

SEQUENCE : REALISATION D'UN FOUR SOLAIRE

En préambule : Comment les plats de la cantine sont-ils réchauffés à l'école ?

Probablement grâce à un four fonctionnant à l'électricité ou au gaz.

En amont des expériences, les élèves sont amenés à réfléchir d'où vient l'électricité et le gaz et comment on obtient la chaleur.

- Gaz : provient également d'êtres vivants qui, en se décomposant, produisent des gaz. Pour obtenir de la chaleur, le gaz est brûlé ce qui est polluant et contribue au réchauffement climatique.
- Electricité : peut provenir de centrales nucléaires ou d'éolienne, de barrages. Centrales nucléaires : production de déchets radioactifs enfouis, dangereux pour l'être humain. Le courant électrique produit de la chaleur.

Conclusion : Les méthodes pour faire fonctionner notre four sont toutes polluantes d'une manière ou d'une autre. Certaines peuvent venir à s'épuiser (ex : gaz naturel) : ce sont des énergies non renouvelables. Il faut donc essayer de limiter leur consommation.

Nous souhaitons proposer un système pour chauffer nos aliments sans utiliser de gaz naturel ou d'électricité.

Matériel par groupe : une plaque de verre de 15 x 27 cm

Comment pourrions-nous consommer faire cuire/ réchauffer nos aliments sans utiliser le four traditionnel au gaz naturel ou à l'électricité ?

Hypothèse : on pourrait utiliser la chaleur (l'énergie) du Soleil.

Question scientifique de la séquence : Comment réchauffer ou cuire nos aliments avec le Soleil ?

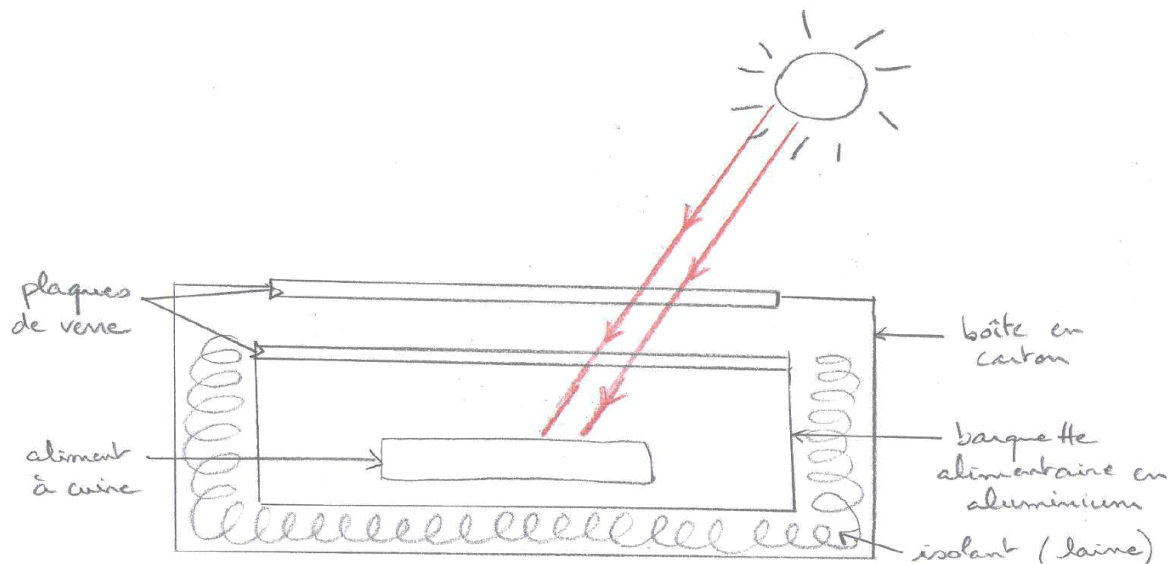
Séance 1 : Réalisation d'un schéma d'un four solaire

Les élèves proposent une hypothèse pour répondre à la question. L'enseignant leur propose de vérifier l'hypothèse suivante : on pourrait utiliser directement l'énergie du Soleil pour faire cuire nos aliments.

Pour affiner l'hypothèse, les élèves schématisent le dispositif (four solaire) qui nous permettrait de montrer que soleil peut cuire des aliments.

L'enseignant les invite à réfléchir à la forme du four solaire, son volume, sa couleur, sa matière, si le four est ouvert ou fermé, son isolation, son orientation par rapport au Soleil.

Voici une idée de schéma que l'on peut obtenir :



Pour vérifier si l'un des paramètres (forme, présence d'une vitre, couleur, etc) joue un rôle dans l'augmentation de la température dans le four, il faut tester les paramètres un par un. C'est ce que nous allons tester dans les prochaines séances pour comprendre le principe du four solaire.

A la fin de chaque séance, le four solaire des élèves sera amélioré pour gagner en efficacité.

Il est possible de ne tester que certains paramètres présentés dans les séances 2 à 5.

Séance 2 : Quelle couleur capte le plus la chaleur du Soleil ?

Les élèves réfléchissent à comment ils pourraient tester l'impact de la couleur de leur four sur la température.

Hypothèse : Je pense qu'il faut que le four soit de couleur noire/blanche/rouge....

Matériel par groupe : deux boîtes de mouchoirs vides, peinture de différentes couleurs, thermomètre infrarouge (un pour toute la classe).

Expérimentation : Il est possible de leur faire peindre une boîte de mouchoir ou un pot en verre de différentes couleurs, du noir et du blanc.

A l'aide d'un thermomètre infrarouge (communément utilisé pour prendre la température des enfants), on compare ensuite la différence de température de surface des différents pots/boîtes.

Les élèves remarquent que la boîte de couleur noire est la plus chaude. Mais comment savoir que c'est bien la couleur noire qui est responsable de cette température importante et pas le fruit du hasard ? Il faut avoir une référence. Quelle couleur pourrait-on choisir ? Le blanc. C'est un témoin.

Je retiens : le récipient de couleur noire est le plus chaud. En effet, la couleur noire absorbe les rayons du Soleil. Il faudra donc peindre les bords de notre four solaire en noir. C'est aussi pour ça qu'il faut éviter de s'habiller en couleurs sombres l'été si on ne veut pas avoir trop chaud.

Séance 3 : Avec quel matériau fermer notre four solaire (effet de Serre) ?

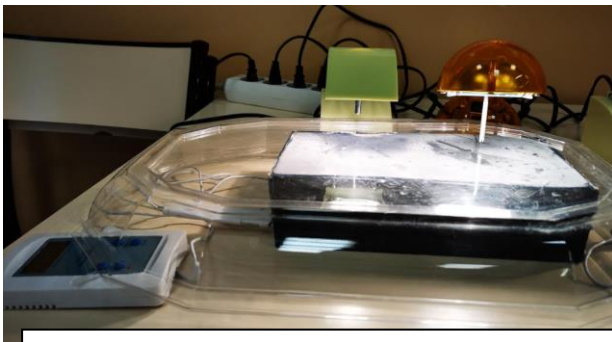
L'enseignant oriente la discussion : il faut laisser entrer les rayons du soleil et les piéger. Il peut faire le parallèle avec une maison : où fait-il le plus chaud dans une maison si le chauffage est éteint ? Derrière une vitre.

Hypothèse : je pense qu'il faut ouvrir un côté du four pour laisser entrer les rayons du soleil mais les piéger derrière une plaque transparente (en plastique ou en verre).

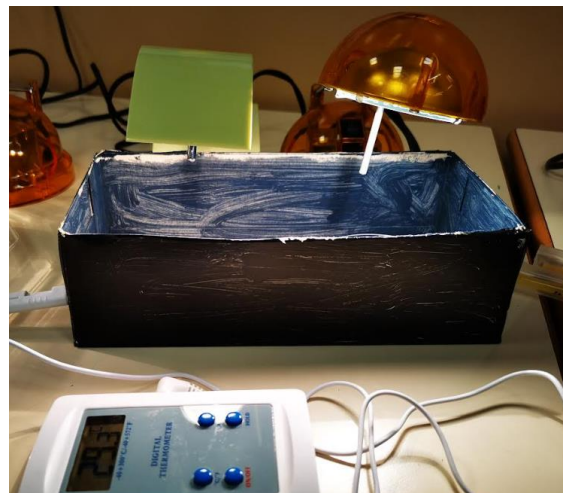
Matériel par groupe : deux thermomètres à alcool ou à sonde, deux boîtes de mouchoirs peintes en noir, une plaque transparente (ici en plastique), un chronomètre, deux lampes halogènes de même puissance (20 watts idéalement) en cas d'absence de soleil.

Expérimentation : Les élèves testent alors l'effet de la plaque transparente sur la température à l'intérieur d'une boîte à mouchoirs peinte en noir.

Il ne faut pas oublier un témoin (ce qui se passe dans les mêmes conditions, si la boîte n'est pas fermée par la vitre). Ce témoin permet de prouver que c'est bien le fait d'avoir fermé la boîte avec la vitre qui permet d'augmenter la température et pas le hasard ou un autre paramètre.



Boîte fermée par une plaque transparente en plastique

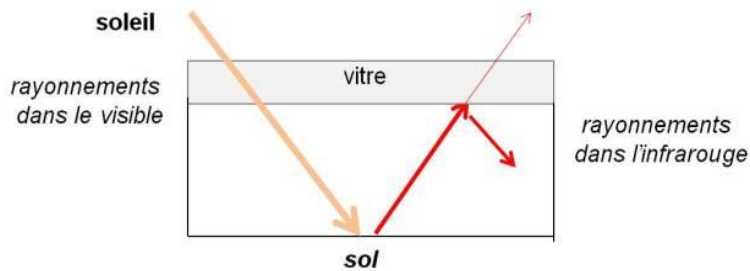


Boîte ouverte (témoin)

Les élèves mesurent la température toutes les minutes pendant 10 minutes dans les deux boîtes (fermée et ouverte). En cas de mauvais temps, il est possible d'utiliser des lampes halogènes comme source de chaleur.

Il est possible de faire construire un graphique aux élèves pour interpréter les résultats.

Je retiens : dans la boîte fermée par une plaque transparente, la température augmente plus rapidement que dans celle qui est ouverte. Les rayons du soleil sont piégés à l'intérieur de la boîte. C'est le même principe que l'effet de serre.



Séance 4 : Comment concentrer les rayons du Soleil ?

Pour obtenir plus de chaleur, il est aussi possible de concentrer les rayons du soleil et renvoyer ainsi davantage de chaleur vers l'intérieur du four.

Matériel par groupe : un mur à l'ombre, un miroir, 1 thermomètre infrarouge pour toute la classe.

Question scientifique : Comment concentrer les rayons du soleil ? (ou comment renvoyer les rayons du soleil vers le four) ?

Hypothèses : on peut utiliser des miroirs. On peut utiliser du papier aluminium à l'intérieur de la boîte.

Première partie : utilisation d'un miroir pour concentrer les rayons du soleil

Se placer devant un mur à l'ombre à l'intérieur ou à l'extérieur de la classe. Laisser les élèves expérimenter les miroirs. On remarque qu'ils renvoient la lumière du Soleil sur le mur de la classe par exemple en formant de petites tâches de lumière.

Mais fait-il plus chaud au niveau de cette tâche lumineuse ?

Expérimentation :

A l'aide du miroir, capter la lumière du Soleil. La réfléchir sur un mur à l'ombre. Après quelques instants, mesurer la température sur la partie éclairée du mur et sur la partie non éclairée du mur. La température est plus élevée sur la partie éclairée du mur.

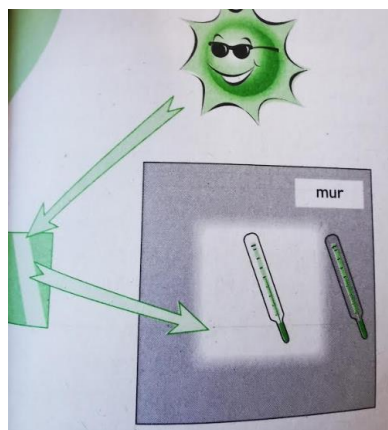


Photo de l'expérience

(Livret pédagogique « Les énergies renouvelables au bout des doigts », ASSEM, ENERPLAN et WWF Italia)

Je retiens : Le miroir n'absorbe pas les rayons du Soleil mais renvoie l'énergie vers le mur. Cette énergie s'ajoute au rayonnement direct du soleil et permet de le chauffer plus efficacement.

Pour aller plus loin : on peut également mesurer l'augmentation de l'éclairement à l'aide de l'application Fizziq Junior (mesure à l'aide du luxmètre du smartphone ou de la tablette). On remarque que l'éclairement est bien plus important au niveau de la tâche lumineuse qu'à l'ombre.

Deuxième partie : utilisation du papier aluminium à l'intérieur du four solaire

Pourquoi dans de nombreux four solaire, l'intérieur est-il tapissé de papier aluminium ?

Hypothèse : Tout comme les miroirs, le papier aluminium renvoie les rayons du soleil dans le four. Cela concentre ainsi les rayons du soleil à l'intérieur du four.

Expérimentation :

Se placer devant un mur à l'ombre à l'intérieur ou à l'extérieur de la classe. Laisser les élèves expérimenter avec des feuilles de papier aluminium. L'aluminium renvoie la lumière du Soleil sur le mur de la classe mais de manière plus diffuse et moins importante.

Pour aller plus loin : avec l'application Fizziq junior, on peut mesurer l'intensité de l'éclairement à l'ombre ou sur la lumière renvoyée par l'aluminium. On remarque qu'il y a bien une augmentation de l'éclairement (et donc de la chaleur).

Troisième partie : L'aluminium permet-il vraiment d'augmenter davantage la température du four que la couleur noire ?

Matériel par groupe : une boîte de mouchoir peinte en noir, une autre boîte de mouchoir, du papier aluminium, deux plaques transparentes, deux thermomètres.

Expérimentation : Comparer la température dans deux boîtes placées au soleil pendant 10 minutes :

- une boîte de couleur noire, recouverte par une plaque transparente.
- une boîte entièrement tapissée de papier aluminium.

La température augmente davantage dans la boîte tapissée d'aluminium que dans la boîte noire.

La couleur noire pourra être utilisée pour recouvrir le « plat » que l'on mettra dans le four. Ainsi, il captera davantage la chaleur comme montré dans la séance 2.

Au bout d'un certain temps, on remarque que la température reste constante, et peut même parfois diminuer. Les élèves se demandent pourquoi : c'est l'objet de la séance suivante.

Séance 5 : Comment éviter les pertes de chaleur ?

Pour mieux chauffer, il faut aussi garder la chaleur à l'intérieur de notre four. Il fait plus froid à l'extérieur du four qu'à l'intérieur. Comment fait l'ours polaire pour ne pas mourir de froid ? Au besoin, il leur montre une photo de l'ours polaire. Après que les élèves ont évoqué la fourrure, l'enseignant les questionne sur son rôle : Que fait la fourrure exactement ? La plupart des enfants pensent que la fourrure « chauffe » l'animal et qu'un pull en laine les réchauffe, alors qu'en réalité ils ont un rôle d'isolant thermique : ils limitent les échanges de chaleur et aident ainsi le corps à garder sa température.

Matériel par groupe : deux boîtes de mouchoirs peinte en noir, deux plaques transparentes en plastique, deux thermomètres à alcool ou à sonde, un pull en laine ou des plaques de polystyrène.

Expérimentation :

1^{ère} partie : Pour vérifier si la laine (ou la fourrure) chauffe, l'enseignant propose aux enfants de concevoir une expérience. Une possibilité est, par exemple, de placer un thermomètre à l'air libre et d'en enrouler un, identique, dans un pull en laine.

Avant l'expérience, les élèves notent leur prévision dans le cahier : quelle sera la température affichée par chaque thermomètre dans ½ heure ? Certains imagineront des écarts importants, de 10 °C ou plus.

On relève la température toutes les dix minutes pendant une demi-heure et on constate qu'il n'y a pas de différence significative : les deux thermomètres affichent la même température.

Il semble donc que la laine ne réchauffe pas. Peut-être empêche-t-elle simplement de se refroidir ?

2^{ème} partie : La classe peut alors imaginer avec l'aide de l'enseignant une seconde expérience pour valider cette hypothèse.

Par exemple, on peut prendre deux boîtes de mouchoirs peintes en noir (ou tapissées de papier aluminium). On utilise deux plaques en plastique transparentes pour augmenter la température dans la boîte plus rapidement. On place l'une des deux boîtes sur une surface plus froide possible, au soleil (tester les surfaces au préalable avec le thermomètre infrarouge). L'autre boîte sera au préalable enveloppée dans un pull de laine ou déposée sur des plaques de polystyrène. Mesurer la température toutes les 2 minutes. Au bout de quelques minutes, la température augmente plus dans la boîte isolée par le pull en laine que dans la boîte sans isolant.



Photo de l'expérience (à gauche le témoin, à droite avec un pull isolant de la pierre froide en dessous).

Important : L'expérience fonctionnera d'autant mieux que la surface du sol est froide. En été, il peut être intéressant de faire cette expérience le matin, sur une surface de couleur claire et qui n'a pas encore été beaucoup exposée aux rayons du Soleil.

Je retiens : Pour retenir la chaleur dans le four, il faut utiliser un isolant, comme la laine. On utilise aussi des isolants dans les maisons pour éviter de perdre de la chaleur en hiver (et garder la fraîcheur en été).

Séance 6 : Bilan et démonstration du four solaire

A présent que les élèves ont appris ce qu'il faut faire pour obtenir la température la plus élevée possible, ils dessinent un nouveau four solaire prenant en compte les résultats des séances précédentes.

Le four solaire de chaque groupe doit à présent fonctionner. Déposer un aliment dans un récipient noir à l'intérieur du four. Placer le four de manière à capter le maximum de rayons du soleil et attendre quelques heures que l'aliment soit cuit. Bonne dégustation !

Matériel (pour la classe) : four solaire (emmené par la coordinatrice du centre pilote LAMAP), un aliment à faire cuire (à fournir par l'enseignant).