

Stand Sciences à la carte pour le « Playful Science »

1. Stand « Expos nomades : Climat, il y a du changement dans l'air ! »

1.1. Liste du matériel

- Globe
- Tube jaune qui simule le rayon de soleil
- Glaçons
- 3 béciers
- Une grille
- 3 erlenmeyers
- 1 tablette avec son chargeur ou téléphone sur lequel l'application SPARKvue est téléchargée
- 3 thermomètres électronique
- 1 bouteille de vinaigre
- Du bicarbonate
- 1 Lampe avec une ampoule à incandescence
- 1 Conteneur en polystyrène pour les glaçons
- 1 Bouilloire
- 1 éprouvette de 10 mL bouchée et remplie d'eau colorée
- 1 grande éprouvette graduée avec un papier blanc collé à l'arrière
- Eau colorée en bleu
- Eau colorée en rouge
- Pipettes

1.2. Résumé du stand

Nous présentons une partie de l'exposition nomade « Climat, il y a du changement dans l'air ! ». Cette exposition peut être accueillie gratuitement dans les écoles bruxelloise. Pour plus d'informations : <https://sciences.brussels/nomades/>.

Nous présentons deux thématiques :

- Climat,
- Et changement climatique.

Pour la partie climat, on montre à l'aide du globe la raison pour laquelle nous avons plusieurs climats sur Terre. Nous abordons aussi les courants marins et brièvement l'albedo.

Pour la partie changement climatique, nous parlons des indices qui indiquent qu'il y a un réchauffement climatique avec deux expériences : l'expérience du glaçon dans l'eau et le glaçon hors de l'eau et l'expérience de la dilatation thermique.

Nous expliquons aussi l'effet de serre additif avec l'expérience des GES.

1.3. Déroulement

1.3.1. Partie climat

Généralement, nous commençons par poser la question : « Quand on vous dit **Climat** vous pensez à quoi ? ».

Ou bien, vous pouvez directement commencer par citer les différents climats sur Terre et puis poser la question : « Pourquoi avons-nous différents climats sur Terre ? ».

Dans le cas où vous commencer par la question « Quand on vous dit **Climat** vous pensez à quoi ? », vous devez vous attendre à avoir les réponses suivantes : météo, température, pluie, changement climatique, réchauffement, pollution, etc.

Attention ! Il est important de bien distinguer entre *Climat* et *Météo* ou *Météorologie*.

Le **climat** est la distribution statique des conditions de l'atmosphère terrestre dans une région donnée à une période donnée. L'étude du climat est la **climatologie**. Cela diffère de la **météorologie**, étude du temps à court terme dans une zone précise. Par exemple, on observe des conditions météos différentes aujourd'hui et demain, ou ici et à 50 km. Cependant, cela fait des milliers d'années que la Belgique se situe en climat tempéré océanique.

Il existe 7 climats différents sur Terre :

- ➔ Équatorial
- ➔ Tropical
- ➔ Désertique
- ➔ Méditerranéen
- ➔ Tempéré
- ➔ Subpolaire
- ➔ Polaire

Les climats se répartissent sur la Terre selon la latitude. Par la suite, les climats chauds sont à l'équateur et, plus on s'éloigne de l'équateur, plus les climats sont de plus en plus froids.

N.B. Vous pouvez directement citer les 7 climats et les montrer sur le globe sans poser la première question, mais il est impératif que vous passiez par la deuxième question : « Pourquoi avons-nous différents climats sur Terre ? ».

Alors, « Pourquoi avons-nous différents climats sur Terre ? ».

Tout simplement parce que la Terre est ronde et qu'elle est entourée par l'atmosphère.

Expérience 1 : Répartition inégale de l'énergie solaire sur la Terre

À l'aide d'une lampe et d'un tube en papier, projetez un faisceau lumineux circulaire sur la surface du globe terrestre au niveau de l'équateur. Ensuite, translatez la lampe et le tube de sorte à ce que la tache lumineuse atteigne lentement les pôles. Bien insistez sur la taille de la tache lumineuse.

Que peut-on observer ?

La tache lumineuse est plus petite à l'équateur qu'aux pôles. Le même rayon lumineux, donc la même quantité d'énergie lumineuse est répartie sur une plus grande surface aux pôles. Donc, cette énergie est plus « diluée » aux pôles alors qu'elle est plus « concentrée » à l'équateur. Par la suite, il fait plus chaud à l'équateur qu'aux pôles.

Remarque :

On considère que les rayons du Soleil arrivent de manière parallèle entre eux à la Surface de la Terre.

En ce qui concerne l'atmosphère, c'est l'enveloppe gazeuse qui entoure la Terre, on l'appelle l'air.

Si on regarde bien, la distance que traverse un rayon solaire dans l'atmosphère pour arriver sur Terre est plus petite à l'équateur qu'aux pôles. L'atmosphère filtre les rayons du soleil et donc, une partie de l'énergie solaire est absorbée. Comme la distance parcourue par le rayon est plus grande aux pôles qu'à l'équateur, une plus grande quantité d'énergie est absorbée aux pôles. Nous avons ainsi une deuxième explication sur la raison pour laquelle il fait plus froid aux pôles et plus chaud à l'équateur.

Cette inégalité dans la distribution de l'énergie solaire sur la surface de la planète est la cause d'autres facteurs qui eux aussi affectent le climat comme les mouvements atmosphériques et les mouvements marins.

L'atmosphère filtre les rayons du soleil mais aussi permet de garder une température adéquate à la vie sur la planète Terre.

La température actuelle sur Terre est environ 15°C et c'est grâce à l'effet de serre.

Quand les rayons du soleil arrivent sur la Terre, une partie est absorbée par l'atmosphère (20%), une partie réfléchiée dans l'espace (30%) et une partie envoyée sur la Terre (50%). Cette partie renvoyée sur la Terre est réfléchiée par le sol et 5% sort de la couche atmosphérique sous forme de rayons infrarouge. Le 45% qui reste est ré-envoyé sur Terre sous forme d'infrarouge pour la chauffer. 95% des 45% est absorbé par l'atmosphère et seul 5% est absorbé par la Terre.

Ce sont les gaz à effet de serre (GES) qui permettent l'absorption de la chaleur et donc de chauffer la planète. Certains exemples de gaz à effet de serre sont : le dioxyde de carbone, la vapeur d'eau, le méthane, le protoxyde d'azote, etc.

Sans gaz à effet de serre, la température moyenne de la planète serait de -18°C.

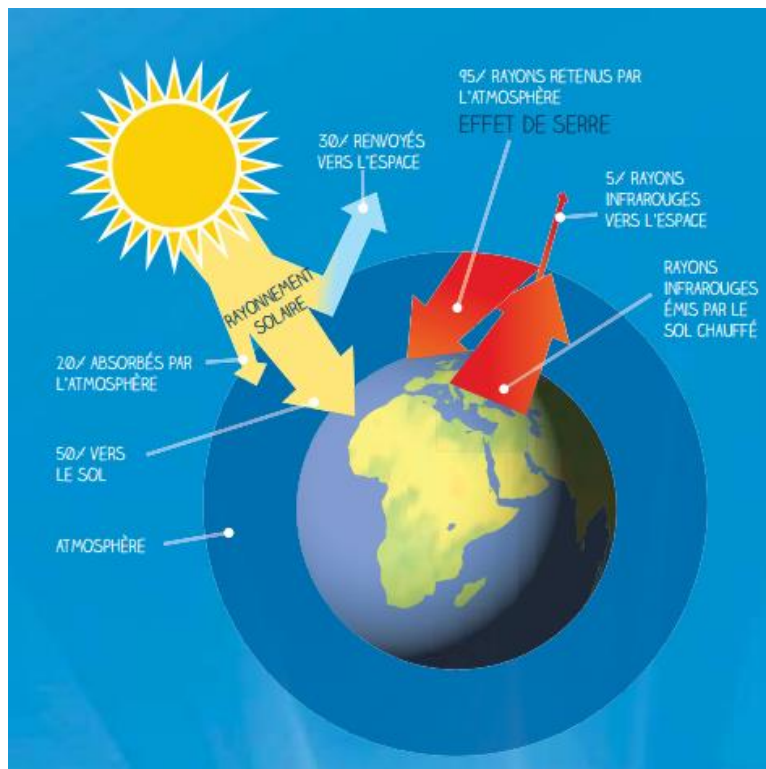


Figure 1 : Schéma de l'effet de serre

Comme cité précédemment, l'inégalité dans la distribution de l'énergie solaire sur la surface de la planète est la cause d'autres facteurs qui eux aussi affectent le climat par les mouvements atmosphériques et les mouvements marins. Dans les deux types de mouvement c'est la densité et la masse volumique qui jouent. L'eau chaude et l'air chaud montent alors que l'eau froide et l'air froid descendent. Ces mouvements affectent le climat. Vous avez l'exemple du Gulf stream et la différence des températures entre Montréal et Bruxelles ou Lisbonne et New York.

Expérience 2 : Influence de la température sur la masse volumique

Mettez des glaçons l'eau froide colorée en bleu et chauffez avec la bouilloire l'eau chaude colorée en rouge. Sur la grande éprouvette graduée, collez un papier blanc d'un côté et remplissez-la d'eau à température ambiante. Ensuite, à l'aide d'une pipette, ajoutez délicatement de l'eau froide, puis l'eau chaude dans le verre gradué.

Que peut-on observer ?

L'eau chaude est en haut et l'eau froide est en bas.

En règle générale, la masse volumique d'un élément chauffé est plus basse que la masse volumique de l'élément froid. Plus la température d'un corps augmente, plus sa masse volumique est basse car cet élément se dilate. Les éléments chaud ont donc tendance à flotter sur les éléments froids.

Pour mieux illustrer les courants marins, ajoutez un glaçon dans l'éprouvette.

Que peut-on observer ?

L'eau rouge devient plus froide que l'eau bleue et donc, l'eau rouge descend et l'eau bleue monte. On peut observer une sorte de boucle jusqu'à ce que les deux couleurs se mélangent.

Outre la température, il y a un second facteur qui influence fortement la densité des océans et des mers : le sel.

Pour illustrer l'effet du sel dans l'eau, pensez à la Mer Morte. Son eau très salée la rend extrêmement dense et fait qu'on y flotte très facilement. La salinité influence donc la densité et par conséquent, la masse volumique. La salinité influence donc, en plus de la température, la circulation des masses d'eau aussi appelée la circulation thermohaline.

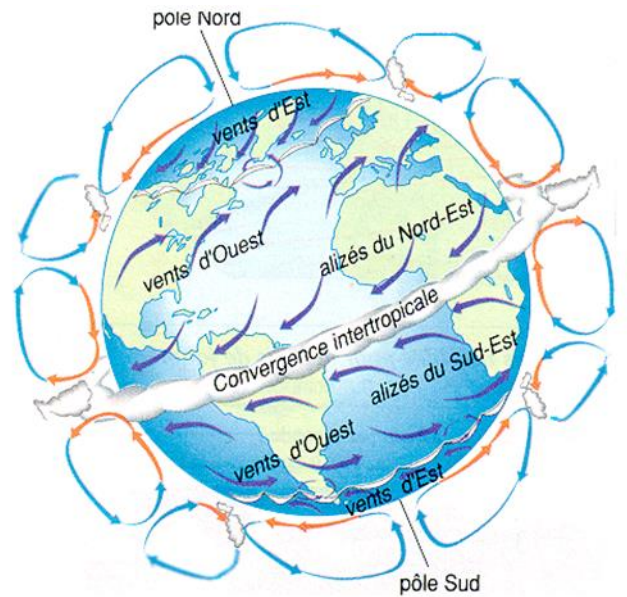
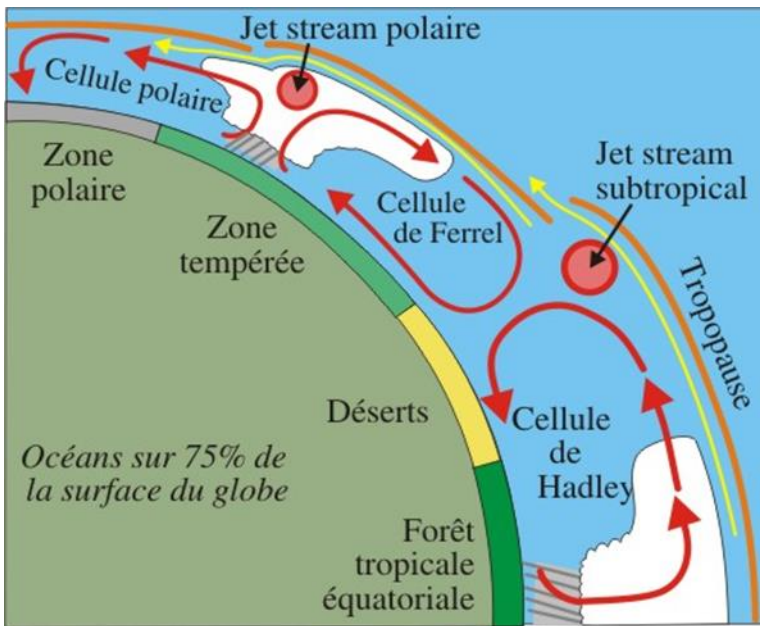


Figure 3 : Les mouvements atmosphériques

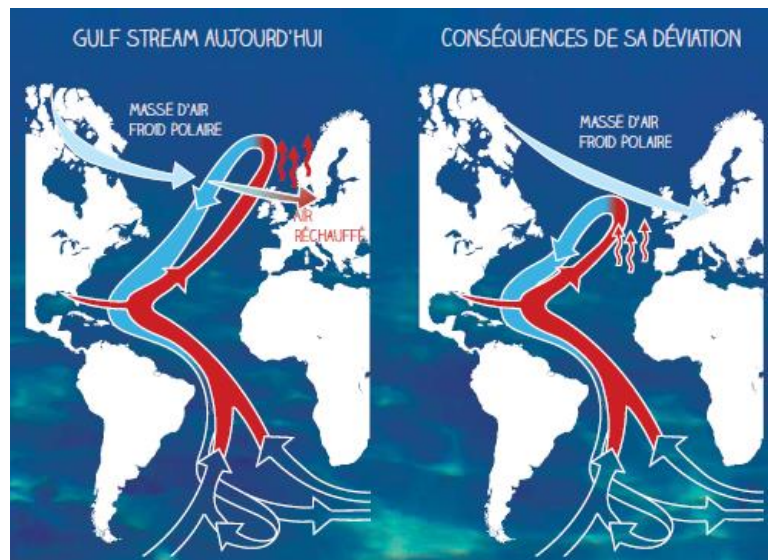


Figure 2 : Les mouvements marins – exemple du Gulf Stream

1.3.2. Partie changement climatique

Nous avons parlé de climat mais on sait aussi qu'il y a un changement climatique et que surtout, il y a un réchauffement global de la planète.

Selon vous, quels sont les indices qui indiquent le réchauffement ?

On attend à ce que les élèves citent :

- ➔ Température
- ➔ Fonte des glaces
- ➔ Montée des eaux

Nous commençons par la température pour lancer l'expérience des GES.

1. Température :

Si on regarde bien le graphe des températures, nous observons que la température commence à monter en flèche vers 1750-1850.

À quelle époque correspondent ces dates ?

C'est l'époque de la révolution industrielle.

Si on compare le graphe des GES et le graphe de la température, que remarquez-vous ?

Les deux graphes commencent à monter en flèche vers 1750-1850.

Mais alors, qu'est-ce qui caractérise l'époque industrielle ? Pourquoi avons-nous tellement d'émission de GES depuis ?

Ce qui a fait la révolution industrielle c'est le fait que pour la première fois, l'homme a pu décentraliser sa source d'énergie et brûler de l'énergie fossile pour faire actionner ses grandes machines. Et qui dit brûler, dit émissions de CO₂, et comme nous le savons déjà, le CO₂ est un GES.

Pour mieux illustrer ce concept, nous allons faire la deuxième expérience.

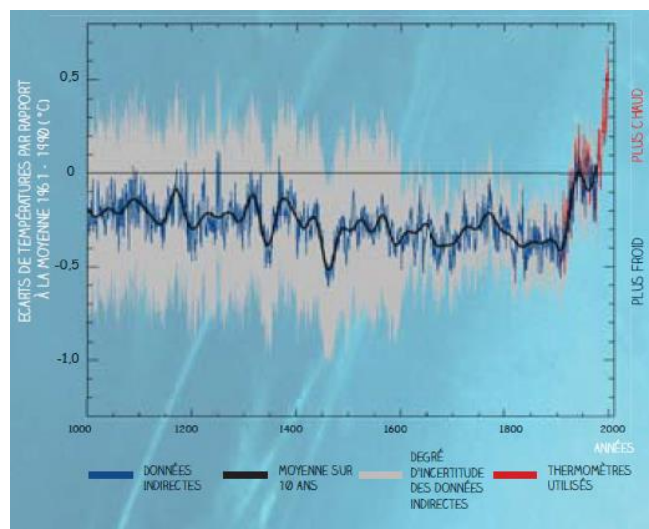


Figure 4 : Graphe des températures depuis l'année 1000 qui se trouve sur le roll-up

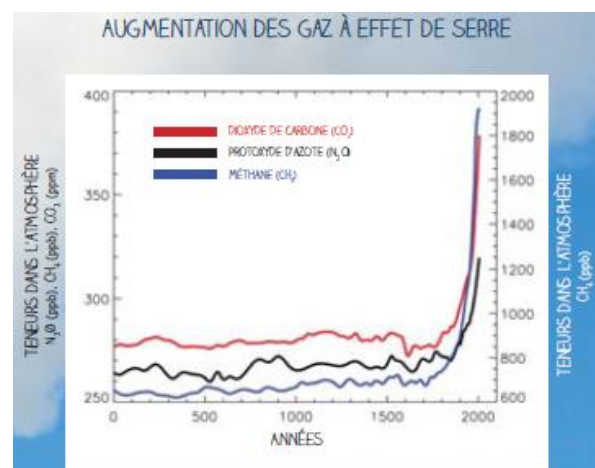


Figure 5 : Graphe des GES imprimé en A3 et plastifié

1. **Hypothèse :** Le CO₂ est un GES car il permet de réchauffer l'atmosphère.

2. **Création du dispositif expérimental :**

Nous voulons comparer une atmosphère enrichie en CO₂ à une atmosphère normale (non modifiée). Nous disposerons comme cela trois erlenmeyers identiques remplis d'air : le premier, une atmosphère normale chauffée (témoin) et le second, d'une atmosphère enrichie en CO₂ chauffés (le test) et le troisième, une atmosphère enrichie en CO₂ non chauffée (le blanc). Un spot simulera la présence du Soleil. Nous cherchons à mesurer la variation de température, pour ce faire, nous utiliserons des bouchons qui sont équipés d'un thermomètre intégré permettant de faire des relevés facilement. Après avoir allumé la lampe, la température est relevée et mise en graphique sur la tablette.

Pour enrichir l'atmosphère en CO₂, nous avons utilisé deux produits : du vinaigre et du bicarbonate de soude.

Que pouvons-nous attendre de cette expérience ? Ce que nous nous attendons à observer, c'est une augmentation de température plus importante dans l'erlenmeyer enrichi en CO₂.

3. **Résultats :**

L'atmosphère enrichie en CO₂ se réchauffe plus et plus vite que l'atmosphère « normale ». À la fin de l'expérience, nous observons une température plus élevée pour le milieu enrichi en CO₂.

4. **Conclusion :** Le CO₂ est un gaz à effet de serre.

N.B. Cette expérience prend environ 7 min pour donner un résultat, vous pouvez donc vous lancer dans les autres explications en attendant les résultats.

Il se peut aussi que l'expérience ne fonctionne pas. La raison est que soit les bouchons ne sont pas complètement hermétique ou que l'eau dans le vinaigre s'est évaporée. Il faut noter que la vapeur d'eau est gaz calorifique plus puissant que le CO₂.

2. **La fonte des glaces :**

Vous pouvez montrer différentes photos satellite de l'Arctique prises sur différentes années. On peut voir que la surface de l'Arctique diminue.

3. **La montée des eaux :**

Le niveau de l'eaux s'élève à travers le temps et dans différentes villes du monde.

Par la suite, est-ce que c'est la fonte des glaces qui est la cause de la montée des eaux ?

Oui, mais quel type de glace ?

Expérience 4 : Fonte des glaçons

Deux béchers, remplis à moitié d'eau, sont présentés aux élèves. Dans le bécher 1, ajoutez un glaçon. Notez alors le niveau de l'eau. Dans le bécher 2, ajoutez une grille et sur la grille mettez un autre glaçon. Laissez les glaçons fondre et observez à nouveau le niveau de l'eau dans les deux béchers. Dans quel bécher le niveau de l'eau a-t-il augmenté ? **Dans le bécher 2.** Dans le bécher 1, le niveau de l'eau n'a pas augmenté. Ceci est dû au fait que l'eau glacée occupe un volume plus important que l'eau liquide et a donc une masse volumique moins importante que l'eau liquide (il va flotter sur l'eau – poussée d'Archimède). Le glaçon possède un volume à 90 % sous l'eau mais quand il fond il est remplacé par un volume d'eau liquide qui correspond à 90 % du volume du glaçon, exactement le volume qu'occupe le glaçon dans l'eau. Le niveau de l'eau dans le verre ne change donc pas.

Le glaçon dans le bécher 1 représente la banquise et donc la glace de mer dans l'eau de mer, et le glaçon dans le bécher 2 représente la glace continentale et donc la glace qui est sur Terre.

Si la glace continentale fond, le niveau de l'eau va augmenter puisque c'est une quantité d'eau ajoutée en plus. Alors que si la banquise fond, le niveau de l'eau ne va pas changer puis qu'aucune quantité d'eau n'a été ajoutée en plus. La glace était déjà dans l'eau, c'est juste un changement d'état.

Un autre facteur provoque la montée des eaux, c'est la dilatation thermique.

Expérience 5 : La dilatation thermique

1. **Dispositif expérimental :** Une éprouvette graduée de 10 mL est remplie de **6 mL exactement** de l'eau colorée en bleue et bien fermée. On met l'éprouvette dans un bécher et puis on ajoute de l'eau bouillante.
 2. **Résultat :** Le niveau de l'eau colorée va augmenter de **0,1 mL**. Le nouveau volume sera **6,1 mL**.
 3. **Conclusion :** Juste au à cause de la dilatation thermique, le volume de l'eau augmenté. Même si ici on parle de 0,1 mL, ceci n'est pas négligeable à grande échelle. Ce que l'on montre ici, c'est comme une sorte de thermomètre à eau. Les thermomètre classique sont à base d'alcool ou de mercure qui sont beaucoup plus sensibles à la chaleur.
-

Can a 3-13m sea level rise commitment be considered 'safe'?

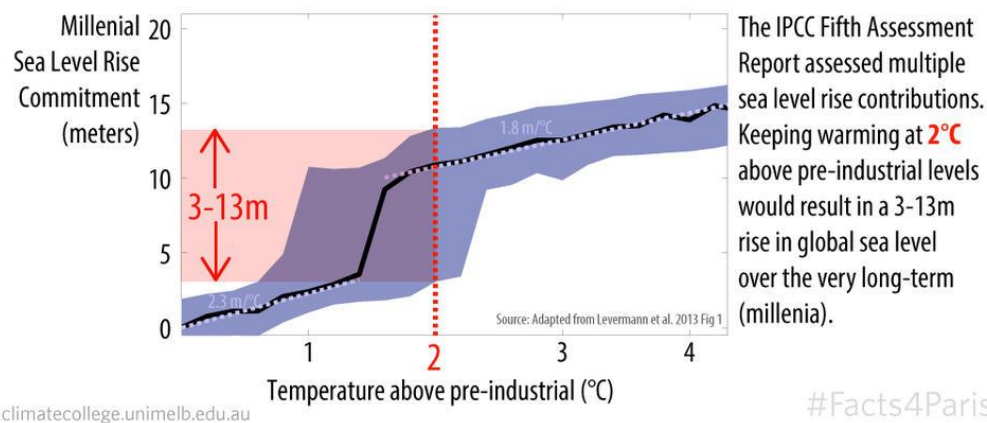


Figure 6 : Graphe montrant la variation du niveau de l'eau et de la température

La dilatation thermique est phénomène physique simple. Tout corps qui est chauffé, augmente de volume. En contrepartie, tout corps qui est refroidi, diminue de volume. Donc, juste par l'augmentation de la température, et par la suite le réchauffement de l'eau, son volume va augmenter. À 1.5°C, le niveau de l'eau risque de monter de 3 à 13m juste par dilatation thermique. Ce sont des villes et mêmes des pays qui seront rayés de la carte. C'est aussi l'une des raisons majeures pour laquelle nous voulons limiter à 1.5°C.

Expérience bonus : Expérience de l'albedo

L'albedo c'est le pourcentage d'énergie lumineuse qu'une surface peut réfléchir. Plus un corps est de couleur foncé voir noir, moins il peut réfléchir la lumière et plus son albedo est bas. Donc, ce corps se réchauffe plus rapidement. En contrepartie, plus un cors est de couleur clair voir blanche, plus il pourra réfléchir la lumière et plus son albedo est élevé. Donc, ce corps se réchauffera plus lentement.

À l'aide d'un morceau de carton noir et d'un morceau de carton blanc, faites 2 poches et mettez dans ces poches deux thermomètres. S'il fait beau, vous pouvez faire l'expérience dans la classe sans ampoule à incandescence. Si non, il faut chauffer les deux avec un ampoule à incandescence.

Qu'observe-t-on ?

Le thermomètre dans la poche noire indique une température plus grande que celui dans la poche blanche.

Cette expérience peut aussi être réalisée avec de l'eau. Vous aurez besoin de deux tubes refermables que vous remplissez d'eau. Un tube est enroulé avec du carton noir et le second avec du carton blanc. Vous prenez la température à T_0 et puis vous refermez les tubes. Vous pouvez faire l'expérience à l'air libre s'il fait chaud ou avec une ampoule à incandescence. Vous obtenez les mêmes résultats.

Attention ! l'expérience prend plus de temps avec l'eau.

1.4. Point « Expos nomades »

Ce stand est une partie de l'expo nomade « Climat, il y a du changement dans l'air ! ». Les expos nomades sont des expos qui s'installent dans les établissements scolaires et les classes peuvent passer les visiter. Pour s'inscrire pour une expo, il faut aller sur le site d'Inforsciences sciences.brussels.