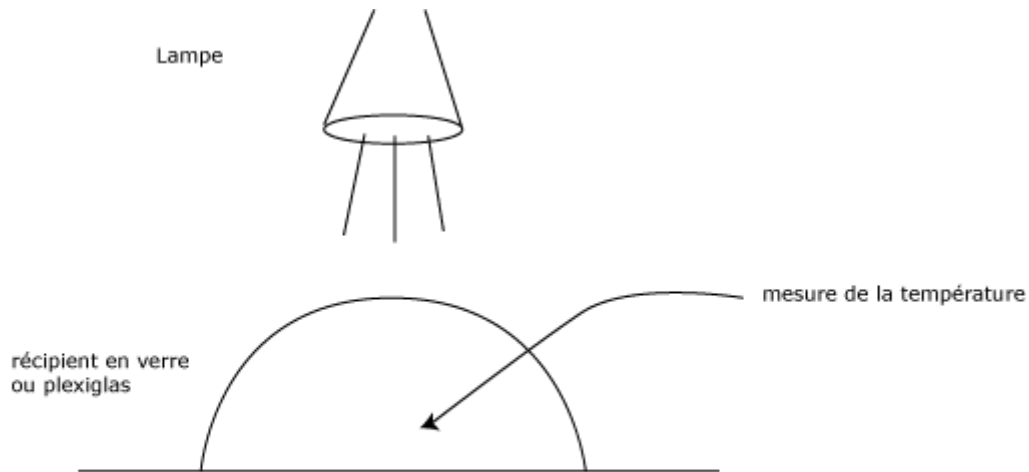


**Voici une activité pour introduire le changement climatique : réalisation d'un modèle expérimentale pour comprendre les phénomènes impliqués dans la régulation de la température à la surface de la Terre.**

**Travail sur un modèle expérimental**

Le montage suivant est un modèle expérimental sommaire de la régulation de la température à la surface de la Terre.



**Défi : comment changer la température à l'intérieur du récipient ?**

La lampe représente le Soleil, le sol, la surface de la Terre et le récipient les gaz à effet de serre (mais non l'atmosphère). Le récipient représente les gaz à effet de serre car le verre ou le plexiglas ont les mêmes propriétés de transparence et d'absorption vis-à-vis de la lumière : ils sont transparents à la lumière visible mais opaque aux rayons infrarouges (ce montage permet aussi d'illustrer l'origine du nom "effet de serre", car nous créons ainsi une serre).

**Matériel**

- récipients transparents (en verre ou plexiglas), dont certains sont emboîtables
- thermomètres
- sols de différentes couleurs : feuilles de papier blanches, noires ou terre, sable clair et foncé...
- lampes de bureau

**Durée**

- deux heures pour laisser aux élèves le temps d'expérimenter

**Âges**

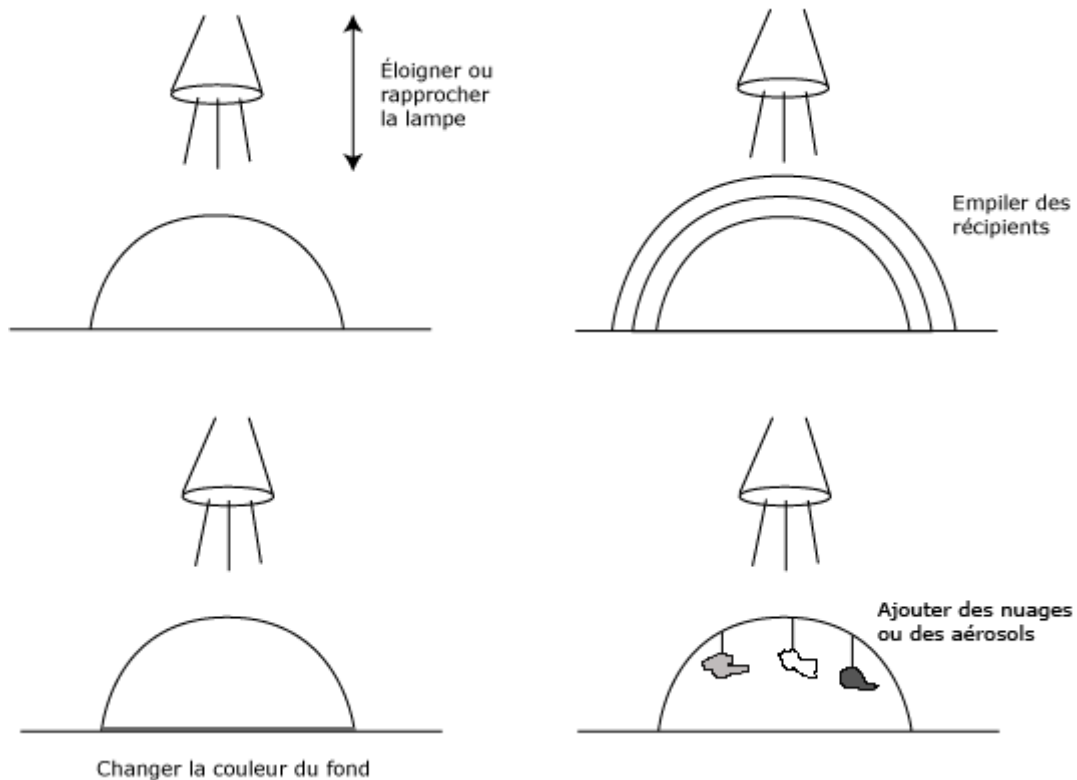
- Collèges et lycées

### Déroulement de la séance

Poser un **défi** aux élèves : comment changer la température à l'intérieur du récipient, tout en gardant à l'esprit des solutions réalistes. Par exemple, le fait d'éteindre la lampe fera sans doute descendre la température, mais on n'envisage pas, pour le moment, une extinction du Soleil.

On peut poser aussi un **défi plus précis** : augmenter la température de 1 degré en proposant des solutions différentes. Ceci est intéressant car il induit que des phénomènes différents peuvent avoir des résultats identiques, la température à la surface de la Terre a pu varier à cause de processus différents, ce qui est vrai.

Voici les solutions possibles, mais il peut être bien de laisser les élèves les trouver tout seul.



- Éloigner ou rapprocher la lampe consiste aux cas où la Terre s'éloigne plus ou moins du Soleil (selon sa trajectoire) ou aux périodes où le Soleil est plus ou moins puissant. Si un élève suggère de changer la puissance de la lampe, cela peut être accepté et correspond au même phénomène.
- Empiler des récipients n'est pas intuitif. Cela correspond à une augmentation de la concentration des gaz à effet de serre. Il est alors intéressant de mettre un thermomètre entre chaque récipient car on verra alors qu'un gradient de température se crée, comme dans l'atmosphère (dans la troposphère).
- Changer la couleur de fond n'est pas aussi très intuitif. Cela correspond aux changements de la couleur moyenne de l'atmosphère (présence différente de nuages) ou de la surface terrestre (la fonte des glaces entraîne un assombrissement de la couleur moyenne de la surface de la Terre, la perte de la biosphère ou une augmentation des déserts un éclaircissement).
- Ajouter des nuages ou des aérosols est intéressant car les résultats sont imprévisibles. Et il est à noter que les nuages et les aérosols sont justement les grands inconnus des modèles de prévision du changement climatique.

## Comment se font les mesures ?

Le problème de cette expérimentation est que la température, sous le ou les récipients, met du temps à se stabiliser (plus de 20 minutes). Ceci signifie qu'il faille soit attendre la stabilisation pour avoir des températures comparables, soit lancer les expériences avec des conditions initiales de température égale et dans ce cas bien noter la cinétique du phénomène. La deuxième solution est plus facile à réaliser en classe et permet de voir rapidement des différences de températures (entre 2 et 5 minutes).

## **Quelques exemples**

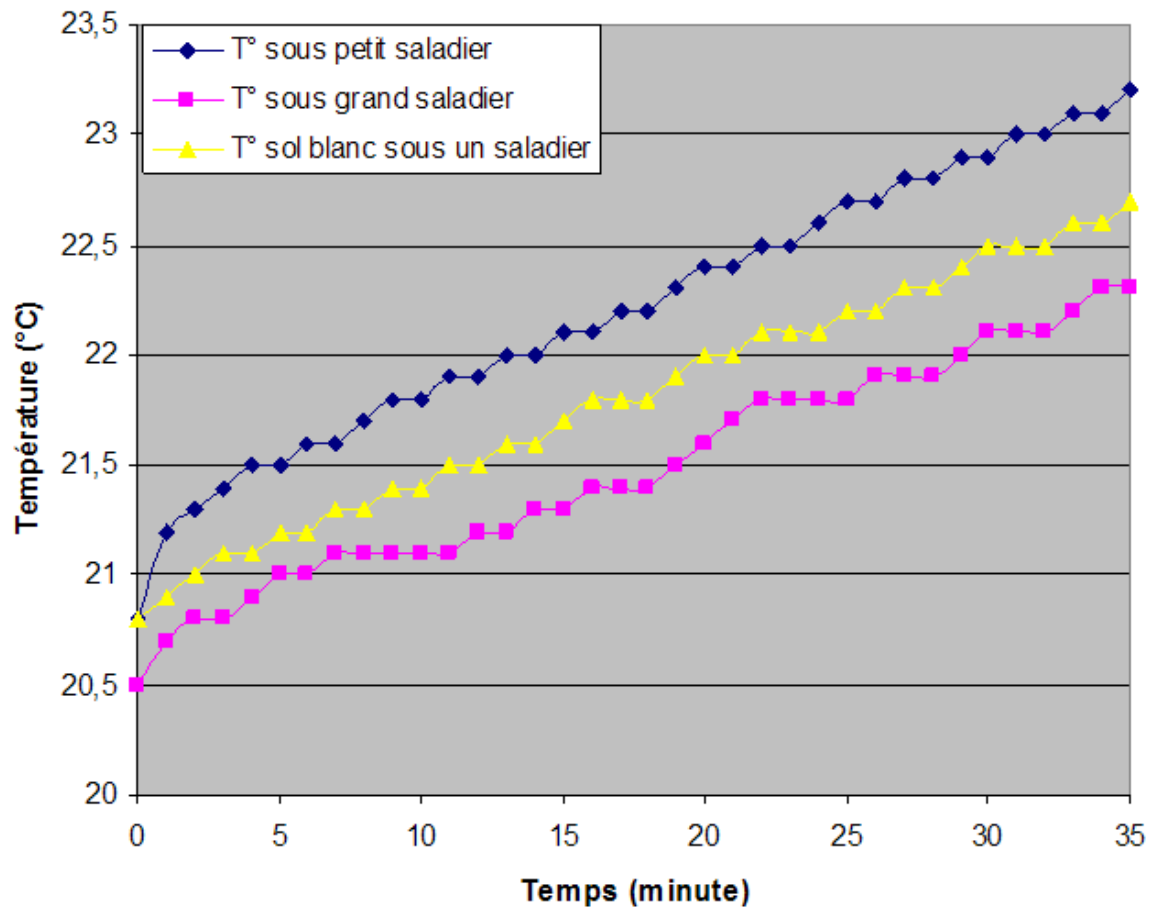
Il s'agit d'un travail réalisé par une classe de seconde au lycée de Vilgenis, Massy, en Essonne, pendant un TP de SVT, en deux fois une heure trente (temps compris dans la prise de photos et la réalisation d'affiches). Nous avons plutôt décidé de noter la cinétique de l'élévation de température, car nous n'avons pas assez de temps pour attendre une stabilisation de la température.

### 1) augmentation de la concentration en gaz à effet de serre



*Modèle expérimental : les élèves ont choisi de mettre deux récipients en verre emboîtés. La température est mesurée sous les deux récipients mais aussi entre les deux.*

### Variation de la température de surface en fonction du temps

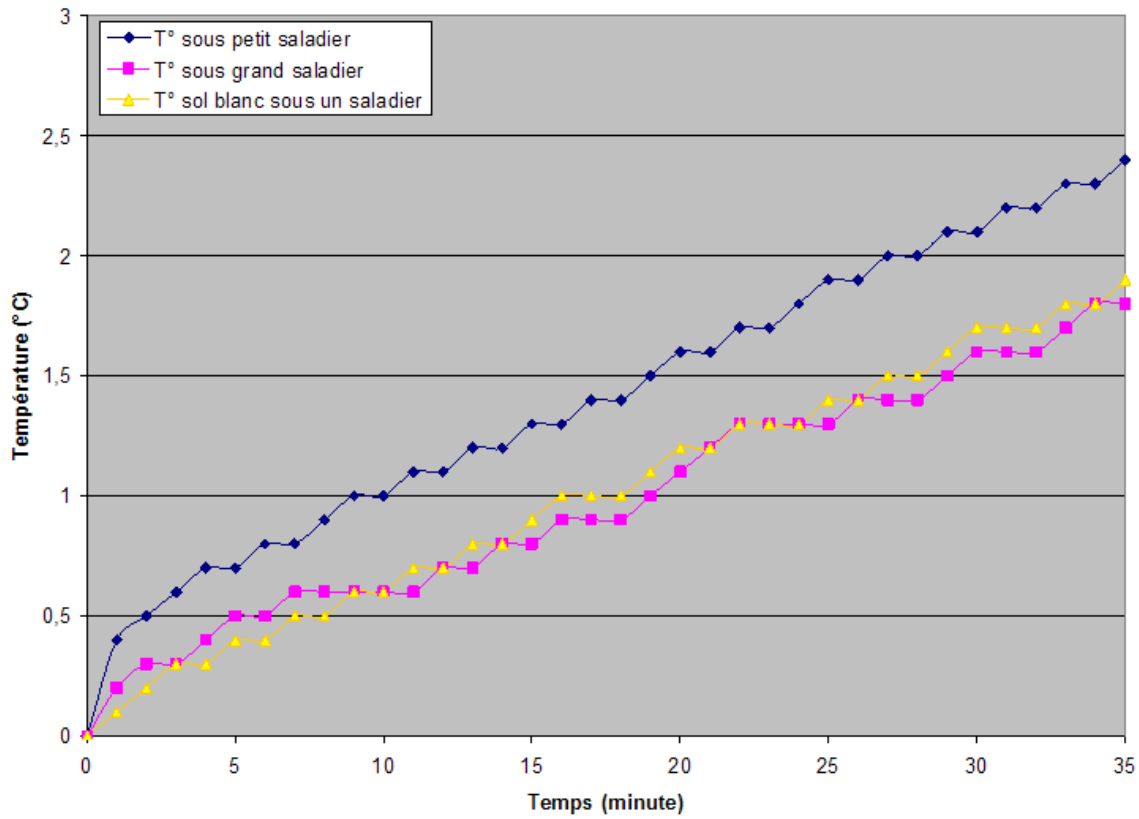


#### Résultats bruts :

- Courbe jaune : température sous un seul saladier, expérience témoin
- Courbe bleue : température sous deux récipients en verre (correspond à une situation où la concentration en gaz à effet de serre est plus importante)
- Courbe rose : température entre les deux récipients de verre (correspond à la température prise au milieu de la troposphère).

On remarque que les températures différaient au début de l'expérimentation. Pour des résultats plus comparables, les élèves ont réalisé un graphe montrant l'élévation de température par rapport au début de l'expérience (graphe ci-dessous).

Élévation de température par rapport à la température de départ en fonction du temps



Élévation de la température, par rapport aux conditions initiales, en fonction du temps

- Courbe jaune : température sous un seul saladier, expérience témoin.
- Courbe bleue : température sous deux récipients en verre (correspond à une situation où la concentration en gaz à effet de serre est plus importante).
- Courbe rose : température entre les deux récipients de verre (correspond à la température prise au milieu de la troposphère).

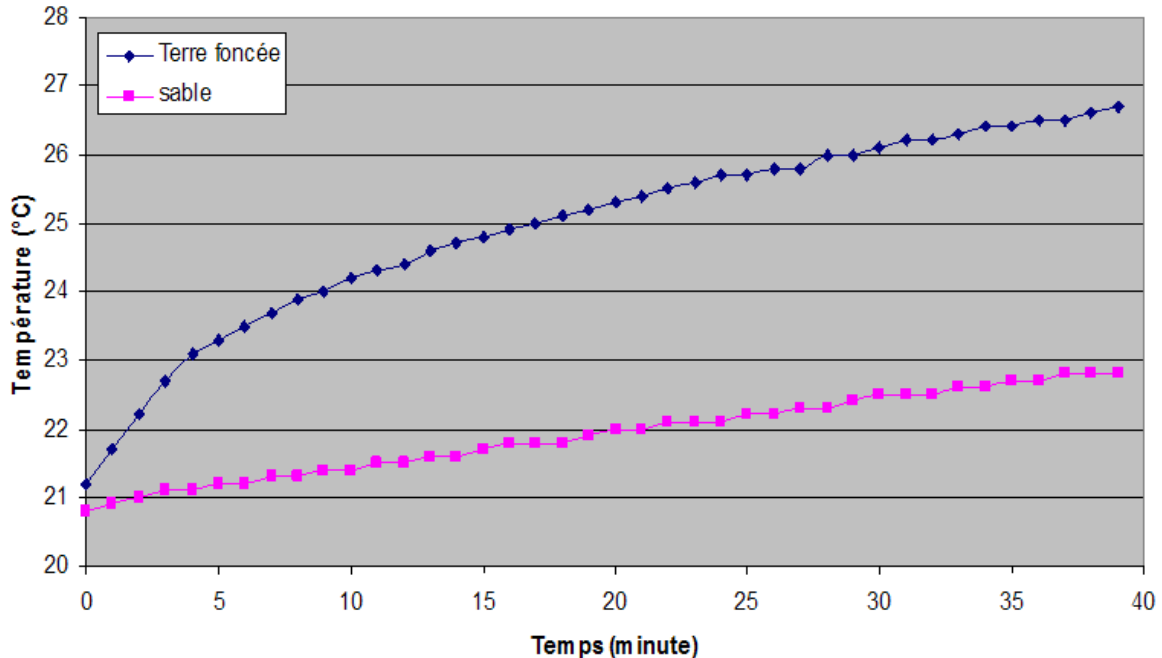
Ces expériences montrent qu'en augmentant la quantité de verre entre la source de lumière et le sol, la température du sol augmente. De plus un gradient de température se crée entre chaque couche de verre. Le modèle expérimental est une bonne analogie pour les gaz à effet de serre.

2) changement de la couleur de la surface terrestre



Modèle expérimental : sous un saladier est disposé de la terre noire, sous un autre, du sable clair.

Variations de la température de surface en fonction du temps

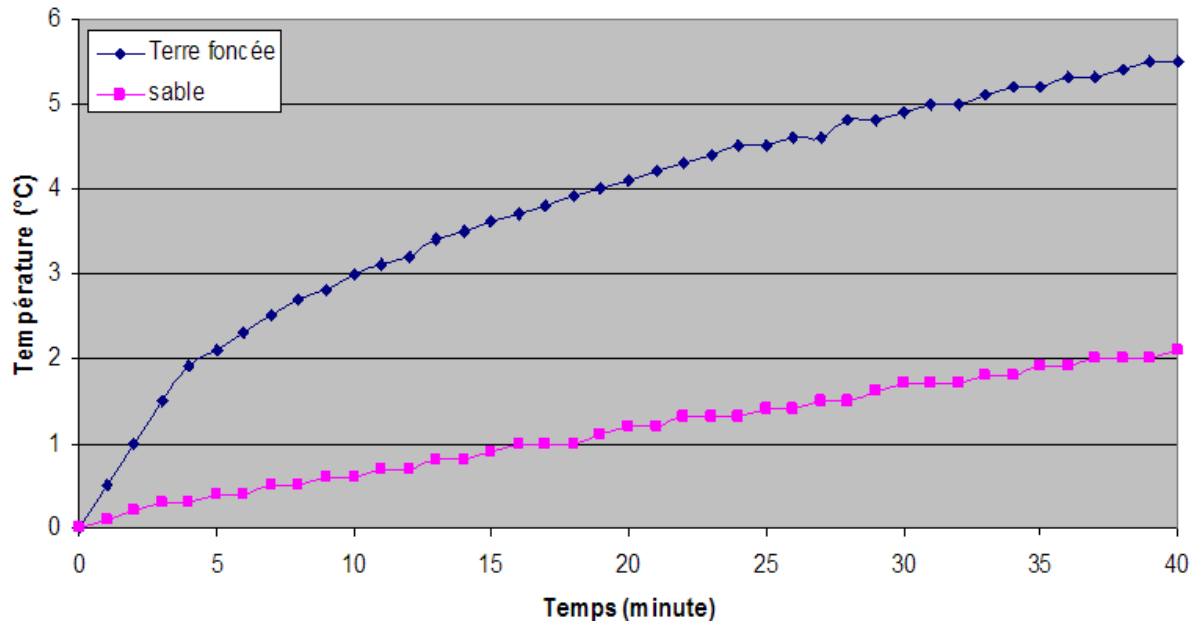


Résultats bruts

- Courbe rose : température mesurée avec un sol de sable clair.
- Courbe bleue : température mesurée avec un sol de terre noire.

Les conditions initiales de température différant quelques peu, les élèves ont réalisé un deuxième graphe mettant en évidence l'élévation de température par rapport à celles mesurées en début d'expérience.

### Elévation de température par rapport à la température de départ en fonction du temps



*Elévation de la température, par rapport aux conditions initiales, en fonction du temps*

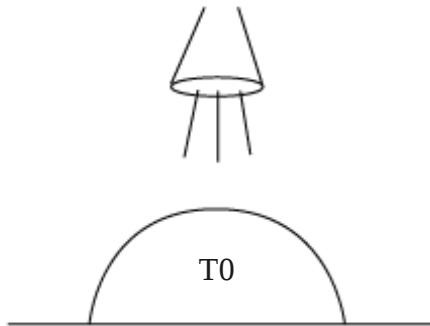
- *Courbe rose : température mesurée avec un sol de sable clair*
- *Courbe bleue : température mesurée avec un sol de terre noire.*

Ces expériences montrent que la couleur du sol a une influence sur sa température, plus un sol est foncé, plus la température est élevée. Ce phénomène s'explique par une plus grande absorption de l'énergie lumineuse visible par les sols sombres.

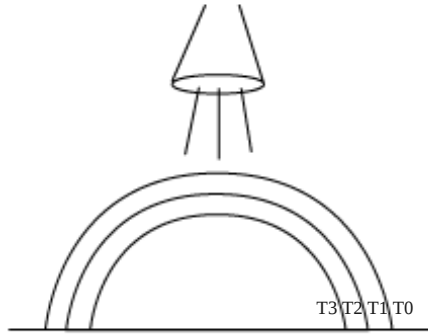
Par une discussion avec les élèves, on a pu pointer l'effet aggravant de la fonte des glaces sur l'augmentation des températures : l'augmentation des températures entraîne une fonte des glaces polaires, la couleur moyenne de la Terre s'assombrit (du blanc est remplacé par le bleu foncé des océans ou du marron des continents), ce qui entraîne une augmentation de l'énergie absorbée par la Terre, ce qui entraîne une augmentation de température de la surface, ce qui aggrave la fonte des glaces, etc. Un cercle vicieux est lancé (ou ce que l'on appelle un "feed-back positif").

Bilan des expériences réalisées au lycée de Vilgenis

Expérience témoin  
température  $T_0$



Empilement de récipients en verre :  
création d'un gradient de température  
 $T_0 < T_1 < T_2 < T_3$



Changement de la couleur de fond  
 $T_2 > T_1 \approx T_0$

