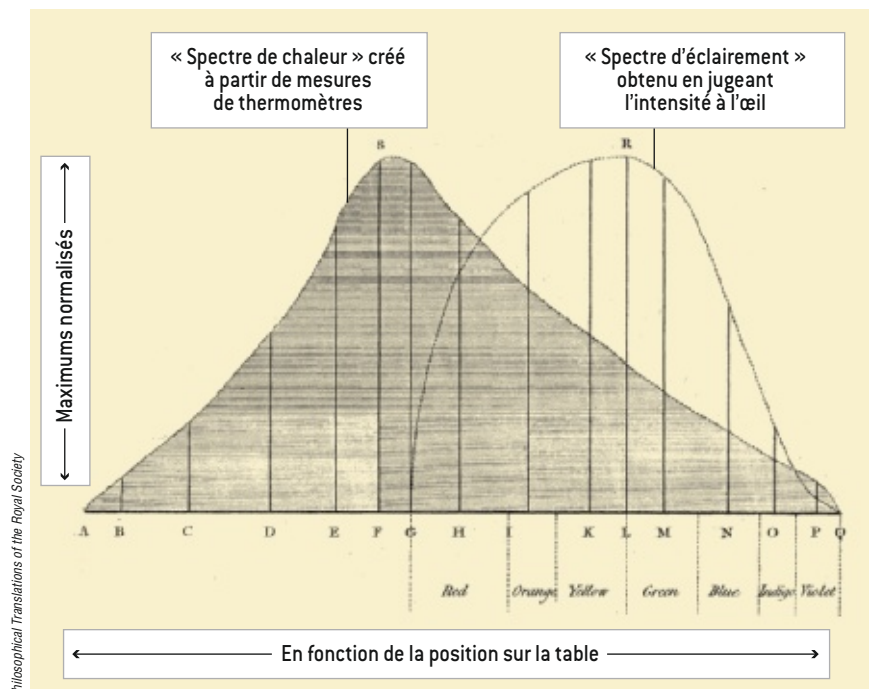




Philosophical Transactions of the Royal Society

5. LE DERNIER ARTICLE DE HERSCHEL concernant l'infrarouge, en 1800, présente le graphique montrant les distributions spectrales de la lumière visible et de la chaleur radiante (le « spectre d'éclairement » et le « spectre de chaleur »). L'association trompeuse de ces deux courbes a conduit Herschel à conclure à tort que la lumière visible et la chaleur radiante sont de natures différentes.

découverte. Dans toutes ses expériences, il avance rarement des opinions qui ne soient pas solidement étayées par les données, mais il termine cet article par un argument de nature philosophique :

« Pour conclure, si nous nommons lumière ces rayons qui éclairent les objets, et chaleur radiante ceux qui chauffent les corps, on peut se demander si la lumière est différente en essence de la chaleur radiante. En réponse à quoi je suggérerais que les règles de la philosophie ne nous autorisent pas à admettre deux causes différentes pour expliquer certains effets, s'il est possible de les expliquer par une seule. »

La réputation de Herschel en tant qu'astronome contribua probablement à assurer à ses articles une réception favorable par la plupart des scientifiques, mais pas par tous. Son troisième article s'ouvre sur une note résolument défensive. Herschel y répond à la critique d'une personne, un « auteur célèbre », qui s'est offusquée de l'expression « chaleur radiante ». Ce détracteur

pourrait avoir été John Leslie, qui était considéré comme un expert de la chaleur et qui supportait mal l'irruption d'un amateur dans son domaine. Dans une lettre publiée dans *A Journal of Natural Philosophy, Chemistry and the Arts* de William Nicholson, Leslie écrivit :

« Il semblerait que cet astronome compétent, en abordant une nouvelle voie de recherche, n'ait pas utilisé l'appareillage adapté à la subtilité du sujet, ni ne se soit suffisamment prémuni contre les nombreuses sources cachées d'erreurs. Je me considère habilité à parler avec la plus grande confiance parce que j'ai longtemps dirigé mes recherches dans la même voie [...]. Je n'hésite donc pas à affirmer que la proposition capitale de Dr Herschel est le fruit d'observations fallacieuses [...]. Et quels que soient mes sentiments concernant la validité des conclusions, j'ai résolu de soumettre calmement et impartialement les prétendus faits à l'épreuve de l'expérience. Quand un photomètre a été placé

au-delà du spectre, [...] pas le moindre effet n'a été perçu. »

Si, comme le prétendit Leslie, son thermomètre différentiel [qu'il appelait « photomètre »] n'a trouvé aucune chaleur au-delà du visible, c'est qu'il était défectueux. Ce point allait bientôt être prouvé de façon spectaculaire par des expériences indépendantes conduites par la *Royal Society*. La nature de la chaleur faisait partie des principaux sujets discutés par les physiciens ; pour ne pas attirer d'autres critiques, Herschel remplaça le terme de « chaleur radiante » par « les rayons qui provoquent la chaleur ».

Oppositions malvenues

L'opposition que Herschel rencontra ne ralentit pas ses expériences, mais ces attaques ont peut-être eu un impact important : dans la seconde partie de son article final, présenté le 6 novembre 1800, Herschel ne mit plus l'accent sur la recherche de preuves de similitude entre la lumière et la chaleur radiante, mais sur les éléments qui les différencient.

Herschel se lança dans un vaste programme de construction d'instruments pour examiner et mesurer chaque propriété. Aux prismes et thermomètres à mercure initiaux, il ajouta diverses lentilles et miroirs dans une douzaine de configurations différentes et une panoplie de matériaux transparents pour comparer la transmission.

En plus de 200 expériences, il confirma, de chaque façon qu'il lui était possible de tester, que la lumière et la chaleur radiante ont les mêmes propriétés optiques. Mais du fait qu'il cherchait les différences plutôt que des ressemblances, il passa à côté de certaines relations ou les interpréta de façon erronée.

Par exemple, il mesura les effets de la diffusion et trouva que le rayonnement diffuse davantage dans l'infrarouge. Ce qui est exact, car la diffusion dépend de la longueur d'onde. Mais Herschel attribua ce résultat à une nature différente de la lumière et de la chaleur, plutôt que d'y voir des signes d'un comportement similaire lors de leur interaction avec la matière, laquelle interaction diffère en intensité selon qu'il s'agit de la lumière ou de l'infrarouge.

Herschel ne comprenait pas vraiment les causes de ces phénomènes, et il avait une capacité limitée à formuler mathématiquement ses découvertes. Ses atouts étaient la connaissance pratique de l'optique, combinée à son habileté en matière de fabrication d'instruments et ses talents d'observateur.

Son dernier article, présenté le 6 novembre 1800, contient le premier graphique représentant les distributions spectrales de la lumière visible et du rayonnement infrarouge (voir la figure 5). Il nomma ces courbes le « spectre d'éclairement » et le « spectre de chaleur ». Sur l'axe vertical, Herschel reporta la température mesurée et la luminosité perçue. Il leur fixa des maximums égaux afin de comparer l'étendue relative et la forme des distributions ainsi que la localisation de leur maximum. Pour l'axe horizontal, la notion de longueur d'onde étant encore inconnue, il utilisa la distance par rapport à l'endroit où les couleurs visibles éclairaient la table. Cet axe est inversé par rapport à la convention actuelle, qui consiste à représenter les longueurs d'onde croissantes de gauche à droite.

Un graphique trompeur

Le graphique de Herschel est le produit de son imagination, de son intuition et de mois de travail laborieux, mais il était trompeur. Son allure générale est sans doute le facteur décisif qui le conduisit à conclure que la lumière et la chaleur radiante sont, après tout, fondamentalement différentes.

La présentation des données peut influencer sur leur interprétation. Même aujourd'hui, il est difficile d'examiner le graphique de Herschel sans avoir l'impression que la lumière et la chaleur radiante sont deux entités distinctes. Les courbes de Herschel sont toutes deux exactes, mais elles correspondent à des quantités différentes et presque sans rapport, et ne devraient pas être représentées ensemble. Son erreur ne vient pas de ses données de base, mais du fait qu'il supposait les courbes comparables.

L'un des éléments manquants pour l'interprétation des courbes, et qui était un concept inconnu en 1800, est l'effet de la réponse du détecteur. La mesure réalisée

par tout instrument ou détecteur, y compris l'œil, résulte du produit de deux courbes : la distribution de la puissance reçue, et la courbe de réponse de l'instrument. Herschel supposait que le spectre mesuré représentait directement la distribution du rayonnement, sans imaginer que l'œil déformait ce signal par sa réponse.

Tout spectre créé à partir de ce que l'œil enregistre s'annule en dehors des limites de la vision. À l'intérieur de ces limites, la puissance reçue à n'importe quelle longueur d'onde est pondérée par la sensibilité de l'œil à cette couleur. Le pic de sensibilité, comme Herschel l'a correctement déterminé, est le jaune-vert à une longueur d'onde de 0,555 micromètre.

Par conséquent, le spectre d'éclairement de Herschel est davantage une carte de la façon dont l'œil répond aux couleurs que de la distribution de la lumière. Il voyait dans la forme de sa courbe une preuve que la lumière n'est pas également répartie sur le spectre. Son hypothèse était correcte, mais ses données ne le montraient pas. Il aurait obtenu une courbe pratiquement identique même si la distribution avait été uniforme.

En novembre 1800, Herschel est arrivé au bout de ce qu'il était possible de réaliser avec les connaissances et les techniques de son époque. Il retourna sans hésitation à son domaine de prédilection : l'astronomie.

L'apparence trompeuse de son graphique et les différentes sensations que sont la vision de la lumière et la sensation de chaleur l'ont finalement emporté sur ses données soigneusement recueillies, l'amenant à conclure que les deux énergies ne sont pas une seule et même grandeur physique.

Néanmoins, notre compréhension actuelle du rayonnement électromagnétique s'est développée à partir des mesures simples de température que Herschel a réalisées dans la lumière solaire. Elle s'est poursuivie avec l'unification du spectre par James Clerk Maxwell en 1861 et la formulation de la théorie quantique au XX^e siècle. Herschel ne pouvait pas prouver de façon concluante que la lumière et la chaleur radiante sont de même nature, mais ses expériences ont apporté des indices que d'autres allaient compléter pour résoudre l'énigme. ■

Le télescope spatial *Herschel*

L'Agence spatiale européenne a lancé en 2009 un télescope spatial nommé *Herschel* en l'honneur de l'astronome. Cet instrument observe le rayonnement infrarouge dans l'univers. Il permet d'étudier la formation des nouvelles étoiles et l'évolution des galaxies. L'image ci-dessous est un nuage moléculaire (en fausses couleurs) au sein duquel se forment des étoiles.



NASA/Herschel

■ BIBLIOGRAPHIE

J. Heilbron, *Weighing imponderables and other quantitative science around 1800*, *Historical Studies in the Physical Sciences*, vol. 24, pp. 127-131, 1993.

D. J. Lovell, *Herschel's dilemma in the interpretation of thermal radiation*, *Isis*, vol. 59(1), pp. 46-60, 1968.

W. Herschel, *Experiments on the solar, and on the terrestrial rays that occasion heat*, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, vol. 90, pp. 293-326 et 437-538, 1800.

W. Herschel, *Experiments on the refrangibility of the invisible rays of the Sun*, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, vol. 90, pp. 284-292, 1800.