

## LP 13 : TRANSFERT THERMIQUE

### Introduction Pédagogique

#### Bibliographie

1. Manuel terminale spécialité Belin
2. Hacht

**Niveau :** Terminale

#### Prérequis :

1. Énergie cinétique et potentielle
2. Travail d'une force
3. Puissance électrique
4. Énergie interne

#### Objectifs :

1. Savoir quelles sont les différents modes de transfert thermique
2. Savoir faire un bilan d'énergie

#### Difficultés :

1. Différence température chaleur
2. Attention aux signes : bien faire des schéma avec des flèches
3. Bien comprendre à quelle échelle se déroule les modes de transferts thermique : faire un tableau récapitulatif

#### TD :

1. Calcul de bilan énergétique

**Expérience :** Mesure de la capacité calorifique de l'eau

## 1 Introduction

Quand vous faites cuire une tarte dans un four, une fois le plat sorti : vous pouvez toucher la pâte un certain temps sans vous brûler mais vous ne pouvez pas toucher le plat. Or les 2 sont à la même température. Qu'est-ce qui explique ce phénomène ?

De même comment le soleil nous chauffe-t-il alors qu'il est si loin ? Pourquoi fait-il plus froid en hiver qu'en été ?

## 2 Mode de transfert thermique

### 2.1 Conduction

Transfert thermique microscopique

<https://www.youtube.com/watch?v=LZWbhxzYtRs&t=302s>

**Notion de flux thermique**

Quantité d'énergie qui traverse une paroi par unité de temps :

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t}$$

Le flux s'exprime en W est toujours dirigés des températures les plus élevées vers les températures les plus basses

**Résistance thermique :** On peut faire une analogie avec l'électricité :

$$i \Leftrightarrow \phi$$

$$u \Leftrightarrow \Delta t$$

$$R \Leftrightarrow R_{th}$$

Si on a plusieurs paroi on additionne les résistance thermique. On a ainsi une loi analogue à la loi d'Ohm :

$$\Phi = \frac{U}{R_{th}}$$

Dans le cas d'une surface de contact d'épaisseur  $e$  et de surface  $S$  avec un matériau de conductivité thermique  $\lambda$  s'exprimant en  $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$  :

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

Ainsi on peut montrer l'intérêt du double vitrage :

- Vitre simple ( $e = 2$  cm, verre =  $1 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ,  $S = 1m^2$ ) :  $R_{th} = 0,02 K \cdot W^{-1}$
- Double vitrage ( $2 * e_{verre} = 0,5cm$ ,  $e_{air} = 1cm$ , =  $0,02 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ,  $S = 1m^2$ ) :  $R_{th, tot} = 0,501 K \cdot W^{-1}$

## 2.2 Convection

Tube de thiele : mouvement macroscopique responsable d'un transfert d'énergie

## 2.3 Rayonnement

3ème modes de transferts thermiques : les ondes électromagnétiques transportent également de l'énergie pouvant chauffer : c'est le phénomène qui permet au soleil de chauffer la terre.

Constante solaire : puissance moyenne reçue par la terre par unité de surface :  $1400 W \cdot m^{-2}$

On peut calculer ainsi la température de surface du soleil

Pourquoi il y a des saisons ? Contrairement à une idée reçue, ce n'est pas parce que la terre est plus loin du soleil en hiver qu'il fait plus froid sinon comment expliquer que l'hiver dans l'hémisphère nord correspond à l'été dans l'hémisphère sud ?

C'est une histoire d'inclinaison de la terre

## 3 Conservation de l'énergie

### 3.1 Conservation de l'énergie : premier principe de la thermodynamique

$$\begin{aligned}\Delta E &= E_c + \Delta E_p + \Delta U \\ &= W + Q\end{aligned}$$

Avec  $W$  le travail des forces qui s'exerce sur le système.  $Q$  le transfert thermique

On s'intéresse ici à des système au repos : pas de variation d'énergie cinétique ou potentielle

**Transfert thermique :**  $Q$  est homogène à une énergie. Historiquement, on a d'abord exprimé  $Q$  en calorie : quantité d'énergie nécessaire pour augmenter la température de l'eau de 1K.  $1\text{kcal} = 4186 \text{ J}$

A notre niveau on considère que le transfert thermique d'un système est proportionnel à la variation de température du système.

On note  $C$  le coefficient de proportionnalité appelée **capacité calorifique du système**.  $C$  dépendant de la taille du système, on préférera travailler avec la capacité calorifique massique du système  $c$  ne dépendant pas des dimensions du systèmes.

Ainsi :

$$Q = mc\Delta T$$

#### Méthode pour faire un bilan d'énergie :

1. Définir le système
2. Inventorier les différents transfert d'énergie entre le système et l'extérieur
3. Bien déterminer le sens des transferts thermiques

### 3.2 Détermination de la capacité thermique de l'eau

Ref : Expériences de physique : Electricité, électromagnétisme, électronique, transferts thermique. Dunod, 2017. Chap. 16, Sect. 5 p. 448.

Bilan d'énergie en supposant qu'il n'y a pas de perte :

$$\begin{aligned}\Delta U &= 0 \\ Q &= P\Delta t \\ mc\Delta T &= UI\Delta t \\ c &= \frac{UI\Delta t}{m\Delta t}\end{aligned}$$