

## Marie Curie et le BIPM

Le 7 novembre 2017 marquera le 150<sup>e</sup> anniversaire de la naissance de Maria Skłodowska connue de tous sous le nom de Marie Curie.

Première femme à enseigner à l'École Normale Supérieure de Sèvres, première femme à obtenir une chaire à la Sorbonne, seule femme encore à ce jour à avoir reçu deux Prix Nobel, Marie Curie est une figure incontournable du XX<sup>e</sup> siècle. Albert Einstein disait d'elle :

*« Marie Curie est, de tous les êtres célèbres, le seul que la gloire n'ait pas corrompu. »*

Marie Curie est un symbole, celui de la persévérance et de l'excellence où la science n'est plus un métier mais un sacerdoce, et le symbole surtout du désintéressement scientifique qui est le marqueur de l'histoire du radium. Marie Curie et Pierre Curie, renonçant en conscience à une immense fortune, ont en effet décidé de ne jamais déposer de brevet pour leur découverte. Pour que les bénéfices puissent être partagés par tous, pour le bien commun. Marie Curie ne regrettera jamais ce choix pour elle-même mais consciente des sacrifices et des difficultés que cette décision impliqua, elle participa en 1922, à l'écriture d'une résolution visant à protéger les découvertes scientifiques dans ses travaux avec la Commission internationale de la coopération intellectuelle mise en place par la Société des Nations.

Marie Curie grâce à l'étalon du radium a partagé avec le Bureau international des poids et mesures (BIPM), créé en 1875, par la Convention du Mètre, une histoire commune.

Maria Skłodowska est née à Varsovie en 1867. Elle quitte la Pologne en 1891 pour étudier la physique à la Sorbonne. Elle épouse Pierre Curie en 1895. Avec lui, elle annonce en 1898 la découverte de deux nouveaux éléments : le radium et le polonium. Cela vaut à Pierre et Marie Curie l'attribution en 1903 du Prix Nobel de Physique qui est également décerné pour moitié à Henri Becquerel en reconnaissance de ses travaux sur la radioactivité.

En 1911, le travail de Marie Curie sur les composants du radium lui vaut de recevoir le Prix Nobel de Chimie.

Entre 1900 et 1906, Marie Curie enseigne la physique à l'École Normale Supérieure de Sèvres où elle dispose d'un laboratoire. Elle donne à l'enseignement de la physique un nouvel essor, introduisant en particulier les travaux pratiques, ramenant à l'école différents instruments de sa fabrication pour les utiliser avec ses élèves. Elle dispense dans cet établissement deux cours d'une heure trente par semaine.

C'est à cette époque que Marie Curie se rend au Bureau international des poids et mesures, situé à proximité de l'École Normale. Elle apparaît sur deux photographies du BIPM prises aux alentours de 1904. Sur la première photographie, elle est en famille avec Pierre Curie, le père de Pierre Curie et sa fille, ainsi que Charles-Édouard Guillaume et sa famille.

La deuxième photographie est prise devant l'entrée du BIPM par Charles-Édouard Guillaume, alors sous-directeur du Bureau international des poids et mesures où il est entré en 1883. C'est un ami de longue date de Pierre Curie : il l'a rencontré à la Société française de physique lorsqu'il y a été introduit aux environs de 1889. Il deviendra au fil des ans un ami intime de la famille Curie.

À la mort de Pierre Curie en 1906, Marie Curie décide de reprendre ses travaux et continuer à enseigner. Le Conseil de la Faculté de la Sorbonne lui propose de reprendre la chaire de Pierre Curie à la Sorbonne.

En 1910, Marie Curie publie le *Traité de radioactivité* qui rassemble les connaissances sur la radioactivité. On y trouve notamment un tableau comprenant l'ensemble des éléments radioactifs connus. En 1910, elle parvient avec André Debierne à préparer du radium métal ; Marie Curie et André Debierne mettent en évidence que le radium est un métal blanc, brillant qui fond à une température de 700 °C et noircit instantanément au contact de l'air.

Du 12 au 15 septembre 1910, le Congrès de radiologie se tient à Bruxelles où a également lieu l'Exposition Universelle qui a ouvert ses portes le 23 avril. Lors de ce Congrès qui réunit les plus éminents scientifiques en matière de radioactivité est discutée pour la première fois la nécessité de fabriquer des étalons de référence en vue d'effectuer des comparaisons au sein des différents laboratoires. À l'issue de ces discussions, est créée la Commission internationale des Étalons de Radium composée de dix membres : E. Rutherford<sup>1</sup> (Président), M. Curie, O. Hahn, F. Soddy<sup>2</sup>, B. Boltwood, A. Debierne, A.S. Eve, H. Geitel, S. Meyer (Secrétaire) et E. Schweidler.

La Commission internationale des Étalons de Radium se réunit entre le 25 et le 28 mars 1912 à Paris à l'hôtel Chatham et dans le laboratoire du Professeur Lipmann. La commission décide que deux échantillons de radium de la plus haute pureté seront fabriqués puis pesés avec une extrême précision et qu'il sera procédé à la comparaison des rayonnements émis.

Le premier échantillon est préparé par Marie Curie, le second par Otto Hönigschmid à Vienne. Les échantillons sont préparés à partir de chlorure anhydre le plus pur possible : la préparation de Marie Curie contient 21,99 mg de RaCl<sub>2</sub> fondu dans un petit tube de verre dont les parois mesurent 0,27 mm d'épaisseur, 1,45 mm de diamètre et 32 mm de longueur. Trois préparations standard sont également élaborées à l'Institut pour la Recherche sur le Radium de l'Académie des sciences de Vienne dans des tubes de 0,27 mm d'épaisseur de paroi, 32 mm de diamètre extérieur et 30 mm de longueur. Ils contiennent respectivement 10,11, 31,17 et 40,43 mg de RaCl<sub>2</sub> le plus pur possible. Les préparations de Vienne et de Paris sont obtenues à partir de la pechblende de St Joachimstal et sont pratiquement exemptes de mésothorium.

---

<sup>1</sup> Ernest Rutherford (1871 Brightwater, Nouvelle-Zélande - 1937 Cambridge, Angleterre) est un physicien et chimiste néo-zélando-britannique, considéré comme le père de la physique nucléaire. Il découvre les rayonnements alpha, les rayonnements bêta ; découvre que la radioactivité s'accompagnait d'une désintégration des éléments chimiques. Il obtint pour cette découverte le Prix Nobel de Chimie en 1908.

<sup>2</sup> Frederick Soddy (Eastbourne 1877 – Brighton 1956) reçut le Prix Nobel de chimie en 1921 « pour ses contributions à notre connaissance de la chimie des substances radioactives, et ses recherches à propos de l'origine et la nature des isotopes ».

Les préparations de Marie Curie et d'O. Hönigschmid sont comparées à l'aide de deux méthodes différentes : la méthode mise au point par E. Rutherford et celle de Marie Curie au moyen d'un très gros condensateur à plaques parallèles. La commission constate que l'intensité des rayonnements émis par milligramme est la même pour les deux échantillons. L'incertitude est de 0,2 %. L'étalon de Marie Curie est déclaré sur proposition de Stefan Meyer « étalon international officiel ». La préparation de Vienne qui contient 31,17 mg de  $\text{RaCl}_2$  et de pureté identique à celle de Paris est déclarée étalon secondaire.

La Commission internationale des Étalons de Radium décide enfin d'écrire au directeur du Bureau international des poids et mesures, le Professeur Benoit afin que l'étalon international soit conservé au BIPM. Au préalable, l'étalon étant fabriqué avec du radium appartenant à Marie Curie, il est convenu qu'il lui sera donné en échange une quantité équivalente de radium. C'est la raison pour laquelle presque une année s'écoule entre la décision de la Commission et le dépôt de l'étalon international dans le coffre du BIPM. L'échantillon de remplacement est ainsi préparé par O. Hönigschmid à Vienne. Le coût du radium est supporté par Sir George Beilby et son épouse, qui ne sont autres que les beaux-parents de F. Soddy.

Dès le 18 mars 1912, A. Debierne avant même la réunion de la Commission, écrit à Charles-Édouard Guillaume afin d'obtenir son accord pour le dépôt de l'étalon du radium au BIPM. Depuis fin 1911, Marie Curie souffre d'une grave atteinte rénale et après avoir préparé l'étalon de radium n'est pas en mesure de procéder elle-même aux comparaisons. Elle est également très réticente dans un premier temps à ce que l'étalon international du radium devienne propriété de la Commission et soit conservé en dehors de son institut.

Marie Curie a un attachement presque sentimental à son radium. Grâce aux efforts d'E. Rutherford, elle finit cependant par se ranger à l'avis des membres de la Commission et accepte que l'étalon international soit propriété de la Commission et déposé dans le coffre du BIPM. Dans cette décision qui lui fut sans aucun doute difficile, l'amitié de Charles-Édouard Guillaume avec la famille Curie joua très certainement un rôle important car Marie Curie n'aurait pu se résoudre à confier son radium sans une confiance totale. D'ailleurs avant que Stefan Meyer secrétaire de la Commission ne contacte officiellement, le 12 mai 1912, J.-R. Benoit, directeur du BIPM afin d'envisager les modalités de dépôt de l'étalon international au BIPM, c'est auprès de Charles-Édouard Guillaume que les premières démarches sont effectuées. C'est également lui qui signera le règlement relatif au dépôt de l'étalon international et les modalités des entrées et sorties de l'étalon.

Le 21 février 1913, Marie Curie et André Debierne procèdent en présence de Charles-Édouard Guillaume, au dépôt de l'étalon international du radium au BIPM.

Entre 1913 et 1935, à huit reprises l'étalon international est sorti pour diverses comparaisons au Laboratoire Curie, puis replacé dans le coffre au BIPM. La première sortie de l'étalon a lieu le 13 mai 1913 pour la détermination de l'étalon n°3 du National Physical Laboratory au Royaume-Uni. Dix étalons nationaux sont ainsi comparés à l'étalon international au Laboratoire Curie après avoir été comparés avec l'étalon secondaire à Vienne selon la procédure établie par la Commission en mars 1912. Les certificats sont établis par le laboratoire de Marie Curie.

L'étalon du radium est conservé dans le premier coffre de l'observatoire du BIPM avec le prototype international du kilogramme et du mètre. Toutefois, il est intéressant de noter comme le souligne A. Danjon<sup>3</sup> que :

*« (...) de 1913 à 1940, le Bureau international des poids et mesures a eu en dépôt l'étalon international du radium, mais à titre purement officieux. »<sup>4</sup>*

La raison essentielle qui a présidé à la décision de conserver l'étalon au BIPM fut la vocation même du BIPM, sa mission de conservation des prototypes internationaux du mètre et du kilogramme, sa neutralité, son caractère international et également sa proximité avec Paris pour faciliter les étalonnages qui avaient lieu dans le laboratoire de Marie Curie.

Dans les années 1910, le rôle du BIPM est essentiellement dédié à la conservation des prototypes métriques. Ce qui explique que la conservation de l'étalon n'apparaît dans aucun document officiel du BIPM, pas plus que dans les comptes rendus du CIPM de l'année 1913. Cela peut sembler surprenant en raison de l'importance du radium à l'échelle internationale. Du côté de la commission le dépôt de l'étalon revêt au contraire un caractère absolument officiel et les modalités de dépôt et de retrait sont consignées dans une procédure qui sera scrupuleusement suivie.

En 1913 lorsque le radium est déposé dans son coffre, le BIPM est une organisation internationale toute jeune qui a seulement 38 ans d'existence. La mission principale du BIPM est tournée vers les mesures indispensables à la géodésie, l'uniformisation du système métrique, la normalisation des étalons de longueurs et de masse. Les activités du BIPM vont rapidement s'étendre : d'abord aux étalons de mesures électriques et photométriques en vue de l'unification des mesures, puis à la thermométrie avec l'établissement d'une échelle de température. Le développement de ces nouvelles activités impose une première révision de la Convention du Mètre en 1921. Il faudra attendre quelques années pour que les activités du BIPM se développent autour de la métrologie des rayonnements ionisants.

Marie Curie atteinte d'une leucémie décède à Sancellemoz, commune de Passy, le 24 juillet 1934. En 1933, devant la Société des Nations au Congrès, Marie Curie, lors du débat *The Future of Culture*<sup>5</sup> qu'elle présidait, déclarait :

*« Je suis de ceux qui pensent que la science a une grande beauté. Je ne crois pas que dans notre monde l'esprit d'aventure risque de disparaître. Si je vois autour de moi quelque chose de vital, c'est précisément cet esprit d'aventure qui me paraît indéracinable et s'apparente à la curiosité ».*

La mort de Marie Curie ne met pas fin à l'histoire du radium. Marie Curie a depuis longtemps anticipé sa disparition et sa fille, Irène Joliot-Curie, qui à son tour sera lauréate du Prix Nobel en 1935 pour la découverte de la radioactivité artificielle, poursuit son œuvre.

---

<sup>3</sup> A. Danjon (1890-1967), Président du Comité international des poids et mesures de 1954 à 1960.

<sup>4</sup> In Comité consultatif pour les Étalons de mesure des radiations ionisantes, session de 1959, Procès-Verbaux des séances, Procès-Verbal de la première séance (lundi 13 avril 1959).

<sup>5</sup> Madrid, 3 au 7 mai 1933.

L'année de la disparition de Marie Curie, O. Hönigschmid met au point une nouvelle détermination de la masse atomique du radium utilisant 3 g de radium et prépare vingt étalons de radium à partir de pechblende à haute teneur en radium et exempte de mésothorium, provenant du Haut-Katanga au Congo Belge.

Parmi ceux-ci, les étalons n° 5428 (30,75 mg de  $\text{RaCl}_2$ ) et n° 5430 (22,23 mg de  $\text{RaCl}_2$ ), soit de masse quasiment identique à celle de l'étalon Curie. Entre 1935 et 1939, les deux étalons sont comparés avec l'étalon international et l'étalon secondaire. L'étalon n° 5428 est destiné à remplacer l'étalon secondaire conservé à Vienne tandis que le n° 5430 doit devenir l'étalon international. L'étalon n° 5430 est attribué à la France et remis au Laboratoire Curie. Le 21 avril 1939, Frédéric et Irène Joliot-Curie déposent dans le coffre du BIPM l'étalon n° 5430, nouvel étalon international.

Toutefois, le 30 mai 1940, Irène Joliot-Curie dans une lettre adressée à A. Pérard<sup>6</sup> alors directeur du BIPM informe le BIPM de la décision de la Commission Internationale de l'Étalon du Radium de retirer l'étalon international du coffre en raison des événements. Le BIPM est en zone occupée : l'étalon international est transporté par mesure de sécurité en zone libre, le plus loin possible de Paris. L'étalon international repris par la Commission est conservé de 1940 à 1959 sous la responsabilité de l'Institut du Radium de l'Université de Paris.

L'étalon international appartient à la Commission internationale de l'Étalon du radium jusqu'en 1951, où il est décidé que sa propriété soit transférée à la Joint Commission on Standards, Units and Constants of Radioactivity créée par le Conseil international des unions scientifiques. Il est recommandé de confier à nouveau l'étalon au BIPM et de le sortir pour des mesures ou comparaisons au laboratoire Curie selon un nouveau règlement. L'extension des activités du BIPM aux mesures des rayonnements ionisants est demandée dès la neuvième Conférence générale en 1948 par la délégation russe :

*« Pour améliorer et ranimer l'activité du Comité international ainsi que du Bureau international, la délégation de l'U.R.S.S. recommande au Comité international d'élaborer pour la prochaine session du Comité un plan de mesures pratiques, en particulier :*

*...g) l'organisation des comparaisons des étalons nationaux de radium avec les étalons internationaux du radium et la conservation de ces derniers au Bureau international ; »<sup>7</sup>.*

En 1958, l'extension des activités du BIPM aux étalons de la radioactivité est discutée au CIPM et fait suite à une consultation organisée par la Commission internationale des Unités de Mesures Radiologiques (ICRU) dont les membres ont accueilli favorablement la proposition de confier au BIPM l'organisation des comparaisons internationales d'étalons radioactifs. Le CIPM décide lors de cette réunion de créer le Comité consultatif pour les étalons de mesure des radiations ionisantes (CCEMRI) qui a pour mission de préparer un programme de travail pour le BIPM en prévoyant les moyens humains et matériels qui lui permettront d'assurer la comparaison des étalons en vue d'assurer la coordination des mesures pour les radiations ionisantes. Le CCEMRI se réunit pour la première fois le 13 avril 1959. Le transfert de l'étalon au BIPM a lieu quelques mois plus tard, le 3 décembre 1959.

---

<sup>6</sup> Albert Pérard fut directeur du BIPM de 1936 à 1951.

<sup>7</sup> Comptes rendus de la neuvième Conférence générale des poids et mesures (1948), Annexe 4, Délégation soviétique.

Alors qu'en 1913, le BIPM n'avait aucun rôle officiel et se limitait à la conservation de l'étalon international, à partir de 1958, il est au centre de l'activité.

La conservation de l'étalon international au BIPM fait l'objet d'une résolution approuvée à l'unanimité lors de la Onzième Conférence générale des poids et mesures qui se tient à Paris du 11 au 20 octobre 1960. La CGPM adopte deux résolutions, la première concerne l'étalon du radium autorisant le BIPM à prendre officiellement en charge l'étalon. La seconde résolution adoptée à l'unanimité à l'exception d'une abstention (la Belgique) ouvre la voie à la création de la future Section des rayonnements ionisants :

« Résolution 4

La Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures,  
CONSIDÉRANT la nécessité de fixer d'une façon précise certaines  
unités et notions utilisées dans le domaine des radiations ionisantes,  
INVITE le Comité International des Poids et Mesures à entreprendre  
sans retard les études nécessaires,  
DONNE MANDAT au Comité International des Poids et Mesures de  
prendre sur ce point des décisions qui seront soumises à l'approbation  
de la Douzième Conférence Générale. »<sup>8</sup>

S'appuyant sur les recommandations du CCEMRI, le CIPM décide en 1961 de créer la Section des radiations ionisantes qui sera approuvée par la Douzième Conférence générale des poids et mesures en 1964 adoptant la Résolution 1 sur la création de la Section des radiations ionisantes avec une dotation exceptionnelle.

Entre temps, le Conseil de l'Université de Paris, dans un courrier daté du 9 mars 1961 informe le BIPM que l'étalon n° 5430 peut être considéré comme propriété du Bureau international des poids et mesures.

Une comparaison internationale d'étalons du radium est organisée en 1963. Par la suite, l'introduction de méthodes primaires de mesure et l'inclusion dans le SI du becquerel en remplacement du curie pour exprimer l'activité d'un radionucléide, lors de la 15<sup>ème</sup> réunion de la Conférence générale des poids et mesures en 1975 rendent inutile la conservation d'étalons de ce type. La pression à l'intérieur de l'ampoule du radon et de l'hélium conjuguée à la fragilisation du verre en raison des rayonnements ionisants présentent un potentiel danger pour le personnel du BIPM et l'environnement et rendent nécessaire son évacuation qui sera effectuée en 1993.

Le premier étalon international préparé par Marie Curie a servi de base au système international de mesures, constituant la valeur de référence de la comparaison pendant un demi-siècle. En 2014, quatre-vingts ans après la disparition de Marie Curie, Martin Milton, directeur du BIPM décidait de renommer le bâtiment inauguré en 1964 et abritant depuis le Département des rayonnements ionisants et celui de la chimie en l'honneur de Marie Curie en lui donnant son nom.

*« Il y a toujours une possibilité pour qu'une découverte scientifique comme le radium devienne un bienfait pour l'humanité »<sup>9</sup> Marie Curie*

---

<sup>8</sup> Comptes rendus de la Onzième Conférence générale des poids et mesures, 1960.

<sup>9</sup> Marie Curie (mai 1914).

## Références :

- Archives du BIPM (1913 – 1993).
- Comptes rendus de la Neuvième Conférence générale des poids et mesures (1948).
- Comptes rendus de la Onzième Conférence générale des poids et mesures (1960).
- Comptes rendus de la Douzième Conférence générale des poids et mesures (1960).
- Comptes rendus du Comité international des poids et mesures (1913), (1958), (1960), (1961)
- Comptes rendus du Comité consultatif pour les étalons de mesure des rayonnements ionisants (CCEMRI) (1959)
- GUILLAUME (Ch.-E.). - D'où vient le radium, in *Le Monde*, N°9380, 2 novembre 1909.
- ALLISY (A.). - BIPM Activities in the field of Ionizing in Radiation, Monographie du BIPM 83/7.
- ALLISY (A.). -The Ionizing Radiation Section (1960-1985), Monographie du BIPM 86/17.
- ALLISY (A.). - From the Curie to the Becquerel, *Metrologia* 31, 1994 pp.
- KARAM (L.). - Application of the CIPM MRA to radionuclide Metrology, *Metrologia* 44 (2007) S1-S6, Special Issue Radionuclide Metrology.
- Le CIEP et son histoire, Centre international d'études pédagogiques, Service de la communication, Décembre 2005
- CHAMIÉ (C.). -Sur le nouvel étalon international de radium, *Journal de Physique. Radium*, 1940, 1 (8) pp. 319-321.
- JUDGE (S.), ARNOLD (D.), CHAUVENET (B.), COLLÉ (R.), DE FELICE (P.), GARCÍA-TORAÑO (E.). - 100 Years of Radionuclide metrology, in *Applied Radiation and Isotopes* 87 (2014) pp. 27-31.
- COSSET (J.-M.), HUYNG (R.). - La fantastique histoire du radium, Editions Ouest-France, Rennes, 2011.
- QUINN (S.). - Marie Curie, Editions Odile Jacob, Paris, 2000.

- HENRY (N.). - Les sœurs savantes, Marie Curie et Bronia Dluska, la Librairie Vuibert, 2016.
- HIMBERT (M.-N-). - Marie-Noëlle Himbert, Marie Curie, Portrait d'une femme engagée (1914-1918), Actes Sud, 2016.
- PINAULT (M.). - Marie Curie, une intellectuelle engagée ? Clio, 24 / 2006 P 211-229.
- MERLE-BÉRAL (H.).- 17 femmes Prix Nobel de Science, Odile Jacob, 2016.
- RUTHERFORD (L.) AND BOLTWOOD - Letters on radioactivity. Yale Univ. Press, New Haven; 1969.
- BADASH (L.). - Radioactivity in America - Growth and Decay of a Science. Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore; 1979.
- RUTHERFORD (E., A.S.). - Being the life and letters of the Rt Hon. Lord Rutherford. O.M. MacMillan Co., New York; 1939.
- RUTHERFORD (E.). - Radium standards and nomenclature. Nature 84 (2136):430-431; 1910.
- RUTHERFORD (E.) Radioactive substances and their radiations. Cambridge Univ. Press, London; 1913.
- FRAME (P.W.). - How the Curie Came to Be, October and November 1996 issues of the Health Physics Society's Newsletter, Oak Ridge Associated Universities.