

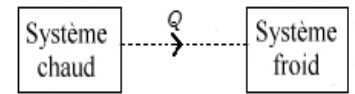


# Transferts et bilans thermiques

## A- Les transferts thermiques

### A1. Propriété fondamentale du transfert thermique

Sans apport extérieur d'énergie ni aucune contrainte, un transfert thermique entre deux systèmes de températures différentes a toujours lieu du système le plus chaud vers le système le plus froid.



### A2. Les trois modes de transferts thermiques

#### ❶ La conduction thermique

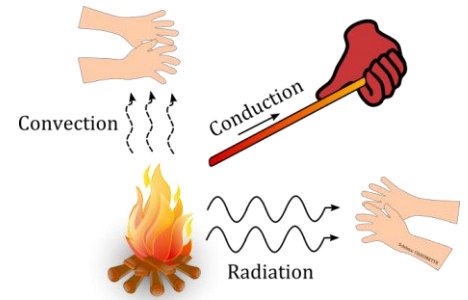
Si le transfert thermique a lieu par conduction thermique, **l'énergie cinétique microscopique des entités se propage de proche en proche** dans un milieu. La conduction est le plus lent des modes de transferts thermiques.

#### ❷ La convection

Si le transfert thermique a lieu par convection, c'est **un mouvement macroscopique de matière** qui assure le transport de l'énergie. Ce mode de transfert nécessite un milieu fluide (liquide ou gazeux). La convection ne se produit pas dans un solide.

#### ❸ Le rayonnement

Si le transfert thermique a lieu par rayonnement, ce sont **des ondes électromagnétiques** qui assurent le transport de l'énergie. Le rayonnement est le seul transfert thermique qui peut se produire dans le vide.



## B- Flux thermique et résistance thermique

### B1. Flux thermique

Le flux thermique est une grandeur qui traduit la rapidité à laquelle a lieu un transfert thermique. Pour un transfert thermique  $Q$  entre les deux systèmes pendant une durée  $\Delta t$ , le flux thermique est défini par :

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

avec  $Q$  : transfert thermique en J

$\Delta t$  : durée du transfert en s

$\Phi$  : flux thermique en  $J \cdot s^{-1}$  ou watt (W) ; c'est bien une puissance.

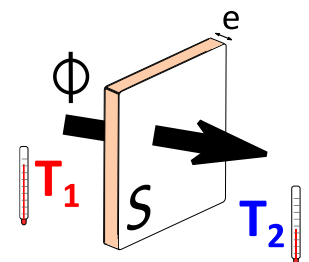
### B2. Résistance thermique

La résistance thermique  $R_{th}$  d'un objet traduit sa capacité à limiter (à ralentir) un transfert thermique. S'il sépare deux systèmes de températures  $T_1$  et  $T_2$ ,

$R_{th}$  est donc tel que :  $\Phi = \frac{|T_2 - T_1|}{R_{th}}$

$R_{th}$  s'exprime en . . . . .

$R_{th}$  dépend du matériau qui constitue l'objet considéré mais aussi de sa géométrie (épaisseur, forme, etc.), de la surface de contact entre les deux systèmes...



## C- Étude temporelle d'un transfert thermique

Aucune des relations énoncées dans le paragraphe à suivre n'est à connaître. Il faut savoir refaire le raisonnement conduit dans l'activité 5 pour obtenir l'expression temporelle de la température du système.

### C1. Position du problème

#### Le modèle du thermostat

On appelle « thermostat » un système suffisamment grand pour que sa température soit considérée comme constante malgré les transferts thermiques auxquels il participe.

*Exemple* : l'atmosphère peut souvent être considérée comme un thermostat ; dans certains cas une pièce peut aussi être considérée comme un thermostat.



**Situation étudiée et loi utilisée**

Un système de température initiale  $T_i$  est en contact avec un thermostat, de température constante  $T_f$ . Cette température est notée  $T_f$  car ce sera la température finale du système.

Le flux thermique reçu par le système lorsque sa température est  $T$  s'exprime par la loi dite phénoménologique de Newton :  $\Phi = hS(T_f - T)$ .

où  $S$  (en  $m^2$ ) est la surface de contact entre le système et le thermostat ;

$h$  (en  $W.m^{-2}$ ) est le coefficient convectif qui dépend du matériau constituant le système mais aussi de la géométrie du contact par exemple.

Le premier principe de la thermodynamique permet alors d'écrire, pour une durée très petite  $dt$ , la variation d'énergie interne du système :

$$dU = \phi dt = hS(T_f - T)dt$$

Or  $dU = mcdT$ , on en déduit que la température du système vérifie l'équation différentielle suivante :

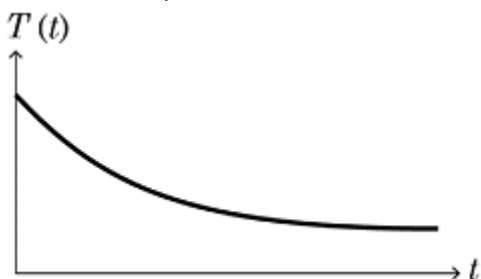
$$\frac{dT}{dt} + \frac{T}{\tau} = \frac{T_f}{\tau} \quad \text{où } \tau = \frac{mc}{hS}$$

On montre que la solution de cette équation différentielle est de la forme :

.....

**Représentations graphiques**

Cas où  $T_i > T_f$



Cas où  $T_i < T_f$

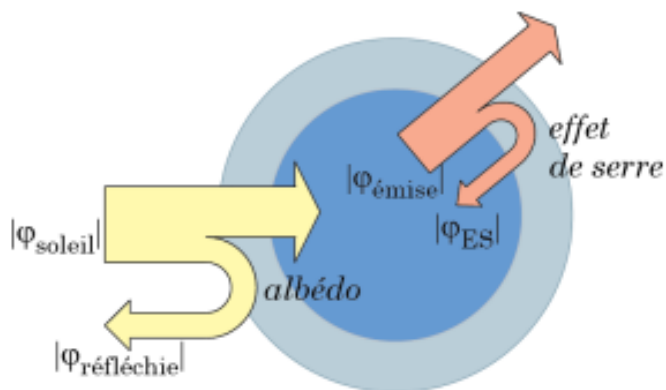


**D- Bilan thermique du système Terre-atmosphère : température de la Terre**

On peut utiliser un modèle simple des transferts thermiques fournis et reçus par le système {Terre + atmosphère} pour estimer la température moyenne terrestre.

Hypothèses du modèle :

- Sur une longue durée, la température moyenne de la Terre est constante, son énergie interne est donc elle-aussi constante :  $\Delta U = 0$
- La Terre reçoit un flux surfacique  $\phi_{reçu}$  de la part du Soleil.
- Une fraction  $A$  du flux surfacique reçu est réfléchi par l'atmosphère : c'est le phénomène d'**albédo**.
- La Terre fournit un flux du fait de sa température, selon la loi de Stefan- Boltzmann (émission par un corps noir de température  $T$ ) : .....
- Une fraction  $A_{ES}$  de ce flux rayonné est fournie au système {Terre + atmosphère} lui-même : c'est le phénomène d'**effet de serre**.



Le premier principe appliqué au système {Terre + atmosphère} permet d'écrire :

.....

On peut alors en déduire la température de la Terre.

Albédo et effet de serre ne contribuent pas de la même façon :

- l'albédo contribue à diminuer la température de la Terre ;
- l'effet de serre contribue à augmenter la température de la Terre.