

Séquence 3 : Quelles sont les origines du changement climatique ?

Auteurs	: david Wilgenbus(plus d'infos) Nathalie Bois-Masson(plus d'infos) Alain Chomat(plus d'infos)
Résumé	: Identifier l'effet de serre comme origine du changement climatique - Distinguer effet de serre naturel et effet de serre d'origine humaine - Comprendre le fonctionnement d'une serre - Construire une serre et en tester les performances - Comprendre l'analogie serre / effet de serre atmosphérique, et ses limites - Montrer que le gaz carbonique est un gaz à effet de serre - Constater la corrélation entre les émissions de gaz à effet de serre et l'augmentation de la température - Comprendre que les activités humaines sont responsables de l'augmentation de l'effet de serre et donc du changement climatique - Calculer son propre « bilan carbone »
Publication	: 15 Avril 2008

## Séance 5 : Qu'est-ce que l'effet de serre?

Durée	1 heure
Matériel	Pour chaque élève : - deux textes ( <a href="#">fiche 15</a> ) à photocopier
Objectifs	- Identifier l'augmentation de l'effet de serre comme origine du changement climatique ; - Distinguer effet de serre naturel et effet de serre d'origine humaine.
Compétences	Savoir que l'activité humaine peut avoir des conséquences sur les milieux.
Lexique	Effet de serre, gaz carbonique, gaz à effet de serre, atmosphère.

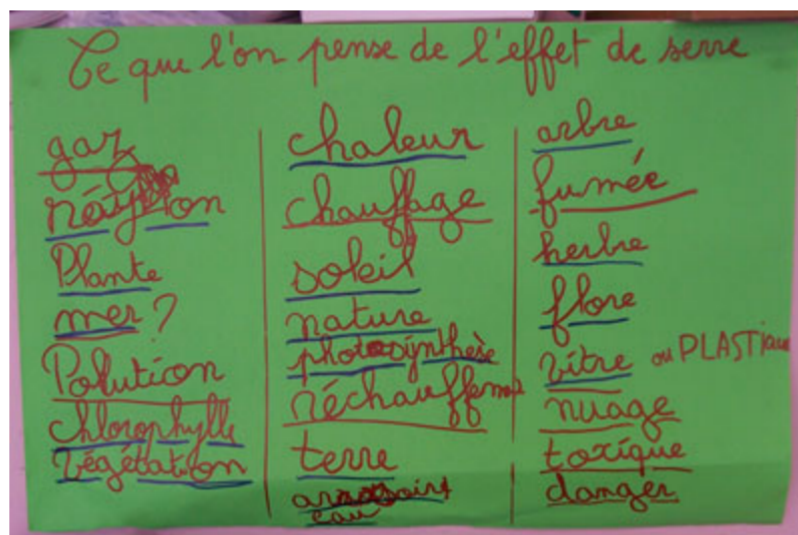
### La question initiale

L'enseignant replace l'activité dans le contexte de ces dernières semaines : *Actuellement, la Terre se réchauffe et nous avons vu que cela avait beaucoup de conséquences sur la nature et sur l'Homme. Nous allons essayer d'expliquer ce phénomène. D'après vous, pourquoi la Terre se réchauffe-t-elle ?*

Il note sur une affiche les propositions des élèves, et relance la classe en devenant plus précis :

*Lorsque je vous dis « effet de serre », à quoi pensez-vous ?*

Des enfants ont certainement entendu parler de « l'effet de serre » mais leurs explications sont confuses. Sur leur cahier d'expériences, les élèves écrivent les mots, les idées, les notions qui leur viennent à l'esprit. Puis l'enseignant interroge les élèves et, à nouveau, note les mots sur une affiche. Les mots attendus sont, par exemple : « serre comme dans les jardins », « serre pour les fleurs », « faire pousser », « protéger », « à l'abri », « chaleur », « humidité », « danger », « pollution », « gaz », « couche d'ozone », etc.



Trace écrite collective (classe de CM1 de Christelle Colombi, Meaux).

Un élève vient classer tous ces mots selon qu'ils lui évoquent quelque chose de plutôt positif ou de plutôt négatif pour la nature et/ou pour l'Homme. L'enseignant questionne alors les élèves sur ce qui se passerait sur la Terre s'il n'y avait pas « l'effet de serre ». Il peut reprendre l'exemple des fleurs que l'horticulteur met dans une serre pour qu'elles poussent alors que la température extérieure est inférieure à 5°C. Grâce à la serre, les fleurs poussent. L'effet de serre permet à l'atmosphère de maintenir une température moyenne de +15°C : sans lui, la température moyenne à la surface de la Terre serait de -18°C (voir étude documentaire ci-dessous).

### Recherche (étude documentaire)

Le premier texte de la fiche 15 est distribué aux élèves pour une lecture individuelle. La consigne est : « Schématisez ce que vous avez compris », l'objectif étant d'arriver à une représentation simplifiée du mécanisme de l'effet de serre.

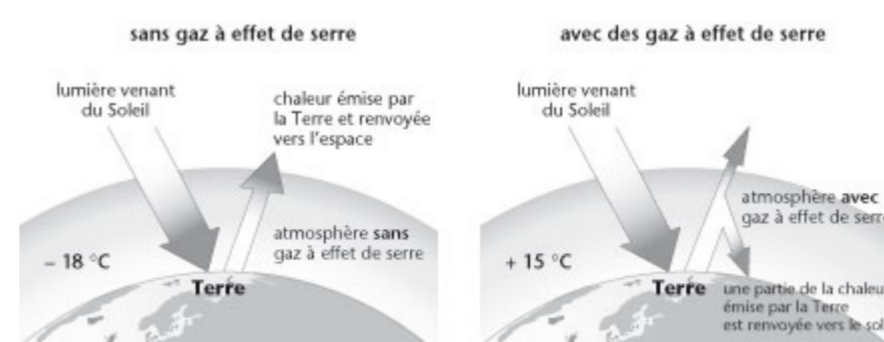


Fiche 15

### Mise en commun – Conclusion collective

Après une quinzaine de minutes, quelques élèves viennent présenter leurs schémas au tableau. Chaque schéma est discuté : *Qu'est-ce que tu as voulu représenter ? Où est la Terre ? Où est l'atmosphère ?*

Petit à petit, un schéma type se construit, par exemple sous cette forme :



#### Notes scientifiques

- Les angles des différentes flèches, sur ce schéma, n'ont aucune signification scientifique : leur rôle est uniquement de faciliter la lecture du schéma.
- Ce schéma est bien sûr très simplifié afin de se focaliser sur l'essentiel pour des élèves de l'école primaire : l'atmosphère (grâce aux gaz à effet de serre) « renvoie » vers le sol une partie de la chaleur émise par la Terre, ce qui la réchauffe. Une description plus « fine » de ce phénomène ainsi qu'un schéma plus complet sont proposés dans l'arrière-plan scientifique.

#### Note pédagogique

Il se peut que certains élèves confondent l'effet de serre et le problème de la couche d'ozone. Explorer la différence entre les deux phénomènes, dans une démarche d'investigation, prend beaucoup de temps. Il est préférable, ici, que le maître explique lui-même cette différence (voir l'arrière-plan scientifique) ou oriente les élèves vers une recherche documentaire. S'il souhaite passer davantage de temps sur cet aspect, il peut s'inspirer du projet « Vivre avec le Soleil » (en ligne sur le site Internet *dé la main à la pâte*), qui permet de traiter du rôle de la couche d'ozone de façon expérimentale.

## Recherche (étude documentaire)

Les élèves étudient alors le second document de la page 15 et listent sur leur cahier d'expériences les aspects positifs et négatifs de l'effet de serre.

## Mise en commun

La classe met en commun les différentes propositions d'effets positifs/négatifs de l'effet de serre, en revenant sur la classification effectuée en début de séance.

## Conclusion et trace écrite

Une conclusion collective prend alors forme. Par exemple :

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

### Notes scientifiques

- Il y a de nombreux gaz à effet de serre : le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) est le principal puisqu'il est responsable de 53 % de l'effet de serre dû à l'homme. Viennent ensuite le méthane (17 %), puis le protoxyde d'azote, les halocarbures, etc. Le gaz carbonique n'est pas le plus puissant des gaz à effet de serre, mais il est, et de loin, celui dont la concentration dans l'atmosphère est la plus élevée.
- Par souci de simplicité, dans cette séance et dans toute la suite du module pédagogique, nous ne parlons que de « gaz à effet de serre » ou de « gaz carbonique », comme si ce gaz était le seul responsable de l'effet de serre (on parle alors en « équivalent carbone »).

### Prolongement multimédia

L'animation interactive « L'effet de serre » explique le mécanisme de l'effet de serre sur la Terre de façon très visuelle, et permet de simuler l'augmentation de la température en fonction de la quantité.

# Séance 5a : Comment fonctionne une serre ?

Durée	1 heure
Matériel	Pour la classe : - une mini-serre, réalisée par l'enseignant ou achetée dans une jardinerie (10 € environ)
Objectifs	Comprendre le fonctionnement d'une serre.
Compétences	- Pratiquer une démarche d'investigation : questionner, savoir observer, formuler une explication possible. - Participer à la conception d'un protocole expérimental.
Lexique	Serre horticole.

### Note pédagogique préalable

- Pourquoi étudier une serre ? Dans les séances précédentes et suivantes, il est question d'« effet de serre » ou de « gaz à effet de serre », et ces dénominations sont issues d'une analogie entre la serre (horticole) et l'atmosphère. Si l'étude de la serre horticole n'est pas indispensable à la compréhension de l'effet de serre (à ce titre, la séance 6 est probablement mieux adaptée), elle permet de mieux comprendre cette terminologie et cette analogie, et elle offre un support concret aux séances, plus abstraites qui suivront. Les séances 5a, 5b, et 5c sont toutes trois optionnelles et consacrées à l'étude et à la réalisation d'une serre.
- Construire directement une serre ou étudier d'abord une serre existante ? Deux options sont possibles dans la classe, et toutes les deux sont aussi fécondes du point de vue de la démarche d'investigation de la part des élèves :
  - étudier une serre existante et utiliser ces observations pour en construire une autre
  - construire une serre à partir des seules informations recueillies dans les séquences précédentes. Dans ce module, nous décrivons la première option (étudier une serre existante) car elle nous paraît à la fois plus facile et plus rapide. La seconde option est parfaitement possible, mais le maître doit s'attendre à devoir y consacrer davantage de temps (5-6 séances), à moins d'avoir affaire à des élèves déjà familiers des serres horticoles, comme cela peut être le cas en milieu rural. Dans le cas contraire, construire une serre sans en avoir jamais vu prend davantage de temps car il faut procéder par essai - erreur. Cette seconde option est décrite brièvement en fin de séance, comme « variante ».

## Préparation de la séance

Le maître fabrique préalablement une mini-serre (ou en achète une dans le commerce, pour environ 10 € dans une jardinerie). Il existe de nombreuses possibilités pour fabriquer une miniserre, à partir d'un gros pot en verre (pot de mayonnaise par exemple), d'un aquarium, d'un saladier en verre, etc. On peut utiliser du plexiglas. L'humidité et l'aération sont des éléments à prendre en compte si on passe à des essais de culture, mais qui peuvent être ignorés dans le cas contraire.

Exemple de serre à fabriquer :



### Note pédagogique :

Plutôt que de fabriquer une serre « de démonstration », le maître peut organiser la visite d'une vraie serre avec sa classe, ou tout simplement montrer des photos de serres horticoles.

### Notes scientifiques

- Il est malheureusement facile de fabriquer une serre sans « effet de serre » ! En effet, dans une « vraie » serre, deux mécanismes sont responsables de la hausse de température :
  - le premier, qui n'a rien à voir avec l'effet de serre, est tout simplement le confinement de l'air. Le seul fait que l'enceinte soit fermée empêche l'air chauffé par le Soleil de sortir et d'être remplacé par de l'air froid, ce qui augmente la température dans la serre ;
  - le second, qui est l'effet de serre proprement dit, est dû au fait que la paroi exposée au soleil laisse passer la lumière visible mais pas les infrarouges. Ainsi, la lumière visible pénètre dans la serre et réchauffe les parois intérieures et le sol (surtout s'ils sont sombres) qui, une fois chauffés, émettent des infrarouges. Ces infrarouges ne peuvent pas quitter la serre car le verre les absorbe : la serre « piège » cette énergie, ce qui augmente la température.
- On voit (trop) souvent des « serres » qui, à la place du verre, utilisent un film de cellophane. Le film de cellophane étant transparent dans le visible et dans l'infrarouge, il ne provoque pas d'effet de serre. Ces « serres » chauffent malgré tout (cf. premier mécanisme, ci-dessus), mais ne peuvent en aucun cas prétendre illustrer l'effet de serre !
- Les matériaux adéquats, transparents dans le visible et (totalement ou partiellement) opaques dans l'infrarouge sont : le verre, le plexiglas et, en général, les autres plastiques rigides « transparents » que l'on trouve autour de nous. Ce sont ceux-là qu'il est préférable d'utiliser ici.
- Il existe des matériaux qui sont, eux, opaques dans la lumière visible et transparents dans l'infrarouge : ce sont des matériaux « anti-effet de serre » (par exemple les sacs-poubelles noirs).

## Découverte de la serre

L'enseignant montre la serre qu'il a préparée, ou achetée, aux élèves et les questionne sur ce dispositif. *Qu'est-ce que c'est ? À quoi ça sert ? Fait-il plus chaud à l'intérieur ou à l'extérieur ? Comment ça marche ?*

## Identification des différents éléments

Les élèves, répartis en petits groupes, dessinent la serre puis en identifient les différentes parties, et à quoi elles servent. Dans une serre, il y a en général :

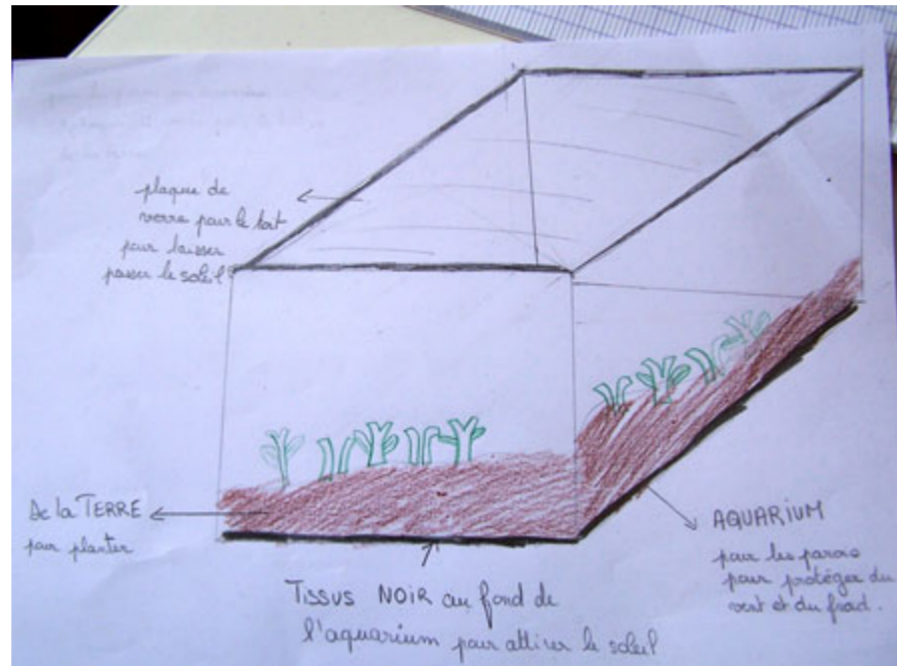
- une paroi « transparente » (voir plus haut), dont le rôle est de laisser passer la lumière du Soleil. Son opacité aux infrarouges n'a pas besoin d'être évoquée avec les élèves ;
- des parois rigides, qui servent à emprisonner l'air de la serre, et qui doivent être suffisamment solides pour résister au vent et pour qu'on puisse manipuler la serre ;
- un fond sur lequel on va poser soit un appareil de mesure (thermomètre), soit des plantes à faire pousser. Ce fond a tout intérêt à être le plus sombre possible pour absorber au maximum l'énergie solaire.

## Mise en commun

La mise en commun se fait au tableau, chaque groupe désignant un rapporteur pour exposer ses idées. L'enseignant veille à ce que chaque désaccord soit débattu avec toute la classe afin de lever les ambiguïtés. Il leur annonce alors qu'ils vont pouvoir, eux aussi, fabriquer une serre à leur façon, c'est-à-dire que leur serre ne sera pas forcément identique à celle qui leur a été présentée. Chaque groupe pourra en réaliser une. La première question qui se pose est : *De quels matériaux aurez-vous besoin ? Si certains matériaux ne sont pas disponibles, par quels matériaux équivalents pouvez-vous les remplacer ?*

## Conception d'une serre

Les élèves, répartis en groupes, doivent donc spécifier les matériaux qu'ils vont utiliser pour remplir toutes les fonctions d'une serre. L'enseignant peut les encourager à utiliser des matériaux non présents dans la classe s'ils peuvent les apporter de chez eux et s'ils ne sont pas dangereux. Les problèmes liés à la mise en œuvre de matériaux peu habituels dans la classe sont à discuter en classe entière. Ils réalisent également un schéma de leur future serre. Si les élèves n'en ont pas tenu compte, le maître attire leur attention sur les dimensions de leur serre (par exemple, elle doit être suffisamment grande pour y placer un thermomètre !).



Classe de CM1 de Christelle Colombi, Meaux.

### Notes pédagogiques :

- Certains enfants voudront peut-être utiliser du film cellophane pour réaliser leur serre. Faut-il les en empêcher, sachant que cette serre ne fonctionnera pas grâce à l'effet de serre (voir la note scientifique en début de séance) ? Non, car la distinction entre les deux types de serre n'est pas à leur portée. De plus, leur « serre » fonctionnera quand même (il y fera plus chaud qu'à l'extérieur), mais simplement moins bien qu'une serre en verre ou en plexiglas.
- Certains élèves peuvent avoir l'idée de réaliser une serre extrêmement simple, mais pourtant très efficace : un saladier en verre retourné et placé sur un fond sombre, ou même un grand pot vide (type pot de mayonnaise)... Dans ce cas, la dimension technologique de l'activité est très réduite, libre au maître alors de refuser ou d'accepter ce type de réalisation.

## Variante

Comme indiqué en début de séance, une autre démarche est possible pour l'étude de la serre : construire une serre avec ses élèves sans modèle. Voici quelques pistes (en remplacement de cette séance et des deux qui suivent) :

- **Étape 1**  
Les élèves recensent tout ce qu'ils savent déjà concernant les climats (ils peuvent mentionner la chaleur, l'humidité, l'ensoleillement, l'influence de ces facteurs sur les paysages...), le changement climatique et l'effet de serre (l'existence et le rôle de l'atmosphère, la différence entre l'effet de serre naturel et celui d'origine humaine, les conséquences du changement climatique...).
- **Étape 2**  
De la même manière, ils recensent ce qu'ils savent à propos des serres (ça permet de faire pousser des fruits et légumes en hiver, c'est un endroit fermé, il y a beaucoup de vitres...). Ils dessinent une serre telle qu'ils l'imaginent (c'est une ébauche plus qu'un dessin mais cela doit permettre, ensuite, de discuter des correspondances possibles entre la Terre et son modèle la serre).
- **Étape 3**  
Après avoir évoqué l'origine de l'expression « effet de serre », la classe tente de comprendre comment une serre horticole peut représenter la Terre et son atmosphère. La surface terrestre est représentée par le sol de la serre, la pluie par l'arrosage, etc. Se pose alors le problème de l'atmosphère : qu'est-ce qui, dans la serre, représente l'atmosphère ? Si les élèves ont déjà vu une serre, ils proposeront une vitre. Sinon, le maître peut les guider en leur demandant : *Quelle matière laisse passer la lumière du Soleil en enfermant un espace au-dessus du sol ?*
- **Étape 4**  
Construction d'une serre, en se posant les questions suivantes :  
- la vitre : quel matériau (verre, plastique...) ?  
- le sol : quel nature ? quelle couleur ?  
- le « contenant » : que mettre à l'intérieur de la serre ?
- **Étape 5**  
Réalisation des différents composants (par groupes).
- **Étape 6**  
Présentation des réalisations et comparaison des performances des différentes serres.

## Séance 5b : Fabrication d'une serre

Durée	1 heure
Matériel	Pour chaque groupe : - le matériel identifié lors de la séance précédente (par exemple, du carton, des élastiques, une plaque de plexiglas, etc.). Pour la classe : - un thermomètre additionnel servant de témoin ; - petit outillage simple : ciseaux, pinces, ruban adhésif, colle...
Objectifs	Construire une serre.
Compétences	Développer des habiletés manuelles et techniques.

## Construction de la serre

Les élèves, répartis en groupes, vérifient qu'ils ont bien tout le matériel nécessaire et construisent leur serre. L'enseignant les guide dans la résolution de certaines difficultés techniques qui pourraient apparaître (comment faire tenir le couvercle, etc.). Il veille également à ce que les dimensions de chaque serre permettent d'y loger un thermomètre de façon à ce qu'on puisse le lire sans le retirer de la serre.

### Note pédagogique

Il peut être utile de constituer une réserve de matériaux pour éviter qu'en cas d'oubli des groupes soient bloqués dans la réalisation de leur serre.

## Mise en commun

Les serres terminées sont posées les unes à côté des autres, dans la classe, et chaque groupe désigne un rapporteur qui vient présenter sa réalisation. Le rapporteur explicite les choix faits, qu'il s'agisse des matériaux ou du schéma de la serre. L'enseignant leur demande : *Comment être certain que toutes ces serres fonctionnent bien ? Y en a-t-il, d'après-vous, qui fonctionnent mieux que d'autres ?*

La classe met alors au point un protocole de test des différentes serres. Il convient d'être attentif à ce que ces tests soient le plus rigoureux possible :

- toutes doivent être testées en même temps et exposées au soleil de la même façon afin que chacune reçoive autant de lumière que les autres ;
- il est nécessaire de mesurer la température régulièrement, par exemple toutes les dix minutes pendant une heure ;
- la mesure de la température doit pouvoir se faire sans avoir à ouvrir ou à déplacer la serre ;

- idéalement, il faut aménager une zone d'ombre dans la serre pour y placer le thermomètre ;
- il faut penser à utiliser un thermomètre témoin (placé à l'ombre) afin de vérifier qu'il fait effectivement plus chaud dans les différentes serres qu'à l'extérieur.

## Traces écrites

Les élèves notent ce protocole de test sur une affiche et dans leur cahier d'expériences, en ajoutant un tableau qui permettra de relever les températures.



Test des différentes serres réalisées (classe de CE2 d'Emmanuel Weiss, Chatenay Malabry).

## Séance 5c : Utilisation de la serre

Durée	1 heure
Matériel	Pour chaque groupe : - les serres construites précédemment ; - un thermomètre. Pour la classe : - un thermomètre témoin.
Objectifs	- Comparer les performances des différentes serres. - Comprendre l'analogie serre / effet de serre atmosphérique et ses limites.
Compétences	Pratiquer une démarche d'investigation : questionner, savoir observer, formuler une explication possible et chercher à la valider.

### Test des serres (expérimentation)

Chaque groupe sort sa serre dans la cour et l'expose comme il a été convenu de le faire lors de la séance précédente. L'exposition prenant du temps (une heure par exemple), les élèves retournent en classe et discutent de l'expérience en cours. Régulièrement (toutes les dix minutes par exemple), un membre de chaque groupe sort mesurer la température de sa serre, qu'il note sur son cahier d'expériences.

#### Note scientifique

Vérifier que les thermomètres soient de bonne qualité et bien calibrés, c'est-à-dire qu'ils affichent la même température avant l'expérience !

L'enseignant questionne les élèves sur l'expérience qu'ils sont en train de réaliser :

*D'après vous, que va-t-il se passer ? Pourquoi cela se passe-t-il ainsi ? Quel rôle joue la paroi en verre (ou en plastique...) ? Quel rapport y a-t-il entre nos serres et l'effet de serre dont on parle à cause du réchauffement climatique ? Dans l'atmosphère, qu'est-ce qui joue le même rôle que la paroi en verre de notre serre ?*

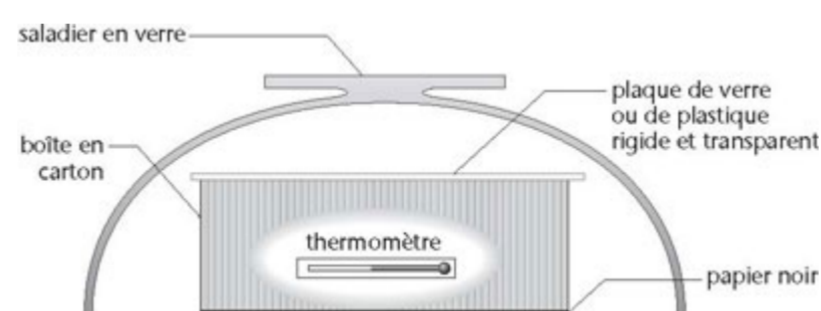
L'objectif est de comprendre progressivement en quoi la serre est un modèle de ce qui se passe dans l'atmosphère : les gaz à effet de serre jouent le même rôle que la paroi en verre (ils laissent passer la lumière visible, qui chauffe le sol, mais empêchent une partie du rayonnement infrarouge émis par le sol de s'échapper dans l'espace).

#### Note scientifique

Il y a une différence importante entre la serre et l'atmosphère : la serre est un milieu clos entouré de parois. Dans l'atmosphère, il n'y a pas de boîte pour retenir les gaz, y compris les gaz à effet de serre : c'est la gravité qui s'en charge. La serre est donc un modèle imparfait de l'effet de serre ; l'analogie a ses limites.

## Mise en commun

On compare les résultats obtenus pour les différentes serres et on discute des raisons qui font que certaines serres sont plus efficaces que d'autres. Afin de vérifier la validité de l'analogie entre la serre et l'atmosphère, l'enseignant peut demander aux élèves : *Que se passe-t-il si, dans l'atmosphère, on rajoute des gaz à effet de serre ?* (La température augmente.) *À quoi cela correspond-il dans nos serres ?* (Augmenter la quantité de gaz à effet de serre correspond, dans notre analogie avec la serre, à rajouter plusieurs parois en verre.) *Dans ce cas, que devrait-il se passer si l'on empilait plusieurs vitres ?* (La température dans la serre doit augmenter.) La classe peut alors vérifier cette hypothèse et empiler plusieurs parois au-dessus d'une serre : à chaque fois que l'on ajoute une vitre, on augmente la température dans la serre « centrale ». Voici un exemple avec une paroi rajoutée au-dessus d'une serre :



#### Note scientifique

Cette expérience n'est valable qu'avec de « vraies » serres (avec des matériaux qui sont transparents dans le visible et opaques dans l'infrarouge).

## Conclusion

La classe élabore alors collectivement une conclusion de ce type : *Dans une serre, il y a une vitre qui sert à laisser passer la lumière du soleil et à piéger la chaleur. Dans l'atmosphère, le gaz carbonique fait exactement la même chose, c'est pourquoi on l'appelle « gaz à effet de serre ». Si l'on ajoute des vitres dans la serre, ou si l'on ajoute des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, la température augmente.*

## Séance 6 (optionnelle) : Comment montrer que le CO2 est un gaz à effet de serre ?

**Avant propos :** Nous déconseillons cette séance, dans la mesure où l'expérience proposée est difficile à mettre en oeuvre. L'effet mesuré est très fin et il est fréquent que de subtiles erreurs de manipulations (inévitables à l'école primaire !) empêchent de le mesurer. La variante 1 est publiée dans l'ouvrage d'origine (*Le climat, ma planète... et moi !*, Le Pommier, 2008), tandis que la variante 2 est une proposition de Jean-Christophe Hortolan (CDDP Charente) & Blaise Viairon (IA Charente). Cette variante 2 est plus facile à mettre en place, mais ne donne pas pour autant de résultats plus marqués.

A moins de disposer d'une source de CO2 plus importante (type "capsule de CO2 comprimé"), la séance suivante, basée sur une étude documentaire, est préférable.

Durée	1 heure + 5 minutes de préparation la veille
-------	--

Matériel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variante 1 <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Pour la classe <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ deux bouteilles de 50cl de cola (ou autre boisson gazeuse de couleur foncée) pleines au départ</li> <li>▪ deux bouteilles de deux litres en plastique transparent, vides</li> <li>▪ deux thermomètres identiques et précis, et qui affichent la même température au départ !</li> <li>▪ une lampe de bureau (équipée d'une ampoule assez puissante : 100 ou 150 W)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Variante 2 <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Pour la classe <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ deux bouteilles de cola de 50cl, pleines au départ</li> <li>▪ deux bouteilles vides de 75 cl en verre blanc, avec un bouchon de type « Cognac » ou « pineau »</li> <li>▪ deux thermomètres identiques et précis (type « vin » ou « viande », et qui affichent la même température au départ !</li> <li>▪ une lampe de bureau (équipée d'une ampoule assez puissante : 100 ou 150 W minimum, éviter les ampoules fluo-compactes)</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
Objectifs	Montrer que le gaz carbonique est un gaz à effet de serre.
Compétences	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pratiquer une démarche d'investigation : questionner, savoir observer, formuler une explication possible et chercher à la valider.</li> <li>- Organiser et représenter des données numériques.</li> <li>- Lire, interpréter et construire quelques représentations : diagrammes, graphiques.</li> </ul>

## La veille : préparation de l'expérience

(Cette expérience est inspirée d'une activité décrite dans l'ouvrage Global Warming : Understanding the Forecast, Teachers Resource Manual, de Carl M. Raab et Jane E. S. Sokolow, New York, American Museum of Natural History, Education Department, 1992.)

### Variante 1

L'enseignant a préparé le montage expérimental suivant :

- couper le haut des deux bouteilles de 2 l vides de façon à obtenir deux récipients identiques de 20 cm de hauteur ;
- tracer un trait à 8 cm du fond sur chacune de ces deux bouteilles vides ;
- percer un petit trou à 5 cm au-dessus de chaque trait, le trou devant être du même diamètre que le thermomètre ;
- placer les deux récipients sous la lampe de bureau (éteinte pour l'instant) à égale distance (20 cm environ) de la lampe ;
- placer les deux bouteilles de soda pleines, non ouvertes, à côté du dispositif. L'enseignant et la classe reviennent ensemble sur les conclusions des séances précédentes. Ce rappel sera bien entendu légèrement différent selon que les séances optionnelles (étude et réalisation d'une serre) auront été menées ou non.

*Dans l'atmosphère, il y a un gaz qui agit comme la vitre de notre serre. Ce gaz s'appelle le « gaz carbonique ». Demain, nous essaierons de le comprendre à l'aide une expérience. Pour cela, j'ai apporté ces bouteilles. De quoi s'agit-il ? Les enfants reconnaissent évidemment le soda en question et l'enseignant les questionne : Qu'est-ce que cette boisson a de particulier ? La discussion s'oriente sur le fait qu'il s'agit d'une boisson gazeuse, qu'il y a des bulles de gaz qui s'échappent du liquide et que ce gaz, justement, c'est du gaz carbonique (affirmation du maître).*

*Demain, pour l'expérience, j'aimerais avoir deux bouteilles de la même boisson, l'une avec du gaz, l'autre sans. Comment faire ? Si cela ne suffit pas pour que les élèves trouvent la réponse, on peut les guider de cette façon : Qu'entendez-vous quand vous ouvrez une bouteille de cola ? Que remarquez-vous ? Que se passe-t-il si on laisse la bouteille ouverte toute la nuit ou si on l'évente ? Réponse : Il n'y aura plus de bulles (donc, plus de gaz). Cela étant dit, l'enseignant ouvre une des deux bouteilles de cola et en verse le contenu dans une des deux bouteilles vides (uniquement jusqu'au trait), de façon à éventer le cola qu'elle contient pendant la nuit. Pour plus d'efficacité, il peut éventer manuellement le cola en le remuant à l'aide d'une cuillère par exemple. L'autre bouteille de soda reste fermée. Toutes les bouteilles doivent rester à la température de la pièce.*

### Variante 2

L'enseignant a préparé le montage expérimental suivant :

- placer les deux bouteilles en verre sous la lampe de bureau (éteinte pour l'instant) à égale distance (20 cm environ) de la lampe ;
- placer les deux bouteilles de soda pleines, non ouvertes, à côté du dispositif. L'enseignant et la classe reviennent ensemble sur les conclusions des séances précédentes. Ce rappel sera bien entendu légèrement différent selon que les séances optionnelles (étude et réalisation d'une serre) auront été menées ou non.

*Dans l'atmosphère, il y a un gaz qui agit comme la vitre de notre serre. Ce gaz s'appelle le « gaz carbonique ». Demain, nous essaierons de le comprendre à l'aide une expérience. Pour cela, j'ai apporté ces bouteilles. De quoi s'agit-il ? Les enfants reconnaissent évidemment le soda en question et l'enseignant les questionne : Qu'est-ce que cette boisson a de particulier ? La discussion s'oriente sur le fait qu'il s'agit d'une boisson gazeuse, qu'il y a des bulles de gaz qui s'échappent du liquide et que ce gaz, justement, c'est du gaz carbonique (affirmation du maître).*

*Demain, pour l'expérience, j'aimerais avoir deux bouteilles de la même boisson, l'une avec du gaz, l'autre sans. Comment faire ? Si cela ne suffit pas pour que les élèves trouvent la réponse, on peut les guider de cette façon : Qu'entendez-vous quand vous ouvrez une bouteille de cola ? Que remarquez-vous ? Que se passe-t-il si on laisse la bouteille ouverte toute la nuit ou si on l'évente ? Réponse : Il n'y aura plus de bulles (donc, plus de gaz). Cela étant dit, l'enseignant ouvre une des deux bouteilles de cola et en verse le contenu dans une des deux bouteilles en verre, de façon à éventer le cola qu'elle contient pendant la nuit. Cette bouteille doit donc rester ouverte. Pour plus d'efficacité, il peut éventer manuellement le cola en le remuant à l'aide d'une cuillère par exemple. L'autre bouteille de soda reste fermée. Toutes les bouteilles doivent rester à la température de la pièce.*

## Le jour J : expérimentation

### Variante 1

L'enseignant réalise le montage expérimental en versant du cola non éventé dans l'autre bouteille de 2 litres jusqu'au trait. Précaution : incliner le récipient et laisser couler le liquide le long de la paroi pour éviter un début rapide de dégazage. Les deux récipients de 2 litres, l'un contenant du cola éventé, l'autre du cola non éventé, sont placés sous la lampe (éteinte pour le moment), avec deux thermomètres posés sur la table. Tout au long de la séance, les élèves auront à noter ce qu'ils observent dans leur cahier d'expériences. Le maître demande alors aux élèves d'expliquer le principe de l'expérience présentée. Il s'agit de noter l'évolution de la température dans chaque récipient et de voir si le gaz échappé du cola a une influence ou pas sur la température. Il suffit d'attendre trente minutes pour que le gaz carbonique quitte le cola non éventé et remplisse le récipient.

#### Note scientifique

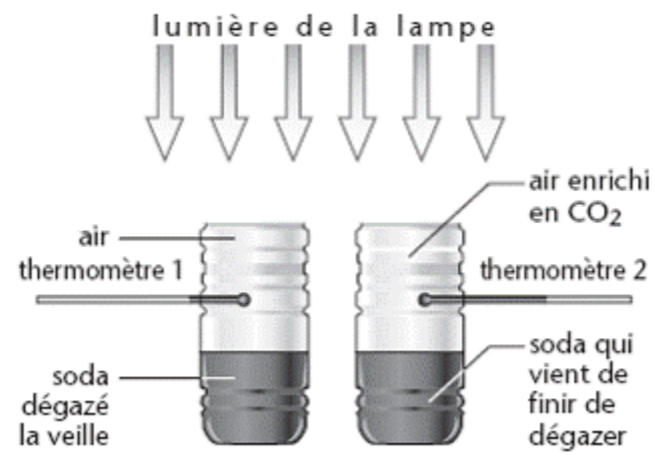
Le gaz carbonique étant plus dense que l'air, il va rester un moment dans le récipient. Si l'on attend trop longtemps cependant, il va diffuser dans toute la pièce.

Pendant les trente minutes d'attente, les élèves préparent le compte-rendu de l'expérience dans leur cahier, en faisant un premier schéma :

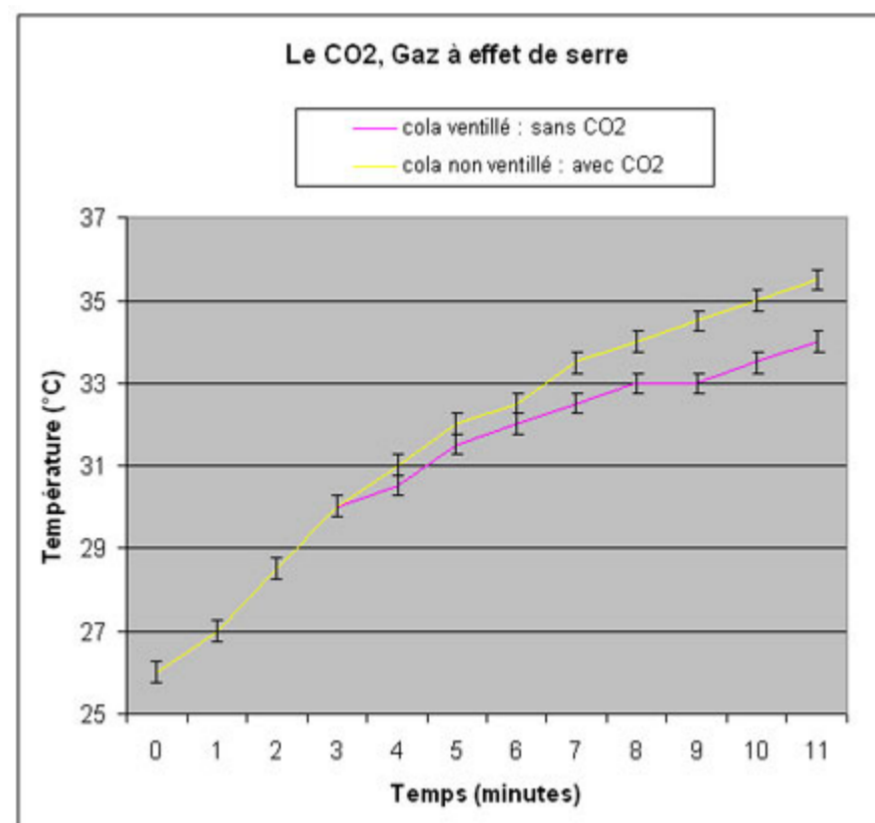


Le maître veille à ce que chacun comprenne l'intérêt du dispositif, qui réside dans l'analogie que l'on fait avec l'atmosphère. Ici, l'atmosphère riche en gaz à effet de serre est représentée par l'air enrichi par le contenu des bulles du soda (ce contenu est du CO<sub>2</sub>). Le soda lui-même représente la Terre ou les océans, et la lampe représente le Soleil.

Au bout de 30 minutes, l'air contenu dans un des récipients est enrichi en gaz carbonique, et l'autre non. On introduit les deux thermomètres dans les trous prévus pour cela, et on allume la lampe.



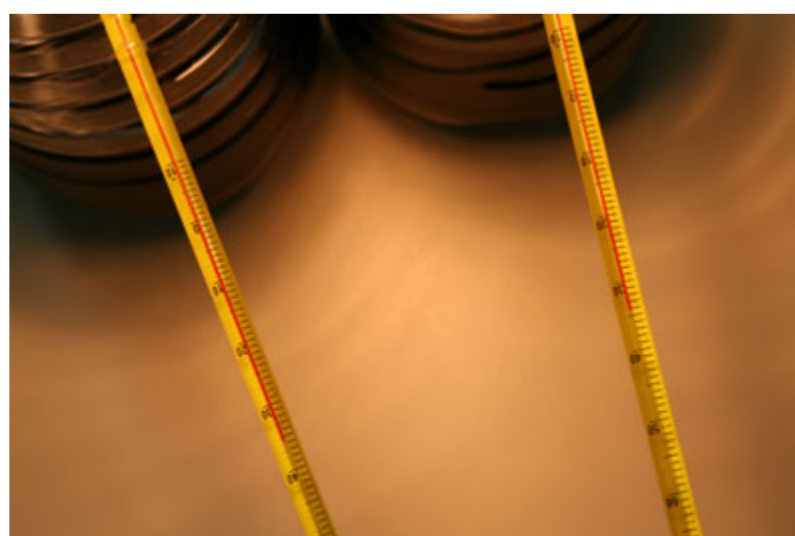
On relève la température dans les deux récipients toutes les minutes pendant dix minutes et on la reporte dans un tableau, puis sous forme de graphique. On constate que la température est plus élevée dans le récipient dont l' « atmosphère » est enrichie en gaz carbonique (écart attendu : environ 1°C).



		temps (min)											
Température (°C)	Cola ventilé (sans CO <sub>2</sub> )	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Cola ventilé (avec CO <sub>2</sub> )	26	27	28.5	30	31	32	32.5	33.5	34	34.5	35

#### Notes scienti?ques

- La lecture de la température doit être faite « bien en face » du thermomètre pour éviter au maximum les erreurs de parallaxe. Les thermomètres doivent être précis car l'écart de température à mesurer est faible.
- Il est important d'attendre trente minutes que le cola ait dégazé avant d'introduire le thermomètre, sans quoi celui-ci risquerait d'être éclaboussé (à cause des bulles qui éclatent) et cela fausserait la mesure de température. Pendant la phase de dégazage, on peut recouvrir la bouteille d'un papier cellophane (cela évitera que le gaz carbonique ne diffuse dans la pièce). Bien sûr, il faut retirer le papier cellophane avant d'allumer la lampe !
- Pourquoi arrêter la mesure de la température au bout de dix minutes ? Tout simplement car le CO<sub>2</sub> se réchauffe sous l'action de la lampe et que, devenu plus chaud, il va s'élever et quitter le récipient.
- Pour cette même raison, il ne faut pas toucher à la bouteille en train de dégazer (des secousses pourraient créer de la turbulence et accélérer la dispersion du CO<sub>2</sub> hors du récipient).
- Quand les thermomètres affichent une différence de 1,5°C (au bout de onze minutes), il est temps d'arrêter les relevés de température. Si l'on continue, l'écart de température va diminuer progressivement car le gaz carbonique s'échappe de la bouteille.



La variante 2 se déroule de la même manière, sauf qu'on commence par introduire un thermomètre au travers de chacun des bouchons des bouteilles en verre (les percer au préalable) de façon à obtenir une fermeture hermétique.



On remplit alors la deuxième bouteille en verre avec le contenu de la nouvelle bouteille de 50cl de cola (celle qui était restée fermée). On bouche les deux bouteilles en verre et on les place sous une forte lampe : selon la puissance de celle-ci, la différence de température apparaît au bout de 10 à 20 minutes (2 à 3°C d'écart).

Si le montage est bien hermétique, le CO<sub>2</sub> reste dans la bouteille et on peut prolonger l'expérience pendant plusieurs heures : l'écart de température est alors plus marqué. Cette expérience est plus facile à réaliser que dans la variante 1, dans la mesure où le CO<sub>2</sub> ne quitte pas la bouteille : la concentration étant plus élevée, l'effet de serre est plus marqué. De plus, on n'a plus besoin de prendre des précautions particulières (ne pas toucher la table pour éviter de faire des turbulences et ainsi perdre le CO<sub>2</sub>).

### Conclusion collective

Après la lecture des relevés de température, la classe constate que l'air enrichi en CO<sub>2</sub> s'est davantage réchauffé que l'air « pauvre » en CO<sub>2</sub>. L'analogie avec l'atmosphère peut alors être faite *Plus l'atmosphère contient de gaz carbonique, plus elle se réchauffe. Le gaz carbonique est bien un gaz à effet de serre.*

Cette conclusion est notée sur le cahier d'expériences, accompagnée d'un schéma. Ce constat sera à nouveau confirmé, et complété, lors de la séance suivante, au cours de laquelle les élèves constateront les corrélations entre la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère et la température moyenne sur la Terre depuis mille ans.

### Variante 3

Cette séance peut être menée « dans l'autre sens » : plutôt que de demander aux élèves en quoi consiste l'expérience, le maître peut la réaliser sans rien expliquer, constater la différence de température avec les enfants... et leur demander d'interpréter ce résultat : *Quelle est la différence entre les deux récipients ? Qu'est-ce que ça change d'avoir du cola éventé ?* L'objectif est d'arriver à la conclusion : plus il y a de CO<sub>2</sub>, plus la température augmente.

## Séance 7 : En quoi l'homme est-il responsable du réchauffement ?

Durée	1 heure
Matériel	Pour chaque élève : - un document composé de deux tableaux et deux graphiques ( <a href="#">fiche 16</a> ) à photocopier
Objectifs	- Constater la corrélation entre les émissions de gaz à effet de serre et l'augmentation de la température ; - Comprendre que les activités humaines sont responsables de l'augmentation de l'effet de serre et donc du changement climatique.
Compétences	- Traiter une information complexe comprenant du texte, des images, des schémas, des tableaux... - Lire, interpréter et construire quelques représentations : diagrammes, graphiques - Prendre en considération les progrès techniques, les transformations économiques et sociales ; - Savoir que l'activité humaine peut avoir des conséquences sur les milieux.
Lexique	Révolution industrielle.

### La question initiale

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

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

### Recherche (étude documentaire)

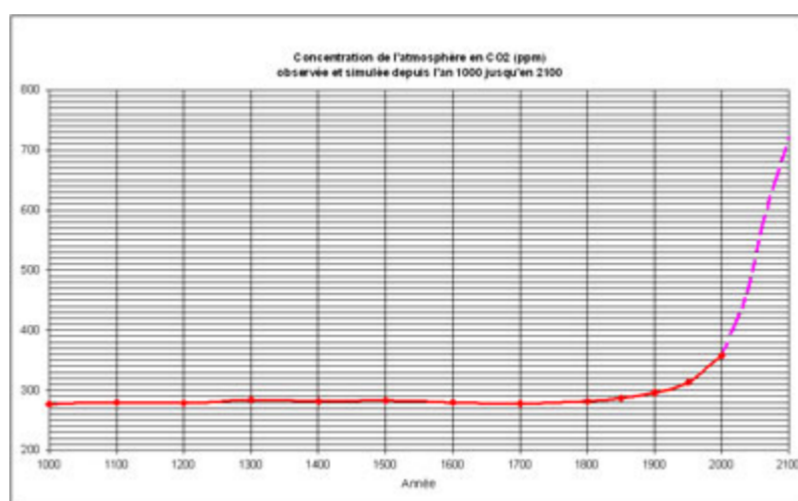
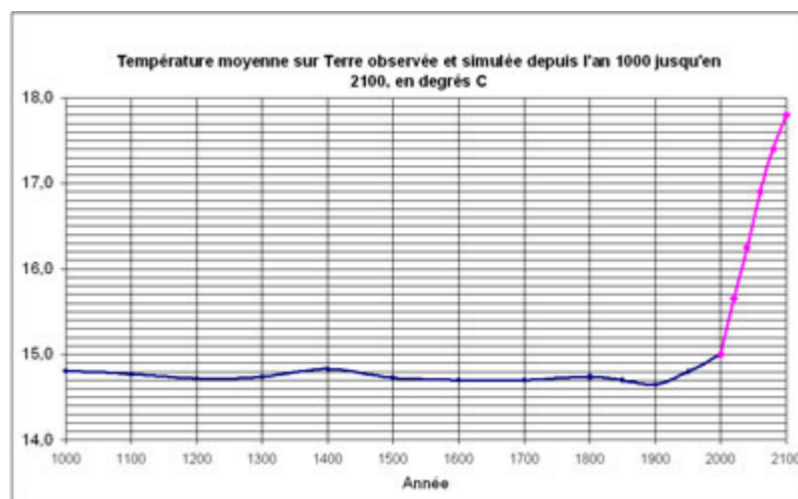
<p>Fiche 16</p>	<p>L'enseignant distribue à chaque élève une photocopie de la <a href="#">fiche 16</a>, qui comporte deux tableaux et deux graphiques vierges. La moitié des élèves travaille sur l'évolution de la température moyenne depuis mille ans (haut de la fiche), tandis que l'autre moitié travaille sur l'évolution de la concentration en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère depuis mille ans (bas de la fiche).</p> <p>Ils doivent chacun construire la courbe qui montre l'évolution de la température ou du CO<sub>2</sub> depuis l'an 1000 jusqu'à aujourd'hui (données mesurées) et même jusqu'à 2100 (données simulées).</p> <p>L'enseignant peut faire remarquer aux élèves que les données présentées dans ces tableaux n'ont pas toutes le même statut : certaines sont des mesures directes, d'autres ont été déduites d'analyses a posteriori, et d'autres encore sont des prévisions basées sur des modèles climatiques.</p>
-----------------	--

### Note pédagogique

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

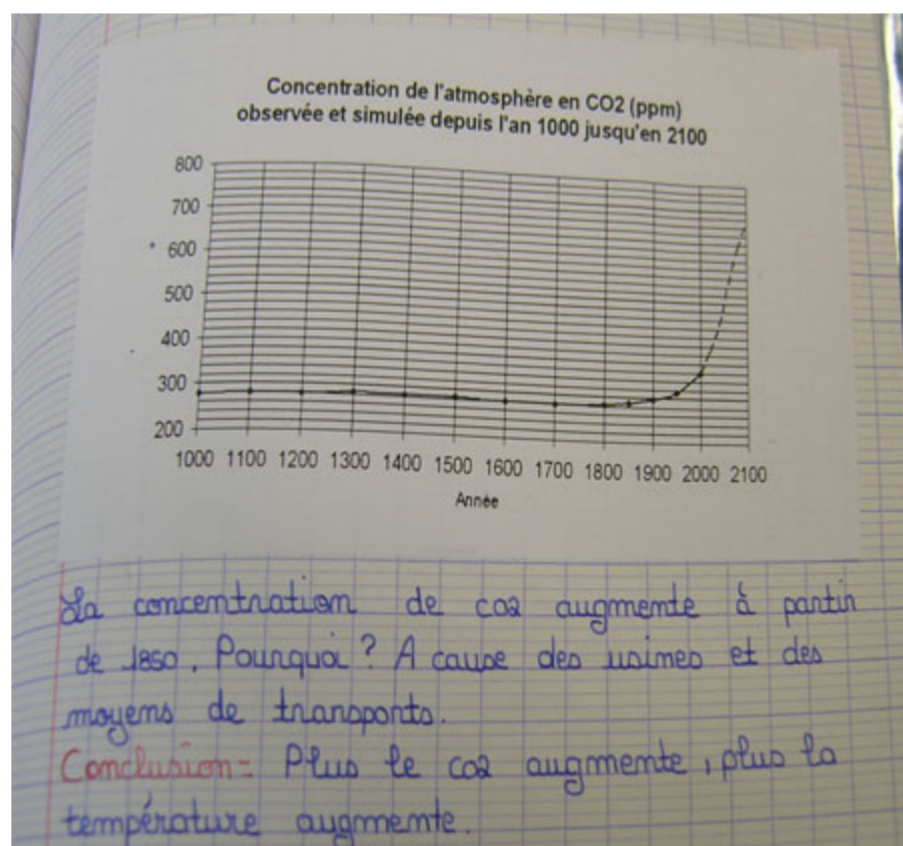
## Mise en commun

Plusieurs élèves viennent afficher leur courbe de température ou de CO<sub>2</sub> au tableau et la discussion s'engage sur la forme de ces deux courbes. Très facilement, les élèves constatent que les deux courbes sont semblables (elles « s'emboîtent ») : une augmentation du taux de gaz carbonique dans l'atmosphère s'accompagne d'une augmentation de la température moyenne sur la Terre.



En soi, le fait que les deux valeurs (température et concentration en gaz à effet de serre) soient corrélées ne prouve pas que l'une soit la cause de l'autre. À l'école primaire, nous nous contenterons cependant de cette observation, car les mécanismes physiques et les modèles sont hors de portée des élèves. Cette observation apparaît ici comme une confirmation de ce qui a été vu à la séance précédente : le CO<sub>2</sub> est bien un gaz à effet de serre : plus il y en a dans l'atmosphère, plus celle-ci se réchauffe.

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



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

### Note scientifique :

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

### Prolongement

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

### Prolongement multimédia

L'animation interactive « Le cycle du carbone » montre les différents mécanismes, naturels ou artificiels, qui émettent du carbone ou l'absorbent. Cette animation peut être utilisée pour montrer que la quantité de gaz carbonique dans l'atmosphère est le fruit d'un équilibre. Si l'homme perturbe cet équilibre (en produisant plus qu'il n'élimine de gaz carbonique), il augmente la quantité de gaz carbonique dans l'atmosphère... et cause ainsi un effet de serre artificiel responsable du changement climatique.

## Séance 8 : Bilan carbone : consommons-nous trop d'énergie ?

Durée	1 heure
Matériel	Pour chaque groupe : - un ordinateur connecté à Internet (si cela n'est pas possible, distribuer à chaque élève une photocopie du quiz de la <a href="#">fiche 17</a> ) ; - une affiche (format A3).
Objectifs	- Prendre conscience de l'impact de notre comportement et de notre niveau de vie sur le changement climatique. - Estimer son propre « bilan carbone ».
Compétences	- Savoir que l'activité humaine peut avoir des conséquences sur les milieux. - Connaître les différentes formes d'énergie utilisables et leur nécessité pour le chauffage, l'éclairage, et la mise en mouvement.
Lexique	Énergie, bilan carbone.

### Avertissement



## Addons

Cette séance consiste à calculer son « bilan carbone », c'est-à-dire la quantité de gaz à effet de serre (en équivalent carbone) que chacun d'entre nous émet en raison de son mode de vie. Trois approches sont possibles :

- interroger les enfants (ou les familles) sur leur mode de vie (quels appareils électroménagers ils utilisent, quels modes de transport, et avec quelle fréquence, etc.) et, à partir de leurs réponses, calculer la quantité de gaz à effet de serre correspondante. Ces calculs, faits « à la main » dans la classe, peuvent être fastidieux ;
- utiliser un logiciel sur Internet (formulaire interactif) qui permet aux élèves de répondre aux mêmes questions et qui calcule directement, et automatiquement, l'impact écologique correspondant ;
- utiliser un quiz, dont les questions sont similaires, mais qui ne donne pas de résultat quantitatif (le résultat est un nombre de points). L'approche retenue pour cette séance est la seconde, c'est pourquoi il est nécessaire d'avoir un ordinateur (ou, idéalement, plusieurs) connecté à Internet dans la classe. L'animation interactive utilisée permet de faire le lien entre les modes de vie au quotidien et les émissions de gaz à effet de serre correspondantes. Plus qu'une animation, c'est un véritable outil de simulation, puisque l'enfant peut « expérimenter », revenir en arrière, changer certaines de ses réponses et visualiser directement les conséquences sur l'environnement. S'il n'est pas possible d'utiliser cette animation (pas d'ordinateur ou de connexion Internet), nous proposons un quiz qui peut être utilisé en classe.

### Note pédagogique

Le maître peut calculer son propre « bilan carbone » avant la séance, ce qui lui permet de prendre connaissance des questions qui seront posées aux élèves, d'en juger la pertinence, et de leur donner ces questions à l'avance si elles nécessitent un temps de préparation ou une réponse des familles.

## Recherche (calcul de son « bilan carbone »)

Après une éventuelle préparation en famille, les élèves sont répartis en petits groupes et disposent (pour chaque groupe) d'un ordinateur connecté à Internet. Ils vont sur le site Internet du projet et choisissent l'animation interactive « [Bilan carbone - Teste tes habitudes](#) » (dans l'espace élève).



Capture d'écran du questionnaire interactif. Le questionnaire est divisé en plusieurs pages, chacune traitant d'un thème particulier (sur cet exemple, les transports quotidiens de l'enfant pour aller à l'école).

Chacun à leur tour, ils remplissent le formulaire et notent leur « bilan carbone », qui s'exprime en « tonne équivalent carbone ». Ils peuvent également comparer leur propre « bilan carbone » avec ceux des habitants de différents pays. Lorsque chaque élève a calculé son « bilan carbone », le maître peut proposer, sous forme de dé?, de revenir sur ce questionnaire et de répondre de façon à avoir le « bilan carbone » le plus faible possible.

## Mise en commun

Le « bilan carbone » des élèves est discuté collectivement, la discussion portant sur le fait que certaines activités ont pour conséquence une consommation supplémentaire d'énergie. Celui qui a réalisé le meilleur « bilan carbone » explique ses réponses aux autres. Le maître compare alors le bilan carbone « moyen » des élèves de la classe, avec le bilan carbone moyen d'un Européen, d'un Nord-Américain, d'un Africain ou d'un Chinois (ci-dessous). Il interpelle ses élèves : *D'après vous, pourquoi y a-t-il une si grande différence d'un pays à l'autre ?* et lance ainsi une discussion collective portant sur les niveaux de vie dans les différentes régions du monde et sur l'importance de l'énergie dans notre vie quotidienne.

*A-t-on vraiment besoin de dépenser autant d'énergie ? Peut-on vivre confortablement tout en limitant notre bilan carbone ? À votre avis, que devrions-nous changer dans notre mode de vie pour limiter le changement climatique ?*

Il peut alors ouvrir le débat à l'évocation du rôle de l'industrie, de l'agriculture, et, d'une façon plus générale, de la collectivité : *Sommes-nous les seuls responsables ? Qui d'autre, dans nos sociétés, consomme beaucoup d'énergie ?*



À la fin du questionnaire, un écran permet de comparer son bilan carbone avec ceux d'autres pays.

## Conclusion collective

Le maître note les réponses des enfants sur une affiche, qui servira lors des séances suivantes. La classe rédige alors une conclusion qui peut être du type :

*Notre comportement est en partie responsable du changement climatique. Pour lutter contre l'effet de serre, il faut économiser l'énergie. Par exemple, en faisant : ... [liste des pistes évoquées par les élèves].*

Les élèves notent cette conclusion sur leur cahier d'expériences.

## Variante : quiz à faire en classe

Une autre façon de mener cette séance est de proposer un quiz à chaque élève ([?che 17](#), à photocopier). Ce quiz ne requiert pas d'ordinateur, mais, revers de la médaille, ne donne pas de résultat quantitatif et ne permet pas de faire des simulations. C'est une solution « de secours ».



### Prolongements

Afin de rendre plus concrète la notion de consommation d'énergie, la classe peut se livrer à un petit exercice très parlant : il s'agit pour les enfants de relever chaque jour, pendant une semaine, la consommation d'énergie chez eux, en relevant les compteurs d'électricité et/ou de gaz s'ils sont facilement accessibles ; et de faire la même chose dans l'école. Au bout d'une semaine, toutes ces données sont comparées, en prenant bien soin de diviser à chaque fois la consommation d'un foyer ou de l'école par le nombre de personnes qui y vivent / travaillent. On peut également étudier les relevés de consommation de gaz et d'électricité des factures EDF/GDF.

Voir Aussi  
Aucun résultat

Du même auteur

[The Office for Climate Education soon hosted by La main à la...](#)  
29/01/18

[L'Office for Climate Education bientôt abrité par la Fondati...](#)  
16/01/18

[Quand la Terre gronde](#)  
02/06/16

[1,2,3... codez !](#)

02/06/16

[Je suis écomobile !](#)

02/06/16

Commentaires

Aucun commentaire

Source URL: <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/14373/sequence-3-queelles-sont-les-origines-du-changement-climatique>