

L'ESSENTIEL

- En 1839, E. Becquerel se passionne tant pour la photographie que pour l'étude de la lumière.
- Une dispute avec le physicien Biot l'amène à les combiner en un nouvel appareil.
- Il mesure ainsi le profil du spectre solaire et prouve l'existence de lumière invisible au-delà du violet.



justifier l'usage. Et quand l'objet d'étude est aussi complexe et discuté que la nature du rayonnement solaire, un tel processus est nécessairement soumis à la discussion de la communauté scientifique. Non seulement le jeune Becquerel surmonte ces difficultés, mais son actinomètre lui permet d'apporter des éléments nouveaux au débat sur la nature de la lumière et ses effets sur la matière.

La lumière, corpuscule ou onde ?

Jusqu'au début du XIX^e siècle, la théorie dominante expliquant la nature de la lumière est celle de Newton, dans laquelle la lumière est constituée de « corpuscules » de masse non nulle disposant de multiples propriétés, pour la plupart inaccessibles à l'expérience. Mais, au cours du XVIII^e siècle et au début du XIX^e, elle s'est complexifiée pour tenter d'intégrer les nombreuses anomalies que les découvertes expérimentales font apparaître.

Lorsque le physicien Augustin Fresnel publie en 1818 une théorie ondulatoire de la lumière expliquant de manière beaucoup plus simple les phénomènes anciens ainsi que la plupart des anomalies, une controverse s'engage entre les défenseurs des deux théories. Si les jeunes scientifiques ont vite adopté la théorie ondulatoire, certains conservateurs défendent la théorie newtonienne avec acharnement, tel le physicien Jean-Baptiste Biot. Néanmoins, lorsque Becquerel commence ses recherches, en 1839, la théorie corpusculaire de Newton est déjà quasiment abandonnée.

Le jeune homme vient d'obtenir sa licence et, accompagné dans sa pratique par son père, l'académicien Antoine-César Becquerel, il s'est lancé dans l'analyse des effets de la lumière, en particulier la lumière solaire. Premier d'une dynastie qui atteindra les sommets de la reconnaissance scientifique quand Henri, fils d'Edmond, obtiendra le prix Nobel de physique aux côtés des Curie, Edmond porte en partie la responsabilité de la réussite sociale de sa famille. Son père, issu d'un milieu modeste, parvenu au prix de lourds efforts et de grands sacrifices à s'élever dans l'échelle sociale, enseigne très tôt à ses descendants le goût de la réussite et de l'ascension sociale. La voie scientifique

en est un moyen privilégié au XIX^e siècle.

César n'a pas seulement des ambitions sociales : il a des partis pris scientifiques et méthodologiques marqués. Il estime qu'il n'est pas possible de travailler en physique de façon purement théorique comme ce peut être le cas dans les grandes écoles à l'époque. Pour lui, rien ne sert d'élaborer des hypothèses discutables si elles ne sont pas inspirées par l'expérience. Par cette école paternelle, Edmond est préparé à se construire un parcours professionnel particulier, éloigné des habitudes de l'époque. D'abord brillant élève du collège Bourbon, il devient en 1839 assistant de son père à la chaire de physique appliquée au Muséum national d'histoire naturelle.

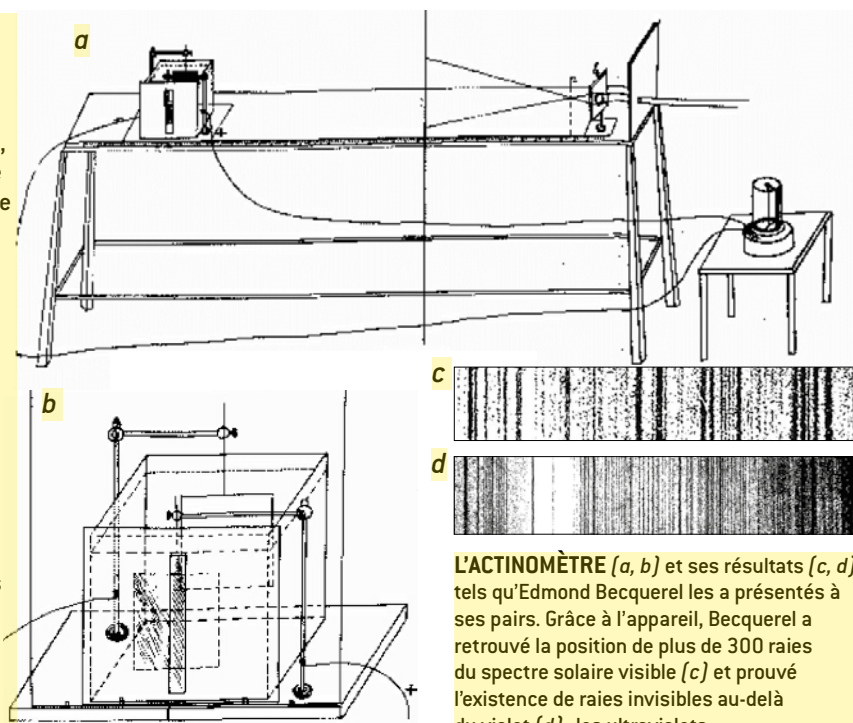
En 1840, il soutient une « double thèse » de doctorat en physique et en chimie à la faculté des sciences de Paris intitulée *Des effets chimiques et électriques produits sous l'influence de la lumière solaire*. Dans ce travail, il tente de comprendre, d'expliquer et même d'évaluer de manière objective les effets de la lumière solaire sur la matière par l'intermédiaire des courants électriques que la lumière y produit. Il veut s'affranchir de toute interprétation liée à la perception visuelle et pense qu'en mettant au point un appareil permettant de mesurer ces effets électriques, il pourra sinon les quantifier, au moins les évaluer.

L'objection de Biot

Pour Becquerel, la quantité de rayons solaires est proportionnelle à la quantité de substance qui réagit, laquelle est proportionnelle au maximum de déviation du galvanomètre relié à la substance. Alors doyen de la faculté des sciences de Paris et membre de l'Académie des sciences, Biot réagit très vivement, dès la première publication de Becquerel sur ce sujet. Théoricien chevronné, il est reconnu par ses contemporains comme un expérimentateur de talent. Le désaccord entre les deux physiciens repose, caché derrière des considérations expérimentales, sur leurs conceptions de la nature de la lumière.

Dans son article, Becquerel propose la description de différents appareils destinés à réaliser son projet. L'un d'eux est constitué d'un vase noir contenant des liquides superposés d'inégales densités. Dans chacun de ces liquides est dissoute une substance qui doit réagir avec celle du second liquide sous l'effet de la lumière. Lors de la réaction photochimique, le déséquilibre électrochimique

L'appareil (a) est constitué d'une table, au bout de laquelle la lumière solaire entre à travers un petit trou percé dans un écran. La lumière traverse un prisme qui la décompose, afin que l'on puisse choisir la lumière monochromatique souhaitée. À l'autre bout de la table, la mesure s'effectue dans une cuve (b) constituée d'une boîte opaque remplie d'eau acidulée où plongent deux plaques d'argent recouvertes de bromure d'argent. Chaque plaque est reliée à une borne d'un galvanomètre placé loin de la table. On peut, par l'intermédiaire d'une trappe mobile, n'éclairer qu'une plaque avec la lumière décomposée, l'autre restant dans l'obscurité. L'appareil est utilisable plus d'une dizaine d'heures avec les mêmes plaques, ce qui permet d'obtenir des résultats comparables, et donc de tirer des conclusions sur les effets des différentes lumières étudiées.



L'ACTINOMÈTRE (a, b) et ses résultats (c, d), tels qu'Edmond Becquerel les a présentés à ses pairs. Grâce à l'appareil, Becquerel a retrouvé la position de plus de 300 raies du spectre solaire visible (c) et prouvé l'existence de raies invisibles au-delà du violet (d) : les ultraviolets.

créé est mesuré par un galvanomètre dont chaque borne est reliée à une électrode de platine plongeant dans chacun des liquides.

Mais Biot, qui refuse la proportionnalité entre la mesure du courant et la quantité de rayons, cherche un moyen de la discréditer sur le plan expérimental. Il objecte alors qu'il peut y avoir des effets de la lumière directement sur les électrodes de platine, s'ajoutant de manière inquantifiable aux effets attendus et rendant la comparaison des mesures inutile. Becquerel doit répondre à cette objection pertinente.

La lumière produit bien un effet électrique

Pour ce faire, il propose un nouveau système expérimental, composé d'une « boîte en bois noircie intérieurement et divisée, au moyen d'une membrane très mince, en deux compartiments », remplie d'eau légèrement acidulée, dans laquelle plongent deux plaques de platine, reliées chacune à une borne d'un galvanomètre. L'équilibre entre les électrodes s'effectuant dans l'obscurité, il éclaire ensuite une seule des deux électrodes. Si une réaction photochimique a lieu, elle ne se produira que sur la plaque éclairée. Il devrait apparaître

un déséquilibre électrique et l'aiguille du galvanomètre devrait être déviée. Il s'agit donc, en utilisant le principe d'une mesure d'un courant, d'évaluer les effets de la lumière solaire sur la matière *via* une mesure différentielle.

Réalisant des mesures avec des plaques de platine nues, Edmond Becquerel mesure dans un premier temps des courants, mais, en reproduisant ces expériences avec les mêmes plaques décapées et chauffées au rouge, il ne mesure plus rien. Il en conclut que les premiers effets mesurés étaient dus à une couche d'impuretés ou de poussières présente à la surface des plaques avant chauffage. Comme les plaques du premier appareil étaient décapées, il considère ses résultats comme validés : les électrodes ne contribuant pas elles-mêmes aux courants mesurés, il a donc bien obtenu des courants mesurables.

Ce résultat est actuellement celui retenu dans la plupart des documents de vulgarisation traitant d'énergie renouvelable solaire, plaçant Becquerel comme découvreur de l'effet photovoltaïque, puisqu'il est le premier à mesurer des effets électriques produits par la lumière. S'il utilise ce terme en 1839, l'effet mis en évidence n'est que chimique et n'a que peu de rapport avec celui intervenant dans les panneaux solaires

actuels, où l'électricité est produite par des semi-conducteurs. Les panneaux solaires ne se dégradent pas sous l'effet de la lumière, contrairement aux substances photosensibles, en photographie par exemple.

Satisfait, Becquerel va plus loin. La présence d'effets électriques mesurables lorsqu'une couche très fine de substance recouvre les plaques (les impuretés de son expérience avec les plaques nues) l'amène à imaginer se servir de son appareil de manière différente. En effet, il utilise, dans sa pratique du daguerréotype, des plaques d'argent recouvertes d'une mince couche d'halogénure d'argent réactif à la lumière. Il imagine donc de remplacer dans son appareil les plaques de platine par des plaques dont il dit lui-même qu'il les prépare de la même façon que les plaques daguerréotypes.

Les mesures qu'il effectue avec ce système le conduisent à présenter les conclusions suivantes à l'Académie des sciences :

1) Des rayons qui accompagnent les rayons les plus réfringibles de la lumière solaire, font éprouver à des lames métalliques plongées dans un liquide, une action telle, qu'il en résulte des effets électriques auxquels on ne peut attribuer une origine calorifique.

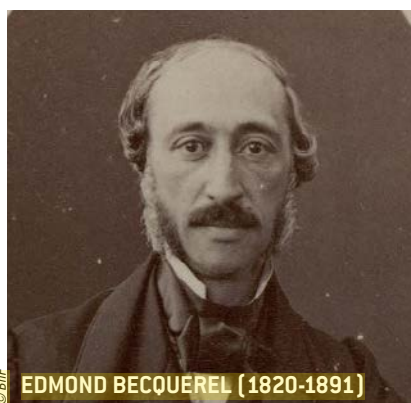
2) La décomposition du chlorure, du bromure et de l'iodure d'argent sous l'influence

de la lumière, produit des effets électriques qui peuvent servir à déterminer le nombre de rayons chimiques actifs.

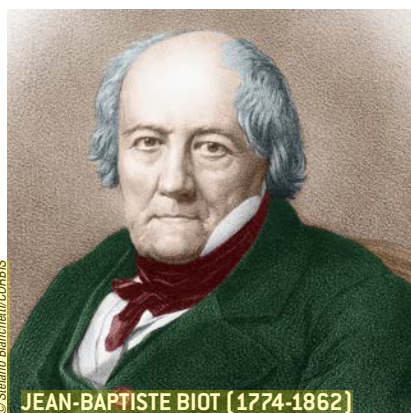
À l'époque, le terme « rayons chimiques » désigne les rayons qui provoquent les réactions photochimiques. Leur nature n'étant pas connue, c'est ce que Becquerel explore. On parle aussi à l'époque de rayons calorifiques (qui provoquent la sensation de chaleur) et de rayons phosphorogéniques (provoquant la phosphorescence).

Dès ce moment, Becquerel envisage d'utiliser les résultats de cet appareil pour analyser quantitativement la lumière, par l'intermédiaire des effets qu'elle produit sur les halogénures d'argent. Ses principes expérimentaux restent identiques, mais le fondement de ses travaux s'inverse. Jusque-là, il s'agissait d'étudier les effets de la lumière sur la matière en faisant varier les substances analysées. Dorénavant, la substance étant fixe, il étudie la lumière elle-même.

De nouveau, Biot s'oppose à ces conclusions, puisqu'elles impliquent une proportionnalité entre courant mesuré et quantité de lumière. Il objecte que ces effets,



EDMOND BECQUEREL (1820-1891)



JEAN-BAPTISTE BIOT (1774-1862)

s'ils accompagnent la lumière, sont sans doute provoqués par des éléments associés aux corpuscules qui la constituent. Mais la quantité qui se propage avec chaque corpuscule est inconnue et sans doute variable. Étudier la lumière de manière quantifiée est alors encore plus problématique que d'en étudier ses effets. Mais que faudrait-il à Becquerel pour ne plus subir ce type d'objection ? Obtenir, grâce à son système d'analyse des rayons chimiques, des résultats acceptés par tous, même les newtoniens, pour la lumière visible. Il décide pour cela d'ajouter à son appareil un prisme pour décomposer la lumière solaire. Il espère ainsi retrouver, sous la forme de courants, les raies qui composent le spectre lumineux.

Il modifie donc son appareil et le présente, en 1841, sous le nom d'actinomètre électrochimique (voir l'encadré page ci-contre). Le terme actinomètre désigne à l'époque les appareils permettant de mesurer l'activité de la lumière solaire. L'actinomètre électrochimique permet donc d'effectuer ces mesures par l'intermédiaire d'un procédé électrochimique.

Toutes les archives

- Pour la Science
- Dossier Pour la Science

depuis
1996



Disponibles sur www.pourlascience.fr*

* Numéros à lire en ligne ou à télécharger au format PDF