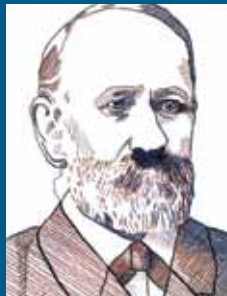


**André Ross**  
Professeur  
de mathématiques



La constante utilisée pour exprimer la relation entre la température et l'énergie rayonnée par un corps noir est appelée constante de Stefan-Boltzmann en hommage aux physiciens Jožef Stefan et Ludwig Boltzmann. Qui étaient ces savants ?

# Jožef Stefan

Le physicien et mathématicien slovène Jožef Stefan est né en 1835 dans le village de Sveti Peter (Saint-Pierre) près de Klagenfurt (Celovec) qui faisait alors partie de l'Autriche-Hongrie.

Issu d'une famille modeste, son père était ouvrier fraiseur et sa mère servait comme bonne, Stefan a manifesté de grandes aptitudes dès l'école primaire, puis au lycée de Klagenfurt.

Il songea d'abord à se faire moine, mais décida de partir étudier les mathématiques et la physique à Vienne en 1853.

Diplômé de mathématiques et de physique en 1857, il enseigna la physique tout en réalisant des travaux en optique, en particulier sur la biréfringence<sup>1</sup> du quartz, pour lesquels il reçut le premier prix Lieben en 1865. Il devint directeur de l'Institut de physique en 1866, puis vice-président de l'Académie de Vienne.

Il fut honoré dans de nombreuses universités à l'étranger, rédigea plus de 80 articles scientifiques dont sa publication de 1879 sur le rayonnement du corps noir où il énonce la loi

$$F = \sigma T^4$$

où  $F$  est le flux de chaleur émis par un objet dans le vide chauffé à une température  $T$  degrés kelvins (K). Cette loi est connue sous le nom de *loi de Stefan-Boltzmann*, car c'est son élève Ludwig Boltzmann qui en a fourni la justification théorique.

À partir de cette loi, Stefan détermina la température de la surface du Soleil (5430 °C), la conductivité thermique de nombreux gaz ainsi que la conduction de la chaleur par les fluides.

Il s'est intéressé à l'électromagnétisme à la suite des travaux de Maxwell (James Clerk, 1831-1879), auxquels il a apporté plusieurs perfectionnements.

Le principal problème auquel Stefan s'est attaqué consistait à décrire l'évolution dans le temps d'une interface solide-liquide au cours d'un changement de phase. L'idée était de pouvoir prédire la position de l'interface ainsi que la température des phases. Le physicien slovène en a donné la première illustration dans son article « Sur la formation des glaciers, en particulier les glaciers des mers polaires ».

En plus de ses études scientifiques, Stefan a écrit des poèmes et des œuvres littéraires en slovène. Il est mort à Vienne en 1893.

1. La biréfringence est la propriété physique d'un matériau dans lequel la lumière se propage de façon anisotrope, c'est-à-dire qu'elle dépend de la direction. Dans un milieu biréfringent, l'indice de réfraction n'est pas unique, il dépend des directions de propagation et de polarisation du rayon lumineux.

Un effet spectaculaire de la biréfringence est la double réfraction par laquelle un rayon lumineux pénétrant dans le cristal est divisé en deux.



C'est à Ludwig Boltzmann que l'on doit les premières utilisations de la statistique dans l'étude de phénomènes physiques. Ses travaux étaient basés sur l'hypothèse de l'existence des atomes, hypothèse qui remonte à Démocrite d'Abdère (~460 à ~370) mais qui n'était pas encore reconnue comme scientifiquement valide ou même acceptable à l'époque de Boltzmann.

# Ludwig Boltzmann

Le physicien autrichien Ludwig Boltzmann est né à Vienne en 1844 et est mort à Duino en 1906. Il obtint son doctorat à l'Université de Vienne en 1866, avec une thèse sur la théorie cinétique des gaz, dirigée par Jožef Stefan, dont il devint ensuite l'assistant. Il a étudié successivement à Graz, à Heidelberg et à Berlin, où il suivit les cours de Bunsen (Robert Wilhelm, 1811-1899), Kirchhoff (Gustav, 1824-1887) et Helmholtz (Hermann, Ludwig von, 1821-1894).

Boltzmann est considéré comme le père de la physique statistique et un fervent défenseur de l'existence des atomes. En érigeant une théorie basée sur une fonction de distribution décrivant de façon probabiliste l'état d'un système de particules dans l'espace des positions et dans celui des vitesses, il a validé l'hypothèse de Démocrite selon laquelle « la matière peut être considérée comme un ensemble d'entités indivisibles ». À partir des lois classiques des chocs élastiques, il a développé une équation d'évolution non linéaire pour cette fonction de distribution, baptisée depuis *équation cinétique de Boltzmann*. Cette théorie a permis de retrouver de façon théorique de nombreux coefficients empiriques de la physique, justifiant toutes les équations de la mécanique des fluides.

Boltzmann a également développé une réflexion philosophique sur les sciences. Inspiré par les travaux de Charles Darwin, il considérait que les théories scientifiques sont des « images du monde » susceptibles d'évoluer en fonction de notre cadre culturel. Pour lui, le développement de la

connaissance consistait principalement en une élaboration de modèles. Il a présenté cette idée dans un article intitulé *Modèle* rédigé pour l'Encyclopædia Britannica. Ces conceptions ont eu une grande influence sur le positivisme logique du Cercle de Vienne, ainsi que sur la pensée du logicien Ludwig Wittgenstein, qui a reconnu dans la pensée de Boltzmann une de ses influences principales.

Les travaux de Boltzmann en physique lui ont valu une vigoureuse hostilité de la part de ses confrères qui ne reconnaissaient pas l'existence des atomes. Ces conflits l'ont mené à des crises de dépression et à une première tentative de suicide à Leipzig, puis à une seconde à Duino, qui lui fut fatale.

Boltzmann est maintenant reconnu comme un des piliers de la physique moderne, au même titre que Maxwell, Einstein et Schrödinger. Sa théorie très mathématique permet de faire le pont entre la physique quantique, à l'échelle moléculaire, et la physique macroscopique, à l'échelle à laquelle on l'observe. À l'heure actuelle, sa théorie est la source de nombreux problèmes mathématiques extrêmement riches, ainsi que le fondement moderne de la modélisation des matériaux complexes.

## Phénomène macroscopique explication microscopique

Un ballon gonflé conserve sa forme parce que la pression est la même en tout point de sa surface intérieure. Dans l'approche de Boltzmann, cette pression est le résultat du bombardement constant de cette surface par les molécules de gaz. C'est ce type d'explication d'un phénomène macroscopique expliqué par un comportement au niveau microscopique qui valut à Boltzmann l'hostilité de ses confrères.