

traversaient des cristaux. On sait que ceux-ci sont constitués d'un alignement parfait d'atomes. Je décidai de collaborer avec un groupe danois qui avait fait des expériences de canalisation de particules de basse énergie dans des cristaux. Nous avons monté une expérience au CERN. Elle consistait en quelques chambres qui donnaient avec précision la direction d'une particule entrant dans un cristal, puis en ressortant. On ne pouvait imaginer expérience plus simple en physique des particules ! Nous nous sommes placés dans un faisceau et avons eu le plaisir de voir des effets très importants. Les effets conjugués des atomes alignés conduisaient les particules de haute énergie entre les plans d'atomes. Un Soviétique avait eu alors l'idée de courber les cristaux pour voir si on pouvait infléchir les trajectoires des particules. Il fit l'expérience auprès du grand accélérateur américain, à Fermilab près de Chicago. Nous lui avons fourni des chambres à dérive de haute précision. Ô miracle ! le cristal infléchissait les trajectoires comme un aimant puissant. Il se comportait comme une série d'électrodes placées à des distances extraordinairement faibles avec une différence de potentiel de dizaines de millions de volts. Aujourd'hui, le groupe danois dévie ainsi des faisceaux de 200 GeV et on envisage cette méthode pour extraire des faisceaux secondaires de la machine envisagée pour l'an 2000, qui aura une énergie de 7 000 GeV. Je ne participe évidemment pas à la réalisation ou à l'élaboration de ces expériences, mais cet exemple illustre bien la fécondité des progrès dans l'art des détecteurs.

Vers 1974, avec un collègue parisien, devenu depuis l'un des directeurs du Laboratoire national Saturne à Saclay, mon groupe entreprit l'étude d'une méthode de radiographie du corps humain exploitant les chambres à fils.

L'idée était la suivante : si une particule de haute énergie

traverse un objet, par exemple le corps humain, elle subit fréquemment une déviation de sa direction lorsqu'elle entre en collision avec un des composants des noyaux d'atomes de ce corps. Exactement comme la collision de deux boules de billard ! Si des détecteurs mesurent la trajectoire de la particule qui entre et celle de la particule qui sort, leur point d'intersection donne la position du noyau qui a produit la déviation. Si on enregistre des millions de telles déviations, la mesure du nombre de noyaux qui ont fait la déviation donne la densité de la matière. L'avantage de cette méthode est qu'il n'est pas nécessaire de faire tourner l'objet ou les détecteurs. On a la distribution, en trois dimensions dans l'espace, des densités de matière dans le corps. Cela apparaissait comme un progrès considérable par rapport à une radiographie classique, c'est-à-dire « plane », en deux dimensions. Le scanner, déjà inventé, commençait alors sa carrière et la RMN (Résonance Magnétique Nucléaire) n'en était qu'aux balbutiements. Le désavantage sérieux de cette méthode était qu'il fallait un accélérateur pour produire les particules. En 1974, il nous semblait que les progrès des accélérateurs rendraient la méthode économique. En 1993, force est de reconnaître que nous nous sommes trompés. Mais ce fut une belle expérience.

Nous avons pour ce faire développé des chambres à fils très rapides. Nous avons fait l'expérience au CERN et à Saclay. Un œuf dur, puis un lapin que nous avons dû exécuter, puis enfin des souris cancéreuses vivantes et une tête humaine conservée dans le formol devinrent des cibles inattendues sur les aires expérimentales des accélérateurs.

Un seul de mes techniciens, René Benoit, acceptait de manipuler cette tête humaine peu engageante... que nous avions surnommée « Mémé » et que nous promenions dans

un sac de sport. Lorsque l'expérience s'est terminée, j'ai ramené la tête à Paris où mon collègue de Saclay devait la stocker dans son appartement. Cela créait d'ailleurs quelques problèmes familiaux, qui s'ajoutaient à la répugnance de son épouse pour nourrir les nombreuses souris cancéreuses lorsqu'elles transitaient par sa cuisine, en provenance de l'hôpital de Villejuif ! Ses enfants, eux, étaient enchantés. En revanche, Air France lui refusa un jour l'accès de l'avion pour Genève. Sur ce vol, un voyageur transportait un chat. Les règlements des compagnies aériennes avaient décidément tout prévu ! Mais pas la tête formolée dans un sac de sport ! Je ramenai donc « Mémé » à Paris.

Je pris soin de passer du côté français de l'aéroport de Genève pour m'éviter de franchir la douane. J'avais bien sûr oublié le portillon de sécurité des bagages. À la radiographie, l'image ne montrait aucun objet métallique. Nous avons pris soin de vérifier que la mâchoire ne contenait pas de prothèse. Hélas, intriguée par le bocal, l'agent de service, une femme, me demanda de l'ouvrir. Je lui montrai une lettre sur papier libre, d'un médecin marseillais, le Dr Salamon, de l'hôpital de la Timone, qui participait à l'expérience, me demandant de transporter la tête à des fins scientifiques. Elle alla chercher son supérieur, fort embarrassée par ce client inhabituel. Ma bonne mine et le prestige du CERN les ont décidés à me laisser passer. Or, huit jours auparavant, un grand industriel avait été enlevé. Je frémis à la pensée que j'aurais pu passer sa tête dans un bocal à l'insu de l'une des meilleures polices du monde, grâce à un subterfuge aussi grossier. Ce sont les étranges « à-côtés » de la science !

Le résultat de notre expérience était fort clair : le jour où le prix d'un accélérateur de protons de 1 GeV sera

comparable à celui d'un générateur de rayons X, notre méthode aura des applications intéressantes. Il est possible que cela soit utilisé pour faire de la radiologie humaine lorsque les accélérateurs de cette énergie seront utilisés en thérapie pour certaines formes de cancers. De telles machines sont en construction dans plusieurs pays.

Lorsque la chambre à fils fut introduite en 1968, il était évident que son unique application ne résidait pas dans la détermination de la trajectoire de particules chargées électriquement. Elle permettait de localiser avec précision tout « événement » libérant des électrons dans le gaz de la chambre. Plusieurs groupes envisagèrent immédiatement de l'utiliser pour obtenir l'image de rayonnements neutres comme les neutrons ou les rayons X, qui interagissent avec le gaz ou les parois des détecteurs pour produire un rayonnement chargé capable de libérer des électrons dans le gaz.

En Californie, commencèrent presque immédiatement des expériences visant à remplacer le film photographique habituellement utilisé pour obtenir l'image des faisceaux de rayons X diffractés par des cristaux de grandes molécules biologiques. L'amélioration permit de gagner un facteur cent en sensibilité, et donc dans la vitesse avec laquelle on prenait les données. Celles-ci étaient plus précises et le « bruit » parasite (c'est-à-dire la « pollution ») beaucoup plus bas. Je contemplais en spectateur ravi cette extension des applications des chambres à fils. La prise de nombreux brevets qui portaient sur des détails relatifs à l'extraction des informations me laissa totalement indifférent.

En 1974, j'ai eu une discussion avec le célèbre inventeur de l'« effet Mössbauer », qui avait des applications dans des domaines très variés de la science. Il voulait mener une expérience avec des chambres à fils pour avoir l'image de rayons X, mais il était préoccupé par certains défauts