L'IPN d'Orsay : cinquante ans de recherche

René Bimbot

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/histoire-cnrs/510>
DOI : 10.4000/histoire-cnrs.510
ISSN : 1955-2408

Éditeur

CNRS Éditions

Édition imprimée

Date de publication : 3 novembre 2006
ISBN : 978-2-271-06452-3
ISSN : 1298-9800

Référence électronique

René Bimbot, « L'IPN d'Orsay : cinquante ans de recherche », *La revue pour l'histoire du CNRS* [En ligne], 15 | 2006, mis en ligne le 23 novembre 2008, consulté le 20 mai 2021. URL : <http://journals.openedition.org/histoire-cnrs/510> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/histoire-cnrs.510>

Ce document a été généré automatiquement le 20 mai 2021.

Comité pour l'histoire du CNRS

L'IPN d'Orsay : cinquante ans de recherche

René Bimbot

- 1 Les premières années du laboratoire de physique nucléaire, première unité autour de laquelle allait s'organiser l'Université d'Orsay, furent endeuillées par la disparition de ses deux fondateurs, Irène Joliot-Curie qui l'avait créé en 1956 et qui mourut la même année, et Frédéric Joliot qui en assura la direction de 1956 à son propre décès, en 1958. Ce laboratoire, devenu « Institut de physique nucléaire » (IPN) en 1966¹ a connu, en 50 ans, une évolution considérable qui touche à la fois les thèmes scientifiques traités, les grands équipements mis en œuvre, les moyens techniques et humains et l'organisation de la recherche.
- 2 En 1956, la physique nucléaire est une science en pleine expansion. Trois grandes lignes de recherche se dessinent, l'étude de la structure des noyaux atomiques, celle du mécanisme des réactions nucléaires engendrées par collisions de protons ou de projectiles plus lourds avec des noyaux stables, et la physique des hautes énergies, qui deviendra la physique des particules, et dont le développement s'organise déjà au Cern². Le tout nouveau laboratoire d'Orsay comprend des physiciens et chimistes expérimentateurs, bientôt rejoints par un groupe de théoriciens³ qui constitue le noyau de la future Division de physique théorique. Celle-ci s'illustrera par de brillantes publications, notamment sur le potentiel nucléaire (potentiel de Paris), sur la force nucléaire, dite « effective », et sur le chaos quantique⁴.
- 3 En une quinzaine d'années, l'IPN se structure autour de trois machines, un synchrocyclotron (SC) à protons de 157 MeV, opérationnel dès 1958, un ensemble accélérateur d'ions lourds (ALICE) qui démarre en 1970 et un accélérateur électrostatique du type tandem, à partir de 1972. En même temps sont mis en place une solide infrastructure administrative, et de puissants services techniques spécialisés dans la mécanique, l'électronique pour la physique, l'électronique pour accélérateurs, la cryogénie⁵... L'Institut de physique nucléaire constitue alors une structure pratiquement autonome, capable de mener entièrement ses recherches par ses propres moyens.

- 4 Grâce à son énergie élevée, le SC auquel sont adjoints un gros analyseur magnétique et un séparateur d'isotopes, permet d'explorer la structure du noyau, en particulier celle de ses couches profondes, et de synthétiser un grand nombre d'isotopes afin d'étudier leur structure par spectroscopie nucléaire. La haute résolution du tandem en fait également un outil privilégié pour les études de structure des noyaux. Premier au monde à accélérer un faisceau d'ions de krypton en 1970, l'ensemble ALICE est d'abord consacré à la recherche d'éléments super lourds, bien au-delà de l'uranium⁶. Cette recherche, qui met en jeu des collisions (krypton+uranium) s'avère infructueuse⁷, mais elle conduit à la découverte de réactions nucléaires d'un type nouveau, mettant en jeu d'importants échanges de matière nucléaire entre les noyaux en collision. En ouvrant l'accès à la dynamique des noyaux lourds en interaction⁸ et à une véritable thermodynamique de la matière nucléaire, l'étude de ces réactions nouvelles marque l'essor de la physique des ions lourds⁹.
- 5 À la fin des années 1970, les succès de la physique nucléaire, et une première phase de concentration de ses moyens, conduisent à la construction de deux machines nationales, Saturne II, née en 1979 d'une modification du synchrotron à protons Saturne de Saclay, et destinée à étendre aux hautes énergies la physique développée au SC, et le grand accélérateur d'ions lourds Ganil, mis en service en 1983 à Caen, dont l'énergie élevée et la gamme d'ions complètent les domaines accessibles sur ALICE. Ingénieurs et chercheurs de l'IPN prennent une part importante dans la réalisation de ces accélérateurs et de leurs grands équipements, comme les spectromètres, mais ils souhaitent conserver leurs machines locales dont le potentiel n'est pas épuisé. Cependant, les difficultés économiques résultant notamment des chocs pétroliers de 1974 et 1979, ont eu une incidence néfaste sur les budgets de la recherche. Malgré tous ses efforts et l'ouverture de plus en plus grande de ses machines à des utilisateurs extérieurs, l'Institut de physique nucléaire ne peut empêcher la fermeture d'ALICE en 1985 ni, en 1989, celle du SC qui avait été rénové en 1978. Il ne peut pas davantage obtenir l'accord des instances supérieures pour la construction à Orsay d'un cyclotron cryogénique, produisant des faisceaux multiples, qui permettrait de recentrer l'ensemble des activités des physiciens et chimistes du laboratoire. Le SC est reconverti à la protonthérapie (radiothérapie du cancer par faisceaux de protons) en 1991, après une énergique action de prospection menée par l'IPN¹⁰. Le cyclotron cryogénique sera finalement financé par la Hollande, construit et testé à Orsay sous le nom d'AGOR de 1987 à 1994 et transporté en 1995 à Groningen où il fonctionne depuis lors.

- 6 Vue aérienne de l'IPN d'Orsay et du CSNSM après 1980. On distingue notamment, à gauche, au premier plan, le petit bâtiment de l'accélérateur ALICE, où fut aussi construit AGOR, avec, juste au-dessus un bâtiment en L commun à l'IPN et au CSNSM, et encore au-dessus, un bâtiment en T qui appartient au CSNSM. À droite du bâtiment en L un gros bloc carré abrite le synchrocyclotron (aujourd'hui Centre de protonthérapie)

et, encore plus à droite, la tour de 20 mètres initialement construite pour l'accélérateur de 4 MeV, où se trouvent aujourd'hui les services de cryogénie. Au-dessus de cette tour, le bâtiment 102, historiquement le premier construit avec celui du synchrocyclotron, et face à lui, l'imposant bâtiment 100, qui accueille notamment l'administration de l'IPN, sa bibliothèque, et la majorité des groupes de recherche, et se prolonge au fond à gauche par le gros bloc de l'atelier de mécanique. Enfin, de l'autre côté de la route, en haut à gauche de la photo, l'accélérateur tandem est facilement identifié grâce à sa rotonde qui abrite la salle des faisceaux. En haut à droite, le restaurant du personnel de l'Université et des logements de fonction. © IPN d'Orsay.

- 7 Les années 1980 sont aussi marquées par la croissance des activités non nucléaires à l'IPN. Cette évolution concerne le groupe de radiochimie de l'Institut, qui a étendu ses recherches à divers aspects de la chimie classique (comme la chimie des lanthanides, éléments stables, en complément de celle des actinides, tous radioactifs), mais aussi des physiciens expérimentateurs qui s'intéressent aux interactions des faisceaux avec la matière, d'autres qui développent des imageurs pour la biologie en adaptant les technologies nucléaires, et certains théoriciens, dont les travaux couvrent des domaines relevant de la physique des particules, et d'autres branches de la physique. Dans les années 1990, une majorité de chercheurs de l'IPN travaillent sur les machines nationales ou au Cern, et souvent en collaboration avec d'autres laboratoires français et étrangers. Les faisceaux du Ganil permettent de communiquer aux noyaux des énergies d'excitation élevées (c'est le domaine des noyaux chauds), mais aussi d'avoir accès à des régions encore inexplorées de la carte des isotopes (les noyaux dits « exotiques »), et de produire des faisceaux secondaires d'isotopes radioactifs prometteurs pour l'avenir de la discipline. De son côté, Saturne II a ouvert l'accès à l'étude de la structure intime des noyaux, avec des recherches portant notamment sur les mésons, particules fugaces responsables des interactions entre les nucléons, c'est-à-dire des forces qui assurent la cohésion des noyaux. Ces expériences menées sur les accélérateurs nationaux nécessitant le développement de spectromètres et de détecteurs performants, une grande partie du temps et des crédits du laboratoire est investie dans la réalisation de ces équipements.
- 8 À l'IPN, les recherches menées sur la seule machine restante, le Tandem, couvrent à la fois des domaines de physique nucléaire, tels que l'étude des noyaux en rotation rapide (états de hauts spins), et de physique non nucléaire, comme les interactions faisceau-plasma et les effets de l'impact d'ions lourds et d'agrégats accélérés sur des surfaces métalliques. Pour cela, des lignes de faisceaux sont aménagées, des sources d'ions très particulières sont construites. C'est ainsi qu'en 1992, le Tandem est le premier au monde à accélérer des faisceaux de fullerènes (comme C₆₀, molécule sphérique creuse formée de 60 atomes de carbone) destinés aux études des interactions agrégats-matière.
- 9 L'autre caractéristique de ces années 1990 est le renforcement des collaborations internationales, au Cern – ou un groupe de l'IPN vient notamment de s'engager dans des expériences visant à provoquer, à haute énergie, la dissolution de la matière nucléaire en un plasma de quarks et de gluons – et au-delà du Cern. Tous les accélérateurs du monde sont ouverts aux équipes étrangères, et les chercheurs du laboratoire d'Orsay utilisent abondamment les machines allemandes, belges, italiennes, voire américaines et japonaises, sans oublier AGOR, à Groningen, et l'ESRF qui vient d'être mis en service à Grenoble.

- 10 Mais l'ère des machines nationales s'achève déjà... Saturne II est fermé en 1997 et Ganil, en même temps qu'il accroît ses potentialités (augmentation d'intensité, élargissement de la gamme d'ions accélérés, production de faisceaux radioactifs), acquiert le statut de machine européenne.
- 11 En ce début de XXI^e siècle, les activités des expérimentateurs de l'IPN se répartissent entre recherche nucléaire pure ou à la frontière de la physique des particules (exploration de la matière nucléaire dans ses états extrêmes, recherche de transitions de phase, étude de la structure des nucléons dans les noyaux, détection de rayonnements cosmiques de très haute énergie¹¹), et activités pluridisciplinaires (travaux de physique et de chimie sur le cycle du combustible nucléaire et les réacteurs du futur, interactions des ions et agrégats avec la matière, recherches menées à l'interface de la physique et de la biologie). Le tandem d'Orsay, dont les capacités viennent de s'enrichir par l'adjonction d'un petit accélérateur linéaire d'électrons (ALTO), délivrera bientôt des faisceaux de noyaux exotiques riches en neutrons, précieux outils pour les études de structure nucléaire loin de la stabilité.
- 12 Les services techniques de l'IPN, et en particulier la division « Accélérateur » récemment créée, s'investissent aussi bien dans des projets de recherche concernant les chercheurs de l'Institut que dans des programmes nationaux ou internationaux comme la construction du LHC au Cern, la conception d'accélérateurs de très haute intensité destinés aux futures générations de réacteurs, dits « hybrides » et le projet d'accélérateur de faisceaux radioactifs Spiral 2 au Ganil.
- 13 Ainsi, à travers toutes les mutations qui ont marqué un demi-siècle d'existence, et malgré l'érosion de son effectif scientifique et technique qui a marqué ces 20 dernières années¹², l'Institut de physique nucléaire d'Orsay a toujours été et demeure une formidable machine de recherche¹³. Parmi les cent découvertes figurant au palmarès publié par l'université d'Orsay à l'occasion de son cinquantenaire¹⁴, dix sont le fruit des travaux de ce grand laboratoire.

NOTES

1. L'IPN a été rattaché à l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules lors de la création de celui-ci en 1971 (voir *Vingt-cinq ans de recherche à l'IN2P3*, édité par Jean Yoccoz, Frontières (1996)).
2. Créé en 1955, le « Centre européen de recherche nucléaire » est devenu aujourd'hui « Laboratoire de recherche européen de physique des particules » (voir *Infiniment CERN, Témoins de 50 ans de recherche*, Éditions Suzanne Hurter, Genève, 2004).
3. Ces premiers chercheurs, ainsi que les techniciens et ingénieurs qui composent alors le laboratoire d'Orsay sont issus principalement de l'Institut du radium (Paris) et du Collège de France.
4. Voir *50 ans de physique théorique à l'IPN d'Orsay* par O. Bohigas et al, in IPN Science, Numéro 9 Spécial « Année mondiale de la Physique », pp. 20-27 (juin 2005).

5. Plus tard seront créés d'autres services spécialisés notamment dans l'informatique, et dans le traitement des signaux et des processus.
 6. Et de la dizaine d'éléments transuraniens (plus lourds que l'uranium) connus alors.
 7. L'îlot d'éléments super lourds de numéros atomiques Z allant de 114 à 126 n'a toujours pas été mis en évidence aujourd'hui.
 8. Auquel la fission constituait jusqu'alors le seul moyen d'accès.
 9. Voir le film *Alice ou l'essor des ions lourds* par R. Bimbot. Réalisation : D. Garabédian et S. Guyon (ENS production, 1985).
 10. Il est aujourd'hui intégré à l'Institut Curie et traite environ 400 patients par an.
 11. Ce dernier thème relève de la toute nouvelle discipline appelée « Astroparticules ».
 12. Composé d'environ 150 personnes en 1957, l'effectif de l'IPN (chercheurs, ingénieurs, techniciens et administratifs confondus) s'est élevé jusqu'à 600 personnes dans les années 80 et n'est plus aujourd'hui que d'environ 400 personnes.
 13. Voir *IPN Science*, numéro 9, Spécial « Année mondiale de la Physique » (juin 2005).
 14. Voir *Les 100 plus belles découvertes d'Orsay*, par R. Bimbot et al, Vuibert, Paris (2005).
-

RÉSUMÉS

L'Institut de physique nucléaire d'Orsay, fondé en 1966, célèbre ses 50 ans. Son histoire a été conditionnée par les motivations scientifiques, mais aussi par l'évolution sociale et politique de la France.

The Orsay Institute of nuclear physics, founded in 1966, celebrates its 50 years. Its history was conditioned by scientific motivations but also by the social and political evolution of France.

AUTEUR

RENÉ BIMBOT

René Bimbot, agrégé de physique et docteur es sciences, est directeur de recherche émérite à l'IPN et au CNRS.