

La découverte du radium

... Nous avons eu une joie particulière à observer que nos produits concentrés en radium étaient tous spontanément lumineux. Pierre Curie qui avait souhaité leur voir de belles colorations, dut reconnaître que cette particularité inespérée lui donnait une satisfaction supérieure à celle qu'il avait ambitionnée.

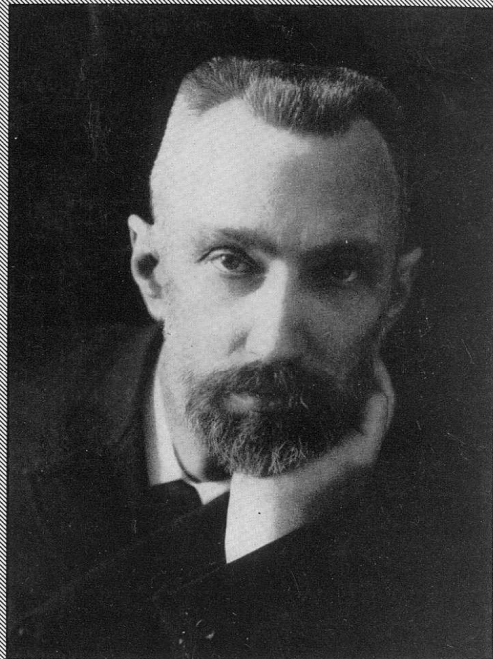
Nous étions, à cette époque, entièrement absorbés par le nouveau domaine qui s'ouvrait devant nous, grâce à une découverte aussi inespérée. Malgré les difficultés de nos conditions de travail, nous nous sentions très heureux. Nos journées s'écoulaient au laboratoire, et il nous arrivait d'y déjeuner fort simplement, en étudiants. Dans notre hangar si pauvre régnait une grande tranquillité ; parfois, en surveillant quelque opération, nous nous y promenions de long en large, causant de travail présent et futur ; quand nous avions froid, une tasse de thé chaud prise auprès du poêle nous réconfortait. Nous vivions dans une préoccupation unique, comme dans un rêve.

Il nous arrivait de revenir le soir après dîner pour jeter un coup d'œil sur notre domaine. Nos précieux produits pour lesquels nous n'avions pas d'abri étaient disposés sur les tables et sur des planches ; de tous côtés on apercevait leurs silhouettes faiblement lumineuses et ces lueurs qui semblaient suspendues dans l'obscurité nous étaient une cause toujours nouvelle d'émotion et de ravissement.

[Extrait de " Pierre Curie "]

MARIE CURIE

PIERRE CURIE



ÉDITIONS DENOËL

*Le rêve devenu réalité.
La découverte du radium.*

J'ai rappelé plus haut qu'en 1897 Pierre Curie s'occupait d'un travail sur la croissance des cristaux. J'avais terminé à l'entrée des vacances une étude de l'aimantation des aciers trempés, qui nous avait procuré une petite subvention de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. Notre fille Irène était née en septembre, et aussitôt rétablie, je repris le travail de laboratoire avec l'intention de préparer une thèse de doctorat.

Notre attention était attirée par un phénomène curieux découvert en 1896 par Henri Becquerel. La découverte des rayons X par Röntgen excitait alors les imaginations, et plusieurs physiciens cherchaient si des rayons semblables n'étaient pas émis par les corps fluorescents, sous l'action de la lumière. Henri Becquerel étudiait à ce point de vue les sels d'urane, et, ainsi qu'il arrive parfois, trouva un phénomène différent de celui qu'il cherchait : l'émission spontanée par les sels

d'urane de rayons d'une nature particulière. Ce fut la découverte de la *radioactivité*.

Voici en quoi consiste le phénomène découvert par Becquerel : un composé d'urane placé sur une plaque photographique entourée de papier noir produit sur celle-ci une impression analogue à celle que pourrait faire la lumière. L'impression est due aux *rayons uraniques* qui traversent le papier. Ces mêmes rayons peuvent, comme les rayons X, produire la décharge d'un électroscope, en rendant conducteur l'air qui l'entoure.

Henri Becquerel s'est assuré que ces propriétés ne dépendent pas d'une insolation préliminaire, et qu'elles persistent quand le composé d'urane est conservé dans l'obscurité pendant plusieurs mois. Il y avait donc lieu de se demander d'où provenait l'énergie, très minime, il est vrai, dégagée constamment par les composés d'urane sous forme de radiations.

L'étude de ce phénomène nous parut très attrayante, et cela d'autant plus que la question, entièrement nouvelle, ne comportait aucune bibliographie. Je me décidai à entreprendre un travail sur ce sujet.

Il fallait trouver une place pour installer ces expériences. Pierre Curie obtint du directeur de l'École l'autorisation d'utiliser un atelier vitré situé au rez-de-chaussée, servant de magasin et de salle de machines.

Pour étendre les résultats obtenus par Becquerel, il était nécessaire d'employer une méthode quantitative précise. Le phénomène se prêtant le mieux à la mesure était la conductibilité provoquée dans l'air par les rayons de l'uranium; ce phénomène qui porte le nom d'*ionisation* se produit aussi avec les rayons X, et les recherches faites à ce sujet venaient d'en faire connaître les caractères principaux.

Pour mesurer les courants très faibles que l'on peut faire passer dans l'air ionisé par les rayons de l'uranium, j'avais à ma disposition une méthode excellente étudiée et appliquée par Pierre et Jacques Curie, méthode qui consiste à compenser sur un électromètre sensible la quantité d'électricité apportée par le courant, par celle que peut fournir un quartz piézo-électrique. L'installation se composait donc d'un électromètre Curie, d'un quartz piézo-électrique et d'une *chambre d'ionisation*; celle-ci était formée par un condensateur à plateaux, dont le plateau supérieur était relié à l'électromètre tandis que le plateau inférieur, chargé à un potentiel connu, était recouvert d'une couche mince de la substance examinée. Cette installation électrométrique n'était guère à sa place dans le local encombré et humide où il a fallu la placer.

Mes expériences ont montré que le rayonnement des composés d'urane peut se mesurer avec précision dans des conditions déterminées, et que ce rayonnement est une propriété *atomique* de l'élément uranium; son intensité est proportionnelle à la quantité d'uranium contenue dans un composé, et ne dépend ni de l'état de combinaison chimique ni de circonstances extérieures, telles que l'éclairement ou la température.

J'entrepris alors de rechercher s'il existait d'autres éléments possédant la même propriété, et j'examinai dans ce but tous les éléments alors connus, soit à l'état pur, soit à l'état de composés. J'ai trouvé que, parmi ces corps, les composés de thorium sont les seuls qui émettent des rayons analogues à ceux de l'uranium. Le rayonnement du thorium a une intensité du même ordre que celui de l'uranium et constitue de même une propriété atomique de l'élément.

Il devint dès lors nécessaire de trouver un terme

nouveau pour définir la propriété nouvelle de la matière manifestée par les éléments uranium et thorium. Je proposai le nom de *radioactivité* qui a été depuis généralement adopté; les éléments radioactifs ont été nommés *radioéléments*.

Au cours de ma recherche, j'ai eu l'occasion d'examiner non seulement des composés simples, sels et oxydes, mais aussi un grand nombre de minéraux. Certains d'entre eux se sont montrés radioactifs; c'étaient ceux qui contenaient de l'uranium et du thorium, mais leur radioactivité paraissait anormale, car elle était beaucoup plus forte que celle que l'on aurait pu prévoir d'après la teneur en uranium ou en thorium.

Cette anomalie ne manqua pas de nous causer une grande surprise; quand je fus bien certaine qu'il ne s'agissait pas d'une erreur d'expérience, il devint nécessaire de trouver une explication. Je fis alors l'hypothèse que les minéraux d'uranium et de thorium contenaient en petite quantité une substance beaucoup plus fortement radioactive que l'uranium ou le thorium; cette substance ne pouvait faire partie des éléments connus, puisque tous ceux-ci avaient été examinés; ce devait donc être un élément chimique nouveau.

Il y avait un intérêt passionnant à vérifier cette hypothèse aussi rapidement que possible. Vivement intéressé par la question, Pierre Curie abandonna son travail sur les cristaux — provisoirement, croyait-il — et se joignit à moi pour la recherche de la nouvelle substance.

Le minerai choisi par nous était la pechblende, minerai d'urane qui, à l'état pur, est environ quatre fois plus actif que l'oxyde d'urane.

La composition de ce minerai étant connue par des analyses chimiques assez précises, on pouvait

s'attendre à y trouver au maximum un pour cent de substance nouvelle. La suite de notre travail montra qu'il y avait effectivement des radioéléments nouveaux dans la pechblende, mais que leur proportion n'atteignait même pas un millionième.

La méthode que nous avons employée est une *nouvelle méthode de recherche chimique basée sur la radioactivité*. Elle consiste à effectuer des séparations par les moyens ordinaires de l'analyse chimique, et à mesurer, dans des conditions convenables, la radioactivité de tous les produits séparés. De cette manière, on peut se rendre compte du caractère chimique de l'élément radioactif cherché; celui-ci se concentre dans les portions qui deviennent de plus en plus radioactives à mesure que progresse la séparation. Nous avons pu reconnaître bientôt que la radioactivité se concentrait principalement dans deux fractions chimiques différentes, et nous avons été amenés à caractériser dans la pechblende la présence d'au moins deux radioéléments nouveaux : le *polonium* et le *radium*. Nous avons annoncé l'existence du polonium en juillet 1898 et celle du radium en décembre de la même année ¹.

Malgré ce progrès relativement rapide, le travail était loin d'être achevé. Dans notre opinion, il y avait là, sans aucun doute, des éléments nouveaux, mais pour faire admettre cette opinion par les chimistes, il fallait isoler ces éléments. Or, dans nos produits les plus fortement radioactifs (plusieurs centaines de fois plus actifs que l'uranium), le polonium et le radium n'étaient encore qu'à l'état de traces; le polonium se trouvait associé au bismuth extrait de la pechblende, et le radium accom-

1. Cette dernière publication a été faite en commun avec G. Bémont, qui avait collaboré à nos expériences.

pagneait le baryum extrait du même minerai. Nous savions déjà par quelles méthodes on pouvait espérer séparer le polonium du bismuth et le radium du baryum, mais cette séparation exigeait des quantités de matières premières bien plus grandes que celles que nous avions traitées.

C'est dans cette période de notre travail que nous avons été fortement désavantagés par le manque de moyens convenables : manque de local, manque d'argent et de personnel.

La pechblende était un minerai coûteux et nous ne pouvions en acheter une quantité suffisante. La principale source de ce minerai était alors à Saint-Joachimsthal (Bohême), où se trouvait une mine exploitée par le gouvernement autrichien, en vue de l'extraction de l'uranium. D'après nos prévisions, tout le radium et une partie du polonium devaient se trouver dans les résidus de cette fabrication, résidus n'ayant alors aucune utilisation. Grâce à l'appui de l'Académie des Sciences de Vienne, nous avons pu nous procurer plusieurs tonnes de ce résidu dans des conditions avantageuses, et nous l'avons employé comme matière première. Pour subvenir aux frais du traitement, il nous a fallu d'abord prendre sur nos propres ressources; nous eûmes ensuite quelques subventions et quelques concours extérieurs.

Une question particulièrement grave était celle du local; nous ne savions où faire nos traitements chimiques. Il a fallu les organiser dans un hangar abandonné, séparé par une cour de l'atelier où était notre installation électrométrique. C'était une baraque en planches, au sol bitumé et au toit vitré, protégeant incomplètement contre la pluie, dépourvue de tout aménagement; elle contenait pour tout matériel des tables de bois de sapin usées, un poêle en fonte dont

le chauffage était très insuffisant et le tableau noir dont Pierre Curie aimait tant à se servir. Il ne s'y trouvait pas de hottes pour les traitements qui dégagent des gaz nuisibles; il fallait donc exécuter ces opérations dans la cour quand le temps le permettait, sinon il fallait les faire à l'intérieur, laissant les fenêtres ouvertes.

Dans ce laboratoire de fortune, nous avons travaillé presque sans aide pendant deux ans, nous occupant en commun aussi bien du travail chimique, que de l'étude du rayonnement des produits de plus en plus actifs que nous obtenions. Ensuite, il a fallu séparer nos efforts; Pierre Curie continua les recherches sur les propriétés du radium, tandis que je poursuivais les traitements chimiques en vue de la préparation de sels de radium purs. J'ai été amenée à traiter jusqu'à vingt kilogrammes de matière à la fois, ce qui avait pour effet de remplir le hangar de grands vases pleins de précipités et de liquides; c'était un travail exténuant que de transporter les récipients, de transvaser les liquides et de remuer pendant des heures, au moyen d'une tige de fer, la matière en ébullition dans une bassine en fonte. J'extrayais du minerai le baryum radifère, et celui-ci à l'état de chlorure était soumis à une cristallisation fractionnée. Le radium s'accumulait dans les portions les moins solubles, et ce procédé devait mener à la séparation du chlorure de radium pur. Les opérations très délicates des dernières cristallisations étaient considérablement gênées, dans ce laboratoire si mal adapté, par les poussières de fer ou de charbon dont on ne pouvait se protéger suffisamment.

Les résultats obtenus après un an indiquaient clairement qu'il serait plus facile de séparer le radium que le polonium; c'est pourquoi les efforts ont été concen-

PIERRE CURIE

très de ce côté. Les sels de radium obtenus étaient soumis à des investigations ayant pour but l'étude de leurs effets. Des échantillons de ces sels furent prêtés par nous à plusieurs savants, en particulier à Henri Becquerel¹.

Au cours des années 1899 et 1900, Pierre Curie publia, en commun avec moi, un mémoire sur la découverte de la radioactivité induite, provoquée par le radium; un autre sur les effets produits par les rayons : effets lumineux, effets chimiques, etc.; un autre encore sur la charge électrique transportée par certains de ses rayons; enfin, un rapport général sur les nouvelles substances radioactives et sur leurs radiations, pour le Congrès de physique qui a eu lieu à Paris en 1900. Il publia aussi une étude sur l'action du champ magnétique sur les rayons du radium.

Les travaux faits à cette époque par nous et quelques autres savants ont eu pour effet principal de faire

1. Je cite, à titre d'exemple, une lettre adressée à Pierre Curie par A. Paulsen, le remerciant pour les produits radioactifs prêtés dès l'année 1899 :

Den Damke Nordlysexpedition. Akureyi, 16 octobre 1899.

Monsieur et très honoré collègue,

Je vous remercie vivement de votre lettre du 1^{er} août que j'ai reçue ici, à Akureyi, dans le Nord de l'Islande.

Nous avons abandonné toutes les méthodes jusqu'ici employées pour établir sur un conducteur fixe le potentiel qui existe en certains points dans la masse d'air qui l'entourne, en nous servant uniquement de votre poudre radiante...

... Agréez, monsieur et très honoré collègue, mes salutations respectueuses et mes remerciements renouvelés pour les grands services que vous avez rendus à mon expédition.

Adam PAULSEN.



Le jardin de la maison du 108, boulevard Kellermann.
Pierre et Marie Curie avec Irène (1904).



connaître la nature des rayons émis par le radium et de montrer que ces rayons appartiennent à trois catégories différentes. Le radium émet un flot de corpuscules animés de grandes vitesses; certains d'entre eux portent une charge positive et forment les rayons α ; d'autres, beaucoup plus ténus, portent une charge négative et forment les rayons β . Ces deux groupes sont influencés dans leur parcours par l'action d'un aimant. Un troisième groupe est constitué par les rayons γ , insensibles à l'action d'un aimant, et que l'on sait, aujourd'hui, être une radiation semblable à la lumière et aux rayons X.

Nous avons eu une joie particulière à observer que nos produits concentrés en radium étaient tous spontanément lumineux. Pierre Curie qui avait souhaité leur voir de belles colorations, dut reconnaître que cette particularité inespérée lui donnait une satisfaction supérieure à celle qu'il avait ambitionnée.

Le Congrès de 1900 nous fournit une occasion de faire connaître de plus près, aux savants étrangers, nos nouvelles matières radioactives. Celles-ci ont été un des points sur lesquels s'est principalement concentré l'intérêt du Congrès.

Nous étions, à cette époque, entièrement absorbés par le nouveau domaine qui s'ouvrait devant nous, grâce à une découverte aussi inespérée. Malgré les difficultés de nos conditions de travail, nous nous sentions très heureux. Nos journées s'écoulaient au laboratoire, et il nous arrivait d'y déjeuner fort simplement, en étudiants. Dans notre hangar si pauvre régnait une grande tranquillité; parfois, en surveillant quelque opération, nous nous y promenions de long en large, causant de travail présent et futur; quand nous avions froid, une tasse de thé chaud prise auprès du poêle nous reconfor-

tait. Nous vivions dans une préoccupation unique, comme dans un rêve.

Il nous arrivait de revenir le soir après dîner pour jeter un coup d'œil sur notre domaine. Nos précieux produits pour lesquels nous n'avions pas d'abri étaient disposés sur les tables et sur des planches; de tous côtés on apercevait leurs silhouettes faiblement lumineuses, et ces lueurs qui semblaient suspendues dans l'obscurité nous étaient une cause toujours nouvelle d'émotion et de ravissement.

En principe, aucun service n'était dû à Pierre Curie par les employés de l'École. Toutefois, le garçon de laboratoire qu'il avait eu à sa disposition pour les manipulations, quand il était chef de travaux, avait toujours continué à lui prêter son concours dans la mesure du temps dont il disposait. Ce brave homme, qui se nommait Petit, avait pour nous de l'affection et de la sollicitude; bien des choses étaient rendues plus faciles grâce à sa bonne volonté et à l'intérêt qu'il prenait à notre succès.

Ainsi le travail sur la radioactivité débuta dans la solitude. Mais devant l'ampleur de la tâche, l'utilité d'une collaboration s'imposait de plus en plus. Déjà en 1898 un des chefs de travaux de l'École, G. Bémont, nous avait apporté une aide passagère. Vers 1900, Pierre Curie entra en relation avec un jeune chimiste, André Debierne, préparateur chez Friedel qui le tenait en haute estime. Sur la proposition de Pierre Curie, A. Debierne accepta volontiers de s'occuper de travaux sur la radioactivité; il entreprit, en particulier, la recherche d'un radioélément nouveau, dont l'existence était soupçonnée dans le groupe du fer et des terres rares. Il fit la découverte de cet élément nommé *actinium*. Bien que travaillant au laboratoire de chimie

physique de la Sorbonne, dirigé par Jean Perrin, il venait nous voir fréquemment dans notre hangar, et devint bientôt un ami très proche pour nous, pour le docteur Curie et plus tard pour nos enfants.

Vers la même époque, un jeune physicien, Georges Sagnac, engagé dans l'étude des rayons X, venait fréquemment s'entretenir avec Pierre Curie des analogies qu'on pouvait prévoir entre ces rayons, leurs rayons secondaires, et le rayonnement des corps radioactifs. Ils firent en commun un travail sur la charge électrique transportée par ces rayons secondaires.

En dehors des relations avec nos collaborateurs, nous ne voyions que peu de personnes au laboratoire; parmi les physiciens et les chimistes, l'un ou l'autre venait de temps en temps, soit pour voir nos expériences, soit pour demander quelque conseil ou quelque renseignement à Pierre Curie, dont la compétence dans plusieurs branches de physique était bien connue. C'était alors des conversations devant le tableau noir, de celles dont on conserve un excellent souvenir parce qu'elles agissent comme un stimulant sur l'intérêt scientifique et sur l'ardeur au travail, sans interrompre le cours des réflexions et sans troubler cette atmosphère de paix et de recueillement qui est la véritable atmosphère d'un laboratoire.