

L'ESSENTIEL

> En 1729, un jeune professeur d'hydrographie, Pierre Bouguer, proposa une méthode fiable pour mesurer l'intensité des sources de lumière.

> Jusqu'alors, les tentatives dépendaient toutes de la vision de l'opérateur et n'étaient pas satisfaisantes.

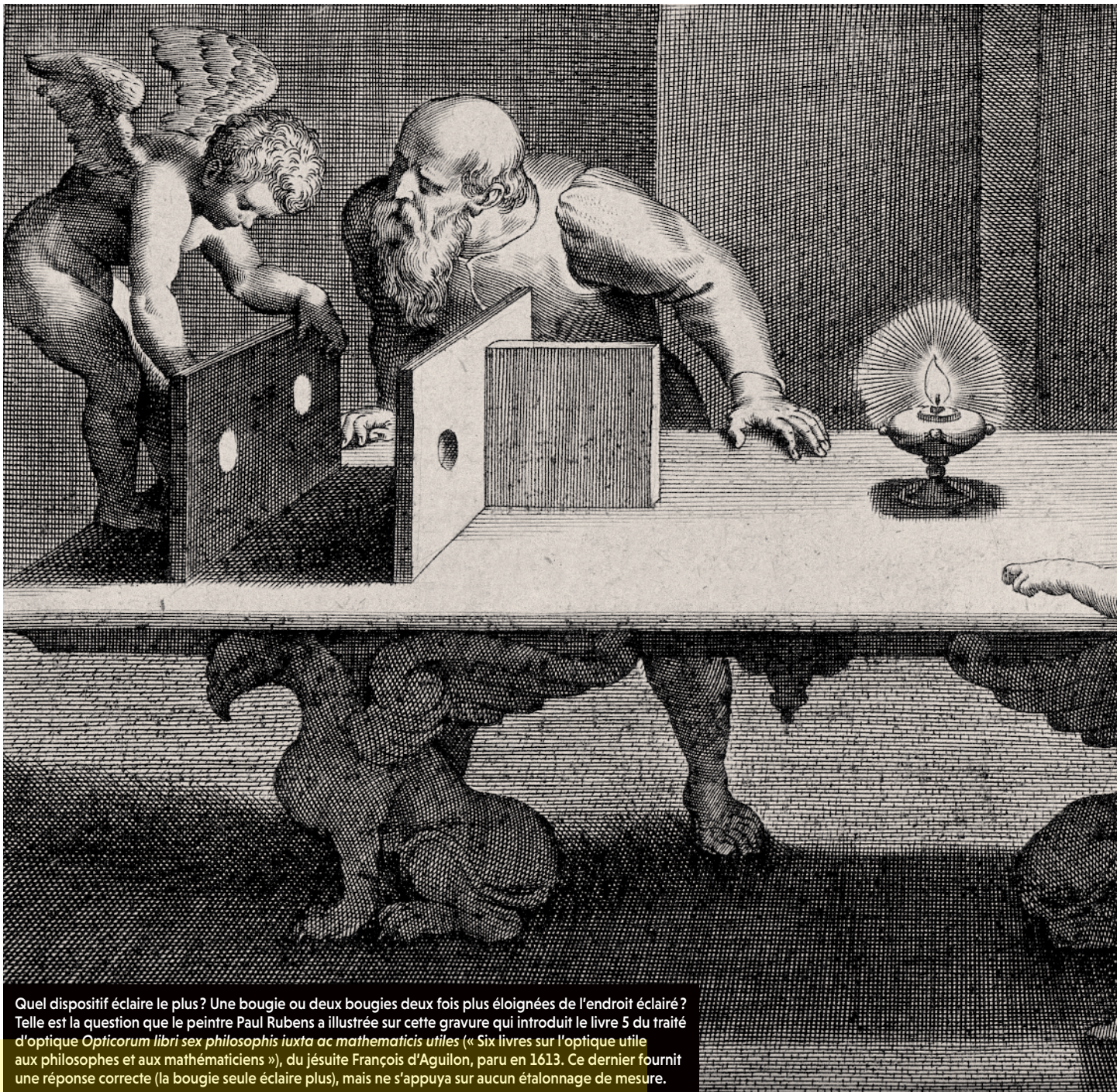
> Son approche, qui transpose le problème en une mesure de distances et qui ne fait plus appel à l'œil humain que comme égalisateur de luminosités, a marqué la naissance de la photométrie.

> La candela, l'unité actuelle de mesure de l'intensité lumineuse, s'appuie toujours sur ses travaux.

L'AUTEUR



LIONEL SIMONOT
physicien, maître de conférences de l'université de Poitiers à l'Institut P'



Quel dispositif éclaire le plus ? Une bougie ou deux bougies deux fois plus éloignées de l'endroit éclairé ? Telle est la question que le peintre Paul Rubens a illustrée sur cette gravure qui introduit le livre 5 du traité d'optique *Opticorum libri sex philosophis iuxta ac mathematicis utiles* (« Six livres sur l'optique utile aux philosophes et aux mathématiciens », du jésuite François d'Aguilon, paru en 1613. Ce dernier fournit une réponse correcte (la bougie seule éclaire plus), mais ne s'appuya sur aucun étalonnage de mesure.

L'illumination de Pierre Bouguer



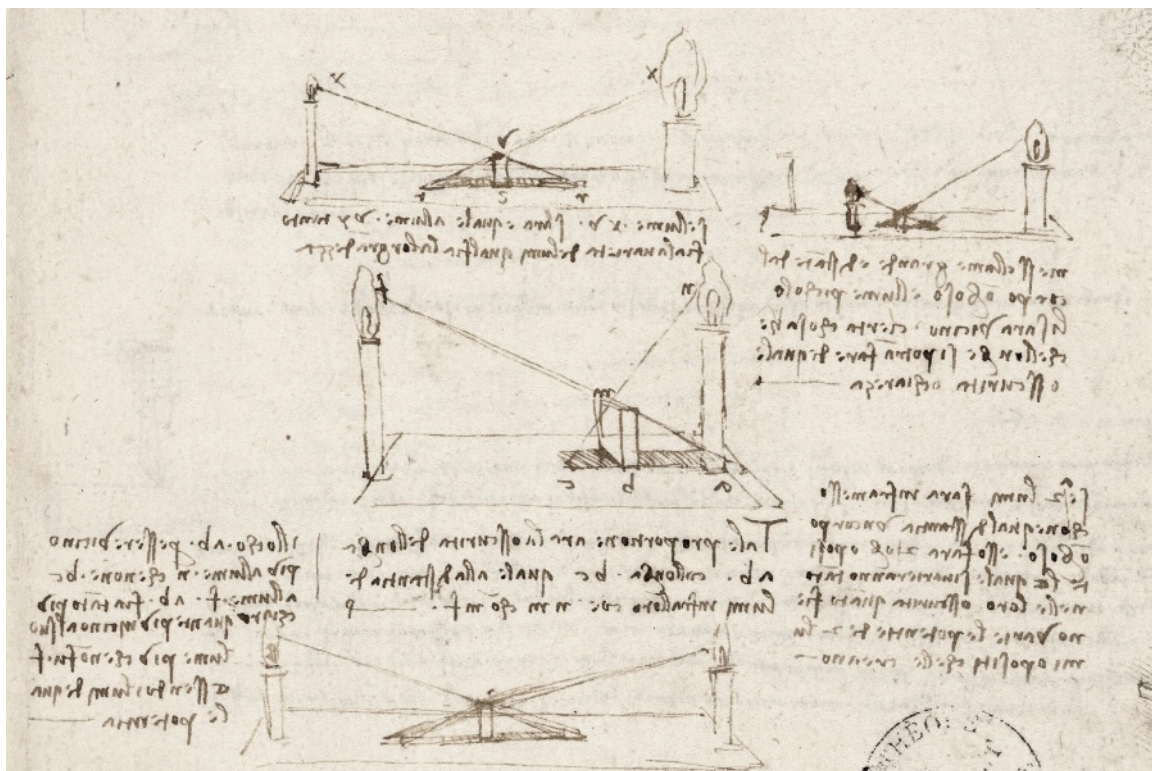
L'art de mesurer la lumière, si utile aujourd'hui pour évaluer les performances de nos dispositifs d'éclairage ou pour classer les objets célestes, a vu le jour dans un court *Essai d'optique* paru en 1729, qui a marqué son temps et bien au-delà...

Pourquoi fait-il froid en hiver et chaud en été? C'est la question à laquelle tente de répondre en 1721 Jean-Jacques Dortous de Mairan, savant reconnu et membre de l'Académie royale des sciences. Parmi les causes envisagées, la différence d'exposition de notre planète au Soleil en fonction des saisons. Mais comment quantifier cette différence de manière rigoureuse? C'est un jeune homme d'une vingtaine d'années, Pierre Bouguer, qui relève le défi quelques années plus tard.

À première vue, son intérêt pour cette question est inattendu. En 1714, alors qu'il n'était âgé que de 16 ans, Bouguer avait succédé à son père comme professeur royal d'hydrographie dans sa ville natale du Croisic, près de Nantes, et, depuis lors, il formait les pilotes et capitaines de la marine marchande. Mais Bouguer avait une bonne raison de feuilleter le volume de l'*Histoire de l'Académie royale des sciences de l'année 1721*, paru en 1723, et de s'attarder sur le mémoire où Dortous de Mairan traitait du sujet. En effet, cette même année 1721, l'Académie des sciences lui avait demandé de comparer plusieurs méthodes de jaugeage des navires (mesure de leur capacité de chargement) en les éprouvant en conditions réelles. Ce dont Bouguer s'était acquitté. Or non seulement Dortous de Mairan était l'auteur d'une des méthodes, mais en tant que membre de l'Académie, il avait lu le rapport de Bouguer à ses congénères (rapport qui privilégiait sa méthode) et en avait publié un compte rendu dans le même volume. Un autre aspect avait pu attirer Bouguer: en tant qu'hydrographe, tout ce qui avait un lien avec la navigation l'intéressait, notamment l'orientation en mer par l'observation des étoiles et, par extension, l'optique en général.

La question de Dortous de Mairan relève de ce domaine, mais elle n'est pas simple! En effet, comment mesurer la lumière de manière fiable avec pour seul photodétecteur l'œil de l'opérateur? Certes, le système visuel humain est capable de détecter des luminosités allant de la quasi-obscurité jusqu'à l'éblouissement, performance encore inégalée par les photodétecteurs actuels. Mais l'œil humain ne peut faire une mesure absolue de la lumière reçue, d'autant qu'il s'adapte à la luminosité ambiante. Une seconde difficulté est d'obtenir une échelle linéaire en intensité lumineuse et non en lumière perçue, autrement dit un étalonnage qui rende la mesure indépendante de la vision de l'opérateur.

C'est pourtant bien une réponse pertinente qu'a apportée le jeune Bouguer. Son *Essai d'optique sur la gradation de la lumière*, paru en 1729, est passionnant à plus d'un titre. D'une part, il expose la première solution satisfaisante pour mesurer la lumière et, d'autre part, il constitue une rupture par rapport aux approches précédentes et marque ainsi la naissance de la photométrie, l'art de mesurer la lumière. Ce mémoire, dont une transposition en langage actuel vient de paraître, est une étape importante de l'histoire des idées scientifiques qui mérite que l'on



Si Léonard de Vinci n'a pas assez approfondi ses expérimentations pour proposer un véritable protocole de mesure de la lumière, il a néanmoins observé qu'en modifiant la distance d'une des sources, il était possible d'égaliser la « force » des ombres, comme il l'explique ici dans un de ses carnets.

s'y attarde. Le principe de mesure que Bouguer a défini a perduré pas moins de deux cents ans, avant que les détecteurs photoélectriques ne le supplantent au début du ^{xx} siècle. Quant aux lois de photométrie qu'il a établies, elles sont toujours utilisées...

ORDONNER LES ÉTOILES

Il est difficile de savoir quand et dans quelles circonstances est apparue la nécessité de mesurer, ou du moins d'ordonner, des intensités lumineuses. Mais il est probable que cela ait été dans le but de cataloguer et classer les étoiles. L'*Almageste*, de l'astronome grec Claude Ptolémée (ⁱⁱ siècle) référence 1026 étoiles et, pour la première fois, les classe en six degrés de luminosité appelés « magnitudes ». On imagine que cette échelle se fonde sur l'heure à laquelle les étoiles deviennent visibles dans un ciel de plus en plus crépusculaire.

Au fil des siècles, les astronomes n'ont guère remis en cause cette classification. Certains ont proposé des tentatives de subdivision des magnitudes et, à partir du ^{xvii} siècle, les observations à la lunette astronomique ont permis d'atteindre des magnitudes supérieures (correspondant à des luminosités plus faibles). Toutefois, l'objectif de cette classification était davantage d'aider à l'identification des étoiles qu'à mesurer leur intensité lumineuse.

Au tournant du ^{xviii} siècle, cependant, deux personnes se sont penchées sur le problème et ont chacune proposé une ou plusieurs méthodes pour effectuer cette mesure. En 1698,

dans son ouvrage *Cosmotheoros*, le physicien et astronome néerlandais Christiaan Huygens a suggéré de comparer quantitativement la luminosité du Soleil et celle de Sirius en observant les deux astres à travers un long tube équipé d'un diaphragme réglable. Les luminosités (on parlerait aujourd'hui de « luminance », grandeur photométrique désignant la densité de flux lumineux par unité d'étendue géométrique du faisceau lumineux) varient en valeurs inverses du diamètre d'ouverture du diaphragme. L'idée est d'ajuster ce dernier pour égaliser les éclaircissements que produisent les deux étoiles. Bouguer critique fortement cette méthode dans son *Essai* : le principe est correct (le ratio des intensités est égal à celui des aires des diaphragmes), mais la comparaison des luminosités émises par les deux astres à plusieurs heures d'intervalle n'est pas fiable.

Les deux méthodes que le père François Marie, moine capucin de Paris, a décrites deux ans plus tard ne trouvent pas plus grâce aux yeux de Bouguer. S'inspirant d'une part des instruments d'optique et, d'autre part, du baromètre, du thermomètre et de l'hygromètre, inventés ou largement améliorés au ^{xvii} siècle, il a conceptualisé deux sortes de « lucimètres », fondés sur des principes assez proches. Le premier consiste à faire passer la lumière à travers un empilement de plaques de verre identiques ; le nombre de plaques de verre nécessaire pour éteindre complètement la lumière détermine les degrés de celle-ci. Le second repose lui aussi sur l'atténuation de la



À LIRE

Retrouvez l'*Essai d'optique sur la gradation de la lumière*, de Pierre Bouguer (Light Zoom Lumière, 2022) dans une nouvelle version introduite, commentée et transposée en langage actuel, proposée par Lionel Simonot.