

# L'épopée du thermomètre

Dans l'Antiquité, les phénomènes atmosphériques étaient souvent considérés comme l'expression de l'humeur des dieux. Néanmoins, les Grecs entreprirent de dégager les grands principes régissant ces manifestations. Ainsi cinq siècles avant Jésus-Christ déjà, des informations météorologiques étaient fournies par les services officiels grecs aux navigateurs. Longtemps l'astronomie et la météorologie étaient considérées comme une seule et même science. C'est l'apparition du concept newtonien d'attraction terrestre qui apporta la notion d'atmosphère terrestre et permit de limiter à cet ensemble le champ de la météorologie. Vers la fin du XVI<sup>e</sup> siècle et le début du XVII<sup>e</sup> sont apparues les grandeurs physiques fondamentales de la météorologie : vitesse, pression et température.

## Entre chaud et froid

La température se définit comme la grandeur physique qui permet de mesurer le degré de chaleur. Cette notion est assez intuitive puisqu'elle se réfère à nos sensations de chaud et de froid. Malgré cela, le concept physique moderne de température est arrivé très tardivement. En effet, nos sensations mélangent les effets de la température et ceux du transfert de chaleur. Par exemple, une eau à 20° C nous paraît plus froide que l'air à la même température, parce que nous perdons notre chaleur beaucoup plus vite dans l'eau que dans l'air. De plus, la température de l'air ressentie dépend du vent, qui diminue la température physiologique. Longtemps ces deux notions ont été confondues et ce n'est que l'apparition de la thermodynamique qui a permis de définir clairement la température.

Ctésibius d'Alexandrie réalise, vers 250 av. J.-C., le premier appareil capable d'identifier les effets de la chaleur. Il s'agit d'un montage de ballons et de tubes où transite de l'air. Galilée démontre au début du XVII<sup>e</sup> que le froid n'est que l'absence de chaleur. La porte est maintenant ouverte à son évaluation quantitative scientifique. Santorre Santorio (1516-1636) développe en 1608 un thermomètre à air (thermoscope). Il s'agit en fait d'un montage basé sur l'observation des variations de volume de l'air d'un ballon à l'aide de repères, en l'occurrence de la neige et la flamme d'une bougie. Cet outil permet, par exemple, de déterminer la température du corps humain en plaçant un ballon dans sa bouche. Malheureusement il est particulièrement sensible à la pression atmosphérique.

Le premier thermomètre gradué est attribué à

Ferdinand II de Médicis en 1654. Ce thermomètre à alcool est divisé en 50 degrés et, dans la glace fondante, il indique 13,5 degrés de chaleur. La difficulté est que la température ne peut pas être évaluée sur la base d'un étalon, contrairement aux grandeurs physiques fondamentales de la mécanique (longueur ou masse par exemple). La mesure passe donc par un autre phénomène physique comme le volume d'un gaz ou d'une colonne d'alcool. Il s'agit d'utiliser les propriétés de phénomènes dit thermométriques, c'est-à-dire qui varient proportionnellement à la température et permettent d'établir une relation linéaire entre le phénomène et la température. Le thermomètre à mercure est inventé en 1717 par Daniel Fahrenheit (1686-1736). Ce dernier prend comme repère 32 degrés pour la glace fondante et 96 degrés pour le corps humain.

En 1742, le physicien suédois Anders Celsius (1701-1744) développe un thermomètre à mercure prenant comme repères 0 pour le point d'ébullition de l'eau et 100 pour la glace fondante. Il obtient alors une échelle de température centésimale qui sera par la suite renversée. La Révolution française consacra, dans le cadre de l'adoption du système métrique, la définition du degré thermométrique comme étant la centième partie de la distance qui sépare la glace fondante de l'eau bouillante.

## La température absolue

Malgré tout, il subsiste des difficultés à établir précisément la proportionnalité entre la dilatation du mercure et la température. On définit, en 1927, l'échelle Celsius comme échelle internationale de référence en prenant en compte un gaz parfait, sa pression variant proportionnellement à la température pour un volume constant. Mais une telle échelle, permettant uniquement de repérer les températures n'est pas une mesure. La mesure d'une grandeur devant permettre de définir l'égalité de deux valeurs, mais aussi de les comparer, ce qu'elle ne permet pas (20°C n'étant pas le double de 10° C). En 1854, Lord Kelvin (1824-1907) développe le concept de température thermodynamique absolue mesurée en kelvin et découvre l'existence d'un zéro absolu égal à -273,15° C. La température absolue est une mesure de l'énergie d'agitation thermique des molécules. Les molécules d'air qui nous entourent sont animées de mouvements désordonnés. Elles se créent un espace libre en repoussant les molécules qui les entourent et

cet espace s'agrandit lorsque l'agitation augmente. Le thermomètre à mercure observe donc le volume occupé par les molécules de mercure. Le zéro absolu est l'absence totale de mouvement des molécules. Il n'y a pas de limite supérieure puisqu'il est toujours possible d'augmenter l'énergie agitant les molécules.

En plus des thermomètres à liquide (à mercure ou à alcool) qui utilisent la dilatation d'un liquide en fonction de la température à pression constante, il existe des thermomètres à bilame, qui recourent aux différences de dilatation thermique des métaux dont sont constituées deux lames soudées ensemble. Des sondes de température (thermomètres à résistance) sont, elles, employées dans les stations météorologiques. Elles utilisent les propriétés de métaux ou dispositifs électroniques dont la résistance électrique varie avec la température. La platine est ainsi la référence internationale depuis 1968.

Les satellites permettent maintenant, grâce à un radiomètre embarqué, de mesurer le rayonnement électromagnétique dans plusieurs longueurs d'ondes. Par des calculs complexes, on en extrait des profils verticaux de température, certes moins précis que ceux obtenus par les sondes, mais qui couvrent les océans et toutes les zones où ces sondages sont rares.

## La température de l'air

La température de l'air dépend horizontalement de la latitude, des oscillations diurnes et saisonnières et des influences océaniques ou continentales. En altitude, la température ne suit pas un profil décroissant comme la pression, mais alternativement croissant et décroissant selon les différents étages atmosphériques.

Pour mesurer la température de l'air, il faut veiller à ne pas être influencé par des objets ou du sol. En effet, ces derniers, en absorbant le rayonnement solaire, sont parfois bien plus chauds que l'air. Par exemple, le macadam de la route atteint 70 à 80°C au soleil alors que la température de l'air ne varie pas réellement entre les zones ensoleillées et les zones d'ombre. La température mesurée au soleil n'a, par contre, pas de sens, car il s'agit de la température de surface de l'instrument exposé qui dépend des caractéristiques même de cet instrument. Pour connaître la température réelle de l'air, il faut la mesurer à l'ombre. Par convention, on place les instruments de mesure dans un abri perché à deux mètres d'un sol gazonné, peint en blanc et bien ventilé. On parle alors de température sous abri. Aujourd'hui, on utilise de plus en plus des thermomètres ventilés qui permettent des mesures plus fiables que les thermomètres classiques placés dans des abris.

Les variations de température sur des temps courts (un à deux siècles) sont connues grâce à des séries de mesures. Malheureusement elles posent de nombreux problèmes, en particulier en raison des changements intervenus dans l'instrumentation, le rythme et les moments de relevé, les sites et leur environnement (construction, végétation...) et dans la

couverture spatiale des mesures. Un gros travail doit être réalisé pour assurer leur qualité et rendre possible et scientifiquement pertinente leur utilisation.



photographie : Julien Eggenberger

## Aujourd'hui

Aujourd'hui, le perfectionnement des instruments de mesures, l'amélioration des moyens de télécommunications permettant des échanges de données au niveau mondial et les progrès dans la connaissance des mécanismes de fonctionnement de l'atmosphère constituent sans nul doute des avancées remarquables dans la connaissance du climat de notre planète. En même temps que les outils se perfectionnent, laissant de moins en moins de place à l'humain, la météorologie, d'un service d'assistance à l'aéronautique, la marine et l'agriculture, devient une science complète étudiant la physique de l'atmosphère. Le temps des relevés manuels des stations météorologiques est révolu, les données sont maintenant prélevées automatiquement et transmises au plus vite à un centre d'analyse numérique.

**Julien Eggenberger**

### Bibliographie:

Javelle J.-P. & al. , *La météorologie, du baromètre au satellite*, Lausanne et Paris: Delachaux et Niestlé, 2000, 171p.