

NOTION D'ETAT THERMIQUE.

1. ETAT THERMIQUE.

1.1. UNE PREMIERE APPROCHE

Dispositif.

On dispose de trois bols avec de l'eau à des températures de 10°C, 20°C et 30°C. On plonge, pendant 5 minutes, la main droite dans le récipient à 10°C, la main gauche dans le bol à 30°C. Puis on plonge les deux mains dans le récipient du milieu à 20°C.

Observation.

Lorsque les deux mains sont plongées simultanément dans le récipient à 20°C, après avoir séjourné respectivement à 10°C et 30°C, leurs sensations sont contradictoires:

- la main du bol à la température la plus basse *ressent* une impression de *chaud*;
- tandis que l'autre *ressent* une impression de *froid*.

Conclusion.

La notion de température est communément liée aux sensations de chaud ou de froid que nous procure le contact avec la peau. Mais le toucher n'est pas une indication fiable sur la température et bien insuffisant pour mesurer de façon précise la température d'un corps et en outre il est limité au voisinage de la température ambiante.

1.2. TRANSFERT THERMIQUE.

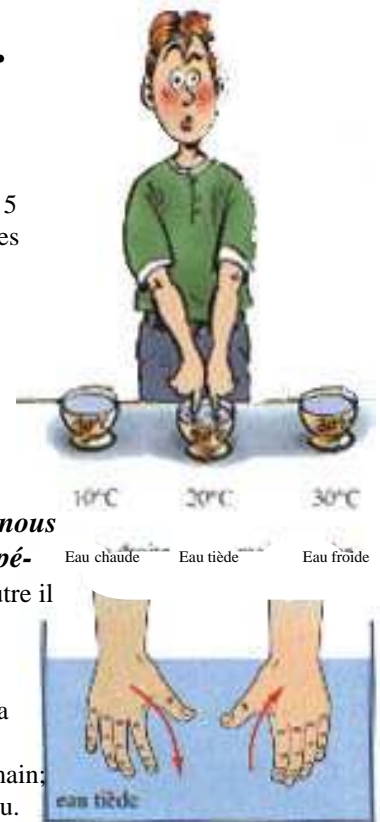
Il s'effectue un transfert thermique entre deux corps dans des états thermiques différents quand de la «chaleur» passe d'un corps à un autre. Lorsque les deux mains sont dans l'eau tiède:

- la main gauche a une sensation de chaud, car le transfert thermique se fait de l'eau vers la main;
- la main droite a une sensation de froid, car le transfert thermique se fait de la main vers l'eau.

Quand deux corps en contact sont dans des états thermiques différents, il s'effectue un **transfert thermique** du corps le plus chaud vers le corps le plus froid.

1.3. EQUILIBRE THERMIQUE.

Le transfert thermique entre deux corps mis en contact dans une enceinte isolante s'effectue jusqu'à ce qu'ils soient dans le même état thermique. On dit alors qu'ils sont en **équilibre thermique**.



COMMENT LE CORPS RÉAGIT-IL AU FROID ?

2. MESURER UNE TEMPERATURE.

2.1. AGITATION MOLECULAIRE ET LA TEMPERATURE.

La température d'un corps gazeux liquide ou solide est liée à la vitesse moyenne de l'agitation des molécules (plus précisément au carré de leur vitesse) qui le constituent (agitation thermique). Plus un objet est chaud, plus les molécules qui le constituent sont rapides. L'agitation thermique augmente quand la température s'élève. Dans le cas d'un gaz, cela signifie aussi que les chocs contre les parois sont plus violents.

La température d'un corps est la grandeur physique qui traduit la notion de chaud et de froid.

2.2. L'INSTRUMENT DE MESURE.

La température d'un corps peut se mesurer au moyen de thermomètres. Alors que la pression est assez facilement mesurable, la température ne peut se mesurer directement: quel appareil pourrait mesurer la vitesse d'une molécule ? En revanche, la dilatation qui accompagne presque à tout coup une élévation de température est un témoin intéressant.

Un thermomètre comporte un capteur utilisant l'un des phénomènes suivants:

- la dilatation:

- les thermomètres à liquide.

le liquide d'un thermomètre subit une variation de volume, donc de niveau, proportionnelle à la variation de température (thermomètres à mercure (gamme de température de -39°C à $+500^{\circ}\text{C}$) ou alcool (jusqu'à -80°C)).

Remarque.

Un thermomètre à mercure et un thermomètre à alcool ne donneront pas exactement le même résultat, car ces deux liquides n'ont pas exactement les mêmes propriétés de dilatation thermique.

- les thermomètres à bilame, utilisent le principe de la dilatation des solides: c'est la variation de la longueur du métal qui permet de déterminer une mesure de la température..

- le rayonnement: tout corps émet un rayonnement qui dépend de sa température.

- l'étude du rayonnement (le spectre de lumière) d'une lampe, d'une étoile,... renseigne sur sa température: c'est les longueurs d'onde mesurées qui permettent de déterminer la température du corps.

- ce système est également utilisé dans les nouveaux thermomètres auriculaires médicaux qui mesurent la température du tympan, proche de celle du corps humain. En effet, le tympan de l'oreille partage une artère avec l'hypothalamus, centre du cerveau qui contrôle la température du corps humain.

- la résistance électrique: de certains dipôles dépend de la température thermomètres électroniques.

- Sonde à variation de résistance, c'est la valeur R de s conducteurs métalliques ou semi-conducteurs qui varie en fonction de la température;

- Sonde à thermocouple, est constituée de deux soudures de métaux différents. Lorsque ces soudures sont portées à des températures différentes, il apparaît entre elles une tension électrique proportionnelle à la différence des températures.

Les thermomètres ne mesurent jamais que **leur propre température**. On utilise donc la variation d'une propriété physique (Volume, Longueur, Longueur d'onde, Résistance, Tension électrique) pour déterminer la température du thermomètre et par suite celle des corps avec lesquels il est en contact thermique, mais on **ne mesure pas directement la température du corps. Il faut donc établir une relation entre la grandeur mesurée et la température.**

Le thermomètre est un **capteur**, un instrument de mesure, qui ne pourra par ailleurs jamais mesurer la température d'un corps plus petit que lui, car il perturberait trop sa température....

	$\Theta_{\text{fusion}} (^{\circ}\text{C})$	$\Theta_{\text{ébullition}} (^{\circ}\text{C})$
Alcool	-34	+78
Toluène	-95	+111
Mercure	-39	+356
Pentane	-130	+36



Le repérage de la température.

Le premier thermomètre tel que nous le connaissons, serait l'oeuvre de Ferdinand II, grand duc de Toscane; il s'agit d'un thermomètre à alcool en verre scellé, construit vraisemblablement en 1641, qui présente 50 graduations.

En 1717, le physicien allemand G. Fahrenheit (1686 - 1736) remplace l'alcool par du mercure et donne au thermomètre sa

forme définitive. La colonne de mercure est divisée en 180 divisions égales, en utilisant le point de fusion de l'eau, placé à 32°F , et le point d'ébullition de l'eau, placé à 212°F . Ce thermomètre est encore utilisé dans les pays anglo-saxons.

En 1742, A.Celsius, physicien suédois, propose la division centésimale, et construit un thermomètre à mercure qui marque 100°

au point de congélation de l'eau et 0° au point d'ébullition de l'eau. Mais en 1745, le Suédois C.Linnaeus (1707 - 1778) inverse l'échelle de Celsius et présente un thermomètre à mercure qui marque 0° pour la glace et 100° pour l'eau bouillante.

En 1794, la commission des poids et mesure, créée par la Convention, adopte le Celsius comme unité de mesure de la température.

3. ECHELLES DE TEMPERATURE ET MESURES.

Les grandeurs variables permettent de définir des *échelles de température*.

La plus grande anarchie a régné, et règne encore, sur les différentes façons d'exprimer la température: elles sont presque aussi nombreuses que les unités de pression !!! Galilée avait pris comme zéro de son échelle la température de la cave de son laboratoire à Florence, au plus froid de l'hiver, ce qui n'est pas d'une grande précision. Les échelles Réaumur, Fahrenheit ou Celsius ne sont guère mieux définies puisque leur zéro est toujours arbitraire et qu'elles mènent toutes à parler de températures négatives. Imagine-t-on une longueur, ou une masse négative ??? Pourquoi la température échapperait-elle à la règle ??



3.1. L'ECHELLE ABSOLUE.

C'est l'ignorance de la nature réelle de cette grandeur physique qui empêchait de définir un véritable zéro. C'est aujourd'hui chose faite grâce au Kelvin, la seule véritable unité de température et la seule utilisable dans les formules de physique. Le zéro Kelvin, ou «zéro absolu», est tel que les molécules ont une vitesse nulle; à cette température, toute la matière est figée.

Le zéro absolu, un peu comme la vitesse de la lumière, est en réalité inaccessible, mais il est *a priori* possible de s'en approcher d'aussi près qu'on le souhaite (en payant de plus en plus cher!!!). Le calcul montre que le zéro absolu se trouve à $-273,15^{\circ}\text{C}$, et les expérimentateurs arrivent à quelques millièmes de degré de cette valeur.

- L'échelle absolue est l'échelle légale:
- l'unité de mesure est le kelvin (symbole: K).
 - le zéro absolu (0 K) est la température la plus basse que l'on puisse envisager.
 - Dans l'échelle absolue, il n'existe pas de températures négatives.

Remarque.

Contrairement aux basses températures qui ne peuvent descendre en-dessous du zéro absolu, les très hautes températures n'ont pas de limite.

La plus forte température jamais atteinte dans l'Univers date du Big-Bang. Elle se serait élevée à 10^{13} K, température indispensable pour la formation des premières particules stables !

De nos jours, c'est au coeur des étoiles qu'on trouve, de manière naturelle, les plus fortes températures. Au coeur du Soleil, par exemple, la température est de 15,5 millions de degrés. La pression, quant à elle, est 340 milliards de fois supérieure à la pression atmosphérique. Dans ces conditions, il n'y a plus d'atomes. Les électrons se séparent du noyau et le gaz ionisé, encore appelé plasma, subit des réactions de fusion nucléaire: l'hydrogène se transforme en hélium. Le coeur du Soleil est un véritable réacteur de fusion nucléaire.

La température actuelle moyenne de l'Univers est de 2,7 K, soit environ $-270,5^{\circ}\text{C}$. Pour comprendre d'où viennent ces quelques degrés, il faut imaginer que l'Univers est comme une soupe qui n'en finit pas de refroidir depuis qu'a eu lieu le Big Bang.

De l'eau dans le tube.

L'eau a un comportement bizarre: elle reste liquide à -200°C !! A condition de se placer dans les conditions particulières: faire circuler les molécules d'eau dans un nanotube, un tube en carbone d'un nanomètre et demi de large. Même sous le point de glaciation, l'eau semble couler dans ce tube. Les molécules d'eau forment un fil unidimensionnel, alors qu'habituellement elles se rassemblent en pyramide. De plus, un "bouclier" cylindrique d'eau gelée se crée entre ce fil liquide et la paroi du nanotube. Les chercheurs pensent tenir un système de modèle pour décrire l'eau circulant dans notre organisme, souvent confinée dans de très petits espaces.

Sciences et avenir Septembre 2004

Qui a inventé le zéro absolu ?

C'est un français Guillaume Amontons (1663 - 1705), qui le premier a supposé l'existence d'une température ultime. C'était en 1703. Il a remarqué que lorsqu'on refroidit un volume d'air enfermé dans une bouteille, la pression baisse. Il s'est dit que plus on baisserait la température, plus la pression baisserait - jusqu'à être nulle. Or, la pression, puisqu'elle représente une force exercée sur une surface, ne peut pas être négative. Une fois à zéro, elle ne pourrait donc plus baisser. Il lui correspondrait alors une température indépassable, qu'il estima à -240°C . Pas si mal !

Sciences et vie junior Février 2005



On ne descend pas sous $-273,15^{\circ}\text{C}$

