

CHAPITRE II

PHÉNOMÈNES ANORMAUX PRÉSENTÉS PAR DIVERSES SUBSTANCES PHOSPHORESCENTES

Avant de continuer l'exposé des présentes recherches sur le rayonnement de l'uranium et des autres corps actifs, je crois devoir résumer dans ce chapitre diverses observations faites avec des corps phosphorescents. Les particularités de ces phénomènes, le caractère accidentel de leur manifestation, semblent montrer aujourd'hui que leur cause est tout autre que celle du rayonnement des corps actifs à la manière de l'uranium. Cependant cet exposé me paraît nécessaire, d'une part pour n'avoir plus à y revenir au cours de cette étude, et, d'autre part, pour signaler une expérience qui, malgré son caractère de fait d'exception, paraît néanmoins révéler un fait nouveau d'un ordre différent de celui qui nous occupe.

Cette constatation, au début de ces recherches et alors qu'il n'y avait aucune raison pour établir des différences dans la nature des rayons pénétrants observés, m'a profondément troublé, et m'a écarté pendant plusieurs mois de la voie où m'ont ramené ensuite les expériences.

L'observation faite par M. Niewenglowski avec la préparation lumineuse de sulfure de calcium du commerce, et rappelée plus haut, se rattachait si bien aux idées qui m'avaient fait entreprendre ce travail qu'il ne m'était pas venu à l'esprit de douter qu'elle ne se répétât facilement.

Les propriétés extraordinaires de l'uranium donnaient un nouvel intérêt à cette observation, et, dans le but d'en étudier les particularités, je disposai l'expérience suivante (1), dont la Pl. II, fig. 7, donne la reproduction photographique.

On fit avec de la toile noire, épaisse et opaque, une sorte de sac en forme d'enveloppe de lettre, dont une des faces était formée par une lame d'aluminium de 2 millimètres d'épaisseur, et de 9^c,4 sur 7^c,8 de surface. Dans cette enveloppe on introduisit une plaque photographique Lumière, 9×12, la gélatine tournée vers la plaque d'aluminium, et le tout fut placé horizontalement à la lumière diffuse, l'aluminium en dessus. (C'est, du reste, l'appareil décrit page 11.)

A l'extérieur de l'enveloppe, sur la plaque d'aluminium, on disposa divers corps phosphorescents : du sulfure de calcium, au bismuth, lumineux bleu foncé, et une autre préparation de même nature lumineuse bleu clair ou bleu verdâtre. Ces deux préparations, les plus belles que je connaisse parmi les préparations de sulfures phosphorescents, avaient été préparées il y a plus de vingt-cinq ans dans le laboratoire de physique du Muséum; elles étaient con-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXII, p. 563.

servées dans des tubes de verre fermés par des bouchons enduits de cire à cacheter. Divers échantillons avaient été maintes fois prélevés pour servir à diverses expériences de mon père ou aux miennes. A ces matières on avait joint une préparation de sulfure de calcium très lumineuse orangé, du sulfure de strontium donnant une belle phosphorescence verte, de la blende hexagonale phosphorescente préparée par M. Ch. Henry, et un fragment de fluorine (chlorophane) rendu vivement lumineux par des étincelles électriques.

Comme les sulfures de calcium et de strontium s'altèrent à l'air et cessent alors d'être phosphorescents, ces matières pulvérulentes avaient été enfermées, ainsi que la blende hexagonale, dans de petits tubes formant cloche, fermés à la lampe par une extrémité et reposant par leur partie ouverte sur de minces lamelles de verre de 0^{mm},2 d'épaisseur, sur lesquels ils étaient scellés avec de la paraffine : une petite quantité de paraffine avait été coulée sur la tranche du tube de verre, et l'ensemble consolidé par un bourrelet de paraffine coulé à l'extérieur du tube, sur la plaque de verre. Ces préparations ont été disposées côte à côte sur la plaque d'aluminium après avoir été exposées à la lumière solaire, et le tout enfermé à l'obscurité dans une boîte, le 7 mars 1896, à 4 heures du soir.

La plaque photographique a été retirée et développée le 9 mars, à 9 heures du matin. Les sulfures de calcium à ce moment étaient encore lumineux dans la chambre noire.

L'épreuve photographique dont la reproduction est figurée (fig. 5, Pl. II) montra une impression étendue et

remarquablement intense produite par le sulfure bleu foncé. C'était une impression beaucoup plus intense que celles que j'obtenais alors avec les sels d'uranium pendant le même temps de pose. Le sulfure de calcium lumineux bleu clair avait donné une impression sensiblement limitée aux contours du tube qui le contenait; la position de la préparation de sulfure de strontium était à peine indiquée; quant aux autres corps, le sulfure de calcium orangé, la chlorophane et la blende hexagonale, ils n'avaient donné aucune impression.

Cette épreuve reproduisant le phénomène prévu par l'expérience de M. Niewenglowski ne me parut pas tout d'abord autrement extraordinaire; elle révélait des caractères remarquables que je vais indiquer, mais je ne prévoyais pas que je ne pourrais reproduire plus tard cette expérience; l'épreuve, après avoir été bien lavée, fut malheureusement séchée très vite à la flamme d'un foyer, et la gélatine fut partiellement fondue, ce qui explique certaines inégalités de la gélatine, qui apparaissent quand on regarde l'épreuve à la loupe.

L'impression obtenue présenta la particularité remarquable de reproduire avec une finesse très grande les bords de la lame en verre sur laquelle reposait le sulfure bleu foncé. Leur image est formée par un trait blanc qui représente une ombre portée; à l'intérieur, ce trait blanc est bordé par une ligne noire très fine, beaucoup plus noire que la région voisine. Comme la matière pulvérulente occupait dans le tube une hauteur de plusieurs millimètres, il était naturel de penser que la tache étendue était produite par des rayons émis au travers du tube,

ayant traversé obliquement la lame de verre. Si ces rayons se réfractaient et se réfléchissaient totalement sur la tranche verticale des bords, ils produiraient une impression identique à celle qui est réalisée sur la plaque, c'est-à-dire une ombre blanche avec un maximum noir étroit à l'intérieur.

La section du tube apparaît en clair sur le fond impressionné; elle est bordée à l'extérieur et à l'intérieur par une bande noire, très intense à l'intérieur de la projection du tube. Le contour de cette bande correspond à la limite de la poudre tassée et en partie agglomérée par la paraffine fondue qui a pu pénétrer à l'intérieur entre le tube et la lamelle de verre. Enfin le bourrelet extérieur de paraffine apparaît malgré la grande transparence que ce corps a présentée pour les rayons actifs, et la limite du bourrelet est encore une ligne fine blanche, sinueuse, bordée de noir à l'intérieur, offrant le même aspect que l'image des bords de la lame de verre.

L'impression produite par le sulfure de calcium bleu clair présente les mêmes caractères, mais avec une intensité beaucoup moindre. L'impression intense est à peu près limitée à la section intérieure du tube dont le contour est rendu irrégulier par la paraffine qui a pénétré par la tranche de la section inférieure. Le contour intérieur est limité par un bord très noir. Le contour extérieur de la section du tube de verre est entouré d'une faible bande noire, plus noire du côté exposé au rayonnement intense du tube voisin. Le bourrelet de paraffine apparaît très faiblement, limité également par une ligne sinueuse blanche à l'extérieur et noire à l'intérieur du contour, montrant que le

phénomène a été produit par une source radiante se projetant à l'intérieur du contour; enfin la plaque de verre apparaît légèrement en clair sur le fond de l'épreuve.

Du côté opposé à la source voisine beaucoup plus intense, le sulfure bleu foncé, les images des bords de la plaque de verre du sulfure bleu clair sont à peine indiqués; mais dans la région où ces bords sont rencontrés par le rayonnement du sulfure bleu foncé ils apparaissent avec des bords blancs à l'intérieur et noirs à l'extérieur, contrairement à ce qui se produit pour la lamelle de verre voisine, et pour les bords des bourrelets de paraffine. La position de la ligne blanche indique une ombre portée par la source la plus intense; pour l'un des bords de cette lamelle de verre, qui est à peu près dans l'axe du tube contenant le sulfure bleu foncé, il n'y a qu'une ligne noire, fine, l'ombre portée étant dans le prolongement de cette ligne. Le bord opposé à ce dernier présente, au contraire, une ombre portée blanche à l'extérieur, avec une ligne noire à l'intérieur, conformément à sa position, par rapport à la source radiante la plus intense.

Enfin le sulfure de strontium ne paraît pas avoir donné d'effet bien nettement attribuable à son rayonnement propre; la section du tube qui le contenait est très légèrement marquée à l'intérieur, l'effet pouvant être provoqué par l'action sur la paraffine de la source intense, le sulfure bleu foncé. Le bord de la lamelle de verre qui s'approche le plus du sulfure bleu foncé, et reçoit une partie intense de son rayonnement apparaît avec une ombre portée, blanche à l'intérieur, et une ligne noire du côté de la source active; la partie du bourrelet de paraffine

qui reçoit également ce rayonnement est limitée par une ligne noire à l'extérieur et blanche à l'intérieur, contrairement à ce que présentent les autres bourrelets, mais conformément à sa position par rapport à la source radiante intense. Enfin, deux autres bords de la lamelle montrent des ombres portées blanches à l'extérieur et l'une d'elles va en s'élargissant. Cette dernière particularité achève de démontrer que toutes ces lignes blanches sont des ombres portées provoquées par le rayonnement extraordinairement intense du sulfure de calcium bleu foncé.

Il ne semble pas y avoir de doute pour l'explication des lignes blanches; quant aux lignes noires elles sont dues à un rayonnement provoqué par les rayons incidents sur les parois verticales de la tranche des lamelles, ou sur les contours des bourrelets, rayonnement qui provoque sur place un maximum d'impression photographique. Une réflexion produirait le même effet à l'intérieur des lamelles ou des contours des corps transparents, et il était naturel de penser à un phénomène de réflexion totale; mais les effets identiques produits à la rencontre des parois verticales et du rayonnement à l'extérieur du milieu réfringent font penser, dans ce cas du moins, à un effet secondaire. On retrouvera du reste la plupart de ces faits, la ligne blanche et le bord noir, dans les impressions obtenues avec les rayons de l'uranium et des corps radioactifs, chaque fois que le rayonnement traverse le bord d'un écran transparent, papier, verre ou métal; cependant la netteté du phénomène est bien moindre, fig. 21, Pl. V.

La finesse des détails de l'épreuve qui vient d'être étudiée, finesse obtenue au travers d'une lame d'aluminium

épaisse de deux millimètres, est vraiment extraordinaire, et fait penser plutôt à des rayons lumineux qu'à des rayons qui, comme on le verra, se diffusent pour la plupart dans l'air au bout d'un très petit parcours. Cependant on verra aussi que ces nouveaux rayons provoquent des rayons secondaires, sur les corps qu'ils frappent, les uns à l'entrée au moment où ils sont absorbés, les autres, plus pénétrants, à leur sortie, phénomène qui rendrait compte de la bande noire qui entoure intérieurement et extérieurement les contours des sections des tubes de verre contenant les substances actives : on peut ainsi expliquer les ombres portées blanches, mais on ne voit pas la raison des lignes noires à l'intérieur des corps réfringents du côté de la source active, de sorte que, malgré les détails que donne l'épreuve ci-dessus, on ne peut encore en déduire aucune conclusion certaine sur la nature des rayons qui l'ont produite; ce qui est acquis, c'est que les rayons actifs ont traversé une plaque métallique d'aluminium de deux millimètres d'épaisseur.

Un des faits les plus inattendus est qu'après avoir aussi facilement obtenu l'épreuve qui vient d'être décrite, je n'ai jamais pu répéter cette expérience. Toutes les tentatives ont été infructueuses. Tout d'abord, le jour même où j'ai développé l'épreuve, frappé des indications importantes qu'elle donnait, j'ai remis aussitôt en expérience les mêmes substances dans les mêmes conditions, et j'ai été très surpris de n'obtenir aucune impression au bout du même temps de pose. Un nouvel échantillon de sulfure de calcium bleu foncé a été alors prélevé dans le tube où avait été pris le premier; cet échantillon a été disposé de même sur une

lamelle de verre et coiffé d'un bout de tube formant cloche : même insuccès ; de même, pour le sulfure de calcium bleu clair. On a cherché alors si une excitation lumineuse ferait réapparaître l'activité ; on a eu recours aux rayons solaires, soit directs, soit dispersés par un prisme de quartz de façon à séparer les régions d'excitation et d'extinction ; les sulfures ont été soumis aux étincelles électriques provenant de la décharge d'une batterie de bouteilles de Leyde, étincelles qui ont rendu les substances extrêmement lumineuses ; ces corps ont été échauffés en présence de la plaque photographique sans que celle-ci s'échauffât, et en recueillant tout le rayonnement émis dans ces conditions. Les corps phosphorescents ont été refroidis en les excitant par ces divers moyens, de façon à accumuler une quantité d'énergie lumineuse, plus considérable, quantité restituée ensuite par le réchauffement spontané des substances ; les sulfures précités ont été soumis à une excitation par les rayons X. Aucune de ces nombreuses expériences n'a donné aux corps phosphorescents une activité analogue à celle qu'avait manifestée l'épreuve ci-dessus.

J'ajouterai que parmi les substances étudiées la blende hexagonale n'a jamais donné d'effet. J'ai expérimenté soit sur un échantillon de sulfure de zinc préparé par M. Ch. Henry, soit avec de très beaux échantillons de sulfure de zinc phosphorescent, préparés il y a plus de trente ans par MM. Sainte-Claire Deville et Troost, et obligeamment donnés à mon père à cette époque. Aucun de ces échantillons soumis aux divers modes d'excitation et de refroidissement préalables n'a manifesté d'émission de rayons

pénétrants. Il en a été de même de divers échantillons de platinocyanures et de divers échantillons de fluorine, dont on avait essayé de recueillir l'émission en les chauffant.

Aucune de ces substances n'a provoqué d'une manière appréciable la décharge de l'électroscope.

On serait donc fondé à attribuer l'épreuve si intéressante étudiée plus haut à un accident d'expérience, si cet accident ne s'était pas également produit dans les recherches d'autres expérimentateurs.

L'expérience de M. Niewenglowski a déjà été mentionnée.

Le jour même où je présentais à l'Académie l'épreuve dont il a été question plus haut, M. Troost (1) montrait des épreuves photographiques obtenues avec des échantillons anciens de blende hexagonale artificielle, au travers des parois d'une boîte en carton; ceux-ci avaient donné des effets tellement intenses que notre confrère proposait cette substance comme source de rayons actifs dans les applications radiographiques.

Puis dans la séance suivante (2), après que j'eus signalé la disparition de l'activité du sulfure de calcium, M. Troost exposa que les échantillons de la blende artificielle dont il s'était servi pour ses premières expériences, excités à plusieurs reprises par la flamme du

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXII, p. 564. (Sur l'emploi de la blende hexagonale artificielle pour remplacer les ampoules de Crookes.)

(2) *Id. Ibid.*, p. 694.

magnésium, après avoir donné pendant quelque temps de bonnes épreuves, en ont produit de plus en plus pâles et ont fini par ne plus rien produire. Un nouvel échantillon récemment préparé a agi efficacement dans les conditions des premières expériences; puis l'activité a disparu et les expériences n'ont plus été renouvelées.

On voit donc que ces phénomènes ne sont pas dus à des accidents d'expérience; mais si la cause de leur production est encore inconnue ceux-ci n'en sont pas moins intéressants. A ce point de vue, l'épreuve unique obtenue le 7 mars 1896 et qui a servi de base à cette étude est une des plus importantes par la netteté et la multiplicité des renseignements qu'elle fournit.

Malheureusement l'assimilation avec les effets produits par les rayons de l'uranium et l'apparence d'effets de réflexion et de réfraction m'avaient conduit alors à attribuer aux rayons de l'uranium des propriétés analogues à celles de la lumière, propriétés qu'ils ne possèdent pas.

En terminant ce chapitre je citerai encore d'autres expériences négatives.

Lorsque j'ai publié mes premières observations sur le rayonnement de l'uranium, quelques personnes ont cherché à rapprocher cette constatation des expériences faites autrefois par M. Niepce de Saint-Victor avec divers papiers, dont les uns étaient imprégnés d'acide tartrique ou de nitrate d'urane et dont d'autres n'avaient reçu aucune substance étrangère.

Ces papiers préalablement insolés, et placés ensuite à une petite distance de plaques photographiques, provo-

quaient la réduction de sels d'argent. Bien que, pour expliquer ces phénomènes, Foucault ait émis l'hypothèse d'un rayonnement inconnu, il fut démontré que cet effet, qui ne se produisait ni au travers du verre, ni au travers d'une mince lame de mica, était dû à des actions chimiques provenant de la décomposition des matières organiques ou salines par la lumière. Le nitrate d'urane figure, il est vrai, parmi ces matières. Ce sel est facilement réduit par la lumière en sel uraneux. L'uranium est en quantité tellement faible sur ces papiers, que pour avoir pu produire une impression appréciable sur les plaques que l'auteur employait, il eût fallu plusieurs mois de pose. M. Niepce de Saint-Victor n'a donc pu observer le rayonnement de l'uranium. L'efficacité d'un écran de verre ou de mica pour arrêter l'action suffit, du reste, pour démontrer que les phénomènes observés n'étaient pas produits par les nouveaux rayons.

Comme contrôle, j'ai étudié, soit par la méthode photographique au travers du papier noir, soit par la méthode électrique les effets du papier insolé et de l'acide tartrique. Malgré la grande sensibilité des dispositions expérimentales je n'ai obtenu que des résultats négatifs, même avec des poses très longues sur les plaques photographiques, ou en laissant les matières agir pendant plusieurs heures sur les feuilles d'or d'un électroscope qui, pendant ce temps, ont conservé une déviation pratiquement constante.