


# Animations énergie chauffage

## 1° Propagation de la chaleur – isolation des parois par un matériau isolant

|     | ANIMATION  | MATERIEL   |
|-----|--|--|
| 1.0 | <p><b>CONDUCTION</b></p> <p>Serrer la main de son voisin, sentir la température de sa main, sentir l'échange par conduction</p>  | ;-)...   |
| 1.1 | <p><b>CONDUCTION / ISOLATION</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A l'aide d'une petite bougie (type Ikea) et d'un clou : constat qu'il est impossible de garder le clou entre les doigts si la pointe est mise dans la flamme.</li> <li>• Reproduction de l'expérience en tenant le clou avec un morceau d'isolant (laine de verre, par exemple) : constat qu'il existe des matériaux qui isolent, qui empêchent le passage de la chaleur. Puis application vers le manteau, la couette, l'isolant des maisons, de l'école...</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bougies</li> <li>• Allumettes</li> <li>• Clous (pas trop longs... 4 cm)</li> <li>• Morceaux de laine de verre</li> </ul>  |
| 1.2 | <p><b>CHOIX D'UN MATERIAU ISOLANT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Test scientifique sur l'isolation : une petite bouteille plastique est introduite dans une grande bouteille, type bouteille de 2 litres d'eau ou d'huile, dont on a découpé le goulot. Dans l'espace libre entre les 2 bouteilles, on introduit toutes sortes de matériaux : cailloux, sable, briquillons, eau, ... mais aussi laine de verre, fragments de frigolite, air, ouate, etc...</li> <li>• On introduit dans chacune des petites bouteilles centrales de l'eau chaude à même température, puis on observe la lente ou rapide diminution de la température intérieure (après le repas de midi... ou même le lendemain matin !).</li> <li>• On classe alors au tableau les matériaux par ordre de conduction ou d'isolation de la chaleur.</li> </ul> <p>Variante : faire mettre l'isolant par les enfants autour des petites bouteilles</p> <p>...</p> <p>(mais comment mettre du sable ?, des cailloux, ...)</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etroites et larges bouteilles en plastique</li> <li>• Nombreux matériaux de remplissage</li> <li>• Thermomètres numériques</li> </ul> <p><i>On peut également utiliser les petites maisons didactiques de l'asbl Ose la Sciences à Namur (prêt gratuit), avec de nombreuses mesures possibles en modifiant la composition des parois.</i></p> |

|            |  |  |
|------------|--|--|
| <p>1.3</p> | <p><b>AVEC OU SANS ISOLATION – 1 maison/élève</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construction d'une petite maison cubique en papier (à partir de son enveloppe développée)</li> <li>• Pour 1 groupe sur 2, collage d'isolant sur les parois intérieures (carrés de frigolite recouverts de matériau réfléchissant à partir de feuilles d'isolants vendus pour être collé derrière des radiateurs.</li> <li>• Introduction d'une petite bouteille remplie d'eau chaude (type boisson Oxfam) et comparaison des températures entre la maison isolée et non isolée.</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Plus d'infos :<br/> <a href="http://www.hypothese.be/Documents/FasciculesFichesTechniques/isolationthermique.pdf">http://www.hypothese.be/Documents/FasciculesFichesTechniques/isolationthermique.pdf</a></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• feuilles en papier bristol (à renouveler...)</li> <li>• Feuilles d'isolant recouvertes d'aluminium</li> <li>• 20 thermomètres digitaux avec sonde (type sonde plongeuse pour les expériences de chimie).</li> <li>• Petites bouteilles</li> <li>• Chauffe-eau électrique</li> </ul>  |
| <p>1.4</p> | <p><b>AVEC OU SANS ISOLATION – 1 maison/classe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Même idée, mais en montrant collectivement la chose devant la classe</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• soit boîte à chaussure, soit boîte cubique de 30 x 30</li> <li>• version isolée, version non isolée</li> <li>• thermomètres plongeurs ou afficheurs de t° à grands chiffres</li> </ul>  |
| <p>1.5</p> | <p><b>CONSERVER LA CHALEUR</b></p> <p>Voici une animation très participative et ludique !</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chaque enfant reçoit une petite bouteille remplie d'eau très chaude.</li> <li>• Il doit se débrouiller pour que l'eau soit maintenue la plus chaude possible.</li> <li>• Il peut prendre tous les objets qui l'entourent (écharpes, bonnet, pull, cartable, ...)</li> <li>• Après un moment (après la récré, après le temps de midi, ...), on mesure et on compare les techniques les plus efficaces, les moins efficaces...</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une petite bouteille Oxfam par enfant, avec le couvercle percé d'un trou.</li> <li>• Une bouilloire d'eau chaude</li> <li>• Des thermomètres numériques plongeurs (1 pour 2 élèves au minimum...)</li> </ul>  |



## Applications URE avec les élèves

- Isolation du mur derrière le radiateur

Soit rien que derrière le radiateur, soit faire l'ensemble de l'allège derrière le radiateur.

Soit coincer un panneau de laine entre radiateur et mur, soit coller un matériau isolant contre le mur avec un collant double face. A priori, ne pas se limiter à la pose d'un isolant mince réfléchissant, moins efficace.



- **Isolation d'un ballon d'eau chaude sanitaire** (sous l'évier ? en chaufferie ? ...) par un matelas de type laine minérale, laine de bois, ...  
(si ballon électrique, possibilité de mesure avec wattmètre avant-après isolation... On peut faire la séquence : mesure de la conso sans isolant, sans isolant avec programmation hebdomadaire, avec isolant et programmation hebdomadaire)

- **Isolation de tuyauteries de chauffage**

En chaufferie, dans les vides ventilés sous l'école, dans les couloirs, ... mais pas les tuyauteries qui ne mènent qu'aux radiateurs (la circulation d'eau chaude s'arrêtera lorsque la vanne thermostatique se fermera).

A priori choisir l'isolant en coquille de chez Rockwool qui permet de fortes épaisseurs. Pour les couloirs, on peut prendre des coquilles de mousse (chez Brico) qui résisteront mieux dans le temps au niveau mécanique.

- **Isolation de la cafetière électrique,**

... ou utilisation d'un thermos pour conserver le café au chaud dans la salle des profs.

- **Répondre à la question : c'est quoi "le passif" ?**

Construire avec les élèves 2 petites maisons, l'une en mur de briques (avec un mélange sable – chaux – eau pour pouvoir tout re-démonter par après) et l'autre avec des parois isolantes. Une des parois est totalement vitrée pour voir l'intérieur, où on placera 1 lampe chauffante IR régulée chacune par un petit thermostat mis sur 30°. Sur le tout placer 2 wattmètres en série et comparer la consommation dans les 2 situations.



## 2° Propagation de la chaleur – isolation des parois par la création d’une lame d’air

|     |  |   |
|-----|--|---|
| 2.1 | ISOLATION D’UNE LAME D’AIR - vitrage <ul style="list-style-type: none"><li>• Faire fonctionner un sèche-cheveux derrière une vitre simple et une vitre double</li><li>• Faire toucher les 2 vitres à tour de rôle par les élèves</li></ul>   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Echantillon Vitre simple</li><li>• Echantillon Double vitrage</li><li>• - Sèche-cheveux</li></ul>     |
| 2.2 | ISOLATION D’UNE LAME D’AIR – tentures <ul style="list-style-type: none"><li>• Comparer par enregistrement l’évolution de la température dans une classe avec ou sans tentures fermées<ul style="list-style-type: none"><li>○ Soit 2 jours successifs dans la même classe</li><li>○ Soit le même jour dans 2 classes en parallèle</li></ul></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• 1 ou 2 enregistreurs de température</li><li>• à défaut, 1 ou 2 thermomètres à minima-maxima</li></ul> |



### Applications URE avec les élèves

- **Réaliser un survitrage avec du film thermo-rétractable ou avec un plexiglass**

Privilégier les châssis en partie supérieure, inaccessibles par les élèves pour une dégradation future...

- **Fermeture des tentures la nuit et le WE en créant une lame d’air étanche**

### 3° Pertes de chaleur par convection

|            |  |   |
|------------|--|---|
| <p>3.1</p> | <p><b>PERTES DE CHALEUR PAR CONVECTION</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Avec les petites maisons, on peut essayer aussi de voir ce qui se passe si on découpe des fenêtres qui resteront ouvertes (fuites d'air chaud par convection)</li><li>• Visualiser l'effet convectif au moyen d'une petite bouteille d'eau chaude + colorant alimentaire, trempée dans une grande bouteille d'eau froide</li></ul>    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Grand vase,</li><li>• petites bouteilles en verre à ouverture assez étroite,</li><li>• colorant alimentaire,</li><li>• eau chaude,</li><li>• eau froide</li></ul>   |
| <p>3.2</p> | <p><b>FONCTIONNEMENT D'UN SAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prendre un long bac (plastique transparent) et y construire 2 portes intercalaires (en bois ?)</li><li>• Mettre de l'eau froide d'un côté, colorée en bleu, et de l'eau chaude de l'autre côté, colorée en rouge</li><li>• Situation 1 : ne mettre qu'une porte de séparation, ouvrir 30 sec. et refermer</li><li>• Situation 2 : placer 2 portes de séparation (= sas) et ouvrir successivement une porte et puis l'autre</li><li>• Comparer la dilution de l'eau rouge et de l'eau bleue</li></ul> <p>Remarque :<br/>si on commence par mettre de l'eau froide de part et d'autre, cela ne se mélange pas fort. Par contre, si la différence de température est importante, on voit clairement l'eau froide, plus lourde, glisser sous l'eau chaude. Et vice versa, ce qui crée un mélange rapide !!</p> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Bac plastique transparent</li><li>• Portes (= plaques de bois verticales) en bois mdf</li><li>• Colorant alimentaire rouge et bleu</li><li>• Bouilloire chauffante</li></ul>  |

## Applications URE avec les élèves



- **Fermeture des joints aux fenêtres trop usagées pour encore s'ouvrir** (joint silicone, ou large bande papier collant transparent si l'on souhaite encore ouvrir pour le nettoyage des vitres)
- **Campagne de fermeture des portes extérieures de l'école et des sas existants dans l'école** (= doubles portes : porte extérieure et porte d'accès à un couloir)

Organiser une semaine « portes fermées ».

*Dans une école, ils avaient décidé d'abaisser la température de l'eau en chaudière en même temps qu'ils demandaient aux élèves de fermer les portes. L'idée était « Préservons notre énergie de chauffage, elle est précieuse », ou, plus prosaïquement : « Vous avez froid ? Fermez vos portes ! ». L'idée était de faire cela une semaine... mais la courbe de chauffe n'a jamais été remontée... !*



## 4° Compréhension du circuit de chauffage et de sa régulation

|     |   |  |
|-----|---|--|
| 4.1 | <p>COMPREHENSION CIRCUIT CHAUFFAGE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ouverture d'une vanne de radiateur et écoulement. Constat : le radiateur coule -&gt; il est rempli d'eau chaude... d'où vient-elle ?</li> <li>• Puis visite de la chaufferie : vision de la flamme qui chauffe l'eau, vision de la chaleur perdue par les tuyaux non isolés, ...</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vanne de purge d'un radiateur,</li> <li>• Petit pot</li> <li>• thermomètre à infra-rouge ou caméra thermique (en prêt)</li> </ul>                               |
| 4.2 | <p>COMPREHENSION VANNE THERMOSTATIQUE (apporter si possible un exemplaire de vanne à montrer aux élèves... )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre un ballon de baudruche sur le goulot d'une bouteille</li> <li>• Tremper la bouteille dans de l'eau très chaude pour faire gonfler le ballon</li> <li>• Faire la même démarche dans un tuyau PVC</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• seau étroit + bouteille fine</li> <li>• Ballon à gonfler</li> <li>• Tuyau PVC avec Té, perforé</li> <li>• bouilloire</li> <li>• vanne thermostatique</li> </ul> |
| 4.3 | <p>COMPREHENSION REGULATION</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Placer une lampe chauffante dans un aquarium</li> <li>• Mettre un thermostat en série sur l'alimentation de la lampe</li> <li>• Montre que si les déperditions sont fortes (pas de couvercle, pas d'isolation, ...), la lampe doit tout le temps rester allumée...</li> <li>• Si les déperditions sont faibles (couvercle, isolant, ...) la lampe s'éteint très vite ...</li> </ul> <p>Remarque : pour juger de la notion de régulation, on pourrait supprimer l'aquarium et faire chauffer en direct la lampe sur le thermostat.</p>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aquarium</li> <li>- Couvercle de plexis</li> <li>- Lampe</li> <li>- thermostat</li> </ul>   |



## Applications URE avec les élèves

(en parallèle, le technicien de l'école ajustera la courbe de chauffe et la programmation des circulateurs pour qu'ils soient coupés la nuit et le WE).

### Régler la température de tous les locaux entre 20 et 21° : c'est la mission des élèves !

- D'abord mettre un thermomètre numérique à grands caractères dans toutes les classes
- Réglage de la vanne thermostatique sur 2,5
- dégager le radiateur s'il fait trop froid
- recouvrir le radiateur s'il fait trop chaud et qu'il n'y a pas de vanne accessible



## 5° Compréhension de la notion de transmission de chaleur par rayonnement

Il s'agit ici de matières pour l'enseignement secondaire : les 3 modes de propagation de la chaleur : conduction, convection, rayonnement.

|     |   |  |
|-----|---|--|
| 5.1 | <p><b>NOTION DE RAYONNEMENT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comment le soleil nous apporte sa chaleur ? il n'y a pas d'air entre le soleil et la Terre... c'est le rayonnement.</li> <li>• Si on masque les yeux d'un élève et qu'on vient à côté de lui avec un spot halogène, il va savoir où est la lampe par la sensation de chaleur perçue</li> <li>• En fait, tous les corps rayonnent, mais on ne le perçoit pas. Une caméra thermique capte ces rayonnements.</li> <li>• En particulier, les tuyaux de chauffage rayonnent à basse température (= sans lumière).</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Foulard</li> <li>• Spot halogène</li> <li>• Caméra thermique ou capteur de température par Infra-rouge</li> </ul>   |
| 5.2 | <p><b>NOTION D'EMISSIVITE DES MATERIAUX</b></p> <p>La matière métallisée brillante est un mauvais émetteur de chaleur : son coefficient d'émissivité <math>\epsilon</math> est très faible</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prendre une poêle</li> <li>• La recouvrir pour moitié par un papier alu qui adhère à la poêle (petite couche d'huile entre les 2 ?)</li> <li>• La chauffer avec un bec bunsen</li> <li>• Demander à un élève de mesurer la température de la poêle avec un thermomètre à IR. La poêle sera très chaude et la partie métallisée sera « froide »</li> <li>• Lui demander de toucher cette partie de la poêle ... constater l'erreur du thermomètre et partir aux urgences avec l'élève ;-) !</li> </ul> <p>Le thermomètre réagit aux IR... Or l'alu à un très faible coefficient d'émissivité <math>\epsilon</math>... donc émet peu de rayonnement, ... et donc le thermomètre dit que la poêle est froide !</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une poêle</li> <li>• Une source de chaleur pour chauffer la poêle</li> <li>• Un thermomètre IR ou une caméra thermique</li> <li>• Du papier alu</li> </ul> <p>?? Est-il vrai que certains serpents voient leurs proies en Infra-Rouge ?</p> |

### Applications URE avec les élèves

- **Analyse thermographique des parois de la classe** (expliquer d'abord à partir de la photo d'un bâtiment en IR)
- **Isolation des conduites de chauffage.**
- **Utilisation d'un thermos dont les parois sont métallisées pour conserver le café, par exemple.**
- **Aborder le dépôt d'une couche à basse émissivité (oxydes métalliques) sur les doubles vitrages isolants ou sur l'absorbeur des capteurs solaires thermiques**