

Prix Nobel de physique 1978

Piotr Kapitza, de l'Institut de Moscou pour les problèmes de physique, a reçu l'un des trois prix Nobel de physique 1978. Cette photo le montre (au centre) avec deux de ses collègues, Vitaly Kaftanov (à droite) et Igor Gol'tvine, lors d'une visite du CERN en 1975.

(Photo CERN 304.9.75)

Le prix Nobel de physique a été attribué cette année d'une part à Piotr Kapitza, de l'Institut de Moscou pour les problèmes de physique, et d'autre part à Arno Penzias et Robert Wilson de la Compagnie des Téléphones Bell (New Jersey), à Kapitza pour ses travaux en physique expérimentale aux basses températures, et à Penzias et Wilson pour des recherches à basses températures d'une autre espèce (la découverte du rayonnement 2,7 K qui remplit la totalité de l'espace).

Kapitza est directeur de l'Institut de Moscou pour les problèmes de physique depuis sa création en 1934. Il avait travaillé auparavant avec Rutherford à Cambridge, à partir de 1921, pour devenir finalement le directeur du nouveau Laboratoire Mond en 1933.

Ses recherches à Cambridge se situaient essentiellement dans le domaine des champs magnétiques forts, mais son attention s'est ensuite portée sur les machines à basse température, et il s'est intéressé au comportement de l'hélium liquide, faisant montre d'une grande maîtrise des techniques expérimentales et d'un don remarquable d'analyse.

Se rappelant l'époque où il se trouvait à Cambridge avec Rutherford, Kapitza a naguère relaté une conversation qu'il avait eue avec son maître lors d'un dîner à Trinity College. «J'exprimai le point de vue que tout bon scientifique devait être nécessairement un peu fou. Rutherford entendit cette remarque et me demanda : «A votre avis, Kapitza, est-ce que je suis également un peu fou?» — «Oui, professeur», répondis-je. «Et comment allez-vous le prouver?», me demanda-t-il — «Très simplement», dis-je. «Peut-être vous rappelez-vous qu'il y a quelques jours vous avez parlé d'une lettre reçue des Etats-Unis, d'une grande compagnie américaine. Dans cette lettre, on offrait de vous construire un laboratoire colossal et de vous donner un traitement fabuleux. Vous avez ri de cette offre et refusé de la considérer sérieusement. Je pense que vous conviendrez avec moi que, du point de vue d'une personne normale, vous avez agi à la manière d'un fou !» Ru-



thorford a ri. Il a convenu que j'avais très probablement raison ».

Les travaux de Penzias et Wilson ont permis d'établir un lien important entre la cosmologie (l'étude de l'infiniment grand) et la physique des hautes énergies, qui est l'investigation de la structure de la matière sur la plus petite échelle possible.

Leurs mesures ont été effectuées à 4 GHz (ondes de 7 cm) en 1964-65, à l'aide d'un appareillage construit au Laboratoire Bell, pour les projets de télécommunication par satellite du début des années 1960. Un des aspects de ces projets consistait à optimiser la transmission des messages, en réduisant les signaux parasites reçus par un système à antenne et amplificateur.

Cet appareil comprenait une antenne à pavillon de 6 m d'ouverture, reliée à un amplificateur maser à rubis de 4 GHz. Le signal reçu par l'antenne était comparé à une source normalisée refroidie à l'hélium liquide et maintenue à environ 4 K.

Grâce à ce dispositif, ils ont pu ra-

masser un signal léger mais constant, dont il fut impossible de se débarrasser. Son intensité correspond au rayonnement qu'émettrait un radiateur parfait («corps noir») à la température de 2,7 K. En outre, ce signal est isotrope, non polarisé et sans indication de variation saisonnière au cours des neuf mois que dura le recueil des données.

Penzias et Wilson se sont patiemment attachés à éliminer toutes les sources possibles qui auraient pu contribuer à ce signal mystérieux. Une des précautions qu'ils durent prendre fut de chasser des pigeons qui avaient fait leur nid dans l'antenne et de nettoyer l'appareillage de leur fiente !

L'enquête n'était pas encore terminée que les cosmologues s'emparaient de cette nouvelle mesure pour alimenter la discussion sur l'origine de l'univers. Des travaux antérieurs, y compris le fameux document Alpher-Bethe-Gamow de 1948, avaient conduit à la théorie du «grand boum», dans laquelle on suppose que l'univers doit son origine à un cataclysme initial de brève durée mais de grande violence.

Dans ce cas, certaines des radiations les plus intenses de ce proto-cosmos des origines auraient pu survivre, en sorte que les plages les plus lointaines de l'univers ne seraient pas maintenant entièrement vides, mais pourraient avoir une température de quelques degrés au-dessus du zéro absolu. Les observations de Penzias et Wilson confirment en effet que l'espace est chaud.

A en croire les théoriciens, ces signaux sont les restes fossiles du rayonnement intense existant lorsque l'univers était opaque et que l'entassement des particules était un millier de fois supérieur à ce qu'il est aujourd'hui.

A la suite de Penzias et Wilson, de nouvelles mesures, y compris des expériences au-delà de l'atmosphère terrestre pour étudier les ondes ultracourtes, ont démontré que le spectre observé correspondait au rayonnement d'un corps noir.

Ces signaux en bruit de fond sont donc le renseignement le plus ancien que nous ayons jamais reçu, puisqu'il remonte à l'époque où l'univers était un agglomérat de particules libres en équilibre thermique.

Au cours des temps, l'univers s'est progressivement refroidi et les électrons ont commencé à être captés par les protons pour former des atomes. Les particules étant moins nombreuses, le nuage de radiations est entré en expansion, et sa longueur d'ondes s'est modifiée sous l'effet Doppler, pour finalement parvenir au niveau bien modeste détecté pour la première fois par Penzias et Wilson.

Les grandes lignes de l'histoire de l'univers étant ainsi esquissées, les théoriciens peuvent spéculer sur les types de particules qui existaient dans l'équilibre thermique de la «soupe» chaude originelle.

Par exemple, il semble exister un

plafond pour le nombre de types de neutrinos sans masse, existant dans l'univers initial chaud. Il s'ensuit que dans notre tableau en formation des interactions électro-faibles, qui groupent des quarks et des leptons dans une configuration définie, il y aura une limite au nombre des nouvelles variétés de quarks encore à découvrir aux plus hautes énergies.

Grâce à cette liaison entre la cosmologie et la physique des hautes énergies, nous allons pouvoir peut-être commencer, à l'aide des accélérateurs modernes, à entrevoir certains des phénomènes qui se sont produits au moment où l'univers était en formation. S'il en est ainsi, il faut en conclure que les grandes machines pourront nous révéler d'autres secrets que la découverte des structures de la matière.

Avant l'annonce des Prix Nobel, la découverte Penzias-Wilson était déjà considérée comme très importante.

Le colloque d'Argonne sur la fusion par ions lourds

Le troisième colloque de la série des réunions annuelles sur la «fusion inertielle provoquée par des faisceaux d'ions lourds aux énergies de la gamme des GeV» s'est tenu, du 19 au 26 septembre, au Laboratoire national d'Argonne. Les 158 participants venaient pour la plupart des laboratoires, universités et industries des USA, mais quelques représentants européens et japonais étaient également présents. Ils ont discuté des possibilités offertes par des impulsions intenses d'ions lourds de haute énergie en tant que solution la plus efficace pour provoquer l'implosion de pastilles deutérium-tritium fournissant de l'énergie par fusion.

Le colloque poursuivait trois objectifs. Le premier était un examen critique des conceptions proposées pour

des «modules de commande de réacteurs» de 1 MJ, qui ont été préparés à Argonne, Berkeley et Brookhaven. Cette analyse devait également décider de l'intérêt d'une expérience de démonstration utilisant les ions lourds, qui serait réalisée d'après ces conceptions, et de l'augmentation possible de leurs caractéristiques pour les porter à plusieurs MJ. Le Ministère de l'énergie des USA (D.O.E.) espère lancer une telle expérience de démonstration au début de la prochaine décennie.

Un second objectif concernait les échanges d'informations sur les progrès des programmes de fusion par ions lourds qui sont en cours dans les Laboratoires. Le troisième objectif portait sur la diffusion des réflexions actuelles sur la fusion par ions lourds, afin de renforcer le concours offert par l'in-

dustrie et l'université, comme le suggérait un récent document du Ministère de l'énergie.

La fusion par ions lourds est actuellement étudiée à Argonne, Berkeley et Brookhaven. Chaque Laboratoire a élaboré un programme d'expériences et conçu des systèmes accélérateurs pour la commande de grandes centrales à fusion de pastilles. Pour ces dispositifs de commande, on prévoit une énergie totale de 1 MJ avec une puissance de crête de 100 TW dans une impulsion mise en forme. La fréquence de répétition doit être de 1 Hz ou plus et le taux de dépôt de l'énergie est de 20 MJ/g de matériau de la cible.

Jusqu'à maintenant, Argonne a étudié des systèmes utilisant des synchrotrons à cyclage rapide avec des anneaux de stockage. Brookhaven et Ar-