



Avant-propos

L'

Institut national de physique nucléaire et de physique des particules coordonne les programmes de physique nucléaire et des hautes énergies pour le compte du CNRS et des universités, en partenariat avec le CEA. Ces recherches ont pour but d'explorer la physique des particules élémentaires et leurs interactions fondamentales, ainsi que leur assemblage en noyaux atomiques, et d'étudier les propriétés de ces noyaux. Les instruments utilisés pour réaliser une telle exploration sont des détecteurs de particules placés auprès de grands accélérateurs de haute énergie; ce sont aussi des instruments au sol ou embarqués observant les rayons cosmiques (astroparticules) de haute énergie, émanant de phénomènes violents observés dans l'Univers, ou les manifestations cosmologiques de la physique des particules. Ces recherches se font dans un cadre international.

Parmi les résultats les plus remarquables obtenus au cours de ces dernières années, nous devons saluer la moisson de résultats obtenus auprès du LEP, le collisionneur électron-positon du Cern. Cette moisson s'est soldée par une avancée spectaculaire de notre compréhension du monde des particules élémentaires, qu'il s'agisse de la validité du Modèle standard, de la recherche du chaînon manquant, le boson de Higgs, ou de celle de la manifestation d'une nouvelle physique au-delà du Modèle standard.

Concernant l'asymétrie entre matière et antimatière, les résultats de l'expérience Babar, installée sur l'anneau de stockage e^+e^- à Slac (Stanford, USA), ont dévoilé de nouveaux aspects de cette asymétrie et ont eux aussi mis à l'épreuve le Modèle standard, confirmant sa robustesse.

Le secteur de la physique des neutrinos est particulièrement actif, notamment sur la question de savoir si le neutrino est sa propre antiparticule. Ainsi, la construction de l'expérience Nemo, sous le tunnel de Fréjus, a été achevée.

Enfin, dans le domaine de la physique des particules, les équipes de l'IN2P3 se préparent aux expériences auprès du LHC, le futur collisionneur proton-proton au Cern, qui démarreront en 2007 et feront du Cern, pour de nombreuses années, la capitale mondiale de la physique des particules.

Il est à noter que l'ensemble des activités de physique des particules, en conjonction avec la cosmologie, permet de jeter un regard nouveau sur l'origine de la matière.

Dans le domaine de la physique nucléaire, citons plusieurs découvertes importantes:

- les découvertes au Ganil à Caen d'un nouveau type de radioactivité (« la radioactivité deux protons »), d'un nouveau noyau, doublement magique (le nickel 48), de noyaux avec des structures nouvelles (les noyaux à halo Borroméens, où deux neutrons s'éloignent du cœur du noyau formant une structure à trois corps);*
- la recherche au Ganil du « tétranutron », noyau constitué de quatre neutrons dont l'existence, si elle était confirmée, bouleverserait notre compréhension des forces nucléaires;*
- la recherche de l'hyperdéformation du noyau, qui a fait l'objet d'une expérience de très grande statistique auprès du multidétecteur gamma européen Euroball installé au Vivitron à Strasbourg; une analyse des structures collectives de ^{126}Ba a clairement mis en évidence une structure en vallée d'hyperdéformation,*
- l'étude du plasma de quarks et de gluons, qui se poursuit au SPS du Cern, au Rhic à Brookhaven et qui se prépare au Cern auprès du LHC;*



- la description du proton et des noyaux légers (deuteron, He) en termes de quarks et de gluons, qui a connu des avancées majeures avec la théorie des distributions généralisées de partons et les expériences au TJNAF aux États-Unis. Ces activités de physique nucléaire sur le proton et les noyaux exotiques apportent, en liaison avec la nucléosynthèse dans le big-bang et dans les étoiles, un regard nouveau sur l'origine des éléments.

En cosmologie, la science de l'origine de l'Univers, la découverte d'une nouvelle forme d'énergie, l'énergie noire (peut-être l'énergie du vide), est la découverte la plus spectaculaire de ces dernières années pour l'IN2P3. Cette découverte est établie par la convergence notamment des résultats provenant de l'observation des supernovæ lointaines et du fond diffus cosmologique à 2,7 K. Les équipes de l'IN2P3 ont joué un rôle de premier plan dans les deux cas. Notons aussi les magnifiques résultats sur la recherche de la matière noire sous forme de particules, obtenus dans le Laboratoire souterrain de Modane, sous le tunnel de Fréjus, et qui figurent parmi les meilleurs du monde.

Dans le même temps, l'IN2P3 contribue fortement aux recherches sur l'observation de l'Univers avec de nouveaux messagers (neutrinos, rayons cosmiques de haute énergie, particules très massives dans l'Univers, ondes gravitationnelles), que l'on associe au domaine émergent des astroparticules qui est une des priorités du CNRS. Les premiers résultats de l'observation des rayons gamma de haute énergie avec l'observatoire Hess en Namibie apportent des réponses nouvelles sur l'origine des rayons cosmiques.

Il est à noter que tous ces domaines, physique des particules, physique nucléaire, cosmologie et astroparticules, contribuent à faire progresser la compréhension de la physique des origines de la matière, des éléments et de l'Univers, thèmes qui interpellent un très large public.

En complément, l'IN2P3, souvent en relation avec des entreprises de haute technologie, conduit des développements sur le traitement intensif des données (calculateurs mis en réseaux dans le cadre du projet Grid pour le LHC et pour lequel le Centre de calcul de l'IN2P3, le CCIN2P3, joue un rôle de premier plan), sur l'instrumentation de l'infiniment petit et de l'extrêmement rapide, et sur des techniques d'accélération. Dans le domaine de l'énergie nucléaire, l'IN2P3 a conduit plusieurs axes de recherches en amont. Ainsi, l'IN2P3 a développé le concept de réacteurs nucléaires sous-critiques couplés à des accélérateurs pour l'incinération des déchets hautement radioactifs à vie longue: un modèle a été réalisé par l'IN2P3 en collaboration avec le CEA à Cadarache. Par ailleurs, l'IN2P3 développe le concept de réacteurs à neutrons thermiques ou épithermiques au thorium, fondé sur la technologie des sels fondus pour un déploiement éventuel d'une filière produisant peu de déchets et moins proliférante: une plateforme de test est en cours de construction. D'autres ouvertures interdisciplinaires qui font appel à la physique nucléaire et des hautes énergies (imagerie médicale, traitement du cancer par des accélérateurs...) sont activement poursuivies.

Le succès des expériences repose sur la coordination de l'important potentiel d'ingénieurs et de techniciens, organisés autour de projets structurés et fédérateurs, permettant de faire émerger des idées nouvelles génératrices de retombées technologiques. Enfin, au cours de ces dernières années, l'Institut a attaché une importance particulière à la formation des jeunes, au développement de l'attractivité de ses thématiques et au transfert des connaissances et du savoir-faire instrumental des laboratoires de l'Institut vers d'autres organismes et vers le monde industriel.