Un siècle de physique fondamentale

par Louis LEPRINCE-RINGUET
Membre de l'Académie Française
Membre de l'Académie des Sciences

Louis LEPRINCE-RINGUET a participé - il le dit dès les premières lignes de son article - à toute la science du XX^e siècle. Il a également, et depuis de nombreuses années, toujours répondu favorablement aux demandes de l'Union des Physiciens dont il est membre d'honneur. Dès 1948, dans le résumé des «Journées d'étude de physique» (BUP n° 367/368/369, mai-juillet 1948) on trouve le compte-rendu suivant :

«La première conférence est faite par M. LEPRINCE-RINGUET, professeur à l'École Polytechnique, dont chacun connaît les remarquables travaux sur les Rayons cosmiques. A l'issu d'un exposé très vivant sur les Matérialisations et Dématérialisations, illustré d'admirables clichés, Monsieur LEPRINCE-RINGUET répond inlassablement à toutes nos questions».

Je pense être le dernier ou l'un des tout derniers ayant participé au développement de la physique dès la fin des années vingt. En 1900, les rayons X étaient connus depuis cinq ans, et la radioactivité naturelle, avec Becquerel, depuis quatre ans. C'est alors que Pierre et Marie Curie découvrirent le polonium et que l'équipe de Cambridge, en Angleterre, réussit à préciser les produits de la radioactivité, alpha, bêta et gamma.

Après la guerre de 1914, on chercha à casser les noyaux d'atomes, et c'étaient les Anglais à Cambridge, avec Rutherford, qui possédaient les meilleurs éléments de détection de particules ou de rayonnements éjectés par les noyaux lorsqu'on les bombardait avec les particules alpha des corps radioactifs. En 1932, à Cambridge, Chadwick fit une découverte remarquable : le neutron comme constituant fondamental des noyaux. Il en résultait que tous les noyaux de tous les éléments sont constitués par deux briques : le proton (noyau d'atome d'hydrogène, le plus petit) et le neutron, proche du proton mais électriquement neutre. Ce fut une très grande révolution qui permit d'étudier les noyaux de tous les éléments.

En 1934, Frédéric Joliot et Irène Curie découvrirent la radioactivité artificielle : un noyau bombardé, ayant craché une particule, n'est plus un noyau stable mais radioactif. On peut donc rendre radioactifs tous les noyaux précédemment stables (fer, cuivre, ...). Deux voies sont alors ouvertes pour les transmutations nucléaires : on peut bombarder les noyaux avec des sources intenses de particules alpha des corps radioactifs, ou bien on peut utiliser les rayons cosmiques qui sont des noyaux légers parcourant l'espace à très grande vitesse et dont l'énergie est très supérieure à celle des particules radioactives. Quand un rayon cosmique heurte un noyau (de l'atmo-

sphère par exemple), il le casse complètement et, en plus, est capable de créer des particules nouvelles appelées mésons, hyperons, etc. Deux voies ont donc été suivies, l'une dans les laboratoires, avec les particules alpha radioactives, l'autre dans les montagnes, avec les rayons cosmiques. Juste avant la guerre, deux Allemands, Hahn et Strassmann, découvrirent un phénomène nouveau : quand un noyau d'uranium, le plus lourd de tous les éléments, est touché par un neutron, même très lent, il se casse en deux gros morceaux et émet quelques neutrons qui pourront casser un autre noyau d'uranium dans le voisinage, ... C'est la base de la réaction en chaîne que l'on pourra utiliser pour fabriquer des piles atomiques. L'Italien Enrico Fermi, après avoir reçu le prix Nobel, ne revint pas en Italie à cause des lois antisémites de Mussolini, sa femme étant juive. Il fut reçu très chaleureusement aux États-Unis et réalisa, dans un sous-sol du stade de Chicago, la première pile atomique, le 2 décembre 1942.

Pendant la guerre, au début des années quarante, aux États-Unis, Robert Oppenheimer va essayer d'utiliser la fission pour élaborer la fabrication d'une bombe atomique. Pour cela il fallait tout d'abord séparer l'isotope 235 de l'uranium qui n'existe qu'en proportion très faible (moins de 1 %) dans un morceau de l'uranium normal. C'est avec l'uranium 235 que fut fabriquée la première bombe atomique. La suivante fut réalisée grâce à une autre substance fissile, le plutonium, que l'on pouvait trouver dans les produits résultant du fonctionnement des piles atomiques de Fermi. A cette époque, la plus grande partie des physiciens d'Europe avaient fui leur pays et gagné l'Amérique pour pouvoir lutter efficacement contre le nazisme triomphant. Il y avait naturellement de nombreux juifs parmi eux (Weisskopf, Rossi, Teller, ...). La première bombe atomique explosa sur Hiroshima et, quelques jours plus tard, la seconde détruisit Nagasaki en août 1945 : cela provoqua la reddition immédiate des Japonais. Par ailleurs, les piles atomiques se développèrent considérablement après la guerre, sous la forme de centrales nucléaires, et en France l'électricité est aux quatre cinquièmes d'origine nucléaire.

Après la guerre, les physiciens se penchèrent sur la construction d'accélérateurs de particules, capables de produire des rayons cosmiques artificiels par millions toutes les secondes ; ce sont les synchrotrons. Les physiciens européens se sont alors associés pour construire le CERN entre Genève et la France. CERN signifie Centre Européen pour la Recherche Nucléaire, mais celle-ci n'a rien à voir ni avec les piles atomiques, ni avec les bombes : il s'agit de science fondamentale. Treize pays de l'Europe occidentale y participent et, actuellement, c'est dans un anneau de vingt-sept kilomètres de tour que des faisceaux d'électrons sont accélérés, puis envoyés sur des cibles, ce qui permet non seulement d'étudier la structure du proton et du neutron, mais aussi de créer des particules nouvelles à vie très brève. C'est donc l'étude de la structure intime de la matière qui continue, avec les grands accélérateurs de particules, notamment celui du CERN, le plus grand du monde.

Les équipes de physiciens qui travaillent au CERN sont de plus en plus nombreuses, et le nombre de physiciens par équipe augmente très vite. Actuellement, il n'est pas rare de trouver un compte-rendu signé par plus de cent physiciens. Beaucoup d'Américains et de Japonais viennent aussi travailler au CERN qui n'a pas son équivalent dans leurs pays. La prochaine étape, qui n'est pas encore tout à fait décidée (question finances), est l'utilisation de l'anneau de vingt-sept kilomètres de tour, non plus avec des électrons mais avec des protons, pour augmenter considérablement la puissance de l'appareil, ce qui est nécessaire pour créer, à partir d'énergie, des particules de plus en plus lourdes.

Après ce résumé très court des découvertes considérables qui ont été faites en physique des particules depuis le début de ce siècle, je souhaite dire quelques mots de mon aventure scientifique. Je n'étais pas spécialement orienté vers la science lorsque j'étais élève du secondaire. Pourtant, pendant la Première Guerre mondiale, lorsque j'étais en classe de première et de MathElem, j'ai eu un professeur de physique, jeune normalien mobilisé, dont le cours était très intéressant et qui probablement m'a donné un certain goût pour la physique. J'ai été reçu à l'X en 1920 et, là, le cours de physique était très vétuste : il n'était même pas question des quanta, découverts en 1900, ni de la relativité d'Einstein de 1905.

Sorti de l'X dans le corps des ingénieurs des télégraphes, j'ai eu à faire une année comme sous-lieutenant et deux années d'école d'application avant d'avoir un poste. En 1923, j'ai donc fait mon service militaire en Rhénanie, alors occupée par les Français, et ma principale préoccupation a été le tennis, orienté par mon camarade et ami Jean Borotra, déjà champion. Les écoles d'application (Supélec et Suptélécom) ont été suivies sans excès de zèle : beaucoup d'autres activités nous occupaient à cette époque de grande détente après la guerre, les Équipes sociales en particulier.

Le service dans lequel j'ai eu mon premier poste était celui des câbles sous-marins : alors, seuls les câbles sous-marins permettaient d'avoir des liaisons avec l'Afrique du Nord, l'Amérique, le Sénégal et autres pays d'Afrique ; ce n'étaient pas des liaisons téléphoniques car le câble sous-marin déforme les signaux, mais c'était du télégraphe Morse, avec une série de points et de traits. Nous avions un très grand réseau de câbles : Marseille-Alger, Bizerte, Oran, Brest-Casablanca, Dakar, Abidjan, Cotonou, Grand Bassam, ... Ces câbles sont posés sur le fond et parfois cassent : la réparation est un travail d'équipe, et j'ai été très heureux de passer ainsi cinq années, à huit mois par an de travail, en mer.

Après cette période, à la fin des années vingt, j'ai eu, par un heureux hasard, contact avec un de mes cousins qui travaillait dans un laboratoire de physique. C'était un petit labo privé, avec trois ou quatre physiciens seulement, créé par le duc Maurice

de Broglie, ancien officier de marine, passionné par les rayons X. Ce laboratoire, situé contre son hôtel particulier, près de la place de l'Étoile, était très dynamique, et Maurice de Broglie souhaitait l'orienter davantage sur les transmutations nucléaires qui commençaient seulement à être réalisées en Angleterre dans le grand centre de Cambridge, le plus important de notre planète. J'ai été très séduit par l'offre qu'il m'a faite de devenir son assistant, et j'ai commencé ma vie d'apprenti physicien en essayant de détecter les particules qui provenaient de la désintégration des noyaux par les rayons alpha du radium. Mais, assez rapidement, mon orientation a évolué grâce à un physicien, Bruno Rossi, venu à Paris pour voir l'amplificateur très sensible que j'avais construit. Il m'a entraîné vers l'étude du rayonnement cosmique. On ne connaissait pas très bien les propriétés de ce rayonnement qui sillonne l'espace, jour et nuit, et qui nous arrive sur terre à la cadence d'une particule (en général un noyau léger) par seconde sur la surface de la paume de la main. Nous sommes donc traversés, jour et nuit, hiver comme été, par des particules d'une énergie considérable : c'étaient les rayons cosmiques que j'avais envie d'étudier car on n'était pas confiné dans un laboratoire, mais on travaillait un peu partout sur la terre, spécialement dans les hautes montagnes où le rayonnement est plus intense et où les *primaires* sont plus nombreux. D'où les expéditions de plusieurs mois à la Jungfrau, au Pic du Midi de Bigorre et aux *Cosmiques*, petit laboratoire que nous avions construit avec les guides de Chamonix à la fin de la guerre, à 3650 mètres d'altitude, sur la pente très raide de l'Aiguille du Midi. Et puis, pour chercher ces fameux rayons en dehors de l'atmosphère, nous avons fait des expéditions de ballons-sondes, qui pouvaient monter jusqu'à trente kilomètres d'altitude en transportant des appareils de détection.

Comme, en 1936, j'ai été nommé professeur de physique à l'École polytechnique, j'ai pu créer un centre d'étude des rayons cosmiques, qui a fonctionné jusque dans les années cinquante. C'est alors que les équipes des *Cosmiques* se sont repliées sur le grand accélérateur de particules européen, le CERN, remarquablement réalisé par les physiciens de treize pays d'Europe occidentale. Dans la course avec les États-Unis, l'Europe a gagné, et le premier faisceau du CERN, avec des particules de vingt-cinq milliards d'électron-volts, a fonctionné six mois avant celui des Américains, malgré la faiblesse des moyens en hommes et en matériel des pays d'Europe occidentale après la guerre. Aujourd'hui, le grand accélérateur de vingt-sept kilomètres de tour est le seul au monde ayant cette puissance, et il attire des centaines de chercheurs venus de tous les pays du monde, en particulier des États-Unis et du Japon.

Après ma retraite, en 1972, comme professeur du Collège de France - j'avais soixante-et-onze ans - je me suis beaucoup intéressé aux problèmes européens grâce à mon expérience du CERN. C'est alors que l'on m'a demandé de présider la section française du Mouvement européen, ce que j'ai fait jusqu'en 1990.