

# WALTHÈRE SPRING: UN PRÉCURSEUR LIÉGEOIS DE L'EFFET DE SERRE.

Gaston Demarée, François Brouyaux et Rosiane Verheyden  
Institut Royal Météorologique de Belgique

« *Dubium initium sapientiae* »

## Résumé

En 1886 paraissait dans *“Mémoires couronnés”* de l'Académie Royale de Belgique, un article de deux scientifiques liégeois à propos de la teneur en acide carbonique / dioxyde de carbone dans l'atmosphère à Liège. Dans cet article, des teneurs riches en CO<sub>2</sub> atmosphérique étaient invoquées pour expliquer les températures plus élevées à Liège que dans la région avoisinante. Bien que l'argumentation climatologique fût boiteuse et que l'article ne portait que sur un impact local, on a pu voir clairement dans cet article un précurseur du célèbre article d'Arrhenius qui, en 1896, prévoyait un réchauffement planétaire. Ce débat scientifique est rapporté dans les volumes de *“Ciel et Terre”* de l'époque.

## Brève histoire de l'effet de serre.

Des mots tels qu'effet de serre, gaz à effet de serre, réchauffement de la planète, modèle climatique, scénario climatique ainsi que d'autres, appartiennent au vocabulaire quotidien en 2009, dans la presse, à la radio ou à la télévision.

Jean Baptiste Joseph Fourier<sup>1</sup> mentionne au début du 19<sup>ème</sup> siècle que les gaz atmosphériques influencent la température de la planète (Fourier, 1824, 1827, 1837, 1955)<sup>2, 3</sup>. Mais c'est au professeur suédois Svante Arrhenius<sup>4</sup> que l'on attribue généralement la paternité de la découverte de l'effet de serre. Son article, paru en 1896 dans le magazine londonien *« Philosophical Magazine »*, portait sur *« l'influence du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère sur la température de surface »* (Arrhenius, 1896). Arrhenius s'intéressait aux conditions qu'avaient provoquées les ères glaciaires et étudiait le rôle possible du CO<sub>2</sub> atmosphérique. Il était le premier à faire le calcul qu'un doublement du CO<sub>2</sub> atmosphérique suite aux sources industrielles ferait monter la température de la planète de 5 à 6 °C.

Il aura fallu ensuite attendre plus d'un demi-siècle pour que d'autres recherches scientifiques apportent leur pierre à l'édifice de l'effet de serre. Un des arguments reposait alors sur les études statistiques qui, dès les années trente du siècle passé, montraient une élévation de la température globale (entre les années 1940-1970, par contre, les températures chuteraient légèrement). Depuis lors, la grande majorité

des scientifiques s'accordent sur le fait que la concentration du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère augmente, que cette augmentation intercepte une portion croissante de rayonnement infrarouge et qu'en conséquence la température de la Terre est en hausse. La recherche actuelle se focalise sur la relation entre le CO<sub>2</sub> et la biosphère, les rétroactions via la vapeur d'eau, la mer et les glaces, la neige et les nuages et la modélisation globale ou régionale des climats. Pour contrôler la validité des modèles qui remontent de plus en plus loin dans le passé, on s'intéresse aussi de plus en plus aux anciennes séries d'observations, en particulier celles qui sont antérieures à la création des services météorologiques nationaux.

## Qu'est-ce que l'effet de serre ?

Le soleil réchauffe la terre, à la suite de quoi cette chaleur rayonne. L'équilibre de température est atteint lorsque la quantité d'énergie entrante égale la quantité d'énergie sortante. Cette température d'équilibre devrait être de -18 °C alors qu'elle est d'environ +15 °C. Cette différence de 33 °C est due au fait que dans l'atmosphère terrestre, des petites quantités de CO<sub>2</sub> et de vapeur d'eau absorbent les rayons infra-

<sup>1</sup> Joseph Fourier (1768-1830), mathématicien et physicien français, connu pour ses recherches sur les séries de Fourier et leur application à la chaleur.

<sup>2</sup> Voir l'analyse réalisée par James Rodger Fleming (1998a, 1998b, 1999) dans lequel il détaille l'apport de Fourier concernant les problèmes des températures terrestres et les principes régissant la température d'une serre.

<sup>3</sup> Voir aussi l'article de C.J. van der Veen (2000) sur Fourier et l'effet de serre.

<sup>4</sup> Svante August Arrhenius (1859-1927), scientifique suédois.

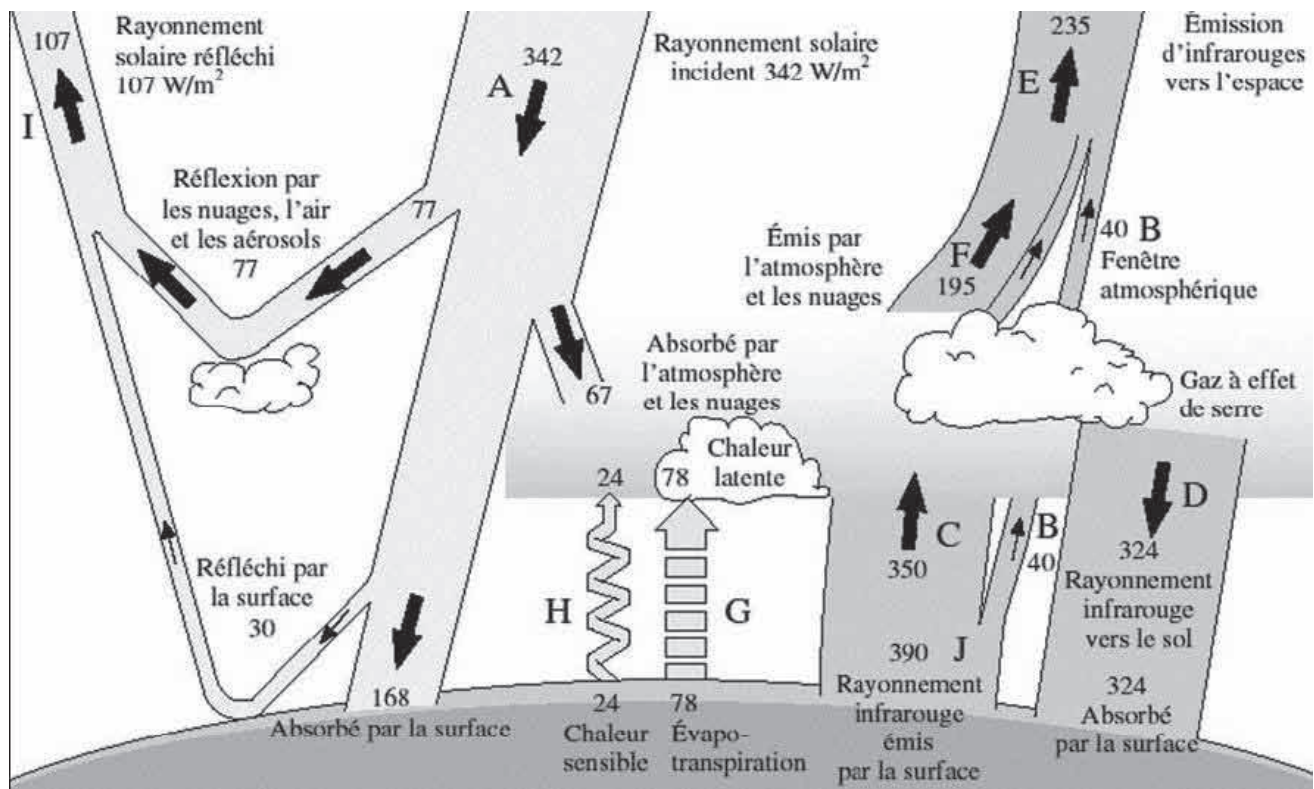


Figure 1. Les composants énergétiques de la Terre: les différentes formes d'énergie, leurs échanges et leurs interactions avec l'atmosphère et la surface de la Terre. Les chiffres indiquent les flux d'énergie exprimés en  $W/m^2$  pour la moyenne annuelle avec la planète entière.

rouges. Cela a pour conséquence une élévation de la température d'équilibre. Sans cet « effet de serre », la vie telle que nous la connaissons n'aurait pas été possible. La figure 1 montre le bilan radiatif de la Terre.

On a baptisé un peu vite ce mécanisme « effet de serre » par l'analogie avec une serre. Cependant, ce terme est en fait à double titre<sup>5</sup> mal choisi. Le terme « effet atmosphérique » aurait été plus approprié. Cependant, vu son immense popularité, conservons donc le terme « effet de serre ».

La population mondiale continue d'augmenter et se pose la

question des ressources en nourriture et en énergie. Les combustibles fossiles sont de plus en plus utilisés et les surfaces des forêts dans les zones tropicales diminuent. La conséquence est qu'il y a de plus en plus de  $CO_2$  dans l'atmosphère ainsi que d'autres gaz (tels que le méthane) captant le rayonnement infrarouge. D'où l'expression d'effet de serre supplémentaire.

### Qui était WALTHÈRE SPRING ?

Walthère-Victor Spring (voir Figure 2) est né en 1848 à Liège où son père, Antoine Spring,

était professeur à la Faculté de Médecine. Dès son plus jeune âge, le jeune Spring avait porté un grand intérêt aux travaux manuels et aux techniques. Il fit des études d'ingénieur à Liège et alla étudier ensuite une année à Bonn chez August Kékulé<sup>6</sup> et Rudolf Clausius<sup>7</sup>. Plus tard, Spring fut nommé professeur de chimie à Liège. Ses recherches se focalisèrent sur les domaines de la chimie-physique et des matériaux. Dès 1878, il fut élu membre correspondant de l'Académie royale de Belgique dont il devint membre titulaire en 1887. Son élection au titre de président de l'Académie en 1899 couronna sa carrière. Il est décédé à Tilff près de Liège

<sup>5</sup> Ce qui chauffe une serre classique n'a que fort peu à voir (20%) avec la capture par le verre du rayonnement infrarouge; la plus grande part de la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur d'une serre est attribuée à l'absence de ventilation. L'atmosphère chargée en  $CO_2$  et en vapeur d'eau, quant à elle, absorbe l'énergie des infra rouges mais ne la « retient pas » comme le fait une serre. Les mécanismes à l'œuvre sont donc complètement différents.

<sup>6</sup> Friedrich August Kékulé (1829-1896), chimiste allemand. Il travaille sur la structure chimique et découvre l'anneau de benzène lorsqu'il est professeur à l'Université de Gand.

<sup>7</sup> Rudolf Clausius (1822-1888), scientifique allemand, un des fondateurs de la thermodynamique.

en 1911 (Anonymous, 1922; Bourgeois, 1936; Timmermans, 1964; Arnold, 1995).

Son co-auteur, L. Roland, était docteur en sciences naturelles.

### SPRING et la teneur en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère

L'Académie Royale de Belgique publiait en janvier 1886 le texte d'une lecture que Spring avait faite en mai 1885 devant son assemblée.

Dans une première partie, la variabilité de la teneur en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère était décrite sur base de l'étude de la littérature scientifique. La deuxième partie était consacrée à l'étude du CO<sub>2</sub> à Liège; ce chapitre contenait la proposition concernant l'effet de serre. Un troisième chapitre décrivait les aspects expérimentaux sur les mesures du dosage du CO<sub>2</sub> atmosphérique. L'appareil de mesure développé par les auteurs y est décrit en détail.

Au départ de 266 mesures, on pouvait conclure que la teneur en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère de Liège était manifestement plus élevée qu'à la campagne ou même qu'à la ville de Paris. Les auteurs incriminaient l'utilisation massive de charbon pour le chauffage des maisons et dans l'industrie sidérurgique. Une seconde raison invoquée était la constitution houillère du sol liégeois, c'est-à-dire qu'il est riche en charbon. Spring se référait aux résultats d'un rapport du Conseil de Salubrité publique de la Province de Liège (Dewalque, 1863) dans lequel une température du sol très anormalement haute observée

dans le quartier Saint Jacques avait été attribuée à la combustion lente du « *grizou*<sup>8</sup> » dont la composante principale est le méthane (CH<sub>4</sub>). En réalité, l'article épinglait le fait que le sol d'une partie du quartier s'était échauffé au point que le beurre avait fondu dans les caves des habitations. L'eau des puits était chaude et les plantes de tous les jardins de cette partie de la ville avaient péri.

Suivait une argumentation climatologique des auteurs constatant une plus haute température moyenne de l'air à Liège que dans les environs immédiats. C'est, écrivaient-ils, particulièrement le cas en été pendant les jours calmes et sereins que les Liégeois dénomment « lourds ». La haute température est attribuée sans doute à la haute teneur en CO<sub>2</sub>. Spring, se référant aux travaux de Magnus<sup>9</sup> et de John Tyndall<sup>10</sup> (1861, 1863) sur l'absorption des rayons par la vapeur d'eau et le CO<sub>2</sub>, utilise l'image parlante suivante: « l'atmosphère chargée de vapeur d'eau et de CO<sub>2</sub> protège la Terre d'un refroidissement ainsi que le fait une serre. ».

### REACTIONS dans "CIEL ET TERRE"

Spring et Roland ont publié aussi un bon résumé de leur texte dans "Ciel et Terre", une revue scientifique que périodique attachée à l'Obser-



Figure 2. Walthère-Victor Spring (1848-1911), un liégeois précurseur de l'effet de serre (Archives de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-arts de Belgique, n° 15465)

vatoire Royal (Spring et Roland, 1886).

En février 1898, après la parution de l'article d'Arrhenius dans "Ciel et Terre" (Arrhenius, 1898), Spring avait écrit un courrier de lecteur dans lequel il indiquait être arrivé aux mêmes conclusions que l'éminent scientifique (Spring, 1898).

Spring et Roland avaient publié auparavant dans "Ciel et Terre" des articles sur des problèmes environnementaux comme celui de la poussière organique dans l'air de la ville de Liège (Spring & Roland, 1885-1886).

<sup>8</sup> « Grizou » selon l'orthographe en wallon liégeois.

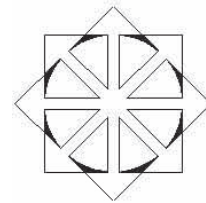
<sup>9</sup> Heinrich Gustav Magnus (1802-1893), scientifique allemand.

<sup>10</sup> John Tyndall (1820-1893), scientifique irlandais, travaillant à la Royal Institution of Great Britain, études sur l'air, la physique des gaz et l'atmosphère terrestre.

## CONCLUSIONS

Les chercheurs liégeois Spring et Roland, grâce à leur article de 1886 se profilent comme des précurseurs de l'effet de serre. Néanmoins leur contribution est restée jusqu'à ce jour encore totalement inaperçue dans la littérature sur l'histoire de l'effet de serre (Plass, 1956; Jones & Henderson-Sellers, 1990; Fleming, 1998; Weart, 2009). L'argumentation climatologique de Spring et Roland est faible mais la description de l'effet de serre dans sa forme du 19<sup>ème</sup> siècle est correcte. L'effet sur l'augmentation des températures est décelé selon eux à l'échelle lo-

cale et il faudra attendre Svante Arrhenius pour postuler un effet global. La rédaction de "Ciel et Terre" reconnu à juste titre l'apport de Spring et Roland dans le progrès de la connaissance sur l'effet de serre.



## Références

- Anonymous (1922) *L'Académie royale de Belgique depuis sa fondation (1772-1922)*. Histoire de la Classe des Sciences. Wathère [sic] Spring, pp. 89-91.
- Arnold, M.-M. (1995) *Un cancre génial: Walthère Spring*. Athena. Le mensuel du Développement technologique, 115, p. 112-113.
- Arrhenius, S. (1896) *On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground*. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science [Fifth Series.], 41, April 1896, p. 237-276.
- [Arrhenius] (1898) *Influence de l'acide carbonique sur la température*. Ciel et Terre, Dix-huitième Année, p. 600.
- Bourgeois, Éd. (1936) *Walthère Spring*. In: *Liber Memorialis. L'Université de Liège de 1867 à 1935*. Notices biographiques. Tome II, Faculté des Sciences, Écoles Spéciales – Faculté Technique. Liège, Rectorat de l'Université, p. 101-112; Publications, p. 112-120.
- Dewalque, G. (1863) *Rapport Sur l'échauffement du sol des jardins du quartier de St-Jacques, à Liège*, Lu dans la Séance du 20 décembre 1859. Annales du Conseil de Salubrité publique de la Province de Liège, Tome V, Liège, Imprimerie de Lardinois, pp. 67-100.
- Fleming, J.R. (1998a) *Historical Perspectives on Climate Change*. Oxford University Press, 194 p.
- Fleming, J.R. (1998b) *Charles Lyell and climatic change: speculation and certainty*. Geological Society Special Publication, 143, pp. 161-169.
- Fleming, J.R. (1999) *Joseph Fourier, the 'greenhouse effect', and the quest for a universal theory of terrestrial temperatures*. Endeavour, 23(2), pp. 72-75.
- Fourier, J. (1824) *Remarques Générales sur les Températures du Globe et des Espaces planétaires*. Annales de Chimie et de Physique, 27, p. 136-167.
- Fourier, J. (1827) *Mémoire sur les Températures du Globe terrestre et des Espaces planétaires*. Annales de Chimie et de Physique, Vol. 7, pp. 569-604.
- Fourier (1837) *General Remarks on the Temperature of the Terrestrial Globe and the Planetary Spaces* (translated from the French by Mr. Ebenezer Burgess). The American Journal of Science, 32, p. 1-20.
- Fourier, Joseph (1955) *The analytical theory of Heat*. Dover edition (réimpression de la traduction de 1878 par Alexandre Freeman), New York, 466 p.
- Jones, M.D.H. & Henderson-Sellers, A. (1990) *History of the greenhouse effect*. Progress in Physical Geography, p. 1-18.
- Plass, G. N. (1956) *The Carbon Dioxide Theory of Climatic Change*. Tellus, 8, p. 140-153.

Spring, W. et Roland, L. (1885- 1886) *Sur la poussière organique de l'air de la Ville de Liège*. Ciel et Terre, 2<sup>e</sup> série – 1<sup>re</sup> année (sixième année de la collection), p. 151-154.

Spring, W. et Roland, L. (1886) *Recherches sur les proportions d'acide carbonique contenues dans l'air* (Présenté à la Classe des sciences dans la séance du 5 mai 1885). Mémoires couronnés et autres mémoires publiés par l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, Tome XXXVII, Bruxelles, Hayez, 94 p. + 1 Planche.

Spring, W. et Roland, L. (1886) *Recherches sur les proportions d'acide carbonique contenues dans l'air de Liège*. Ciel et Terre, Sixième Année, p. 217-227.

Spring, W. (1898) *Influence de l'acide carbonique sur la température*. Ciel et Terre, Dix-huitième Année, p. 614-615.

Timmermans, J. (1964) *SPRING, Walthère-Victor. Biographie Nationale*, Tome XXXII, Supplément Tome IV, Fasc. 1er, col. 675-678.

Tyndall, J. (1861) *On the Absorption and Radiation of Heat by Gases and Vapours, and on the Physical Connection of Radiation, Absorption, and Conduction*. Philosophical Magazine ser. 4, 22, p. 169-94, p. 273-85.

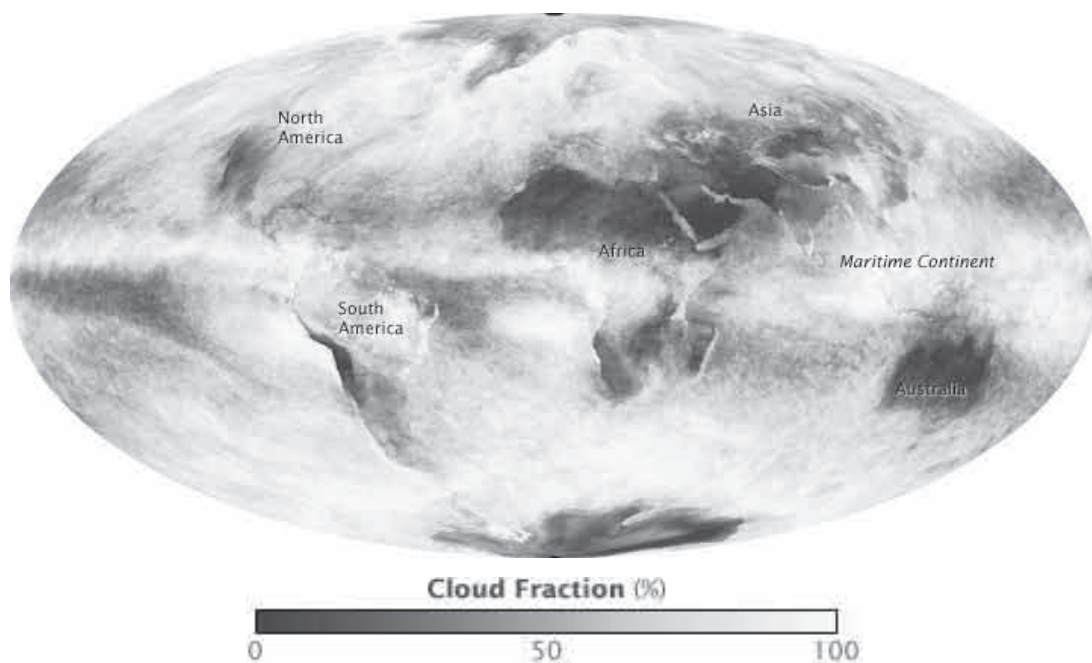
Tyndall, J. (1863) *On Radiation through the Earth's Atmosphere*. Philosophical Magazine, 25, p. 200-206.

van de Veen, C.J. (2000) Fourier and the "Greenhouse Effect". Polar Geography, 24(2), pp. 132-152.

Weart, S.R. (1997) The Discovery of The Risk of Global Warming. Physics Today, January 1997, p. 34-40.

Weart, S. (2009) Bibliography. The Discovery of Global Warming. June 2009, <http://www.aip.org/history/climate/bib.htm>

*La différence existant au niveau de la couverture nuageuse entre les terres émergées et les océans est parfois si grande qu'elle permet de deviner le contour des continents juste en observant les nuages. Cette image réalisée en octobre 2009 représente la couverture nuageuse*



*(c'est-à-dire la fraction d'une surface couverte de nuages) et met en évidence ce phénomène. Les mesures ont été obtenues par l'instrument MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) à bord du satellite Terra de la NASA. Plus la couleur tend vers le blanc, plus il y a de nuages. Comme attendu, le contraste est d'autant meilleur aux endroits où des terres très sèches sont entourées d'eau, comme par exemple en Afrique du Nord et du Sud, dans la Péninsule arabique et au Groenland. La séparation entre eau et terre est beaucoup moins claire dans les régions humides, comme au niveau des zones tropicales. Le contraste disparaît également au-dessus des zones où les îles prédominent, notamment en Indonésie: les îles de Sumatra ou de Bornéo sont à peine visibles. En plus d'être à l'origine de pluie ou de neige, les nuages jouent un rôle important dans le climat du fait de leur comportement vis-à-vis de l'énergie solaire incidente. Les nuages peuvent avoir un effet différent en fonction de leur altitude, de leur type, ou du moment auquel ils se sont formés. Crédits: NASA Earth Observatory image by Kevin Ward, based on data provided by the NASA Earth Observations (NEO)*