

Rayons

Histoires de rayons X, de radioactivité et de radioprotection

Une exposition produite par le Pavillon des Sciences, le C.C.S.T.I. de Franche-Comté

du 1^{er} février au 28 mai 2011

L'exposition **Rayons** aborde de manière originale les rayons X, la radioactivité, la radioprotection, des sujets complexes et souvent matière à controverses.

En complément de cette exposition, le journal de l'exposition vous propose de découvrir l'histoire de la découverte des rayons X, de la radioactivité et comment, dans ce domaine, les Hommes sont passés en moins d'un siècle de l'enthousiasme et de l'insouciance à une attitude de responsabilité et de vigilance.

L'épopée du rayon X et de la radioactivité

L'histoire des rayons X et de la radioactivité suit le même schéma que celle de nombreuses découvertes scientifiques : après l'euphorie de la découverte vient le temps du doute et de la prudence.

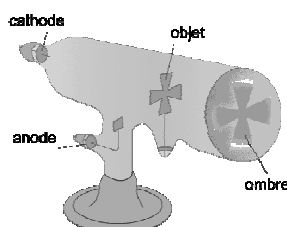
L'euphorie de la découverte

Les découvertes des rayons X et de la radioactivité, à trois mois d'écart, interviennent dans une époque de grande effervescence intellectuelle. Relayée par la presse avec une ampleur encore jamais égalée, elles vont provoquer un véritable engouement.

a) L'Homme devient transparent

À la fin du XIX^e s., tous les grands physiciens se passionnent pour les propriétés des « rayons cathodiques », c'est-à-dire des flux d'électrons que les scientifiques

obtiennent dans les tubes de Crookes. Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923), un physicien allemand dont la carrière universitaire est déjà bien établie, ne fait pas exception.



Un tube de Crookes

Les rayons cathodiques émanant de la cathode font briller la matière fluorescente dont est recouvert le fond du tube.

Le 8 novembre 1895, Röntgen réalise des expériences dans une chambre totalement obscure. C'est alors qu'il constate avec stupeur une lueur sur un morceau de carton recouvert d'une matière fluorescente qui se trouve pourtant trop loin du tube pour être atteint par les rayons cathodiques. Aucun doute, quelque chose d'autre émane du tube, car cette fluorescence disparaît et apparaît à chaque fois que Röntgen l'éteint puis le réactive.

Intrigué, il poursuit son expérience en interposant divers objets entre le tube de Crookes et le carton fluorescent : une feuille de papier, de carton, du bois, du verre... Il découvre que seule une mince feuille de plomb ou de platine fait disparaître la fluorescence. En intercalant cette fois sa main, il observe que le rayonnement traverse aussi la peau et la chair, mais est arrêté par les os. Après avoir constaté qu'il impressionne les

plaques photographiques, il réalise le 20 novembre 1895 la première radiographie de l'histoire.



Radiographie de la main de Bertha Röntgen
Une des premières radiographies de Wilhelm Röntgen.

Définitivement convaincu que le tube produit des rayons invisibles d'un nouveau genre, il les baptise rayons X. Puis le 28 décembre, il rend publics les résultats. Aussitôt, la nouvelle fait le tour de l'Allemagne, de l'Europe puis du monde entier. En quelques jours, Röntgen acquiert une renommée mondiale.

Cette découverte suscite rapidement l'enthousiasme des chercheurs et notamment des médecins qui voient tout de suite l'intérêt des rayons X pour l'établissement des diagnostics. En quelques mois, dans les grandes villes, des laboratoires de radiologie se développent. À leur tête, des photographes intrigués par ces mystérieux rayons trouvent là la possibilité d'ouvrir leur métier sur une nouvelle dimension.

Cependant l'engouement dépasse largement le cercle restreint de la médecine et gagne toute la société. En cette période foisonnante où le public se passionne autant pour les expériences occultes que pour la science, les rayons X fascinent. Ils font rapidement l'objet de

démonstrations publiques, comme au Grand Café à Paris où les expériences avec un tube de Crookes s'enchaînent avec celles des frères Lumières venus présenter le premier film de l'histoire. Les rayons X deviennent également attraction dans les foires, les grands magasins, les salons mondains et les musées. Ils sont utilisés par les prestidigitateurs, par les médiums lors de séances d'occultisme, et par les metteurs en scène dans des spectacles impressionnants.



Affiche de spectacle du théâtre Robert-Houdin
Le pouvoir remarquable des rayons X attire les spectateurs.

b) L'épopée de la radioactivité

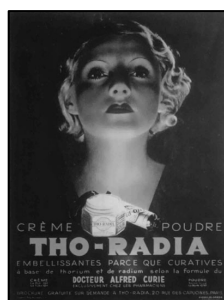
Le 20 janvier 1896, Henri Poincaré (1854-1912), mathématicien et physicien, présente les résultats de son ami Röntgen à l'Académie des Sciences de Paris. La lecture de la découverte des rayons X suscite l'intérêt, notamment chez l'un des académiciens présents, Henri Becquerel.

Ce dernier émet alors une hypothèse qui se révélera fautive : les rayons X ne seraient-ils pas émis par la matière fluorescente dont est recouvert le fond des tubes de Crookes ? Pour le vérifier, il décide d'exposer au soleil des sels d'uranium aux propriétés fluorescentes extraordinaires, tout en les posant sur une plaque photographique recouverte de carton noir chargée de capter d'éventuels rayons X. Hélas ! Ce jour-là, Paris est recouvert de nuages. Becquerel abandonne donc ses échantillons dans un tiroir, remettant son expérience à plus tard. Mais le 1^{er} mars 1896, avant de reprendre ses travaux, il développe par acquis de conscience la plaque photographique, dont tout laisse à penser qu'elle est vierge puisque l'uranium était à l'abri du soleil. À sa grande stupéfaction, elle est, au contraire, fortement impressionnée.

Becquerel est sous le choc de sa découverte : l'uranium émet donc spontanément des rayonnements, aussi invisibles et pénétrants que les rayons X ! Sans le savoir, le physicien a ouvert la porte d'un monde inconnu. Il vient de découvrir le phénomène de radioactivité.

À la fin de l'année 1897, Marie Curie choisit de s'intéresser, pour sa thèse de doctorat en sciences physiques, aux fameux « rayons uraniques » découverts par Becquerel. D'abord seule, puis en collaboration avec son mari Pierre Curie, elle cherche si d'autres substances que l'uranium présentent cette propriété remarquable d'émettre spontanément des rayonnements, qu'elle baptise « radioactivité ». Ensemble, ils testent des centaines de matériaux différents. Ils découvrent ainsi qu'un minéral, la pechblende, semble contenir une substance beaucoup plus radioactive que l'uranium. À l'été 1898, ils réussissent à isoler un premier élément qu'ils baptisent « polonium » en souvenir des origines polonaises de Marie, puis en décembre un deuxième encore plus fortement radioactif, auquel ils donnent le nom de « radium ».

Comme pour les rayons X, l'épopée du radium démarre dans l'allégresse. La société entière se passionne pour cet élément mystérieux, qui semble guérir, dégage de la chaleur et brille tellement dans le noir qu'il est possible de lire à côté. Le radium génère donc rapidement un secteur d'activité économique très florissant. Des lotions, des crèmes, des vêtements, des objets décoratifs contenant du radium sont bientôt vendus au public. Lors des soirées, les femmes se mettent du radium sur les ongles afin de les faire briller dans le noir. Parfois, elles le mélangent même aux boissons !



Un remède miracle
Paré de toutes les vertus, source de beauté et de santé, le radium est présenté comme un remède miracle.

Cependant, pour les rayons X comme pour le radium, cette insouciance ne va pas durer car malheureusement, les premiers effets nocifs vont rapidement apparaître.

Du doute à la prudence

Dès les débuts de la radiologie, des patients soumis à de longues expositions aux rayons X sont parfois victimes de brûlures superficielles : il faut dire qu'en 1897 un cliché du bassin nécessite trente à quarante minutes d'exposition ! Mais quelques semaines après les examens, l'épiderme se reconstitue et les experts ne s'alarment pas.

Cependant, des démonstrateurs en rayons X et des radiologues, parfois exposés à raison de plusieurs heures par jour aux rayons, signalent rapidement les effets produits sur leurs mains. Celles-ci deviennent douloureuses, les doigts enflent, l'épiderme se dessèche, les ongles et les poils tombent. Puis des cancers apparaissent sur les parties exposées, nécessitant des amputations. Des cas de stérilité et de leucémie sont également rapportés.

Malgré la multiplication des témoignages, les premiers articles mettant en garde contre les dangers potentiels des rayons X restent souvent ignorés. Difficile d'admettre qu'une technique aussi miraculeuse puisse s'avérer nocive ! Mais devant l'évidence, peu à peu, une protection informelle se met en place. Ainsi, dès la fin de la guerre de 1914-1918 la formation des manipulateurs en radiologie inclut des mesures de précautions pour l'opérateur comme pour le patient.

Comme pour les rayons X, ce n'est que progressivement que prend corps la conscience des effets nocifs du radium. D'abord dans les milieux scientifiques et médicaux, où l'on constate très tôt que, parmi les chercheurs et le personnel médical manipulant le radium, nombre d'entre eux sont atteints de lésions cutanées. Des règles de protections sont donc rapidement mises en place. Mais c'est dans le monde industriel, quelques années plus tard,

que se révèlent les cas les plus graves.

En effet, en 1923, un dentiste new-yorkais, Théodor Blum, s'alarme en constatant qu'un grand nombre de ses patientes sont atteintes d'un cancer de la mâchoire. Il découvre alors que ces jeunes femmes travaillent toutes dans des ateliers de pose de peinture luminescente au radium sur des cadrans et aiguilles de réveils et d'horloges. Ces ouvrières ont l'habitude d'affiner avec la bouche la pointe de leur pinceau après l'avoir trempé dans une peinture au radium.



Atelier de peinture au radium

Cette tragédie a un retentissement international. Elle conduit à la mise en place progressive de mesures de protection dans le monde industriel, en dépit de la réticence des patrons en contestant le bien-fondé et s'évertuant à minimiser les dangers induits par l'utilisation du radium.

Après l'affaire des ouvrières de l'industrie horlogère, la question de la radioprotection est mise sur la place publique. Ainsi, en 1928, un comité international de protection contre les rayons X et le radium est créé à l'occasion du deuxième congrès international de radiologie à Stockholm. Ce comité met en place, au niveau international, des mesures de protection basées sur les résultats des scientifiques. Ceux-ci ont approfondi leurs connaissances sur les effets provoqués par de fortes expositions et parviennent à établir des limites d'exposition, des « doses admissibles » par les différents organes.

Cependant, l'histoire de la radioprotection ne fait que commencer. Pour l'instant, elle limite encore son champ d'action au domaine des risques encourus par les professionnels et leurs patients. Mais bientôt, avec la découverte de la radioactivité artificielle et ses applications militaires et civiles, c'est

la population dans son ensemble qui va se retrouver concernée par cette question.

Une histoire de radioprotection

En 1934, la découverte de la radioactivité artificielle précède de peu celle de la fission nucléaire. Très rapidement, l'Homme saupoudre la Terre de radioactivité et les scientifiques se retrouvent donc confrontés à un nouvel enjeu. Il s'agit désormais de protéger des populations entières.

Une découverte internationale

Les découvertes de la radioactivité artificielle en 1934 puis de la fission nucléaire en 1938 surviennent dans un contexte très particulier, celui d'une extraordinaire effervescence scientifique. À cette époque, plusieurs grands laboratoires européens, tous dirigés par des physiciens et des chimistes de haut rang, travaillent sur la structure de l'atome : le laboratoire d'Irène (1897-1940) et Frédéric (1900-1958) Joliot-Curie en France, celui d'Ernest Rutherford (1871-1937) et de James Chadwick (1891-1974) en Angleterre, celui d'Enrico Fermi (1901-1954) en Italie ainsi que le laboratoire allemand de Lise Meitner (1878-1968) et d'Otto Hahn (1879-1968) et le laboratoire danois de Niels Bohr (1885-1962).

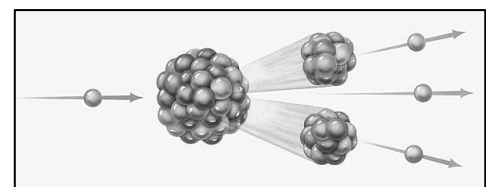
Tous ces savants, en communication permanente, testent, expérimentent, échangent leurs découvertes. Ainsi, dès 1911, Ernest Rutherford établit l'existence du noyau atomique. En 1932, un de ses élèves, James Chadwick, découvre sa composition en mettant en évidence l'existence du neutron.

Puis en 1934, le couple Joliot-Curie réalise la première synthèse d'un élément radioactif artificiel, c'est-à-dire inexistant dans la nature, en bombardant des atomes d'aluminium avec des particules alpha. Cette innovation est immédiatement reprise par tous les grands laboratoires. Les chercheurs se mettent à frapper toutes sortes de cibles avec toutes sortes de

particules. Ainsi, Enrico Fermi, dans son laboratoire romain, à l'idée de fabriquer des atomes radioactifs artificiels en bombardant différents atomes naturels avec des neutrons. Lorsqu'il tente l'expérience avec de l'uranium, il obtient des éléments radioactifs. Il émet alors l'hypothèse qu'il s'agit des formes déclinées d'un élément plus lourd que l'uranium, n'existant pas dans la nature.

Mais en 1938, Otto Hahn et son collaborateur Fritz Strassmann (1902-1980) poursuivent cette expérience à Berlin et réussissent à identifier deux des éléments obtenus : le baryum et le lanthane, tous deux plus légers que l'uranium. Les deux chercheurs sont perplexes : aucune loi physique connue à l'époque ne peut expliquer la transformation d'un atome lourd en deux atomes plus légers ! Ils font part de leur résultat à leur collègue et amie Lise Meitner. Cette scientifique autrichienne, issue d'une famille juive, a longtemps collaboré avec Otto Hahn. Mais se sentant de plus en plus menacée par la montée du régime nazi, elle s'est réfugiée en Suède d'où elle continue à correspondre avec Otto et Fritz.

Le génie de Lise est de changer de point de vue. Alors que tous les chercheurs s'obstinent dans l'idée que les éléments obtenus en bombardant l'uranium doivent forcément être plus lourds, Lise a une révélation : le noyau d'uranium, sous l'action des neutrons, se déforme puis se casse en deux ! Elle vient tout simplement de découvrir le phénomène de fission nucléaire.



La fission nucléaire

Cette réaction s'accompagne d'un grand dégagement d'énergie et les produits de la fission sont fortement radioactifs.

Plusieurs savants pressentent aussitôt qu'une telle réaction doit libérer une énorme quantité d'énergie. Ils entrevoient alors la possibilité, à partir de la fission, de

créer une réaction en chaîne pouvant déboucher sur de nombreuses applications, dont la création de bombes d'une puissance inimaginable...

Et la bombe atomique fut

Durant la Seconde Guerre mondiale, de nombreux savants, chassés hors d'Europe, se réfugient aux Etats-Unis. Ils vont se retrouver engagés dans une aventure scientifique pharaonique : le Projet Manhattan, le projet de recherche qui permit aux Etats-Unis de se doter de la bombe atomique.

Ce projet voit le jour en 1942, dans le plus grand secret, suite à une lettre des physiciens Leó Szilárd (1898-1964) et Albert Einstein (1879-1955) prévenant le président Roosevelt que l'Allemagne nazie travaillait peut-être sur un projet équivalent. Les meilleurs savants du monde sont alors réunis avec leurs familles à Los Alamos, dans une sorte de camp retranché. Ils disposent pour leurs travaux de crédits illimités et d'équipements de haute technologie. Dans ces conditions optimales, 3 bombes atomiques sont produites en 3 ans.

La première est expérimentée au cours d'un essai le 16 juillet 1945 dans le désert du Nevada. Les deux autres bombes ? Larguées quelques semaines plus tard, sur Hiroshima le 6 août et Nagasaki le 9 août. Le monde, stupéfait, découvre alors les effets de la fission et le pouvoir que confère l'arme atomique.



Champignon atomique produit par l'explosion d'Hiroshima

Après 1945, les grandes puissances s'engagent donc résolument dans une course à l'arme atomique, alimentée par la tension entre américains et soviétiques. Les Etats-Unis commencent en 1946 une série d'essais nucléaires dans le Pacifique. En 1949, l'URSS procède à son premier essai au Kazakhstan. Le Royaume-Uni entre en scène en 1952, la France en 1960 et la Chine en 1964.

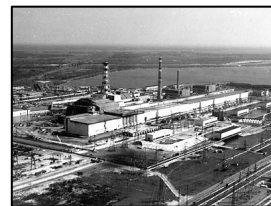
Jusqu'à présent, la radioactivité restait confinée dans les laboratoires scientifiques et les établissements médicaux. La démarche de protection concernait uniquement le personnel exposé dans le cadre de son activité professionnelle. Mais avec les essais nucléaires, l'Homme libère la radioactivité et la disperse dans l'environnement. Ce sont des populations entières qui se retrouvent alors exposées ! Les experts gouvernementaux commencent donc à s'interroger sur les risques engendrés pour ces populations et sur de potentiels effets sur le long terme de la radioactivité.

Progressivement, les scientifiques disposent d'un certain nombre de données et définissent donc des normes de radioprotection du public. Ainsi, à la fin des années 1950, la France définit une dose limite admissible pour la population. Cependant, dans le même temps, il est très difficile aux citoyens d'accéder à ces résultats, classées secret défense. Ces années de secret et de rétention entretiennent l'inquiétude et la méfiance des populations.

Un tournant : Tchernobyl

Les grandes puissances, en parallèle de leur recherche sur l'arme atomique, développent également l'énergie nucléaire civile. Là encore, les questions de radioprotection restent du ressort quasi-exclusif des

scientifiques et des responsables politiques. Si dans les années 1970, une mobilisation citoyenne autour des activités nucléaires commence à se dessiner, c'est l'accident de Tchernobyl, en Ukraine en 1986, qui va accélérer le processus d'ouverture de ces questions à société civile.



La centrale de Tchernobyl

Le 26 avril 1986, le réacteur n°4 de la centrale nucléaire de Tchernobyl explose et projette dans l'atmosphère un panache de matières radioactives.

Après cet évènement, une nouvelle culture de la radioprotection s'est donc mise en place, prenant mieux en compte les dimensions humaines et sociales. Aujourd'hui, il est devenu évident qu'une bonne gestion du risque passe nécessairement par l'implication du citoyen.

Les progrès fulgurants réalisés par la science au vingtième siècle, après la découverte des rayons X et de la radioactivité, ont eu un prix en vies humaines : les radiologues « martyrs de la science », les peintres de cadrans lumineux au radium, les victimes d'Hiroshima et de Nagasaki, puis celles de Tchernobyl...

Au fur et à mesure de ces drames, l'Homme a changé de posture. De l'insouciance et l'enthousiasme qui prévalait à l'aube du XX^e s., il est passé successivement par le doute, l'inquiétude, pour adopter aujourd'hui une attitude de responsabilité et de vigilance. Mise en place d'abord pour les radiologues, puis élargie aux patients des hôpitaux et aux travailleurs, la radioprotection est donc aujourd'hui devenue l'affaire de tous.

Document réalisé par l'équipe médiation de la Galerie Eurêka

Galerie Eurêka - C.C.S.T.I. de la Ville de Chambéry
Hôtel de Ville BP 1105
73 011 CHAMBERY cedex
tel : 04-79-60-04-25

e-mail : galerie.eureka@ccsti-chambery.org
Site Internet : www.chambery.fr/galerie.eureka