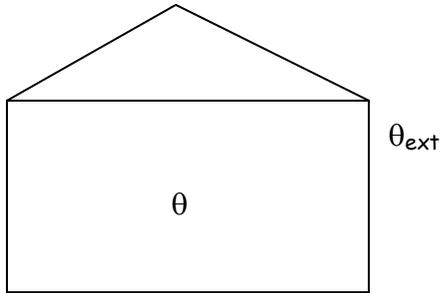


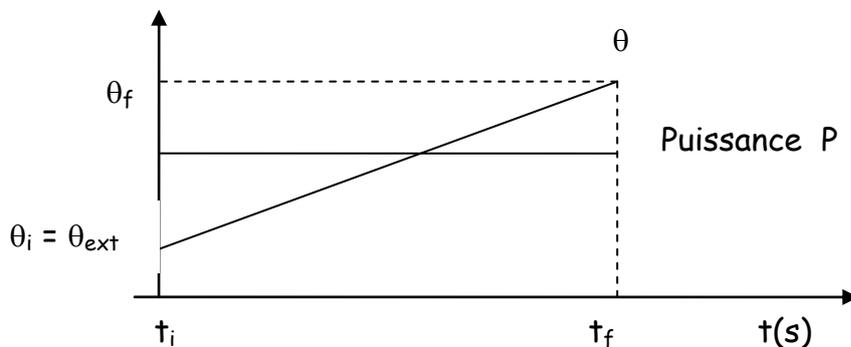
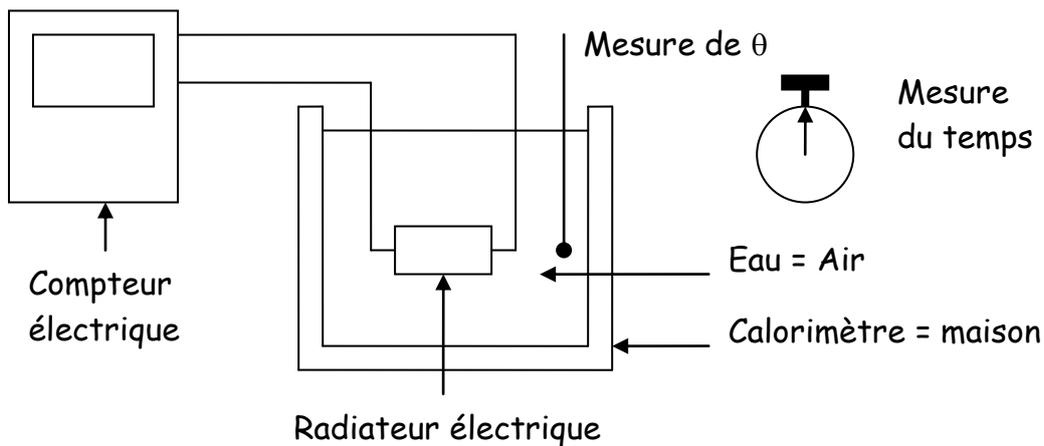
*Situation 1*



La maison et le fluide air contenu dans celle-ci sont en équilibre thermique avec l'extérieur, on souhaite chauffer l'air de la maison et avoir une idée de l'évolution de la température  $\theta$  en fonction de l'énergie apportée en supposant dans un premier temps la maison adiabatique.

Proposer avec les éléments mis à votre disposition une étude de l'évolution de la température  $\theta$  d'un fluide contenu dans une enceinte adiabatique en fonction de l'énergie apportée par un chauffage électrique.

*On attend de l'élève (accompagné du prof)*



### *Observations et analyses qui doivent être mises en évidence :*

La température  $\theta$  augmente en suivant une loi affine.

L'énergie apportée est  $P(t_f - t_i)$  et l'élévation de température est  $\theta_f - \theta_i$ .

On peut définir l'énergie nécessaire pour élever la  $\theta$  du fluide de  $1^\circ\text{C}$  ou de  $1\text{K}$  :

$$\frac{P(t_f - t_i)}{\theta_f - \theta_i} = \dots\dots\dots J.K^{-1} \text{ grandeur caractéristique de la quantité de fluide que l'on}$$

est en train de chauffer, que l'on nomme capacité thermique notée  $C$ .

On peut ramener cette valeur à une quantité unité par exemple dans notre cas à

$$1 \text{ kg de ce fluide on obtient alors } \frac{1}{m} * \frac{P(t_f - t_i)}{\theta_f - \theta_i} = \dots\dots\dots J.K^{-1}kg^{-1} \text{ que l'on nomme}$$

capacité thermique massique de l'eau, notée aussi  $C$ .

*La grandeur capacité thermique massique permet d'évaluer l'énergie nécessaire apportée à une masse  $m$  de fluide pour élever sa température de :  $\Delta\theta = \theta_f - \theta_i$*

### *Situation 2*

---

les parois et les objets d'une pièce sont en contact avec l'air dont la température augmente, donc eux aussi vont « voir » leurs températures augmenter, ils vont donc « récupérer » une partie de l'énergie apportée par les éléments chauffants. Indiquer comment prendre en compte dans l'expérience précédente la partie de l'énergie captée par la paroi du calorimètre. On donne la valeur exacte du  $C$  de l'eau :  $C_{\text{eau}} = 4180 \text{ JK}^{-1}\text{kg}^{-1}$ .

### *On attend de l'élève*

Qu'il calcule la capacité de la paroi :  $C_{\text{calo}}$ . Il devra pour cela investir les connaissances acquises dans la situation 1 et faire un bilan d'énergie.

$$P(t_f - t_i) = m_{\text{eau}} \cdot C_{\text{eau}}(\theta_f - \theta_i) + C_{\text{calo}}(\theta_f - \theta_i) \text{ d'où la valeur de } C_{\text{calo}}.$$

### *Situation 3*

---

Rappeler les propriétés de la paroi du calorimètre, observer les éléments constituant la paroi, nommer les, donner le rôle de chacun.

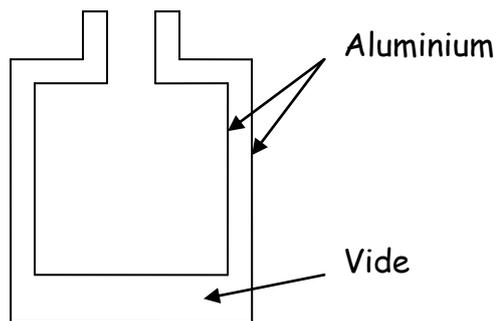
*On attend de l'élève* (idée : amener des termes et des observations qui faciliteront l'introduction de la notion de résistance thermique)

- Aluminium  $\approx$  miroir  $\rightarrow$  il réfléchit (corps brillant) la partie de l'énergie du fluide qui est émise sous forme de rayonnement (c'est peut être l'occasion d'introduire la notion de rayonnement).
- Polystyrène + air  $\rightarrow$  il constitue la principale résistance à l'écoulement de l'énergie par conduction. Le polystyrène seul est un bon isolant. L'air se

trouve dans des espaces extrêmement faibles ce qui empêche les mouvements de convection, la viscosité (résistance à l'écoulement) fait que l'air au contact d'un solide sur une épaisseur de quelques mm est  $\approx$  immobile (couche limite), donc l'air présente une résistance par conduction qui est très supérieure à la résistance par convection (on peut donner ici des ordres de grandeurs). Pensez aux doubles vitrages pour lesquels l'épaisseur de la couche d'air n'excède pas 5 mm !!!

- PVC  $\rightarrow$  permet de maintenir l'ensemble (fuite). Pas de propriétés remarquables concernant l'isolation thermique.

Nota : D'autres parois considérées comme  $\approx$  adiabatiques, paroi d'un thermos type aluminium + « vide »



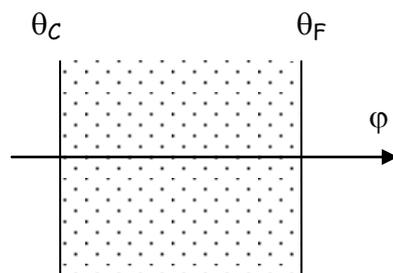
Pour ce type de thermos on peut observer par exemple pour un fluide (eau) initialement à  $90^\circ$  une baisse de  $10^\circ$  sur une durée de 5h. Justifier la bonne résistance thermique du thermos.

#### Situation 4

Etude d'un autre type de chauffage : la chaudière à condensation. (voir fiche)

#### Situation 5

La paroi adiabatique est un cas idéal, elle présente une résistance infinie à l'écoulement de l'énergie appelée résistance thermique :  $r$ . Dans le cas réel il faut pouvoir évaluer le flux surfacique  $\varphi$  ( $W.m^{-2}$ ) c'est-à-dire la puissance thermique  $\phi$  par unité de la surface de passage  $S$  de cette puissance (grandeur nécessaire pour évaluer les fuites thermiques). Il nous faut une grandeur caractéristique de la paroi qui permette de relier la différence de température de part et d'autre de cette paroi avec  $\varphi$ .



$$\theta_C > \theta_F \quad (C : \text{chaud} ; F : \text{froid})$$

On pose :  $\varphi = \frac{1}{r}(\theta_C - \theta_F)$ , pour une même différence de température, plus  $r$  est grand et plus  $\varphi$  est petit, ceci interprète bien l'idée que l'on peut se faire de la résistance thermique. À la limite si  $r$  est infinie, on a  $\varphi = 0$ , dans ce cas idéal la paroi est adiabatique.

Pour compléter le bilan thermique de la maison il faut tenir compte des pertes thermiques à travers les parois (murs, toits, fenêtres..) en d'autres termes il faut évaluer les résistances thermiques.

Objectif : Mettre une enceinte (pièce) en régime permanent ( $\theta_C = Cte$  ;  $\theta_F = Cte'$  ).  
 Evaluer les pertes thermiques  $\phi$  pour une surface de passage  $S$  d'un matériau (paroi), et déduire la valeur de la résistance thermique  $r$  du matériau en question.

### *On attend de l'élève (accompagné du prof)*

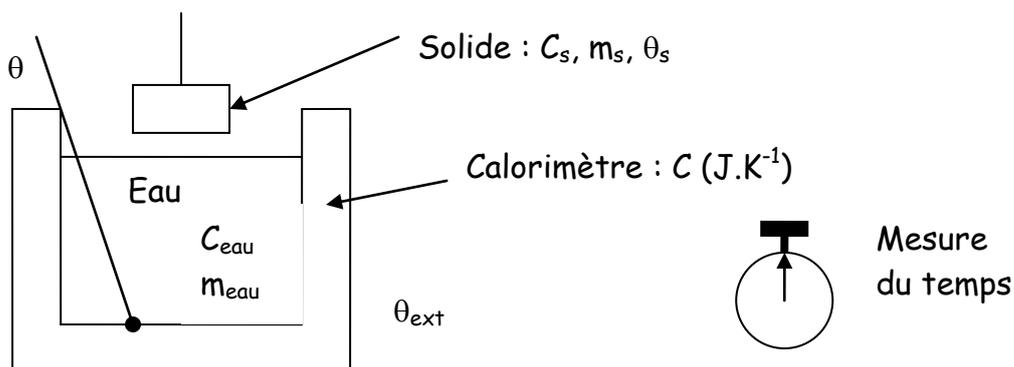
Découverte des moyens disponibles pour réaliser l'étude de la résistance thermique.

la manipulation, calculs...(voir fiche sur cette partie)

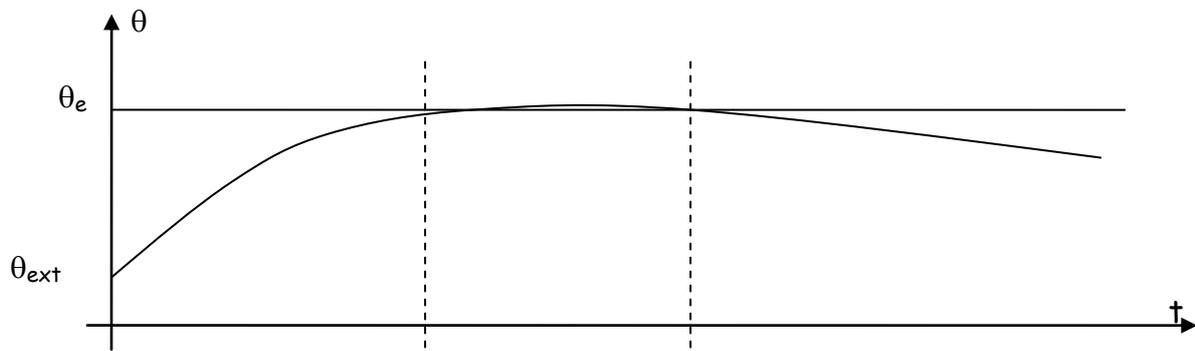
### *Situation 6*

On reprend la situation de départ mais au lieu d'apporter l'énergie avec une puissance constante, on introduit dans notre fluide un dispositif (solide) possédant une température supérieure (exemple : poêle à bois) et on relève l'évolution de la température du fluide. Interpréter et déduire la capacité thermique du solide.

### *On attend de l'élève*



On plonge le solide dans l'eau  $\theta_c > \theta_f$ , on obtient :



Première zone, le solide se refroidit et l'eau + calorimètre se réchauffe jusqu'à la température d'équilibre  $\theta_e$ , c'est la seconde zone dans laquelle la température de l'eau + calorimètre + solide reste  $\approx$  constante, un bilan énergétique permet de déterminer la capacité thermique massique du solide. Dans la troisième zone  $\theta$  diminue à cause des fuites thermiques, cas du refroidissement de l'air d'une pièce quand il n'y a plus d'apport d'énergie.

### *Conclusion :*

---

Nous avons maintenant à notre disposition des grandeurs physiques qui permettent d'approcher le bilan thermique d'une enceinte (capacité thermique, résistance thermique, différents apports d'énergie). Tout ceci peut être illustré au travers d'exercices et problèmes bien choisis.