



HAL
open science

LES RAYONS COSMIQUES ET LA PHYSIQUE DES PARTICULES A L'ECOLE POLYTECHNIQUE

L. Leprince-Ringuet

► **To cite this version:**

L. Leprince-Ringuet. LES RAYONS COSMIQUES ET LA PHYSIQUE DES PARTICULES A L'ECOLE POLYTECHNIQUE. Journal de Physique Colloques, 1982, 43 (C8), pp.C8-165-C8-168. 10.1051/jphyscol:1982806 . jpa-00222366

HAL Id: jpa-00222366

<https://hal.science/jpa-00222366>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LES RAYONS COSMIQUES ET LA PHYSIQUE DES PARTICULES A L'ECOLE
POLYTECHNIQUE

L. Leprince-Ringuet

Chers amis,

Parmi les scientifiques ayant participé au développement de la connaissance des particules fondamentales depuis 1920, je suis probablement, avec P. Auger et F. Perrin le plus âgé ici. P. Auger est un peu plus vieux mais F. Perrin et moi nous avons le même âge, nous avons été mis à la retraite du Collège de France le même jour, nous sommes de 1901 tous les deux. Il y avait Ernest Lawrence également de 1901, Heisenberg était de 1901, Fermi était de 1901, Powell était un peu plus jeune 1903, Joliot de 1900 et Blackett 3 ans plus âgé, de 1897. C'est une génération, la génération des premiers, des pionniers des particules élémentaires. Pour moi, il y a un handicap, c'est que je n'ai pas commencé la physique très jeune. Je dirais malheureusement et heureusement : heureusement parce que je n'ai pas été intoxiqué par la théorie et malheureusement parce que je n'ai jamais pu comprendre la théorie. Mais j'étais ingénieur. J'avais fait la réparation des câbles sous-marins, impliquant la connaissance des courants faibles, c'est-à-dire de l'électronique. Puis je fus pris comme assistant par Maurice De Broglie qui s'occupait des rayons X et souhaitait transformer son laboratoire, pour étudier les transmutations. Blackett avait fait un remarquable travail, c'était une dizaine d'années après la première guerre, vers 1930. Les détecteurs, à l'époque n'étaient pas très précis. Mon premier travail a été la construction d'un amplificateur (c'était mon métier d'ingénieur), un amplificateur avec une petite chambre d'ionisation d'1 centimètre environ dans laquelle les particules passaient, ionisaient et la charge était recueillie sur la grille d'une lampe électromètre. Mon appareil était très sensible et permettait de détecter des protons. Il y avait en Europe deux autres appareils analogues : l'un en Autriche et l'autre en Angleterre avec W. Williams et Ward, qui fut utilisé par Chadwick pour la découverte du neutron. Il se trouve qu'à cette époque là, Bruno Rossi est venu au laboratoire de M. De Broglie en 1931 pour précisément faire connaissance avec l'amplificateur qui avait été publié et en même temps, comme il venait de chez Bothe, il apportait sa connaissance des compteurs à fils (dont il a parlé ce matin) et des coïncidences et nous avons échangé nos techniques. J'ai commencé à fabriquer beaucoup de compteurs tout seul. J'ai fabriqué 100 à 200 compteurs qui marchaient plus ou moins bien. Et je me suis mis en contact avec P. Auger pour faire une expérience sur la variation du rayonnement cosmique en latitude. Et en 1933 nous avons, sur un bateau, avec une dizaine de cabines occupées par les compteurs plus ou moins stables, nous avons navigué de Hambourg à Buenos-Aires et retour. C'était après la première expérience du hollandais Clay utilisant une chambre d'ionisation entre la Hollande et les Indes Néerlandaises. C'était un problème important parce qu'on ne savait pas du tout à l'époque ce qu'étaient les rayons cosmiques, quelle était leur nature et les expériences que nous avons faites avec des compteurs, jour et nuit d'une façon régulière, entre Hambourg et Buenos-Aires ont confirmé qu'il s'agissait bien là de particules. Nous avons même fait les mesures sur les différentes composantes du rayonnement cosmique et leur variation en latitude. Après cela, toujours avec P. Auger et P. Ehrenfest qui est malheureusement mort très tôt, avant la guerre, nous nous sommes installés au Jungfraujoch, toujours pour essayer d'étudier les composantes du rayonnement cosmique ; la composante molle, dure, celle qui pouvait traverser 10-15 centimètres de plomb etc... Et à partir de 1936, après ma nomination comme professeur à l'Ecole Polytechnique, je suis venu ici, dans ces locaux et j'ai commencé à avoir des élèves. Le premier fut Charles Peyrou avec Lheritier, Richard Foy appartenant à ma première promotion à l'Ecole Polytechnique. A partir de 1936 nous nous sommes lancés dans

les chambres de Wilson avec la méthode de Blackett-Occhialini pour utiliser chambres de Wilson et compteurs. Le premier objectif était d'avoir une chambre de Wilson assez grande et de pouvoir faire des mesures sur l'énergie des particules car on n'avait pas d'opinion sur l'énergie moyenne ou maximum des rayons : on connaissait un peu les pouvoirs de pénétration mais pas beaucoup plus. Nous avons utilisé cette merveilleuse méthode avec une chambre de Wilson assez grande pour l'époque, qui avait 55cm de hauteur et un champ magnétique merveilleux qui était celui de l'électro-aimant de Bellevue, du professeur Aimé Cotton, heureux de voir son électro-aimant utilisé pour essayer de courber des trajectoires. L'appareil était très simple: la chambre de Wilson, du plomb et des compteurs sous la chambre. Nous avons été très étonnés, un dimanche matin après avoir passé la nuit à Bellevue et avoir obtenu une photographie d'une particule qui n'était pas déviée du tout par le champ de 13 000 Gauss sur 55cm, qui avait donc plus que 15 milliards d'électron-volts. J'ai été réveiller Monsieur Cotton ravi que des particules aient résisté à la puissance de son électro-aimant. Il y avait aussi la mesure des signes : on trouva un excès positif qui fut à l'origine de beaucoup de recherches. Il avait aussi la recherche de la nature des particules. Nous avons observé avec J. Crussard au début de 1937, bien avant le méson, des particules positives et négatives, qui étaient capables de traverser 15cm de plomb et dont l'énergie était faible : de l'ordre de 400 MeV. Par conséquent, ce ne peut pas être des protons, puisqu'il y a des particules des 2 signes. Est-ce que ce sont des électrons ? C'est peu probable, car les électrons étaient complètement absorbés par quelques cm de plomb (Carl Anderson avait fait des mesures avec la chambre de Wilson et avec des électrons dont l'énergie était inférieure à 300 MeV). Nous avons annoncé avec Crussard qu'il s'agissait probablement de particules nouvelles.

Nous avons fait cette première annonce puis nous avons eu la chance de trouver, aussitôt après la découverte de Carl Anderson, une photo qui a été présentée par Peyrou ce matin, donnant une mesure de la masse du méson grâce à un électron secondaire d'énergie convenable (méthode du choc élastique), nous avons développé cette méthode avec plusieurs collaborateurs : S.Gorodesky, E.Nageotte, R.Foix, Ch.Peyrou, M. Lheritier etc... En voici le principe : quand les circonstances sont favorables, un électron secondaire d'assez grande énergie permet de connaître la masse de la particule primaire. Un peu avant la guerre nous voulions avoir une grande chambre de Wilson (alors 75 cm). Alors nous avions construit pour l'exposition du Palais de la Découverte 1938 une grande chambre de Wilson. Et nous voulions un champ magnétique autour. Avec des bobines il fallait 8 000 ampères. C'est beaucoup ! pour Paris. Alors nous avons été trouver les dirigeants de l'industrie de l'aluminium, de Péchiney, qui nous ont donné un laboratoire dans une usine de fabrication d'aluminium, dans les Alpes à l'Argentière. Si bien que cette chambre de Wilson y a été transportée, à 1 000 m d'altitude environ et elle y était quand la guerre est arrivée. Nous avions là un champ magnétique avec la possibilité d'utiliser 8 000 a. C'est pour ça que nous avons continué à travailler à l'Argentière et c'est là que nous avons obtenu un cliché, donnant aussi avec une collision d'électrons, une masse qui était nettement supérieure à celle du méson et qui était mesurée $990 \text{ MeV} \pm 10\%$ environ.

Après la guerre, de retour à Paris, le laboratoire de l'Ecole Polytechnique s'est développé avec J. Heidman, L. Jauneau, T.F. Hoang, D. Morellet, A. Lecourtois etc... et J. Trembley et des polytechniciens qui venaient comme par exemple Claude Bloch qui a travaillé quelque temps avant d'entrer au Commissariat à l'Energie Atomique. D'autres aussi, plus jeunes, virent au laboratoire, après la guerre.

Nous avons continué à étudier les rayons cosmiques jusqu'au Congrès de Bagnères de Bigorre, c'est alors que les grandes chambres de Wilson dont Peyrou vous a parlé ce matin ont été imaginées et réalisées. Il y avait 2 têtes de files, 2 physiciens éminents qui étaient Peyrou et Grégory. Peyrou connaissait bien les chambres avec champ magnétique, Grégory avait été à MIT et connaissait les chambres avec plaques: on associa la chambre à champ magnétique et la chambre à plaques ce qui a fourni beaucoup de résultats. En 5 années, cette double chambre a fonctionné jour et nuit donnant des centaines de milliers de photographies, dont certaines ont été intéressantes : en particulier en 1953 une photographie excellente qui a montré un K s'ar-

rêtant dans la chambre et la particule qui provenait de sa désintégration, traversait beaucoup d'écrans sans produire d'interaction : c'était un μ ; à l'opposé il y avait plusieurs écrans de plomb et pas de photon, par conséquent c'était très probablement un neutrino. Donc cette désintégration a été bien signée, directement. Et alors en 1953, je m'arrête en 53, nous avions aussi un groupe d'émulsions avec lequel nous avons été nous ballader un peu partout pour étudier des phénomènes multiples : les mésons, les masses des mésons, les gerbes etc... avec en particulier L. Jauneau, D. Morellet, T.F. Hoang, J. Crussard, G. Kayas, J. Trembley et Agnès Lecourtois. Et puis d'autres après sont venus.

Au Pic du Midi c'était Ch. Peyrou, B. Grégory, A. Lagarrigue, R. Armenteros, F. Muller puis A. Astier. Ont participé non seulement les français mais aussi des étrangers comme Ronald Rao de Princeotn, Tinlot de Rochester, Destaebler de Mit et aussi B. Le Fretter, en partie. Vous savez ce qui a été étudié au Pic. Le congrès de Bagnères de Bigorre en 1953, je dirais, a sonné le glas des rayons cosmiques et c'est Powell lui-même qui, dans son discours de clôture a dit : "Messieurs, maintenant nous sommes envahis, nous sommes submergés, ce sont les accélérateurs". Effectivement, la plupart des laboratoires de rayons cosmiques dont le nôtre, ici à l'Ecole Polytechnique, puis au Collège de France, se sont orientés vers les grands accélérateurs de particules et je voudrais vous dire aussi que le mot hypéron a été annoncé pour la première fois au congrès de Bagnères. Il y avait B. Rossi, E. Amaldi, C. Powell. Et on s'est demandé comment appeler ces nouvelles particules qui s'arrêtaient, qui étaient lourdes et qui donnaient un méson. Alors on a proposé divers noms. Et je dois dire que c'est ma principale contribution à la physique, j'ai prononcé le mot hypéron : le mot hypéron n'a pas été bien accueilli par Rossi. Rossi a dit "oh, hypéron, piperone, ça va pas". Et au contraire Powell était là et a dit "oh hypéron (prononcer haiperon) merveilleux". Et on a adopté le mot hypéron. Et il a à Bagnères de Bigorre l'avenue de l'hypéron : c'est peut être le seul endroit au monde où une particule fondamentale a donné un nom à une avenue.

Maintenant je voudrais dire un dernier mot, tiré de ma leçon inaugurale au Collège de France lorsque j'ai remplacé Joliot en 1958 " Les cosmiciens qui s'attaquèrent aux problèmes de ces particules étaient en quelque sorte des aventuriers, pionniers d'une physique nouvelle. Leur laboratoire n'était pas une pièce encombrée d'appareils avec une petite pastille de polonium qui envoyait ses rayons sur des feuilles métalliques. C'était la terre, toute la terre, avec sa surface et un peu de profondeur, avec surtout l'épaisseur de l'atmosphère. Ils transportèrent leurs appareils aussi haut que possible. Les plus lourds électro-aimants et chambres de Wilson dont le poids pouvait atteindre plusieurs tonnes étaient transportés dans des laboratoires de haute montagne : au Jungfrauoch, au Pikes Peak, au Mont Eavans, sur les pentes du Mont Blanc, au Pic du Midi de Bigorre, à la Testa Gregia en Italie : ils passaient des mois, voire des années en se relayant pour servir l'exigeant et capricieux appareil et obtenir de lui quelques photos intéressantes. Ils envoyèrent également leurs appareils le long des méridiens, le long des parallèles afin de suivre les effets géomagnétiques du rayonnement, ils placèrent en profondeur, dans le fond des mines de grandes chambres, des trains de compteurs afin de connaître la composante ultrapénétrante du rayonnement et de lui arracher quelques secrets. Ils installèrent de véritables laboratoires volants dans les avions et même organisèrent des expériences en ballon stratosphérique. Certaines d'entre elles furent célèbres. Enfin des blocs épais d'émulsions nucléaires envoyés pendant plusieurs heures aux confins de l'atmosphère, à plus de 30 km d'altitude, reviennent chargés d'informations sur le comportement de tous les rayons qui les ont traversés pendant leur séjour stratosphérique : on comprend à quel point cette forme particulière d'exploration scientifique a pu lier les cosmiciens et leur donner cette fraternité internationale à laquelle je tiens à rendre hommage, tant elle m'a paru heureuse et enrichissante pendant les années correspondantes. On comprend que ces cosmiciens, épris d'altitude, d'indépendance, d'espace, de persévérance pour la découverte de l'objet rare, aient bien de la peine à venir s'enfermer maintenant, pendant toute leur vie, dans les antres des synchrotrons, esclaves des caprices d'une machine puissante, capable dans les meilleurs moments de fournir en moins d'une minute ce que les rayons cosmiques nous distillaient en

plusieurs années". Voilà le mode de vie des cosmiciens.

Et enfin, je voudrais dire pour terminer un mot sur 2 physiciens qui nous ont quittés et que j'ai bien connus. L'un, c'est Bernard Grégory qui a été un homme extraordinaire, remarquable, modeste, compétent, solide, sûr, qui avait toutes les qualités humaines, toutes les qualités de physicien, puisqu'il a été élu Directeur Général du CERN à la suite de Weisskopf et puis André Lagarrigue, qui était aussi un de mes élèves. Nous étions ensemble ici, dans cette même Ecole Polytechnique. Il est parti après ça pour Orsay où il a eu la responsabilité d'un grand laboratoire. Et il avait imaginé cette magnifique chambre bulles à liquides lourds avec Rousset, avec Musset : GARGAMELLE. Et Gargamelle vous le savez a eu des résultats extrêmement intéressants, importants sur la physique des courants faibles neutres et sur les neutrinos. Lagarrigue est mort brusquement, du cœur, en sortant d'un de ses cours à Orsay. Je tiens à saluer ici, dans une maison -l'Ecole Polytechnique- à laquelle ils ont appartenu longuement, leur mémoire de grands savants.

DISCUSSION

P. AUGER - Dans son bel exposé, Louis Leprince-Ringuer a déclaré, en citant une remarque de Powell à la Conférence de Bagnères-de-Bigorre en 1953 qu'à partir de cette époque, les accélérateurs de particules prenaient la relève des rayons cosmiques, qui passaient plus ou moins au second plan. Et pourtant même actuellement, les accélérateurs n'ont pas encore rattrapé les rayons cosmiques. Car en 1938, j'ai pu démontrer la présence dans le rayonnement cosmique primaire, de particules d'énergie supérieure à 1 million de fois le Gigavolt, par conséquent un million de fois supérieure à ce que pouvait produire les accélérateurs à cette époque. Et même maintenant que les accélérateurs dépassent de beaucoup le Gigavolt n'atteignent tout de même pas 10^{20} eV qui est l'énergie la plus élevée qui ait été évaluée pour ces rayons cosmiques. Par conséquent, le rayonnement cosmique n'est pas détroné en ce qui concerne l'énergie des particules et il a encore devant lui un bel avenir, ne serait-ce que pour savoir d'où proviennent ces particules et comment elles ont été accélérées. Vous savez que Fermi a fait une proposition très intéressante qui est que ces particules sont accélérées progressivement par des chocs sur des champs magnétiques variables donnant chaque fois un petit supplément d'énergie. Et par conséquent avec un certain nombre de ces chocs on pourrait peut être construire des particules de 10^{18} - 10^{20} électron-volts. On n'a donc pas encore, actuellement de bonne théorie de la production des particules de très haute énergie qui sont responsables des grandes gerbes de l'atmosphère, celle que, avec mes élèves, nous avons découvert en 1938 au laboratoire de Jean Perrin au Jungfraujoch.

FRETTER - "Thank you very much for reminding us of the enormous energy available in some individual cosmic ray particles compared with particules produced by accelerators.

LEPRINCE-RINGUET - Les rayons cosmiques ont la qualité, les accélérateurs donnent la quantité.