## Niveau : première STI2D

## Durée indicative : 2 h

## Extrait du programme : Habitat / Gestion de l’énergie dans l’habitat / transferts thermiques

|  |
| --- |
|  |
| **Notions et contenus** | **Compétences exigibles** |
| Flux thermique, résistance thermique. | - Mesurer l’énergie échangée par transfert thermique. |

## Déroulement de la séance :

Cette activité expérimentale peut intervenir indifféremment avant, pendant ou après le cours sur les transferts thermiques.

* Le document est distribué au début de la séance. Sur la paillasse, les élèves disposent d’un appareil de mesure de la résistance thermique et de ses accessoires.
* Les élèves réfléchissent à la problématique, et à la mise en œuvre de la démarche expérimentale par groupes de 2 à 4. *environ 20 minutes*
* Chaque équipe désigne un rapporteur qui sera chargé de rendre compte des idées de son groupe au tableau. *environ 15 minutes*
* Une phase d’échange entre le professeur et les groupes d’élèves permet de valider le protocole expérimental. *environ 5 minutes*
* Les élèves effectuent les mesures nécessaires (flux thermique Ф, différence de température ∆θ, dimensions de l’échantillon étudié) sur les échantillons choisis. *environ 30 minutes* (Remarque : la durée d'établissement de l'équilibre thermique peut être longue. Chaque groupe peut prendre en charge un échantillon différent. Les mesures seront alors mutualisées.)
* En s’aidant des documents, et des mesures, chaque groupe tente de répondre à la problématique.
* 10 minutes avant la fin de la séance, le professeur fait une synthèse de la marche à suivre et des résultats obtenus.

## Eléments de réponse :

* Dans un premier temps, les élèves effectuent les mesures nécessaires pour les échantillons de plâtre, de bois, et de polystyrène. Voici un exemple de résultats de mesures :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **PLATRE** | **BOIS** | **POLYSTYRÈNE** |
| Flux thermique | Ф (W) | *3,31* | *3,15* | *0,31* |
| Température face chaude | θ1 (°C) | *34,8* | *39,8* | *40,1* |
| Température face froide | θ2 (°C) | *11,2* | *10,2* | *10,3* |
| Longueur de l’échantillon (cm) | L (cm) | *5,9* | *5,9* | *5,9* |
| Largeur de l’échantillon (cm) | l (cm) | *5,0* | *5,0* | *5,0* |
| Epaisseur de l’échantillon (cm) | e (cm) | *0,80* | *0,80* | *1,0* |

* Les élèves calculent ensuite l’écart de température ∆θ = θ1 – θ2 pour chaque échantillon, ainsi que sa surface :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **PLATRE** | **BOIS** | **POLYSTYRÈNE** |
| Ecart de température | ∆θ (°C) | *23,6* | *29,6* | *29,8* |
| Surface S = L . l | S (m²) | *2,95 . 10-3* | *2,95 . 10-3* | *2,95 . 10-3* |

* Il est maintenant possible de calculer la conductivité thermique λ pour chaque matériau :

Pour le plâtre : Pour le bois :

$λ\_{plâtre}= \frac{e\_{plâtre} . Ф\_{plâtre}}{S\_{plâtre} . ∆θ\_{plâtre}}$ $λ\_{bois}= \frac{e\_{bois} . Ф\_{bois}}{S\_{bois} . ∆θ\_{bois}}$

A.N. : $ λ\_{plâtre}= \frac{0,80 . 10^{-2} . 3,31}{2,95 . 10^{-3} . 23,6 }$ A.N. : $ λ\_{bois}= \frac{0,80 . 10^{-2} . 3,15}{2,95 . 10^{-3} . 29,6 }$

$λ\_{plâtre}=$ 0,38 W.m-1.K-1 $λ\_{bois}=$ 0,29 W.m-1.K-1

Pour le polystyrène : Pour le béton : *voir énoncé*

$λ\_{polyst.}= \frac{e\_{polyst.} . Ф\_{polyst.}}{S\_{polyst.} . ∆θ\_{polyst.}}$ $λ\_{béton}=$ 0,90 W.m-1.K-1

A.N. : $ λ\_{polyst.}= \frac{1,0 . 10^{-2} . 0,31}{2,95 . 10^{-3} . 29,8 }$

$λ\_{polyst.}=$ 0,035 W.m-1.K-1

* Avec ces résultats, les élèves peuvent maintenant calculer la résistance thermique surfacique de chaque matériau constituant le mur :

Pour le plâtre : $R\_{th plâtre}= \frac{e\_{ plâtre}}{λ \_{plâtre} }$ A.N. : $R\_{th plâtre}= \frac{5 . 10^{-2}}{0,38 }=1,3 . 10^{-1} m².K.W^{-1}$

Pour le bois : $R\_{th bois}= \frac{e\_{ bois}}{λ \_{bois} }$ A.N. : $R\_{th bois}= \frac{2 . 10^{-2}}{0,29 }=6,9 . 10^{-2} m².K.W^{-1}$

Pour le béton : $R\_{th béton}= \frac{e\_{ béton}}{λ \_{béton} }$ A.N. : $R\_{th béton}= \frac{20 . 10^{-2}}{0,90}=2,0 . 10^{-1} m².K.W^{-1}$

* La résistance thermique surfacique du mur doit être supérieure à 4 m².K.W-1 :

Rth plâtre + Rth béton + Rth bois + Rth polystyrene > 4

Rth polystyrene > 4,0 – (Rth plâtre + Rth béton + Rth bois)

A.N. : Rth polystyrene > 4,0 – (1,3. 10-1 + 2,0 . 10-1 + 6,9 . 10-2)

 Rth polystyrene > 3,6 m².K.W-1

* On peut en déduire maintenant l’épaisseur de polystyrène nécessaire pour cette isolation :

$$e\_{polyst.}> R\_{th polyst.} . λ \_{polyst}$$

A.N. : $e\_{polyst.}>$ 3,6 . 0,040

$e\_{polyst.}>$ 0,14 m (soit 14 cm)

CONCLUSION : Pour améliorer l’isolation de cette maison, on doit insérer un revêtement de polystyrène ayant une épaisseur supérieure à 14 cm.

## Grille d’autoévaluation par compétences distribuée en fin de séance

**Niveau A :** j’y suis parvenu(e) seul(e), sans aucune aide

**Niveau B :** j’y suis parvenu(e) après avoir obtenu une aide (de mon binôme, d’un autre groupe, de mon professeur)

**Niveau C :** j’y suis parvenu(e) après plusieurs « coups de pouce »

**Niveau D :** je n’y suis pas parvenu(e) malgré les différents « coups de pouce »

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Compétences** | A | B | C | D |
| **S’approprier** |
| * **Rechercher et extraire les grandeurs à utiliser et la grandeur à mesurer :**
* *J’évalue la surface du matériau et son épaisseur*
* *Je mesure le flux thermique*
* *Je mesure la différence de température entre les deux faces du matériau*
 |  |  |  |  |
| * **Utilisation des informations données :**
* *La résistance thermique de la paroi est égale à la somme des résistances thermiques*
* *J’utilise la condition d’isolation : Rth mur≥ 4,0 m2.K.W-1*
 |  |  |  |  |
| * **Enoncer la problématique : Quelle épaisseur de polystyrène doit-on utiliser pour isoler la maison ?**
 |  |  |  |  |
| **Analyser** |
| * **Proposer une stratégie pour répondre à la problématique**
* *Je propose un protocole expérimental*
* *Je propose de calculer la conductivité thermique de chaque échantillon*
* *Je propose de calculer la résistance thermique de chaque épaisseur du mur*
* *A l’aide de la condition d’isolation, j’en déduis l’épaisseur de polystyrène.*
 |  |  |  |  |
| **Réaliser** |
| * **Effectuer les mesures** (flux thermique, températures, dimensions de l’échantillon)
 |  |  |  |  |
| * **Effectuer un calcul simple à partir de la mesure du flux.**
* *Je calcule la surface de chaque échantillon*
* *Je calcule la conductivité thermique de chaque échantillon*
* *Je calcule la résistance thermique correspondant à chaque épaisseur du mur*
 |  |  |  |  |
| * **Utilisation de manière adaptée du matériel disponible**
 |  |  |  |  |
| **Valider** |
| * **J’utilise les symboles et unités adéquats pour les différentes grandeurs**.
 |  |  |  |  |
| * **J’en déduis la résistance thermique du polystyrène**
 |  |  |  |  |
| **Communiquer** |
| * **Je réponds à la problématique.**
 |  |  |  |  |

## Matériel :

* **Un appareil de mesure de la résistance thermique.**

*L’appareil doit pouvoir mesurer le flux thermique en Watt et la température sur chaque face du matériau étudié.*

* **Un morceau de polystyrène que vous aurez découpé pour l’adapter à l’appareil de mesure de la résistance thermique** (longueur : 5,9 cm  ; largeur : 5 cm  ; épaisseur : 0,5 à 2 cm environ)