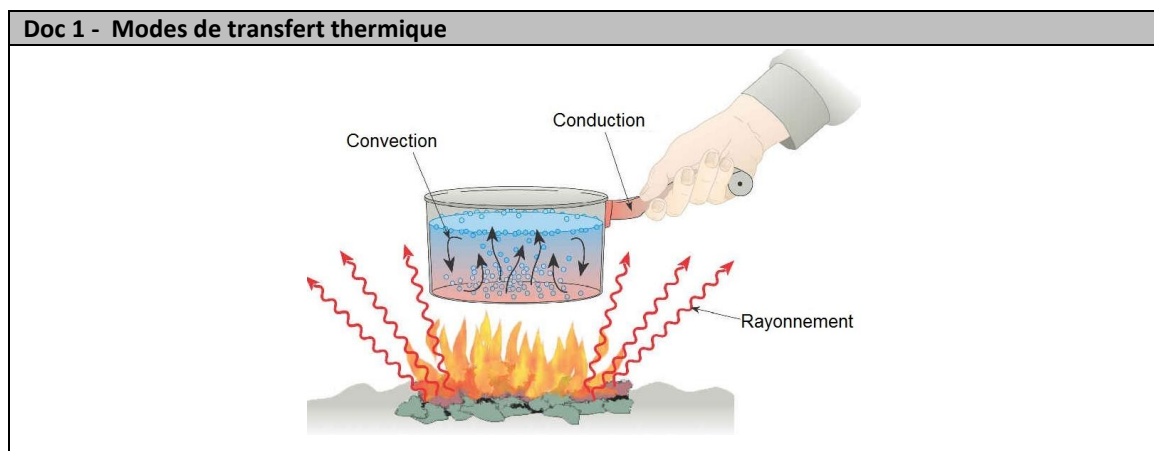


4 – Conduction thermique



1 – Transport d'énergie

- Définir les trois modes de transfert thermique d'énergie : rayonnement, diffusion, convection.



2 – Loi de Fourier

2.1. Flux d'énergie (= puissance thermique diffusée)

- Rappeler l'expression de la puissance thermique diffusée Φ_{th} .

2.2. Loi phénoménologique de Fourier (densité surfacique de puissance thermique diffusée)

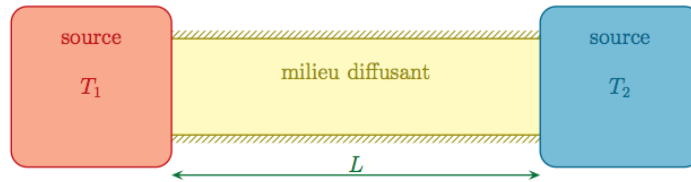
- Enoncer la loi de Fourier.
- Indiquer la dimension des termes en présence.
- Justifier la présence du signe « - ».

Doc 1 - Ordres de grandeur de conductivités thermiques λ	
Gaz	$\lambda \sim 10^{-2} \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Liquides	$\lambda \sim 10^{-1} \text{ à } 1 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Solides non métalliques	$\lambda \sim 10^{-3} \text{ à } 10^1 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Solides métalliques	$\lambda \sim 10^1 \text{ à } 10^2 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

3 – Diffusion axiale : bilan d'énergie

3.1. Equation de la chaleur

Situation étudiée : un matériau aux parois latérales calorifugées est soumis le long de son axe à une différence de température (expl : les vitres d'une fenêtre séparent l'intérieur de la maison de température T_1 supposée constante, et l'air extérieur de de température T_2 supposée constante avec $T_1 > T_2$).



- Établir l'équation de la chaleur dans l'hypothèse d'un régime non stationnaire sans chercher à la résoudre.

3.2. Temps caractéristique de la diffusion thermique

Doc 2 - Exemples de valeurs de diffusivité thermique D_{th}		
$D_{th} = \frac{\lambda}{\rho c}$	Eau	$D_{th} = 1,4 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
	Cuivre métallique	$D_{th} = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
	Verre	$D_{th} = 7,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

- Exprimer la diffusivité thermique, retrouver sa dimension.
- Montrer qu'elle permet d'estimer une durée caractéristique de la diffusion thermique.
- Appliquer ce résultat à l'exercice suivant :

Pour le repas de Noël l'an dernier, il a fallu 1h30 pour cuire correctement une dinde de 2,5 kg. Cette année, comme il y aura plus d'invités, une dinde de 3,5 kg a été achetée. Combien de temps faudra-t-il la cuire ?

3.3. Résolution de l'équation de la chaleur en régime stationnaire

- Résoudre l'équation de la chaleur dans l'hypothèse d'un régime stationnaire.

3.4. Résistance thermique

- Par analogie avec la résistance électrique, définir la résistance thermique.
- Exprimer la résistance thermique d'un matériau de section constante.
- Rappeler les lois d'association de résistances thermiques.
- Estimer les économies d'énergie permises par l'isolation thermique d'une maison :
 - Mur* : épaisseur e , conductivité thermique $\lambda_{mur} = 1,4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$,
 - Isolant* : épaisseur ℓ , conductivité thermique $\lambda_{isolant} = 3,9 \cdot 10^{-2} \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

4 – Contact avec un fluide en mouvement : résistance conducto-convective

- Définir une situation de transfert thermique conducto-convectif. Donner des exemples.
- Indiquer l'expression de la résistance thermique conducto-convective.

Application 1 :

On considère un pot de confiture tout juste rempli de confiture bouillante. Avant stockage, le pot est retourné, puis laissé à refroidir à l'air libre.

1. Identifier les modes de transfert thermique.
2. Les modéliser par des résistances thermiques associées.
3. Evaluer la durée nécessaire au refroidissement.



Application 2 :

Soit un matériau aux parois latérales non calorifugées est soumis le long de son axe à une différence de température. Une diffusion thermique axiale se met en place. D'autre part, comme les parois latérales ne sont pas calorifugées, des transferts thermiques peuvent s'établir à travers celle-ci.

1. Réaliser un bilan d'énergie sur une tranche de matériau comprise entre les abscisses x et $x+dx$.
2. Déterminer la loi d'évolution de la température du matériau en fonction de x .
3. Proposer une interprétation physique du coefficient δ .

