



Effets électriques de la lumière sur le sélénium

Désiré Korda

► **To cite this version:**

Désiré Korda. Effets électriques de la lumière sur le sélénium. J. Phys. Theor. Appl., 1889, 8 (1), pp.230-237. <10.1051/jphystap:018890080023001>. <jpa-00238947>

HAL Id: jpa-00238947

<https://hal.archives-ouvertes.fr/jpa-00238947>

Submitted on 1 Jan 1889

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

EFFETS ÉLECTRIQUES DE LA LUMIÈRE SUR LE SÉLÉNIUM ;

PAR M. DÉSIRÉ KORDA.

Comme les expériences de MM. Adams et Day ⁽¹⁾, Fritts ⁽²⁾, Kalischer ⁽³⁾ et celles plus récentes de MM. de Uljanin ⁽⁴⁾ et Righi ⁽⁵⁾ l'ont établi, le sélénium, sous l'influence de la lumière, présente deux phénomènes électriques complètement différents. Les radiations lumineuses produisent d'abord une force électromotrice dans les récepteurs sélénieux ; d'autre part, elles ont une influence remarquable sur l'intensité du courant qu'on fait circuler à travers la masse sélénieuse en augmentant, au moins en apparence, dans une proportion considérable, la conductibilité électrique de celle-ci. Ces deux phénomènes semblent tout d'abord être étroitement liés l'un à l'autre ; mais, en réalité, ils se montrent, après un examen approfondi, complètement indépendants, du moins en ce qui concerne leur intensité. Aussi n'a-t-on pu fournir jusqu'ici une explication satisfaisante de leur existence.

Sur un point, cependant, tous les expérimentateurs sont d'accord. C'est que le sélénium sensible semble être composé de deux masses différentes, dont une est bonne, l'autre mauvaise conduc-

⁽¹⁾ *Proc. Roy. Soc.*, t. XXV, p. 113 ; 1876.

⁽²⁾ *La Lumière électrique*, t. XV, p. 226 ; 1885.

⁽³⁾ *Wiedemann's Annalen*, t. XXXI, p. 104, 1887, et t. XXXV, p. 397 ; 1888.

⁽⁴⁾ *Wiedemann's Annalen*, t. XXXIV, p. 241.

⁽⁵⁾ *Studi offerti dalla Università Padovana alla Bolognese nell' VIII centenario, ecc.*, vol. III.

trice de l'électricité. Cette modification, la plus sensible à l'action de la lumière, aussi bien pour le changement de résistance que pour la production de force électromotrice, s'obtient, comme on a pu l'établir après les recherches classiques de M. Werner Siemens ⁽¹⁾, en chauffant le sélénium amorphe à 200° C. et le maintenant assez longtemps à cette température.

L'aspect de la surface du sélénium ainsi préparé donne une forte vraisemblance à une théorie concernant la composition de cette masse, théorie due à M. Shelford Bidwell ⁽²⁾ qui, le premier, a établi que du soufre cristallisé en poudre, mélangé à une masse bonne conductrice, comme le sulfite d'argent ou le graphite pulvérisé, éprouve des changements de résistance analogues à ceux du sélénium sensible; mais que, mélangé à une masse mauvaise conductrice, comme la gomme-laque, il reste insensible à la lumière. Suivant son opinion, la conductibilité du sélénium cristallisé provient uniquement des substances étrangères, surtout des sélénites qui, analogues au graphite dans le cas du soufre, forment un réseau bon conducteur autour des petits cristaux sélénieux dont la résistance propre est très grande.

En effet déjà, après une heure de chauffe à une température constante de 200° C., il se forme sur la surface du sélénium en fusion, aux bords, puis vers le milieu, des taches cristallines, grisâtres, sillonnées par des traits foncés et après une chauffe suffisamment prolongée toute la surface prend cet aspect caractéristique.

Pour les expériences que j'ai entreprises avec cette modification du sélénium, j'ai procédé de la manière suivante :

J'ai cherché tout d'abord à comparer l'influence de la lumière dans les deux cas : 1° où la direction des radiations lumineuses et celle du courant sont les mêmes et 2° où elles sont perpendiculaires l'une à l'autre.

A cet effet, j'ai construit des récepteurs ayant trois électrodes pour l'introduction du courant. Ils étaient formés de deux minces rubans en cuivre ou laiton de 10^{mm} de largeur et d'une épaisseur

⁽¹⁾ *Monatsberichte der Berliner Akademie*, 17 feb. 1876; 7 juin 1877.

⁽²⁾ *On the sensitiveness of selenium to light and the development of a similar property in sulphur* [*Phil. Mag.*, (5), t. XX, p. 178; 1885.

de $\frac{1}{10}$ de millimètre, séparés par deux rubans de même largeur de papier bien isolant. Le tout fut plié en zigzag et serré par deux agrafes en cuivre faisant bornes. Sur l'une des surfaces formées par les tranches, j'ai déposé une mince couche de sélénium après avoir chauffé le récepteur jusqu'à une température, où le sélénium amorphe reste bien fluide et pénètre dans les sillons étroits formés entre les plis par la contraction que le papier avait éprouvée, par suite de la température élevée. J'ai recouvert cette couche, pendant la fusion, d'une électrode en verre platiné qui laisse passer une lumière grisâtre, isolée du cuivre avec soin, partout où un contact aurait pu se produire, par des lames très minces de mica et pourvu sur le bord, au moyen d'une soudure à l'étain, d'un bout de fil conducteur.

Pour les rendre sensibles, tous ces récepteurs furent chauffés suivant la méthode de M. Siemens pendant trois heures dans un bain de paraffine à la température de 200° C., et, après qu'ils se furent lentement refroidis dans le bain même, ils servirent aussitôt aux expériences. A cet effet, ils furent intercalés dans un pont comprenant un rhéostat pouvant donner une résistance d'un million d'ohms et fermé sur un galvanomètre très sensible de Thomson relié à 2 daniells. Ils étaient placés dans une boîte en bois qu'on pouvait fermer par un couvercle à coulisse. En ouvrant ce couvercle, les radiations venant d'un héliostat, concentrées par une lentille et traversant un vase de $0^m,10$ de diamètre, rempli de solution d'alun, ont pu pénétrer à travers le verre platiné jusqu'au sélénium. L'effet produit était alors le suivant :

Quand le platine et un des rubans en cuivre formaient les électrodes, le changement que la lumière produisait dans la résistance du récepteur était toujours très considérable. Dans un cas, par exemple, la résistance mesurée dans l'obscurité était de 50000 ohms et de 30000 ohms à la lumière. La diminution est donc presque la moitié de la résistance primitive. Dans un autre cas, la diminution était encore plus remarquable, car à une résistance de 80000 ohms dans l'obscurité correspondaient seulement 27000 ohms à la lumière.

D'autre part, quand on a employé comme électrodes les deux bornes, reliées aux rubans en cuivre, on a encore pu constater des changements dans la résistance; seulement ils étaient moins

grands que dans le cas précédent. Le plus grand changement fut observé sur le récepteur que nous venons de mentionner en deuxième lieu. A l'obscurité, sa résistance était de 30000 ohms et à la lumière de 21000 ohms.

Outre ces récepteurs, d'autres plus simples, formés seulement de deux électrodes en verre platiné et d'une plaque sélénieuse, furent aussi examinés. Ces recherches m'ont donné les résultats suivants :

La polarisation dans l'obscurité, que je mesurais tout d'abord, n'avait aucun rapport avec la sensibilité et semblait avoir pour cause unique les électrolytes faisant partie de la masse conductrice.

Le faible courant que la lumière engendre fut tout d'abord constaté avec le galvanomètre, qui, à cet effet, fut relié directement avec les deux électrodes de platine. On trouva que ces courants instantanés et d'une constance remarquable allaient toujours vers l'électrode éclairée. Leur différence de potentiel fut mesurée avec un électromètre de M. Mascart, d'une sensibilité de 0^{volt},001. Elle variait, pour les différents récepteurs, entre 0^{volt},05 et 0^{volt},15, indépendamment de la sensibilité pour le changement de résistance.

En admettant que le sélénium sensible est composé de cristaux et d'une masse amorphe bonne conductrice mélangée, je me trouvais conduit à examiner l'action de la lumière sur des cristaux sélénieux. Mais, comme la fabrication de ces cristaux entraîne de grandes difficultés, je me suis borné provisoirement à recommencer les mêmes recherches avec des cristaux de soufre.

Il s'agissait d'établir si ces cristaux, sous l'action de la lumière, offrent des phénomènes analogues à la pyro-électricité.

Pour observer des tensions photo-électriques sur des cristaux de soufre, j'ai d'abord essayé, mais sans succès, d'amener directement l'électricité à l'aiguille au moyen d'une petite spirale en

(¹) Cette idée me fut donnée par les expériences précises de M. W. Hankel (^a), suivant lesquelles certains cristaux, exposés à la lumière solaire, montrent sur la face éclairée une tension assez grande d'électricité négative et sur les faces opposées, ainsi qu'aux arêtes et aux sommets, une tension d'électricité positive qui disparaît avec la lumière.

(^a) *Wied. Ann.*, t. II, p. 66; 1877, et t. XI, p. 269; 1880.

fil de cuivre, comme dans les expériences bien connues de Gaugain pour constater le courant produit par une élévation de température dans les cristaux de tourmaline. J'ai alors employé la méthode d'influence de la manière suivante. La pointe d'un fil de cuivre, fixé sur un support en verre bien isolé et relié par un fil très fin à l'aiguille de l'électromètre Mascart, mais de façon à pouvoir se mouvoir dans tous les sens, pouvait être approchée de chaque point de la surface à examiner. On avait soin de la toucher du doigt avant chaque expérience pour enlever l'électricité qu'elle pouvait encore contenir.

Or cette méthode a un grand inconvénient. En effet, la lumière engendre sur les différentes parties des cristaux des tensions électriques contraires. Il peut donc arriver, dans le cas où l'on ne réussit pas à enlever complètement l'une d'elles, qu'elles influent en même temps sur la pointe et que, par conséquent, l'une détruit l'action de l'autre. J'ai cependant réussi à constater sur deux cristaux de soufre d'à peu près $0^m,02$ de longueur une tension électrique produite par la lumière. En laissant tomber sur la surface du cristal les radiations solaires qui, pendant ces expériences, ont dû également traverser la lentille convexe et la solution d'alun, j'ai obtenu une déviation de 10 divisions, dès que j'ai approché la pointe du fil de la surface éclairée. Les arêtes ont montré une tension plus faible. En prolongeant l'action de la lumière, la déviation a augmenté jusqu'à 15 divisions; mais, en rétablissant l'obscurité au moyen d'un écran, l'aiguille est retournée lentement à sa position première. Le délai indiquait clairement que l'électricité avait dû pénétrer profondément dans la masse du cristal. En amenant de nouveau la lumière après avoir relié soigneusement au sol, au moyen d'une spirale, toutes les parties qui avaient donné une déviation, j'ai observé vers les sommets du cristal une tension contraire à la précédente, c'est-à-dire positive et d'une intensité moins grande, ne donnant au maximum qu'une déviation de 5 à 6 divisions. J'ai essayé aussi, mais sans succès, de produire un courant avec ces cristaux. J'attribue cet insuccès à la résistance considérable du soufre.

Ces recherches sont encore incomplètes. Il resterait à établir si des cristaux sélénieux montrent également, sous l'action de la lumière, une trace de tension électrique, et cela dans une propor-

tion plus considérable que mes cristaux de soufre. S'il en est ainsi, je propose d'expliquer, ainsi qu'il suit, les phénomènes que produit la lumière dans le sélénium sensible et dans certains mélanges de soufre.

La modification du sélénium sensible à la lumière consiste dans un mélange de petits cristaux presque microscopiques, mauvais conducteurs de l'électricité et d'une masse bonne conductrice formée de sélénium amorphe, de sélénites et d'autres substances étrangères qui peuvent s'y trouver. Les radiations lumineuses pénétrant à travers le verre platiné jusqu'à la surface sélénieuse cristalline produisent sur les faces frappées une tension électrique négative, tandis que les arêtes et les parties opposées montrent de l'électricité positive. Celle-ci décompose par influence l'électricité neutre de la couche bonne conductrice qui se trouve au-dessous, et ainsi de suite jusqu'à l'électrode obscure où l'électricité positive, devenue libre, tend à neutraliser l'électricité négative des faces éclairées, ce qui produit le courant vers l'électrode éclairée. Partout où l'action électrique a lieu à travers des cristaux (dont le pouvoir inducteur spécifique ne peut pas beaucoup différer de celui du soufre 2, 24), les électricités contraires se déplacent dans ces cristaux comme dans le verre d'une bouteille de Leyde.

Dans le cas où le courant d'une pile arrive perpendiculairement aux radiations lumineuses dans le récepteur éclairé, l'électricité circule dans des veines sous l'action perpendiculaire de quantités électriques égales et contraires. Les surfaces de niveau sont alors des plans coïncidant avec la direction du courant, c'est-à-dire qu'il n'y aura pas de différence de potentiel entre les cristaux sélénieux dans la direction du courant. Si les cristaux étaient arrangés d'une façon absolument régulière, il ne pourrait donc y avoir aucun changement du courant par l'action de la lumière, comme dans le cas où un courant passe entre les deux plateaux également chargés d'un condensateur.

Mais, dès que le courant arrive parallèlement aux radiations lumineuses, l'électricité positive, ayant une tension relativement grande, circule autour des cristaux à travers la masse bonne conductrice de sélénium amorphe. Elle neutralise l'électricité négative qui s'y trouve et rend libre l'électricité positive. L'effet se

traduit de la même façon qu'une augmentation de la conductibilité des cristaux : la résistance du récepteur diminue. Dès que la source lumineuse disparaît, l'influence cesse et l'état normal revient.

Il s'ensuit qu'il ne peut y avoir aucun rapport entre la force électromotrice engendrée par la lumière et la diminution de la résistance du récepteur, comme nos résultats l'ont clairement établi. En effet, la première ne dépend que de la surface cristalline frappée par les radiations, tandis que la seconde dépend du nombre des cristaux intermédiaires, à travers lesquels l'influence a lieu.

On s'explique aussi pourquoi les récepteurs de trop grande ou de trop petite résistance sont beaucoup moins sensibles que ceux dont la résistance varie entre 50 000 ohms et 150 000 ohms. Les seconds, comme du reste leur meilleure conductibilité semble l'indiquer, contiennent trop peu de cristaux et beaucoup de masse amorphe bonne conductrice. La surface cristalline exposée à la lumière n'est donc pas suffisamment grande, tandis que les premiers contiennent trop de cristaux et trop peu de masse conductrice, comme leur grande résistance nous le fait voir. La neutralisation de l'électricité déplacée dans les cristaux ne peut donc pas avoir lieu aussi complètement que dans les récepteurs dont la résistance ne dépasse pas les limites indiquées.

Enfin, le phénomène de la diminution de la sensibilité, liée à une diminution étonnante de la résistance du récepteur, peut être expliquée par la formation, sur les faces des cristaux, d'une couche chimique bonne conductrice, produite par l'air et par le gaz, qui se développe dans le sélénium pendant qu'on le chauffe. En effet, l'action de la lumière est, en général, maximum le jour même de la fabrication du récepteur ; elle diminue rapidement avec le temps et finit par devenir nulle. M. Siemens a déjà observé que le lendemain de la fabrication la diminution est brusque, la sensibilité étant à peine la moitié de sa valeur primitive.

Un courant alternatif peut quelquefois rendre, pour peu de temps, une petite fraction de la sensibilité en réélevant en même temps considérablement la résistance de la plaque sélénieuse. Cela tient peut-être à ce que les secousses produites par le courant de la bobine d'induction brisent la couche chimique bonne conductrice, qui offre alors plus de résistance au courant et en

même temps les rayons peuvent parvenir de nouveau plus ou moins complètement aux faces des cristaux jusqu'à ce qu'une nouvelle couche se forme.