

Destin d'objets scientifiques et techniques : le Cyclotron ou la sarabande des particules (4/10 - année 2018)

Publié par [ACONIT \(Association pour un Conservatoire de l'Informatique et de la Télématique\)](#), le 18 avril 2018 1.7k

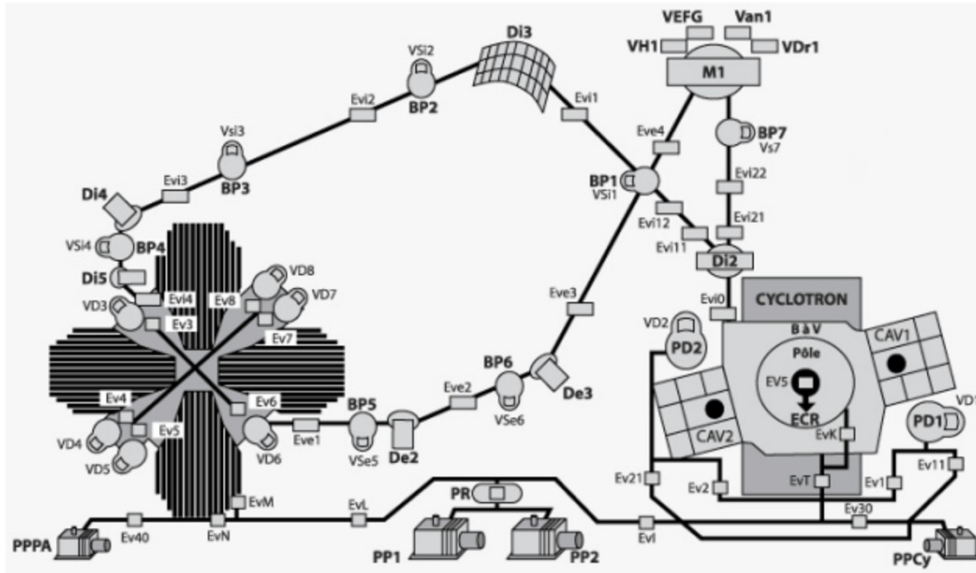


Figure d'en-tête : système général de l'installation - le cyclotron est à droite, le post-accélérateur à gauche

Par Gérard Chouteau, délégué régional PATSTEC, Aconit

en collaboration avec Cyrielle Ruffo, volontaire en service civique

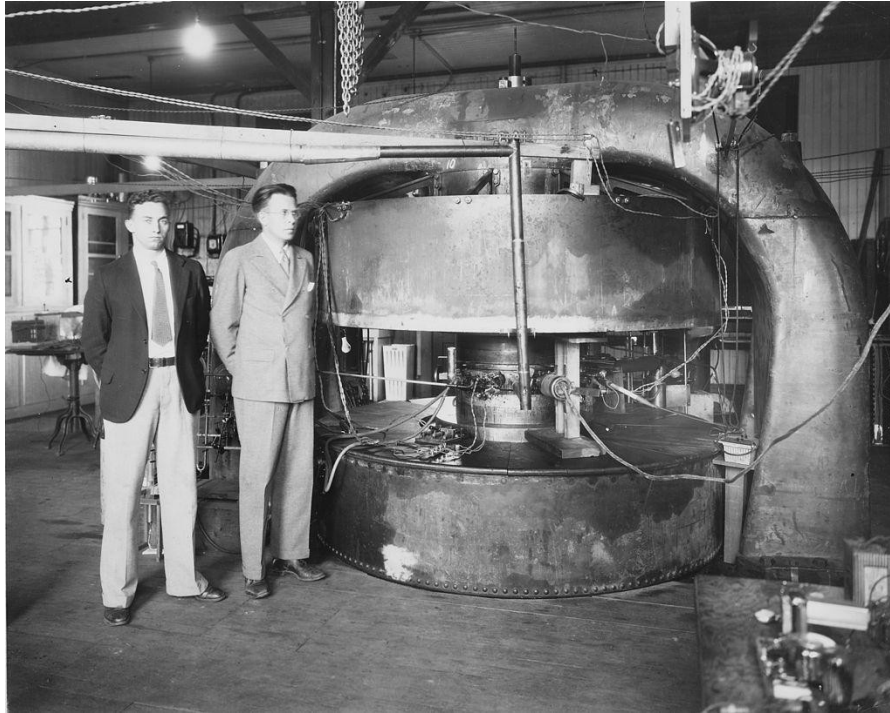
Depuis le début du XXe siècle, la Physique des Particules n'a cessé de s'étoffer et de produire de nouvelles inventions repoussant les limites du progrès. Les nouvelles machines avaient pour objectif d'explorer la structure intime des atomes et comprendre les interactions qui relient leurs composants. C'est dans ce contexte que fut créé un accélérateur de particules, le Cyclotron, quatrième sujet de notre série concernant les appareils remarquables du patrimoine scientifique et technique grenoblois, pris au sens large.

Le Cyclotron de Grenoble

A l'invitation de Louis Néel, Michel Soutif vint à Grenoble à l'Université Joseph Fourier et fut nommé professeur en 1952. Il encouragea la création de l'Institut des Sciences Nucléaires (ISN), devenu en 2003 le Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie (LPSC) de Grenoble, au sein duquel fut construit le premier Cyclotron de Grenoble.

Conçu par la société CSF (Compagnie Générale de télégraphie Sans Fil), ce cyclotron fut livré en 1968. Il comportait, à l'époque, d'importantes innovations technologiques, notamment l'injection des particules sur l'axe, invention purement grenobloise adoptée par la suite dans de nombreux cyclotrons à l'échelle mondiale, ainsi que l'invention révolutionnaire des sources d'ions performantes ECRIS (*Electron Cyclotron Resonance Ion Source*) par Richard Geller. Ces sources, adoptées aujourd'hui par tous les grands accélérateurs internationaux, ont été à l'origine d'une nouvelle physique nucléaire, celle des ions lourds, qui fut un des axes majeurs de la recherche à l'ISN. Dès sa construction, le cyclotron n'a cessé d'être amélioré et adapté à différents usages. Il a notamment servi à la synthèse de très nombreux isotopes radioactifs artificiels, aujourd'hui très utilisés en médecine, en grande partie dans le traitement local des tumeurs cancéreuses.

Bien que le cyclotron soit une invention américaine (conçu en 1931 à Berkeley et mis en service en 1932 par deux physiciens, Stanley Livingston et Ernest Lawrence), les ingénieurs français ont apporté des contributions essentielles à l'amélioration de ces accélérateurs de particules.



Stanley Livingston et Ernest O. Lawrence devant leur cyclotron au Laboratoire des Radiations à l'Université de Californie à Berkeley en 1934 (photo Wikipédia - <https://fr.wikipedia.org/wiki/Cyclotron>)

Le Cyclotron et son fonctionnement

Le fonctionnement du Cyclotron repose sur une idée simple : fournir aux particules qui servent de projectiles une énergie suffisante (énergie cinétique), dans le but de briser la cible (l'atome), pour ensuite procéder à l'examen des débris à l'aide de détecteurs appropriés.

Dans une structure de forme circulaire composée d'électrodes et d'aimants, les particules suivent une trajectoire contrainte, en étant accélérées par un champ électrique et confinées par un champ magnétique. Elles doivent donc porter une charge électrique, car les particules neutres comme les neutrons sont insensibles à ces deux champs. Plusieurs types de particules peuvent être utilisées dans le processus : des protons (positifs) ou des ions (positifs ou négatifs). Il est également possible d'accélérer des antiparticules (antiprotons, positrons).



*Construction PA : Montage final (vue d'ensemble)
Mai 1962*

Vue du post-accelérateur de l'opération SARA

Le déclin

Même si le Cyclotron de Grenoble a connu un succès scientifique réel, il n'a pas réussi à égaler les performances des grands accélérateurs internationaux. Les ingénieurs ont donc entrepris, à la fin des années 1970, une opération de « rajeunissement et d'amélioration » de la machine, qui s'est révélée indispensable pour éviter sa fermeture. Cependant, les autorités scientifiques et gouvernementales se montrèrent peu enclines à engager d'importants crédits pour cette opération de renouvellement, d'autant que le choix de la direction de l'IN2P3 (Institut National de Physique Nucléaire et Physique des Particules), dont l'ISN dépendait, se portait vers la construction du Grand Accélérateur National d'Ions Lourds (GANIL), à Caen.

Néanmoins, de nombreuses personnes se sont activement mobilisées pour assurer la survie du cyclotron : les personnels de l'ISN qui, du technicien au chercheur, avec le soutien actif du directeur, élaborèrent un plan, dans l'objectif de lui donner une vie nouvelle. Ainsi fut lancée l'opération SARA*, dont l'idée était simple : injecter les particules accélérées par le cyclotron dans un second accélérateur, ou post-accélérateur situé en aval, après avoir augmenté leur état de charge par « stripping » (ou passage dans une feuille mince). Ce processus permettait d'obtenir un gain considérable en énergie, ainsi que d'utiliser des particules encore plus lourdes.

Le projet développé en collaboration avec l'Institut de Physique Nucléaire de Lyon sortit donc du cadre strictement grenoblois pour devenir régional. C'est grâce à cette nouvelle portée qu'il put recevoir un financement de la Région Rhône-Alpes. L'opération SARA fut donc inaugurée en 1982.

L'aventure se poursuivit pendant plus de dix ans, ponctuée de résultats scientifiques de niveau international. L'ISN devint une référence en matière d'utilisation des cyclotrons pour la médecine. L'opération SARA a généré plus de 20 cyclotrons pour la médecine nucléaire en France, plus de 200 en Europe, et plus de 1200 dans le monde. Elle a ainsi laissé son empreinte dans le monde de la recherche médicale.

Mais la concurrence avec les grands accélérateurs était trop inégale et entraîna la fermeture du post-accélérateur en 1990, suivie de celle du cyclotron en 1998. Actuellement, les chercheurs du LPSC ont réorienté leur activité vers la cosmologie, et nombre d'entre eux travaillent désormais auprès du Grand Collisionneur de Hadrons (Large Hadron Collider) de Genève.

Toute l'épopée du Cyclotron nous montre une belle histoire, qui s'inscrit dans la tradition grenobloise. Les prolongements de cette invention ont marqué le domaine de la physique, par la création des synchrotrons, génération d'accélérateurs de particules plus modernes et plus performants.

* Les informations relatives au projet SARA sont extraites du rapport interne « Avant-Projet du LPSC pour une utilisation des cyclotrons SARA à usage pédagogique, Bernard Sylvestre-Brac ».