

1. Transferts d'énergie

Le texte suivant est extrait d'un ouvrage d'Hervé This : «Les secrets de la casserole».

Des boules de billard dans les casseroles

La conduction, tout d'abord, est le phénomène qui agit quand on chauffe un solide : une cuillère en métal laissée dans un liquide bouillant vous brûle les doigts. De même, la chaleur communiquée par un four à la surface d'un rôti, par exemple, se transmet progressivement aux molécules de l'intérieur. En effet, les molécules superficielles, agitées par la chaleur, heurtent les molécules situées plus à l'intérieur et, ainsi, leur transmettent leur énergie. Celles-ci, en heurtant des molécules encore plus à l'intérieur, y font passer l'agitation, donc la chaleur.

La chaleur, c'est l'agitation des molécules. Les aliments sont comme des tas de boules de billard : si vous agitez les boules du bord, elles transmettront leur agitation aux boules adjacentes plus au centre du tas, qui transmettront ensuite leur énergie aux boules encore plus à l'intérieur du tas, etc. C'est le phénomène de chauffage par conduction.

Convection et dépouillement

La convection, d'autre part, accélère cette transmission de chaleur dans les liquides : quand on chauffe une casserole d'eau par le fond, c'est l'eau du fond qui est d'abord chauffée, par contact avec le fond, lui-même au contact du fourneau. La chaleur se transmet naturellement par conduction, mais en outre, l'eau chaude du fond, plus légère que l'eau froide qui se trouve au-dessus d'elle, monte et est remplacée par de l'eau froide, qui est alors chauffée, etc. Des courants de liquide, nommés courant de convection, circulent dans le liquide et répartissent rapidement la chaleur.

[...]

La convection fut découverte par le comte Rumford, un aventurier génial qui épousa la veuve de Lavoisier et qui, parmi bien d'autres études scientifiques, s'était demandé pourquoi sa sauce aux pommes restait chaude longtemps après que sa soupe avait refroidi. Nous savons maintenant que la convection est d'autant plus active que le milieu est peu visqueux : dans un milieu visqueux, le liquide circule difficilement. Dans la soupe peu visqueuse de Rumford, la convection échangeait rapidement la chaleur avec le bol et l'air, tandis que la chaleur de la sauce, visqueuse, ne pouvait s'échapper que par conduction, donc lentement. La sauce restait plus longtemps chaude que la soupe.

La lumière qui cuit

Le troisième mode de chauffage est le chauffage par rayonnement, qui nous donne chaud au ventre, mais froid au dos quand nous sommes face au feu. Ce chauffage par rayonnement est le principe du rôtiage des viandes : un feu ou un grill émet des rayonnements analogues à la lumière, mais invisibles : les rayonnements infrarouges. Ceux-ci, comme la lumière, se propagent en ligne droite et sont arrêtés par les corps opaques. Leur énergie, quand ils sont absorbés par de la viande, chauffe et cuit cette dernière.

Naturellement la cuisson par micro-ondes est également un procédé de chauffage par rayonnement : cette fois, les ondes pénètrent dans les aliments, telle la lumière qui traverse les vitres de verre.

[...]

Après avoir rappelé que «la découverte d'un plat nouveau fait plus pour le bonheur du genre humain que la découverte d'une étoile» (Brillat-Savarin), n'oublions pas les micro-ondes, qui cuisent de façon originale : un rayonnement est absorbé par certaines molécules de l'intérieur des aliments (l'eau), et la chaleur de ces molécules cuit ensuite l'ensemble de l'aliment, en se transmettant par conduction aux molécules insensibles aux rayonnements micro-ondes.

Questions :

1. Par quel terme faudrait-il remplacer «transmission de chaleur» évoquée plusieurs fois dans le texte.
2. Quel est le type de transfert thermique s'effectuant sans transport de matière ? Résumer son interprétation microscopique.
3. Quel est le type de transfert thermique s'effectuant avec transport de matière ?
4. Le transfert d'énergie par rayonnement peut-il s'effectuer dans le vide ? Justifier par un exemple.
5. Dans quel sens s'effectuent les transferts thermiques ? Des zones froides vers les zones chaudes ou l'inverse ?
6. Quand on réchauffe une soupe à l'aide d'une plaque électrique ou d'un micro-onde, les transferts d'énergie mis en jeu sont-ils les mêmes ? Justifier.

2. Energie interne d'un système macroscopique :

1.1. Définition :

Toutes ces molécules sont en mouvement incessant. Ainsi, chaque molécule porte une énergie cinétique. Dans les états condensés (solide et liquide), ces molécules sont en interaction. Elles portent donc une énergie potentielle (le donc était un peu rapide, il va falloir me croire sur parole car là n'est pas le propos). Cette énergie ne nous est pas accessible directement. De la même façon qu'on ne peut pas voir une molécule, on ne peut pas mesurer l'énergie d'une molécule. Par contre, nous avons accès à l'énergie moyenne des molécules qui constituent un échantillon de matière.

Par exemple, dans un gaz on peut mesurer la vitesse moyenne de déplacement des molécules. Il suffit de mesurer la vitesse du son ! En effet c'est lors des chocs que les perturbations se propagent. Ainsi, si le son se propage à 340 m/s dans l'air à 20 °C c'est parce que les molécules de gaz ont cette vitesse moyenne. Qui dit vitesse dit énergie cinétique, on peut donc déduire l'énergie cinétique moyenne de chaque molécule de gaz.

Toute cette énergie microscopique est ce qu'on appelle l'énergie interne du système. Et on la note U.

Elle est la somme de l'énergie cinétique microscopique (ec) et de l'énergie potentielle microscopique (ep) :
 $U = ec + ep$.

L'énergie totale d'un système est $E = U + Em$

où Em est l'énergie mécanique : énergie cinétique macroscopique et énergie potentielle macroscopique.

1.2. Variation de température

La température correspond à cette énergie cinétique moyenne. Ainsi, une variation de température induit une variation d'énergie interne :

$$\Delta U = m.c.\Delta T$$

où c est la capacité thermique massique du corps (en $J.K^{-1}.kg^{-1}$)
et $\Delta T = T_f - T_i$ la variation de température

La capacité calorifique de l'eau est de $4,18.10^3 J.K^{-1}.kg^{-1}$ donc la variation d'énergie thermique pour 15 L donc 15 kg d'eau est de $15 \times 4,18.10^3 \times 5 = 3,11.10^5 J$.

La capacité thermique de l'eau est très élevée.

C'est pour cela que la réserve thermique du climat terrestre est dans les océans et qu'une variation de quelques degrés de la température des océans correspond à une quantité phénoménale d'énergie.

Les transferts thermiques se font toujours du plus chaud au plus froid et de sorte à atteindre l'équilibre thermique.

