

# Préambule

Le LAPP est l'un des 18 laboratoires de l'Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules (IN2P3), institut du CNRS qui regroupe les moyens liés à ces deux domaines de recherche, et dont il reçoit la quasi-totalité de son budget d'équipement et de fonctionnement. Le LAPP accueille également le laboratoire de physique théorique LAPTH.

Le LAPP a le statut d'Unité Mixte de Recherche (UMR) entre le CNRS et l'Université de Savoie, dans le cadre d'un contrat quadriennal dont le premier renouvellement s'est effectué en 1999. Dans le cadre d'un Département de Recherche rattaché à la Présidence de l'Université, le LAPP confirme ses liens déjà anciens avec l'Université de Savoie.

Le LAPP compte environ 200 personnes. Sur les 150 permanents, près de 70 sont chercheurs CNRS ou enseignants-chercheurs et 80 sont des personnels techniques et administratifs. Il s'y ajoute, en équivalent temps-plein, une quarantaine de visiteurs et de doctorants (étudiants préparant une thèse). Enfin, plusieurs dizaines d'étudiants (40 à 50 selon les années, IUT, Maîtrise, Ecoles d'Ingénieurs, DEA...) séjournent chaque année au laboratoire pour des stages d'une durée de un à six mois.

## INTRODUCTION

Créé en 1976, le LAPP est un laboratoire jeune et dynamique dont la notoriété s'affirme toujours plus. A travers son programme expérimental qui aborde pratiquement toutes les grandes questions posées actuellement en physique des particules, il confirme que le pari de créer un laboratoire de pointe dans un site éloigné de la capitale et proche du CERN a été largement gagné.

Les équipes de recherche, en collaboration avec 48 pays, assurent au laboratoire un rayonnement international toujours plus apparent dans ses retombées scientifiques, humaines et économiques tant sur l'agglomération d'Annecy que sur le département de Haute Savoie.

La vie du laboratoire est organisée autour, d'une part, d'expériences en cours de prises de données, produisant les informations qui seront analysées pour répondre aux grandes questions posées par la physique et, d'autre part, d'expériences en construction qui nous donneront des moyens d'investigation performants pour la prochaine décennie. Les services techniques du laboratoire sont optimisés autour de ces deux activités.

Ce rapport couvre la période 1998-1999. Il donne une description des activités du laboratoire concernant la recherche et les technologies associées, l'enseignement et la formation. Il présente l'état des structures de fonctionnement et du personnel du laboratoire fin 1999. Un lecteur curieux des détails

n'y trouvera probablement pas tout ce qu'il aimerait connaître, nous l'invitons donc à prendre contact avec les responsables des activités décrites, ils auront à cœur de le satisfaire.

## LES EXPÉRIENCES EN PRISE DE DONNÉES

Au cours des deux années couvertes par ce rapport, cinq expériences du laboratoire ont enregistré des données. Trois expériences sont consacrées à l'étude des collisions  $e^+e^-$ , deux auprès du LEP (CERN, Genève) : ALEPH et L3, et une au SLAC (Stanford, USA) : BaBar. Deux autres expériences sont installées auprès du SPS du CERN, l'une dédiée à la recherche des oscillations neutrinos: NOMAD, et l'autre à la recherche du plasma de quarks et de gluons: NA50

### Les expériences auprès des collisionneurs $e^+e^-$

Le LEP dont l'énergie vient de dépasser les 200 GeV par faisceau, a été l'un des éléments phare de ces deux années. Les équipes du LAPP ont eu des contributions majeures à la fois dans l'analyse des données, le fonctionnement et l'amélioration des appareillages.

#### • ALEPH

Tandis que le groupe continuait ses nombreuses tâches d'intérêt général pour l'expérience, il s'est concentré, pour ce qui est de la physique et de l'analyse des données, sur les problèmes relatifs au modèle standard et au-delà: analyses finales sur les données de LEP1 et, pour ce qui est des données de LEP2, il s'est tourné vers les canaux avec deux et quatre leptons dans l'état final.

#### • L3

Le groupe a poursuivi sa participation déterminante à la prise des données de l'expérience. Il assume des responsabilités très importantes dans le contrôle de l'acquisition, dans la surveillance en ligne, la maintenance, la calibration et l'analyse des données enregistrées par le calorimètre électromagnétique. Il a la pleine responsabilité du système de déclenchement de second niveau. La coordination générale de l'acquisition a été assurée en 1998 par un physicien du groupe. D'autre part, concernant l'analyse des données, le groupe s'est fortement investi: tests de QCD, recherche de particules supersymétriques et élaboration de générateurs d'événements. Il a présenté ses résultats, ainsi que ceux du LEP, dans de nombreux colloques à l'étranger. Le groupe participe au programme de calcul automatique des diagrammes de Feynmann.

#### • BABAR

L'étude de la violation de CP présente un caractère essentiel dans la mesure où, en plus d'un nouveau test du modèle standard, elle doit fournir une meilleure compréhension de

l'asymétrie entre matière et antimatière observée dans l'univers. En réalisant une mesure précise des éléments de la matrice CKM dans le système  $b \rightarrow s$  on est dans une situation particulièrement favorable pour tester le triangle d'unitarité.

L'expérience BaBar a commencé à enregistrer des données courant 1999. Le groupe du LAPP, qui a construit le système de gaz alimentant le détecteur central, est impliqué dans l'identification des particules par mesure de  $dE/dx$ . Il participe activement à la prise des données ainsi qu'au travail de compréhension des performances du détecteur. De plus il participe à l'installation des différents logiciels de l'expérience au CC-IN2P3. C'est un membre du LAPP qui a assuré la coordination de la prise des données durant la mise en route de l'expérience.

## Les neutrinos et l'expérience nomad

Une masse non nulle de cette particule pourrait être mise en évidence par la détection d'oscillations entre neutrinos de familles différentes. Traquées depuis déjà longtemps ces oscillations n'ont toujours pas été trouvées. L'expérience NOMAD a poursuivi cette recherche.

C'est dans un faisceau de  $\nu_\mu$  du CERN que l'expérience NOMAD recherche l'oscillation. L'équipe du LAPP avait pris en charge la construction du détecteur de radiation de transition à tubes proportionnels qui joue un rôle critique dans l'identification des électrons. La réussite est complète avec un détecteur permettant d'obtenir un facteur 1000 de réjection électron/pion. Le groupe participe à l'analyse des données et au software de l'expérience. L'expérience Nomad a terminé l'enregistrement de données en 1998, l'analyse est en cours et les résultats attendus avec impatience par notre communauté.

## Plasma de quarks et gluons

L'expérience NA50 a poursuivi, pour ce qui concerne le LAPP jusqu'en 1999, la quête du plasma de quarks et gluons en essayant de mettre en évidence les effets du déconfinement des quarks prévus dans ce plasma. Ce déconfinement peut être relié à la forte anomalie observée antérieurement dans la production du  $J/\psi$ , confirmée depuis dans les collisions Pb-Pb. L'analyse des données Pb-Pb est encore en cours. Pour ce qui concerne le LAPP, cette expérience est maintenant terminée.

## LES EXPÉRIENCES EN PRÉPARATION

Durant les deux dernières années, plus de la moitié du potentiel technique du laboratoire a travaillé sur les expériences en préparation ATLAS et CMS en relevant le défi de réaliser un travail qui ne verra son épanouissement final qu'avec la mise en service du LHC en 2005. L'autre partie du potentiel technique a travaillé avec des échéances plus proches sur les expériences BABAR, AMS et VIRGO.

### • AMS

Le sujet de physique étudié de façon dominante, dans le cadre de cette expérience, est le problème de la présence d'antimatière dans l'univers. Le but premier est de mesurer

directement la composante d'antimatière du rayonnement cosmique en plaçant un spectromètre magnétique sur la station orbitale Alpha. Ce spectromètre et les détecteurs associés permettront d'aborder avec grande efficacité d'autres sujets, notamment l'étude de neutralinos (particules supersymétriques qui pourraient représenter une part importante de la matière noire), ainsi que la mesure des distributions des noyaux composant le rayonnement cosmique primaire. L'expérience se déroule en deux phases, dont l'une a déjà eu lieu:

- Un premier vol a eu lieu en juin 1998 dans la navette Discovery. En plaçant un détecteur assez semblable à l'instrument final sur une orbite comparable à celle de la future station Alpha, il a permis de mesurer les bruits de fond, de tester l'appareillage et de réaliser une première moisson de résultats concernant le rayonnement cosmique. Ces résultats, obtenus avec les données collectées en une dizaine de jours, ont conduit à réviser la vision jusqu'ici communément admise sur certaines propriétés de ces rayons cosmiques.

- Dans une deuxième phase prévue en 2003, l'appareil final sera installé sur la station spatiale Alpha où il prendra des données pendant plusieurs années.

En 1997 le groupe du LAPP a réalisé, en collaboration avec l'ISN de Grenoble, un détecteur à aérogel qui a fonctionné de façon tout à fait satisfaisante lors du vol test de 1998.

### • VIRGO

La détection des ondes gravitationnelles est un défi posé aux physiciens depuis maintenant 80 ans, VIRGO relève ce défi. Avec les technologies actuelles, poussées à leurs limites, une première détection semble enfin à la portée des expérimentateurs.

L'interféromètre géant de la collaboration franco-italienne VIRGO (CNRS-INFN) est en phase de construction à Cascina, près de Pise. Cet interféromètre, doté de bras de 3km, sera opérationnel en 2002, sensiblement en même temps que le détecteur américain équivalent LIGO.

Le groupe du LAPP a pris en charge la construction de la partie centrale de la chambre à vide, de l'ensemble de détection du signal et du système de calibration du détecteur. Il contribue de façon déterminante au logiciel d'acquisition des données et de simulation de l'expérience.

D'ores et déjà, l'ensemble de détection et la partie centrale de l'interféromètre sont en place à Cascina, où ils ont été installés par l'équipe du LAPP.

### • ATLAS ET CMS

La recherche du boson de Higgs, motivation principale pour la construction du LHC, est le moteur de cette action de longue haleine qui doit s'épanouir en 2005. L'enjeu est grand, les expériences et les collaborations le sont aussi. Le LAPP est résolument tourné vers ce futur qui, outre le boson de Higgs, va ouvrir des possibilités nouvelles telles que la recherche de particules supersymétriques dans des domaines encore vierges ou tout simplement l'exploration de l'inconnu avec le côté exaltant qu'il représente.

Le LAPP participe aux expériences ATLAS et CMS. Dans les deux cas la contribution du laboratoire porte de façon principale sur la calorimétrie électromagnétique.

Le groupe ATLAS a pris d'importantes responsabilités dans la mécanique, l'électronique et l'informatique liées au calorimètre à Argon liquide d'Atlas. Le LAPP s'est doté des infrastructures nécessaires au pliage d'électrodes, à l'assemblage, câblage et tests à chaud et à froid des 16 modules que comporte un 1/2 tonneau, c'est-à-dire la moitié du calorimètre électromagnétique central de l'expérience. Ce travail de montages et de tests à froid a débuté en 1999.

Le groupe CMS, quant à lui, a conçu et construit un banc prototype de tests des cristaux du calorimètre électromagnétique, il participe aussi à l'électronique et à l'informatique associée.

## LES SERVICES TECHNIQUES

L'intendance des activités scientifiques énumérées ci-dessus est assurée au quotidien par les services techniques du laboratoire. Les services électronique, mécanique et informatique réalisent la construction et la mise en œuvre des détecteurs imaginés par les physiciens. Le service administratif gère les marchés, les achats, les finances et le personnel. Enfin, le service informatique assure à tous des moyens de calculs puissants à travers un réseau informatique performant et fiable. Les mouvements de personnels (AFIP, retraites) de ces deux dernières années ont fourni l'opportunité de repenser et de restructurer l'organisation de la plupart des services. La démarche «Qualité» initiée au niveau de l'IN2P3 et strictement appliquée dans le projet VIRGO a fait école au laboratoire : la plupart des personnes responsables ont eu l'occasion de participer aux formations montées à cet effet. Aujourd'hui, tant les services que les équipes de projet essaient de vivre cette démarche au quotidien.

## LA PHYSIQUE THÉORIQUE

La présence du groupe de physique théorique du LAPP est un atout majeur du laboratoire. Ce groupe qui appartient au laboratoire LAPTH, toute nouvelle UMR (CNRS-Université de Savoie), est localisé au LAPP. Il aborde la phénoménologie de la physique des particules, l'astrophysique et les problèmes plus formels de physique théorique où la supersymétrie se distingue comme préoccupation très forte partagée avec les expérimentateurs. Des échanges fructueux et permanents ont lieu entre expérimentateurs et théoriciens du laboratoire. En plus des avancées en physique théorique, c'est un enrichissement mutuel qui se produit et profite à tous.

René Morand  
Sous Directeur

## AUTRES ACTIVITÉS

La vocation première du LAPP est la recherche fondamentale. Beaucoup de chercheurs, d'enseignants-chercheurs et de membres du personnel technique du laboratoire consacrent néanmoins une part importante de leur activité à l'enseignement et à la formation des jeunes, soit par un enseignement effectué au LAPP, à l'université, à l'IUT, ou à l'ESIA, soit dans le cadre des formations par la recherche au cours des multiples stages effectués au LAPP non seulement dans le cadre des DEA de physique des particules ou de physique instrumentale, mais aussi dans celui des stages de formation d'élèves d'écoles d'Ingénieurs, d'IUT, de maîtrise et de BTS. On trouvera dans ce rapport la liste des thèses qui ont été soutenues au laboratoire ces deux dernières années.

Un accent important a été mis sur la communication avec le monde extérieur à la recherche. A l'occasion des manifestations «Semaine de la Science» le laboratoire a chaque année participé aux manifestations de la ville d'Annecy. Une opération «portes ouvertes», en 1998, a eu un succès remarquable de même que de nombreuses conférences sur la physique des particules données par des physiciens dans les classes terminales des lycées du département.

L'interaction du laboratoire avec le milieu local s'est renforcée avec d'importantes retombées industrielles notamment dans le cadre du contrat tripartite CNRS-Département de Haute Savoie-CERN concernant une contribution à la construction du LHC dans le cadre de crédits départementaux.

A la série des séminaires scientifiques destinés aux chercheurs s'est poursuivie une série de séminaires et de projections "tous publics" s'adressant à tout le personnel et ouverte au public.

Plusieurs événements ont marqué le chemin parcouru ces deux dernières années: la remise, à l'occasion des 20 ans de l'Université de Savoie, du titre de docteur honoris causa à C. Rubbia, la remise de la médaille de cristal du CNRS à C. Girard pour la qualité de ses travaux en mécanique et enfin la remise de la médaille de bronze du CNRS à F. Marion pour la qualité de ses travaux de recherche.

Ce sont là des signes de reconnaissance de la bonne santé de notre laboratoire, celui-ci se porte bien et peut regarder l'avenir avec optimisme.

Fin 1999, le LAPP changera de directeur, tous nos vœux à Jacques Colas, Marie-Noëlle Minard et à l'équipe qu'ils vont mettre en place.

Nous remercions particulièrement N. Berger, G. Dromby et R. Lafaye qui ont consacré beaucoup d'efforts à la mise en état de ce rapport.

Michel Yvert  
Directeur

