



Svante Arrhenius
1859-1927

Voulant comprendre et expliquer le cycle des glaciations, Svante Arrhenius a élaboré une théorie qui relie l'augmentation du CO_2 atmosphérique à une augmentation sensible des températures terrestres en raison d'un « effet de serre » dû à la vapeur d'eau et à l'acide carbonique (CO_2 dissous dans la vapeur d'eau). Il a été influencé dans ce travail par d'autres chercheurs, dont Joseph Fourier.

Svante Arrhenius

Le chimiste suédois Svante August Arrhenius est né en 1859 dans une localité voisine d'Uppsala. Il apprend à lire seul à trois ans et apprend l'arithmétique en regardant son père additionner des nombres dans son livre de comptes. À huit ans, il entre à l'école « de la cathédrale¹ » locale et se distingue en physique et en mathématiques. En 1876, il est le mieux noté et le plus jeune étudiant de son niveau.

En 1881, ayant complété cinq années d'étude en physique, mathématiques et chimie à l'université d'Uppsala, il est admis à l'Institut de physique de l'Académie royale des sciences de Suède à Stockholm. Il y prépare une thèse sur la conductivité des électrolytes et en 1883, il pu-

blie un mémoire intitulé *Recherches sur la conductibilité galvanique des électrolytes*. En 1884, il soutient sa thèse mais ses professeurs ne sont guère impressionnés et lui accordent son doctorat avec la plus basse note possible. Cette recherche lui vaut pourtant le prix Nobel de 1903.

Entretemps, Arrhenius envoie des copies de sa thèse à divers scientifiques européens, dont Rudolf Clausius (1822-1888), Wilhelm Ostwald (1853-1932) et Jacobus H. van't Hoff (1852-1911). Ceux-ci sont plus impressionnés par cette thèse que les professeurs d'Arrhenius et Ostwald se rend à Uppsala pour convaincre Arrhenius de se joindre à son équipe de recherche. Cependant, ce dernier préfère demeurer en Suède ayant obtenu un poste à Uppsala, ce qui lui permet de s'occuper de son père gravement malade qui décède en 1885. L'Académie royale des sciences de Suède décide, en 1886, de financer un voyage d'études en Europe et Arrhenius passe quatre ans dans les laboratoires d'Ostwald à Riga, de Kohlrausch à Würzburg, de Boltzmann à Graz et de Van't Hoff à Amsterdam.

Arrhenius retourne ensuite en Suède et entre comme professeur, puis comme recteur, à l'Institut royal de technologie de Stockholm. En 1891, il est nommé maître de conférence à l'université de Stockholm, professeur de physique en 1895 et recteur en 1896.



1. Une école de cathédrale ou école épiscopale est une institution d'enseignement du Moyen Âge qui doit son nom à ses liens avec l'Église. Le but de ces écoles était de former le clergé, mais elles ont graduellement admis des étudiants laïques. Fondées avant les universités, au XIII^e siècle, elles ont permis la renaissance culturelle et philosophique du XIII^e siècle. Les écoles épiscopales qui existent de nos jours n'ont pas toutes été fondées au Moyen Âge, certaines sont plus récentes.

Il devient professeur de chimie en 1895, il entre à l'Académie royale des sciences de Suède en 1901 et est nommé directeur de l'Institut Nobel de chimie physique en 1905.

Loi d'Arrhenius

Arrhenius a créé la théorie de la dissociation électrolytique basée sur l'existence d'ions dans la solution. Le postulat sur lequel il a basé sa théorie est le suivant : *Les acides sont des substances qui produisent des ions hydrogène en solution aqueuses, et les bases, des ions hydroxydes²*. Sa théorie a entraîné des progrès importants en permettant la quantification des réactions acide-base, les électrolytes dissous étaient susceptibles d'exister sous deux formes, une forme non dissociée et l'autre en ions responsables de la conductibilité électrique. Cette théorie est cependant d'une application limitée, puisqu'elle ne vaut que pour les solutions aqueuses.

Arrhenius a établi la relation entre la constante de vitesse k d'une réaction chimique et la température. Cette équation s'écrit :

$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

où k est la constante de vitesse (L/mol·s), A , est une constante, E_a , l'énergie d'activation (J/mol), R , la constante molaire des gaz ($R = 8,315 \text{ J/K}\cdot\text{mol}$) et T , la température en degré kelvins (K).

En chimie, l'équation d'Arrhenius est souvent utilisée sous sa forme logarithmique, soit :

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T} \right) = -\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T} \right) + \ln A.$$

On reconnaît la forme d'une relation affine du type $y = ax + b$, où $y = \ln k$, la pente est $a = -E_a/R$, la variable indépendante est $x = 1/T$ et l'ordonnée à l'origine est $b = \ln A$.

2. La définition plus générale des acides et des bases, selon laquelle : *un acide est un donneur de protons (H^+) et une base, un accepteur de protons*, a été proposée par le chimiste danois Johannes Brønsted (1879-1947) et le chimiste anglais Thomas Lowry (1874-1936).

Effet de serre

À l'époque, la majorité des scientifiques croyaient que la Terre se refroidissait, mais Arrhenius croyait le contraire. En 1896, il découvrit que le CO_2 avait la capacité d'absorber de grandes quantités de chaleur. L'énergie solaire atteint la Terre principalement sous forme de lumière et elle est réfléchiée sous forme de rayonnement infrarouge et est retenue par l'atmosphère. Il en conclut qu'une augmentation du CO_2 devrait entraîner une augmentation de la température et émit l'hypothèse que la combustion du charbon, du pétrole et du gaz naturel rejette suffisamment de gaz carbonique dans l'atmosphère pour réchauffer la planète. Il énonce une première loi sur l'effet de serre :

Si la quantité d'acide carbonique augmente en progression géométrique, l'augmentation de température suivra avec une progression arithmétique.

Arrhenius présente ses conclusions dans un article intitulé *De l'influence de l'acide carbonique sur la température de la Terre*. Il estimait qu'en doublant la quantité de CO_2 dans l'atmosphère, l'augmentation de température serait d'environ 5°C et qu'en ne tenant compte de la combustion du charbon, il faudrait 3 000 ans pour y parvenir. Cependant, depuis cette époque, la consommation de charbon a été multipliée par 10. De plus, avec l'industrialisation qui a suivi la Seconde Guerre mondiale la consommation de pétrole a augmenté de façon très importante. On estime que le doublement de la quantité de CO_2 prendra plutôt 100 ans que 3 000 ans.

Gaz à effet de serre

Les GES sont les gaz qui permettent à la chaleur du Soleil (sous la forme de lumière visible) d'atteindre le sol tout en empêchant une fraction de la chaleur émise par la Terre (sous la forme d'ondes infra-rouges) de se rendre dans l'espace. Les GES ont pour effet qu'une partie de la chaleur émise par la Terre doit chauffer l'atmosphère qui, par la suite, doit dégager sa chaleur en partie dans l'espace. La vie est possible grâce à l'effet de serre qui maintient une température propice à la vie.

