

Nouvelles du CERN

Le hall de l'expérience d'ISOLDE avec, dans le coin gauche, le séparateur d'isotopes. Les lignes de faisceau se ramifient vers les divers appareils de spectroscopie, où les isotopes à vie brève peuvent être étudiés.

Le succès d'ISOLDE

Le séparateur d'isotopes en ligne, ISOLDE, est entré en service il y a deux ans au synchro-cyclotron de 600 MeV (ISOLDE et son programme d'expériences ont été décrits dans le COURRIER CERN vol. 7, page 23). Cette installation a pour but de fournir, afin de les étudier, des nucléides radioactifs, de courte période, et notamment pauvres en neutrons.

Depuis lors, les expériences de spectroscopie nucléaire et la mise au point de l'équipement se sont poursuivies en parallèle; il en est résulté, à ce jour, une installation qui à maints égards dépasse les espérances initiales.

Une des marques de ce succès est le très grand intérêt qu'ISOLDE suscite parmi les savants qui s'intéressent aux recherches sur la structure nucléaire. C'est ainsi qu'on a noté un afflux constant de visiteurs (venus du « Los Alamos Meson Physics Facility » (LAMPF), de Doubna, près de Moscou, de l'Institut Joffe, de Leningrad, du TRIUMF, à Vancouver, du SILAB, à Darmstadt, de l'Université A et M, au Texas, du « Princeton Pennsylvania Accelerator », du SIN près de Zurich, etc.), pour étudier ISOLDE afin de créer des

installations analogues dans leurs propres centres de recherche où des travaux du type de ceux menés avec ISOLDE en sont à divers stades de réalisation.

Le SC s'est révélé parfaitement adapté à ce type de recherche. Il a alimenté ISOLDE en faisceaux, les transportant avec une fiabilité exceptionnelle à travers les fondations du bâtiment du SC jusqu'au laboratoire souterrain d'ISOLDE. Au cours de l'année écoulée, l'intensité du faisceau a plus que doublé (atteignant un maximum d'environ 5×10^{11} protons par seconde focalisés en une surface d'environ 3 cm^2 sur la cible d'ISOLDE) par rapport à l'intensité obtenue il y a deux ans au début de l'expérience.

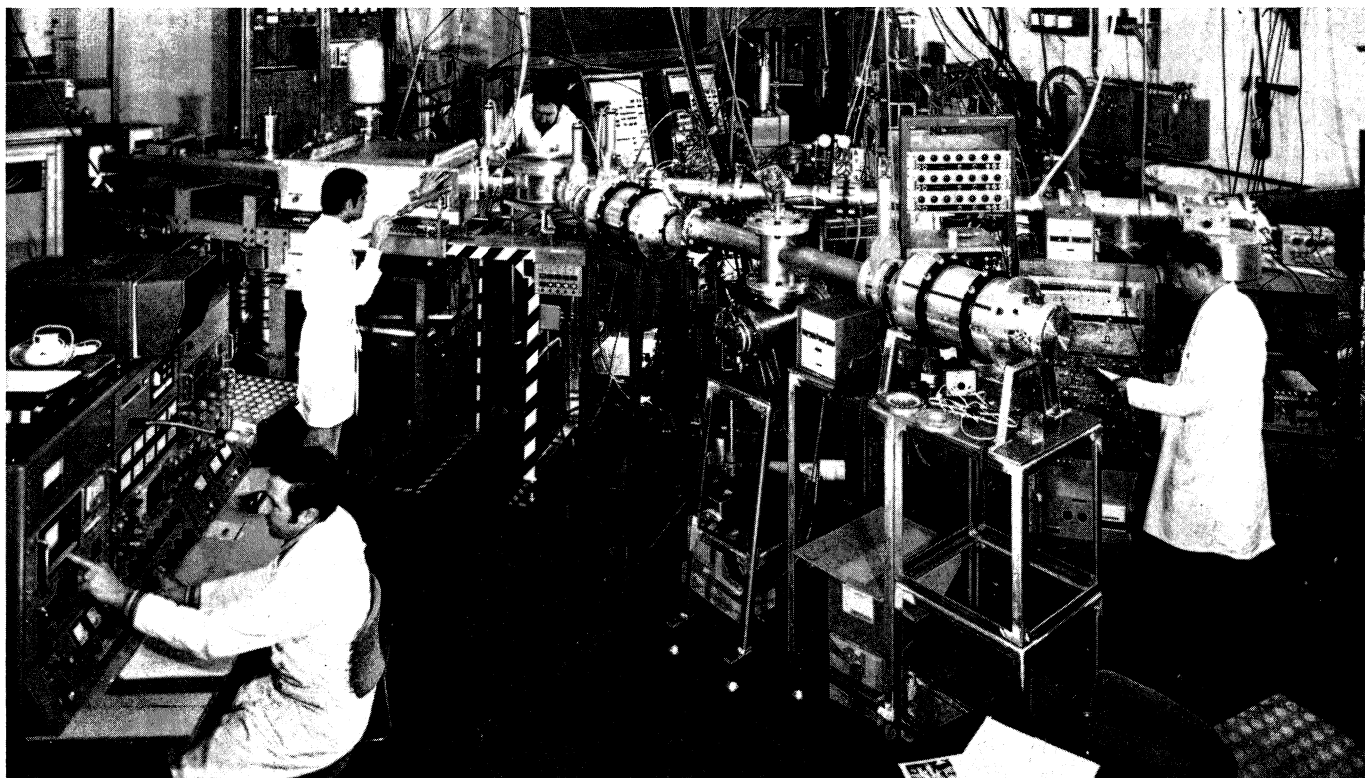
Au début de l'exploitation, les techniques de cibles donnaient lieu à beaucoup de questions et il était évident que le succès des expériences en dépendrait dans une large mesure.

Les cibles doivent offrir au faisceau des atomes appropriés de façon à produire les nucléides intéressants, et leur forme doit être telle que les nucléides puissent sortir très rapidement de la cible pour pouvoir être examinés avant leur désintégration. Il s'est révélé possible de construire, non sans difficulté, des cibles

capables jusqu'ici de répondre aux besoins. Certaines, composées de métaux fondus, sont très fiables. Ainsi l'étain fondu sert à produire les isotopes du cadmium. Un four à vide cylindrique horizontal chauffe 300 g d'étain à 1200°C . Les isotopes produits par le faisceau sont rapidement chassés par distillation et amenés à 600°C dans la source d'ions du séparateur d'isotopes le long d'une ligne de transport.

Vers la fin de l'année dernière, on a utilisé une cible pour produire les isotopes du zinc. Cette cible était composée de 300 g de germanium fondu maintenu à 1200°C . Les expériences réalisées avec cette cible ont montré que dans des conditions favorables ISOLDE peut donner aussi des isotopes riches en neutrons. Ainsi, du ^{72}Zn a été produit à partir de l'isotope stable le plus lourd du germanium — le ^{76}Ge . Malgré la section efficace très faible de la réaction $^{76}\text{Ge}(p,3p)^{72}\text{Zn}$ et la faible teneur du noyau-cible (8% de germanium stable) on a obtenu des quantités suffisantes de ^{72}Zn pour entreprendre des études sérieuses.

D'autres travaux ont porté sur les « dispositifs d'échantillonnage » qui conduisent du séparateur aux détecteurs de petits



CERN/PI 414.10.69

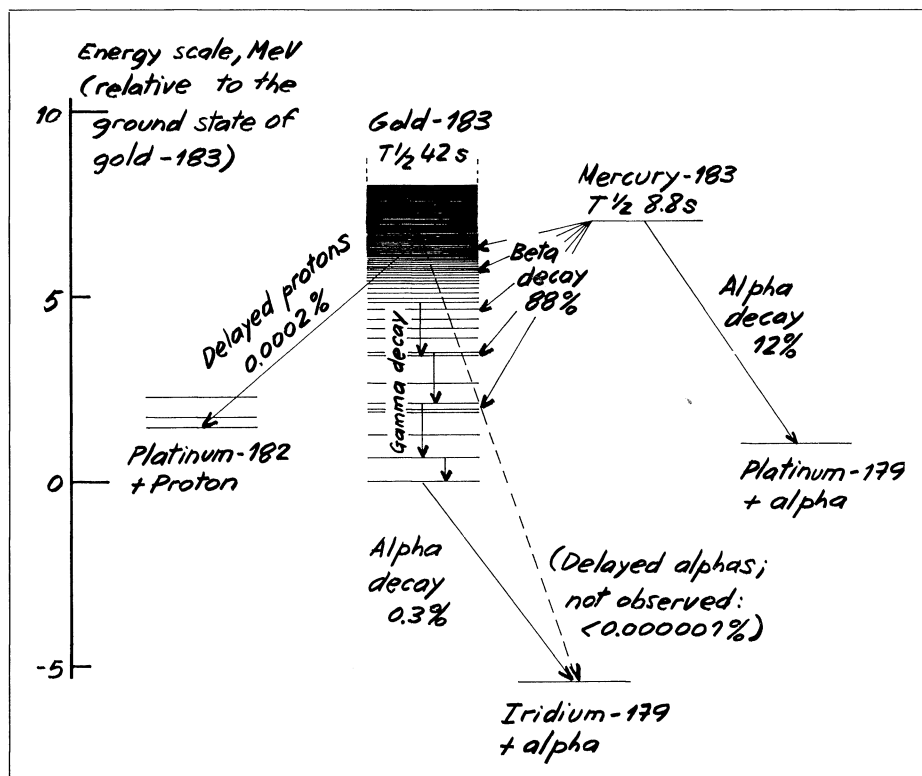
Emission de particules retardée dans la chaîne de désintégration de l'isotope 183 du mercure. Les isotopes « ascendants » (en haut à droite) se désintègrent principalement par désintégration bêta et donnent des isotopes 183 de l'or à des niveaux d'énergie supérieurs faiblement espacés. L'espacement de ces niveaux excités au voisinage du sommet du spectre est situé dans la gamme de 1 à 10 MeV et la durée de vie avant désintégration du nucléide est de l'ordre de 10^{-12} secondes. La désintégration se fait principalement par émission de rayons gamma mais l'émission de protons a été observée dans un très faible pourcentage de cas. On n'a jamais observé jusqu'à maintenant de désintégration par émission de particules alpha.

échantillons d'un nucléide afin d'en étudier le comportement. Ainsi, le séparateur peut déposer des échantillons en divers endroits d'une courroie de transport magnétique (qui les amène devant un détecteur d'électrons (qui observera toute désintégration bêta du nucléide), ou d'autres détecteurs. Sur la courroie, un signal magnétique arrête automatiquement la bande lorsque l'échantillon atteint le point de mesure. Trois dispositifs d'échantillonnage sont actuellement installés dans le collecteur du séparateur d'isotopes. Trois faisceaux d'ions nucléiques peuvent aussi être transportés plus loin dans le hall d'expérimentation, au-delà du collecteur, où un équipement de détection plus lourd est installé. Dans la plupart des expériences, ces systèmes combinés peuvent être utilisés simultanément de sorte que différentes équipes peuvent observer en même temps divers isotopes.

Il a été possible d'examiner des nucléides dont la demi-période descend jusqu'à une seconde. Les isotopes du radon, du mercure, du xénon, de l'antimoine, du zinc, de l'étain, du cadmium, du krypton et de l'argon ont été émis sélectivement par diverses cibles et séparés en faisceaux continus d'isotopes dans le séparateur.

Certains de ces isotopes peuvent subir une désintégration en chaîne et donner jusqu'à sept autres nucléides. Les isotopes du mercure, par exemple, peuvent produire des isotopes radioactifs d'or, de platine, d'osmium et de rhénium. Ainsi le nombre total des nucléides à étudier est très grand. Quelque trente isotopes de divers éléments l'ont été pour la première fois.

Pour donner une idée du caractère systématique et approfondi des études du noyau avec ISOLDE, on peut mentionner qu'on a obtenu avec une cible de plomb tous les isotopes du mercure depuis le ^{179}Hg jusqu'au ^{208}Hg . Il a ainsi été possible d'examiner 28 noyaux dont chacun possède 80 protons et de 99 à 126 neutrons. La possibilité d'étudier le noyau de manière aussi systématique est un avantage important. Il est difficile de faire un choix parmi les résultats expérimentaux — chacun des douze centres de recherche participants doit avoir une idée personnelle de leur ordre d'importance. Cependant, on s'accorde généralement à reconnaître l'intérêt de l'accroissement de notre connaissance de l'énergie qui règne à l'intérieur du noyau (la surface d'énergie nucléaire) loin de la zone de stabilité bêta (c'est-à-dire dans des conditions extrêmes



de formation du noyau). On a pu améliorer cette connaissance par l'étude systématique des énergies alpha et bêta pour un grand nombre de nucléides. Il reste néanmoins beaucoup à faire pour venir à bout des difficultés d'expérimentation qui jusqu'ici n'ont été qu'imparfaitement résolues.

Des études plus spéciales ont porté sur le processus de production de noyaux résultants fortement excités (dont les niveaux d'énergie sont très rapprochés) et sur l'influence du mode de désintégration bêta sur leur niveau d'excitation.

Les noyaux fortement excités se désintègrent généralement aussi par émission de rayons gamma mais il existe aussi une possibilité de désintégration avec émission d'un proton ou d'une particule alpha.

La recherche des particules alpha dans ces désintégrations n'a jusqu'à présent donné aucun résultat mais au cours d'une période d'expérimentation très fructueuse, vers la fin de l'année dernière, trois nouvelles sources émettrices de protons retardés ont été observées pour la première fois, la première au cours de la désintégration d'un isotope du xénon ^{136}Xe et les autres au cours de celles des isotopes ^{191}Hg et ^{193}Hg . Les sources émettrices les plus importantes de protons observées auparavant étaient les isotopes du tellurium (mesures faites à Berkeley et à Doubna). Ces études supposent l'examen d'échantillons ayant une demi-période brève (en d'autres termes de hautes énergies de désintégration), opération où précisément ISOLDE l'emporte sur les expériences précédentes grâce à la technique en ligne.

On a également étudié systématiquement les niveaux d'énergie nucléaire excités pour voir quelle répercussion a sur eux le passage du noyau de la forme sphérique à une forme altérée. Cette étude a été faite pour les isotopes du cadmium,

pour les nombres de masse 100 et au-dessus (ce qui est très proche du nombre doublement « magique » ^{100}Sn) et pour le mercure et les produits de sa désintégration juste en dessous du nombre doublement « magique » ^{126}Pb .

Pour la plupart des expériences, on a jusqu'à maintenant employé des techniques de détection très élaborées relevant de la spectroscopie nucléaire classique. On espère qu'une nouvelle technique, dont les essais sont bien avancés, pourra être utilisée prochainement. Elle servira à étudier les propriétés de l'état fondamental (spin et quantités de mouvement nucléaires) des isotopes du cadmium, par pompage optique; on mesurera le degré d'alignement dans un champ magnétique en observant l'asymétrie de la désintégration bêta le long du champ magnétique et à 90°. Cette technique empruntée à la physique atomique pour étudier les propriétés nucléaires pourrait donner des résultats importants en soi et permettra aussi d'obtenir des données solides utiles pour les études en cours portant sur les schémas de désintégration. Il devrait être possible d'employer cette technique pour les isotopes d'autres éléments comme le mercure, le rubidium et le césium.

En conclusion, les douze centres de recherche qui collaborent à ISOLDE ont pu — servis par les performances excellentes du synchro-cyclotron du CERN — mettre au point un programme très fécond d'expériences. Ils ont déjà, par un grand nombre de renseignements nouveaux, complété la connaissance de la structure nucléaire.

Laser et traces

Depuis les débuts de la physique nucléaire, le phénomène de l'amplification gazeuse joue un grand rôle en matière de détection. Il y a, par exemple, le comp-