Enseignement Spécifique

Transferts thermiques

Lois et modèles

Comprendre

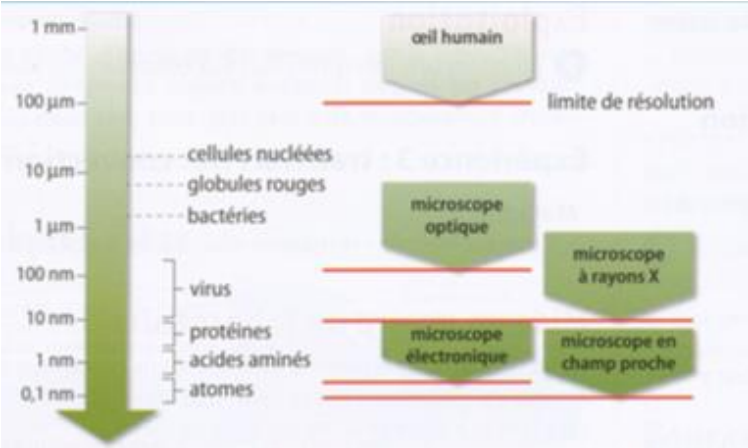
I. Du microscopique au macroscopique

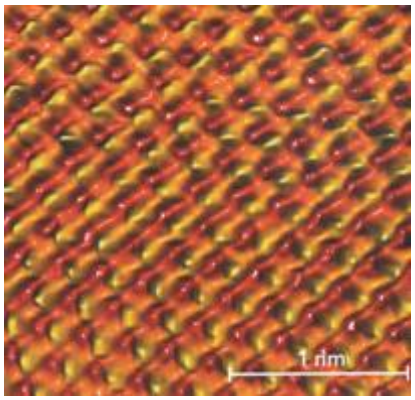
I.1. Observations à l'échelle microscopique

A l'heure actuelle, les microscopes qui permettent d'explorer la matière à l'échelle de « l'infiniment petit » sont les microscopes dits *« en champ proche »*, comme le *microscope à effet tunnel* (1981).

Ce dernier est constitué d'une pointe très fine, constituée de quelques atomes, placée très près de l'échantillon à analyser (quelques dixièmes de nanomètres). L'échantillon est obligatoirement conducteur. Un très faible courant électrique, fonction de la distance entre l'échantillon et la pointe, traverse cette dernière.

On fait défiler latéralement l'échantillon sous la pointe. Afin de maintenir la valeur du courant, il faut sans cesse ajuster la position de la pointe pour qu'elle se trouve toujours à la même distance de l'échantillon. On mesure précisément la position de la pointe à chaque instant.





Grâce à un ordinateur qui traite ces données, on peut alors dessiner le relief de l'échantillon (voir image ci-dessous).

Le *microscope à force atomique* reprend à peu près le même principe, sauf qu'il ne nécessite pas que l'échantillon soit un conducteur électrique : il utilise le fait qu'à ces distances, les atomes exercent des interactions d'attraction et de répulsion. En maintenant toujours la pointe à la même distance, on maintient constantes ces interactions.

I.2. Changement d'échelle …

La matière est constituée d'un nombre trop grand d'entités (atomes, molécules, ions) pour que l'on puisse appliquer les lois physiques à l'échelle microscopique. On est donc **obligé de décrire le comportement** collectif **d'un grand nombre** d'espèces chimiques à l'aide de grandeurs physiques macroscopiques, mesurables à l'échelle humaine telles que la pression P, le volume V ou la température T.

La constante d'Avogadro, notée N_A, permet de faire le lien entre le réel à l'échelle microscopique et le réel tel qu'on l'appréhende, à l'échelle macroscopique.

Ainsi, on a défini (en 2nde) la **mole comme l'une unité de quantité de matière** qui contient autant d'entités qu'il y a d'atomes dans 12 g de carbone 12, **soit :**

$$\mathbf{N_A = 6{,}02\times10^{23}\ mol^{-1}}$$

Un **système macroscopique** est une portion d'espace limitée par une surface, contenant un grand nombre d'entités assimilées à des points matériels.

II. Energie totale d'un système

L'énergie totale E_{TOT} d'un système physique se décompose en :

- **Energies microscopiques (U)**
  - Les énergies cinétiques des particules composant le système, qui sont en mouvement du fait de leur agitation thermique liée à la température ;
  - Les énergies potentielles d'interaction entre atomes, ions, molécules …
- **Energies macroscopiques (E_m)**
  - L'énergie cinétique du système s'il est en mouvement ;
  - Les énergies potentielles (de pesanteur, électrique, élastique).

II.1. Energie interne U

Définition : l'énergie interne U d'un système notée est la grandeur macroscopique définie comme la somme des énergies cinétiques et potentielles microscopiques des entités constituant le système.

Ainsi, l'énergie totale d'un système physique est égale à :

$$E_{TOT} = E_m + U$$

E_m : énergie mécanique, en J
U : énergie interne, en J

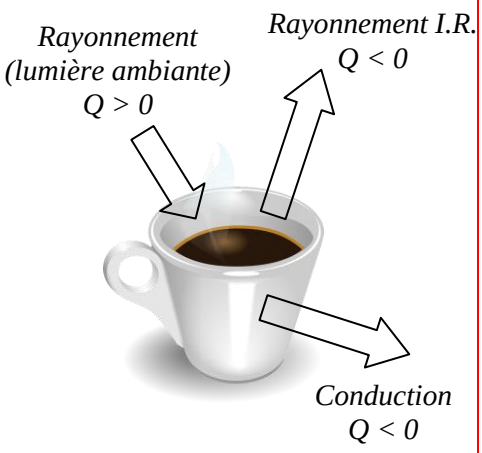
II.2. Variation de l'énergie interne U

On ne mesure que la **variation ΔU de l'énergie interne,** entre un état initial et un état final.

Cette variation est la conséquence d'échanges d'énergies du système avec l'extérieur, sous forme de travail W ou par transfert thermique Q.
S'il y a conservation de l'énergie du système : $\Delta U = W + Q$
(On appelle cette égalité le 1er principe de la thermodynamique)

Dans le cas où le système étudié n'interagit pas avec son environnement (système isolé), son énergie interne reste constante : $\Delta U = 0$

Par convention, W et Q sont POSITIFS s'ils sont reçus par le système et NEGATIFS s'ils sont cédés par le système.



Echange énergétique d'un café

III. Transferts thermiques

*L'existence d'une différence de température entre deux systèmes ou au sein d'un système engendre un **transfert spontané d'énergie**, **sous forme thermique** (chaleur) de la partie la plus chaude vers la partie la plus froide.*
*Le (ou les) système(s) tend(ent) vers l'**équilibre thermique.***
*Les transferts thermiques induisent de l'**irréversibilité** : le système évolue vers un état final sans pouvoir revenir à son état initial.*
Ex : encre diffusée dans l'eau

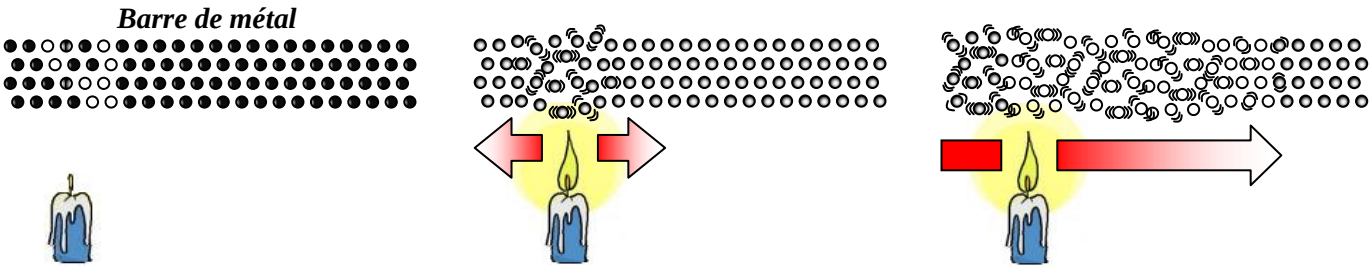
III.1. Modes de transfert thermique

,O H[LVWH PRGHV G¶pFKDQJH [illegible]

1er mode : par conduction

Le transfert thermique se fait de **proche en proche, sans déplacement de matière.**
$X QLYHDX PLFURVFRSLTXH LO\ D WUDQVPLVVLRQ G¶pQHUJLH

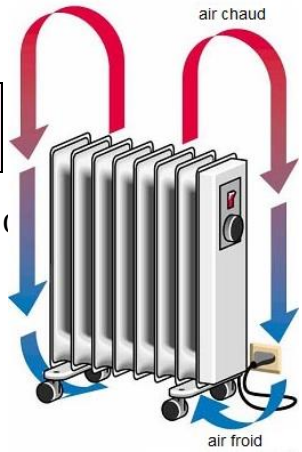
&¶HVW OH VHXO PRGH GH WUDQVIHUW WKHUPLTXH GDQV OHV VROLGH



/¶DJLWDWLRQ GHV DWRPHV HVW GLIIXVpH j SDUWLU GH OD SDUWLH F

2ème mode : par convection

La convection est un transfert porté par un mouvement de matière. **Elle ne se produit que dans les fluides** (gaz, liquides).



/H IOXLGH FKDXIIp HW GRQF GLODWp V¶pOqYH j [illegible] H GH appel de fluide à la base de la source chaude. Le fluide est ainsi brassé.

Contrairement à la conduction, il y a un déplacement (macroscopique) de matière.

3ème mode : par rayonnement

8Q WUDQVIHUW SDU UD\RQQHPHQW HVW JpQpU rayonnement électromagnétique.

Ce mode de transfert es W OH VHXO j SRXYRLU VH SURSDJHU dans le vide. &¶HVW FH

III.2. Energie interne et température

2Q FRQVLGqUH XQ V\VWqPH VROLGH RX OLTXLGH TXL Q¶pFKDQJH GH G¶pWDW SK\VLTXH

/RUVTX¶un corps de masse m OLTXLGH RX VROLGH SDVVHH G¶XQH WHPSpUDWXUH L YDULDWLRQ G¶pQHUJLH interne U a une température initale T_i et une température finale T_f, sa variation d'énergie interne est pour expression :