

*A mon vieil ami et fidèle collaborateur
Louis Matrot.*

Jean Belquer

Célébration du Centenaire

de la

Chaire de Physique

du

Muséum National d'Histoire Naturelle

Extrait de la *Revue générale des Sciences*

Numéro du 15 mars 1939

PARIS

G. DOIN et C^{ie}, Editeurs

8, place de l'Odéon, 8

—
1939

Célébration du Centenaire de la Chaire de Physique du Muséum national d'Histoire naturelle.

Le mercredi 25 janvier 1939, le Muséum National d'Histoire naturelle a célébré, dans son grand amphithéâtre, en présence de M. le Président de la République et de M. le Ministre de l'Education nationale, le Centenaire de sa Chaire de Physique appliquée.

Assistaient à cette cérémonie: M. Léon Bérard, sénateur, ancien Ministre, membre de l'Académie française: M. Jean Perrin, ancien sous-secrétaire d'Etat aux Recherches scientifiques, membre de l'Institut, M. et Mme Joliot Curie, M. Rosset, Directeur de l'Enseignement supérieur, M. Roussy, Recteur de l'Université de Paris, le Général-Commandant l'Ecole Polytechnique, le Cardinal Baudrillart, Recteur de l'Université catholique, membre de l'Académie française, le représentant du Cardinal-archevêque de Paris et de nombreuses personnalités scientifiques.

Discours de Monsieur L. Germain, Directeur du Muséum.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE,
MONSIEUR LE MINISTRE,
MESDAMES, MESSIEURS,

Le 24 juillet 1838, le Gouvernement de Louis-Philippe créait, au Muséum d'Histoire Naturelle, une nouvelle Chaire magistrale, celle de Physique appliquée aux Sciences Naturelles. Création nécessaire que cette chaire orientée vers la Météorologie, la Géologie, la Biologie; remarquable effort de coordination qui met en lumière la nécessité, dans un établissement comme le nôtre, de chaires non exclusivement consacrées à la systématique.

Le premier professeur titulaire de Physique fut Antoine-César BECQUEREL, né le 7 mars 1788 à Châtillon-sur-Loing, dans le département du Loiret. Elève de l'Ecole Polytechnique et Officier

du Génie, il abandonna la carrière militaire pour se consacrer aux recherches de Physique. Et dans ce domaine, son activité fut telle qu'il nous a laissé plus de 500 ouvrages ou mémoires. Retenons de cette œuvre que, du point de vue théorique, il a mis en lumière l'idée que toute production d'électricité suppose un travail moléculaire mécanique, physique ou chimique. Membre de l'Institut, Antoine BECQUEREL s'éteignit en 1878, et une statue, élevée en 1882 dans son village natal, perpétue le souvenir de ce grand savant.

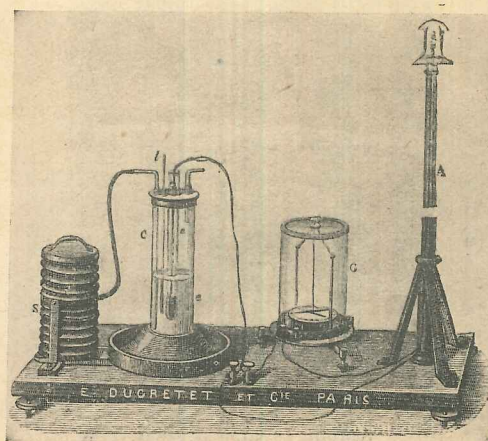
Son successeur fut son fils, Alexandre-Edmond BECQUEREL. Reçu à l'Ecole Normale supérieure en 1837, à l'Ecole Polytechnique en 1838, il renonça à ces admissions pour devenir le préparateur de son père. De son œuvre, également considérable, je ne retiendrai que ses belles recherches sur la phosphorescence, exposées dans les deux volumes publiés en 1869 sous le titre: *La lumière, ses causes et ses effets*. Membre de l'Institut, il mourut en 1891.

Son fils, Henri BECQUEREL, dans le cadre si charmant, si prenant du Jardin des Plantes, fut élevé dans le culte de la Science. Reçu en 1872 à l'Ecole Polytechnique, aide-naturaliste au Muséum en 1878, Membre de l'Institut dès 1889, à peine âgé de 36 ans, il devint à son tour titulaire de la Chaire de Physique appliquée en 1892.

Et notre Collègue et ami, l'éminent physicien Jean BECQUEREL, continue brillamment la tradition. Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Professeur titulaire de cette même Chaire de Physique appliquée depuis le 1^{er} avril 1909, il s'est principalement occupé de l'optique des basses températures et de l'application de la magnéto-optique à

premier exemple de transmission sans fil, fut simplifiée par GALVANI; il la reproduisit en touchant simplement le muscle par deux métaux différents, eux-mêmes mis en contact. Ainsi naquit le grand problème du contact des métaux, que tant de physiciens allaient s'attacher à élucider. Quand Antoine-César BECQUEREL l'aborda, la question avait déjà franchi deux stades. VOLTA, en 1800, avait indiqué que le contact de deux métaux différents produit une électrisation, cause principale de la contraction musculaire de la grenouille; mais il avait reconnu que, dans une chaîne fermée de métaux successifs, les effets de contact s'annulent en s'additionnant. Puis, SEEBECK, en 1823, avait prouvé que cette loi de VOLTA cesse d'être vraie, si les points de contact des métaux le long de la chaîne ne sont pas tous à la même température. Antoine-César BECQUEREL introduit dans cette question l'alliance, qui, chez lui, était naturelle, de la méthode scientifique la plus rigoureuse et du sens inné des applications. D'abord, il procède à une analyse approfondie des lois de ce phénomène thermo-électrique. Dans un circuit comprenant deux métaux différents et, par conséquent, deux soudures, Antoine-César BECQUEREL mesure avec précision les températures des points de contact et il rapporte à elles la force électromotrice que leur différence fait naître : il précise la dépendance de ces grandeurs en deux lois qui portent justement son nom. Mais, en même temps, il devine les services que pourra rendre, pour la mesure des températures, ce circuit, qu'on dénomme couple thermo-électrique, et, — trait caractéristique de son génie, — il s'attache à exploiter cette possibilité pratique. Le système qu'il imagine devient une sorte de transmetteur de température à distance. Il ira porter l'une des deux soudures, affûtée en forme d'aiguille, aux lieux peu accessibles dont on veut connaître l'état thermique; l'autre sera immergée dans un bain, devant l'observateur, qui, à son aise, en fera varier l'échauffement et y fera des lectures thermométriques. Le réglage consiste à annuler le courant électrique dans le circuit, en rendant égales les températures des deux soudures : ainsi, celle de la région qu'on voulait explorer se trouve ingénieusement reportée devant l'expérimentateur. Sous son aspect archaïque qui en fait le charme, voici, tirée de vieux recueils, une figure du dispositif employé par Antoine-César BECQUEREL. Il s'y voit un support, A, qui permettait d'aller placer la sonde en tel point qu'on désirait; l'autre soudure était introduite dans un tube plein de mercure, lui-même immergé dans un liquide *e*, où pénétrait un thermomètre *t*; on échauffait le liquide, en le portant sur un réchaud, ou on le

refroidissait, en insufflant de l'air par un soufflet S; quelques tâtonnements suffisaient pour qu'on ramenât à zéro l'aiguille du galvanomètre G et qu'on pût lire sur le thermomètre *t* la température inconnue. Ce dispositif, je le cite, pour que ressorte la simplicité si élégante des moyens mis en jeu; il permit au nouveau professeur du Muséum de prêter à ses collègues le concours qu'ils n'avaient pas eu tort d'attendre de lui. Antoine-César s'en servit pour mesurer la variation de température de l'air dans le voisinage des



Thermomètre électrique d'Antoine-César Becquerel.

arbres, celle du sol à des profondeurs croissantes sous des revêtements divers, et aussi la température interne des plantes et des animaux. De telles applications remplissaient le programme de la chaire créée en 1838 et même le dépassaient, car la subtilité spontanée d'Antoine-César BECQUEREL venait d'ouvrir un champ, que la précision de la méthode, l'exiguïté de la sonde et la possibilité de la rendre résistante aux plus hauts échauffements, devaient rendre très vaste. Précision, disons-nous : en faisant la lecture du courant résiduel d'électricité qui persiste en fin de réglage, le centième de degré est aisément atteint. De nos jours, la méthode, — où l'annulation du courant se réalise par l'opposition à la force thermo-électrique d'une autre force électromotrice réglable, au lieu d'être obtenue par le nivellement des températures des deux contacts, — s'est diffusée dans l'industrie; notamment, dans la métallurgie, elle est devenue d'un emploi fréquent. Puisqu'il m'est impossible de suivre l'œuvre trop vaste du grand homme qui ouvre la dynastie des BECQUEREL et que force m'est d'en faire le dessin en deux ou trois coups de crayon, du moins je veux appuyer sur le trait qui a paru ici : le don merveilleux qu'a possédé Antoine-César BECQUEREL d'orienter ses travaux scientifiques vers des résultats, d'où sur-

giraient dès applications pratiques. On a parfois voulu, bien à tort! séparer le travail des utilisateurs de celui du savant, qui se retrancherait dans l'étude désintéressée des phénomènes. Mais ce désintéressement serait une claustration! Un pays, jeté comme le nôtre dans la compétition internationale, se doit de combattre ce malthusianisme supérieur; son besoin vital, c'est que ses clercs tendent leurs activités vers le perfectionnement de son économie nationale.

L'histoire montre que les grands progrès des industries sont sortis souvent de travaux qui, à leur origine, auraient pu paraître de science pure. Certains cerveaux ont le pouvoir de faire sourdre de leurs spéculations scientifiques, des applications précieuses; cette aptitude couronne leur talent. Antoine-César BECQUEREL était de ceux-là. Ses travaux sur la thermoélectricité s'accompagnèrent d'autres sur un terrain connexe, celui de la pile électrique. Il reconnut l'origine chimique du courant que la pile fait circuler dans un conducteur fermé; ce fût pour lui l'origine de réflexions profondes, qui se prolongèrent toute sa vie, sur la genèse des courants électriques et, par corrélation, sur les transformations réciproques de la chaleur, de la lumière et de l'énergie électrique. Progressivement, il s'élevait à des hauteurs toujours plus grandes. Il avait été l'un des fondateurs de l'électricité et, maintenant, il s'ouvrait des vues sur les phénomènes biologiques, dans lesquels il retrouvait les actions électrochimiques dont il avait contribué à analyser le processus; il en montrait aussi l'importance dans la formation naturelle des minéraux, dont il parvint à devenir parfois l'adroit reproducteur. Quand on refait la route qu'il a jalonnée de tant de mémoires originaux, on est confondu par l'altitude à laquelle plane son esprit, qui élabore des vues synthétiques sur les divers règnes de la création. Mais, chez ce physicien formé à l'école des ingénieurs militaires, la joie pure de contempler de plus près l'œuvre de la Nature, n'obnubile jamais le souci de l'asservir aux besoins humains. On retrouve sous les pas d'Antoine-César BECQUEREL une multitude de germes auxquels sont peut-être attachés, par de souterraines racines, divers rameaux de nos techniques modernes. N'a-t-il pas ouvert les voies en électrometallurgie, et n'a-t-il pas attiré l'attention sur les variations d'épaisseur, de plasticité, de brillant des dépôts de nickel? question devenue si vaste, par la suite! N'a-t-il pas fait pressentir la connexion fondamentale entre les corrosions et les actions électrochimiques? Il ressort assez qu'Antoine-César BECQUEREL, dans sa longue carrière, a ouvert bien des portes sur des immensités dont

l'exploration après lui allait être fructueuse. Il a été un grand précurseur.

L'âge n'affaiblit pas sa force inventive. A quatre-vingts ans, une circonstance fortuite le mit au seuil de l'électrochimie capillaire. C'est un sujet capital, dont le vieillard saisit, avec une vue de presbyte, les contours lointains; ils s'étendent, on le sait, jusqu'à l'osmose à travers les membranes des tissus vivants. Ainsi, Antoine-César créait pour les BECQUEREL une tradition, qui lui survécut chez ses descendants: c'est, — dans la progression de la Science, — de marcher en tête de colonne et de compter toujours dans le petit groupe des avant-coureurs.

On sait bien qu'un tel poste n'est pas sans danger. Antoine-César en subit la preuve. Il avait inventé en 1829 la pile à courant constant. Les idées qu'il s'était acquises sur l'électrisation par contact, lui rendaient facile de comprendre que, dans un élément de pile, les actions chimiques, qui sont la source du courant, ont presque toujours pour contre-partie de modifier l'état de surface des métaux qui plongent dans le liquide électrolytique. De la sorte, le fonctionnement de la pile s'accompagne d'un dépôt, qui le ralentit de plus en plus et parfois l'arrête. Antoine-César BECQUEREL imagine, pour obvier à cet inconvénient, de cloisonner la pile, de façon que chaque métal plonge dans une case où se trouve un liquide capable de dissoudre, au fur et à mesure qu'ils se forment, les dépôts perturbateurs. L'appareil est construit par BECQUEREL, il remplit tout son office et jouera son rôle dans le développement ultérieur de la télégraphie. L'honneur en revient à Antoine-César. N'importe! sept ans plus tard, le physicien DANIELL y substitue une paroi de porcelaine poreuse à une baudruche perméable, et la postérité frustre BECQUEREL, en appelant pile de DANIELL l'élément qu'Antoine-César avait inventé.

Ainsi va-t-il des précurseurs!

II

Combien reste émouvant, à cent ans de distance, le spectacle du jeune Edmond BECQUEREL se formant à l'ombre du grand Antoine-César! Si vive était sa piété filiale, que son succès aux examens de l'Ecole Polytechnique ne put le détacher des travaux paternels auxquels il s'associait déjà. En fondant sa chaire de Physique appliquée aux Sciences Naturelles, le Muséum sut faire coup double; il s'attacha à la fois le professeur et l'aide-préparateur, le père et l'enfant.

Entre eux, une collaboration s'établit, si intime que, sur nombre de sujets, leurs activités s'entre-

lacent, sans toutefois que leurs originalités se fondent. Il en ira de même dans les deux générations qui vont suivre. Les sujets d'étude s'enchaînent, passent de père à fils, les talents d'expérimentation se transmettent; mais, les personnalités restent tranchées.



Edmond BECQUEREL

En électrochimie, Edmond fut tout de suite à l'aise, car il avait le soutien de l'activité paternelle. Bientôt, sa contribution se concrétisa en un travail fondamental. Les décompositions électrolytiques, sur lesquelles se fondent la plupart des traitements de l'électrometallurgie, sont régies par les lois de FARADAY et de BECQUEREL, qui établissent des proportionnalités entre les quantités de matières décomposées dans les réactions et les quantités d'électricité qui les ont produites. « De-
« puis ce travail, écrivait Edmond BECQUEREL, « les conclusions de l'auteur ont été généralement « adoptées ». Formule d'une modestie délicate et précieuse, pour qualifier un travail qui, sur un terrain où le grand FARADAY lui-même était un peu sorti du chemin, avait abouti à formuler une loi définitive qui gouvernerait une industrie toute entière!

Le problème où Edmond BECQUEREL allait donner toute sa mesure, n'est pourtant pas, à mon avis, celui de l'électrochimie. Ce ne fût pas non plus celui du magnétisme, en dépit de la grandeur du progrès qu'il fit faire à l'étude du paramagnétisme et de la polarisation rotatoire magnétique; c'est plutôt chez son petit-fils que je veux marquer le développement complet de cette catégorie de recherches. La contribution capitale d'Edmond BECQUEREL, ce fut, ce me semble, l'étude des actions qu'un impact de lumière exerce sur la substance qui le reçoit. Un disciple d'Antoine-César ne pouvait reconnaître que la lumière fût un flux d'énergie; quand une portion

de cette énergie vient à être absorbée dans une substance, quelle transformation subit-elle? Quel est le mécanisme de cette absorption d'énergie et de sa libération ultérieure? A cette question, dont l'étude allait être, pendant de nombreuses décades, l'un des buts de la physique, Edmond BECQUEREL fournit des réponses, qui ne pouvaient être que partielles, mais dont certaines devaient amorcer une progression essentielle. N'avait-il pas hérité de ce caractère familial, qui fût de déclencher de grands mouvements?

Sa réponse est triple : l'énergie lumineuse peut prendre, dans la substance qui l'absorbe, la forme d'une énergie électrique ou chimique ou, de nouveau, lumineuse.

Voici donc, tout d'abord (1839), Edmond BECQUEREL cherchant à déceler l'électricité qui se dégage quand les rayons du Soleil frappent des lames métalliques, plongées dans un liquide conducteur. Il crée un instrument ingénieux pour mesurer cet effet électrique de la lumière : il n'avait pas vingt ans.

L'action chimique, maintenant. DAGUERRE venait de faire naître la photographie. BECQUEREL s'en saisit et compare la transformation chimique des sels d'argent, impressionnés par des rayons rouges, jaunes, bleus ou violets. Il reconnaît que le changement d'état de ses préparations d'argent s'effectue d'autant plus fortement que l'on va du rouge vers le violet, et il franchit la limite visible. Il découvre de la sorte les raies ultra-violettes du spectre solaire. Il avait encore vingt ans!

Au même moment, Edmond BECQUEREL aborde le troisième point : après absorption d'une énergie lumineuse, sa restitution par l'émission ultérieure d'une autre lumière. Ce sujet de la phosphorescence, c'est le grand sujet des BECQUEREL, puisque, déjà amorcé par Antoine-César, il aboutira, après Edmond, sous les mains d'Henri, au point culminant de leur œuvre. Edmond jusqu'à sa mort, continua cette étude. Son attention se porta, avec logique, sur la préparation des matières premières : sulfures de baryum, de strontium et de calcium, et sur la fonction excitatrice qui est dévolue aux impuretés qu'ils contiennent; une trace de sodium fait émettre par le sulfure de calcium, après insolation, une lumière verte, qui eût été rouge si le sodium eût été du manganèse, bleue s'il eût été noyé dans du bismuth. Cette variabilité de la phosphorescence se retrouve aussi dans la durée de la lumière qu'elle produit. BREWSTER et STOKES, aux alentours de 1850, étudièrent des substances, dont l'émission semblait cesser en même temps que leur exposition à la lumière excitatrice. Mais était-il véridique qu'il existât une division tranchée entre ces corps et ceux qui poursuivaient leur émission

après l'arrêt du rayonnement excitateur? Des mesures quantitatives s'imposaient; il fallait mesurer de phosphorescence Edmond BECQUEREL conçut avec précision des durées, fussent-elles très courtes, le phosphoscope, dont vous voyez un exemplaire devant vous. Dans cet appareil, la substance phosphorescente est vue par l'observateur un court instant après le moment de l'insolation; la rotation synchrone de deux disques opaques, percés de fenêtres assez étroites, l'une pour l'insolation du corps phosphorescent, l'autre pour l'observation, permet de rendre aussi court que l'on veut et mesurable l'intervalle de temps qui s'écoule entre l'excitation et la perception de l'émission secondaire. L'appréciation quantitative de la durée de la phosphorescence s'en déduit.

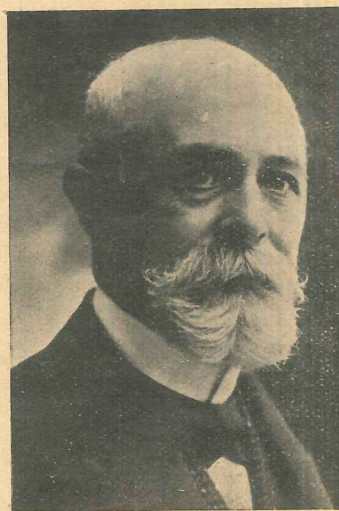
Le phosphoscope conduisit Edmond BECQUEREL à relier continuellement les phosphorescences longues à celles qui paraissaient instantanées. Bien plus, en rendant permanente l'impression sur la rétine, le phosphoscope permit de déceler que la généralité du phénomène était de beaucoup supérieure à ce que l'on supposait: « il est probable, écrit Edmond BECQUEREL, qu'on se trouve en face d'une propriété commune à toutes les substances, indépendante de leur état cristallin et liée à quelque processus physique, non encore spécifié ».

Il ne devait être dévolu que bien plus tard, à un autre physicien, d'élucider le mécanisme atomique de la phosphorescence. Les BECQUEREL, au surplus, dans le laboratoire de Physique expérimentale du Muséum, n'auraient pas pu se détourner vers des spéculations théoriques sans fausser la définition initiale de la chaire qui leur avait été confiée. Mais, la poursuite des expériences amena Edmond BECQUEREL à étudier un grand nombre de substances phosphorescentes. Parmi celles-ci, il en est une classe sur laquelle il s'arrêta longuement: celle des sels d'uranyle, dont l'émission était intense. A présent, il s'inclinait vers la vieillesse, mais, déjà, un jeune homme était auprès de lui, attentif à recueillir ses indications comme il l'avait été lui-même auprès d'Antoine-César. Henri BECQUEREL ne devait pas, à la minute suprême, oublier la phosphorescence des sels d'uranyle.

III

C'est une tradition des BECQUEREL que la précocité. Henri la maintint. A peine sortait-il de l'Ecole Polytechnique et devenait-il élève ingénieur à l'Ecole des Ponts et Chaussées qu'il insérait au *Journal de Physique* une première publication. Elle visait l'action du champ magnétique sur l'étincelle qui accompagne la rupture d'un courant

électrique. Celui qui, en 1875, était le Benjamin des BECQUEREL, signalait que l'action d'un champ magnétique permet de souffler l'étincelle, comme le fait un courant d'air. Dix-sept ans plus tard, les premières réalisations de télégraphie sans fil posèrent aux techniciens de la radio-électricité naissante le problème de l'étouffement rapide de l'étincelle, dans laquelle les oscillations hertzien-



Henri BECQUEREL

nes prenaient alors leur source, mais trouvaient aussi leur principale cause d'amortissement. Plusieurs solutions furent proposées. Elihu THOMSON utilisa celle du soufflage magnétique, sans mentionner le travail des BECQUEREL. La vocation du précurseur qui pressent les problèmes et les résoud à l'avance, se retrouvait chez Henri BECQUEREL, comme elle s'était affirmée chez son grand-père, Antoine-César. Un proche avenir devait en voir l'épanouissement.

En préambule de la circonstance qui allait faire la gloire de sa vie, Henri BECQUEREL s'engagea dans la magnéto-optique. FARADAY en avait observé le phénomène fondamental. La lumière, on le sait, s'assimile à un phénomène vibratoire; ni sa fréquence, ni son amplitude ne suffisent à caractériser cette vibration, il en faut encore préciser la direction. Cette direction, si on la conjugue avec celle du rayon lumineux, permet de caractériser un plan, qui est dénommé plan de polarisation. FARADAY avait constaté que ce plan de polarisation tourne, si la lumière traverse une substance transparente placée dans un champ magnétique, de direction convenable. Edmond et Henri BECQUEREL pressentirent les conséquences de cette découverte. Edmond se chargea d'établir que l'angle de rotation dépend de la couleur de la lumière et est, à peu près, proportionnel au carré

de la fréquence vibratoire, par laquelle la couleur est déterminée. Henri rechercha si les propriétés magnétiques de la substance que la lumière traverse régissent la grandeur de la rotation qu'éprouve le plan de polarisation. Tous deux préparèrent là le tremplin de départ de Jean, qui, dernier venu fera de la magnéto-optique son champ d'envol.

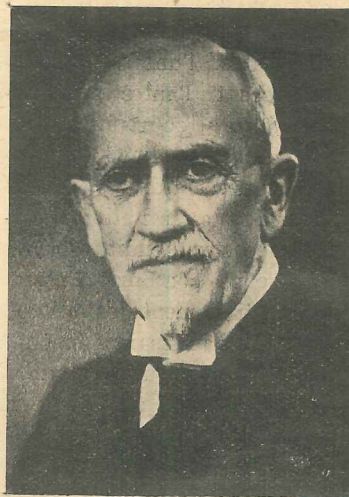
Pour Henri, les lueurs des substances phosphorescentes qu'avait rassemblées son père dans la Maison de Cuvier, ne pouvaient manquer de captiver ses yeux de jeune physicien. Il entra, lui aussi, dans l'étude de la phosphorescence et voulut préciser le mécanisme de particularités qu'avait signalées Edmond BECQUEREL. Pourquoi suffit-il d'une courte exposition à des radiations infrarouges pour éteindre l'émission qui suit une insolation ? Henri BECQUEREL sut reconnaître que le rayonnement infra-rouge n'éteint la lueur de phosphorescence qu'après l'avoir subitement avivée : c'est comme si éclatait l'outre où s'était emmagasinée l'énergie absorbée pendant l'insolation initiale ; en un instant fugace se consomme la réserve qui devait servir à alimenter à faible débit le rayonnement ultérieur.

L'énergie absorbée par un corps phosphorescent pendant son exposition préliminaire à la lumière, met les atomes de ce corps en des états, dont la stabilité est incomplète ; ceux-ci, l'un après l'autre, en un temps plus ou moins long, reviennent à un état plus stable, à moins qu'une action calorifique, capable de secouer tout l'édifice moléculaire, ne précipite ce retour.

Ces travaux sur la phosphorescence, qui, d'ailleurs, s'étaient complétés d'importantes observations sur les spectres dans l'infra-rouge, mirent dans les mains d'Henri BECQUEREL les composés d'uranium, dont, déjà, son père avait étudié les groupes de bandes. Henri BECQUEREL approfondit l'étude de ces composés d'uranium, qui, sous le double point de vue de la phosphorescence et de l'absorption, lui parurent, dès 1883, avoir une constitution exceptionnelle.

Le maniement de ces substances était devenu si familier à Henri BECQUEREL, qu'il voulut, au début de l'année 1896, contrôler si leur phosphorescence visible ne s'accompagnait pas de l'émission d'un rayonnement analogue à celui dont Roentgen venait de signaler l'existence dans les tubes de Crookes et qui avait reçu le nom de « rayons X ». A ce moment mémorable, il s'aperçut que les composés d'uranium, qui avaient été tant de fois utilisés par son père et lui dans le laboratoire du Muséum, étaient effectivement la source d'une émission continue, qui différait profondément de la phosphorescence en ce sens

qu'aucune excitation préliminaire, aucun éclaircissement préalable ne lui étaient nécessaires, et que la substance tirait de son propre sein l'énergie de ce rayonnement spontané. Cette propriété était la radioactivité, dont la découverte rendait désormais impérissable le nom d'Henri BECQUEREL.



Louis MATOUT, collaborateur d'Henri Becquerel dans la découverte de la radio-activité

Le premier soin d'Henri BECQUEREL fut de préciser le corps, d'où émanait ce rayonnement. Ses travaux l'avaient accoutumé à trouver des différences entre les sels des divers oxydes d'uranium, les uns doués de la phosphorescence, les autres exempts de cette propriété. Il apparut bientôt que la radioactivité est une propriété intrinsèque du métal Uranium et qu'elle n'est pas affectée par les combinaisons chimiques dans lesquelles il est engagé. De là découle le pouvoir qu'a eu la découverte d'Henri BECQUEREL de faire faire un bond à notre connaissance de l'organisation intime de la matière. Si le rayonnement radioactif est insensible aux réactions de la chimie, c'est qu'il émane des plus profondes arcanes de l'atome et d'une région si bien enfouie qu'elle est soustraite aux influences extérieures. Ce noyau, dont nous commençons à peine aujourd'hui à deviner la constitution, mais qu'en tout cas nous savons de dimensions infimes par rapport à celles de l'atome lui-même, c'est lui qui est le siège des propriétés les plus distinctives des atomes, et c'est lui, qui, jusque-là inaccessible à l'homme, s'est, pour la première fois, le 1^{er} mars 1896, manifesté à Henri BECQUEREL par l'émission dont l'uranium est la source.

Henri BECQUEREL compléta son observation première par plusieurs informations capitales. Il signala qu'au voisinage de l'uranium les gaz

deviennent conducteurs : cette particularité a été mise à profit pour doser l'intensité énergétique des rayonnements radioactifs, c'est une méthode qui continue d'être utilisée de nos jours.

Ce procédé qui consiste à évaluer l'activité radioactive d'un composé en mesurant la conductibilité de l'air à son voisinage, c'est celui que, peu après, allait mettre en œuvre Marie CURIE pour mesurer l'intensité de la radioactivité dans les différents composés de l'uranium et dans divers minéraux. Il se révéla que, pour certains d'entre eux, notamment pour la pechblende, minéral d'où l'uranium est principalement extrait, l'activité dépassait celle que la teneur en uranium pouvait expliquer. Henri BECQUEREL avait énoncé, nous l'avons vu, que la radioactivité était due à l'atome d'uranium et ne dépendait pas de ses combinaisons chimiques. Ce fût l'idée directrice, qui guida la recherche de Pierre et Marie CURIE. Si la radioactivité est une propriété atomique et si celle de l'atome d'uranium est dépassée dans la pechblende, c'est qu'il existe d'autres atomes radioactifs. C'est ainsi que Pierre et Marie CURIE ont été conduits à la découverte d'atomes plus radioactifs que l'uranium : deux ans s'étaient à peine écoulés depuis la découverte de la radioactivité par Henri BECQUEREL, que Marie CURIE reconnaissait la radioactivité du polonium, et la trouvait un million de fois supérieure à celle de l'uranium ; quelques mois après, Pierre et Marie CURIE extrayaient de la pechblende un troisième élément, le radium. Le plus actif, l'actinium, fut découvert par DEBIERNE ; sa constante vaut des millions de fois celle de l'uranium. Il n'est que de citer ce chiffre pour mieux apprécier le talent expérimental d'un Henri BECQUEREL, qui a su découvrir la radioactivité sur un exemple aussi faible que l'uranium.

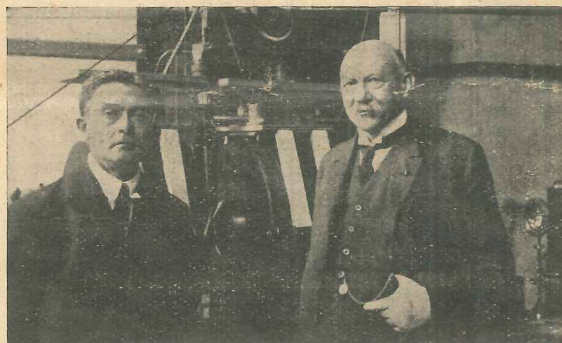
Après une nouvelle contribution à l'étude de la radioactivité, qui lui fit distinguer les rayons α et β , et, par incurvation de leurs trajectoires dans un champ magnétique ou électrique, ouvrit les premières vues sur les propriétés de ces corpuscules, Henri BECQUEREL ne poursuivit pas plus loin ses expériences sur les matières radioactives. Parvenu au faite, il tint à s'adonner, avec une conscience qui est une grande leçon de modestie, à son double enseignement : celui du Muséum et celui de l'École Polytechnique. Quand il reçut le prix Nobel, j'étais au premier rang de ses élèves polytechniciens, dans l'amphithéâtre Arago, à la place exacte que vous m'aviez fait, quelques années auparavant, Monsieur le Président de la République, l'honneur anticipé d'occuper avant moi. Henri BECQUEREL aurait eu bien de la peine ce jour-là à cacher, s'il l'avait voulu, combien il était ému par les ovations

délirantes d'une jeunesse qu'il aimait entre toutes et qui, d'instinct, avait compromis la grandeur de son œuvre. Celle-ci allait désormais, sous l'admirable impulsion des CURIE et de RUTHERFORD, prendre un prodigieux essor et accroître, non seulement les connaissances de l'Homme sur la Matière, mais aussi ses moyens de lutte, — hélas ! encore bien incomplets, — contre la maladie du cancer.

IV

Tant de gloire, et si pure, eût découragé par avance tout autre que l'arrière-petit-fils d'Antoine-César. Mais la passion de la Science expérimentale, qui était infusée dans son sang, avait assez de virulence pour l'empêcher de se laisser accabler sous son triple héritage. Il voulut servir à son tour, et il tient aujourd'hui le flambeau, d'une main ferme.

Jean BECQUEREL, selon la pure tradition de ses ancêtres, a concilié le maintien des disciplines familiales avec le développement de l'originalité personnelle. La sienne, qui est profonde, s'est



Jean BECQUEREL et KAMERLINGH ONNES

épanouie dans l'étude de l'absorption lumineuse et dans celle de la magnéto-optique, dont il a su extraire des connaissances nouvelles sur la constitution de la matière. Profitant avec adresse des progrès de son temps, il a, dans son laboratoire du Muséum, porté son étude vers les très basses températures, jusqu'à deux cents degrés environ au-dessous du zéro centigrade. Cette optique des basses températures s'est aussitôt révélée si riche d'enseignements que Jean BECQUEREL fût invité par KAMERLINGH ONNES à poursuivre ses expériences à Leyde, dans le magnifique laboratoire où l'on s'approche aujourd'hui du zéro absolu, à une très faible fraction de degré près. Partageant chaque année son labeur entre le laboratoire du Muséum et celui de Leyde, où son activité a trouvé l'appui constant du professeur DE HAAS et la collabo-

ration expérimentale de VAN DEN HANDEL, Jean BECQUEREL s'est institué le fondateur d'une nouvelle branche de l'Optique : celle des basses températures. Il en a gardé depuis lors la spécialité presque exclusive.

Et voici qui rend cette adjonction précieuse ! Sous les grands froids, les spectres d'absorption prennent une netteté inattendue : des bandes diffuses s'y résolvent parfois en raies d'une grande finesse; en même temps, nombre d'autres disparaissent. La projection d'un cliché de Jean BECQUEREL suffit à vous le faire constater.

La simplification que révèlent les spectres lumineux au voisinage du zéro absolu, est le symptôme d'une simplification corrélative dans l'organisation atomique de la matière. Les myriades d'atomes, dont se compose une masse d'un corps simple, alors même qu'elle nous paraît petite, répartissent entre eux leur énergie totale, sans qu'aucune obligation leur soit faite de s'en distribuer des parts égales. Les lois du hasard sont ici maîtresses, et divers atomes d'un même corps, quoique identiques de nature, peuvent avoir les uns une grande énergie, les autres une plus petite, selon une dispersion innombrable de valeurs différentes. Cette complexité provoque, dans les spectres lumineux, un tel fourmillement, que la classification des raies est souvent au delà de nos moyens. Mais, que l'on abaisse la température jusqu'au voisinage du zéro absolu : le tableau change. Les atomes perdent, pour la plupart, leur aptitude à aller chercher de lointains niveaux d'énergie, et ils se serrent, autant qu'ils le peuvent sur un seul et même niveau, qui est le plus stable. Si tous à peu près reçoivent une part identique de l'énergie totale, l'organisation de la matière devient beaucoup moins complexe et, sous cet état, la Nature est mieux à la portée de nos cerveaux et de nos instruments humains.

On perçoit, sous cet angle, quel vaste horizon peut nous ouvrir l'optique des basses températures, dont Jean BECQUEREL est passé maître.

Cette optique, c'eût été l'enserrer trop que de la limiter à l'examen des spectres d'absorption. Les initiatives de Jean BECQUEREL ont dépassé cette borne. Pour englober l'émission de la lumière dans son étude, l'actuel titulaire de la Chaire du Muséum a recouru à ce phénomène de la phosphorescence, qui avait conduit son père au summum de la renommée. L'approche du zéro absolu n'éteint pas la phosphorescence; tout au contraire, elle l'avive : le rubis, l'émeraude étincellent. Voici un cliché de Jean BECQUEREL, où s'étale une partie du spectre de phosphorescence du sulfate double d'uranium et de potassium, du sel même sur lequel la radioactivité avait été découverte. Dans

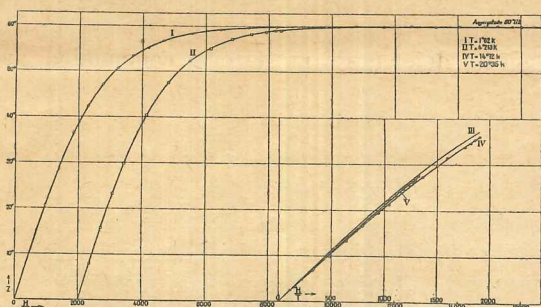
ces spectres comme dans ceux d'absorption, le froid substitue des raies fines aux bandes diffuses, et c'est lui qui a permis à Jean BECQUEREL de formuler, sur la répartition de ces raies, des règles quantitatives, d'où se laissent tirer des conclusions sur l'organisation atomique de la matière.

Mais, il est temps d'en venir à la magnéto-optique où Jean BECQUEREL est monté plus haut encore. Certains atomes, — ceux qui sont par nature des aimants élémentaires, — gardent la faculté, si assagis qu'ils soient par le froid, de reprendre une diversité secondaire, dès que l'espace où ils sont amassés devient un champ magnétique. Sous cette influence nouvelle, leurs énergies individuelles s'écartent légèrement de la commune valeur qu'au voisinage du zéro absolu elles avaient tendance à adopter; leurs écarts restent faibles, mais, d'après les conceptions actuelles, ils se dispersent en une suite de valeurs, qui, discrètes les unes des autres, mettent en jeu, dans leur évaluation, la suite des nombres entiers. Cette dispersion se révèle à nos yeux par le paramagnétisme. Il s'attache une importance décisive à confronter avec l'expérience les prévisions qui découlent de ces vues théoriques, liées à la notion de quanta, l'un des acquets les plus précieux de la Physique moderne. La concordance sera-t-elle dans l'aimantation aussi bonne que dans d'autres domaines? En étroite communion avec l'éminent théoricien KRAMERS, qui honore la Hollande, et grâce à la cordiale hospitalité du laboratoire de Leyde, Jean BECQUEREL s'est fait un des ouvriers de cette grande tâche.

D'abord, poussant jusqu'au voisinage du zéro absolu l'étude des décompositions qu'un champ magnétique impose aux raies spectrales, Jean BECQUEREL a réussi, sur des cristaux de terres rares, à rendre le paramagnétisme visible au spectroscopie. Il a fait apparaître qu'à l'intérieur de ces cristaux, il régnait un champ électrique, dont on n'avait pas, avant lui, reconnu le rôle fondamental. Tous les développements théoriques du paramagnétisme sont aujourd'hui basés sur l'influence de ce champ.

Puis, toujours aux températures de l'hélium liquide, Jean BECQUEREL a entrepris l'étude de la rotation du plan de polarisation dans un champ magnétique. Une nouvelle découverte a marqué cette phase de son activité : celle de la polarisation rotatoire paramagnétique. La liaison étroite de ce phénomène optique avec les propriétés magnétiques des corps a mis entre les mains de Jean BECQUEREL, une méthode, précise et aisée, pour déterminer l'orientation des porteurs de moment paramagnétiques dans les cristaux. C'est une question d'importance capitale, car elle fixe certaines de nos vues sur la constitution des atomes. Selon

quelle loi l'aimantation varie-t-elle avec l'intensité du champ magnétique, dans lequel est plongée la substance? la variation se fait-elle selon une droite? Ou faut-il considérer que cette loi trop simple ne représente que le début tangentiel d'une incurvation? Les diverses théories, dont la première est due à LANGEVIN, prévoyaient toutes l'approche vers une valeur limite. Il eût fallu, aux températures ambiantes, pour élucider ce point, pousser le champ magnétique au delà des limites que nous sommes capables d'atteindre. Mais la grandeur qui intervient n'est pas le seul champ magnétique, c'est le quotient de ce champ par la température absolue; en abaissant celle-ci, on avait un moyen d'explorer un domaine que nous interdis, aux températures ordinaires, la faiblesse de nos électro-aimants. Une expérience célèbre de KAMMERLINGH ONNES et WOLJERS avait fourni une première indication. Jean BECQUEREL, à Leyde, a fait voir la généralité de l'incurvation et a obtenu des lois d'aimantation nouvelles. L'un de ses clichés, relatif à l'éthylsulfate de dysprosium, va vous rendre juges de la netteté de sa réponse : l'incurvation de la courbe qu'on y voit tracée, dépasse la saturation paramagnétique, qu'il a le premier tout à fait atteinte.



Saturation paramagnétique de l'éthylsulfate de dysprosium

Ce sont-là de précieux apports à notre connaissance de la matière. Mais, pour le quatrième des BECQUEREL, si rapide qu'ait été la courbe selon laquelle il s'est élevé, il n'y a pas lieu, Dieu merci de marquer encore une apogée. Les matériaux que Jean BECQUEREL amoncelle depuis peu de temps, sont la promesse d'une nouvelle et riche moisson pour demain. Sur un carbonate cristallisé de magnésium et de fer, la mésitite, il vient d'observer, aux basses températures, des effets qui ont une analogie curieuse, sur certains points seulement, avec ceux que présentent les métaux de la famille du fer. Jean Becquerel a compris que ces expériences, qui se rattachent peut-être à des constatations du professeur DE HAAS, révèlent une nouvelle forme du magnétisme. Elle a été baptisée métamagnétisme par Jean BECQUEREL, qui

s'attache, en ce moment même, à en bâtir la théorie.

Ainsi, l'arrière petit-fils d'Antoine-César foule les chemins de la Science du même pied que ses pères. Il résume en lui les traditions familiales. Chez les BECQUEREL, l'une de ces traditions a été celle du labeur dans la joie : c'est ici la joie que donne la passion de la Science. Quelle que soit la besogne de chacun, humble ou haute, l'amour du travail, la tension de tout l'être vers la perfection de l'œuvre à soi confiée, sans autre mobile que l'amour de cette perfection, sont aujourd'hui, je crois, les vertus les plus nécessaires au rayonnement de notre pays. Antoine-César BECQUEREL, Edmond BECQUEREL, Henri BECQUEREL les ont portées à un épanouissement exemplaire, et Jean, dans sa fidélité aux inspirations de ses ascendants, témoigne chaque jour du souci jaloux avec lequel il entretient le feu sur les autels de ses dieux lares.

Discours de Monsieur Jean Becquerel, Professeur au Muséum.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE,
MONSIEUR LE MINISTRE,
MESDAMES, MESSIEURS,

En prenant aujourd'hui la parole dans cet amphithéâtre, où mon arrière grand-père, mon grand-père et mon père ont professé pendant soixante-dix années, je ne puis me défendre d'une grande émotion. C'est sur cette table que, tout enfant, j'apportais pour le cours les appareils destinés aux expériences, et qui étaient mes jouets préférés. J'ai eu l'inestimable bonheur de passer ma vie entière dans un laboratoire où tous les vieux objets évoquent des recherches, des découvertes auxquelles le nom d'un de mes ancêtres est resté attaché. C'est encore dans ce laboratoire que, il y a un demi-siècle, j'ai été initié à la Physique par les leçons que me donnait mon grand-père. Voici enfin une vue de la vieille maison grise, qui était proche de cet amphithéâtre et du laboratoire, où les BECQUEREL ont vécu jusqu'en 1891, et à laquelle se rattachent mes plus anciens souvenirs.

Je prie Monsieur le Président de la République, qui nous fait le grand honneur de rehausser par sa présence l'éclat de cette cérémonie, d'agréer l'hommage de ma profonde et respectueuse reconnaissance.

Je prie Monsieur le Ministre de l'Education Nationale, dont nous connaissons tous la sollicitude attentive à l'égard de notre Etablissement,

de bien vouloir accepter l'expression de toute ma gratitude.

J'exprime à leurs Eminences le Cardinal BAUDRILLART, de l'Académie Française, et le Cardinal VERDIER représenté ici par Monsieur le Chanoine LENERT, mes sentiments de vénération. Je suis profondément touché de la haute bienveillance que leurs Eminences témoignent aujourd'hui au Muséum et de l'intérêt qu'elles portent à la Science.

M. le Professeur Jean Perrin, M. le Recteur de l'Académie de Paris, M. le Directeur de l'Enseignement supérieur sont aux côtés de Monsieur le Ministre. Leur présence à cette grande manifestation scientifique m'est particulièrement précieuse.

Je remercie du fond du cœur Monsieur le Directeur du Muséum et mes chers collègues d'avoir pris l'initiative de la célébration de ce Centenaire.

Ma pensée se tourne maintenant vers les hautes personnalités présentes et vers tous ceux qui sont venus apporter au souvenir des grands savants disparus un témoignage de leur admiration. Je suis charmé de voir ici beaucoup de camarades polytechniciens, parmi lesquels d'anciens élèves de mon père, qui n'ont pas oublié les liens qui unissent l'École Polytechnique à la Chaire de Physique du Muséum, ces liens dont mon ami LÉAUTÉ a parlé avec tant d'éloquence.

Mon cher LÉAUTÉ, j'ai été l'élève de ton père et j'ai gardé le souvenir de ses admirables leçons; tout à l'heure, je croyais l'entendre encore, car tu as hérité du talent avec lequel il savait exposer des questions ardues. Tu m'as laissé le soin de dire quelques mots sur la découverte de la radioactivité. L'histoire de cette découverte mérite d'être connue.

Le 20 janvier 1896, Henri POINCARÉ montra à l'Académie des Sciences les premières radiographies de Röntgen. Au cours de la séance, Henri BECQUEREL vint trouver son confrère, et lui demanda de préciser quelle était, dans l'ampoule, la région d'où émanaient les rayons. POINCARÉ lui répondit que le nouveau rayonnement venait de la partie du verre frappée par les rayons cathodiques. Henri BECQUEREL fit remarquer à POINCARÉ que le verre était rendu fluorescent par les rayons cathodiques, et les deux savants furent immédiatement d'avis qu'il fallait chercher si certains corps, rendus fluorescents par une exposition à la lumière, émettaient un rayonnement analogue aux rayons X. Henri BECQUEREL entreprit aussitôt les recherches : les sels d'uranyle, qui avaient fait l'objet de tant de travaux au laboratoire du Muséum, et qui attiraient l'attention par leurs propriétés exceptionnelles furent tout naturellement choisis pour tenter l'expérience.

Pensant que l'excitation par la lumière devait être nécessaire pour provoquer un rayonnement, Henri BECQUEREL plaça ces lamelles — celles que voici — de sulfate double d'uranyle et de potassium sur une enveloppe de papier noir, soigneusement fermée, couverte d'une plaque d'aluminium de 2 mm. d'épaisseur, contenant une plaque photographique; puis il exposa le tout au soleil pendant une journée; le développement du cliché montra des taches sombres, assez faibles, reproduisant la forme des lamelles.

Un jour, un dispositif semblable au précédent ayant été préparé, le ciel se couvrit. Henri BECQUEREL, attendant une lumière plus favorable, enferma dans un tiroir le châssis — celui-ci — contenant la plaque et toujours recouvert des lamelles du sel d'uranyle.

Le soleil ne parut que trois jours plus tard. Henri BECQUEREL retira le châssis du tiroir, et, au moment où il allait l'exposer au soleil, il hésita, se ravisa et changea la plaque, mais — et c'est ici qu'on reconnaît la sagacité de l'expérimentateur — il s'empessa de développer la plaque qu'il venait de retirer, qui était restée pendant trois jours sous les lamelles du sel d'uranyle, et cette fois dans l'obscurité du tiroir. Fait extraordinaire, une impression intense s'est manifestée : il était clair qu'un rayonnement traversant l'aluminium avait été émis à l'abri de toute lumière excitatrice : *la radioactivité était découverte.*

Voici l'épreuve obtenue. On y voit la silhouette des deux lamelles employées : sur l'une des images, on remarque la radiographie d'une croix de cuivre qui avait été placée entre la lamelle et la plaque d'aluminium. Voici encore la radiographie d'une médaille, obtenue quelques jours plus tard.

C'est pour moi un agréable devoir de rappeler que, à partir de 1897, mon père a eu pour collaborateur son assistant, M. Louis MAROUT, physicien doué d'une intuition remarquable et d'une rare habileté expérimentale. Mon père disait qu'il était son bras droit. Promu sous-Directeur, il a été aussi pour moi le collaborateur le plus précieux, et l'ami dont le grand dévouement ne s'est jamais démenti pendant les 37 années qu'il a passées au Laboratoire. Il est parmi nous aujourd'hui et je le prie de trouver ici l'expression de ma profonde affection.

Je terminerai, par une remarque : La continuité dans les travaux accomplis dans notre Laboratoire a été une des causes de leur fécondité. Je ne citerai que l'exemple le plus frappant : l'étude des décharges électriques a conduit A.-C. BECQUEREL à examiner leur action sur les substances phosphorescentes; Edmond BECQUEREL, qui avait collaboré

à ce travail, continua seul l'étude de la phosphorescence et reconnut les remarquables propriétés des sels d'uranyle. Henri BECQUEREL approfondit encore l'étude de ces sels; dès la découverte des rayons X, c'est à eux qu'il eut recours dans l'espoir de trouver un nouveau rayonnement; ce fut la découverte de la radioactivité, *qui est venue à son heure*. Voici un mot qu'Henri BECQUEREL, dans son extrême modestie, aimait à répéter : « la découverte de la radioactivité *devait* être faite dans le Laboratoire du Muséum, et si mon père avait vécu en 1896, c'est lui qui en aurait été l'auteur ».

Télégramme adressé au Ministre de l'Education Nationale, par Monsieur Vander de Haas, Directeur du laboratoire Kamerlingh Onnes à Leyde (Hollande).

De Leiden 25 janvier, 15 h. 25.
Rentré trop tard de l'étranger pour prendre

des mesures appropriées, je suis obligé de faire connaître mes vœux par la voie télégraphique. Je félicite le Muséum National d'Histoire Naturelle de tout mon cœur dans cette heure solennelle. Je pense à Henri BECQUEREL savant de grande allure qui par la découverte de la radioactivité a fait briller le nom des BECQUEREL et de la France. Je pense au professeur Jean BECQUEREL dernier descendant d'une génération célèbre, qui, par ses splendides œuvres magnéto-optiques à bases températures, a ajouté encore plus de gloire au nom des BECQUEREL. Je suis heureux que l'amitié et la collaboration de M. Jean BECQUEREL et moi aient noué un lien de plus entre nos patries.

Vous pouvez être convaincu, Monsieur le Ministre, que non seulement le laboratoire Kamerlingh Onnes mais tout le monde scientifique des Pays-Bas suivra avec beaucoup d'intérêt la fête d'honneur du Muséum National d'Histoire Naturelle.