**CHAPITRE II**

**THERMOMÉTRIE**

**II.1. Notion de température**

A l’échelle humaine La notion de température est liée à la sensation du chaud et du froid ; Un corps plus chaud a une température plus élevée. Mais à l’échelle moléculaire elle acquiert un sens tout à fait particulier ; elle traduit le degré d’agitation des molécules ; Un corps dont les molécules sont plus agitées a une température plus importante.

Les molécules dans l’enceinte se déplaçant de façon incessante et totalement aléatoire avec des vitesses Vi. On définit la température T par la relation : avec m la masse ; K constante de Boltzman→ *K* =*R/N*, R constante du gaz parfait ; NA nombre d’Avogadro. K= 1,38.10-23J.K-1, R=8.32J.K-1.mol-1, NA= 6,023.1023 atomes ou molécules. Cette relation définit l’échelle de température absolue T en Kelvin :   
**T(K)=** θ**(**degré Celsius**)+273.15.**

Le degré Celsius est noté °C

**II.2. Principe « zéro » de la thermodynamique.**

Deux corps en équilibre thermique avec un troisième sont en équilibre entre eux. Ce principe permet de définir le concept de température.

**II.3. Echelle de température**

Pour construire une échelle de température il faut nécessairement :

-une relation liant la température à la grandeur thermométrique x

- des points fixes constituant des repères thermométriques.

**II.4. Température centésimale – température absolue.**

1. **Echelle centésimale**

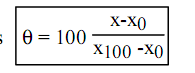
Le degré thermométrique est la centième partie de la distance entre le terme de la glace fondante et celui de l'eau bouillante sous la pression atmosphérique normale soit :

- 2 points fixes: 0° glace fondante et 100° eau bouillante

- 1 relation linéaire θ = a x + b on peut écrire alors

pour θ = 0, a x0 + b = 0 pour θ = 100, a x100 + b = 100

a= 100/ x100-x0 et b= a= -100 x0/ x100-x0 donc :



* **Échelle Celsius**

L'échelle Celsius est une échelle centésimale construite sur un phénomène thermométrique particulier qui est la variation de pression d'un gaz parfait à volume constant. On note les degrès Celsius °C et on leur attribue le symbole θ.

* **Échelle Fahrenheit**

L'échelle Fahrenheit a pour points fixes : 32° F pour la glace fondante et 212°F pour l’eau bouillante.

**Important :** les deux échelles n'ont pas de réalité physique et ne mesurent pas la température, elles la repèrent.

En effet, si l'on compare ces deux échelles :

θf= 0°C = 32°F (glace fondante)

θe = 100°C = 212°F (eau bouillante)

Le rapport de ces deux températures ne donne pas la même valeur.

1. **Échelles absolues**

Les échelles absolues permettent une mesure des températures. Elles ont une réalité physique puisqu’elles sont proportionnelles à l’énergie d'agitation des molécules (énergie cinétique des molécules)

* **Échelle Kelvin**

Cette échelle considère que la limite inférieure d'agitation des molécules (c.-à-d. que les molécules seront figées) se situe à - 273,15°C soit 0 K. La température dans l'échelle Kelvin, est notée par le symbole T et l’unité par K

On a la relation suivante:

T K(Kelvin) = θ °C(Celsius) + 273.15 T = θ + 273.15

**II.5. Les thermomètres**

* **Le Thermomètre à " gaz parfait "**

Ce sont les thermomètres de référence. Ils représentent un appareillage important et une technologie poussée pour faire les corrections nécessaires. On fait travailler le " gaz parfait " à volume constant et on étudie ses variations de pression. Le lecteur intéressé pourra se reporter à des ouvrages spécialisés.

* **Les thermomètres à dilatation de liquide**

Le mercure est le plus performant car :  
- il peut être obtenu très pur par distillation  
- il ne mouille pas le verre  
- il est liquide dans un domaine étendu de température, de -39 *°C* à 360 *°C*  
- sa conductivité thermique est très bonne, par suite il se met rapidement en équilibre thermique avec le corps en contact  
- sa capacité calorifique est faible (0,5*cal/cm3 .°C*) et à presque égale à celle du verre.

Les thermomètres à liquide comprennent un réservoir dont le volume n’excède pas 1 *cm3* soudé à une tige capillaire de diamètre intérieur de quelques dixièmes de millimètre. La paroi est mince pour permettre l’établissement rapide de l’équilibre thermique.  
Avec une bonne approximation, on peut considérer que le volume *V* du liquide dans le thermomètre varie avec la température suivant la relation :

http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/claude_saintblanquet/thermo2005/03_temperature/Image3657.gif

Pour le mercure dans le verre, on prend pour *a* la valeur moyenne 1/6300.  
Au-dessous de -39 *°C*, on utilise l’éthanol jusqu’à -80 *°C*, le toluène jusqu’à -90 *°C*, le pentane jusqu’à -200 *°C*.  
Au-dessus de 500 *°C*, le gallium permet d’atteindre 1000 *°C*.

* **Les thermomètres à tension de vapeur saturante**

La vapeur d’un corps en équilibre avec son liquide est dite saturante. Sa pression http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/claude_saintblanquet/thermo2005/03_temperature/Image3658.gifn’est fonction que de la température. Parmi les diverses expressions utilisées pour représenterhttp://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/claude_saintblanquet/thermo2005/03_temperature/Image3659.gif, on adopte souvent celle du type :

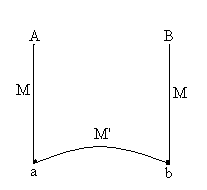
http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/claude_saintblanquet/thermo2005/03_temperature/Image3660.gif

Ces thermomètres sont utilisés aux basses températures avec des gaz comme http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/claude_saintblanquet/thermo2005/03_temperature/Image3661.gifpour lesquels les variations de http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/claude_saintblanquet/thermo2005/03_temperature/Image3659.gifavec *T* sont considérables.

* **Les thermocouples**

Trois fils constitués de deux métaux ou alliages différents M et M’ sont soudés (ou en contact) en a et b où règnent des températureshttp://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/claude_saintblanquet/thermo2005/03_temperature/Image3663.gif. Il apparaît en A et B une force électromotrice *e* fonction de l’écart de températures.

Des relations de type http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/claude_saintblanquet/thermo2005/03_temperature/Image3664.gifsont utilisées pour déterminer l’écart de température.  
Leur domaine d’utilisation varie entre -180 et 2500 *°C*.

****

**Figure 1** illustration d’un thermocouple

* **Les thermomètres à résistance**

On utilise le fait que la résistance électrique d’un fil métallique dépend de la température. On mesure sa résistance par exemple par la méthode du pont de Wheastone. La température est le plus souvent définie par des relations du type :

http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/claude_saintblanquet/thermo2005/03_temperature/Image3665.gif

Les métaux utilisés sont principalement, le platine pour des températures comprises entre -183 et 630 *°C*, le cuivre pour des températures inférieures à 150 *°C*, le nickel pour des températures comprises entre 0 et 150 *°C*.

* **Les thermistances**

La résistance d’un échantillon semi-conducteur est très sensible à la température. On utilise des thermistances pour mesurer de très faibles variations de température suivant des relations de type **:**

http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/claude_saintblanquet/thermo2005/03_temperature/Image3666.gif

* **Les thermomètres à quartz**

La fréquence de résonance d’un quartz piézoélectrique varie avec la température. Le domaine d’utilisation est entre -200 et 600 *°C*.

* **Les pyromètres optiques**

Ils sont utilisés aux températures très élevées. Leur fonctionnement fait appel aux lois du rayonnement thermique.