

2. Pour le combustible solide à base d'hexamine, calculer l'énergie libérée lors de la combustion de 2 tablettes de combustible.
3.
  - 3.1. Montrer que l'énergie nécessaire pour porter un volume  $V = 0,25$  L d'eau liquide de la température  $T_1 = 20$  °C à la température  $T_2 = 100$  °C (température d'ébullition sous une pression de 1bar) est égale à 84 kJ.
  - 3.2. Calculer le temps nécessaire pour faire bouillir le même volume d'eau avec une bouilloire électrique de 1500 W.
4. Quel est alors le rendement attendu par le fabricant pour ce combustible ?
5. Le réchaud, de masse 223 g, est constitué d'acier inox. L'énergie reçue par le récipient n'a pas été prise en compte dans les calculs précédents afin de les simplifier. Discuter du bien-fondé de cette approximation.
6. En supposant que toute l'énergie est utilisée pour la vaporisation de l'eau, calculer le volume d'eau liquide, portée à 100 °C, que l'on peut vaporiser avec la valeur d'énergie calculée à la question 3. Commenter.
7. Qu'indiquent les pictogrammes de sécurité pour l'hexamine ? Les pouvoirs calorifiques des deux combustibles étant proches, en déduire un des avantages présentés par le gel éthanol.

#### **EXERCICE 4 – B : le rôle du polystyrène extrudé dans l'isolation des murs d'une maison**

**Mots clés : flux thermique, conduction et résistance thermique.**

Le but de cet exercice consiste à vérifier l'amélioration thermique due à une couche supplémentaire d'isolant, ici du polystyrène extrudé, dans les murs d'une maison.

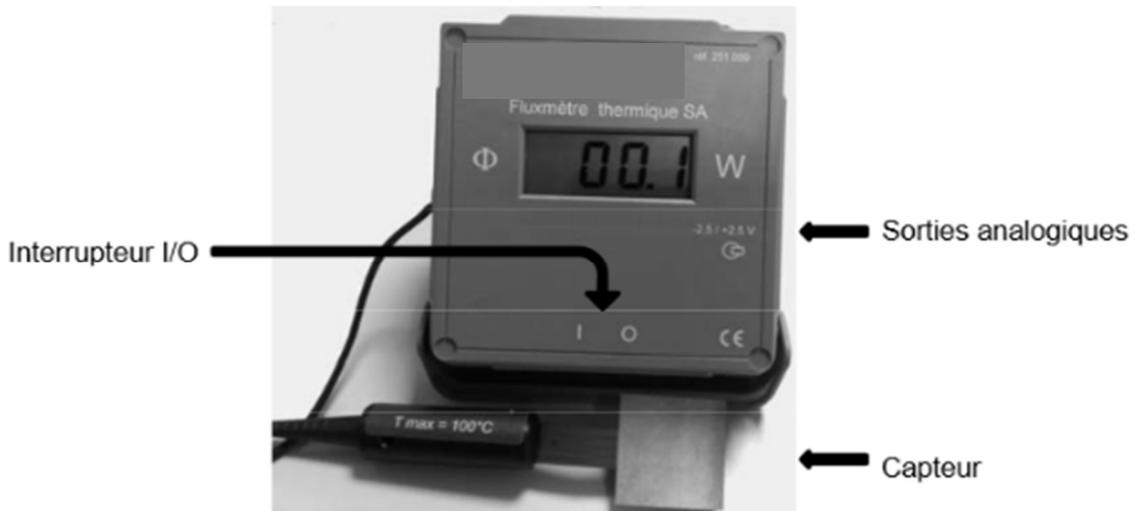
#### **Mesure de la conductivité thermique du polystyrène**

Dans un premier temps, il est intéressant de pouvoir déterminer expérimentalement la conductivité thermique du polystyrène extrudé, matériau très utilisé comme isolant thermique car facile à produire et à faible coût.

Pour cela, nous utilisons un fluxmètre thermique qui nous permet de mesurer le flux thermique d'un échantillon de surface  $S$  et d'épaisseur  $e$  pour une différence de température donnée comme indiqué sur le document ci-dessous.

## Présentation et principe de fonctionnement d'un fluxmètre thermique

Le fluxmètre considéré permet une mesure simple et instantanée d'un flux thermique.



Le capteur permet la mesure du flux lorsqu'il est en contact avec les deux faces d'un matériau ayant des températures différentes. Le sens du flux est indiqué sur le capteur (du chaud vers le froid).

## Relation permettant le calcul de la conductivité thermique d'un matériau

La conductivité thermique est une grandeur physique qui caractérise la capacité des matériaux à conduire la chaleur. On peut la déterminer grâce à la relation suivante :

$$\lambda_{\text{matériau}} = \frac{e \cdot \Phi}{S \cdot \Delta\theta}$$

avec :

- $\Delta\theta$  : écart de température entre les deux surfaces en K ;
- $e_{\text{échantillon}}$  : épaisseur du matériau de l'échantillon en m ;
- $\Phi$  : flux thermique en W ;
- $S$  : surface d'échange en  $\text{m}^2$  ;
- $\lambda_{\text{matériau}}$  : conductivité thermique en  $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

## Résistance thermique d'un matériau

La résistance thermique  $R_{th}$  d'un matériau traduit sa capacité à échanger un flux thermique. On peut déterminer  $R_{th}$  à l'aide de la relation suivante :

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda} ;$$

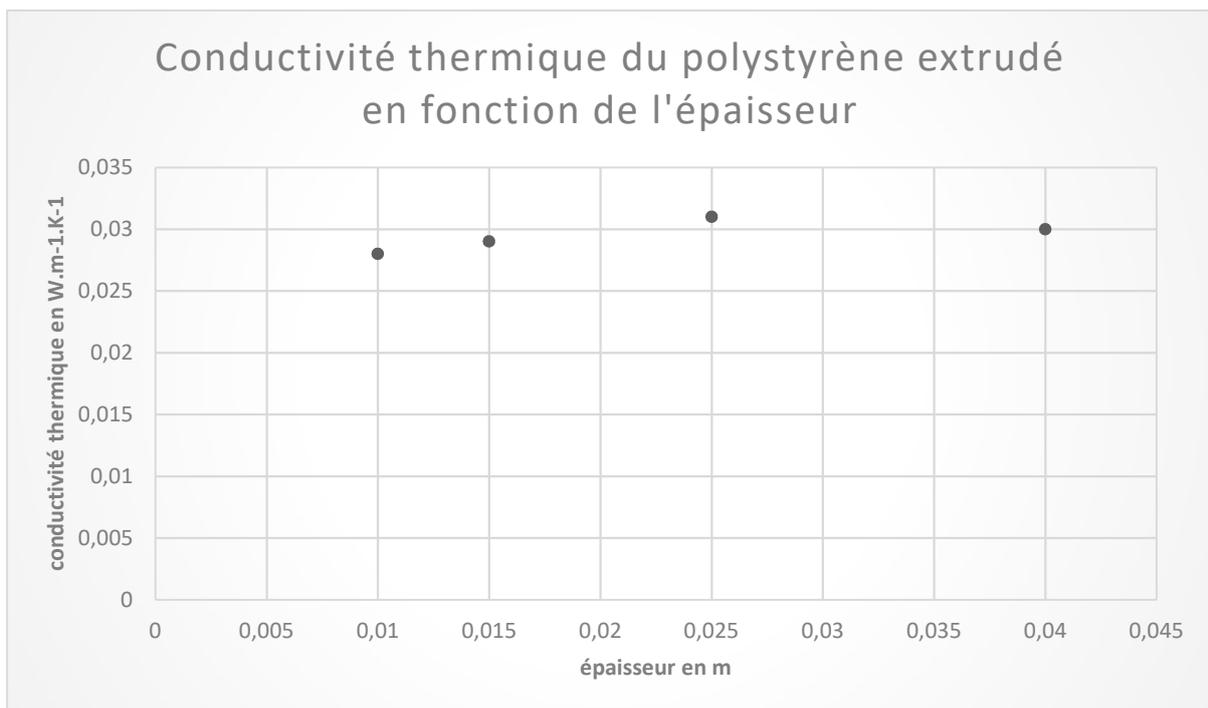
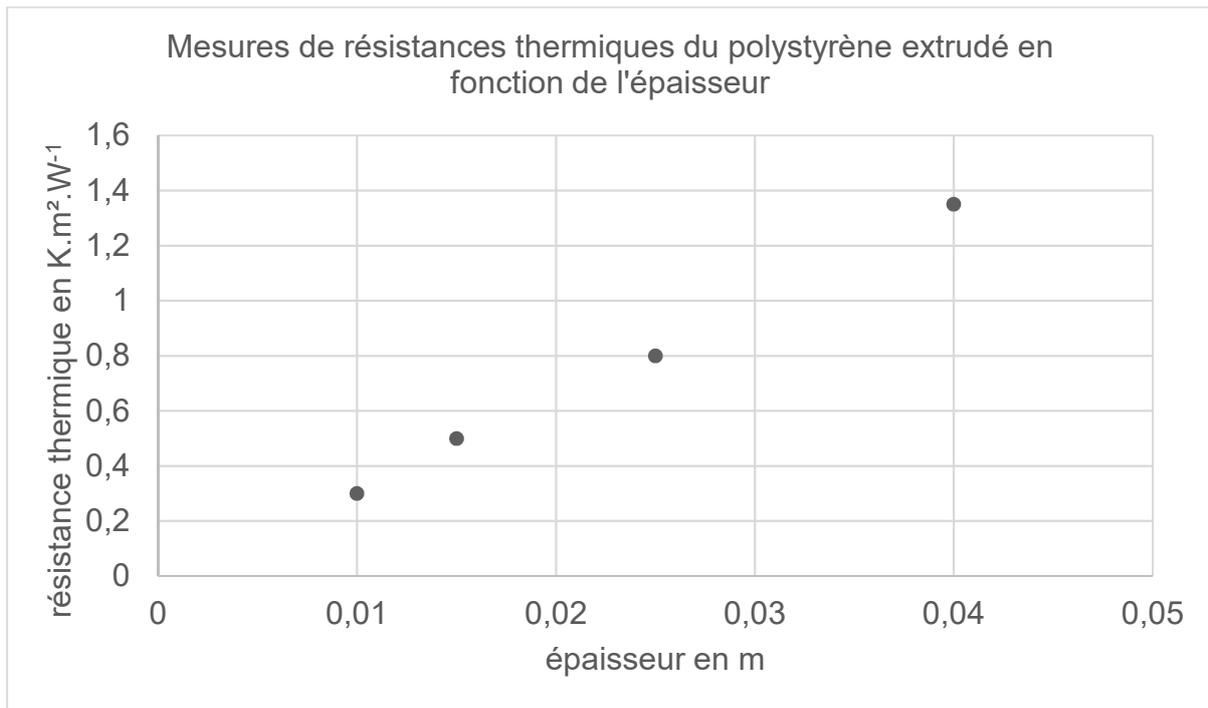
avec  $e$  : épaisseur du matériau dans la paroi en m ;  $\lambda$  : conductivité thermique en  $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ;  $R_{th}$  s'exprime en  $\text{K} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{W}^{-1}$ .

1. Définir le flux thermique à travers une paroi.

2. À partir des données, proposer une démarche expérimentale qui permet de déterminer la conductivité thermique d'une plaque de polystyrène extrudé d'épaisseur  $e$  et de surface  $S$ .

Pour avoir une valeur plus précise, des mesures ont été réalisées avec des échantillons d'épaisseurs différentes. Les résultats sont regroupés sur les figures ci-dessous.

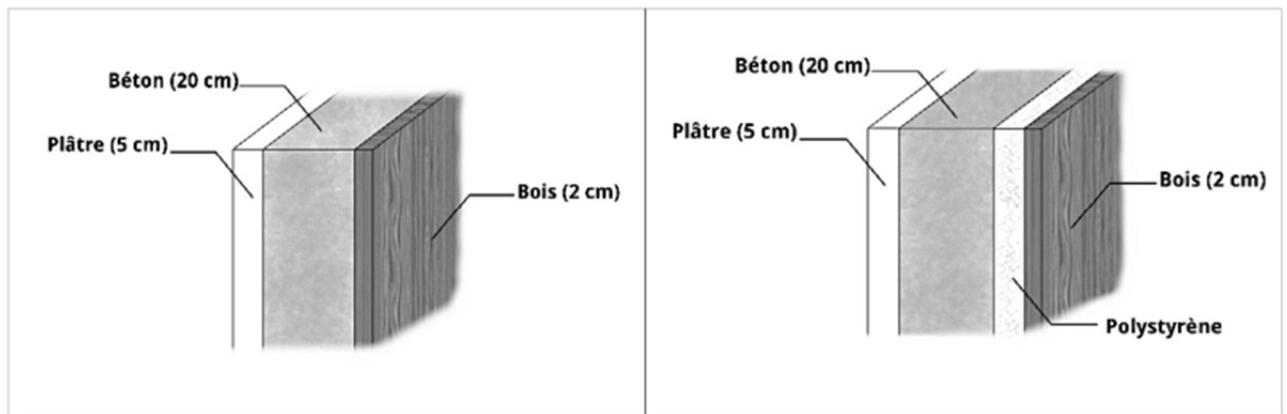
### Mesures de résistance thermique du polystyrène extrudé en fonction de l'épaisseur



3. Commenter le tracé de la figure représentant la résistance thermique en fonction de l'épaisseur.
4. Expliquer comment est obtenue la figure représentant la conductivité thermique à partir de celle représentant la résistance thermique.
5. Estimer la valeur de la conductivité thermique du polystyrène extrudé.

### Calculs de résistance thermique

Pour améliorer l'isolation d'une maison, il est possible d'ajouter entre le béton et le bois un revêtement en polystyrène, de manière à ce que la résistance thermique surfacique des murs  $R_{th}$  respecte la norme RT 2012 à savoir  $R_{th} > 4 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ .



Coupe du mur avant isolation

Coupe du mur après isolation

### Conductivité thermique de quelques matériaux de construction

- $\lambda_{\text{béton}} = 1,8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ;
- $\lambda_{\text{bois}} = 0,15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ;
- $\lambda_{\text{plâtre}} = 0,25 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ;
- $\lambda_{\text{PSEextrudé}} = 0,040 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  .

6. À partir des données précédentes, calculer la résistance thermique totale de la coupe du mur avant isolation.
7. La réglementation thermique RT 2012 impose une résistance thermique des murs supérieure à  $4,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ . Vérifier si la réglementation thermique RT 2012 est vérifiée avant l'isolation du mur.
8. Calculer l'épaisseur minimale de polystyrène extrudé à utiliser pour que l'isolation du mur soit conforme à la réglementation RT 2012.