https://en-roads.climateinteractive.org/scenario.html?v=22.1.1&lang=fr>

University of Manchester – Créez votre planète Terre (collège) (anglais)

<http://www.buildyourownearth.com>

New Shores – Un jeu pour la démocratie (anglais)

<https://newshores.crs.org.pl/>

# GLOSSAIRE

## ABSORPTION DU CO<sub>2</sub>

Tous les processus qui contribuent à extraire du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère. Cela peut par exemple se produire à travers des processus biologiques (comme la photosynthèse) ou des processus physiques (comme la dissolution dans l'eau).

## ADAPTATION

Stratégie visant à réduire la vulnérabilité aux effets du changement climatique actuel ou futur. Dans les systèmes humains, l'adaptation vise à réduire les dommages ou à exploiter les éventuelles opportunités induites par le changement climatique. Dans les systèmes naturels, l'intervention humaine peut faciliter l'adaptation aux effets attendus du changement climatique.

## AGROÉCOLOGIE

Type d'agriculture durable qui applique des concepts et des principes écologiques à l'agriculture.

## AGROFORESTERIE

Méthode d'utilisation des terres pour l'agriculture combinant arbres et cultures ou élevage d'animaux.

## ALBÉDO

Signifiant « blancheur », l'albédo est le pouvoir réfléchissant d'un objet ou d'une surface. Par exemple, la glace et la neige fraîche ont un albédo élevé, compris entre 40 et 80%. Cela signifie qu'ils reflètent 40 à 80% du rayonnement solaire. À l'inverse, l'océan est bien plus sombre et possède un albédo inférieur à 10%.

## ATTÉNUATION

Intervention humaine visant à limiter le réchauffement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre ou en augmentant les puits de ces gaz.

## BIODIVERSITÉ

Diversité des organismes vivants (faune et flore). On distingue trois niveaux de biodiversité : la biodiversité intraspécifique (les différences entre les membres d'une même espèce), la biodiversité interspécifique (les différences entre les espèces) et la diversité

des écosystèmes (le milieu de vie et les espèces présentes).

## BIOMASSE

Matière organique utilisée comme combustible, notamment dans une centrale électrique.

## BIOME (voir ÉCORÉGION)

Ensemble de la faune et de la flore dans une région donnée.

## BOISEMENT

Établissement d'une forêt par la plantation ou l'ensemencement d'arbres sur des terres dépourvues de couverture forestière depuis très longtemps ou qui n'ont jamais été boisées.

## BOUCLE DE RÉTROACTION

Une boucle de rétroaction peut être assimilée à un cycle dans lequel certains éléments exacerbent ou atténuent une ou plusieurs de leurs causes.

## BRUNISSEMENT

Diminution systématique de la croissance voire mort de la végétation entraînant une perte de productivité sur une période donnée.

## CALOTTE GLACIAIRE

Couche de glace très étendue et épaisse reposant sur un continent.

## CANICULE

Période de temps anormalement chaude avec des températures diurnes élevées et un refroidissement nocturne limité ou absent. Une canicule peut durer plusieurs semaines.

## CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le changement climatique désigne différents phénomènes globaux (modification des températures ou des précipitations, phénomènes météorologiques extrêmes, hausse du niveau marin ou sécheresses). Ce terme est couramment utilisé pour décrire la hausse de la température moyenne mondiale provoquée par l'activité humaine actuelle, initiée dans les années 1850. On parle également de « réchauffement climatique ».

## CLIMAT

Ensemble des conditions météorologiques (températures, précipitations, humidité, vent, pression atmosphérique, etc.) observables dans une région donnée sur une période prolongée (mois, années, décennies, siècles ou plus).

## CYCLE DU CARBONE

Le carbone est stocké en grandes quantités dans ce que l'on appelle des « réservoirs ». Sur Terre, les plus importants sont les océans et le sol. Il n'y reste cependant pas éternellement et se déplace entre les réservoirs. Ces mouvements sont appelés « flux ». Les flux naturels sont parfaitement équilibrés, créant ainsi un cycle du carbone.

## DÉFORESTATION

Destruction d'une forêt, souvent dans le but de la transformer en terres agricoles.

## DÉGRADATION DES SOLS

Perte de terres arables, notamment en conséquence de l'érosion hydrique, côtière ou éolienne, de la salinité, de la perte de matière organique, de la baisse de fertilité, de l'acidité du sol, etc.

## DÉGRADATION DES TERRES

Diminution temporaire ou permanente de la qualité des sols, de la végétation, des ressources en eau ou de la faune et de la flore, ou détérioration de la productivité économique des terres, telle que la capacité à les cultiver.

## DÉSERTIFICATION

Dégradation des sols dans les zones arides ou semi-arides par des actions humaines ou climatiques.

## DÉVELOPPEMENT DURABLE

Développement qui satisfait aux besoins présents de la société sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins.

## DIOXYDE DE CARBONE (CO<sub>2</sub>)

Gaz émis par la combustion du carbone (dans les combustibles fossiles, par exemple). Les

organismes vivants en produisent aussi par leur respiration. Le CO<sub>2</sub> contribue à l'effet de serre.

### ÉCO-ANXIÉTÉ

Le changement climatique peut susciter différentes émotions, qui peuvent parfois donner lieu à un sentiment d'impuissance ou de désespoir. C'est ce qu'on appelle « l'éco-anxiété ».

### ÉCORÉGION

Voir Biome.

### ÉCOSYSTÈME

Ensemble des êtres vivants présents dans un milieu donné, plus le milieu lui-même. Tous les éléments d'un écosystème sont liés et interdépendants.

### EFFET DE SERRE

Le rayonnement solaire traverse l'atmosphère, est absorbé par la surface de la Terre et la réchauffe, provoquant alors l'émission, vers l'espace, d'un rayonnement infrarouge (chaleur). Une partie de ce rayonnement infrarouge est « piégée » dans sa fuite vers l'espace par les gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère ; elle est ainsi renvoyée vers la surface de la Terre, qui se réchauffe d'autant plus. C'est ce qu'on appelle l'effet de serre.

### EFFET D'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN

Une zone urbaine a une température moyenne plus élevée que ses abords ruraux en raison d'une plus grande absorption, rétention et production de chaleur par ses bâtiments, ses chaussées et ses activités humaines.

### ÉGALITÉ DES CHANCES

Situation où les mêmes opportunités s'offrent à tous (éducation, santé, droits, etc.).

### ÉMISSIONS ANTHROPIQUES

Émissions de gaz à effet de serre dues aux activités humaines.

### EMPREINTE CARBONE

L'empreinte carbone (en eqCO<sub>2</sub>) se définit comme la quantité totale de gaz à effet de serre produite directement ou indirectement par l'activité humaine. On peut calculer l'empreinte carbone d'un individu, d'un événement particulier ou d'une organisation.

### ÉVAPOTRANSPIRATION

Processus de transfert de l'eau des terres vers l'atmosphère par évaporation, soit par le sol et d'autres surfaces, soit par la transpiration des plantes.

### ÉVÈNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES

Événements météorologiques rares ayant un fort impact négatif sur la société humaine et les écosystèmes, par exemple les tornades, les tempêtes, les glissements de terrain, les grands incendies ou les épisodes de sécheresse et de canicule.

### EXPOSITION

Désigne la mesure dans laquelle une population est vulnérable à un aléa climatique, en raison de sa situation géographique par exemple. En effet, les terres de faible altitude sont plus exposées à la hausse du niveau marin que les régions montagneuses.

### FERMENTATION

Réaction chimique qui se produit naturellement dans certaines substances végétales et animales. Elle nécessite la présence de minuscules organismes, tels que des bactéries, des champignons ou des levures. Ce phénomène est également utilisé pour les activités humaines et peut alors produire du méthane, de l'acide lactique (dans les yaourts) et de l'alcool (dans le vin ou la bière).

### FERTILISATION AU CARBONE

Aussi connue sous le nom de fertilisation au dioxyde de carbone, il s'agit du phénomène par lequel l'augmentation du dioxyde de carbone dans l'atmosphère accroît le taux de photosynthèse des plantes.

### FEU DE FÔRET

Incendie violent qui se propage de manière incontrôlable à travers un couvert végétal en zone rurale.

### GAZ À EFFET DE SERRE (GES)

Les gaz à effet de serre sont à l'origine de l'effet de serre, du fait de leur capacité à absorber le rayonnement infrarouge. Les principaux sont la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone, le méthane, le protoxyde d'azote et l'ozone.

### GLACE CONTINENTALE

Toute la glace sur les zones continentales : glaciers, calottes glaciaires, etc. à l'exception de la banquise, du pergélisol et de la neige. Ces glaces se forment par l'accumulation et le tassement de la neige à long terme.

### GLACIER

Grande masse de glace terrestre qui s'écoule lentement vers l'aval.

### GLISSEMENT DE TERRAIN

Descente soudaine et rapide d'une masse

de roches et de terre vers le bas d'une pente raide.

### HAUSSE DU NIVEAU MARIN

Désigne l'augmentation du niveau de surface de l'océan, partout dans le monde. Il s'agit d'une valeur moyenne, déterminée par comparaison avec le niveau de l'ère préindustrielle.

### JUSTICE CLIMATIQUE

Ce terme est utilisé pour intégrer la dimension socio-politique des défis que pose le changement climatique, au lieu de se contenter de les aborder d'un point de vue environnemental. Il tient compte du décalage entre les responsables du changement climatique et les populations les plus vulnérables, en incluant la notion de justice (en particulier, la justice sociale et environnementale).

### MÉTÉO

L'état de l'atmosphère en un lieu et temps donnés, décrit par plusieurs variables (température, précipitations, nébulosité, vent, etc.).

### PERGÉLISOL

Sol, roches ou sédiments gelés en permanence (depuis au moins deux années consécutives).

### PERMACULTURE

Développement d'un écosystème agricole qui se veut durable et autosuffisant.

### PHOTOSYNTÈSE

Processus par lequel les plantes exposées à la lumière utilisent l'énergie lumineuse, du dioxyde de carbone, de l'eau et des minéraux pour synthétiser leur propre matière organique et pousser.

### POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT GLOBAL (PRG)

Puissance relative d'un gaz à réchauffer l'atmosphère, en tenant compte de la durée de son action. Par définition, le CO<sub>2</sub> a un potentiel de réchauffement global de 1, quelle que soit la période de référence. Il reste dans l'atmosphère pendant environ un siècle. On estime que le méthane (CH<sub>4</sub>) a un PRG de 28-36 et le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) a un PRG 265-298 sur 100 ans, ce qui signifie qu'ils absorbent beaucoup plus d'énergie que le CO<sub>2</sub>. L'effet net de la durée de vie de ces gaz (12 ans pour le CH<sub>4</sub> et 120 ans pour le N<sub>2</sub>O) et de l'absorption d'énergie plus élevée se reflète dans le PRG.

### PRODUCTION PRIMAIRE

Processus par lequel un producteur primaire produit sa propre matière organique à partir



de matière minérale. Par exemple, les organismes vivants photosynthétiques n'utilisent que de l'eau, du  $\text{CO}_2$  et de l'énergie lumineuse pour se développer.

#### PUITS DE CARBONE

Réservoir naturel qui stocke les composés chimiques contenant du carbone. Les puits de carbone contribuent à réduire la quantité de  $\text{CO}_2$  atmosphérique. Les puits naturels sont le sol et une partie de la biosphère via la photosynthèse par les plantes terrestres, le phytoplancton marin et les algues.

#### RAYONNEMENT INFRAROUGE

Partie invisible de la lumière que nous ressentons sous forme de chaleur. Le rayonnement infrarouge joue un rôle clé dans l'effet de serre.

#### REBOISEMENT

Plantation de forêts sur des terres qui ont déjà abrité des forêts mais qui ont été converties à d'autres usages.

#### RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Voir CHANGEMENT CLIMATIQUE.

#### RÉSEAU TROPHIQUE

Lien qui unit le prédateur et sa proie dans un écosystème. Il s'agit d'un réseau plutôt que d'une chaîne : un organisme peut manger plusieurs espèces et une espèce peut être mangée par plusieurs organismes.

#### RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

Période historique allant de 1760 aux années 1840. Elle marque la transition des sociétés agricoles aux sociétés industrielles. La révolution industrielle a commencé en Europe et aux États-Unis et a entraîné un développement rapide de la productivité, des technologies et de la science et, par conséquent, un accroissement de la population.

#### SAVOIRS LOCAUX AUTOCHTONES

Les communautés autochtones ont souvent un mode de vie basé sur une relation forte et complexe avec leur environnement direct, avec un faible impact sur celui-ci et sur le climat. Leurs connaissances locales en matière de gestion de la nature et d'agriculture sont précieuses pour l'adaptation et l'atténuation du changement climatique.

#### SÉCHERESSE

Pénurie prolongée de l'approvisionnement en eau. Une sécheresse peut durer des mois ou des années, mais elle peut aussi se déclarer en seulement quinze jours.

#### SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Les êtres humains peuvent bénéficier directement ou indirectement des écosystèmes, qui leur fournissent des services, regroupés en quatre catégories : approvisionnement, régulation, soutien et culture. Par exemple, les écosystèmes produisent de l'oxygène (par la photosynthèse) et de la nourriture, et nous fournissent des matières premières. En outre, ils préservent la fertilité des sols et protègent les côtes.

#### SYSTÈME ALIMENTAIRE

Toutes les étapes par lesquelles passe notre nourriture, de la ferme à l'assiette : production, transformation, stockage, distribution, consommation et recyclage.

#### SYSTÈME COMPLEXE

Un système (tel que le système climatique) régulé par de nombreux facteurs qui interagissent et s'influencent mutuellement : atmosphère, océan, terre et biosphère, par exemple.

#### TEMPÊTES DE SABLE

Masses de sable et de poussière soulevées par le vent dans les zones très sèches comme les déserts.

#### VARIABILITÉ NATURELLE

Variations du système climatique qui ne sont pas liées à l'activité humaine (l'alternance des périodes glaciaires et interglaciaires, par exemple).

#### VERDISSEMENT

Augmentation de la productivité de la végétation sur une certaine période.

#### VULNÉRABILITÉ

Sensibilité d'une population lorsqu'elle est exposée aux aléas du changement climatique et à ses conséquences. Par exemple, une région de faible altitude disposant d'importantes ressources et infrastructures protégeant son littoral est moins vulnérable à la hausse du niveau marin qu'une même région sans infrastructures de protection côtière et aux ressources économiques modestes.

#### ZONES CLIMATIQUES

Zones aux climats distincts, qui peuvent être classées en fonction de différents paramètres tels que la température, les précipitations, etc.

#### ZONE SÈCHE

Écosystèmes caractérisés par un manque d'eau. Les zones sèches comprennent les terres cultivées, les broussailles, les arbustes, les prairies, les savanes, les semi-déserts et les vrais déserts.

# REMERCIEMENTS

Ce projet pédagogique est le fruit d'une vaste collaboration entre l'équipe de l'Office for Climate Education et de nombreux partenaires scientifiques et pédagogiques.

Les auteurs tiennent à remercier chaleureusement :

Les experts qui soutiennent l'OCE, qui ont participé à l'écriture des éclairages scientifiques et pédagogiques ou qui, par leur relecture critique et leurs propositions, ont contribué à la conception des activités pédagogiques. Par ordre alphabétique : **Juan Carlos Andrade, Apurva Barve, Badin Borde, Jean-Philippe Cassar, Sarah Connors, Caroline Coté, Nicolas Demarthe, Sanny Djohan, Randy Fananta, Dulce Yaahid, Flores Renteria, Etienne Guyon, Catherine Jean, Mélodia Majidi, Ghislain de Marsily, Maria Martin, Claudia Martinez, Benjamin Mallon, Cliona Murphy, Minal Pathak, Prajal Pradhan, Laurine Quesney, Pilar Reyes, Anwar Rumjaun, Edith Saltiel, Pramod Kumar Sharma, Jenny Schlüpmann, Virginie Vitse, Henri Van Damme et Gabrielle Zimmermann.**

Les enseignants qui ont testé les activités dans leurs classes. Par ordre alphabétique : **Isabelle Aubry, Manuella Cany, Catherine Broch, Patricia Dollet, Marina Drouot-Kort, Françoise Ferchal, Laurence et François Flament, Paul Frommer, Solen Goareguer, Stevens Sven Guyon, Sandra Jost, Françoise Junod, Karine Krembel, Katia Leroy, Garcia Maisonnier, Guillaume Pages, Nathalie Pasquet, Audrey Poiseau-Grand, Olivier Raguene, Lola Seeman, Natthalie Tinet, Mme Trassaert et Marie-Laure Zippert.**

Les organismes suivants, qui ont autorisé la réutilisation de certains contenus issus de leurs propres publications. Par ordre alphabétique : **California Academy of Sciences, Trócaire and the Centre for Human Rights and Citizenship Education, Dublin City University Institute of Education.**

Les experts qui ont participé à l'élaboration des animations interactives et des capsules vidéo accompagnant ce guide pédagogique. Par ordre alphabétique : **Bastien Castagneyrol, Isabelle Chuine, Denis Couvet, Gwendal Drouelle, Pierre-Michel Forget, Romain Juillard et Simon Chamailé-James.**

Les graphistes et réalisatrices qui ont contribué à l'ergonomie et l'attractivité de ces ressources : **Dorothee Adam, Romain Garouste, Claire Mazard et Mareva Sacoun.**

Les personnes, enseignants et experts qui ont partagé leurs témoignages sur les projets de la partie « Agir » : **Raphaëlle Thiollier et Brigitte Vallet** (projet Oasis), **Éloïse Detcheverry, Sébastien Baron, Mathieu Missonier et Fabrice Teletchea** (projet d'aquaponie), **Bastien Castagneyrol** (« Les Gardes du Corps »), **Sophie Fueyo** (projet Orbis), **Guillaume Chevalier, Élise Lachat, Paul Kopp, Claudia Graziani, Stephane Pax, Claire-Lise Zeller, Caroline Finance, Julie Joffrey, Ikram Lalouch, Béatrice Calderon, Julien Baudry, Stéphanie Demaretz, François Bordier et Emmanuel Baroux** (projet « Climathon ») et **Isis Flores** (« Huertos Challenge » et projet des biodigesteurs et poêles à faible consommation de bois).

Enfin, l'OCE remercie les organismes suivants, dont le soutien scientifique, opérationnel et financier a été essentiel à la production de ces outils pédagogiques. Par ordre alphabétique :

**ADEME, AXA, CASDEN, Dublin City University, Educación en ciencias basada en la indagación (ECBI), Freie Universität Berlin, les Ministères français de l'éducation nationale et de la transition écologique, Fondation pour l'éducation à l'environnement, Innovec, l'équipe de support technique des groupes 1, 2 et 3 du GIEC, Institut Pierre Simon Laplace, Institut de Recherche pour le Développement, Investissements d'avenir, Fondation Ginkgo, Fondation La main à la pâte, Fondation Luciole, Mauritius Institute of Education, Météo France, association Météo et Climat, Fondation Prince Albert II de Monaco, Pôle Régional pour l'Enseignement de la Science et de la Technologie, Siemens Stiftung, Sorbonne-Université et UNESCO.**

# COPYRIGHTS DES IMAGES

Page 8	Lydie Lescarmontier	Page 161	Chandni Navalkha on Mongabay
Page 11	Tom Fisk on Pexels		CNES
Page 12	Patty Jansen on Pixabay		Google Earth
Page 22	Bill Wegener on Unsplash		Grain.org
Page 23	Daian Gan on Unsplash		LandSat
Page 30	Isabelle Aubry		Slpu9945 on iStock
Page 35	Kévin Faix	Page 164	Kim and Drew Westcott for ABC
Page 36	Wikimages on Pixabay	Page 167	Simon Klein
Page 40	Marion on Pixabay	Page 172	Bertconcepts on Flickr
Page 41	Sergey Pesterev on Unsplash	Page 181	Petterik Wiggers for Oxfam
Page 42	Nikolas Noonan on Unsplash	Page 186	Katia Leroy
Page 43	Santa on Pixabay	P. 205, 206	Catherine Broch
Page 44	Bruce Detorres on Flickr	Page 207	La main à la pâte
Page 46	OCE	Page 208	Catherine Broch
Page 72	Académie de Nantes	Page 212	Markuszy on Wikimedia
Page 78	Juliana Amorim on Unsplash		Markus Spiske on Pexels
Page 81	Hilde Demeester on Unsplash		Anders Hellberg
Page 86	Simon Klein		Kai Stachowiak
Page 98	Christopher Michel on Flickr	Page 214	La main à la pâte
Page 103	Isaac Bursey on Pixabay		Véronique Delachienne
	Jörg Vieli on Pixabay	Page 215	La main à la pâte
Page 104	Greg Hume on Wikimedia Commons		Christine Barbier
	Leopold Corey on Wikimedia Commons	Page 219	Hitesh Choudhary on Pexels
Page 105	Christian Tørrisen Bjørn on Wikimedia Commons		Unknown on Trócaire
	Yathin S Krishnappa on Wikimedia Commons		Peter O'Doherty on Trócaire
Page 106	Factumquintus on Wikimedia Commons	Page 220	Trócaire
	Tom Fisk on Pexels		Unknown on Peakpx
Page 107	David Sedlmayer on Wikimedia Commons		Ibar Silva C. on Flickr
	Tamara Gomez	Page 224	Mark Harpur on Unsplash
Page 108	Jonathen Pie on Unsplash		Alfredo Borba on Wikimedia Commons
	Lydie Lescarmontier		Mosa Moneke on Unsplash
Page 109	Nasa	Page 225	Les petits débrouillards
	Strichpunkt on Pixabay		GandolT on Wikimedia Commons
Page 114	Simon Klein		NASA
Page 117	Jonathan Kemper on Unsplash	Page 226	Yaelstav on Wikimedia Commons
Page 123	Jeremy Kemp on Wikipedia		Profmauri on Wikimedia Commons
	R. Henrik Nilsson on Wikimedia Commons		Victoria Kolbert on Wikimedia Commons
Page 139	Isabelle Aubry	Page 227	Melissa.s on Wikimedia Commons
P. 142, 143	Peter Menzel / Cosmos – from the book <i>Hungry Planet: What the World Eats</i>		Silvio Marchini on Fundacaocrystalino
Page 158	Google Earth		EE Eco-schools LCC GO Green Eco Club
	Greenpeace		Loreto College Curepipe, Mauritius
	Perlinkinso on Wikimedia commons	Page 229	La main à la pâte
	Terre-net Média	Page 237	Simon Klein
Page 159	Gica	Page 239	CAUE 75 for Projet OASIS
	Google Earth	Page 241	Guillaume Rech
	Jonas Bendiksen	Page 242	ALB for La1ere
	Lula Farms on Wikimedia commons	P. 244, 245, 246	Isis Flores
Page 160	Co'ox Mayab	Page 248	Bastien Castagneyrol
	Google Earth	Page 250	Sophie Fueyo
	F. Grudet on Wikimedia commons	Page 260	Jeon Sang-O on Pixabay
	Serge Bahuchet & Jean-Marie Betsch		

Nous serions extrêmement reconnaissants  
si vous pouviez prendre un peu de temps  
pour nous faire vos retours sur ce guide.







**Le climat entre nos mains** est une collection de ressources pédagogiques à destination des établissements du primaire et du secondaire, écrite par l'Office for Climate Education et ses partenaires.

**Ce deuxième volume, Changement climatique et terres émergées**, propose des séances clés en main afin de permettre aux élèves de comprendre le rapport entre le changement climatique et les terres émergées d'un point de vue scientifique et social, aux échelles locale et globale. Le développement de la capacité de raisonnement des élèves peut les conduire à agir dans leurs écoles ou leurs communautés, à travers la mise en œuvre de projets d'atténuation ou d'adaptation face au changement climatique.

Comme le GIEC l'a déclaré:

- **Les terres émergées sont notre lieu de vie.**
- **Elles sont sous une pression humaine de plus en plus importante.**
- **Elles font partie de la solution.**
- **Mais elles ne peuvent pas tout résoudre par elles-mêmes.**

Cette ressource :

- Cible les élèves de la fin de l'école primaire jusqu'à la fin du collège (de 9 à 15 ans) ;
- Inclut un éclairage scientifique et pédagogique, des séances, des activités, des fiches ainsi que des ressources externes (vidéos et animations) ;
- Est interdisciplinaire, avec des séances couvrant des disciplines telles que les sciences naturelles, les sciences sociales, les arts plastiques et la philosophie ;
- Promeut les pédagogies actives : démarche d'investigation, jeu de rôle, débat, pédagogie de projet.



UNDER THE AUSPICES OF UNESCO  
AND THE FOUNDATION LA MAIN À LA PÂTE

SOUS L'ÉGIDE DE



Under the auspices of  
**UNESCO**

United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE

Créé en 2018 à l'initiative de la Fondation *La main à la pâte* et de la communauté des sciences du climat, l'Office for Climate Education (OCE) vise à promouvoir l'éducation au changement climatique dans le monde et à accompagner les professeurs. Depuis 2020, l'OCE est un centre placé sous l'égide de l'UNESCO.

MEMBRES FONDATEURS



AVEC LE SOUTIEN DE



ISBN 978-2-491585-11-2



9 782491 585112