

Les échelles thermométriques II

...La première partie a été publiée dans le numéro 140 d'Arc en ciel...

Il a fallu attendre le XVIII^e siècle pour qu'une division en cent parties égales entre deux points fixes devienne l'élément de réflexion raisonné des savants. Après de nombreuses expériences et essais divers, le thermomètre centésimal verra le jour, mais ne sera officialisé que bien plus tard. Poursuivons notre historique et revenons à Roemer.

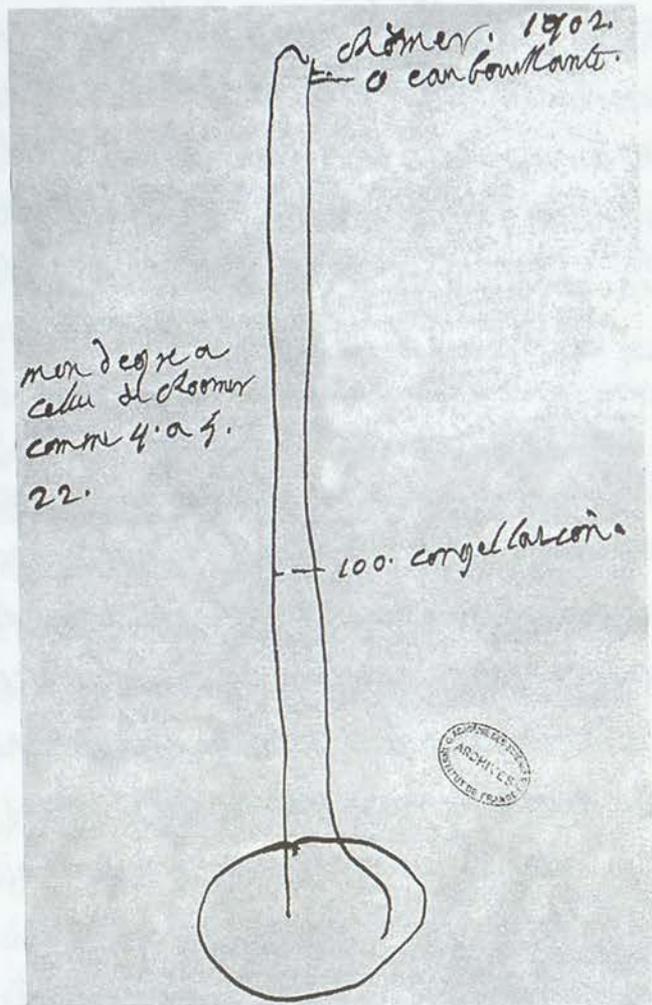
Vers une échelle centésimale

Peu de temps avant sa mort, (vers 1709) Roemer proposa à son successeur Peter Horrebow (1679 – 1764) de porter le point d'ébullition au 100^e degré au lieu du 60^e. L'échelle qui comporte 100 degrés, situe le point de congélation à son 1/5^e soit au degré 20 et le point d'ébullition au degré 100. Le point zéro de cette échelle correspond à $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ainsi avec ce thermomètre, la température de l'air en Europe est presque toujours indiquée avec des degrés positifs, élément apprécié à l'époque. Par ailleurs, ce thermomètre qui comporte 80 degrés entre les termes de la congélation et celui de l'eau bouillante a par ce coté un point commun avec les thermomètres de Réaumur.

Réaumur qui a remarqué la différence de 80 degrés entre le point de congélation et celui de l'eau bouillante du thermomètre de Peter Horrebow fait de suite un rapprochement avec ses thermomètres. Cette proposition enrichi le flou qui existait à cette époque autour du point d'ébullition tantôt à 80 degrés, tantôt à 100 degrés, voire entre ces deux valeurs.

Par ailleurs, en Suède, les frères Delisle ouvraient la voie à un thermomètre centigrade : Les frères Delisle avaient construit en 1724 un thermomètre présentant 100 degrés entre la température des caves de l'Observatoire de Paris et celle de l'eau bouillante. Lors de son voyage en Russie, en 1732, Jean Nicolas Delisle ne trouva pas de souterrain assez profond pour étalonner son thermomètre. Il conserva la valeur zéro au point d'ébullition et attribua 150 degrés au point de congélation qu'il prit pour second point fixe, abandonnant la température de l'Observatoire de Paris. L'eau bouillante et la fusion de la glace sont les deux points fixes sur lesquels le thermomètre Delisle est construit, mais l'échelle présente 150 degrés entre ces deux points et qui plus est, elle est inverse de l'échelle centésimale que nous connaissons.

En 1740, deux savants vont émettre chacun une proposition conduisant au thermomètre actuel : Réaumur reprenant l'idée de Roemer, propose la division centésimale entre les deux points fixes congélation et ébullition de l'eau : " la congélation est exprimée par 100 et l'eau bouillante par zéro ". Le second, Jean Michaeli Ducrest (1690 – 1766) suggère d'inverser l'échelle, donc d'attribuer zéro au point de congélation. Ce sont des propositions, le thermomètre centigrade n'est pas encore réalisé.

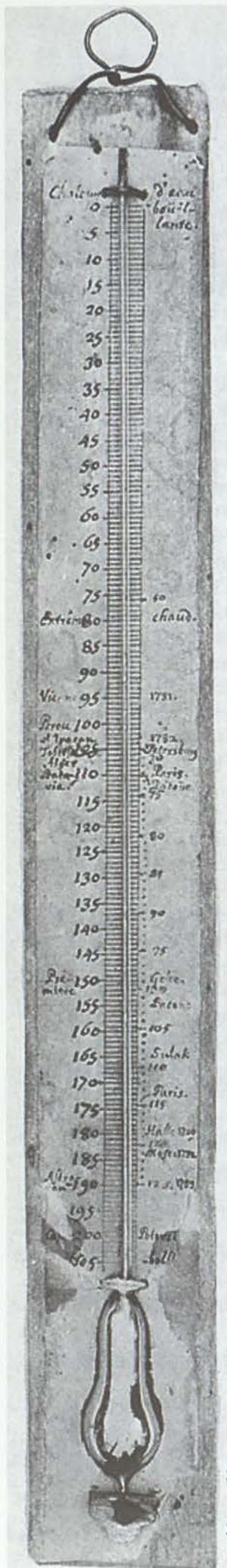


La division centésimale de REAUMUR (Illustration tirée de MIDDLETON p 92)

Le thermomètre Celsius

En 1737, Delisle envoie deux de ses thermomètres à Celsius. Ce dernier n'en garde qu'un. Il modifie la graduation selon le principe émis par Réaumur de sorte qu'il indique zéro à la chaleur de l'eau bouillante et 100 à celle de la première gelée (division centésimale inversée). Le 25 décembre 1741 il était prêt à l'emploi et fut utilisé à l'Observatoire d'Uppsala. Les observations régulières ont débuté le 02 juin 1743. D'après Middleton, Celsius n'aurait jamais inversé la graduation.

Linné qui a hérité du second thermomètre de Delisle a également modifié l'échelle en attribuant cette fois zéro au point de fusion de la glace et 100 au point d'ébullition (échelle centésimale), selon le principe émis par Michaeli Ducrest. Il l'utilise dès 1740 à Stockholm (donc avant Celsius), mais il ne le présente à l'Académie Suédoise qu'en 1745, après la mort de Celsius. La correspondance du 14 février 1897 entre Hugo Hildebrand Hildebrandsson (1838 – 1925) et Léon Teisserenc de Bort (1855 – 1913) met en avant la biographie de LINNÉ publiée par Monsieur Fries qui signale ce fait.



Fin du XVIII^e siècle : ... épilogue ...

Au milieu du XVIII^e siècle coexistent une multitude de thermomètres de qualités très variables. Jean André DELUC (1727 – 1817) a d'une part effectué de nombreux essais avec différents thermomètres et d'autre part fait expérimenter par " des gens en qui on peut avoir toute confiance " différents thermomètres. Son expérience le conduit à construire un thermomètre de 25 cm de long gradué de zéro à 80 entre la glace et l'eau bouillante. Dans les années 1780, moment où des réseaux d'observation s'organisent et collectent des températures, il précise comment le thermomètre est construit. C'est ainsi que les thermomètres aux degrés Réaumur, selon la méthode DELUC se répandent en France.

Face à la diversité des échelles thermométriques existantes, la Commission des poids et mesures décida en 1794 de prendre comme degré thermométrique la centième partie entre le terme de la glace et celui de l'eau bouillante. Elle met fin au thermomètre REAUMUR et favorise le thermomètre centésimal. En 1948, la IX^e conférence des poids et mesures décida que le degré centésimal serait le degré Celsius. Mais savait-elle que Linné avait réalisé ce thermomètre un an avant Celsius ?

§ Thermomètre envoyé par DELISLE à CELSIUS en 1737. Les graduations 100 au terme de la fusion de la glace, et 0 au point d'ébullition de l'eau ont été inscrites par CELSIUS. (Illustration tirée de MIDDLETON p 96).

Règles de conversion des températures.

Avant de s'intéresser aux conversion Réaumur, Fahrenheit et Celsius, le tableau ci-après donne une idée du degré du thermomètre florentin du type le plus courant : 50 degrés. LIBRI a fait beaucoup de comparaisons avec les thermomètres florentins 50 degrés. Il trouva une concordance étonnante entre eux et établit au XIX^e siècle une table de correspondance entre le thermomètre florentin et le thermomètre Celsius :

Degrés Florentin		Degrés Celsius
0		- 18,5
13,5	Mélange eau et glace	Environ 0
40	Soleil d'été en Italie	
50		55

La partie qui suit est un peu plus théorique. Les relations de comparaison ne dépassent pas le premier degré, elles sont donc facilement abordables.

Comparaison Fahrenheit – Celsius

La relation suivante permet de passer des degrés Fahrenheit aux degrés Celsius :

$$T \text{ Fahrenheit} = T \text{ Celsius} \times 9/5 + 32$$

La relation inverse donne :

$$T \text{ Celsius} = 5/9(T \text{ Fahrenheit} - 32)$$

On remarque de suite que le point 0°C correspond à 32°F, et que le point 100°C correspond à 212°F

Exemple, quel est le degré Celsius correspondant à 95 ° Fahrenheit ?

$$T \text{ C} = 5/9(95 - 32) \text{ soit : } 35^\circ \text{ C.}$$

Comparaison Réaumur – Celsius

Sachant que 0° Celsius est égal à 0° Réaumur et 100 °C à 80°F, nous en déduisons que : 1° R = 1° C x 0,8 et que 1° C = 1°R*/0,8.

Exemple : 35°C correspondent à 35*0,8 soit 28°R

Petit problème : convertir 86° F en degré R sans passer par les degrés Celsius.

Sachant que 1°C est égal à 1°R/0,8, la formule de conversion des degrés Celsius en degrés Fahrenheit devient :

$$T^\circ \text{R} = 0,8 * 5/9(T^\circ \text{F} - 32)$$

$$\text{Soit : } T \text{ R} = 0,8 * 5/9 * 54, \text{ ce qui donne : } 24^\circ \text{ R}$$

Bibliographie :

- Caverni Raffaello
Storia del metodo Sperimentale in Italia
Johnson Reprint Corporation, New-York, London, 1972
- Cotte Louis
Traité de Météorologie, Paris, 1774
- Cotte Louis
Mémoire sur la météorologie, Paris, 1788

- Deluc Jean André
Recherches sur la modification de l'atmosphère,
Genève, 1784 – 2 tomes

Dettwiller Jacques
 Errata et compléments : l'échelle Celsius
 bulletin d'information de la météorologie Nationale,
 n° 38, janvier 1978
 Dettwiller Jacques
 Chronologie de quelques événements météorologiques en France et ailleurs;
 monographie de la Météorologie Nationale n°1 Boulogne, Météorologie Nationale,
 1982
 Hildebrand Hildebrandsson Hugo
 Lettre d'Hildebrand Hildebrandsson à Teisserenc de Bort.
 Uppsala, 1897
 Libri Guillaume
 Histoire des sciences mathématiques en Italie depuis la renaissance des lettres jusqu'à
 la fin du XVIIIè siècle, Paris, Paulin, 1838 - 1841
 Middleton W.E.Knowles
 A history of the thermometer and its use in meteorology Baltimore (USA),
 1966 Magalotti Lorenzo
 I saggi di naturali esperienze fatte nell'Accademia del Cimento sotto la protectione del
 Serenissimo Principe Leopoldo Di Toscana. Reproduction de l'édition de Florence de
 1667, Pise, 1957 Martine Georges
 Essais sur la construction et la comparaison des thermomètres sur la communication
 de la chaleur et sur les différents degrés de la chaleur des corps. Paris, Durand, 1751
 Miniati Mara, Casati Stefano, Principe Franca
 L'età di Galileo, Il secolo d'oro della scienza in Toscana.
 Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze
 Florence (Italie), Istituto e Museo di Storia della Scienza, 1987
 Pujoulx J.B.
 Leçons de physique de l'école polytechnique. Paris, 1805 pages Schneider-Carius
 Karl
 Weather science weather research. History of their problems and findings from
 documents during three thousand years Traduit de l'Allemand, New Delhi (USA),
 INSDC, 1955
 Van Swinden J.H.
 Dissertation sur la comparaison des thermomètres. Amsterdam, 1778.
 Vollmann R. Dr
 Le thermomètre. Baies, 1946, CIBA, mars

Beaurepaire M.