

NOTICE

SUR LA VIE ET LES TRAVAUX

DE

MAURICE DE BROGLIE

(1875 - 1960)

Académicien libre

déposée en la séance du 19 mars 1962

PAR

M. PIERRE LÉPINE
Membre de l'Académie des sciences

On entend parfois affirmer que le progrès des sciences est l'effet d'une évolution de l'esprit humain qui se poursuivrait d'une façon harmonieuse et continue. Rien n'est plus erroné et une telle impression de continuité ne peut naître que d'une vue superficielle et lointaine du cours de l'histoire des sciences, où la perspective estompe les détails et ne laisse subsister que les grandes lignes. Mais pour

quiconque s'applique à suivre l'acquisition de nos connaissances et à rétablir les faits, tout indique au contraire que les progrès de la science se font de façon discontinue. A chaque génération, un petit nombre d'esprits préparés ou visités par l'étincelle du génie apportent un quantum d'idées nouvelles et font faire à nos connaissances, suivant l'orientation particulière de leur inspiration, un bond en avant dont l'exploitation fournira le travail de deux ou trois décades de chercheurs.

Ainsi la route des sciences est-elle, au cours des siècles, jalonnée par des noms qui rappellent les grandes découvertes et qui entretiennent dans la mémoire des hommes le souvenir de ceux qui ont été les promoteurs du progrès. Celui-ci, que d'aucuns voudraient anonyme et apatride, nous apparaît au contraire comme le résultat du travail d'équipes de recherches à la tête desquelles des chefs d'école ont donné à la science une nouvelle et durable impulsion. A ce titre, le nom de Maurice de Broglie demeurera dans l'histoire de la physique comme l'un de ceux de qui les travaux ont, au tournant du siècle, infléchi le cours de cette science, et contribué à donner à l'école française l'élan qui l'anime et l'éclat dont elle brille.

Maurice de Broglie, dont la vie entière a été par vocation consacrée à la science, est né à Paris, le 27 avril 1875, dans la grande maison familiale, achetée en 1822 par le général de Ségur à Madame de La Valette, et qui, entourée d'un vaste jardin, donnait sur la rue La Boétie, alors rue Abatucci, où sa lourde porte cochère subsiste encore au n° 48.

Rien pourtant ne semblait le prédestiner à une carrière scientifique. Héritier d'un grand nom, devenu chef d'une très ancienne famille qui, depuis dix générations s'était illustrée au service de la France, il eut pu, à défaut de se contenter d'en porter dignement le nom, suivre la voie tracée par ses ancêtres.

La famille de Broglie, dont l'historien La Varende nous a laissé une étude détaillée (1) est originaire du Piémont, d'où elle émerge

(1) La Varende, *Les Broglie*, Fasquelle, Paris, 1950.

en 1200 comme la branche puinée des Gribaldi dont l'origine se perd dans la nuit des temps : elle s'en détache avec Ubert Broglia, sénateur du Conseil souverain de Quiers, l'une de ces républiques qui se partageaient la plaine turinoise et qui donnera aussi à la France l'illustre Crillon.

A la neuvième génération, le comte François-Marie Broglia né en 1611, fait comte de Revel en 1643 par le duc de Savoie pour sa bravoure au siège de Coni, et dont le nom sera francisé en Broglie, se donne à la France et est mis à la tête du régiment de cavalerie italienne dont le cardinal Mazarin était propriétaire. En 1647, il est nommé maréchal de camp et se distingue au siège de Lérída; en 1650, il est gouverneur de la Bassée, puis lieutenant-général à l'armée des Flandres; en 1652, il obtient les lettres de naturalisation, c'est-à-dire la nationalité française; grièvement blessé à Arras en 1654, il est tué au siège de Valence en 1656, avant d'avoir reçu le bâton de maréchal que lui avait annoncé le roi à la suite de sa conduite au siège d'Arras.

Ainsi débute une longue lignée qui, génération après génération, donnera au service de la France hommes de guerre, diplomates ou hommes d'État. Quinze d'entre eux mourront aux armées, onze seront lieutenants-généraux, trois, maréchaux de France. C'est l'un d'eux, François-Marie, né en 1671, mort en 1764, maréchal de France en 1734, ambassadeur en Angleterre, qui recevra du Roi en 1742 à la suite de la campagne de Bohême « pour reconnaître tant de « grands, importants et honorables services . . . et répandre sur sa « postérité un accroissement d'honneur . . . pour lui et l'aîné des mâles nés et à naître de lui en légitime mariage le titre, qualité et « honneur de ducs héréditaires et en attachant ce titre à une terre « de son nom qui le portera à perpétuité ». Ainsi, les Broglie, Princes du Saint-Empire, étaient-ils définitivement fixés à la terre de France avec l'érection en duché de la baronnie de Ferrière, en Normandie, dont le bourg de Chambrais prenait dès lors le nom de Broglie, nom qu'il n'a cessé, sauf un court intermède sous la Révolution, de porter depuis.

Plus près de nous, le fils de Louis-Victor de Broglie, député à la Constituante puis chef d'État-Major de l'Armée du Rhin, destitué par les Jacobins et guillotiné le 9 Messidor 1794, Victor de Broglie qui naquit en 1785 et à qui sa myopie interdisait la carrière des armes fera une carrière administrative et politique au Conseil d'État. Protégé du comte de Narbonne dont il suivra la carrière diplomatique sous l'Empire, il siégea à la Restauration à la Chambre des Pairs où son libéralisme devait le faire traiter d'« apprenti Jacobin » par les Ultras. Plusieurs fois ministre de la Monarchie de Juillet et finalement Président du Conseil, Victor de Broglie fut élu à l'Académie Française en 1856. C'est à son mariage en 1816 avec Albertine de Staël, la fille de l'illustre Corinne, qu'il faut, je crois, attribuer les dons littéraires que manifesteront désormais les descendants d'une famille déjà si douée. Son fils Albert débuta dans la carrière diplomatique, mais se tint à l'écart du pouvoir pendant le Second Empire; il accepta l'ambassade de France à Londres en 1871, et député à la Chambre en 1872, il fut appelé en 1873 à former le nouveau ministère lorsque Thiers fut mis en minorité: ministère historique puisqu'il devait d'un parlement aux aspirations monarchiques faire sortir la Troisième République, le plus durable des régimes qu'ait connu la France depuis deux siècles. Son fils Victor, qui épousa à 25 ans Pauline d'Armaillé, petite-fille du général de Ségur, fut maire de Saint-Aubin, commune voisine de Broglie, puis député de Château-Gontier, dans la Mayenne: c'est le père de notre savant.

Il semblait que le jeune Maurice, futur duc de Broglie, dût être héréditairement destiné soit à la carrière des armes, soit à celle de la politique, tant les traditions familiales rendaient difficilement concevable une autre orientation. Dans son testament le duc Albert de Broglie disait: « Je lègue à mon petit-fils, Maurice de Broglie, le portrait du maréchal de Broglie qui se trouve dans le salon de Paris, et un des exemplaires des discours de mon père qui se trouve dans la bibliothèque, afin qu'il choisisse, entre les deux genres d'illustrations de la famille, celui dont il voudra se rendre digne ». Mais

l'enfant, qui manifesta très tôt un esprit éveillé et le désir d'apprendre, fait preuve dès le jeune âge d'un goût inattendu pour le bricolage, pour les expériences de physique et les manipulations de chimie comme pour la construction des appareils les plus divers. La science l'attire manifestement : mais elle n'était pas alors une carrière définie et elle ne pouvait être pour un prince de Broglie qu'une distraction d'amateur.

L'attraction de la mer subie au cours des séjours de vacances à Dieppe, le souvenir d'un oncle, Paul de Broglie, qui avait voyagé en Océanie, autant que le goût d'un métier exigeant une formation savante firent naître chez Maurice de Broglie le désir d'entrer à l'École Navale pour devenir officier de marine : c'était encore servir selon la tradition familiale, et dans une arme prestigieuse. N'avait-il pas à l'âge de 14 ans rédigé seul un ouvrage « La Marine de guerre au XIX^e siècle », dont l'unique exemplaire, copie calligraphiée de la main de sa sœur sur les pages d'un fort cahier d'écolier, est illustré d'excellents dessins à la plume dont il est également l'auteur en dépit de la mention « orné de dix-huit gravures par nos meilleurs artistes », qui figure sur la page de titre ?

Après deux ans de formation en mathématiques élémentaires et spéciales, Maurice de Broglie prépare le concours de Navale au collège Stanislas, rue Notre-Dame-des-Champs. La première tentative se solde par un échec à l'oral ; mais à son second concours, il est reçu major de promotion, à la grande surprise de toute la famille. En 1893, il monte à bord du célèbre *Borda* (1) dans la rade de Brest, où il est le « fistot » de Durand-Viel. Pendant ses deux années de Navale, le major de promotion se montre un élève studieux ; ses notes sont excellentes mais le goût de l'étude l'emporte chez lui sur celui des sports : « Excellent élève, meilleur en théorie qu'en pratique » disent ses notes du deuxième semestre. Il a laissé à ses condisciples le souvenir d'un scientifique un peu rêveur : « Il aimait

(1) Paul Chack, cité par La Varenne, *Loc. cit.*, p. 278.

mieux chercher la solution des problèmes de physique, de mécanique ou d'astronomie que d'aller prendre un ris dans le grand hunier... Il était aussi le plus charmant, le plus serviable des camarades, admiré par beaucoup, aimé par tous» (1).

En 1895, Maurice de Broglie quitte le *Borda* avec les appréciations les plus élogieuses de ses professeurs. Il fait alors son stage d'application sur l'*Iphigénie*, ancêtre de notre Jeanne-d'Arc, navire fatigué et instable: la campagne fut pénible. Maurice de Broglie se montra à la fois appliqué et brillant. Il sut mériter les félicitations du commandant Caillard qui dirigeait l'École d'application, et quitta l'École Navale comme il y était entré, au premier rang.

Il est alors affecté à l'escadre de la Méditerranée, et débute à Toulon sur le cuirassé *Brennus* commandé par l'amiral de Cuverville. Tout en se consacrant strictement à son service, le jeune officier sentait grandir en lui la vocation de la science et le désir de pousser plus loin sa formation dans le domaine de la physique. Il souhaitait dans ce but aller faire des stages dans les laboratoires étrangers; il s'en ouvrit à son grand-père, l'ancien président du Conseil, qui lui répondit: «La Science est une vieille dame qui se contente des hommages des vieilles gens et les Académies ne font pas le bonheur». Son père fut plus sévère encore: il ne pouvait être question de quitter la marine à une époque où la tension politique faisait circuler des bruits de guerre possible avec l'Angleterre; le devoir de Maurice était de continuer la carrière qu'il avait choisie.

Sa sœur, la comtesse Jean de Pange, a gardé de cette époque des souvenirs d'une telle fraîcheur que je ne puis résister au plaisir de les citer:

«Au mois de novembre 1898, mon frère Maurice aspirant de marine obtint un congé de six mois et se disposait à passer l'hiver à Paris. Depuis son entrée à l'École Navale, ses voyages sur l'*Iphigénie* et ses stages en différents ports de la Méditerranée, il avait

(1) Paul Chack, cité par La Varende, *Loc. cit.*, p. 278.

quitté la maison si totalement que malgré de courtes apparitions, il semblait ne plus faire partie de la famille. Il avait grand besoin de reprendre contact avec le monde civilisé. Le gamin dégingandé aux beaux yeux était devenu un grand garçon rieur, faiseur de grimaces, mal coiffé, mal tenu, l'air gêné, timide et gauche dès qu'il se trouvait en société. La vie maritime n'avait guère développé en lui que des goûts un peu bohèmes et fantasques qu'il tenait peut-être déjà par atavisme de notre grand-père d'Armaillé plus que du côté sévère des Broglie. Ma mère était la première à s'en désoler. En raison de ses brillantes études, on lui pardonnait bien des choses, mais on aurait voulu lui voir des allures un peu plus militaires. Or voici qu'il déclarait maintenant n'avoir plus aucun attrait pour le métier de marin et parlait même (scandale!) de donner sa démission pour se consacrer à l'étude des sciences. On commençait alors à parler de physique nouvelle, de rayons X, Y ou Z, toutes choses que mes parents considéraient comme du bricolage sans intérêt ni avenir. Il fallut cependant lui céder un peu sur cette nouvelle marotte. Je vis mon frère installer dans la pièce qu'il appelait déjà son laboratoire des instruments bizarres qui cadraient mal avec nos vieux meubles. On voyait des piles électriques ressembler à des pots de confiture, de mystérieux disques tournants, de grosses boules de cuivre d'où sortaient d'effrayantes étincelles qui éclairaient toute la chambre. Une grande armoire vitrée Louis XV occupait tout un pan de mur. Ce beau meuble ancien fut bientôt rempli d'une multitude de fioles et de petits pots portant des étiquettes énigmatiques, de petites boîtes à compartiments, de tubes de verre de toutes tailles et aux formes les plus étranges. Sur la table également un frelon excitait la curiosité. Quand cet étonnant appareil était en marche dans l'obscurité, on voyait sur un écran apparaître dans un halo bleuâtre l'image des objets cachés; un sou dans un porte-monnaie (dont on voyait aussi le fermoir et les charnières) ou le squelette de ma propre main! C'étaient les premiers rayons X dont il a été tant parlé depuis et dont on commençait seulement à

souçonner la nature et la puissance. Mon frère fabriquait ou modifiait lui-même son inquiétant matériel, au gré de son esprit inventif avec une scie mécanique, un petit établi de menuiserie et un fourneau à gaz, tout cela installé dans sa chambre et dans une petite pièce voisine» (1).

Maurice de Broglie fut envoyé, en avril 1899, sur l'*Achéron* stationné à Bizerte, vieille unité qu'il fut chargé de ramener à Toulon à l'automne 1900 pour la désarmer, et rembarquer immédiatement sur le *Latouche-Tréville*, croiseur-cuirassé de quatre mille tonnes, puis sur le *Lavoisier*, petit croiseur de deux mille tonnes, et enfin sur le *Saint-Louis*, cuirassé qui portait la marque de l'amiral de Maigret commandant l'escadre.

Un de ses condisciples de Stanislas, le commandant Antoine Fortoul, qui, au sortir de l'École d'Application de la Marine fut embarqué en 1901 comme aspirant sur le *Saint-Louis*, nous a donné de l'enseigne de vaisseau Maurice de Broglie un piquant portrait (2):

«... un être légendaire: avec quelle facilité, avec quelle ténacité aussi, il étudiait tout. Très non-conformiste, jugeant déjà avec sévérité des notions de physique, d'optique, de chimie qu'il décortiquait sans pitié.

«Le *Saint-Louis* avait dû être construit par un ingénieur de très petite taille, car les barrots, poutres en acier transversales qui soutiennent les ponts, se trouvaient à peine à 1,76 m. du pont sur lequel on marchait. Je les tangentais dangereusement avec mon crâne. Maurice, quand il était obligé d'arpenter le pont pendant son quart, plongeait entre chaque barrot, incliné tantôt sur une jambe, tantôt sur l'autre. Cela nous amusait beaucoup.

«Il était un très beau gars, brun, l'œil étincelant, agréable, spirituel...»

C'est à bord du *Saint-Louis* que Maurice de Broglie reçoit une affectation qui va changer toute sa carrière: il est chargé d'installer

(1) Comtesse de Pange. Comment j'ai vu 1900. *La Revue des Deux Mondes*, 1^{er} et 15 avril 1962.

(2) Commandant Antoine Fortoul, *Lettre à l'auteur*, 6 mars 1961.

la T. S. F. sur les navires de l'escadre. Il s'agissait là des premières applications par la marine nationale de la récente invention de Marconi. Les tout premiers essais dans la marine française étaient dus au commandant Tissot qui enseignait la physique à Navale et dont Maurice de Broglie avait été l'élève. En France, le commandant Ferrié, en Angleterre, Sir Ernest Rutherford, s'occupaient de perfectionner les détecteurs, d'augmenter la portée des appareils.

Par ses connaissances de physique et son goût de l'expérimentation, Maurice de Broglie était tout désigné car il avait déjà réalisé des expériences de transmission au moyen du tube à limaille de Branly branché sur un galvanomètre. Il faut dire aussi qu'il avait complété sa formation de physicien en 1898, peu avant d'être nommé enseigne de vaisseau, et obtenu de la Faculté des Sciences de Marseille le certificat de physique générale. En 1900 il est licencié ès sciences, et lorsqu'il s'agit d'installer la T. S. F. à bord du *Saint-Louis* le vice-amiral de Maigret écrit dans son rapport au ministre que « dans les réunions des officiers chargés de la télégraphie sans fils qui ont lieu à Toulon, pendant la présence sur cette rade de l'escadre du Nord, il a été reconnu d'un commun accord que Monsieur de Broglie paraissait, de tous les officiers présents, le plus qualifié pour faire progresser cette branche du service ».

Les résultats des travaux de Maurice de Broglie ont été pleinement satisfaisants, et en 1901, alors que celui-ci allait recevoir conformément au règlement une autre affectation, le commandant en chef demande au ministre une dérogation à la règle, car, comme il l'écrit dans les notes de Maurice de Broglie : « Les officiers de l'escadre du Nord ont constaté la supériorité de Monsieur de Broglie ». En 1902, le rapport de l'amiral Gervais constate que les travaux accomplis par la marine dans le domaine de la T. S. F. ont abouti à des résultats éclatants qui libèrent la marine des obligations d'acquérir des brevets étrangers et épargnent une dépense de plusieurs millions à notre budget.

« Indiscutablement, c'est Maurice de Broglie qui fut, malgré son jeune âge et son rang encore modeste dans la hiérarchie, la cheville ouvrière de ce succès. Cela ressort de tout ce que nous avons vu et cela est confirmé par l'appréciation du commandant en chef, en octobre 1902 :

« Jeune officier remarquablement intelligent. Reconnu par tous ceux qui, en escadre, se sont occupés de T.S.F. comme un de ceux qui ont fait faire le plus de progrès pratiques à ce mode de communication. Sous cette impulsion, nous avons unifié les méthodes et porté la distance de communication jusqu'à près de 400 milles. Sa valeur n'est égalée que par sa modestie. Il est très aimé de ses camarades ».

« C'est en cette même année qu'est présentée sa première note à l'Académie des sciences, sur l'utilisation du galvanomètre thermique pour l'étude de la résonnance dans les antennes » (1).

Cette fois l'attrait des sciences l'emportera sur celui de la mer, et malgré un séjour supplémentaire d'un an à bord du *Saint-Louis*, Maurice de Broglie quittera la marine. En 1904, il a épousé Mademoiselle de Rochetaillée et demandé un congé d'un an pour convenance personnelle après lequel il se fera mettre en congé prolongé sans solde, congé qui se terminera en 1908 par sa démission de la marine. Son autoritaire aïeul était mort en 1901 ; le duc Victor, son père, est maintenant convaincu que Maurice pourra illustrer le nom de la famille en dehors du métier des armes, de la diplomatie ou de la politique. En 1904, libéré de toute obligation de service, Maurice de Broglie va d'abord étudier pendant quelques mois comme élève à l'Observatoire de Meudon chez Deslandres pour apprendre la spectroscopie, puis il entre au Collège de France dans le laboratoire de Paul Langevin dont la réputation de physicien a déjà dépassé nos frontières et qui attire à lui tous les jeunes chercheurs.

Période heureuse où tout lui sourit, car en même temps qu'il se lance avec ardeur dans le travail de laboratoire, dans l'enthousiasme

(1) A. Gougenheim, *Éloge de Maurice de Broglie*, Académie de Marine, Paris, 26 mai 1961.

de sa vocation scientifique que rien n'entravera plus désormais, son bonheur conjugal est couronné par la naissance d'une fille dont la mort laissera, hélas, huit ans plus tard, en 1912, une secrète et incurable blessure au cœur de ses parents.

C'est chez Langevin que Maurice de Broglie prépare et passe sa thèse sur l'ionisation des gaz. Pour pouvoir travailler dans des conditions moins précaires que celles qu'offraient alors les laboratoires officiels, Maurice de Broglie aménage dans les sous-sols de son hôtel particulier, rue de Chateaubriand, un véritable laboratoire qu'il équipera avec le matériel le plus moderne de l'époque, et qu'il agrandira progressivement en installant des appareils de plus en plus encombrants dans une maison voisine de la rue Lord Byron jusque-là consacrée à des distractions plus futiles. Son frère Louis nous a donné une savoureuse description de ce premier laboratoire :

« Vous veniez de soutenir votre thèse sur les gros ions devant un « jury où figuraient Jean Perrin et Georges Urbain et vous poursuiviez l'étude des phénomènes d'ionisation et du mouvement des « particules électrisées. Vous aviez fait construire une grande chambre d'ionisation qui ressemblait à une énorme soupière en fer-blanc. Souvent vous me disiez combien vous gênait dans vos expériences une mystérieuse « radiation pénétrante » qui, malgré toutes les précautions, venait, même dans les enceintes bien closes, « produire d'intempestives ionisations. Et vous étiez vous-même alors « loin de soupçonner que cette radiation gênante, c'était le rayonnement cosmique auquel, vous et vos élèves, vous deviez plus tard « consacrer de beaux et nombreux travaux. Parfois, je vous voyais « souffler de la fumée de tabac dans une toute petite boîte en verre : « l'agitation des grains de cette fumée vous permettait d'étudier le « mouvement brownien et de mesurer la charge de l'électron » (1).

Maurice de Broglie soutient sa thèse le 11 décembre 1908 sur l'ionisation des gaz et l'étude du mouvement des particules en suspension dans les gaz intitulée : « Recherches sur les centres électriques

(1) Louis de Broglie, *Savants et Découvertes*, Albin Michel, Paris, 1951, p. 299.

de faible mobilité dans les gaz». Il a eu l'idée pour étudier les particules ionisées de les examiner à l'ultra-microscope dans un champ électrique, ce qui lui permet de définir les principes grâce auxquels il était possible de mesurer la charge de l'électron et d'arriver à la théorie du mouvement brownien.

Pour provoquer l'ionisation des gaz, Maurice de Broglie s'est adressé aux rayons X récemment découverts par Röntgen: il aborde ainsi un sujet qu'il ne quittera plus. L'observation faite par Max von Laue de la diffraction des rayons X par les cristaux va lui donner l'occasion de nouveaux travaux et ouvrir un immense champ de recherches pour l'étude de la structure de la matière. Maurice de Broglie imagine en 1913 la méthode très élégante des cristaux tournants, méthode suivant laquelle, en faisant tomber un faisceau étroit de rayons X sur un cristal animé d'un grand mouvement de rotation, on peut enregistrer photographiquement des spectres de diffraction et obtenir des renseignements essentiels sur la structure du cristal comme sur les rapports intra-atomiques et inter-moléculaires de la matière cristalline.

Ces travaux ouvrent la voie, d'une part aux recherches sur la structure de la matière et à la confirmation des lois fondamentales qui règlent l'émission et l'absorption des rayons X, et d'autre part à l'étude d'applications pratiques sur la structure interne des corps et en particulier des corps métalliques qui ont trouvé un immense champ d'application dans le domaine de l'industrie et de la métallurgie.

Avec la première guerre mondiale, Maurice de Broglie, officier de marine de réserve mobilisé avec le grade de lieutenant de vaisseau, est enlevé à son laboratoire mais non aux recherches. Il est d'emblée affecté à la station de T. S. F. des Saintes-Maries-de-la-Mer puis à celle de Bordeaux où il perfectionne encore les moyens de communication dont on disposait à l'époque. En 1915, Paul Langevin l'appelle au Ministère des Inventions et le charge d'assurer la liaison avec le Département des Inventions de l'Amirauté Britannique.

Maurice de Broglie s'attache plus particulièrement à la liaison par ondes hertziennes avec les sous-marins en plongée, problème qui jusque-là n'avait pu être résolu. Il montre que des ondes de grandes longueurs, de 3000 à 15000 mètres, sont susceptibles de se propager sous l'eau et de permettre ainsi un contact permanent avec des sous-marins immergés à plus de 1000 km. de la station émettrice. Cette découverte est d'une importance capitale pour la lutte contre les sous-marins ennemis qui menacent alors les communications de l'Europe avec l'Amérique, et qui sont d'une importance vitale à ce stade critique de la guerre. Une égale importance s'attache aux travaux poursuivis par Maurice de Broglie lorsqu'avec Paul Langevin il entreprend des recherches sur la détection des sous-marins au moyen des sondeurs à quartz, premières applications des méthodes de sondages par ultra-sons et de la détection qui devait aboutir au cours de la dernière guerre aux méthodes ASDIC. Aussi, ses travaux remarquables furent-ils récompensés en 1916 par une nomination au grade de chevalier de la Légion d'Honneur au titre des recherches scientifiques accomplies dans la lutte anti-sous-marine.

Avec la fin de la guerre, Maurice de Broglie retrouve son laboratoire et reprend l'étude des rayons X. « Poursuivant l'étude des rayons X, il montrait comment ils peuvent arracher des électrons aux atomes et provoquer leur excitation ou leur ionisation, et il obtenait les premiers spectres de fluorescence consécutifs à l'action des rayons X sur la matière. Il se consacrait également à l'étude des spectres corpusculaires constitués par des électrons plus ou moins rapides arrachés à la matière par les mêmes rayons, apportant des renseignements d'une grande importance sur l'effet photoélectrique découvert par Einstein et dont les lois n'apparaissent pas ici avec la même clarté que dans le domaine de l'optique. Il mettait au point, dans son laboratoire personnel, la méthode de des spectres corpusculaires par séparation, dans un champ magnétique, des différents flots d'électrons d'énergies diverses et par

« leur enregistrement par une plaque photographique; il obtenait
« ainsi un spectre qui reproduisait, à la fois, le spectre de rayons X
« qui avait provoqué l'ionisation et celui de l'élément qui l'avait su-
« bie. Ces résultats fondamentaux furent exposés, avec une admi-
« rable clarté, au Congrès Solvay de 1921 » (1).

A partir de 1923, le laboratoire de la rue Lord Byron devient le laboratoire français des rayons X, où une nombreuse équipe de physiciens français et étrangers groupés sous la direction de Maurice de Broglie vont accomplir des travaux qui sont le point de départ des recherches fondamentales poursuivies au cours des trente dernières années (2). Les travaux du savant ont largement dépassé nos frontières, et leur auteur reçoit les consécérations officielles.

En 1924, Maurice de Broglie est élu à l'Académie des Sciences dans la section des membres libres en remplacement de Charles de Freycinet. La même année, il est élu à l'unanimité à l'Académie de Marine, et en 1934 l'Académie Française l'appelle à son tour à succéder au fauteuil de Pierre de la Gorce; quatre de ses ascendants y avaient déjà siégé: son grand-père le duc Albert et son arrière-grand-père le duc Victor du côté paternel, deux comtes de Ségur du côté maternel. C'est Louis Barthou qui devait recevoir Maurice

(1) J. J. Trillat, Maurice de Broglie, *Bull. Soc. française Minéral. et Crist.*, 1960, LXXXIII, 239-41.

(2) Tous ceux qui ont fréquenté le laboratoire de la rue Lord Byron se souviennent du plus fidèle des collaborateurs de Maurice de Broglie, son préparateur dont l'ingéniosité et la dévotion au travail expérimental avaient fait un élément essentiel de l'équipe des chercheurs.

C'était, écrit la Comtesse de Pange (*lettre à l'auteur*, 28 mars 1962), Alexis Carro « qui est devenu son aide de laboratoire et son premier et très intelligent collaborateur. Alexis Carro faisait partie de ce peuple de domestiques qui gravitait autour de nos parents. Il était le valet de chambre de Maurice déjà en 1898. Il est resté toute sa vie à son service. Mon frère a utilisé au mieux les dons réels de ce jeune homme très adroit de ses mains et très intelligent. Il perfectionnait et *inventait* des appareils. Mon frère lui a fait obtenir plusieurs brevets d'invention. Très dévoué pendant la guerre de 14-18, Alexis a suivi mon frère dans toutes ses campagnes et spécialement sur les sous-marins où l'on procédait à de dangereux essais de plongées. Alexis est mort dans la maison de mon frère, rue Châteaubriand, en 1938 ».

de Broglie sous la coupole; il avait déjà rédigé son discours lorsqu'il tombait aux côtés du roi Alexandre 1^{er} de Yougoslavie, assassiné à Marseille au mois d'octobre 1934. Son discours posthume fut lu à la séance de réception, en janvier 1935, par Maurice Paléologue lui-même chargé d'accueillir le récipiendaire.

Malgré les années, Maurice de Broglie continuait à travailler au laboratoire avec le même entrain et la même persévérance lorsque survint la deuxième guerre mondiale. C'est alors l'invasion, l'occupation: les physiciens sont dispersés, beaucoup sont suspects, plusieurs arrêtés. Paul Langevin, victime à son tour des persécutions nazies, se voit retirer sa chaire du Collège de France en 1942. Maurice de Broglie sollicité par le conseil des professeurs de prendre la chaire commence par s'y refuser; mais devant l'insistance de ses futurs collègues et après s'être assuré que les droits de Langevin sont préservés il accepte et, courageusement, fait de sa leçon inaugurale un éclatant hommage à son prédécesseur et maître, alors en résidence surveillée.

Maurice de Broglie occupera la chaire du Collège de France jusqu'en juin 1946, et il terminera sa carrière professorale par l'apothéose d'une cérémonie de jubilé scientifique à la Sorbonne, sous la présidence de Camille Gutton qui a laissé un souvenir inoubliable à tous ceux qui eurent l'honneur d'y assister.

Resté simple, direct et modeste comme il l'avait toujours été, Maurice de Broglie ne recherchait pas les honneurs ni les fonctions, mais ils venaient à lui tout naturellement, car quel est le conseil scientifique qui eut pu se passer d'une aussi éminente compétence? C'est ainsi que, malgré la retraite, Maurice de Broglie fut appelé à siéger au Conseil Scientifique de l'Énergie Atomique, à celui de la Société Française de Physique et à la présidence du Comité de Perfectionnement de l'Institut Océanographique où il succéda en 1948 à Alfred Lacroix. Président en 1954 de l'Académie des Sciences, grand officier de la Légion d'Honneur et titulaire de nombreuses décorations ou titres honorifiques, Maurice de Broglie, dont les ans avaient

courbé la taille et diminué l'agilité du corps mais non celle de l'esprit, continuait à se tenir au courant des progrès de la science, à conseiller ou à diriger les travaux de ses élèves: mais sa santé devait progressivement le contraindre à abandonner le laboratoire pour le Midi où il faisait des séjours de plus en plus prolongés.

Que ce fût à Paris ou à Nice, il recevait avec une grâce affable et une souriante hospitalité les amis et les visiteurs qu'il tenait sous le charme d'une conversation où il évoquait, dans la langue sobre et concise qui était la sienne, les problèmes scientifiques actuels ou les souvenirs de sa vie maritime. Mais ses forces le trahissaient progressivement, et le 14 juillet 1960 il s'éteignait à l'Hôpital Américain de Neuilly. Il reçut des funérailles nationales et fut le 20 juillet inhumé à Broglie dans le cimetière de famille en présence d'importantes délégations officielles et d'un détachement de fusiliers marins qui, drapeau en tête, rendaient les honneurs.

*
* *

L'œuvre publiée de Maurice de Broglie est plus imposante par sa valeur intrinsèque et par l'originalité des écrits que par la masse du papier imprimé. Elle est essentiellement constituée par ses nombreuses notes et communications à l'Académie des Sciences, où se reflètent les étapes successives de ses découvertes. En dehors de deux livres importants publiés en collaboration, l'un avec Lucien Poincaré (1), l'autre avec Louis de Broglie, son frère (2), c'est dans « Ondes et Mouvements » (3) et surtout dans les préfaces qu'il a données aux œuvres de ses élèves et de ses collaborateurs (4) que l'on

(1) Lucien Poincaré et M. de Broglie, *La Physique moderne. Son évolution*, Bib. Phil. Scientif., Flammarion, Paris, 1925.

(2) Maurice et Louis de Broglie, *Introduction à la physique des rayons X et gamma*, Gauthier-Villars, Paris, 1928.

(3) Maurice de Broglie, *Ondes et Mouvements*, Coll. Physique mathématique, Gauthier-Villars, Paris 1926.

(4) Voir en particulier les préfaces aux ouvrages suivants :

L. Leprince-Ringuet, *Transmutation artificielle*, Hermann, 1933.

retrouve la pensée scientifique de Maurice de Broglie, avec les lumineux exposés où il développe les théories de la physique moderne à l'échelle de la mécanique corpusculaire et des radiations ionisantes. Un livre enfin, « Atomes, Radioactivité, Transmutations » (1) a atteint une large audience dans le public cultivé et connu plusieurs éditions: il reste un ouvrage fondamental pour quiconque veut aborder le domaine où l'œuvre de son auteur continue à briller avec éclat.

Mais si Maurice de Broglie fut un chercheur et un expérimentateur de premier plan, il fut aussi, et c'est là l'un de ses plus beaux titres, un maître incomparable de qui l'enseignement atteignant aux sommets de la science était encore transcendé par la chaleur humaine de celui qui le dispensait. Comme l'a excellemment écrit Louis Leprince-Ringuet (2), évoquant « l'attitude si exemplaire de M. Maurice de Broglie envers ses disciples: il leur consacrait, non sans une patience extrême, une grande part de son temps. Il était constamment libre pour ses élèves. On pouvait à n'importe quel moment frapper à la porte de son bureau tout rempli d'ouvrages et de revues scientifiques, et toujours un visage bienveillant, affectueux, heureux, un visage de lumière vous accueillait. Les heures passaient en une sorte de conversation parsemée de questions, de discussions, de raisonnements, de digressions fréquentes, d'où l'humour était loin d'être exclu.

L. Leprince-Ringuet, *Rayons cosmiques*, Hermann, 1934.

Louis Carton, *Spectrographie de masse*, Hermann, 1937.

L. Leprince-Ringuet, *Les rayons cosmiques*, Albin Michel, 1945.

R. Richard-Foy, *Voyages interplanétaires et énergie atomique*, Albin-Michel, 1947.

R. Renault, *Chimie nucléaire*, Dunod, 1949.

R. Leprêtre, *Le Radar*, Gauthier-Villars, 1951.

R. Genin, *Électronique et physique nucléaire*, Hermann, 1953.

Max von Laue, *Histoire de la physique* (traduction française), Lamarre, 1953.

J.-J. Trillat, *Découverte de la matière*, Albin Michel, 1956. (Préface de Maurice et Louis de Broglie).

(1) Maurice de Broglie, *Atomes, Radioactivité, Transmutations*, Bib. Philos. Scientifique, Flammarion, Paris, 1939.

(2) Louis Leprince-Ringuet. Notice nécrologique sur le Duc Maurice de Broglie. *C. R. de l'Académie des Sciences*, 18 Juillet 1960, t. 251, p. 297.

Jamais un mot de blâme pour une question irréfléchie, pour un raisonnement défectueux: toujours la patience la plus exquise qui corrige avec discrétion, qui incite à la confiance et au progrès.

Mais sans doute l'essentiel n'était pas l'exposé des mécanismes d'émission ou d'absorption des rayonnements: l'essentiel c'est ce qu'on ne trouve pas dans les livres, mais ce qu'on découvre auprès d'un maître, la juste proportion des choses, le sens de ce qu'on peut croire et de ce dont il faut douter, le sens de ce qui est solide et des échafaudages fragiles, le sens de ce qui est important et de ce qui est seulement accessoire. Et aussi, et surtout peut-être, la sagesse de savoir que la seule logique ne gouverne pas le monde, que les raisonnements trop simples cachent en général quelque fêlure, qu'une expérience est bien rarement cruciale: non seulement dans la vie, mais même dans le domaine d'une science comme la Physique, un manque d'intuition conduit à une très fausse image du monde».

L'influence de Maurice de Broglie sur la science contemporaine a été capitale, non seulement par ses travaux propres et par l'extension qu'il a su donner à l'étude des phénomènes comme l'ionisation des gaz ou la diffraction des rayons X, non seulement par les applications pratiques dont ses recherches théoriques ont été susceptibles, mais encore par l'extraordinaire rayonnement que lui ont valu ses élèves dans la cohorte desquels on retrouve tous les noms qui illustrent l'école française de l'étude des radiations ionisantes. L'un des premiers, Alexandre Dauvillier, poursuivit l'œuvre de Maurice de Broglie sur les rayons X, comme Jean Thibault qui précéda de peu son maître dans la tombe étudia la focalisation des électrons, les rayons X de grandes longueurs d'onde, les rayons gammas et les phénomènes radio-actifs, Louis Leprince-Ringuet qui a exploré le domaine des rayons cosmiques et qui contribua aux travaux sur l'enregistrement des particules nucléaires au moyen des chambres de Wilson, Jean-Jacques Trillat qui continue l'étude de la diffraction

des électrons, de la structure des hauts polymères et celle des composés organiques à longues chaînes, Claude Magnan qui s'est consacré au Collège de France à l'étude de la microscopie et de l'optique protoniques, René Lucas, collaborateur du début qui occupe aujourd'hui la Chaire de Physique générale de la Sorbonne, le Père Dupré-Latour qui a continué ses travaux de physique à l'Université Saint-Joseph à Beyrouth, sans oublier Louis Cartan, sauvagement assassiné par les Allemands, qui fut un pionnier dans le domaine de la spectrographie de masse, ni les Français Ponte, Ferran, Crusard, Chanson et les nombreux physiciens étrangers qui, comme Bruno Rossi, Akiyama, Soltan ou Valouch, travaillèrent dans le laboratoire de Maurice de Broglie. Il serait injuste enfin de ne pas rappeler l'influence déterminante que le duc Maurice eut sur la formation de son frère, le prince Louis de Broglie, le plus illustre de ses élèves. Ce dernier nous en a lui-même apporté le témoignage lors de la cérémonie jubilaire de Maurice de Broglie :

« La guerre se termine et vous revenez à votre laboratoire reprendre avec ardeur vos études sur les rayons X fâcheusement interrompues par le drame de 1914 et que vous aviez néanmoins un peu poursuivies pendant vos périodes de séjour à Paris. Portant encore l'uniforme d'adjudant du Génie, je recommence à suivre vos travaux et bientôt ma démobilisation me permet de revenir à mes quanta comme vous êtes revenu à vos rayons X. C'est l'époque de notre plus réelle collaboration scientifique. Nous discutons sur la théorie de Bohr et ses perfectionnements, sur les spectres de rayons X, sur l'effet photoélectrique et la spectrographie des électrons, etc... Déjà, vous devenez un chef d'école: M. Dauvillier et bientôt M. Lucas, M. Thibaud, M. Trillat et d'autres encore viennent travailler près de vous. Dans des réunions dont vous êtes le directeur et l'animateur, nous agitions les questions les plus difficiles qui embarrassent les physiciens du moment et je me souviens des longues discussions que nous avons eues ensemble notamment sur l'interprétation des résultats de vos expériences sur

« l'effet photoélectrique des rayons X. Car c'est alors que vous exé-
« cutez ces belles expériences qui auraient suffi à elles seules à vous
« assurer le renom d'un grand physicien, où vous vérifiez pour les
« rayons X les lois de l'effet photoélectrique. Et votre méthode au-
« jourd'hui classique est ensuite brillamment appliquée par Jean Thi-
« baud aux rayons γ . Les travaux de M. Dauvillier sur les diver-
« ses séries spectrales X, ceux de M. Trillat sur l'application des
« rayons X à l'étude de la structure des corps et notamment des
« corps gras sont exécutés sous votre direction. Nos longues con-
« versations sur les difficultés où se trouvait engagée la Physique
« quant à ses interprétations théoriques, l'insistance avec laquelle
« vous attiriez mon attention sur l'importance et l'indéniable exacti-
« tude du double aspect corpusculaire et ondulatoire des radiations
« orientaient peu à peu ma pensée, depuis longtemps consciente de
« ces énigmes avec l'existence des quanta. C'est ainsi que j'aboutis-
« sais dans l'automne de 1923 aux idées fondamentales que j'allais
« développer l'année suivante dans ma thèse et qui forment la base
« de la mécanique ondulatoire. Il est certain que ces idées ont muri
« dans mon esprit dans l'atmosphère de votre laboratoire et sous
« l'influence de nos échanges de vues » (1).

J'aime cet hommage d'un éminent savant à celui qui, par le pres-
tige des dons et du talent autant que par les liens de l'affection, l'a
aiguillé vers la carrière scientifique où il devait triompher à son
tour. Tant il est difficile, en effet, de séparer dans l'éloge deux frè-
res unis par leur influence réciproque, comme il est impossible de
les isoler de leur famille.

Car il faut souligner que Maurice de Broglie, de même que son
frère Louis, a su par ses travaux, non seulement mériter les hon-
neurs et s'attirer la reconnaissance de la nation toute entière, mais
encore ajouter à l'éclat d'un nom déjà illustre. C'est qu'en effet, com-
me l'auraient fait ses ancêtres mais par d'autres moyens, il a brillé
dans le domaine qui était alors le plus propre à servir sa patrie.

(1) Louis de Broglie, *loc. cit.*, page 301.

Comme il eut été soldat valeureux sous la royauté, homme d'État ou diplomate avisé dans les vicissitudes politiques du XIX^e siècle, c'est en savant intuitif et original qu'à notre âge bouillonnant de découvertes et d'inventions Maurice de Broglie a, par toute sa vie ardente et laborieuse, magnifiquement et prophétiquement illustré la devise familiale: « Pour l'avenir ».



BIBLIOGRAPHIE

DES ŒUVRES DE MAURICE DE BROGLIE.

1902

Application des galvanomètres thermiques à l'étude des ondes électriques, recherches faites à bord des bâtiments de guerre. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 134, pp. 349-352.

1907

Conditions de formation des centres électrisés de faible mobilité dans les gaz. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 144, pp. 563-565.

Sur une nouvelle propriété des gaz issus des flammes. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 144, p. 1153.

Sur l'ionisation par barbotage. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 145, pp. 172-173.

Conditions de formation des centres électrisés de faible mobilité dans les gaz. *Le Radium*.

Les centres neutres dans les gaz et l'ionisation par barbotage. *Le Radium*.

1908

Recherches sur les centres électrisés de faible mobilité dans les gaz. Thèse de doctorat, Gauthiers-Villars, Paris.

Sur les gaz provenant des étincelles électriques. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 146, pp. 624-625.

Sur l'examen ultra-microscopique des centres chargés en suspension dans les gaz. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 146, pp. 1010-1011.

1909

Recherches sur les centres électrisés de faible mobilité dans les gaz (Extrait de la thèse). — *Journal de physique*, t. 8, série 4, p. 869.

Enregistrement photographique des trajectoires browniennes dans les gaz. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 148, pp. 1163-1164.

Sur des mesures de mouvement brownien dans les gaz et charges des particules en suspension. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 148, pp. 1315-1318. (*Err.* 1806).

(avec L. Brizard). — Sur les conditions de charge électrique des particules en suspension dans les gaz. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 148, pp. 1457-1458.

— — Sur l'origine physique du dégagement d'électricité dans les réactions chimiques. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 148, pp. 1596-1598.

(avec L. Brizard). — Réactions chimiques et ionisation des gaz. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 149, p. 923.

Études sur les suspensions gazeuses. *Le Radium*.

1910

Contribution à l'étude de l'ionisation des gaz en présence de réactions chimiques. *Le Radium*, 10 juin.

(avec L. Brizard). — Ionisation par barbotage et actions chimiques. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 150, pp. 969-970.

Sur l'ionisation des gaz par les actions de division mécanique des liquides: corps actifs et corps inactifs. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 150, pp. 1115-1118.

Sur la mobilité des ions issus de la flamme d'oxyde de carbone et celle des ions du radium.

Électrisation de l'air par la flamme d'oxyde de carbone et par les rayons du radium, comparaison des mobilités des ions présents. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 150, pp. 1425-1426.

Sur la présence exclusive dans les gaz issus de certaines flammes hydrogénés d'ions tout à fait analogues (comme mobilité) à ceux que produisent les rayons de Röntgen. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 151, pp. 67-68.

Recherches sur les centres électrisés de faible mobilité dans les gaz (Extrait de la thèse). — *Journal de physique*, t. 9, série 4, p. 205.

1911

(avec L. Brizard). — Sur la radiation du sulfate de quinine, ionisation et luminescence. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 152, pp. 136-138.

Sur l'abaissement des différences de potentiel de contact apparentes entre métaux par suite de l'enlèvement des couches d'humidité adhérentes. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 152, pp. 696-698.

(avec L. Brizard). — Sur la mobilité des sons produits dans l'air par le sulfate de quinine en voie d'hydratation. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 152, pp. 855-856.

Sur un cas particulier de distribution de l'ionisation dans un gaz. Couche superficielle très mince contenant des ions des deux signes. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 152, pp. 1298-1299.

Observation de la radiation pénétrante pendant l'éclipse du 17 avril 1911. — *J. Phys. Soc. Phys.*

Les petits ions dans les gaz issus des flammes. *Le Radium*, mars.

(avec P. Langevin). — Publication du *Compte-rendu du Conseil Solvay de 1911* sur la théorie du rayonnement et les quanta.

(avec L. Brizard). — Sur certains effets d'ionisation des gaz observés en présence de corps non radioactifs. *Le Radium*.

Activité et luminescence du sulfate de quinine. *Le Radium*, mai.

1912

Sur des observations de mouvement brownien dans les gaz à basse pression. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 154, pp. 112-113.

Sur l'éclipse de soleil du 17 avril et la radiation pénétrante mesurée par l'ionisation naturelle de l'air en vase clos. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 154, pp. 1654-1655.

(avec L. Brizard). — Sur l'absence de radiations pénétrantes au cours de réactions chimiques. *Le Radium*, juillet.

1913

Sur les images multiples que présentent les rayons de Röntgen après avoir traversé des cristaux. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 156, pp. 1011-1012.

Sur la réflexion des rayons de Röntgen. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 156, pp. 1153-1155.

(avec F. - A. Lindemann). — Sur les phénomènes optiques présentés par les rayons de Röntgen rencontrant des milieux cristallins. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 156, pp. 1461-1463.

Sur la diffraction et la réflexion des rayons de Röntgen. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 156, pp. 1753-1755.

Sur un nouveau procédé permettant d'obtenir la photographie des spectres de raies des rayons de Röntgen. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 157, pp. 924-926.

Enregistrement photographique continu des spectres des rayons de Röntgen; spectre du tungstène. Influence de l'agitation thermique. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 157, pp. 1413-1416.

Les progrès de nos connaissances concernant les rayons de Röntgen. — *J. Phys. Soc. Phys.*, in Conférences de la Société de Physique.

Recherches sur la diffraction des rayons de Röntgen par les milieux cristallins. *Le Radium*, juin.

Über die Streifen der Diffraktionsmaxima in der Interferenzdiagrammen der Röntgenstrahlen. — (*Soc. allemande Phys.*), 13 août.

Über eine Methode die Spektra der Röntgenstrahlen zu photographieren. — (*Soc. allemande Phys.*), 13 août.

1914

(avec F. - A. Lindemann). — Observation fluoroscopique par vision directe des spectres des rayons de Röntgen. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 158, pp. 180-181.

- Sur la spectroscopie des rayons de Röntgen. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 158, pp. 177-180.
- Sur l'obtention des spectres des rayons de Röntgen, par simple passage des rayons incidents au travers de feuilles minces. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 158, 333-334.
- Sur les spectres des rayons de Röntgen, rayons émis par des anticathodes de cuivre, de fer, d'or. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 158, pp. 623-625, (*Err.* 907).
- (avec F.-A. Lindemann). — Sur un nouveau procédé permettant d'obtenir très rapidement les spectres des rayons de Röntgen. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 158, p. 944.
- Sur la spectroscopie des rayons secondaires émis hors des tubes à rayons de Röntgen d'absorption. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 158, pp. 1493-1495.
- Sur l'analyse spectrale directe par les rayons secondaires des rayons de Röntgen. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 158, 1785-1788.
- Sur l'analyse spectrale par les rayons secondaires des rayons de Röntgen et son application au cas de substances rares. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 159, pp. 304-305.
- La spectrographie des rayons de Röntgen. — *J. Phys. Soc. Phys.*, février.
- Sur les spectres des rayons de Röntgen obtenus au moyen de lames de mica. — *J. Phys. Soc. Phys.*, avril.
- Einige Bemerkungen über Röntgenstrahlenspektren. — *Soc. allemande Phys.*, 2 février.

1915

- La nature des rayons de Röntgen. — *Rev. scientifique*, nov.-déc.

1916

- Sur la bande d'absorption K des éléments pour les rayons X suivie du brome au bismuth, et l'émission d'un tube Coolidge vers les très courtes longueurs d'ondes. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 163, pp. 87-90.
- Sur un système de bandes d'absorption correspondant aux rayons L des spectres des rayons X des éléments et sur l'importance des phénomènes d'absorption sélective en radiographie. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 162, pp. 352-355.
- Sur des radiations extrêmement pénétrantes appartenant à la série K du tungstène et sur les spectres des rayons X des métaux lourds. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 162, pp. 596-597.
- La spectrographie des phénomènes d'absorption des rayons X. — *J. Phys. Soc. Phys.*, mai-juin.
- Spectrographie des rayons de Röntgen par la méthode des rayons secondaires. — *J. Phys. Soc. Phys.*, juillet-septembre.
- Ac. des Sc. — *Notices et discours*.

1919

Spectroscopie des rayons X. Sur les spectres d'absorption L du radium. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 168, pp. 854-855.

Sur le spectre des rayons X du tungstène. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 169, pp. 134-136.

Sur le spectre des rayons X des éléments. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 169, pp. 962-965.

Quelques résultats expérimentaux sur la sensibilité de l'analyse spectrale par absorption aux fréquences des rayons X et sur le spectre d'absorption de haute fréquence du radium. — *J. Phys. Soc. Phys.*

Remarques sur les droites représentant la loi de Moseley. — *J. Phys. Soc. Phys.*

Sensibilité de l'analyse spectrale par photographie de la bande d'absorption des éléments. — *J. Phys. Soc. Phys.*

1920

Sur les bandes K d'absorption des terres rares pour les rayons X. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 170, p. 725.

Sur les propriétés des écrans renforceurs vis-à-vis des spectres des rayons X sur le doublement de la ligne bêta du spectre K du tungstène. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 170, pp. 1053-1055.

Sur la structure fine des spectres de rayons X. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 170, pp. 1245-1246.

(avec A. Dauvillier). — Sur la structure fine des discontinuités d'absorption dans les spectres de rayons X. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 171, pp. 626-627.

Les aspects récents de la physique des rayons X. — (Conférence) *Bull. Soc. Électriciens*, janvier.

La portée de découvertes nouvelles dans la région des rayons de très haute fréquence. — *Scientia*, février.

1921

(avec R. Ledoux-Lebard et A. Dauvillier). — *La physique des rayons X*. Gauthier-Villars, Paris.

Sur les spectres corpusculaires des éléments. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 172, pp. 274-275.

Sur les spectres corpusculaires des éléments. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 172, pp. 527-529.

(avec L. de Broglie). — Sur le modèle d'atome de Bohr et les spectres corpusculaires. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 172, pp. 746-748.

Sur les spectres corpusculaires. Loi de l'émission photo-électrique pour les hautes fréquences. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 172, pp. 806-808.

(avec L. de Broglie). — Sur les spectres corpusculaires des éléments. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 173, pp. 939-941.

Sur les spectres corpusculaires et leur utilisation pour l'étude des spectres des rayons X. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 173, pp. 1157-1160.

Les phénomènes photo-électriques pour les rayons X et les spectres corpusculaires des éléments. — *J. Phys.*, septembre.

Le type chimique et la substance des corps simples. — *Scientia*, décembre.

Rapport sur les phénomènes photo-électriques. — *Congrès de Bruxelles*, avril.

1922

Sur les spectres corpusculaires des éléments. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 174, pp. 939-941.

(avec A. Dauvillier). — Sur un nouveau phénomène d'absorption observé dans le domaine des rayons X. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 174, pp. 1546-1548.

(avec L. de Broglie). — Remarques sur les spectres corpusculaires et l'effet photo-électrique. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 175, pp. 1139-1141.

Exposé concernant les résultats actuels relatifs aux éléments isotopes. Conférence. — *Soc. Chimie-Physique*, juin.

Les rayons X. *Conférences-Rapports, 1922*, vol. I, Presses universitaires Paris.

X rays and Gamma rays. — *Rep. brit. Ass.*

1923

(avec J. Cabrera). — Sur les rayons gamma de la famille du radium et du thorium étudiés par leur effet photo-électrique. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 176, pp. 295-296.

— — Sur les spectres K d'absorption de l'élément 72 (celtium). — *C. R. Acad. Sc.*, t. 176, pp. 433-434.

(avec E. Friedel). — La diffraction des rayons X par les corps smectiques. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 176, pp. 738-740.

(avec A. Lepape). — Sur la discontinuité K d'absorption du krypton et du xénon. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 176, pp. 1611-1613.

(avec J. Cabrera). — Fotelectrones de los rayos gamma. — *Ann. Soc. esp. Fis. Quim.*, janvier.

Phénomène optique. Changement de longueur d'onde par diffusion. Exposé de résultats récents de M. COMPTON. — *Bull. Soc. franç. Phys.*, 192.

1924

(avec L. de Broglie). — Sur la vérification expérimentale des projections d'électrons prévue, lors de la diffusion des rayons X, par les considérations de COMPTON et DEBYE. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 178, pp. 383-384.

Sur le changement de longueur d'onde par diffusion dans le cas des rayons K du tungstène. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 178, p. 908.

(avec A. Dauvillier). — Recherches complémentaires sur l'effet Compton. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 179, pp. 11-14.

Phenomena of high frequency radiations. — *Proc. phys. Soc.*, t. 36.

1925

(avec L. Poincaré). — *La physique moderne — Son évolution*. Bibl. phil. scient. Flammarion Paris.

(avec J. Thibaud). — Sur l'absorption exceptionnellement intense d'une radiation par l'atome qui vient de l'émettre. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 180, pp. 179-180.

— — Réflexion totale et variation de l'indice de réfraction des radiations X au voisinage d'une discontinuité d'absorption du miroir. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 181, pp. 1034-1035.

High energy gamma rays and their photo-electric effect. — *Nature*, t. 115.

1926

Ondes et mouvements. Coll. Physique mathématique, Gauthier-Villars, Paris.

1927

Absorption par la matière de rayons de courte longueur d'onde. — *Communication Atti. Congr. int. Fisici. Côme*.

1928

(avec L. de Broglie). — Introduction à la physique des rayons X et γ . Gauthier-Villars, Paris, in-8°, 201 p.

Remarque sur la structure fine de l'effet Compton. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 127, p. 697.

1930

A propos de l'emploi, pour la spectrographie de l'extrême ultra-violet, de réseaux sous une incidence rasante. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 190, pp. 93-95.

Sur une conception possible des phénomènes nucléaires. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 191, pp. 689-690.

1931

Les récents progrès de la désintégration artificielle par bombardement de rayons alpha. Conférence au Conservatoire national des Arts et Métiers. — T. XXIII. Hermann et Cie, Paris 1931, 32 p.

(avec L. Leprince-Ringuet). — Sur la désintégration artificielle de l'aluminium. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 193, pp. 132-133.

Récents progrès de la désintégration artificielle des noyaux atomiques par bombardement des rayons alpha. — *Bull. Soc. franç. Phys.*, t. 97, p. 309.

Recherches spectrographiques sur l'effet Compton. — *J. Phys. Radium*, t. 193.

1932

(avec F. Dupré La Tour, L. Leprince-Ringuet et J. Thibaud). — Sur les effets d'ionisation observés en présence des rayons de glucinium sous l'excitation des rayons alpha d'une ampoule contenant de l'émanation de radium. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 194, pp. 1037-1040.

(avec L. Leprince-Ringuet). — Sur la dispersion des neutrons du glucinium et l'existence de noyaux de recul provoqués par le lithium excité. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 194, pp. 1616-1617.

— — Sur les neutrons du bore excités par l'émanation du radium. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 195, pp. 88-89.

— — Absorption des neutrons du bore par le plomb. — *Nature*, t. 130, p. 315.

1933

Discours au Jubilé professoral de Maurice d'Ocagne, Lafolge et de Lamarzelle, Vannes. Préface à l'ouvrage de L. Leprince-Ringuet: *Transmutation artificielle*, Hermann, Paris.

1934

(avec L. de Broglie). — Quelques considérations sur les notions d'onde et de corpuscule. — *Scientia*, t. 55, pp. 176-185.

Préface à l'ouvrage de L. Leprince-Ringuet. — *Rayons cosmiques*, Hermann, Paris.

1935

Discours de réception à l'Académie Française. Institut de France, Paris.

1937

Le rôle et la valeur de la théorie et de l'expérience dans le progrès de la physique actuelle. — *IX^e Congrès international de Philosophie. I. La physique moderne. — Actualités scientifiques et industrielles.* Hermann, Paris.

Discours aux funérailles de Paul Janet. Institut de France, Paris.

Préface à l'ouvrage de L. Cartan. — *Spectrographie de masse*, Hermann, Paris.

1938

Discours aux funérailles de Maurice d'Ocagne. Institut de France, 1933/23, 4 p.

1939

Atomes, radioactivité, transmutation. Bibliothèque de philosophie scientifique, Flammarion, Paris, 1 vol., 269 p.

Discours du Cinquantenaire académique d'Émile Picard. Institut de France et Gauthier-Villars, Paris.

1942

Notice sur la vie et les travaux de Sir Joseph John Thomson. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 215, pp. 557-558.

La Science française: les sciences physiques. in *Nouveaux destins de l'Intelligence française*. U. B. F. p. 118.

1944

Discours aux funérailles de Joseph Béthenod. Institut de France, Paris.

Discours à l'occasion de la mort de Gabriel Hanotaux. Institut de France, Paris.

Discours à l'occasion de la mort de Paul Hazard. Institut de France, Paris.

Discours à la cérémonie du centenaire de la naissance d'Édouard Branly. Institut de France, Paris.

Rapport sur les prix de vertu à la séance publique annuelle de l'Académie française. Institut de France, Paris.

Discours à l'occasion du vingtième anniversaire de la Mécanique ondulatoire. Gauthier-Villars, Paris.

1945

Discours en réponse au discours de réception à l'Académie française du prince Louis de Broglie. Institut de France, Paris.

Notice nécrologique sur Blas Cabrera. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 221, pp. 253-254.

Préface à l'ouvrage de L. Leprince-Ringuet: *Les rayons cosmiques*, (Sciences d'aujourd'hui). Albin Michel, Paris.

1946

Jubilé scientifique de Maurice de Broglie célébré à la Sorbonne le 13 juin 1946, Paris.

Préface à l'ouvrage de R. P. A. Flachère. *Monseigneur de Guébriant*, Plon, Paris.

1947

Préface à l'ouvrage de R. Richard-Foy: *Voyages interplanétaires et énergie atomique*. Albin Michel, Paris.

1948

Structure des atomes et énergie atomique. Conférence au Conservatoire des Arts et Métiers. Hermann, Paris.

Almanach des Sciences 1948 (sous la direction de R. Sudre).

1949

Préface à l'ouvrage de R. Renault: *Chimie nucléaire*. Dunod, Paris.

1951

Les premiers congrès de Physique Solvay et l'orientation de la physique depuis 1911. Sciences d'aujourd'hui, Albin Michel, Paris.

Préface à l'ouvrage de R. Leprêtre: *Le Radar*. Gauthier-Villars. Paris.

1953

Préface à l'ouvrage de Max von Laue, traduction française de Lamarre: *Histoire de la physique*.

Préface à l'ouvrage de R. Genin: *Électronique et physique nucléaire*. Hermann, Paris.

Allocution à l'occasion du décès de Jules Haag. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 236, pp. 761-763.

1954

Notice nécrologique sur Robert Andrews Millikan. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 238, pp. 23-25.

Allocution à la séance annuelle des prix de l'Académie des Sciences, lundi 13 décembre 1954. Institut de France, Paris.

Discours à la Séance publique des cinq académies, lundi 24 octobre 1954. Institut de France, Paris.

1956

Préface à l'ouvrage de J. J. Trillat : *Découverte de la matière*, Albin Michel, Paris .

1957

Discours à l'occasion du centenaire de la naissance d'Émile Picard. Neveu, Paris .

Notice nécrologique sur Sir John Townsend. — *C. R. Acad. Sc.*, t. 244, pp. 3105-3106 .

