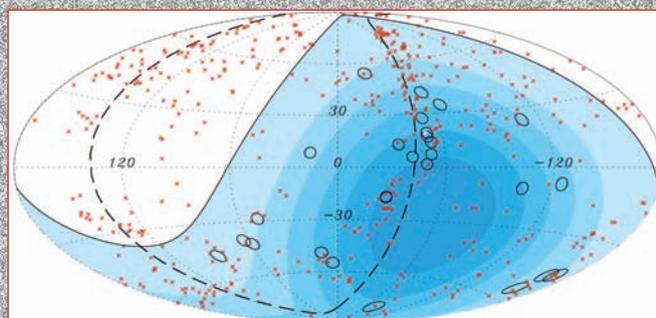


**RAPPORT
D'ACTIVITÉ
2006
2007**



**RAPPORT
D'ACTIVITÉ**

2 0 0 6



2 0 0 7

Directeur de la publication :

Pascal Debu.

Comité de rédaction :

Eli Ben-Haïm, Delphine Hardin, Didier Laporte, David Maurin.

Coordination éditoriale :

Isabelle Cossin.

Conception graphique :

Jean-Yves Mathy.

Couverture :

En haut : photo de la coupole du LPNHE.

En bas : carte du ciel des rayons cosmiques de très hautes énergies reconstruite par l'observatoire Pierre Auger et démontrant, pour la première fois, leur origine extragalactique.

Image de fond : diagramme des contours de confiance des asymétries de CP dans la désintégration $B^0 \rightarrow f_0 K_s$, mesures réalisées par les expériences BABAR (droite) et Belle (gauche), ainsi que leur moyenne (milieu).

Crédits photographiques :

LPNHE

Logo : M.-C. Escher « Anneaux concentriques » © by SPADEM, 1983.

Publié par :

Laboratoire de Physique Nucléaire et de Hautes Énergies

Ce document est consultable sur le site du laboratoire :

<http://www-lpnhep.in2p3.fr/vielabo.html>

Impression :

IMP+ - 22, rue Maurice Ténine - 94260 Fresnes.

Sommaire

Avant-propos	4
Activités scientifiques du laboratoire	
Physique sur accélérateur	
Physique au LHC : ATLAS	9
Physique au LHC : LHCb	13
Physique au Tevatron : DØ	15
Physique au Tevatron : CDF	19
Violation de CP : BABAR	23
ILC, futur collisionneur linéaire	27
Physique des neutrinos : T2K	31
Physique hors accélérateur	
Cosmologie	33
Astronomie γ des très hautes énergies : HESS	37
Rayons cosmiques d'énergies extrêmes : observatoire Pierre AUGER	41
Physique théorique : phénoménologie de la QCD non perturbative	45
Interface physique-biologie	49
Activités techniques et administratives	
Électronique	52
Mécanique	59
Informatique	63
Administration	68
Services généraux	69
Divers	70
Vie du laboratoire	
Enseignement et formation	
L'enseignement supérieur et le LPNHE, stages	74
Le comité des thèses, thèses soutenues	75
Habilitations à diriger des recherches	76
Formation permanente	76
Activités internes	
Réunions du vendredi	78
Biennale 2007	78
Séminaires au LPNHE	79
Colloque de cosmologie	81
Relations externes	
Communication grand public	82
Communication scientifique	86
HELEN : échanges scientifiques avec l'Amérique Latine	92
Relations, accords avec l'industrie, valorisation	92
Liste des publications	93
Annexes	103

Avant-propos

Laboratoire de physique des particules et de hautes énergies, UMR CNRS/IN2P3 - universités Paris 6 et Paris 7, le LPNHE est constitué de 12 groupes de recherche, 3 services techniques (informatique, électronique, mécanique), et 2 services supports (administration, services généraux).

Le laboratoire est engagé dans plusieurs grands programmes expérimentaux, exécutés dans le cadre de collaborations internationales auprès de très grandes infrastructures de recherche du monde entier, centres d'accélérateurs de particules et observatoires. Ces programmes couvrent les grands enjeux actuels de la physique des particules, des astroparticules et de la cosmologie.

La physique des particules possède un cadre théorique très prédictif, appelé Modèle Standard. Ce modèle a été testé avec une très grande précision. Il laisse néanmoins ouvertes un grand nombre de questions fondamentales et, le boson de Higgs, un ingrédient essentiel du modèle, n'a pas encore été mis en évidence.

Les grands thèmes de recherche actuels comprennent :

- l'origine des masses et des familles de particules, la traque du boson de Higgs, l'unification des interactions fondamentales, la recherche de la supersymétrie et de dimensions supplémentaires de l'espace-temps. Ces sujets sont abordés par les expériences CDF et DØ auprès du Tevatron à Fermilab et par des expériences auprès du LHC (Large Hadron Collider) au CERN (le laboratoire participe à l'expérience ATLAS). Ils constituent aussi les enjeux d'un futur collisionneur e^+e^- pour lequel le LPNHE est engagé dans le développement de détecteurs de particules en silicium.
- l'asymétrie matière-antimatière dans l'univers : c'est le sujet principal de l'expérience Babar au Stanford Linear Accelerator Center et de LHCb en préparation.
- les propriétés des neutrinos : le laboratoire a rejoint l'expérience Tokai to Kamiokande (T2K) au Japon.

L'origine des rayons cosmiques de très haute énergie est un deuxième axe de recherche du LPNHE : rayons gamma au TeV pour l'observatoire HESS en Namibie et rayons cosmiques d'ultra-haute énergie (10^{18} eV) pour l'observatoire AUGER en Argentine.

Le contenu énergétique de l'univers (matière noire, énergie noire) est devenu un thème central de la cosmologie. Le groupe Supernovae du LPNHE joue un rôle déterminant dans le projet Supernova Legacy Survey (SNLS) auprès du CFHT (Canadian French Hawai Telescope) et Supernovae Factory (SNF).

De la conception des expériences à la publication des résultats, le travail des équipes se déroule sur plusieurs années, parfois plus de dix ans. Des compétences extrêmement diversifiées en physique, électronique, informatique ou mécanique sont nécessaires à l'étude et à la réalisation des instruments de détection, à la mise au point des systèmes d'acquisition et de réduction des données, à la calibration et au monitoring, et finalement à l'analyse et à l'interprétation physique des mesures.

Les théoriciens du LPNHE représentent une petite composante qui enrichit la vie scientifique du laboratoire. La création récente de la Fédération de Recherche sur les Interactions Fondamentales permet un rapprochement plus fort théoriciens-expérimentateurs. C'est un enjeu important à la veille du démarrage du LHC, et avec les grands projets en cours ou en préparation en astroparticule et cosmologie, au sol ou dans l'espace.

Enfin, une activité interdisciplinaire physique-biologie a démarré, qui concerne la simulation de la différenciation cellulaire.

Le laboratoire, en accueillant des étudiants et des stagiaires issus de cursus très divers, participe à la formation de chercheurs et d'ingénieurs au plus haut niveau. Avec 8 thèses soutenues en 2006-2007 et 14 thèses en cours actuellement, le LPNHE développe une politique d'accueil volontariste des étudiants en formation doctorale.

Au cœur de la ville et de l'université, le LPNHE se veut aussi un vecteur de la culture scientifique, non seulement auprès des stagiaires et étudiants qu'il forme, mais aussi auprès des lycéens qu'il rencontre et du grand public qu'il accueille régulièrement dans ses murs, et aujourd'hui aussi de façon virtuelle dans ses pages WEB.

Le LPNHE est intégré au sein de multiples collaborations nationales et internationales, il fait partie du Groupement d'Intérêt Scientifique P2I (Physique des deux infinis)

nouvellement créé, qui regroupe 19 laboratoires de la région Ile-de-France. Dans le cadre du 6^e PCRDT, le LPNHE participe à deux réseaux européens et de l'I3 (Initiative Intégrée d'Infrastructure) Eudet. Le laboratoire est aussi ouvert au monde industriel à travers des contrats de R&D avec l'industrie, et valorise son savoir faire dans d'autres domaines, comme le développement d'un nœud de grille de calcul ou la simulation de systèmes biologiques.

Ces deux années ont été marquées par de nombreuses avancées scientifiques importantes.

En physique des particules :

- les mesures précises des propriétés du quark top (masse, production dans les collisions p-p de haute énergie, désintégrations), de la masse du boson vecteur W, et la recherche directe du boson de Higgs apportent des contraintes fortes sur les modèles théoriques, et particulièrement sur la masse et la section efficace de production du boson de Higgs. Ces études se poursuivent avec les détecteurs DØ et CDF.

- l'étude des mésons B s'est développée grâce aux excellentes performances des accélérateurs à SLAC et à Fermilab. Après l'établissement de la violation de la symétrie CP (matière-antimatière) avec les mésons B, la recherche d'effets imprévus dans le Modèle Standard s'est poursuivie avec l'étude de désintégrations très rares des B, la mesure de la fréquence des oscillations des B_s, et l'exploration de l'asymétrie matière-antimatière dans les désintégrations sans charme des mésons B_d. La matrice de mélange des quarks est à présent très fortement surcontrainte, ce qui apporte des limitations aux extensions possibles du modèle standard. La très grande quantité de données a aussi permis la découverte de nouvelles résonances qui restent à interpréter.

- la fin de la construction du calorimètre électromagnétique de l'expérience ATLAS marque une transition dans la vie du groupe qui se prépare aujourd'hui à la mise en route de l'expérience et à l'analyse des données du LHC.

- un comité international de 13 membres, dont un physicien du laboratoire, a recommandé en 2004 la technologie froide pour le futur collisionneur e⁺e⁻ de haute énergie, un événement majeur pour la communauté des physiciens des particules qui a permis le lancement du projet ILC GDE (International Linear Collider Global Design Effort) et le renforcement de la R&D sur les détecteurs.

En physique des astroparticules :

- l'observatoire HESS en Namibie prend des données avec ses quatre grands télescopes depuis 2004. Un nombre important de sources de rayons gamma de haute énergie (~ TeV) sont détectées. Avec l'accumulation d'une grande statistique et la haute résolution des caméras, l'astronomie gamma de haute énergie est entrée dans une nouvelle ère. Mentionnons quelques faits saillants : forte indication du mécanisme d'accélération des rayons cosmiques par l'explosion de supernovae, obtention d'une limite basse sur le fond d'émission infrarouge par l'étude de blazars lointains, détection de la première source périodique au TeV, observation de la morphologie de multiples objets astrophysiques... Le prix Descartes de la recherche a été attribué à la collaboration HESS en 2006. En parallèle, la réalisation de la caméra d'un cinquième très grand télescope (Hess phase 2) se poursuit, pour laquelle le LPNHE est maître d'œuvre de l'électronique.

- le déploiement de l'observatoire Pierre Auger dédié à l'étude des rayons cosmiques d'ultra-haute énergie (au-delà de 10¹⁸ eV) se termine. Les données accumulées permettent déjà l'exclusion des anisotropies vues par les expériences antérieures, et apportent un résultat très attendu sur le spectre des rayons cosmiques : ce spectre reproduit la coupure GZK (prédite en 1966 par Greisen, Zatsepin et Kusmin) à 10²⁰ eV, un horizon que les données d'une expérience précédente semblaient dépasser.

En cosmologie :

- Le laboratoire est moteur dans le programme international d'observation des supernovae. L'objectif scientifique principal est de contraindre les paramètres cosmologiques, plus précisément d'obtenir des indications précises sur la nature de l'énergie noire. Les observations faites auprès du CFHT avec la caméra Megacam (Supernovae Legacy Survey) offrent déjà une mesure significative de l'équation d'état de l'énergie noire. Le modèle de concordance de cosmologie avec 70 % d'énergie noire, 27 % de matière noire et 3 % de matière baryonique permet d'expliquer les résultats d'observations très diverses : fluctuations du fond diffus cosmologique, distribution des galaxies à grande échelle, et diagramme de Hubble (distance de luminosité versus décalage vers le rouge) des supernovae de type Ia auquel le laboratoire a fortement contribué. Un jeune physicien du groupe a obtenu la médaille de bronze du CNRS en 2007. L'étude systématique des

propriétés des supernovae proches (programme Supernovae Factory) auprès du spectrographe intégral de champ (SNIFS) installé sur un télescope à Hawaï devrait permettre de conforter leur rôle de chandelle standard. Le responsable du groupe Supernovae a introduit et conduit depuis plusieurs années ce thème de recherche en France; il est membre de la collaboration Supernovae Cosmology Project, une des deux collaborations qui ont découvert l'accélération de l'expansion de l'univers, et qui viennent de recevoir le grand prix de cosmologie de la fondation Gruber.

Les grands projets dans lesquels le LPNHE est impliqué sont réalisés par plusieurs laboratoires qui se répartissent les responsabilités en fonction de leurs moyens et compétences techniques. Les services techniques jouent donc aussi un rôle important dans la visibilité et la production du laboratoire.

Les principales réalisations techniques ont concerné les projets ATLAS (mécanique, intégration, électronique de contrôle, nœud de grille de calcul), HESS phase 2 (caméra et acquisition), SNF (mécanique, logiciels de lecture de l'instrument), SNAP (R&D lecture détecteurs CCD et infrarouge), AUGER (système central d'acquisition), LLRF (électronique de contrôle bas niveau de cavités accélératrices). A noter aussi la R&D en mécanique et en électronique pour le développement de détecteurs à trace en silicium dans la perspective d'un futur collisionneur linéaire, ainsi que le développement d'un système de calibration photométrique pour les futurs grands projets de télescope pour la cosmologie.

Dans les années à venir, le LPNHE conservera les axes forts de ses recherches en physique des particules, astroparticules et cosmologie. Il contribue d'ores et déjà à la préparation de grands projets internationaux tant sur la définition des objectifs scientifiques que sur la recherche et développements des technologies de pointe adaptées. À court terme et jusqu'à l'avènement du LHC, la recherche du boson de Higgs auprès du Tevatron ($DØ$), se poursuivra de façon intensive et sera une priorité de la discipline, ainsi que les mesures précises des priorités du quark top et du W.

Avec le démarrage du LHC, le domaine va connaître un nouvel élan avec la grande diversité des recherches qui pourront être poursuivies. Les groupes du laboratoire ATLAS et LHCb se concentreront sur un petit nombre de thématiques pour assurer une bonne visibilité du groupe. Les résultats qui seront obtenus au LHC seront détermi-

nants pour décider des grandes orientations futures. On peut anticiper qu'il sera important d'accroître les performances de la machine (luminosité) – projet SLHC – et d'adapter les détecteurs en conséquence. Le LPNHE devrait participer à la mise à niveau du détecteur central d'ATLAS. Parallèlement, la R&D sur les détecteurs en silicium, en vue d'un détecteur auprès d'un collisionneur e⁺e⁻ de très haute énergie sera poursuivie.

Le LPNHE s'est engagé depuis peu dans l'expérience T2K au Japon sur les oscillations des neutrinos, avec une visée potentielle à terme sur une contribution à l'amélioration de cette expérience et la préparation des expériences de la prochaine génération.

Pour HESS, le cinquième très grand télescope central sera mis en fonctionnement et permettra l'étude de rayons gamma sur une gamme en énergie plus étendue et avec une meilleure sensibilité. Au-delà, le LPNHE participera à l'étude d'un grand projet mondial de mise en réseaux de plusieurs dizaines de télescopes à rayonnement Tcherenkov (projet CTA, Cerenkov Telescope Array).

La recherche de sources de rayons cosmiques d'ultra-hautes énergies auprès d'Auger se poursuivra, une mesure affinée du spectre sera rendue possible, ainsi que l'étude de la composition de ces rayons cosmiques. Le LPNHE pourrait aussi participer à la conception et au déploiement d'un observatoire dans l'hémisphère nord.

À court terme, les projets SNLS et SNF produiront encore des résultats importants et la précision sur la mesure des paramètres cosmologiques devrait être sensiblement améliorée. Le LPNHE devrait s'engager dans un projet de cosmologie observationnelle au sol et/ou dans l'espace, avec un champ d'investigation potentiellement plus large (distorsions gravitationnelles, distribution à grande échelle des galaxies...) et poursuivra les R&D en vue d'une expérience spatiale.

Comme on le voit, les perspectives sont nombreuses. Les orientations du laboratoire sont régulièrement débattues et évaluées par le conseil scientifique avec l'appui de la cellule de suivi des projets, et font aussi l'objet de discussions lors des réunions biennales de l'ensemble du laboratoire.

Je souhaite remercier Eli Ben-Haim, Isabelle Cossin, Delphine Hardin, Didier Lacour et Didier Laporte pour la réalisation de ce rapport.

Pascal Debu

Directeur du LPNHE

Physique sur accélérateur

Physique au LHC: ATLAS
Physique au LHC: LHCb
Physique au Tevatron: DØ
Physique au Tevatron: CDF
Violation de CP: BABAR
ILC, futur collisionneur linéaire
Physique des neutrinos: T2K

Physique hors accélérateur

Cosmologie
Astronomie γ des très hautes énergies: HESS
Rayons cosmiques d'énergies extrêmes: observatoire Pierre AUGER
Physique théorique: phénoménologie de la QCD non perturbative
Interface physique-biologie

Physique au LHC : ATLAS

Les deux dernières années ont été largement consacrées, après la phase de construction du détecteur, à la préparation des analyses de physique, en vue d'un début de prise de données à partir de mi-2008. Le groupe du LPNHE est actif sur la physique du quark top (mesure de sa masse dans le canal en dileptons), sur la recherche du boson de Higgs dans le canal en deux photons, ainsi que sur la physique des W longitudinaux et la physique exotique. Enfin, le groupe développe des algorithmes de reconstruction et d'identification des électrons de basse impulsion transverse, inclus dans la reconstruction officielle.

Les expériences auprès du futur collisionneur LHC du CERN ont pour but d'explorer la physique des particules à une énergie dans le centre de masse de 14 TeV, encore jamais atteinte par un accélérateur. L'expérience ATLAS a été conçue afin d'aborder un large éventail de sujets : la physique du quark top, l'étude de paires de bosons W ou Z, la recherche du boson de Higgs et de la supersymétrie ou de phénomènes plus exotiques encore, comme l'existence de dimensions supplémentaires. La calorimétrie tient un rôle important dans la plupart des analyses de physique, tant du point de vue de la mesure de l'énergie déposée par les particules individuelles et de leur identification que du point de vue de la mesure du flot d'énergie total à travers le détecteur.

La construction du détecteur est maintenant presque terminée. En particulier, après de longues années de production, d'assemblage et de test, l'électronique de lecture de l'ensemble des calorimètres électromagnétiques est en phase d'installation. Une fraction chaque jour grandissante de cette électronique est validée, puis utilisée pour des prises de données avec les calorimètres. Les premières collisions proton-proton sont prévues pour l'été 2008.

Le LPNHE a été impliqué dans la réalisation du calorimètre électromagnétique du détecteur ATLAS, un calorimètre à échantillonnage en plomb et argon liquide fait d'un empilement de plaques en « accordéon ». Après la production en série des éléments du calorimètre, l'assemblage des 32 modules, puis leur intégration dans le cryostat, les tests à chaud et à froid, couronnés par l'installation de l'ensemble des calorimètres dans le puits, les années 2006 et 2007 ont été consacrées à la mise en place des outils d'analyse des données et à la caractérisation du détecteur, afin de s'assurer que les performances requises

par les analyses de physique seront effectivement atteintes lors des prises de données. Le développement des outils d'analyse s'accompagne d'un effort de préparation à l'analyse des données à partir de simulations.

Électronique

Le laboratoire est responsable de la carte « Contrôleur » des châssis d'électronique Front-End, ainsi que du lien série spécialisé SPAC, dont le rôle est de configurer depuis la salle de contrôle l'ensemble des cartes se trouvant dans chaque châssis Front-End.

Afin d'implémenter le protocole SPAC sur l'ensemble des cartes des châssis Front-End, le laboratoire a conçu un ASIC (*Application-Specific Integrated Circuit*), le SPACSLAVE. Étant appelé à fonctionner dans une zone fortement irradiée, le SPACSLAVE a été conçu en technologie DMILL, tolérante aux radiations. Après la production et le test des 3 500 ASIC SPACSLAVE, ces derniers ont été intégrés en 2006 sur les 32 cartes SPACMASTER, les 140 cartes Contrôleur, ainsi que sur les 1 200 cartes Front-End. La conception, la production et l'installation des cartes SPACMASTER et des cartes Contrôleur ont été prises en charge par le laboratoire. L'installation au CERN de l'ensemble de ces cartes s'est terminée début 2007.

Tests en faisceau

Les tests en faisceau des modules de série, dédiés au détecteur final, ont eu lieu au CERN en 2000, 2001 et 2002. Le groupe a largement participé aux prises de données et à l'analyse de celles-ci. Ceci s'est traduit par plusieurs publications, dont l'une sous la responsabilité du laboratoire, en cours de finalisation. L'année 2004 a donné lieu à une importante campagne de tests en

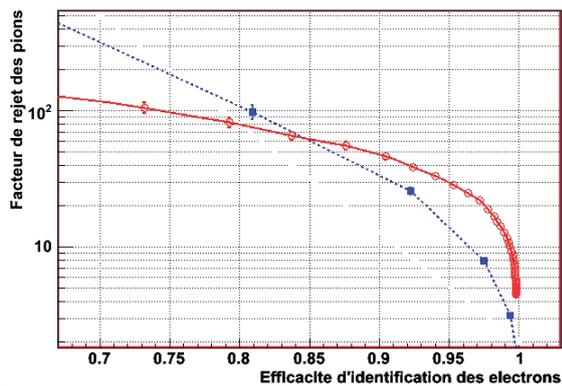


Fig. 1 : performances de l'algorithme d'identification des électrons de bas P_T sur les données de test en faisceau combiné de 2004.

faisceaux, dits combinés : pour la première fois, pour la partie tonneau, tous les sous-détecteurs d'ATLAS étaient associés dans la prise de données et dans la reconstruction. Les modules de détecteurs, l'électronique et la structure des programmes d'acquisition et de reconstruction étaient aussi proches que possibles des versions définitives qui seront utilisées lors de prises de données réelles d'ATLAS dès le démarrage du LHC. L'analyse des données des tests en faisceaux combinés est actuellement en cours de finalisation.

Nous avons la responsabilité de plusieurs outils d'analyse du programme de reconstruction, ainsi que de la production de fichiers ROOT destinés aux analyses. Le LPNHE a développé des outils pour l'identification et l'utilisation des muons dans le calorimètre et l'association des traces chargées aux amas calorimétriques. Nous participons aussi à l'identification de particules : les algorithmes d'identification des électrons développés jusqu'à présent au sein du groupe uniquement sur des données simulées ont été appliqués sur les données de test en faisceau (fig. 1).

Les autres thèmes étudiés ont été la réponse du calorimètre aux muons, la résolution en ϕ du détecteur, et enfin sa résolution temporelle et les possibles applications de celle-ci dans les analyses de physique. Le laboratoire est également présent dans l'analyse des données du test en faisceaux combiné de la calorimétrie « bouchons », dont le but est la compréhension fine de la réponse des parties avant, particulièrement complexes, du calorimètre. L'analyse des données est là aussi en cours de finalisation. L'effort du laboratoire porte sur la compréhension de la partie électromagnétique, qui avait été construite au LPNHE pour ce test en faisceau.

Grille de calcul

Le groupe s'investit dans la mise en place, en région parisienne, d'une fédération de nœuds de la grille de calcul pour les expériences LHC. Il s'agit de se donner des moyens décentralisés complémentaires à ceux du CCIN2P3, comme cela est prévu dans le schéma de calcul d'ATLAS. Ce projet commun au DAPNIA, au LAL-Orsay, IPN-Orsay, LLR-Polytechnique et au LPNHE, est appelé GRIF (Grille au service de la Recherche en Île-de-France). Cette ressource comprendra un Tier-2 en charge de la simulation et de l'analyse, ainsi qu'un Tier-3 dédié aux analyses spécifiques au groupe. À ce jour, la ressource comporte près de 120 processeurs (équivalent à 310 pentium 4 cadencés à 2,4 GHz) et de 25 To de disques. L'étude des infrastructures nécessaires au LPNHE pour accompagner l'évolution de la participation du laboratoire à GRIF après le démarrage du LHC a été finalisée en 2007. L'ensemble des matériels fonctionne de manière satisfaisante et contribue en routine à la production de données de simulation d'ATLAS.

Analyses de physique

Le groupe participe à la préparation des programmes de reconstruction et des analyses de physique pour ATLAS. L'activité porte entre autres sur l'identification des électrons et des photons, ainsi que sur la mise au point d'algorithmes de reconstruction et d'étalonnage du calorimètre électromagnétique.

Les paires d'électrons de désintégration de J/ψ , provenant d'une résonance de masse parfaitement connue, présentent l'intérêt de pouvoir être utilisées pour l'étalonnage du détecteur. Cette étude, démarrée en 2002, a été menée à bien en 2005. Elle nous a permis de bien cerner les difficultés que représentera

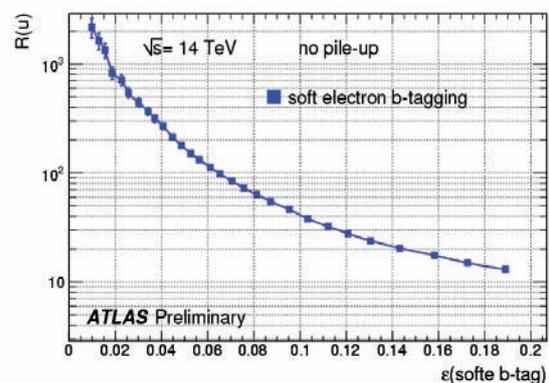


Fig. 2 : facteur de rejet des jets légers en fonction de l'efficacité d'identification des jets de quarks b, pour des événements WH.

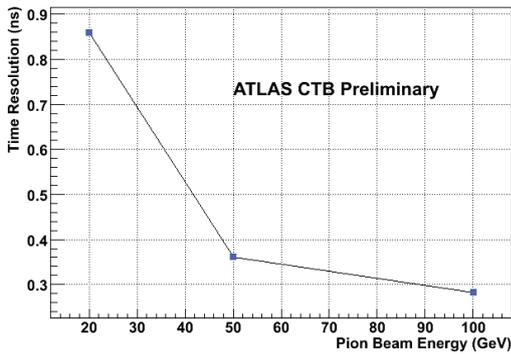


Fig. 3 : résolution en temps du calorimètre électromagnétique central, mesurée à partir de pions, avec les données du test en faisceau combiné.

l'étalonnage en ligne du détecteur sur les données de physique. Elle nous a aussi donné l'occasion de participer ponctuellement aux études ayant pour but de caractériser les performances du calorimètre sur de multiples points : b-tagging, séparation électron/jet. En 2006 et 2007, ces analyses ont été refaites régulièrement au fur et à mesure de l'évolution du programme de reconstruction, afin de s'assurer que les développements des algorithmes de reconstruction ne se traduisaient pas par une dégradation des performances de physique (fig. 2).

Outre ces contributions à la reconstruction et à la compréhension fine des performances du détecteur, nous avons choisi de développer principalement deux thèmes au sein du groupe : la mesure de la masse du quark top et la recherche du boson de Higgs dans son canal de désintégration en deux photons.

La compréhension du mécanisme de génération des masses et la découverte du boson de Higgs sont des enjeux majeurs du programme de physique auprès du LHC.

Nous avons étudié par le passé les caractéristiques cinématiques de divers bruits de fond à la recherche de la désintégration $H \rightarrow \gamma\gamma$, en utilisant les programmes de simulations théoriques les plus récents. Nous avons montré que l'utilisation de méthodes de maximum de vraisemblance exploitant principalement la différence entre le spectre en impulsion transverse du bruit de fond et du signal, permettait d'améliorer sensiblement les perspectives de découverte du Higgs dans son canal de désintégration en deux photons. Actuellement, notre effort porte sur l'exploitation de la mesure du temps d'arrivée des particules dans le calorimètre, dans le cadre d'un projet accepté par l'ANR (HIGGSTIME) pour rejeter les bruits de fond et pour améliorer la détermination de la position du vertex d'origine des photons (la résolution en temps du calorimètre électromagnétique

central est montrée en fig. 3 pour des pions chargés). Ceci va de pair avec l'exploitation d'un nouveau format de données, proposé et implémenté par nos soins suite à une analyse de la philosophie du système de déclenchement. Ce format de données permet au système de déclenchement un accès rapide aux informations nécessaires à une décision rapide, et en particulier aux informations de temps d'arrivée des particules dans le calorimètre. Il a permis d'améliorer d'un facteur 20 le temps de préparation des données au niveau 2. Il permet également un calcul de l'énergie transverse manquante et la reconstruction des jets au niveau 2.

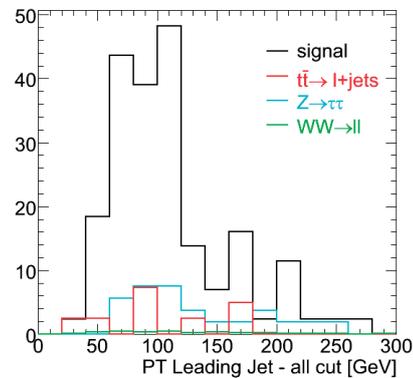


Fig. 4 : distribution, après coupures de sélections, de l'impulsion transverse de jets provenant du quark top pour des événements top en di-lepton (noir), et de divers bruits de fond : top en lepton plus jet (rouge), $Z \rightarrow \tau\tau$ (bleu), $WW \rightarrow leptons$ (vert).

Le LHC permettra aussi d'améliorer de nombreux tests du Modèle Standard menés par le passé. Nous avons choisi de concentrer nos études sur le quark top. Nous avons démarré l'élaboration d'une analyse pour mesurer sa masse dans le canal di-leptons, et une thèse est en cours sur ce sujet. Ce canal présente l'avantage d'être facile à mettre en évidence, ce qui permettra de le voir assez rapidement après le démarrage du LHC. Nous nous sommes appliqués à l'optimisation des coupures de sélection destinées à mettre en évidence le signal, comme le montre la fig. 4. Pour extraire des désintégrations du top une mesure de la masse de celui-ci, nous avons choisi de calculer l'élément de matrice correspondant à la désintégration. La cinématique de l'événement dépendant de la masse du quark top, il est possible par un ajustement de remonter à la masse de celui-ci. Cette méthode a été exploitée avec succès au Tevatron, et nous explorons ses possibilités dans le cadre du LHC (fig. 5).

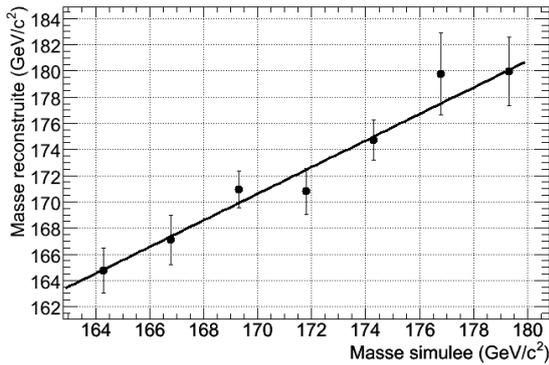


Fig. 5: masse du top reconstruite en fonction de la masse du top introduite dans la simulation. La reconstruction de la masse du top est effectuée à l'aide de la méthode de la matrice.

Nous menons également des réflexions à plus long terme sur la mesure de la luminosité en collaboration avec l'IFJ-PAN de Cracovie. Nous étudions un système de déclenchement et un détecteur dédiés à la mesure de la luminosité, par comptage de paires coplanaires d'électrons de bas P_T . Le but est de parvenir à une mesure de la luminosité à 1 % près, soit cinq fois mieux que ce qui a été fait auparavant auprès de collisionneurs hadroniques.

Une thèse visant à comprendre la physique de l'interaction entre les différents états de polarisation des bosons W est par ailleurs en cours au sein du groupe. Elle permettra d'obtenir des informations sur les particules virtuelles échangées par deux bosons W en interaction, afin d'étudier le mécanisme précis de brisure de symétrie électrofaible, tout particulièrement dans le cas où l'on n'observerait pas de boson de Higgs.

Perspectives

À plus long terme, après l'exploitation du LHC à haute luminosité ($10^{34} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), il est prévu à l'horizon 2015 d'accroître encore d'un facteur 10 la luminosité, en la portant à la valeur record de $10^{35} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Une telle luminosité impose des modifications substantielles au système de suivi des traces chargées. Les contraintes de tenue aux radiations et le souhait de minimiser la quantité de matière imposent de lancer dès maintenant des programmes de recherche et développement sur les matériaux, la structure mécanique du détecteur, l'électronique de lecture et la distribution de l'alimentation électrique. Le groupe a commencé en 2006 et 2007 à étudier les options possibles pour optimiser la structure mécanique du détecteur et réfléchit à une implication dans la distribution de l'alimentation électrique et l'électronique de lecture.

Ph. Schwemling

E. Busato, P. Cavalleri, G. Calderini, F. Derue, F. Fayette, M.-W. Krasny, D. Lacour, B. Laforge, I. Nikolic-Audit, M. Ridel, L. Roos, S. Tourneur, F. Vannucci.

Électronique:

M. Dhellot, O. Le Dortz, D. Martin, J.-M. Parraud.

Informatique:

L. Martin, D. Terront, P. Warin-Charpentier.

Mécanique:

G. Daubard, D. Laporte.

Physique au LHC : LHCb

Au cours des deux dernières années, le groupe LHCb au LPNHE a développé l'étude et les logiciels d'analyse du mode de désintégration $B^{\pm} \rightarrow K^{\pm} \pi^+ \pi^-$ en le promouvant pour une mesure précise de l'angle γ du triangle d'unitarité. D'autre part, ce groupe a travaillé sur l'identification et la reconstruction rapide de K^0 et a fourni les logiciels correspondants.

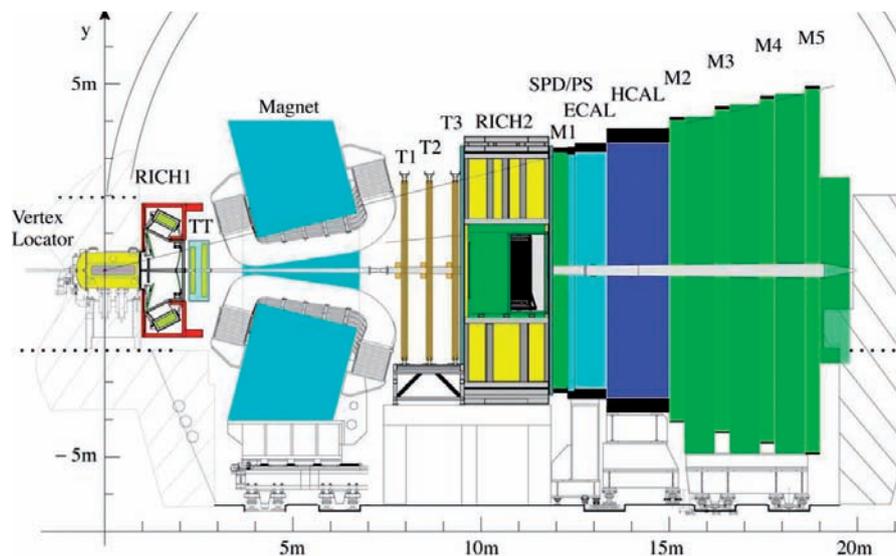


Fig. 1 : schéma du détecteur LHCb.

LH**C**b, l'une des quatre expériences auprès du collisionneur LHC, est consacrée à l'étude de la violation de CP dans les désintégrations du méson B. Dans ce secteur, le Modèle Standard est particulièrement prédictif et susceptible de vérifications expérimentales poussées.

L'intérêt de la physique des mésons B au LHC est déterminé par la grande section efficace de production des paires quark-antiquark b (environ $500 \mu\text{b}$), ce qui fait qu'en quelques heures la statistique accumulée de désintégrations des mésons B_d sera plus grande que celles collectées dans les deux Usines à B, *BABAR* et *Belle*, soit environ 200 millions à l'heure à la luminosité nominale ($2 \cdot 10^{34} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$).

Le principal avantage du LHC est de donner accès à tous les hadrons porteurs du quark b avec de grandes statistiques. Ainsi, ces hadrons seront produits dans des rapports $B_u : B_d : B_s : \Lambda_b : B_c$ de 0,4 : 0,4 : 0,1 : 0,1 : 0,01 et tous les modes de désintégration à relativement faible multiplicité (3 ou 4 particules, par exemple) pourront être explorés en détail.

Le détecteur

Le détecteur LHCb se compose de plusieurs éléments (fig. 1) : près du point d'interaction des faisceaux, un détecteur de vertex permet de reconstruire le point de désintégration du B avec une précision de l'ordre de quelques microns (10 à 20), puis un aimant de courbure et un jeu de chambres (T) permettent « ensemble » une mesure précise de l'impulsion des particules produites et, enfin, un système de calorimètres électromagnétique et hadronique suivi d'un identificateur de muons. Insérés dans ce dispositif, on trouve, en amont de l'aimant un compteur RICH (*Ring Imaging Cerenkov Counter*) pour l'identification des particules de basse impulsion (inférieure à 40 GeV/c environ) et un jeu de chambres à micro-pistes de silicium (pour la reconstruction des K^0), en aval un second compteur RICH pour l'identification des particules de haute énergie (supérieure à 40 GeV/c).

Mode de désintégration privilégié

L'activité en physique du groupe du LPNHE est concentrée sur l'étude du mode de désintégration $B^{\pm} \rightarrow K^{\pm} \pi^+ \pi^-$ dans

laquelle apparaissent de nombreuses résonances $\pi\pi$ comme le $\rho(770)$, le $\omega(782)$, le $\sigma(600)$ ou le $f_0(980)$ et plusieurs résonances $K\pi$ (de masses 892 et 1430 MeV, par exemple). L'intérêt de ce mode est de permettre d'envisager une mesure précise à 3 degrés près de l'angle γ du triangle d'unitarité CKM qui, dans le Modèle Standard, résume toutes les propriétés connues de violation de CP. L'étude de ce processus a fait l'objet d'une thèse.

Logiciels développés

Nos autres contributions à l'expérience concernent les développements software et la fourniture de logiciels d'intérêt général. Une de ces activités tourne autour de l'utilisation des compteurs RICH, une autre concerne la reconstruction rapide des K^0 pour le trigger de haut niveau (HLT).

En ce qui concerne l'utilisation des compteurs RICH, nous avons développé et fourni un logiciel rapide d'identification de particules (PID) fondé sur les propriétés de la projection stéréographique qui préserve toutes les propriétés statistiques attendues. Outre une très bonne performance d'identification et une estimation correcte, trace par trace, événement par événement, de la précision sur l'angle Cerenkov reconstruit, ce logiciel (et cet algorithme) fournit la distribution de probabilité prévue. Ces deux derniers aspects sont une amélioration significative par rapport aux autres logiciels déjà utilisés. Des problèmes subsistent encore dans le traitement des données de RICH1 qui sont en cours de résolution ; ce sont essentiellement des biais produits par le bruit de fond dans ce compteur très proche du point d'interaction et non protégé.

D'autre part, le logiciel d'ajustement d'anneaux Cerenkov, un élément clef du logiciel d'identification, a été fourni séparément car il donne la meilleure façon de déterminer expérimentalement l'indice de réfraction moyen du milieu radiateur des compteurs RICH à l'aide des données.

Enfin, dans un autre ordre d'idées, nous avons mis au point un logiciel rapide d'identification des K^0 qui peut être inclus dans le trigger de haut niveau (HLT) de l'expérience. Deux idées sont à la base de ce logiciel, qui se sert des informations en position et pente des traces chargées dans les chambres TT (voir fig. 1). L'idée fondamentale est de déterminer à l'aide d'un Monte Carlo séparé une paramétrisation polynomiale en z (la coordonnée longitudinale du détecteur) dont les coefficients sont eux-mêmes des polynômes fonction des coordonnées et des

pentes des traces dans TT ainsi que de l'impulsion (donnée par la déflexion de la trace par rapport au point d'interaction). Comme cette paramétrisation ne dépend que de la carte du champ magnétique entre TT et le point d'interaction des faisceaux, elle est calculée une fois pour toutes et donne lieu à une table de coefficients stockée dans les disques du système d'acquisition des données. Les temps de calcul pour l'estimation des paramètres des trajectoires des π^+ et π^- à recombinaison pour construire les K^0 et l'estimation de la position du vertex de désintégration sont négligeables. Cependant, le milieu est assez hostile pour fournir d'excellents candidats K^0 en recombinaison de façon aléatoire les traces positives et négatives.

Plutôt que de choisir à un stade aussi précoce, il est apparu plus judicieux d'accepter de garder plusieurs candidats K^0 dans le même événement et de reporter la décision au moment de l'utilisation de ces K^0 dans la reconstruction des B parents (par exemple l'état final $J/\psi K^0$).

De cette façon, on obtient une efficacité d'identification de 80 % avec un taux de dilution de 1 vrai K^0 pour une fausse combinaison, ce qui est une performance tout à fait acceptable.

Bilan

L'activité de notre groupe va continuer le long des lignes qui viennent d'être esquissées, par le début des analyses de physique et par la maintenance des logiciels fournis.

M. Benayoun

P. David, L. Del Buono, G. Gilles.

Physique au Tevatron : DØ

Après avoir achevé ses réalisations techniques sur le calorimètre et sur les algorithmes de reconstruction, le groupe DØ poursuit sa moisson de résultats avec les données accumulées depuis le début du Run II ($\sim 2 \text{ fb}^{-1}$), en physique du top, et sur la recherche du boson de Higgs. La section efficace top-antitop est désormais mesurée avec une précision de l'ordre de l'incertitude théorique. La production électrofaible du quark top a été mise en évidence. Les limites sur la production du boson de Higgs deviennent plus contraignantes : pour un boson de Higgs de 115 (160) GeV, la limite est environ 4 (2) fois supérieure à la section efficace de production dans le modèle standard. Avec la luminosité attendue à la fin du Run II ($\sim 8 \text{ fb}^{-1}$), les perspectives de mise en évidence du boson de Higgs se précisent.

Avant le démarrage du LHC, le Tevatron est l'accélérateur qui permet d'accéder aux plus hautes énergies par des collisions proton-anti-proton. Depuis le début du Run II au printemps 2001, une luminosité intégrée de $3,3 \text{ fb}^{-1}$ a été délivrée à chacune des expériences CDF et DØ, soit environ 25 fois plus que lors de l'intégralité du Run I (1992-96). Les performances du Tevatron ont atteint les valeurs nominales attendues pour le Run II. Ainsi, une luminosité instantanée de $2,85 \cdot 10^{32} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ a été atteinte et la luminosité intégrée prévue pour la fin 2009 est de 8 fb^{-1} .

Une première série de publications a été réalisée sur $400\text{-}1000 \text{ pb}^{-1}$ de données montrant que les détecteurs permettent d'exploiter la haute luminosité du Run II et d'améliorer sensiblement les résultats du Run I.

Le groupe DØ du LPNHE concentre ses activités techniques sur le calorimètre Uranium-Argon liquide, tant par le suivi de son fonctionnement au jour le jour que par de nombreuses responsabilités dans la reconstruction calorimétrique et dans l'identification des objets (électrons, photons, jets, énergie transverse manquante). L'expertise acquise dans ce domaine s'avère d'une grande valeur pour la compétitivité au niveau des analyses de physique entreprises : la recherche du boson de Higgs et les propriétés du quark top. Deux thèses sur ces sujets sont en cours.

État de l'expérience DØ

Durant l'arrêt machine de 3 mois (printemps 2006), les dernières améliorations ont été faites au détecteur DØ pour exploiter pleinement la phase de très haute luminosité : une couche supplémentaire du détecteur de microvertex autour du tube à vide a été ajoutée et ses performances sont excellentes. En outre, le système de déclenchement calorimétrique a été remplacé et a per-

mis l'utilisation d'algorithmes plus performants. Ainsi les performances atteintes aujourd'hui devraient être maintenues tout au long des prochaines années.

L'amélioration des algorithmes utilisés dans le programme de reconstruction permet maintenant d'atteindre une efficacité d'étiquetage des jets issus des quarks b supérieure à 50 %, pour un taux d'erreur de 1 %. L'utilisation des détecteurs de pieds de gerbe permet non seulement une amélioration de la reconstruction en énergie mais aussi l'identification des photons. Une nouvelle calibration des calorimètres électromagnétique et hadronique, dans laquelle nous avons eu une contribution centrale, a permis une réduction importante des erreurs systématiques dans la plupart des analyses.

Calorimétrie

L'implication du groupe dans la calorimétrie de DØ avait surtout porté sur l'amélioration des performances des algorithmes utilisés, tant pour obtenir de meilleures efficacités d'identification des objets (électrons, photons, jets, énergie transverse manquante) que pour l'amélioration de leur résolution en énergie.

Après la réalisation du système de calibration électronique, projet réalisé avec le LAL-Orsay sous la responsabilité du laboratoire, le LPNHE a assuré l'exploitation et la maintenance du système en collaboration avec le groupe « *Calorimeter Operation* » de DØ. Une soixantaine de lots de coefficients de calibration déterminés entre 2001 et 2006 étaient utilisés pour une nouvelle reconstruction de l'ensemble des données prises entre 2002 et 2006. Pour cela, le laboratoire a assuré le suivi des prises de données de calibration, déterminé les coefficients et conçu et réalisé les bases de données et les logiciels nécessaires dans le pro-

gramme de reconstruction. Actuellement un transfert de compétences est en cours, afin que cette tâche soit prise en charge par des membres de DØ-France basés sur le site.

Physique du Top

Avec son énergie dans le centre de masse de 1,96 TeV, le Tevatron est le seul collisionneur en service qui permet l'étude des quarks top et la recherche du boson de Higgs. Dans les deux domaines, les signatures expérimentales, basées sur la présence d'un lepton, d'énergie transverse manquante et de jets de b, sont semblables. Cette particularité nous a permis de développer des outils et des techniques communs pour ces différents sujets de physique.

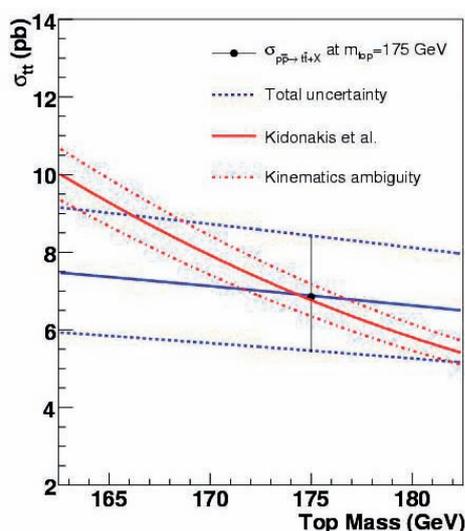


Fig. 1: mesure de la section efficace de production de paires de top dans le canal di-lepton en fonction de la masse du quark top.

Section efficace $t\bar{t}$

L'énergie dans le centre de masse entre le Run I et le Run II du Tevatron conduit à une augmentation de la section efficace de production de 30% et les prédictions théoriques de la section efficace ont été calculées au NNLO avec une précision de 7%. Avec une luminosité intégrée de 1 fb^{-1} , les mesures des sections efficaces ont atteint le niveau de précision des calculs théoriques.

L'analyse dans le canal électron+jets publiée en 2005

avec une luminosité de 260 pb^{-1} a été poursuivie avec toutes les données accumulées jusqu'en 2005 et une luminosité intégrée de 360 pb^{-1} . Dans ce canal, les deux bosons W, issus de la désintégration des quarks top en quarks b, se désintègrent l'un dans le canal hadronique et l'autre dans le canal leptonique. Cette signature a une meilleure statistique que les canaux di-leptoniques et une meilleure pureté que le canal « tout hadronique ». Notre groupe s'est concentré sur la mesure de cette section efficace par une méthode cinématique : les événements top sont séparés du bruit de fond par un discriminant de maximum de vraisemblance exploitant les propriétés cinématiques des événements top. La précision de cette mesure est légèrement inférieure à des méthodes de réduction du bruit de fond avec un étiquetage des jets de b, mais la cohérence entre les deux mesures est une importante vérification des efficacités d'étiquetage de ces jets b. La section efficace mesurée est en bon accord avec la valeur attendue dans le modèle standard. En combinaison avec le résultat dans le canal μ +jets, cette mesure a été soumise à publication dans la revue Physical Review D (fig. 1).

Bien que la statistique du canal di-lepton soit inférieure à celle du canal lepton+jets, le faible bruit de fond rend ce canal particulièrement attractif lorsque le lot d'événements top produits augmente. Ainsi le groupe s'est impliqué en collaboration avec l'Université de Freiburg dans une mesure de la section efficace dans le canal di- μ . Des résultats préliminaires avec une précision de l'ordre de 20% ont été présentés lors de la conférence de Moriond 2006, combinés avec des analyses dans les canaux di-électron et électron- μ par des groupes du LPSC Grenoble et du SPP Saclay.

À l'issue de cette présentation, des discussions avec des physiciens du LPTHE ont donné lieu à une réflexion sur la détermination de la masse du quark top à partir de la section efficace, dont la valeur théorique varie en fonction de la masse. Bien que la détermination de la masse du quark top par les méthodes directes soit plus précise, elle souffre des incertitudes théoriques de la signification de la mesure et surtout de son utilisation dans des ajustements électrofaibles pour la prédiction de la masse du boson de Higgs. Une première détermination de la masse par la section efficace est en cours et un travail de compréhension poussée pour combiner des incertitudes théoriques et expérimentales est envisagé.

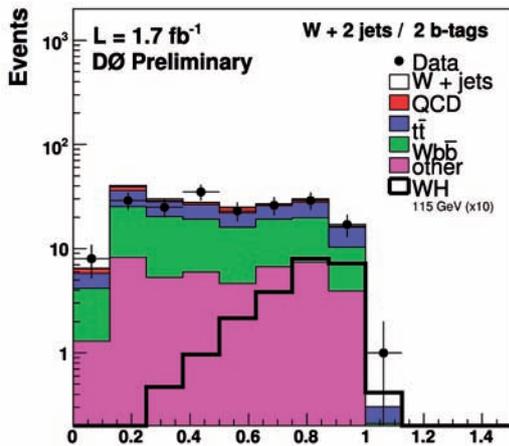


Fig. 2: distribution de la variable discriminante du réseau de neurones sur les événements contenant deux jets de b étiquetés, comparée aux contributions des processus de bruit de fond et de la production du boson de Higgs. À grande valeur du discriminant il n'y a pas d'excès significatif de données qui indiqueraient la présence de signal de Higgs.

Production électrofaible du top

La production électrofaible du quark top a une section efficace comparable à la production par interaction forte, mais son observation est plus difficile à cause d'un rapport signal/bruit plus faible, car le nombre de jets dans l'état final est plus faible. Notre groupe s'est concentré sur le canal électron+jets, avec identification des quarks b par une méthode basée sur le paramètre d'impact. La mise en évidence du « *single-top* » a eu lieu en janvier 2007 sur un échantillon de 1 fb^{-1} . Avec plus de statistique, la mesure de la section efficace de production donnera directement accès à l'élément de la matrice CKM V_{tb} . Cette mesure est particulièrement intéressante à réaliser au Tevatron, car le rapport signal/bruit dans la voie « s » est environ 10 fois plus important que pour les interactions pp au LHC. Par ailleurs, la production électrofaible du quark top est un des bruits de fond principaux pour la recherche du boson de Higgs.

Recherche du boson de Higgs

Jusqu'au démarrage du LHC, le Tevatron offre la seule opportunité pour la recherche directe du boson de Higgs, particulièrement dans le domaine de masse entre 115 et 130 GeV, qui est favorisé par les ajustements sur les mesures électrofaibles, mais aussi pour des masses proches de 160 GeV. Néanmoins, une luminosité importante sera nécessaire pour atteindre un nombre d'événements suffisant pour espérer une telle découverte.

La première étape dans la recherche du boson de Higgs a consisté à comprendre, avec une bonne précision, la section efficace W_{bb} , bruit de fond principal avec la production électrofaible du top. L'analyse a d'abord été effectuée dans le canal électron en demandant que les 2 jets présents dans l'état final soient étiquetés. Cette analyse, basée sur 174 pb^{-1} de luminosité intégrée, a permis d'établir une limite supérieure de production WH de 12 pb, en supposant que le boson de Higgs a une masse de 115 GeV. Nous avons ensuite étudié le canal « muon » sur une statistique de $0,4 \text{ fb}^{-1}$, et la combinaison de ce nouveau résultat avec le canal électron a conduit à une première amélioration importante du résultat (mars 2006). L'amélioration ultérieure de la sélection des événements et de l'étiquetage

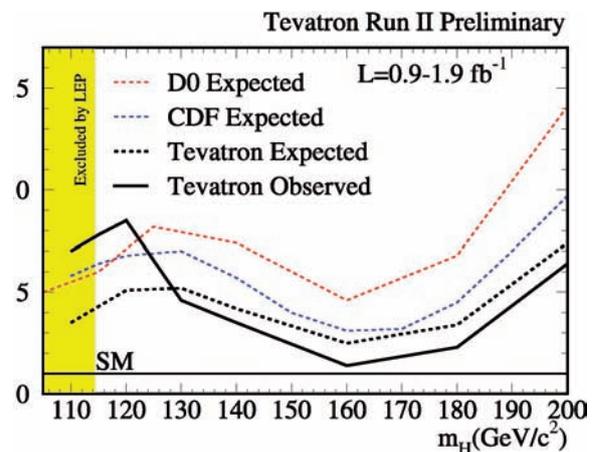


Fig. 3: limite d'exclusion (à 95 % NdC) du boson de Higgs rapporté à la valeur attendue de sa section efficace de production dans le modèle standard. Une valeur de 1 sur l'axe des y impliquerait l'exclusion pour la masse du Higgs donnée sur l'axe des x. La courbe noire donne la valeur actuelle obtenue en combinant toutes les recherches de DØ et CDF et montre qu'à 160 GeV, cette valeur est de 1,4 fois supérieure au modèle standard et que nous atteindrons la sensibilité au modèle standard en 2008, tandis que la sensibilité aux autres masses sera obtenue un peu plus tard (par l'accumulation de plus de données et par l'amélioration des techniques d'analyses).

des jets de b, ainsi que l'utilisation d'un réseau de neurones pour discriminer le signal du bruit de fond (fig. 2), a permis d'améliorer la limite à 1,2 pb. Ceci laisse présager une mise en évidence possible – si le boson de Higgs est léger – avec une statistique de l'ordre de 4 fb^{-1} , après avoir combiné ce canal avec le canal équivalent dans l'expérience CDF et avec les autres canaux à basse masse (ZH, lorsque le Z se désintègre en 2 leptons ou 2 neutrin

L'état actuel de cette combinaison, basée sur des analyses d'échantillons de données entre 0,9 et 1,9 fb⁻¹, est présenté en fig. 3, en rapportant la limite combinée à la valeur attendue dans le modèle standard. Une valeur de 1, correspond donc à une sensibilité ou exclusion à 95 % de niveau de confiance, et l'on observe que pour un Higgs de 160 GeV, le facteur manquant est de l'ordre de 1,4, tandis qu'à 115 GeV, un facteur plus grand, et donc une amélioration plus importante de la sensibilité des analyses est nécessaire.

Perspectives

Une luminosité intégrée supérieure à 3 fb⁻¹ a déjà été accumulée, et les prévisions pour le futur sont excellentes. Les améliorations dans les algorithmes et les calibrations ont permis une nouvelle itération de la reconstruction de toutes les données prises pour les publications des analyses présentées. L'intégration dans le programme de reconstruction des améliorations concernant le calorimètre a constitué le point culminant de notre activité dans ce domaine, et maintenant nos efforts se concentrent sur l'analyse des nouvelles données. Sur les données du Run IIa (qui s'est terminé en mars 2006), nous finalisons notre programme de mesure des propriétés du quark top. La maîtrise du lot d'événements top, a permis une mesure précise de la masse du top avec une erreur $\Delta M_{\text{top}} \sim 1$ GeV qui contraint davantage le domaine de masse prédit pour le boson de Higgs dans le modèle standard et vient en complément de sa recherche directe.

Sur l'ensemble des données (Run IIa et IIb jusqu'à 2009) nous concentrerons nos efforts sur la recherche du boson de Higgs standard, sur laquelle nous avons déjà obtenu des résultats importants au Run IIa.

Avec une luminosité de 8 fb⁻¹, l'expérience DØ devrait avoir la possibilité d'exclure à 95 % de confiance un Higgs de masse inférieure à 185 GeV. En outre il y aurait la possibilité de mettre en évidence un boson de Higgs à basse masse (< 130 GeV) ou autour de 2 fois la masse du boson W (~ 160 GeV).

G. Bernardi

B. Andrieu, U. Bassler,
J. Lellouch, N. Huske,
M. Sanders.

Physique au Tevatron : CDF

Ces deux dernières années, l'activité du groupe CDF au LPNHE a été dédiée à l'analyse des données, en se concentrant sur l'étude de la physique des saveurs lourdes. Cette étude s'est poursuivie sur deux sujets principaux : l'étude de la violation CP dans le système du méson B_s , avec en particulier la mesure de la fréquence de ses oscillations, et la recherche des désintégrations du quark top en leptons τ .

À l'heure où nous écrivons ce rapport, l'expérience CDF a enregistré $2,7 \text{ fb}^{-1}$ (début août 2007). C'est une période très fructueuse en résultats avec en particulier la découverte et la mesure précise des oscillations du méson B_s ; mesure à laquelle le groupe du LPNHE a été largement associé. C'est l'un des buts essentiels qui avait été fixé pour le Tevatron au Run II. D'autre part, le groupe a poursuivi l'étude d'un canal particulièrement difficile de désintégration du quark top, à savoir la désintégration en leptons τ . Ces deux sujets sont aussi une ouverture sur la physique au-delà du modèle standard (BSM).

Oscillations du méson B_s et étude de la violation de CP

Ces deux dernières années, il y a eu trois phases dans ce travail, avec la première mise en évidence des oscillations du méson B_s , le raffinement de la mesure des oscillations avec une précision inégalée et la poursuite de l'étude de la violation de CP dans le secteur B_s .

La découverte des oscillations du méson B_s

Elle s'est faite en collaboration avec les groupes des Universités de Cantabria (IFCA), de Karlsruhe, du MIT et de Chicago. Après une vingtaine d'années de recherches dans des expériences de pointe et diverses machines (UA1, ARGUS, CDF1, LEP et SLC), elle a abouti à la mise en évidence à plus de 3σ , par CDFII de ces oscillations avec la mesure précise de leur fréquence (fig. 1). Le LPNHE a contribué à développer un nouvel étiquetage de saveur du B_s : le SSKT (*same sign kaon tagger*). Cette méthode emploie la trace du kaon, parmi les traces de fragmentation produites autour du B_s , pour identifier sa saveur. C'est un pas crucial dans cette découverte car il a permis d'enrichir de manière significative l'échantillon de B_s .

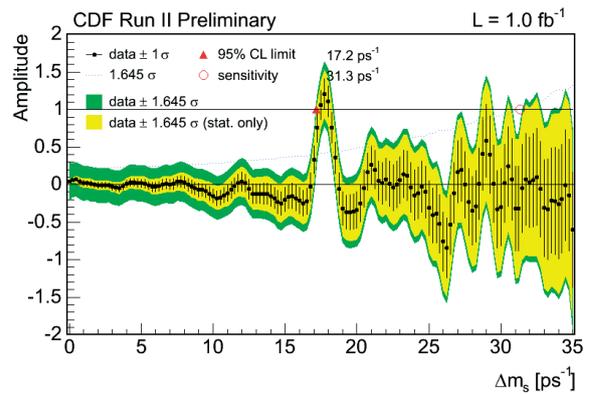


Fig. 1: exploration en amplitude pour Δm_s .

Raffinement de la mesure

De juin à septembre 2006, en collaboration avec les groupes de IFCA, Karlsruhe et MIT, le LPNHE a travaillé à une plus grande précision du résultat grâce aux améliorations sur l'étiquetage des B_s , l'utilisation de réseaux de neurones (NN) et l'addition des désintégrations partiellement reconstruites du B_s , provenant de $B_s \rightarrow D_s^* l^+ X$. Avec la même luminosité intégrée de 1 fb^{-1} , la statistique a été ainsi améliorée par un facteur 2,5 et donne :

$$\Delta m_s = 17,77 \pm 0,10 (\text{stat.}) \pm 0,07 (\text{syst.}) \text{ ps}^{-1}$$

(signal à 5.4σ) ainsi que la mesure directe du rapport :

$$|V_{td}|/|V_{ts}| = 0,2060 \pm 0,0007 (\text{exp.}) \begin{matrix} +0,0081 \\ -0,0060 \end{matrix} (\text{théo.})$$

Ce résultat d'une précision inégalée, où l'erreur théorique est un ordre de grandeur plus élevée que l'erreur expérimentale est en accord avec le Modèle Standard. Mais sans les exclure totalement, il permet de contraindre les autres modèles théoriques et montre la nécessité d'améliorer les calculs QCD sur réseau.

Étude du secteur B_s

Elle se poursuit en collaboration avec MIT et Karlsruhe sur l'analyse angulaire du processus $B_s \rightarrow J/\psi \Phi$ et la

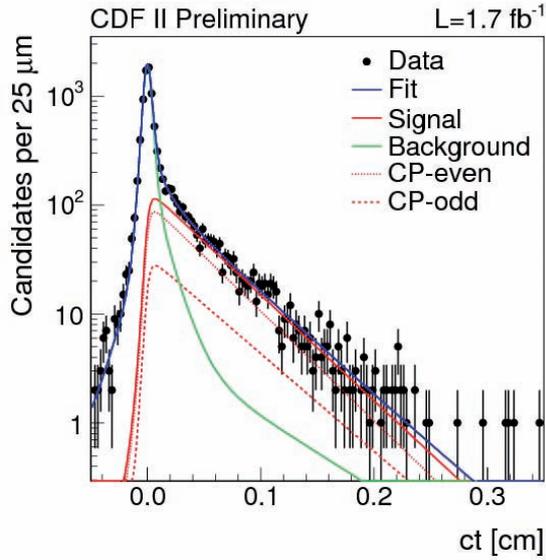


Fig. 2: temps de vie du B_s .

mesure de la différence, Γ_s , des largeurs des états propres lourd (BH) et léger (BL) du B_s , fonction aussi de la phase de violation de CP, Φ_s . Cette étude vient d'aboutir à la mesure directe du temps de vie moyen du B_s :

$$c\tau_s = 456 \pm 13 \text{ (stat.)} \pm 7 \text{ (syst.) } \mu\text{m},$$

(fig. 2) et de Γ_s , en supposant la conservation de CP:

$$\Delta\Gamma_s = 0,076^{+0,059}_{-0,063} \pm 0,006 \text{ ps}^{-1}.$$

La région de confiance dans le plan $[\Gamma_s, \Phi_s]$ est montrée fig. 3. Ce travail inclut également l'étude du processus: $B_d \rightarrow J/\psi K^{*0}$ comme vérification.

Désintégrations top $\rightarrow \tau$

Ce travail fait suite au travail sur le déclenchement τ , signé par un électron ou un muon plus une trace de bas P_t , travail initié et développé par un membre du LPNHE au moment de la préparation de CDF au Run II. Il s'est poursuivi en collaboration avec UC-Davis, Pise et TAMU.

Le but de ce déclenchement est la sélection de di-leptons de bas P_t comprenant au moins un lepton τ , caractérisé par une trace de basse impulsion.

Le LPNHE s'est attaché à l'étude de la désintégration du quark top en lepton tau, car c'est un processus du modèle standard qui a une signature similaire à celle des signatures di-leptons non standards. Le but de cette étude, menée dans son intégralité par le groupe du LPNHE, est donc d'extraire les événements contenant une paire de quarks top dont les produits de désintégration en deux leptons incluent un τ ; le deuxième lepton, électron ou muon

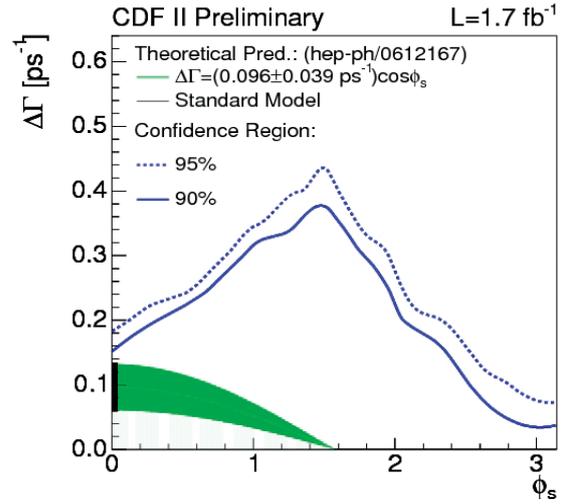


Fig. 3: région de confiance $[\Gamma_s, \Phi_s]$.

peut, lui, venir de la désintégration d'un autre τ ou de celle du W produit par le quark top directement.

Les améliorations pour le Run II de la machine, en luminosité et énergie (gain de 30 % en section efficace dans la production de quarks top), et du détecteur devraient permettre la première mise en évidence de ce canal de désintégration du top.

L'intérêt d'une telle étude est triple: outre cette observation des canaux top en leptons τ , est visée une mesure du rapport d'embranchement du top en tau, lequel pourrait signer une indication de physique au-delà du modèle standard (désintégration du top en un Higgs chargé par exemple) s'il s'avérait supérieur aux rapports d'embranchement du top en électrons et muons déjà mesurés au Tevatron. Enfin cette analyse permet une bonne compréhension des signatures comprenant plusieurs jets, de l'énergie manquante et des leptons, notamment les leptons τ ; de ce fait elle est essentielle pour la recherche de la supersymétrie où nombre de modèles indiquent que les signatures avec τ tendraient à devenir dominantes par rapport à celles avec électron ou muon.

Une première phase de l'analyse a porté sur les premiers 350 pb⁻¹ de données collectées. Elle a donné lieu à des résultats présentés aux conférences APS en 2006, TAU'06 et ICHEP'06. Un effort particulier, avec une approche nouvelle, a été fait pour évaluer plus précisément la contribution des fonds QCD et W+jets où un jet est incorrectement identifié comme un jet τ provenant de la désintégration du τ en mode hadronique, et pour réduire de 70 % le fond électrofaible Z^0 en paires de lepton τ .

L'estimation du fond dû à l'identification des jets ordi-

naires en jets de τ est basée sur l'utilisation des données réelles en QCD (jets avec toute la gamme d'énergie transverse disponible dans les données), avec combinaison avec des données Monte Carlo pour le cas où la statistique en données ($W+$ jets) est encore insuffisante.

Cinq événements compatibles avec des désintégrations du top en lepton τ ont été finalement observés dans les canaux électron plus lepton τ et muon plus lepton τ , en accord avec la prédiction du modèle standard. La probabilité pour le nombre d'événements de fond seul d'avoir fluctué à cinq événements ou plus a été estimée à 15 % (p-valeur), ce qui constitue une indication à une déviation standard (1σ) pour le signal recherché de top en tau.

Cette étude s'est poursuivie et a abouti à une thèse soutenue le 17 novembre 2006. Elle intègre un nouvel

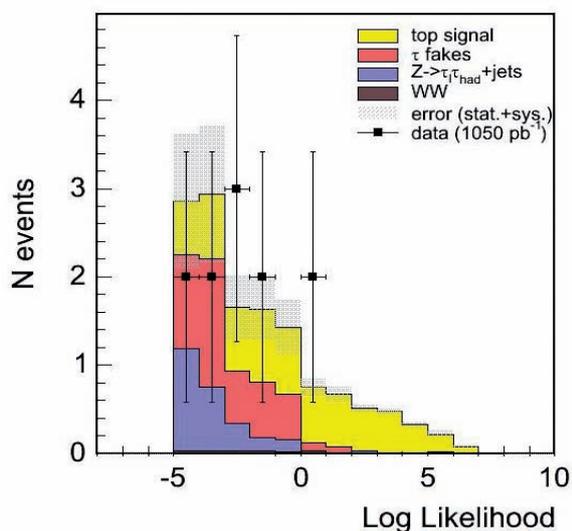


Fig. 4: nombre d'événements en fonction du rapport de vraisemblance.

ensemble de données collectées totalisant 1 fb^{-1} de luminosité intégrée. Grâce à une méthode statistique de maximum de vraisemblance, la sensibilité pour la mise en évidence du signal top en lepton τ approche maintenant les 3σ . La prédiction sur le nombre d'événements de signal top en lepton τ est de $3,2 \pm 0,3$ et celle du fond de $0,4 \pm 0,1$. Seuls deux événements étant observés dans l'ensemble des données, une p-valeur de 8 % est obtenue, correspondant à une mise en évidence du signal de $1,2\sigma$. En relâchant la sélection sur le rapport de vraisemblance (fig. 4), nous avons pu également établir une nouvelle limite sur une éventuelle contribution de nouvelle physique dans ce canal, démontrant qu'elle n'excédait pas 50% de la contri-

bution due au modèle standard, à 95 % de niveau de confiance. Ce résultat est à comparer avec la précédente limite, publiée en 2005 par CDF, et qui était de 420 %. Une publication de CDF, éditée par le groupe du LPNHE, est en cours sur ce résultat.

Outre cette analyse, le travail du LPNHE sur le déclenchement du lepton τ a permis l'étude de plusieurs processus au-delà du Modèle standard. Ces études se sont concrétisées ces deux dernières années par des résultats publiés par CDF sur la recherche de nouvelle physique basée sur des paires de leptons τ avec grande masse invariante, analyse indépendante d'un modèle, et la recherche de bosons de Higgs supersymétriques (MSSM) se désintégrant en paires de τ .

Production GRID au CCIN2P3

En collaboration avec le CCIN2P3, l'INFN-CNAF et CDF, une ligne de production GRID de données Monte Carlo pour CDF a été installée à Lyon. Ceci est poursuivi pour rendre GRID-CDF tout à fait identique à celui du LHC. Le but de cette action est donc double : apporter une aide substantielle à la production de CDF et tester GRID avec une expérience en cours de prise de données.

Un accord LIA avec la Corée entre le LPNHE et le KISTI, en cours de signature, va permettre de renforcer la collaboration KISTI et CCIN2P3, tout en développant la coopération de physique sur CDF avec le LPNHE.

Réseau Européen RTN, « Probe For New Physics »

Ce réseau a permis à des groupes européens (IFAE, Slovaquie et Athènes), outre le LPNHE, de rejoindre CDF. Il a renforcé les groupes déjà membres de la collaboration. Il a joué un rôle moteur dans le développement de la collaboration entre les groupes européens de CDF et le transfert de compétences entre eux. Il a eu un rôle crucial dans l'impact important de la contribution européenne à la découverte des oscillations du B_s et la poursuite du programme dans ce secteur. Le LPNHE en a été l'initiateur et en a assuré sa coordination

Réunion annuelle de CDF

Le LPNHE a été choisi pour organiser le meeting annuel de CDF en 2007. Ce meeting a connu un large succès avec la venue de nombreux collègues des USA et du Canada, d'Asie (Japon et Corée) et d'Europe (Allemagne Espagne, Italie, Finlande, Suisse et UK). Il s'est déroulé dans le

Campus de l'Université Pierre et Marie Curie qui a prêté locaux, matériels et personnels, avec un appui financier de la FRIF et les contributions de I. Antoniadis, M. Mangano, L. Rolandi (CERN), S. Heinemeyer (IFCA), G. Salam (LPTHE) et D. Boutigny (CCIN2P3).

Conclusions

Seul groupe français dans CDF, le LPNHE s'est assuré une place reconnue dans divers aspects de cette expérience qui est de toute première importance. Ceci se traduit par les présentations aux conférences : FPCP06, APS06, Workshop FNAL 06, BEACH 06, contributions à ICHEP06 et TAU06, revue à EPS07.

Le nombre de publications en 2006 est de 44 et, pour 2007, il est déjà de 40. Le LPNHE a eu une contribution significative sur 7 de ces publications et encore sur 3 à venir.

Une thèse a été soutenue le 17 novembre 2006, seconde thèse depuis le démarrage du groupe LPNHE à CDF en novembre 2004; une troisième est en cours.

Le but est de continuer jusqu'à la fin du programme de cette expérience qui devrait apporter avec 3 à 4 fois plus de statistiques de nombreux résultats nouveaux, et même, peut-être, des découvertes.

A. Savoy-Navarro

E. Ben-Haïm, G.-P. Di Giovanni,
J. Piedra, S. Tourneur.

Violation de CP : BABAR

L'expérience BABAR continue de produire nombre de résultats physiques de premier plan dans le domaine des saveurs lourdes. Le dernier en date est la découverte des oscillations $D^0-\bar{D}^0$. La violation de CP est activement étudiée au LPNHE dans les désintégrations des mésons B vers des états finals en trois corps sans particule charmée possédant un ou deux kaons. L'investissement du groupe dans des analyses en amplitude de diagrammes de Dalitz commence à porter ses fruits. Toutes les études entreprises au LPNHE font partie des analyses à mener de façon prioritaire sur l'ensemble des données qu'aura collectées BABAR en octobre 2008 à la fin de l'exploitation de PEP-2.

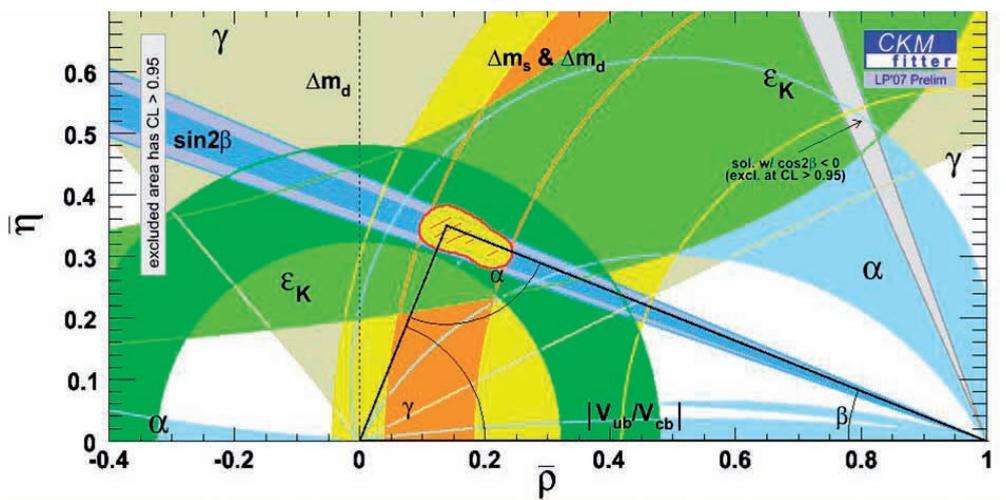


Fig. 1 : diagramme $(\bar{\rho}, \eta)$ avec les lieux géométriques du sommet du triangle d'unitarité contraints par les diverses mesures disponibles lors de la conférence Lepton Photon en août 2007 à Daegu en Corée. Cette figure est l'œuvre du groupe CKMfitter. Toutes les mesures sont compatibles à 95 % de confiance avec la zone représentée en jaune, qui se réduit comme une peau de chagrin d'année en année à mesure que la statistique s'accroît.

Les expériences BABAR et Belle installées sur les usines à mésons B PEP-2 et KEK-B ont accumulé une statistique suffisante pour tester avec précision le secteur des saveurs du modèle standard. Le modèle de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa (CKM) a été validé; il rend compte de toutes les observations actuelles dans ce domaine, en particulier de la violation de CP. Le diagramme de la fig. 1 résume l'ensemble des contraintes sur les éléments de la matrice CKM telles qu'elles ont été présentées à la conférence Lepton-Photon de Daegu (Corée) en 2007. La nouvelle physique au-delà du modèle standard ne peut désormais apparaître dans les désintégrations des mésons B que par des effets correctifs. Les usines à mésons B, maintenant rejointes par les expériences auprès des collisionneurs hadroniques, ont donc conforté le modèle standard une nouvelle fois. Les résultats récents les plus marquants sur les désintégrations des mésons B concernent des processus rares fai-

sant intervenir des boucles de particules virtuelles (diagrammes pingouins gluoniques ou électrofaibles). La désintégration $B^- \rightarrow \tau^- \nu$ récemment observée est une des réactions qui permettent de contraindre certains paramètres hadroniques caractérisant l'interaction forte qui, souvent, cache les phénomènes électrofaibles recherchés. Ces deux dernières années ont également vu des résultats spectaculaires dans le domaine du charme et des leptons τ . La découverte des oscillations $D^0-\bar{D}^0$ est un des événements marquants de l'année 2007. Le spectre des hadrons à charme ouvert ou caché a continué de s'enrichir depuis 2005.

Le LPNHE participe à l'expérience BABAR sur le collisionneur PEP-2 au SLAC (*Stanford Linear Accelerator Center*, États-unis), avec trois autres laboratoires de l'IN2P3 et un du CEA. La luminosité maximale atteinte avec le détecteur en fonctionnement est de $1,2 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. La luminosité intégrée depuis le début de l'expérience en

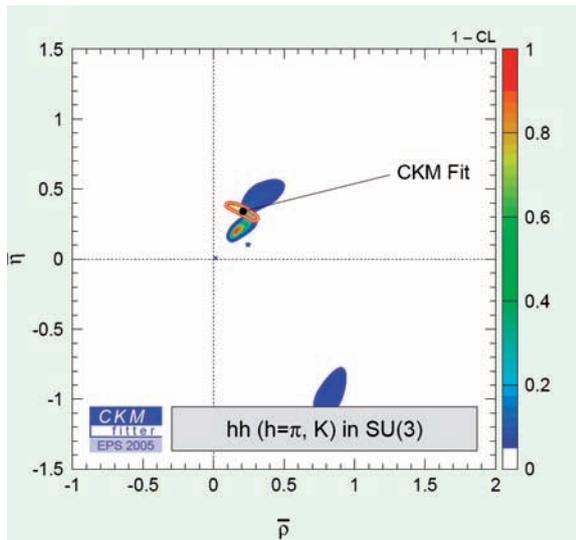


Fig. 2: diagramme $(\bar{\rho}, \bar{\eta})$ avec les lieux géométriques du sommet du triangle d'unitarité contraints par les résultats sur les rapports d'embranchement et les asymétries de CP de l'ensemble des états de charge des canaux $B \rightarrow hh$, où h est un pion ou un kaon, dans un modèle fondé sur la symétrie de saveur SU(3). Ces résultats sont issus d'une thèse préparée au LPNHE. Ils ont été obtenus au sein du groupe CKMfitter et présentés aux conférences en 2006.

1999 est de 477 fb^{-1} (710 pour Belle). L'objectif est d'obtenir une luminosité intégrée de $0,78 \text{ ab}^{-1}$ d'ici la fin de la prise des données prévue en 2008 (environ 800 millions de paires de mésons B).

Le LPNHE collabore à l'expérience *BABAR* depuis sa conception, en 1994. Depuis 2002 les analyses de physique constituent l'activité majeure de l'équipe. Une thèse a été soutenue en 2006 sur les désintégrations de mésons B en 2 mésons non charmés dont un π^0 . Une HDR sera soutenue en novembre 2007. Trois thèses sont en cours; elles portent toutes sur des désintégrations en 3 hadrons non charmés (dont un ou deux kaons), sur lesquelles des analyses en amplitudes sont entreprises.

Désintégrations en deux corps sans charme

Les désintégrations en deux pions, dont au moins un π^0 , permettent de contraindre l'angle α du triangle d'unitarité associé à la matrice CKM grâce à une analyse en isospin. Une interprétation plus poussée, fondée sur la symétrie SU(3) permet de traiter dans un même cadre les désintégrations des mésons B_u , B_d et B_s en toutes les paires possibles de mésons π et K. La fig. 2, tirée de la thèse soutenue en 2006 et présentée la même année à plusieurs conférences, montre que, sous des hypothèses assez générales, les données interprétées dans ce forma-

lisme fournissent des contraintes sur les paramètres de la matrice CKM assez précises et en accord avec les autres mesures. Ce travail a été réalisé au sein de l'équipe CKMfitter (<http://www.ckmfitter.in2p3.fr>) qui regroupe des expérimentateurs (dont certains du LPNHE) et des théoriciens.

Désintégrations en trois corps sans charme

Les désintégrations de mésons B en trois corps (kaons et pions), dont l'étude a débuté au LPNHE en 2004, sont devenues le thème des trois analyses en cours dans l'équipe. Un atelier consacré aux désintégrations en trois corps sans charme a été organisé grâce à la FRIF en février 2006. Cet atelier a mis au travail un groupe international de théoriciens et d'expérimentateurs et il a permis de faire le point des connaissances au moment où l'exploitation des données à l'aide d'analyses en amplitudes débutait. Les travaux entrepris au LPNHE

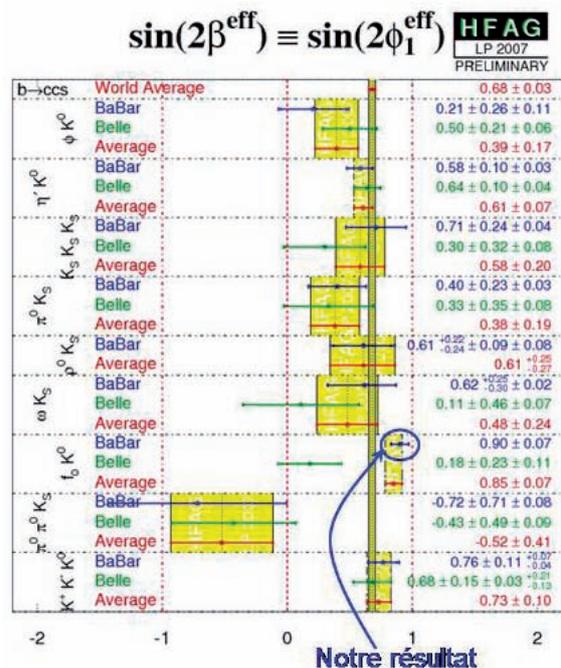


Fig. 3: Compilation des résultats obtenus en 2007 sur l'angle β du triangle d'unitarité. La bande verticale étroite décrit la moyenne mondiale des mesures effectuées en utilisant les canaux où les mésons B neutres se désintègrent en un méson charmonium et un kaon neutre via un diagramme en arbre. Les autres résultats correspondent à des canaux de désintégration décrits par un diagramme pingouin gluonique. Tous ces canaux à l'exception de « notre résultat » ont une valeur centrale inférieure à celle trouvée avec les diagrammes en arbre. Ce fait est à la base d'une spéculation selon laquelle de la « nouvelle physique » serait à l'œuvre dans les diagrammes pingouins gluoniques. « Notre résultat » rend cette spéculation moins plausible.

s'appliquent entre autres aux diagrammes de Dalitz des désintégrations $B^0 \rightarrow K^+ \pi^- \pi^0$, $B^0 \rightarrow K_s \pi^+ \pi^-$ et $B^+ \rightarrow K_s \pi^- \pi^0$. Ce type d'analyse permet de contraindre les phases faibles avec moins d'ambiguïtés que les traitements en quasi deux corps précédemment effectués. Les canaux étudiés au laboratoire ont fait l'objet de nombreuses publications théoriques. La fig. 3 met en évidence la précision atteinte sur la détermination de l'angle β du triangle d'unitarité dans le mode résonant $B^0 \rightarrow f_0 K_s$, $f_0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$. L'étude des désintégrations avec deux mésons K dans l'état final a commencé en septembre 2007. Toutes les analyses menées au LPNHE font partie des études prioritaires à réaliser avec l'ensemble des données que l'expérience aura collectées fin 2008 quand PEP-2 cessera de fonctionner.

Aspects opérationnels

L'implication des physiciens du LPNHE couvre la surveillance du DIRC (le détecteur Tcherenkov), à la construction duquel le laboratoire a participé, et celle du SVT (détecteur de vertex). De même, le groupe joue un rôle dans le suivi de la qualité des données du DIRC et leur reconstruction. Les étudiants en thèse effectuent chacun un séjour de six mois à SLAC dans ce contexte. Les physiciens français de *BABAR* reçoivent une aide importante de l'IN2P3 pour développer et maintenir le CCIN2P3 comme un site de premier plan (Tier-A) pour la collaboration. Depuis le début de *BABAR*, le laboratoire participe à la production des données de la simulation générale pour une part d'environ 20 %.

Conclusions et perspectives

L'expérience *BABAR* et le collisionneur PEP-2 ont fourni en 2006-2007 avec Belle à KEK-B une remarquable moisson de résultats qui établissent la validité du modèle standard dans le secteur des saveurs lourdes. Il est prévu que PEP-2 et *BABAR* fonctionneront jusqu'en octobre 2008 et que la statistique sera multipliée par un facteur de l'ordre de 1,6. Les analyses entreprises au LPNHE fourniront des résultats sur l'ensemble de ces données. Avec la mise en service du LHC et de l'expérience LHCb consacrée à la physique des mésons B, ainsi que la montée en luminosité des expériences au Tevatron, les collisionneurs hadroniques jouent un rôle grandissant dans ce secteur de la physique. L'état initial électron-positron reste toujours

attractif et des projets de collisionneurs de haute luminosité ($10^{36} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) – les « super usines » à mésons B – sont proposés.

J. Chauveau

E. Ben-Haïm, H. Briand, G. Calderini*, O. Hamon, Ph. Leruste, J. Malclès, J. Ocariz, A. Peréz, J. Prendki.

* membre du groupe ATLAS

ILC, futur collisionneur linéaire

Le groupe Collisionneur Linéaire poursuit sa R&D sur les trajectomètres au silicium pour le projet ILC, avec le développement de tests en faisceau de détecteurs lus par des chips en technologie 180 nm et 130 nm.

Les collisions électron-positron autour du TeV offrent synergie et complémentarité avec le LHC et SLHC tant du point de vue de la physique que de l'instrumentation. Le LPNHE poursuit activement son implication dans cette ligne de recherche. L'activité de R&D sur les trajectomètres au silicium de grandes dimensions qui se développe en préparation des détecteurs du futur ILC (*International Linear Collider*) en constitue l'aspect majeur.

La physique au TeV des collisions électron-positron exige des précisions sans précédent en impulsion et en résolution spatiale et une couverture complète en angle. Les trajectomètres au silicium jouent un rôle essentiel et les performances requises exigent de développer une nouvelle génération de ces détecteurs et font appel aux techniques innovantes dans plusieurs domaines.

Trois des quatre concepts de détecteurs proposés pour le ILC incluent des trajectomètres au Silicium. Le LPNHE s'est inscrit dans les deux concepts envisagés: un trajectomètre totalement fait de détecteurs au Silicium (SiD pour *Silicon Detector concept*), ou un système composé d'une TPC centrale est complété tout autour par des composants en Silicium (*Large Detector Concept*).

Le LPNHE poursuit cette R&D dans la collaboration mondiale SiLC (*Silicon tracking for the Linear Collider*) sur les détecteurs au silicium et avec les groupes français travaillant sur la préparation du ILC dans le cadre du groupe ILC France. Il collabore depuis 2005 avec le LAPP sur la partie électronique. Ces deux dernières années ont vu un tournant important avec le développement des activités de tests, incluant celles en faisceau qui se sont ajoutées à celles de conception sur tous les aspects de R&D: détecteur au Silicium, électronique de lecture et mécanique.

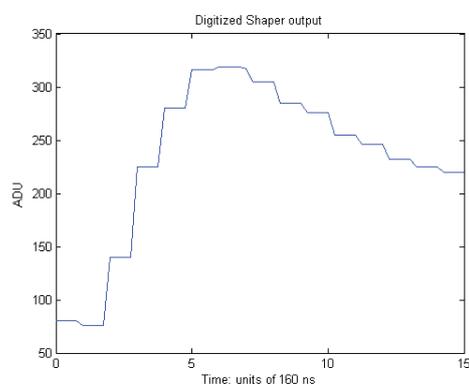


Fig. 1 : signal numérique en sortie d'échantillonneur (technologie CMOS 130 nm).

ILC : état d'avancement du projet

Sous l'égide du GDE (*Global Design Effort*), initié en 2005 et dirigé par B. Barish, le projet ILC a connu des avancées importantes. Le GDE conduit le projet ILC tant du point de vue de la machine que des détecteurs et des R&D associées. Il a produit un RDR (*Reference Design Report*) pour la machine et un DCR (*Detector Concept Report*) finalisés en été 2007. Un comité d'experts internationaux est chargé de passer en revue les R&D détecteurs pour le ILC. Les trajectomètres ont été les premiers à passer devant ce comité en février 2007 à Pékin. La R&D SiLC a ainsi été présentée devant ce comité.

SiLC : collaboration internationale

Le LPNHE joue un rôle moteur dans le développement de cette collaboration qu'il a initiée avec UC Santa Cruz en 2002 et dont il assure la coordination. Le but est de développer la nouvelle génération de détecteurs de traces au silicium avec l'expérience acquise notamment avec la construction

des trajectomètres au Silicium pour le LHC. Cette activité de R&D s'inscrit donc en synergie avec le LHC et les futures améliorations de ces détecteurs, nécessaires qu'il y ait ou non augmentation en luminosité.

SiLC est parmi les collaborations majeures de R&D pour le ILC. Elle inclut plus de vingt institutions, d'Asie (Consortium d'Universités Coréennes et le Japon avec HPK), des États-Unis (University of Michigan, UC Santa Cruz et SCIPP), de la Russie (Universités d'État de Moscou et d'Obninsk), de nombreux Instituts Européens dont certains parmi les plus importants dans la construction de ces détecteurs pour le LHC (Liverpool, IFIC-Valencia pour ATLAS, IEKP Karlsruhe et HEPHY pour CMS) et des Instituts de Recherche en semi-conducteurs comme VTT en Finlande, IMB-CNM/CSIC en Espagne ou SiLab à Moscou. Le LPNHE est à l'initiative du développement de la collaboration, des liens avec l'industrie et de l'obtention de moyens au niveau international (contrats européens et accords bilatéraux). SiLC a établi des contacts étroits avec DESY, FNAL et le CERN. Ces différents aspects apparaissent dans les sections ci-dessous.

R&D sur détecteurs au silicium

Les détecteurs à micropistes restent la solution de base, mais les pixels sont aussi considérés, notamment la technologie pixel 3D. Les objectifs pour les micropistes sont des wafers plus grands (huit pouces ou plus), plus fins (technique d'amincissement du substrat), avec des distances entre pistes de 50 μm , un bon rendement et éventuellement double face.

Le LPNHE s'est impliqué ces deux dernières années dans cette R&D. Il développe des collaborations avec l'industrie, notamment HPK Hamamatsu et suscite des lignes de recherche alternatives parmi des instituts compétents dans SiLC. La caractérisation de ces détecteurs se fait sur banc de test et en faisceau.

La collaboration avec HPK est d'abord centrée sur la production d'un premier échantillon de nouveaux détecteurs à micropistes pour les prototypes en test au CERN dès 2007 et à FNAL en 2008. Ces détecteurs incluent des structures de test à la CMS pour caractérisation complète. Des détecteurs micropistes d'un nouveau type en technologie 3D planaire sont développés par VTT et seront testés en collaboration par HEPHY et le LPNHE, fin 2007. Leurs avantages sont d'être minces, sans bord, à basse tension de polarisation et permettent une connexion directe du chip de lecture sur le détecteur.

Le LPNHE développe une ligne de R&D sur la connexion directe électronique et détecteur, basée d'abord sur le « *bond* » ou « *stud bonding* » puis plus tard sur la technologie 3D. Cela est en cours de discussion avec HPK d'une part et IMB-CNM d'autre part.

R&D SiLC en électronique, tests au laboratoire et en faisceau

Les activités de R&D SiLC en électronique ainsi que les tests en laboratoire et en faisceau sont détaillés dans le chapitre consacré au service d'électronique. Soulignons cependant l'avancée faite en termes d'intégration de composants, telle que l'exploitation des technologies CMOS 130nm (fig. 1) visant à réaliser à terme des circuits de lecture numérisant plus d'un millier de voies. Ces efforts placent ainsi le LPNHE au premier plan au sein de la communauté ILC, dans la mesure où ces technologies seront requises aussi bien pour d'autres systèmes de trajectographie (vertex et détecteur central), que pour la calorimétrie.

R&D SiLC en mécanique

L'activité de mécanique s'est tournée vers la construction de prototypes de modules à un ou plusieurs détecteurs au Silicium bondés les uns aux autres, puis du premier prototype grande surface dont ces modules sont les éléments de base. Des premiers modules ont été construits par le LPNHE pour les tests en faisceau à DESY (fig. 2).

Le LPNHE a construit également une cage de Faraday, prototype d'enceinte isolante électriquement et thermiquement (refroidissement) et qui permet d'abriter ces modules et leur électronique de lecture des perturbations extérieures. Voir aussi le chapitre consacré au service de mécanique.

Études en simulation

Le développement de la simulation complète basée sur GEANT 4 est en cours dans SiLC; le LPNHE y participe avec IFIC, HEPHY et OSU. Des études de physique se sont portées sur la production de sleptons et photon-photon qui ont un rôle accru à ces énergies.

EUDET et autres contrats

Depuis janvier 2006 et pour 4 ans, le LPNHE fait partie d'un programme Européen FP6-I3, EUDET. Son but est de développer les infrastructures pour les tests en faisceau de la R&D détecteurs pour le ILC. Le LPNHE est chargé des détecteurs Silicium (SiTRA). Cette composante comprend plusieurs instituts Européens et doit fournir des circuits de

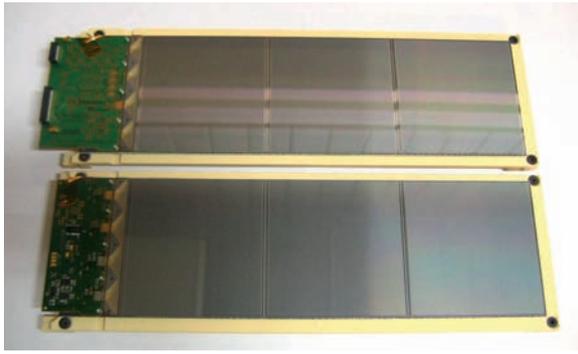


Fig. 2 : réalisation de 2 modules de détecteur au silicium, pour effectuer des tests en faisceau.

lecture pour prototypes au Silicium, un prototype de refroidissement et de structure mécanique à large dimension. Il coordonne les 6 groupes IN2P3 dans ce projet.

Le projet HPRN-CT-2002-00292 a été aussi un catalyseur pour développer SiLC en Europe. Des contrats bilatéraux sont en cours : MEC-IN2P3 avec IFCA et IFIC, un PiCS avec OSU et MSU et un accord LIA-Japon avec KEK. Un nouvel accord avec HPK est en cours de discussion.

Conclusion

SiLC a conquis une place de tout premier plan parmi les R&D ILC. Le LPNHE y a œuvré en première ligne. Il est éditeur du document soumis par SiLC au Comité de R&D-ILC en février 2007 et du DOD pour LDC. Il a été sollicité pour écrire la partie «*Silicium Tracking*» du DCR. Il a été l'élément clé dans la présentation de SiLC à Pékin.

Ces deux années, le LPNHE a offert des stages en mécanique et en électronique. Une thèse BDI MRT se termine en électronique, une autre est proposée.

Avec une participation et des présentations à de nombreuses conférences et ateliers (LCWS06 et 07, ICTPP07, LECC 07, IEEE07, ateliers ECFA-ILC en 2006 et 2007) le groupe du LPNHE et la collaboration ILC ont une excellente visibilité.

A. Savoy-Navarro

J.-E. Augustin, M. Berggren, W. Da Silva, F. Kapusta.

Électronique :

J. David, M. Dhellot, J.-F. Genat, P.H. Hung, H. Lebbolo, F. Rossel.

Informatique :

J.-F. Huppert.

Mécanique :

G. Daubard, Ch. Evrard, D. Imbault, P. Ghislain, Ph. Repain.

Physique des neutrinos : T2K

L'expérience T2K, en construction au Japon, va rechercher des oscillations de neutrinos à grande distance et tenter de mesurer l'angle de mélange θ_{13} encore inconnu. Si le détecteur lointain est déjà en place – il s'agit du détecteur SuperKamiokande qui a contribué à l'établissement des oscillations de neutrinos solaires et atmosphériques – l'expérience passe par la construction d'une ligne de faisceau de très haute intensité et d'un détecteur proche très précis, ND280. Le démarrage de l'expérience est attendu pour l'année 2009 et pour une prise de données de 5 ans. Sa sensibilité permettra de détecter un angle θ_{13} dix fois plus petit que la meilleure limite connue aujourd'hui.



Fig. 1 : l'expérience T2K et ses détecteurs – le détecteur proche (ND280 à Tokai) contenu dans l'aimant de NOMAD et le détecteur lointain SuperKamiokande.

La physique des neutrinos est depuis une dizaine d'années le lieu de la première manifestation de l'existence d'une physique au-delà du Modèle Standard : les neutrinos sont massifs et oscillent, comme l'ont montré les résultats récents des expériences sur les neutrinos atmosphériques, solaires et de réacteurs (SuperKamiokande, SNO et KamLAND). Cependant 3 paramètres fondamentaux sont encore indéterminés dans le panorama des oscillations de neutrinos : le troisième angle de mélange (θ_{13}), la hiérarchie des masses (signe de Δm^2_{12}) et la valeur de la phase δ violant CP. Mais l'observation d'une violation de CP dans le secteur leptonique est conditionnée à l'existence d'un angle θ_{13} « pas trop petit ». Il est donc important de tenter de mesurer θ_{13} avant de pouvoir accéder aux propriétés CP des neutrinos et à leur éventuel lien avec l'asymétrie matière-antimatière dans l'Univers, via la leptogénèse. C'est le but essentiel de l'expérience T2K qui vise à gagner un ordre de grandeur en sensibilité sur la meilleure limite aujourd'hui disponible, celle de l'expérience CHOOZ.

L'angle θ_{13} se manifeste sous la forme d'une oscillation $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_e$ sous-dominante, superposée à l'oscillation $\nu_e \rightarrow \nu_{\tau}$ dominante dans les conditions « atmosphériques » : le principe de l'expérience va donc consister à rechercher l'apparition de ν_e entre deux détecteurs situés à une distance L dans un faisceau de ν_{μ} d'énergie E telle que L/E soit « calée » sur le Δm^2_{23} atmosphérique.

Principe

Le projet est basé sur la construction d'une ligne de faisceau de très haute intensité dans le nouveau complexe d'accélérateurs de JPARC (en construction à Tokai, Japon), dirigée vers SuperKamiokande (SK), à 295 km de là. Les 0,7 MW de protons de 30 GeV seront envoyés selon un angle de $2,5^\circ$ par rapport à la direction de SK sur une cible de carbone suivie d'éléments de focalisation (cornes magnétiques). Le choix de cet angle permet d'obtenir un spectre des neutrinos très piqué à l'énergie la plus favorable, mais également une réduction notable des bruits de fond potentiels. Le faisceau traverse ensuite un détecteur proche

(à 280 m), dont la fonction est d'abord de mesurer son flux, son spectre et sa composition. Ces mesures seront ensuite extrapolées 295 km plus loin et comparées aux données recueillies par SuperKamiokande (fig. 1).

Le détecteur

Le détecteur proche (ND280), en cours de construction, sera contenu dans l'ancien aimant dipolaire de UA1/NOMAD, qui va être transporté et remonté au Japon. Il comprendra :

- un détecteur de π^0 (POD) dont le rôle est de mesurer le taux de production de π^0 par courant neutre ;
- un trajectographe optimisé pour la mesure des particules chargées, principalement pions et muons produits dans les interactions courant chargé, et pour la mesure de la composante v_e du faisceau. Il est composé de 2 parties : les modules cibles à grain fin (FGD) et les chambres à projection temporelle (TPC) ;
- un calorimètre électromagnétique et un détecteur de muons dans le fer instrumenté de l'aimant, qui complètent l'ensemble.

Le calendrier de l'expérience prévoit une période de construction de la ligne de faisceau et du détecteur proche jusqu'en 2009. L'intensité augmentera graduellement pour atteindre la pleine puissance au bout de 2 ans et délivrer en 5 ans les $5 \cdot 10^{21}$ protons sur cible nécessaires pour obtenir la sensibilité prévue.

Carte DCC

Le groupe du LPNHE s'est associé aux groupes de Saclay, Barcelone, Genève, Valencia et Triumf pour concevoir et construire les TPC. La mécanique de l'enveloppe de gaz et de la cage de champ électrique est conçue au Canada. Les techniques d'amplification et de lecture choisies sont celles des chambres Micromegas, développées à Saclay. L'électronique Front-End, qui doit digérer un grand nombre de canaux (120 000) mais à un taux de répétition modeste (quelques Hz), amplifie les signaux et les envoie dans une mémoire analogique avant de les numériser en série via une carte mezzanine, qui transmet ensuite par un lien optique les données à une carte concentratrice de données (DCC). Le LPNHE a la responsabilité de cette carte qui réalise l'interface entre l'électronique Front-End et l'acquisition de l'expérience.

Conçue autour de gros FPGA (*Field-Programmable Gate Array*, Virtex 4), la DCC a pour fonction de piloter

la lecture des signaux numérisés, les traiter (faire de la suppression de zéro intelligente), construire un « événement » en organisant ces données et les transmettre au système d'acquisition central à travers une liaison standard Gigabit Ethernet. En sens inverse l'autre fonction de la carte consiste à transmettre à l'électronique de bord les horloges centrales, les signaux de déclenchement, de synchronisation, de contrôle à distance et de monitoring. En parallèle avec le développement d'un prototype, l'ensemble des fonctions de la carte sera testé sur un kit d'évaluation du FPGA Virtex, qui servira de système d'acquisition du module 0 de la TPC, en test cosmiques au Canada au printemps 2008. La production des cartes finales (6 pour la TPC et 4 pour le FGD) devra être lancée à l'été 2008 et l'installation sur l'expérience se fera un an plus tard : les premiers événements neutrinos sont attendus fin 2009.

Du fait de cette participation technique au détecteur TPC, le groupe du LPNHE a choisi d'orienter sa contribution sur la physique par une préparation à l'analyse axée sur l'identification et la mesure des événements quasi-élastiques sur lesquels repose cette recherche d'oscillations à grande distance.

Maîtrise du faisceau

Enfin une autre contribution est prévue par la participation à l'expérience NA61 au CERN : la maîtrise du faisceau de T2K et des systématiques de l'extrapolation entre les détecteurs proches et lointains passe par une mesure très précise des distributions de hadrons (pions et kaons) produits dans les collisions des protons de 30 GeV sur la cible de carbone et dont la désintégration donne les neutrinos du faisceau. Cette mesure se fera au CERN dans une expérience dédiée, sur un spectromètre déjà ancien. Le groupe du LPNHE apportera à l'analyse de cette expérience son expérience acquise avec HARP et disposera ainsi d'une bonne maîtrise du faisceau de T2K.

J. Dumarchez

B. Andrieu, J.-M. Lévy.

Équipe technique :

O. Le Dortz, D. Terront, A. Vallereau.

Cosmologie

L'activité du groupe cosmologie du laboratoire consiste en grande partie en la mesure du diagramme de Hubble des supernovae de type Ia, pour contraindre l'évolution du taux d'expansion de l'univers durant environ la deuxième moitié de son histoire. La densité d'énergie dans l'univers est désormais dominée par « l'énergie noire » dont la nature est inconnue. Les activités du groupe ont pour objectif de cerner les propriétés de l'énergie noire par des programmes d'observation auprès de télescopes au sol et par la préparation de programmes spatiaux. Une activité théorique en cosmologie vient compléter ces recherches.

La mesure du diagramme de Hubble des supernovae Ia permet aujourd'hui d'accéder à l'histoire de l'expansion de l'univers jusqu'à des décalages vers le rouge de l'ordre de 1, en utilisant la reproductibilité empiriquement constatée de ces objets. Cette approche de la cosmologie observationnelle a permis la mise en évidence d'une « énergie sombre », constituant aujourd'hui de l'ordre des 3/4 de l'énergie de l'univers, responsable d'une accélération de l'expansion. Depuis ces premières indications (âprement discutées), la mesure de la courbure par les anisotropies du rayonnement fossile micro-onde (CMB) et les estimations du contenu de matière utilisant les amas de galaxies ou les effets de lentilles faibles sont venus confirmer ce résultat inattendu.

Le panorama de la cosmologie s'est alors enrichi d'une nouvelle inconnue : la nature de cette « énergie sombre » que l'on caractérise par son équation d'état reliant pression et densité. Le rapport pression sur densité, encore appelé paramètre de l'équation d'état, w , décrit l'évolution de la densité avec le décalage vers le rouge (ou le temps) : l'équation d'état d'une densité indépendante de l'expansion confère à ce rapport la valeur $w=-1$, à l'instar de la constante cosmologique. Les observations disponibles privilégient une valeur autour de -1, loin de 0 qui caractérise la matière.

Les mesures du diagramme de Hubble des supernovae Ia consistent schématiquement à comparer le flux des supernovae lointaines au flux de supernovae proches, dans la même bande spectrale dans le repère de la supernova. C'est l'hypothèse, selon laquelle il s'agit d'objets semblables, qui permet de déduire la distance de l'objet lointain, à un facteur global inconnu près. C'est l'évolution de cette distance avec le décalage vers le rouge qui encode la cosmologie et donc les densités d'énergie et leurs évolutions. Les activités du groupe se séparent sur trois fronts : la participation au programme *Supernova Legacy Survey* (SNLS), la participation au programme *Supernova Factory*

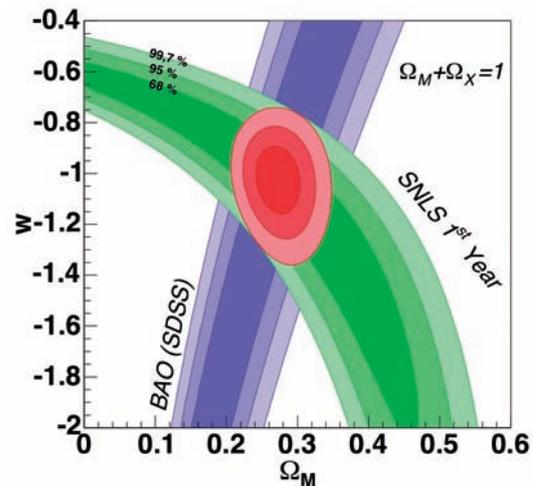


Fig. 1 : contraintes cosmologiques obtenues par le diagramme de Hubble des supernovae Ia d'une part (notre travail), les oscillations acoustiques des baryons d'autre part, et les contraintes jointes, pour un univers plat (A&A 447, 31, 2006). L'énergie noire est parfaitement compatible avec une constante cosmologique.

(SNF), et des activités de recherche et développement orientées en vue de projets futurs.

Une activité théorique en cosmologie est, par ailleurs, poursuivie par M. Joyce et, à partir de l'automne 2007, par deux étudiants en thèse sous sa direction. Leur recherche est centrée sur le problème de la formation des grandes structures de l'univers. Plus spécifiquement, elle vise à donner une meilleure compréhension de la dynamique hautement non linéaire des simulations numériques à « N corps », qui sont aujourd'hui un outil essentiel pour fournir des prévisions observationnelles en cosmologie.

Le Supernova Legacy Survey (SNLS)

Le *Supernova Legacy Survey* (SNLS) est un projet qui mesure les distances de SN Ia à l'aide du grand imageur Megacam placé au foyer primaire du Télescope Canada-France-Hawaii (CFHT, de 3,6 m de diamètre). Cet instru-

ment de 1 degré-carré de champ a été jugé suffisamment exceptionnel pour que les communautés canadiennes et françaises acceptent d'investir une centaine de nuits par an sur des programmes d'observation définis par l'ensemble de la communauté. Il s'agit du projet CFHT *Legacy Survey* (CFHTLS) qui permet aujourd'hui de consacrer environ 40 nuits par an à la mesure du diagramme de Hubble des SN Ia. La démarche consiste à observer les mêmes champs tant qu'ils restent visibles, dans quatre bandes, pour détecter les objets variables et mesurer leur courbe de lumière dans les mêmes images. Une collaboration, dans laquelle les groupes français et canadiens dominant, s'est construite autour de ce programme. Cette collaboration s'est étendue à des groupes européens et américains pour assembler le lourd volume d'observations spectroscopiques sur les plus grands télescopes au sol nécessaires au succès du projet. Ce temps a été obtenu au VLT/ESO (sous la forme de *large program* alloué pour deux ans), au Gemini et au Keck, et il est géré globalement par la collaboration. Quatre laboratoires français sont impliqués : le LPNHE et le CPPM à l'IN2P3, le LAM à l'INSU et le DAPNIA au CEA. La collaboration regroupe environ 30 personnes.

Le programme d'observation d'imagerie au CFHT consiste à imager 4 champs dans 4 bandes toutes les 4 nuits. Les observations ont commencé au printemps 2003 et le relevé mi-2003. Nous avons d'abord investi dans la détection en temps réel des supernovae, qui nécessite une chaîne logicielle très automatisée de manière à fournir des candidats fiables aux identifications spectroscopiques. Une fois cette chaîne au point, nous avons pu mettre en place la procédure de mesure des distances aux supernovae détectées. Cela consiste schématiquement en quatre étapes : la photométrie différentielle des supernovae identifiées, l'ajustement des courbes de lumière avec un modèle, la calibration photométrique, et finalement l'extraction des paramètres cosmologiques et l'évaluation de leurs incertitudes (en particulier systématiques). Ce programme a occupé l'équipe SNLS du laboratoire de mi-2004 à la fin 2005. Mi-2005, SNLS a passé avec succès deux étapes importantes : la revue à mi-parcours du CFHTLS, et la deuxième demande de « *large program* » au VLT. Nous avons présenté les résultats cosmologiques dans les deux cas. Le travail des années 2006-2007 s'est traduit par 8 nouvelles publications dont deux menées par l'équipe du laboratoire : l'une sur le développement d'un nouveau modèle de courbes de lumière des SN Ia, l'autre sur les résultats cosmologiques de la première année de données. Cette dernière publication produit aujourd'hui les meilleures contraintes sur l'équation

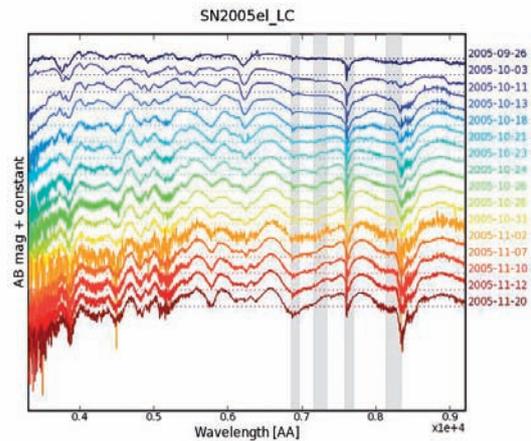


Fig. 2 : série spectro-photométrique de la supernovae SN2005el, mesurée par SNIFS.

d'état de l'énergie noire, bien que reposant sur moins d'événements, et sur un domaine de décalage spectral plus modeste que les publications précédentes (fig. 1). Ce résultat couronne plusieurs années d'investissement dans le développement de méthodes spécifiques et est abondamment cité. Le nouveau modèle de courbe de lumière, développé en grande partie par Julien Guy, permet une avancée significative dans le traitement des données car il intègre les informations spectrales et utilise les supernovae à grand décalage spectral pour modéliser plus précisément la distribution en énergie des supernovae.

Au vu du fonctionnement du relevé aujourd'hui, et malgré un incident de filtre durant l'été 2007, un total voisin de 500 SN Ia devrait être atteint à la fin du projet en 2008. L'exploitation optimale de cette statistique est un objectif enthousiasmant qui nécessite de nouveaux développements méthodologiques tant dans la description des supernovae que pour le traitement de la calibration photométrique. Notre groupe a un rôle majeur dans cette activité essentielle menée par Nicolas Regnault. Nous terminons actuellement l'analyse des données des années 1-3, soit environ 250 SN Ia et envisageons la publication de ce travail en fin d'année 2007.

Supernova Factory (SNF)

Les contraintes cosmologiques obtenues avec les supernovae proviennent de la comparaison de supernovae proches et lointaines. Étant donné que le fait d'augmenter le domaine de z couvert resserre les contraintes, on doit en pratique incorporer de nombreuses supernovae proches au diagramme de Hubble. Les supernovae proches sont aussi le domaine où l'on peut étudier les supernovae indépendamment de la

cosmologie. Le but du projet «*Supernova Factory*» (SNF) est d'observer plusieurs centaines de supernovae à $0,03 < z < 0,08$. Pour que ces observations puissent être comparées directement à des mesures photométriques de supernovae distantes à des z arbitraires, SNF a choisi de conduire des observations spectro-photométriques, à l'aide d'un instrument spécifiquement construit pour ce projet.

Le Supernova Integral Field Spectrographe (SNIFS) est un spectrographe intégral de champ construit en France. Les laboratoires français impliqués sont le LPNHE et l'IPN-Lyon à l'IN2P3 et le CRAL de l'INSU. L'instrument a été installé avec succès sur le télescope de 2,2 m du Mauna Kea à Hawaii. Il a vu sa première lumière au printemps 2004. Dès le mois d'août de cette année, nous sommes passés en mode «contrôle à distance» dans lequel les opérations d'observation et de calibration (trois demi-nuits par semaine) sont entièrement effectuées par les chercheurs français et américains de la collaboration depuis leur laboratoire.

Depuis sa mise en service, le SNIFS a observé des séries spectrales d'environ 50 supernovae (fig. 2) et identifié pas loin de 100 nouvelles supernovae. La chaîne de détection des supernovae, placée sous la responsabilité des collaborateurs américains du projet SNF (LBNL et Yale), a été adaptée au traitement des données provenant d'une nouvelle caméra, au champ de vue trois fois plus grand. Cette opération s'est avérée plus difficile que prévue, mais la nouvelle chaîne est maintenant opérationnelle et «alimente» le SNIFS avec 6 à 10 nouvelles supernovae par mois depuis mai 2006. Les supernovae observées par SNIFS depuis le début des opérations sont en cours d'analyse et deux premiers articles décrivant chacun une supernovae particulière ont été publiés. Ce programme a, par ailleurs, fait l'objet de plusieurs communications à des conférences.

Théorie

Au cours des années 2006-2007, le travail théorique, effectué en collaboration avec des chercheurs italiens et suisses, a principalement consisté à développer deux nouvelles approches à l'étude des simulations cosmologiques à N corps. Un traitement perturbatif innovant de ces simulations a notamment été exploité pour caractériser les erreurs systématiques associées à la représentation à « N corps» de la matière noire. Ce travail a donné lieu à la publication de 8 articles.

Le futur: projets au sol et spatiaux

Pour atteindre des décalages spectraux supérieurs à 1 avec une qualité d'observation suffisante, il sera indispensable

d'observer depuis l'espace. Observer les supernovae depuis l'espace devrait aussi être utile pour limiter les effets systématiques qui devront être réduits au minimum compte tenu des statistiques envisagées. Mais les projets spatiaux comportant un niveau de risque très élevé, il est aussi intéressant d'explorer les projets au sol de prochaine génération qui prévoient de détecter des supernovae par dizaines de milliers par an, avec une instrumentation sensiblement améliorée. Par ailleurs, la mesure, à partir du sol, de centaines de supernovae à bas décalage spectral restera un complément indispensable aux projets spatiaux. Nous avons

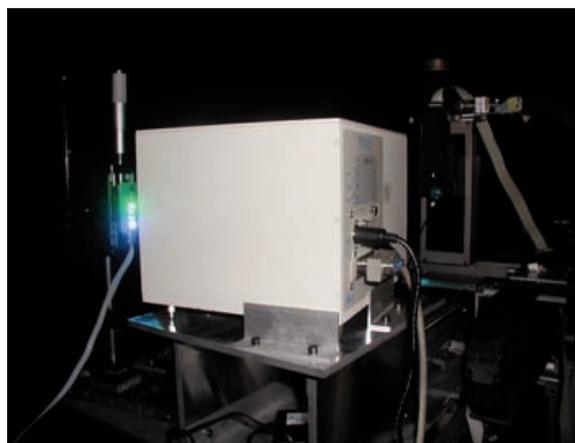


Fig. 3 : banc de calibration avec LEDs bleues et vertes, spectrographe. Au fond, une table X-Y supportant une photodiode calibrée et une CLAP (*cooled large area photodiode*) à calibrer.

donc poursuivi une activité d'étude et de développement en vue d'une participation instrumentale et scientifique à ces futurs projets.

Le projet spatial SNAP vise à la constitution d'un échantillon comprenant plusieurs milliers de SN Ia à des décalages vers le rouge entre $z=0,1$ et $z=1,7$. Le projet est dans une phase préparatoire. Nous avons développé au laboratoire une activité R&D centrée sur l'électronique de lecture et les aspects de calibration photométrique. Ces activités s'inscrivent également dans l'optique du projet spatial DUNE, qui vise une mesure des paramètres cosmologiques via les faibles distorsions gravitationnelles, pour lequel nous avons étudié, en 2005, la possibilité d'y adjoindre un volet «supernovae» dans le cadre d'une pré-étude CNES (phase 0).

Ces développements ont débouché sur le projet SNDICE, une collaboration entre le CFHT et notre groupe, qui prévoit d'instrumenter le télescope CFHT avec un système basé sur des LEDs et des photodiodes. Les premiers tests ont été

effectués au printemps 2007 (fig. 3) et un prototype complet sera installé à l'automne 2007. Ce système et les développements effectués en électronique de lecture CCD nous ont conduit à engager un programme de R&D pour le projet LSST. LSST est bâti sur l'association d'un télescope de la classe des 8 m et d'une caméra d'une dizaine de degrés carrés de champ de vue. C'est une formidable machine à arpenter le ciel. Le programme de R&D en cours, effectué en collaboration avec des équipes du LAL et de l'APC, comporte la réalisation d'un ASIC analogique pour la lecture de CCD, le prototypage d'un mécanisme de changement de filtres et des développements en « *slow control* ». Nous prévoyons de soumettre le projet de participation à LSST au conseil scientifique de l'IN2P3 fin 2007.

R. Pain

P. Astier, P. Antilogus, C. Balland,
E. Barrelet, S. Baumont, N. Fourmanoit, J. Guy,
D. Hardin, M. Joyce, C. Juramy, T. Kronborg,
J.-M. Lévy, R. Pereira, N. Regnault,
K. Schahmaneche, C. Wu.

Électronique: Ph. Bailly, H. Lebbolo,
R. Sefri, A. Vallereau.

Mécanique: W. Bertoli, C. Evrard, D. Imbault,
P. Ghislain, D. Laporte, Ph. Repain, D. Vincent.

Astronomie γ des très hautes énergies : HESS

L'astronomie gamma couvre un domaine en énergie allant de la centaine de GeV à quelques dizaines de TeV. Ce domaine de recherche a comme objectif de comprendre les mécanismes de production et d'accélération des particules dans des sites tels que les supernovae, les pulsars ou les noyaux actifs de galaxies ou la recherche de la matière noire qui constitue le quart du contenu en énergie de l'Univers. Depuis plus de vingt ans, le laboratoire est impliqué dans cette recherche à travers les expériences THEMISTOCLE, CAT et maintenant HESS. L'équipe du LPNHE est fortement impliquée tant dans la construction de l'appareillage que dans l'étude des sources astrophysiques. Enfin, les projets futurs tels que le CTA, dans lequel le laboratoire joue un rôle majeur, offriront de nouvelles possibilités de découvertes.

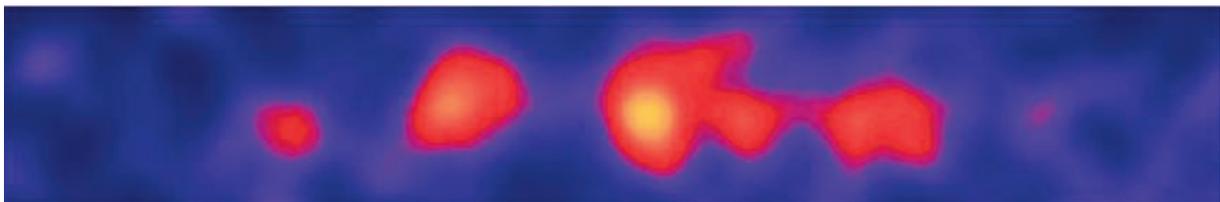


Fig. 1 : carte d'excès de la partie centrale de notre Galaxie après soustraction des sources répertoriées dans les différents domaines de longueur d'onde. On observe un résidu diffus distribué selon le plan galactique. Il coïncide avec la présence de gaz moléculaire et signe la présence de hadrons de haute énergie en interaction avec ces nuages. La source de ces rayonnements doit se trouver en arrière-plan par rapport aux nuages.

Notre compréhension des objets astrophysiques dans le domaine des rayonnements γ de très hautes énergies, entre une centaine de GeV et quelques dizaines de TeV, a considérablement progressé depuis ces dernières années. La technique d'imagerie Cherenkov au sol a atteint une pleine maturité. Elle consiste à reconstruire l'énergie et la direction des gerbes atmosphériques, engendrées par l'interaction des γ dans la haute atmosphère, à travers le rayonnement Cherenkov collecté par des télescopes au sol.

Ce domaine de recherche a comme objectif de comprendre les mécanismes de production et d'accélération des particules dans des sites astrophysiques tels que les supernovae, les pulsars ou les noyaux actifs de galaxies (AGN), galaxies renfermant vraisemblablement, en leur centre, un trou noir dont l'activité engendre des jets de particules ultrarelativistes (que nous détectons). L'utilisation des rayonnements gamma, particules de charge électrique nulle ne subissant pas les effets des champs électromagnétiques, permet de localiser ces objets et ainsi de trouver l'origine des rayonnements cosmiques que nous observons sur terre.

Le groupe du LPNHE collabore depuis 1998 dans l'expérience HESS, un réseau de quatre télescopes à

effet Cherenkov, installé en Namibie à environ 1800 mètres d'altitude dans la région quasi désertique du Gamsberg. Il a conçu et réalisé l'ensemble de l'électronique des quatre caméras qui équipent ces télescopes ainsi que les systèmes d'acquisition associés. Il a développé les programmes de gestion des bases de données et de communication entre les différentes composantes de l'expérience. Le groupe a été maître d'œuvre dans l'assemblage des caméras, leur installation et leur mise en service et il assure désormais leur maintenance. Il a également développé les systèmes de calibrage du détecteur, les programmes de simulation et d'analyse de l'expérience, contribuant ainsi activement à la trentaine d'articles publiés par la collaboration.

Les années 2006 et 2007 ont été jalonnées d'études originales comme l'étude et l'interprétation des sources de rayons gamma sans contrepartie dans d'autres longueurs d'onde ou la détection directe de la composante hadronique du rayonnement cosmique.

Principe de détection

Lorsqu'un hadron entre dans l'atmosphère, il émet un rayonnement Cherenkov direct par interaction avec le

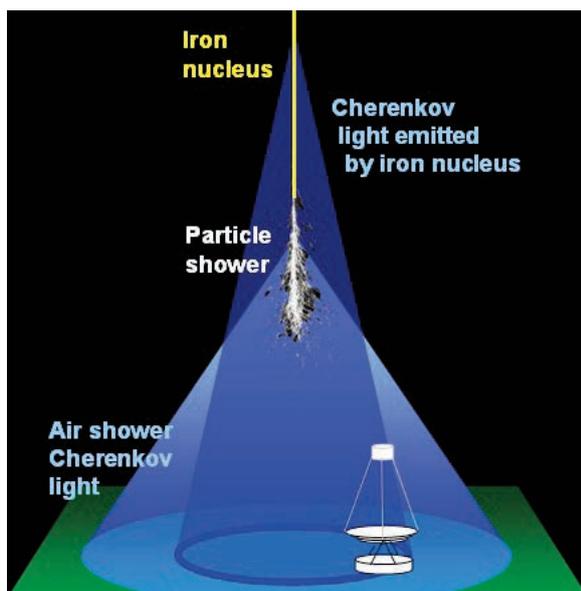


Fig. 2: schéma représentant la distribution de la lumière Cherenkov émise par un hadron interagissant dans la haute atmosphère. L'intensité de la longueur d'interaction nucléaire induit, dans le cas des hadrons, la présence d'une deuxième composante au rayonnement Cherenkov émis lors du développement de la gerbe qui signe l'existence d'un hadron.

milieu. Par la suite, il interagit par interaction forte avec les noyaux constituant l'atmosphère et développe une gerbe de particules secondaires qui émettent à leur tour un rayonnement Cherenkov (fig. 2). L'indice de réfraction de l'air qui gouverne l'ouverture du cône Cherenkov variant avec l'altitude, la présence d'un hadron sera signée par l'identification d'un point de forte intensité dans l'image reconstruite par les télescopes.

Résultats

La collaboration HESS a ainsi reconstruit un spectre de rayonnement juste en dessous de la région du genou, entre 10 GeV et 100 TeV qui, bien que très dépendant de systématiques liées à l'utilisation de simulations, est compatible avec les données collectées par d'autres expériences embarquées dans des ballons (fig. 3).

Rayonnement cosmique

Le résultat le plus spectaculaire de ces deux dernières années est probablement l'identification de la présence d'un accélérateur cosmique dans le voisinage proche du centre de notre galaxie. Les mesures directes des rayons cosmiques, réalisées sur terre, ne concernent que les particules qui atteignent notre système solaire, situé à 25 000 années-lumière du centre de la Voie Lactée. La

découverte d'une émission gamma de très haute énergie en provenance d'un ensemble de nuages de gaz proches du centre de la Voie Lactée signe pour la première fois l'origine des rayonnements cosmiques (fig. 1). Ces nuages d'hydrogène gazeux sont des nuages géants, atteignant une masse 50 millions de fois supérieure à celle du soleil. La sensibilité des télescopes HESS a permis de découvrir pour la première fois que ces nuages émettent un rayonnement gamma de très haute énergie, dont on a pu mesurer le flux et la distribution en énergie. Le spectre en énergie reconstruit dans les données collectées montre que les rayons cosmiques au centre de la Voie Lactée sont plus énergétiques que ceux qui atteignent notre système solaire. Par ailleurs, l'intensité du rayonnement gamma observé indique que la densité de rayons cosmiques au centre de notre Galaxie dépasse significativement la densité mesurée localement. Ces deux observations suggèrent qu'il existe une source

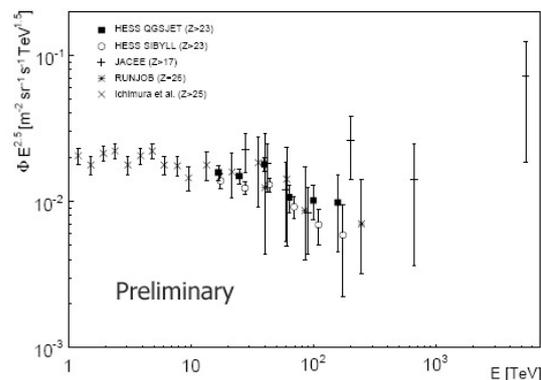


Fig. 3: comparaison de la distribution du flux reconstruit de candidats hadron dans le rayonnement cosmique avec des données d'autres expériences en ballon.

jeune de rayons cosmiques à proximité du centre galactique. C'est ainsi la première fois qu'on assiste en direct à l'accélération des rayons cosmiques. L'accélérateur des rayons cosmiques pourrait être l'une des supernovae qui peuplent cette région de la Galaxie ou le trou noir supermassif qui se trouve au centre.

Micro-quasar

Dans un autre domaine, le premier micro-quasar, LS 5039 (RX J1826.2-1450), découvert aux énergies du TeV, par HESS, à une distance d'environ 3,1 kpc de la terre, a

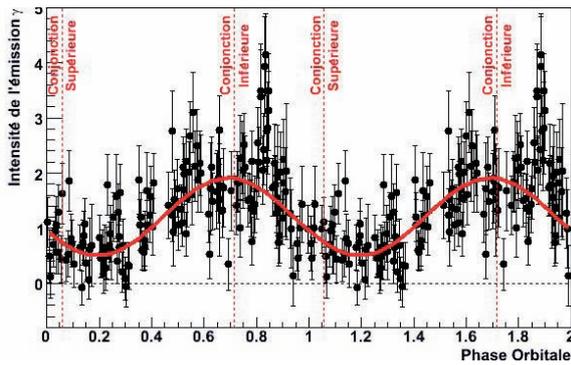


Fig. 4 : modulation de l'émission de LS 5039 le long de son orbite. Les mesures obtenues par HESS (chaque point intègre un temps de pose d'une demi-heure) sont distribuées selon une sinusoïde (courbe en rouge) au cours de la période orbitale (dont deux phases sont représentées).

été longuement observé ces dernières années et étudié par le groupe. Il s'agit d'un système binaire constitué d'une étoile massive et de son compagnon, pulsar ou trou noir. Son étude a permis de mieux comprendre les mécanismes de production et d'interaction des rayonnements gamma dans le voisinage de ce système par une reconstruction complète du flux ainsi que du spectre en énergie en fonction du temps (fig. 4). L'évolution observée constitue une contrainte forte sur les modèles proposés.

Sources extragalactiques

D'autres sources, extragalactiques, ont fait l'objet de découvertes récentes. La radiogalaxie géante M 87 largement étudiée au laboratoire, se trouve à environ 50 millions d'années-lumière dans la constellation de Virgo et abrite un trou noir supermassif de trois milliards de masses solaires d'où émanent des champs magnétiques et un jet de particules (fig. 5). HESS a observé que l'intensité de celui-ci peut varier de manière drastique sur une durée de quelques jours seulement. L'échelle de variabilité d'un signal nous renseigne sur la taille maximale de la région d'émission. Comme les photons gamma émis à l'arrière de la zone d'émission voyagent plus longtemps avant de nous parvenir, les variations du signal ne peuvent être plus rapides que le temps requis pour la traversée de la source. Le plus souvent ce n'est pas la mesure de la taille des objets (déduite de leur extension angulaire sur le ciel et de leur distance) mais bien celle de leur variabilité qui permet de contraindre la taille de la zone d'émission au sein d'objets distants. La variabilité de quelques jours de M 87 révélée par HESS est à une échelle très courte en temps, plus courte qu'à toute autre

longueur d'onde. Ceci implique que la taille de la zone d'émission des rayons gamma est tout juste de l'ordre de celle du système solaire.

Depuis le début de l'exploitation du réseau HESS, le nombre de sources astrophysiques s'est accru de quelques sources à plus de soixante-dix objets clairement identifiés, c'est-à-dire à plus de cinq écarts standards. Pour l'ensemble de ces résultats, la collaboration HESS s'est vue décernée par la communauté européenne le prestigieux prix Descartes au printemps 2007.

Il reste néanmoins de nombreuses questions auxquelles devront répondre les prochaines générations de détecteurs : la recherche de l'émission de signaux variables par les pulsars, l'étude des AGN lointains, la recherche de l'existence de matière noire et l'approfondissement de nos connaissances sur les micro-quasars en sont des exemples.

HESS 2

En 2004, le groupe s'est engagé dans la seconde phase du projet HESS qui consiste à ajouter au centre du réseau actuel un cinquième télescope doté d'une focale de 35



Fig. 5: image de la radiogalaxie M 87 en lumière visible. La région centrale d'où proviennent les rayons gamma THE est en haut à gauche ; le jet relativiste de plasma s'étend vers le bas à droite. Image : Hubble Space Telescope (HST).

mètres, un miroir de $\sim 600 \text{ m}^2$ pour un poids total de 500 tonnes. Avec ce cinquième élément le seuil devrait atteindre une vingtaine de GeV et la sensibilité totale du réseau va augmenter de près d'un ordre de grandeur. Ceci

offre un nouveau potentiel de découverte ainsi qu'un nouveau domaine de recherche, à basse énergie. Ces deux dernières années, ce projet est entré en pleine phase de construction. Elle devrait s'achever en 2009 par l'installation d'une nouvelle caméra équipée de 2048 photodétecteurs et d'une électronique entièrement redéfinie pour atteindre ses objectifs. Le groupe coordonne la construction de la contribution française. Il a acquis en plus de l'ensemble de l'électronique de la caméra la responsabilité des photodétecteurs et les différents systèmes d'acquisition. Il travaille en collaboration avec le LAPP et le CESR de Toulouse pour le test des photodétecteurs et la mise au point d'un système de sécurité pour la caméra; avec le CEA/SEDI pour la conception de nouvelles mémoires analogiques et le LPTA pour le test de leur production; avec le CEA/SPP pour la réalisation d'un système de déclenchement de second niveau. Ces activités sont détaillées par les services techniques dans ce document. Enfin, le groupe poursuit sa collaboration avec l'entreprise Photonis-DEP pour le développement de photodétecteurs à haut rendement quantique dédiés aux techniques d'imagerie Cherenkov.

CTA

Depuis le printemps 2006, un groupe d'une vingtaine de laboratoires européens dont le LPNHE a mis en place une collaboration qui se propose de construire la génération suivante de détecteurs Cherenkov. Le projet CTA, acronyme de « *Cherenkov Telescope Array* », a été présenté à l'Europe en 2007 pour un « *design study* » de trois ans qui devrait débuter en 2008. L'objectif est de gagner un ordre de grandeur en sensibilité sur un spectre de quatre décades au-delà de 10 GeV par la construction d'un vaste réseau de télescopes. Dans ce projet, le LPNHE coordonne le groupe de travail sur l'électronique des caméras qui équiperont ces détecteurs. Il participe également à quatre autres groupes chargés notamment de l'étude des objectifs scientifiques, des développements de simulations afin de définir les caractéristiques du système, de la gestion des données et de l'étude des photodétecteurs.

P. Vincent

M. Ahrouaz, A. Charbonnier, O. Martineau-Huynh,
D. Maurin, M. de Naurois, J.-P. Tavernet.

Équipe technique : W. Bertoli, P. Corona, P. Ghislain, C. Goffin,
L. Guevara, A. Guimard, J.-F. Huppert, H. Lebbolo, O. Ledortz,
P. Nayman, J.-M. Parraud, A. Sefri, F. Toussenel.

Rayons cosmiques d'énergies extrêmes : observatoire Pierre AUGER

Depuis 2004, l'observatoire Pierre Auger enregistre des données utilisables pour l'analyse physique. Le site Sud (Argentine) est complet en ce qui concerne les télescopes de fluorescence, et sera bientôt pour le réseau de cuves Cherenkov au sol. Un certain nombre de résultats importants ont été obtenus qui restreignent l'éventail des possibilités pour l'origine des rayons cosmiques d'ultra-haute énergie, et auxquels le LPNHE a contribué notablement : en particulier, la présence d'une coupure dans le spectre à l'énergie attendue pour l'effet GZK, l'absence d'anisotropies à petite et moyenne énergie, des limites supérieures sur le flux de photons et de neutrinos. Le site Nord (prévu au Colorado) va prochainement être soumis aux instances de financement.

La partie extrême du spectre d'énergie des rayons cosmiques (au-dessus de 10^{19} eV) soulève plusieurs problèmes qui en font une des thématiques fortes de l'astrophysique actuelle. Tout d'abord, aucune théorie totalement satisfaisante n'est invoquée pour expliquer le mécanisme qui serait à l'origine de particules avec de telles énergies. Ensuite, il est admis que leurs sources, quelles qu'elles soient, doivent être relativement locales du fait des interactions avec perte d'énergie de tout rayon cosmique stable (à l'exception des neutrinos) avec le rayonnement fossile. Enfin, aucune corrélation entre un objet astrophysique remarquable et ces rayons cosmiques n'a pu être fermement établie à ce jour. En résumé, malgré plusieurs décennies d'observations, l'origine et la nature de ces particules restent une énigme. Une raison en est qu'aucun détecteur n'était spécifiquement conçu pour explorer ce domaine avec suffisamment de statistique.

L'observatoire Pierre Auger

L'observatoire Pierre Auger est la réponse que la communauté scientifique a décidé d'apporter à ces questions ouvertes, d'une part en augmentant la statistique de deux ordres de grandeur (superficie de 3000 km^2), d'autre part en améliorant la qualité des données prises, notamment par le fait que cet observatoire est hybride (le seul à ce jour) : il associe un réseau de 1600 stations détectrices (cuves Cherenkov) échantillonnant au niveau du sol les particules secondaires de la gerbe atmosphérique induite par la particule primaire d'ultra-haute énergie, à un ensemble de 4 sites de 6 télescopes observant la lumière de fluorescence que provoque le passage des particules chargées dans l'atmosphère.

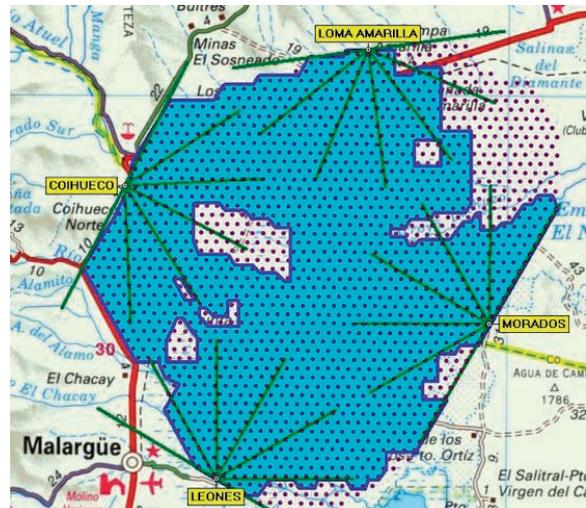


Fig. 1 : l'état de l'observatoire début juillet 2007 – quatre groupes de six télescopes complets et opérationnels, environ 1400 cuves installées et remplies (sur 1600 prévues).

Conçu au début des années quatre-vingt-dix, l'observatoire Pierre Auger a été approuvé et financé en France depuis 1999 en tant que projet inter-départemental (PNC-IN2P3, SDU-INSU, SPM et SPI sont les départements qui, à des degrés divers, ont participé à la conception et/ou à la construction du détecteur). Les années 1999-2001 ont vu débuter la construction du site Sud, en Argentine, avec d'abord un réseau prototype de 40 cuves et deux éléments de télescope pour la fluorescence. Cet ensemble s'est mis en place au cours de l'année 2001 et a fonctionné de manière très satisfaisante. Nous avons ainsi validé et amélioré la conception de nos détecteurs et nous sommes passés à la phase de pré-production puis de production. Tous les téles-

opes sont maintenant construits et en fonctionnement; 1400 cuves sont installées, et le déploiement devrait être quasiment complet fin 2007 (fig. 1). Depuis le début 2004, les données utilisables pour l'analyse sont accumulées; les événements hybrides ont été observés comme prévus, l'un d'eux étant même vu simultanément par les quatre sites de télescopes et le réseau de surface (fig. 2). La technique est donc parfaitement validée.

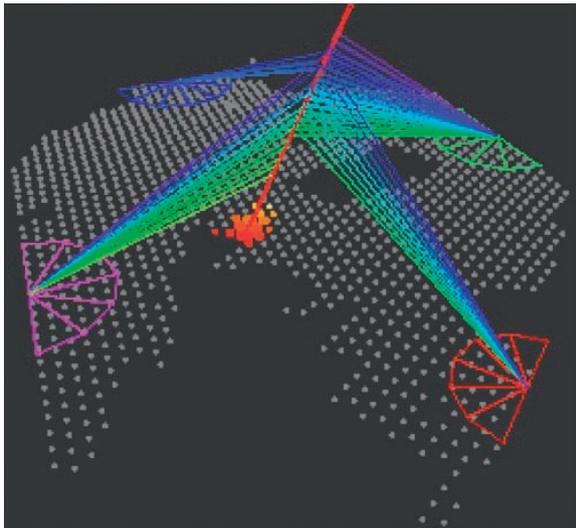


Fig. 2: le premier événement « quadruple hybride » détecté à la fois par le réseau de cuves au sol et chacun des quatre groupes de télescopes, le 20 mai 2007 (énergie de l'ordre de 10 EeV).

Les chercheurs français apportent des contributions variées et importantes à la construction de l'observatoire. En matière d'équipements nous fournissons l'essentiel de l'électronique du réseau de surface (des bases de PMT aux circuits d'acquisition locale en passant par la conception de la synchronisation par satellite GPS), le réseau de collection de notre système de télécommunications. En matière de logiciels, nous avons produit le système d'acquisition locale, le système d'acquisition centrale et de déclenchement global (sous la responsabilité du LPNHE) et le centre européen de distribution et traitement de données (au CCIN2P3 de Lyon). Les groupes français ont également eu une contribution appréciable aux logiciels de simulation et de reconstruction des gerbes atmosphériques (contribution là aussi importante du LPNHE). Les physiciens du laboratoire ont

aussi été particulièrement actifs dans l'exploration des thèmes de physique impliqués, notamment la caractérisation des composantes « exotiques » – photons et neutrinos – qui apporteraient la signature d'un mécanisme « top-down » de production, à partir d'hypothétiques objets ultra-massifs. L'existence d'oscillations de neutrinos rend ce thème particulièrement brûlant, car les neutrinos de type tau d'énergie extrême, interagissant dans la Terre sous incidence rasante, pourraient être détectés (ou exclus) dans un avenir proche, apportant des contraintes importantes aux modèles théoriques.

Résultats

Les premiers résultats de physique ont été rendus publics au cours des conférences internationales de l'été 2005, et en 2007 plusieurs résultats déterminants ont été obtenus.

Spectre

Grâce à la statistique importante (environ trois fois celle de l'expérience AGASA) et à la calibration, (jusqu'à 60 degrés d'angle zénithal) basée sur les données hybrides et l'isotropie du flux incident, le spectre a pu être reconstruit avec une précision qui établit sans ambiguïté un raidissement de la pente vers $6 \cdot 10^{19}$ eV, interprétable comme étant la « coupure GZK », dont l'existence était controversée (fig. 3).

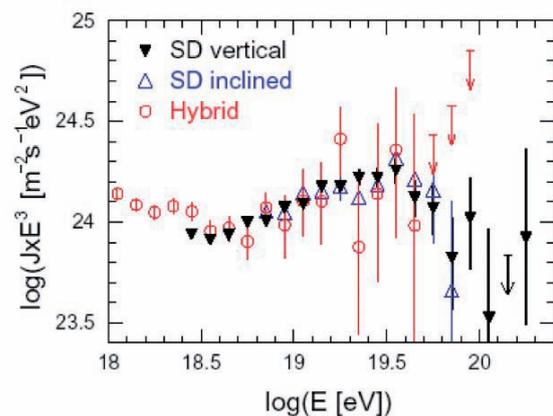


Fig. 3: le spectre reconstruit, d'une part avec les événements hybrides (couvrant bien la gamme de 1 à 30 EeV) qui montrent bien la « cheville » vers 3 EeV, d'autre part avec les événements SD (plus nombreux, mais utilisables seulement au-delà de 3 EeV) qui signent sans ambiguïté la « cassure » de la pente au-delà de l'énergie GZK.

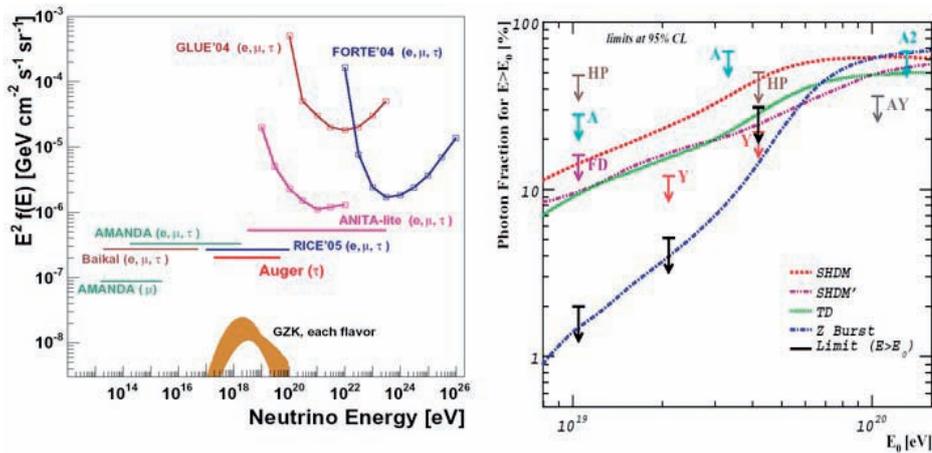


Fig. 4: limites supérieures sur les flux neutres. À gauche : neutrinos (scénario « rase-mottes ») ; la limite d'Auger (ici très conservative) améliore la situation autour de 1-10 EeV et devrait progresser rapidement pour atteindre le flux attendu des neutrinos GZK d'ici à quelques années. À droite : photons ; la limite exclut déjà beaucoup de modèles exotiques du type « top-down » (désintégration de particules reliques ultra-lourdes) et est encore dominée par la statistique, donc rapidement perfectible.

Flux de γ et ν

Des limites supérieures ont été établies pour les flux de photons et de neutrinos d'ultra-haute énergie (fig. 4) : l'absence de candidats photons fournit d'ores et déjà une contrainte forte aux modèles théoriques, et désavantage sérieusement certains scénarios « exotiques » comme la « Super Heavy Dark Matter ». La limite sur les neutrinos, ou une observation éventuelle, ne sera concluante que dans quelques années, mais le fait qu'aucun candidat n'ait été trouvé parmi plus d'un million d'événements montre la qualité des données et la maîtrise de leur analyse. Dans ces domaines explorés depuis longtemps par l'équipe du LPNHE, celle-ci a joué un rôle central (thèse de C. Roucelle ; contribution à l'ICRC d'O. Blanch-Bigas).

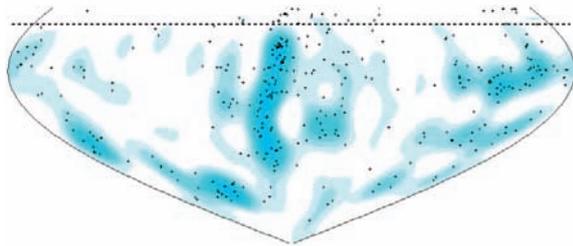


Fig. 5 : une carte de la densité d'objets du catalogue Véron-Cetty (12^e édition), sites possibles d'accélération, dans une « sphère GZK » ($z < 0.018$), pondérée par la fonction de couverture d'Auger, lissée à l'ordre 15 (échelle angulaire d'une dizaine de degrés) ; des structures significatives apparaissent, exploitables pour une analyse de la distribution angulaire observée.

Distribution angulaire

La distribution angulaire est analysée par un groupe de travail coordonné par A. Letessier-Selvon, avec une participation notoire du groupe du LPNHE ; la thèse de B. Rouillé d'Orfeuil s'inscrit dans cette thématique. Après un examen exhaustif des sources d'erreurs systématiques (déploiement progressif, périodes d'inactivité, conditions météorologiques, etc.) et la mise au point de méthodes statistiques innovantes, des résultats significatifs ont été obtenus. Un certain nombre d'anisotropies annoncées précédemment par d'autres expériences, dans le domaine d'énergie de 1 à quelques 10^{19} eV, ont été infirmées, notamment un excès en provenance du Centre Galactique, des corrélations à petite échelle angulaire, une modulation en ascension droite, des corrélations avec des catégories particulières d'objets astrophysiques (BL Lacertae). Les données présentes d'Auger laissent entrevoir une structuration à moyenne échelle angulaire aux énergies les plus élevées, dont la caractérisation et l'interprétation sont en cours (fig. 5).

Conclusions et perspectives

En résumé, si l'origine des rayons cosmiques d'ultra-haute énergie n'est pas encore déterminée, l'éventail des possibilités se réduit progressivement, et semble privilégier les modèles d'accélération astrophysique ; les prochaines années apporteront sans doute des informations plus précises sur les sources, la propagation et sur la composition du flux incident.

Dès le début l'observatoire Pierre Auger était conçu pour deux sites, un dans chaque hémisphère, afin de couvrir complètement le ciel. Le projet détaillé du site Nord (dans le Colorado) a été établi avec, entre autres, la participation de groupes français : tout en gardant le même principe de base, il est orienté vers une gamme d'énergie plus haute (surface plus grande). Par ailleurs, des extensions et améliorations sont en cours ou planifiées pour le site Sud, et seront éventuellement appliquées au site Nord : sous-réseau plus dense pour ouvrir l'acceptance autour du « second genou » du spectre, détecteurs enterrés de muons, télescopes supplémentaires pour prolonger verticalement le champ de vue, détection des ondes radio émises par les gerbes.

P. Billoir

Physiciens : O. Blanch-Bigas, J.-C. Hamilton, A. Letessier-Selvon, C. Roucelle, B. Rouillé d'Orfeuil, A. Zech.

Ingénieur : R. Randriatoamanana.

Physique théorique : phénoménologie de la QCD non perturbative

Le groupe théorie s'intéresse principalement à la phénoménologie en physique des particules. Dans le cadre de la théorie quantique et relativiste des champs, nous construisons des modèles pour interpréter les données expérimentales avec le maximum de contraintes théoriques. Nous étudions les aspects non-perturbatifs de la chromodynamique quantique (QCD). Les thématiques importantes sont reliées d'une part à l'étude des interactions électrofaible et forte dans le cadre du Modèle Standard et d'autre part à l'étude des interactions hadroniques au RHIC et au LHC.

Le groupe théorie s'intéresse principalement à la phénoménologie en physique des particules. Dans le cadre de la théorie quantique et relativiste des champs, nous construisons des modèles pour interpréter les données expérimentales avec le maximum de contraintes théoriques. Nous étudions les aspects non-perturbatifs de la chromodynamique quantique (QCD). Les thématiques importantes sont reliées d'une part à l'étude des interactions électrofaible et forte dans le cadre du Modèle Standard et d'autre part à l'étude des interactions hadroniques au RHIC et au LHC.

Violation de CP et désintégration des quarks lourds

Les désintégrations hadroniques rares sans charme à trois corps des mésons B et D constituent une source riche de tests du Modèle Standard et de la QCD. Les phases fortes sont nécessaires pour produire la violation de CP et il est essentiel d'avoir une description aussi précise que possible des interactions entre les hadrons détectés. On part de l'hamiltonien effectif de l'interaction faible. L'hypothèse de la factorisation de QCD (QCDF) développe l'amplitude de désintégration en deux mésons comme le produit d'un courant décrivant la création d'un des mésons à partir du vide et d'un courant exprimant la transition du méson lourd en l'autre méson.

Interférences entre les résonances $f_0(980)$ et $\rho^0(770)$ dans les désintégrations $B \rightarrow \pi^+ \pi^- K$

Nous décrivons les désintégrations à trois corps $B \rightarrow \pi \pi K$ comme résultant des désintégrations quasi deux corps $B \rightarrow (\pi \pi)_{S,P} K$ avec $(\pi \pi)_{S,P} \rightarrow \pi \pi$. Les interactions entre les deux pions dans l'onde S, $(\pi \pi)_S$, sont décrites à l'aide d'un modèle unitaire à voies couplées $\pi \pi$ et $K \bar{K}$.

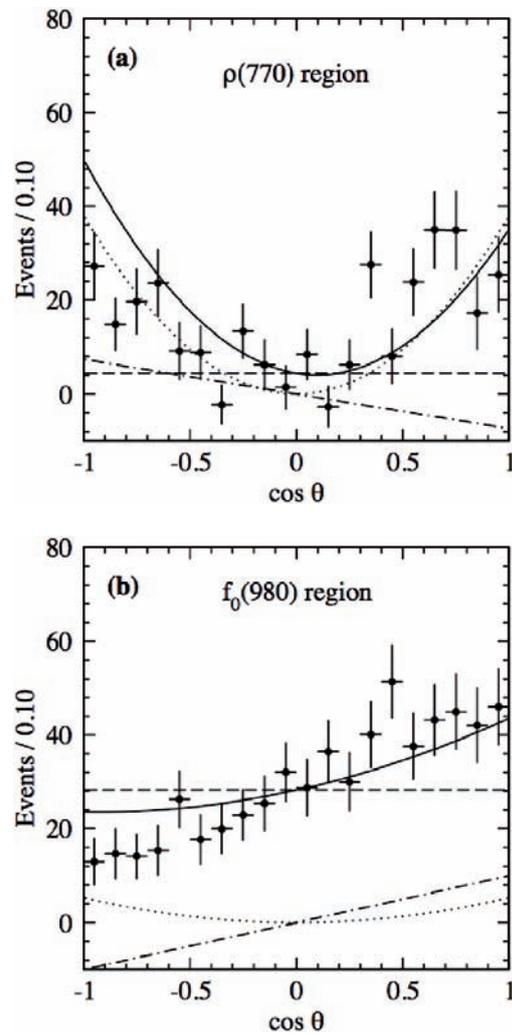


Fig. 1 : distribution en angle d'hélicité pour $B^+ \rightarrow \pi^+ \pi^- K^+$; (a) dans la région du $\rho^0(770)$; (b) dans celle du $f_0(980)$. Les données proviennent de la Collaboration Belle (2005), la courbe en trait plein correspond à notre modèle, celle en tirets à la contribution de l'onde S, celle en pointillés à celle de l'onde P et celle en tiret-point au terme d'interférence.

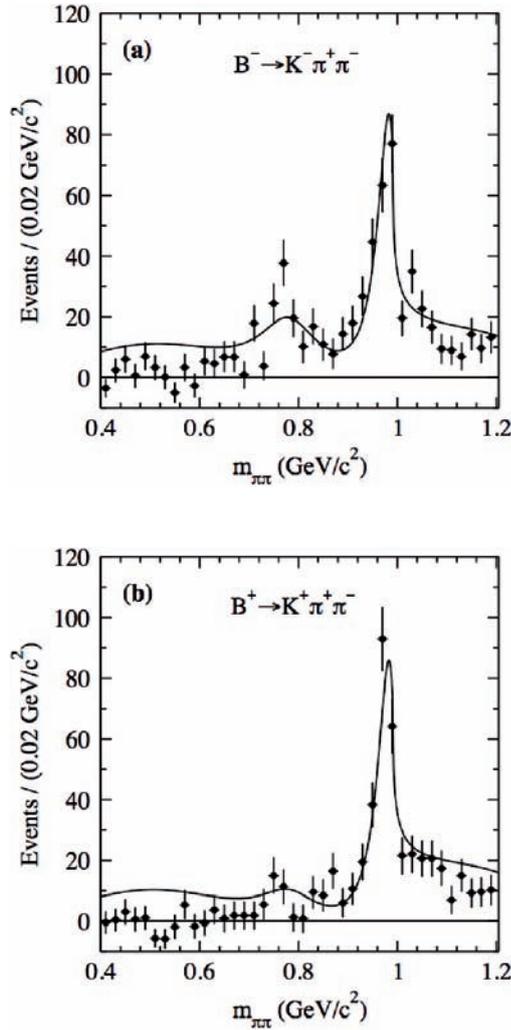


Fig. 2 : distribution en masse effective $\pi^+\pi^-$ pour (a) $B^- \rightarrow \pi^+\pi^-K^-$ et (b) $B^+ \rightarrow \pi^+\pi^-K^+$. Les données proviennent de la Collaboration Belle (2005). La courbe en trait plein correspond à notre modèle.

Celle des deux pions dans l'onde P, $(\pi\pi)_p$ est représentée par une fonction de Breit-Wigner. Les amplitudes faibles calculées dans le cadre QCDF prédisent des rapports d'embranchement $B \rightarrow \rho^0(770)K$ et $B \rightarrow f_0(980)$ trop petits. Ici, nous n'avons pas inclus les contributions de diffusion dure du quark spectateur et celles d'annihilation. Ces deux derniers termes ont des divergences qui nécessitent l'introduction de paramètres phénoménologiques. À la place de ces contributions et de leurs paramètres, nous introduisons des termes phénoménologiques de longue distance provenant de boucles $c\bar{c}$, termes dits pingouins charmants. Ces contributions pourraient provenir d'états intermédiaires $D_S^{(*)}D^*$, les rapports d'embranchement correspondants

étant grands. Nous mettons en évidence des interférences (voir fig. 1) entre le $\rho^0(770)$ et le $f_0(980)$ dans les distributions en angle d'hélicité. La grande asymétrie CP des désintégrations des B^\pm en $\rho^0(770)K^\pm$, visible dans les distributions en masse effective $\pi^+\pi^-$ de la fig. 2, est bien reproduite. L'étude des voies πK caractérisées par les résonances scalaire $K_0^*(1430)$ et vectorielle $K^*(892)$ est en cours.

Résonances, unitarité et interactions faibles dans les désintégrations $D^+ \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+$

Nous décrivons également les désintégrations à trois corps $D^+ \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+$ dans une approche quasi deux corps : $D^+ \rightarrow (\pi^+\pi^-)_{S,P} \pi^+$, avec $(\pi^+\pi^-)_{S,P} \rightarrow \pi^+\pi^-$. Le modèle unitaire d'interaction $\pi\pi$ dans l'onde S, $(\pi\pi)_S$ est le même que celui utilisé dans l'étude décrite ci-dessus des désintégrations des B en $\pi\pi K$. Nous le considérons cependant pour des masses effectives $\pi\pi$ aussi élevées que 1,8 GeV. L'amplitude faible est fondée sur QCDF. Nous reproduisons bien l'ensemble du spectre. La fig. 3 illustre la partie de basse énergie. On peut y voir clairement la résonance scalaire-isoscalaire $f_0(600)$, le $\rho^0(770)$ introduit ici aussi par un Breit-Wigner et le $f_0(980)$. Rappelons que la collaboration E791 a mis en évidence le $f_0(600)$. À plus haute énergie, notre modèle contient le $f_0(1500)$ qui, comme les $f_0(600)$ et $f_0(980)$, est engendré par notre description des interactions pion-pion dans l'onde S. Nous avons ajouté le $f_2(1270)$ pour décrire tout le spectre en énergie. L'utilisation d'un modèle unitaire d'interaction $\pi\pi$ dans l'état final nous permet donc de bien reproduire le spectre des résonances deux pions d'onde S.

Facteur de forme de transition $B \rightarrow f_0(980)$

La connaissance la plus précise possible des facteurs de forme de transition $B(D) \rightarrow f_0(980)$ est nécessaire dans la modélisation des désintégrations $B \rightarrow \pi\pi K$ et $D \rightarrow \pi\pi$ que nous venons de décrire. Nous calculons ces facteurs de transition, soit dans le cadre d'une Dynamique Covariante sur le Front de Lumière (CLFD), soit avec des relations de dispersion. Dans les deux cas, on considère un modèle de quarks relativistes où le $f_0(980)$ est déterminé en reproduisant au mieux, dans l'hypothèse QCDF, les rapports d'embranchement du D en $f_0(980)\pi$ et $f_0(980)K$. Cela donne le contenu en quarks $u\bar{u}$ et $s\bar{s}$ du $f_0(980)$. La fig. 4 montre, dans l'approche CLFD, la distribution en x des mésons

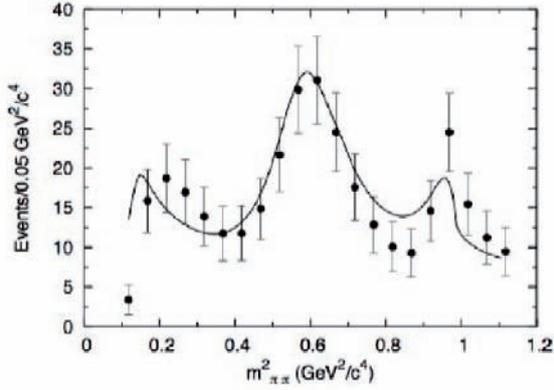


Fig. 3 : spectre de basse énergie de la désintégration $D^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^+$. La courbe en trait plein correspond à notre modèle. Les données expérimentales proviennent de la Collaboration E791 (2001).

pseudo-scalaires B , B_s , D , D_s et des composantes $u\bar{u}$, f_{0u} , et $s\bar{s}$, f_{0s} , du méson scalaire $f_0(980)$. La variable x représente la fraction du moment total du méson portée par le quark lourd de la paire quark-antiquark du méson. La fig. 5 illustre le résultat des relations de dispersion, pour le facteur de forme $F_+(q^2)$ pour la transition B en $f_{0u}(980)$ comparé à celui du B en π . Cette approche permet de passer de la région espace ($q^2 < 0$) à la région temps ($q^2 > 0$), qui est celle qui entre en jeu ici, q^2 représentant le carré du moment de transfert.

Renversement du temps dans $\Lambda_b^0 \rightarrow \Lambda^0 \rho^0(770)$

La recherche d'effets de violation du renversement du temps dans les désintégrations de baryon beau a un double intérêt; ce test peut d'abord être vu comme un test complémentaire de la violation du produit charge-parité (CP) si l'on suppose exact le théorème CPT. Il offre de plus l'opportunité d'étudier des effets de physique au-delà du modèle standard. D'un point de vue technique, nous avons étudié d'une manière aussi complète que possible, le canal $\Lambda_b \rightarrow \Lambda V(-1)$ avec $\Lambda \rightarrow \rho\pi^-$ et $V(J/\Psi) \rightarrow \ell^+ \ell^-$ ou $V(\rho^0) \rightarrow \pi^+ \pi^-$. Le formalisme d'hélicité et la théorie effective des quarks lourds ont permis de déterminer les éléments hadroniques de la matrice de transition entre le lambda et le lambda beau. On a mis en évidence le rôle majeur de la polarisation du ρ^0 pour construire des observables impaires par application de l'opérateur temps. De plus, le mélange $\rho^0-\omega$ est utilisé pour amplifier, dans une fenêtre d'énergie donnée, le signal de violation directe de CP entre les désintégrations du Λ_b et de $\bar{\Lambda}_b$.

Finalement, une analyse des vecteurs polarisations de résonances introduites a mis en valeur le rôle particulier de la composante normale (invariante par transformation de Lorentz) du vecteur polarisation dans la recherche de la violation du temps. Cette composante normale, étant impaire par application de l'opérateur temps et, ayant une amplitude importante, devient alors un test crucial dans la recherche de violation directe du renversement du temps. La désintégration des baryons beaux Λ_b semble être l'un des canaux les plus prometteurs pour l'étude d'un signal de violation de T.

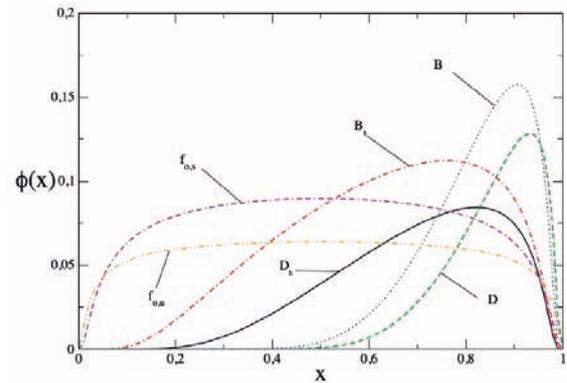


Fig. 4: distribution en x dans l'approche CLFD des mésons scalaires et pseudoscalaires.

Interaction hadroniques à hautes énergies

Comment détecter l'Oddéron au RHIC et au LHC

Jusqu'à maintenant, la plupart des efforts expérimentaux ont principalement été effectués dans les diffusions proton-proton ou proton-antiproton à des énergies différentes, où la contribution de l'Oddéron est occultée par la très grande contribution du Poméron. L'effet le plus spectaculaire de l'Oddéron est d'induire une différence entre les diffusions proton-proton et proton-antiproton à très haute énergie mais, malheureusement, ces diffusions ne seront pas mesurées simultanément nulle part dans le monde.

Dans notre travail le plus récent (collaboration avec Regina Avila, Université de Campinas, Brésil), nous avons montré que l'Oddéron est à l'origine des oscillations dans la différence entre les sections efficaces différentielles proton-proton et proton-antiproton à grand t (voir nos prédictions sur la fig. 6).

Notre stratégie a été de bâtir une forme très générale de l'amplitude de diffusion, compatible avec le comporte-

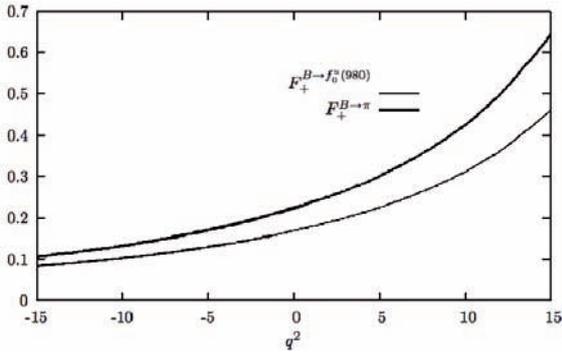


Fig. 5: facteur de forme (approche des relations de dispersion) $F_+(q^2)$ pour la transition B en $f_{0\pi}(980)$ (courbe la plus basse) comparé à celui du B en π .

ment axiomatique maximal à très grande énergie et aussi avec le comportement de Regge aux petites énergies. La présence de l'Oddéron est indispensable pour avoir une excellente description des données expérimentales. Deux expériences donneront le plus de chance pour détecter l'Oddéron. L'expérience du RHIC utilisant le détecteur STAR à $\sqrt{s} = 500$ GeV. La combinaison de ces données pp avec les données $p\bar{p}$ de très haute précision à $\sqrt{s} = 541$ GeV (Collaboration UA4/2 au CERN), permettrait de détecter l'oscillation induite par l'Oddéron autour de $|t| \sim 0.9$ GeV². À l'énergie de l'expérience ATLAS au LHC, notre modélisation pour la mesure de l'Oddéron induirait une valeur de ρ plus petite que la prédiction fondée sur les relations de dispersion ne prenant pas en compte la contribution de l'Oddéron.

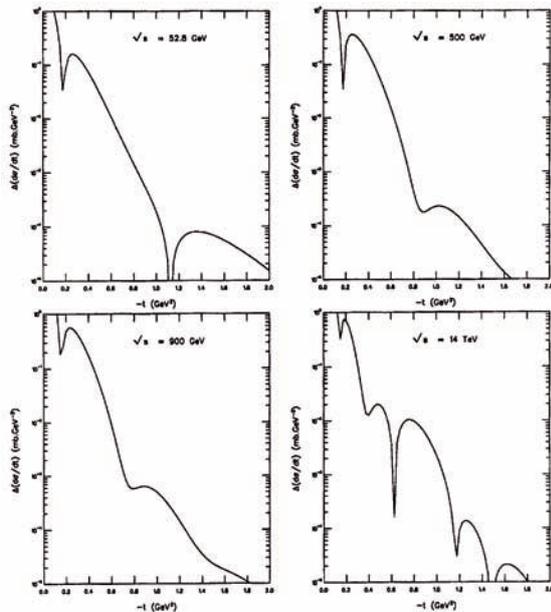


Fig. 6: oscillations dans la différence entre les sections efficaces différentielles proton-proton et proton-antiproton à grand t .

Atlas des sections efficaces totales hadron-hadron, γ -hadron, $\gamma\gamma$

Le but de COMPETE (*COmputerized Models and Parameter Evaluation for Theory and Experiment*) est d'éliminer, autant que possible, l'arbitraire que l'on observe jusqu'à présent dans la phénoménologie actuelle. Nous éliminons cet arbitraire en introduisant un ensemble d'indicateurs numériques, car le critère du χ^2/dof n'est pas, de toute évidence, suffisant. Nous incluons toutes les données existantes vers l'avant (nucléon-nucléon, pion-nucléon, kaon-nucléon, Σ -nucléon, γ -nucléon et $\gamma\gamma$) pour les sections efficaces totales et pour le paramètre ρ , où

$$\rho(s, t=0) = \text{Re} F_N(s, t=0) / \text{Im} F_N(s, t=0).$$

Le modèle de Donnachie-Landshoff est clairement éliminé par nos critères. La meilleure forme analytique pour la description des données est celle en $\ln^2 s$, proposée en 1952 par Werner Heisenberg, huit ans avant la publication de la borne de Froissart. Nos résultats ont été réactualisés dans l'édition 2006 de *Nuclear and Particle Physics*, section *Plots of cross sections and related quantities (rev.)*.

B. Loiseau

R. Avila, D. Boito, J.-P. Dedonder, B. El-Bennich, P. Gauron, M. Lacombe, O. Leitner, B. Nicolescu, R. Vinh Mau.

Interface physique-biologie

Après avoir travaillé sur un modèle abstrait de la différenciation cellulaire démontrant la pertinence du modèle de «hasard-sélection» comme paradigme pour une théorie de l'embryogenèse, nous développons parallèlement des simulations d'un système plus concret : l'embryon de souris dans ses premiers stades de développement.

Les techniques de modélisation utilisées en physique permettent d'aborder des questions fondamentales en sciences du vivant. En collaboration avec J.-J. Kupiec, biologiste du Centre Cavallès de l'École Normale Supérieure, nous avons initié un travail de recherche sur des mécanismes fondamentaux à l'œuvre dans la différenciation des cellules.

L'objectif du travail consiste à mieux cerner les règles qui gouvernent le comportement des cellules, notamment au cours des différentes étapes de l'embryogenèse, un processus qui aboutit à un organisme adulte, via une multitude d'interactions entre tissus.

Par ailleurs, en collaboration avec l'équipe Biologie Cellulaire du Développement de l'UMR 7622 dirigée par B. Maro qui étudie expérimentalement les embryons de souris, nous construisons actuellement un modèle synthétique des premiers stades de l'embryogenèse de la souris.

Premiers résultats

Grâce à la simulation, nous avons en particulier pu tester l'hypothèse suivante : le mécanisme qui régit le comportement des cellules est fait non seulement de signaux programmés génétiquement mais aussi d'événements aléatoires qui déclenchent l'activation des gènes contrôlant la différenciation d'une cellule. Les interactions entre cellules qui interviennent ensuite ne sont plus la cause de la différenciation comme admis jusqu'à présent. Via l'échange de molécules entre cellules, elles stabilisent les cellules dans le phénotype qu'elles ont d'abord acquis aléatoirement.

Le modèle d'étude est constitué de la simulation de deux types cellulaires A ou B choisis aléatoirement



Fig. 1 : cette figure montre les différentes étapes (identification des zones connexes, calcul des frontières, calcul des squelettes de chaque partie connexe) qui sont mises en œuvre dans le programme automatique d'indentification de structure en bicouche que nous utilisons pour analyser les résultats de nos simulations.

pour chaque cellule. La simulation permet de vérifier que le modèle ainsi créé aboutit bien à une organisation cellulaire reproductible, comme c'est le cas au cours de l'embryogenèse d'un être vivant.

Au LPNHE, nous avons pris en charge le développement des programmes et la mise en œuvre des outils d'analyse statistiques permettant d'analyser les données de simulation produites afin d'en extraire les propriétés pertinentes pour la biologie.

Parmi les résultats notables, nous nous sommes aperçus que lorsque la mort cellulaire est supprimée dans le programme (les cellules continuent à vivre même si la quantité de nutriments nécessaire n'existe plus), la structure cellulaire se forme correctement mais avec un taux d'échec plus important. La mort cellulaire semble donc jouer un rôle positif dans la formation de cette structure en bi-couche, caractéristique des êtres multicellulaires. La mort cellulaire élimine les cellules non adaptées à leur environnement, au profit des plus viables. En somme, on est en présence d'une sorte de darwinisme transposé au niveau de la cellule.

Par ailleurs, les résultats obtenus permettent d'appréhender les mécanismes du cancer d'une

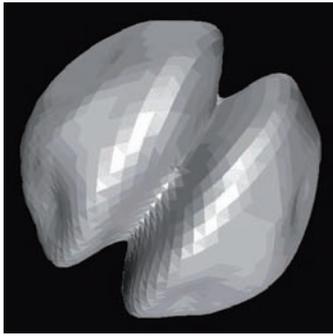


Fig. 2 : exemple d'une modélisation de la division cellulaire de la première cellule d'un embryon.

manière originale. Plutôt que de considérer que les cellules se mettent à proliférer anarchiquement (et deviennent cancéreuses) sous l'influence de mutations altérant les signaux d'un programme génétique de contrôle de la prolifération cellulaire, nos simulations suggèrent une autre explication : l'organisation cellulaire résulte d'un équilibre quantitatif entre différents paramètres. Les cellules structurées en bi-couche arrêtent de proliférer spontanément, sans qu'aucun signal inhibiteur n'ait pourtant été intégré au système de simulation informatique. Cet arrêt de croissance est dû à un équilibre entre les effets auto-stabilisateurs du phénotype (les cellules différenciées stabilisent leur propre phénotype) et les effets d'interdépendance pour la prolifération (les cellules différenciées stimulent la prolifération de phénotypes autres que le leur) exercés via les interactions entre cellules. Dès qu'une modification quantitative intervient dans un de ces deux processus, la croissance cellulaire est désorganisée, un processus analogue à celui du cancer se déclenche dans le tissu simulé. On en déduit donc que si l'organisation tissulaire résulte de la combinaison de multiples causes, l'origine du cancer pourrait être diffuse.

Pour analyser les résultats des simulations, il faut définir ce que l'on appelle une structure multicellulaire. Il y a ici un certain arbitraire, car les cellules – les objets que nous faisons évoluer – ne connaissent que leur environnement immédiat et n'ont pas la connaissance de la structure dans laquelle elles évoluent. Afin d'améliorer notre méthode d'analyse, nous avons développé un identificateur de structures cellulaires adapté à la détection de structures en bicouche qui nous intéresse ici. La fig. 1 montre trois étapes essentielles à l'identification d'une bicouche.

Modélisation de l'embryon de Souris

Afin de tester nos modèles avec des systèmes réels nous sommes en train de développer un modèle d'embryon de souris dont l'objectif est d'aider à comprendre quelles sont les raisons d'origine mécanique et les raisons liées à l'activité synthétique des cellules qui déterminent le développement embryonnaire et la différenciation cellulaire. En particulier, nous cherchons à reproduire les résultats observés par l'équipe de biologistes de Paris 6 avec lesquels nous travaillons. La fig. 2 montre un exemple de simulation de la première division cellulaire.

B. Laforge

L. Le Guillou, J. Glisse.

Activités techniques et administratives

Électronique

Mécanique

Informatique

Administration

Services généraux

Divers

Réaménagement: projet pour le LPNHE

Hygiène et Sécurité

Radioprotection

Électronique

Le service d'électronique du LPNHE est engagé dans cinq projets scientifiques de physique sur accélérateurs, d'astro-particule et cosmologie et sur le contrôle des accélérateurs. Les ingénieurs et techniciens mettent en œuvre les technologies les plus récentes depuis la microélectronique submicronique pour trajectographes jusqu'aux derniers composants numériques programmables grâce à de puissants outils de conception assistée par ordinateur.

Le service d'électronique du LPNHE comprend seize ingénieurs ou techniciens permanents et un thésard. Les électroniciens sont soit directement impliqués dans les différentes expériences de physique auprès des grands accélérateurs (CERN, SLAC, FERMILAB, DESY) ou d'astroparticules, soit appartiennent au groupe CAO et câblage. Les électroniciens du laboratoire assurent la conception, la réalisation, le test et le suivi de systèmes destinés à fonctionner sur les sites d'expériences dans des environnements souvent très sévères (rayonnements ionisants, températures extrêmes, vibrations). Pour ces raisons, les différentes réalisations suivent des critères de qualité stricts imposés par les collaborations afin d'assurer un fonctionnement correct des matériels dans la durée. Ces systèmes font appel à différents types d'électronique : analogique rapide faible bruit et grande dynamique, numérique rapide ou très basse puissance. Par ailleurs, ils mettent en

œuvre diverses technologies : composants discrets, circuits intégrés bipolaires ou CMOS, analogiques, numériques ou mixtes, programmables ou spécifiques.

Collisionneur linéaire

R&D SiLC en électronique

Le LPNHE est engagé dans la collaboration internationale SiLC (*Silicon tracking for the Linear Collider*) sur les détecteurs au silicium. Les exigences en compacité, transparence aux particules, très faible dissipation de puissance, ont amené à utiliser une technologie profondément sous le micron (DSM). Le succès du premier prototype de lecture de ces détecteurs réalisé en CMOS UMC 180 nm, fin 2004, a conduit à poursuivre cette voie en passant au CMOS 130 nm disponible lors de la conception de la deuxième version incluant un pipeline analogique, un ADC 12 bits et un auto déclenchement basé sur la somme des signaux de 3 voisins (fig. 1).

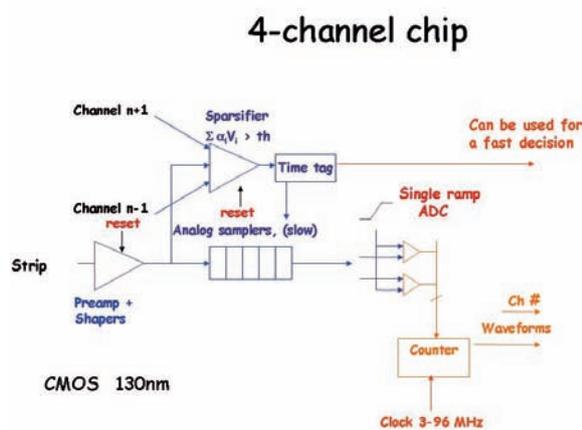


Fig. 1 : synoptique du circuit 130 nm, 4 canaux.

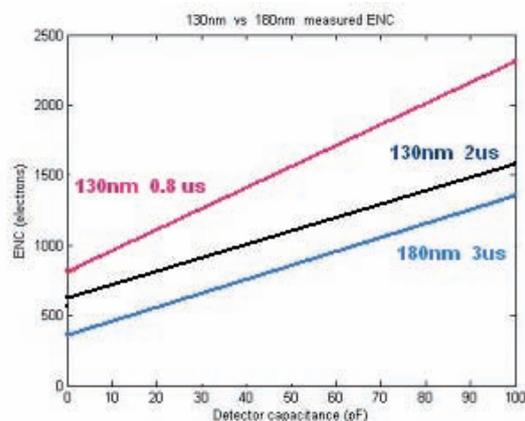


Fig. 2 : comparaison du bruit des circuits 180 et 130 nm.

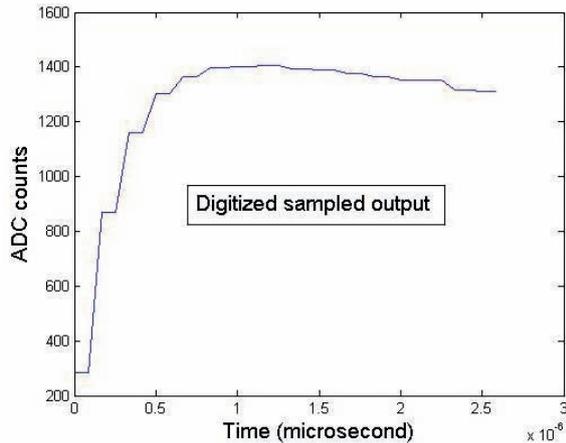


Fig. 3: forme du signal numérisé en sortie de mémoire analogique.

Le groupe de microélectronique du LAPP nous a rejoint fin 2005. La période 2006-2007 a été dédiée aux tests des prototypes en 180 nm et en 130 nm reçus début 2006.

La fonctionnalité des circuits, puis leurs performances, ont été testées sur banc de tests, connectés à un détecteur excité par une diode laser ou une source radioactive. Le circuit en 180 nm avec partie analogique seule et le 130 nm qui inclut la chaîne complète avec pipeline analogique et conversion A/D, sont caractérisés.

Les résultats sur la comparaison des performances (fig. 2) en bruit de la partie analogique (préampli et *shaper*) pour le 180 nm et le 130 nm (comparables pour un même temps de mise en forme) et le signal numérisé en sortie du pipeline analogique sont montrés ci-après (fig. 3). Ces résultats indiquent la bonne fonctionnalité de ces circuits. La version en 130 nm développée au LAPP comprend la partie analogique avec version améliorée du pipeline, servo AC/DC et entrée calibration et est en cours de test.

Le prochain pas jusqu'à fin 2007 est la version à 128 voies, avec mise en veille du circuit pour une faible dissipation de puissance. Cette version servira de circuit de lecture pour les prochains prototypes sur plusieurs dizaines de milliers de voies.

Tests au laboratoire et en faisceau

Le groupe ILC au LPNHE et la collaboration SiLC ont entrepris une nouvelle phase de R&D avec les tests en conditions réalistes d'abord en banc de test avec détecteur, circuit de lecture et source radioactive puis en tests en faisceau. Ceci pour mesurer les performances des détecteurs et de leur électronique de lecture. Un nouveau système d'acquisition basé sur FPGA et Quick

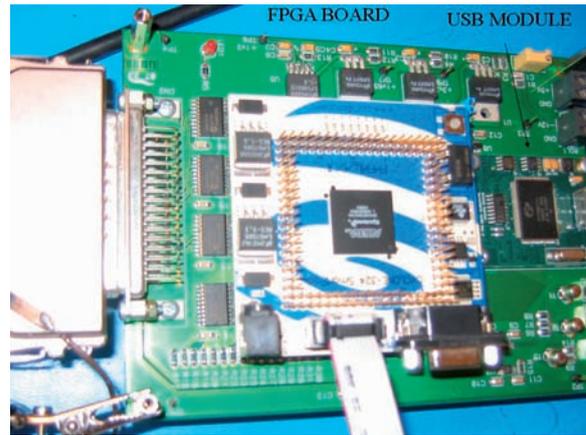


Fig. 4: nouvelle carte d'acquisition avec Quick USB.

USB a été développé ainsi que des cartes intégrant les circuits de lecture (fig. 4).

Ces cartes sont reliées par bonding au module de détecteurs Silicium. Les performances en signal/bruit sont mesurées dans ces premiers tests. Ci-dessous le rapport signal/bruit d'environ 8 est mesuré sur un module à pistes longues (90 cm) lues par le circuit 180 nm (fig.5). Des tests avec les nouveaux circuits 130 nm sont en cours au LPNHE et se poursuivront en faisceau au CERN fin 2007.

LLRF/SPIRAL2

Jusqu'à un passé proche, les systèmes de contrôle RF utilisés sur des accélérateurs ou des bancs de test de cavités supraconductrices étaient basés sur des tech-

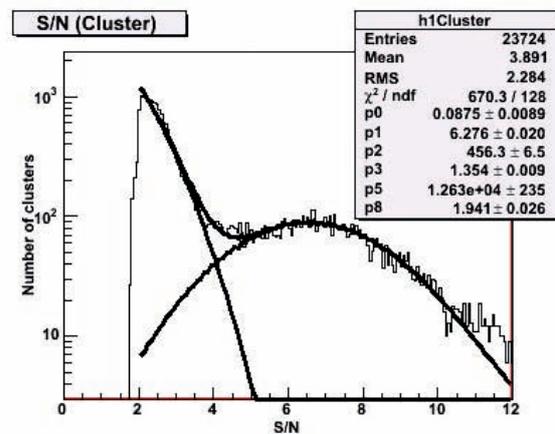


Fig. 5: rapport signal/bruit mesuré sur un module à pistes longues lu par un circuit 180 nm.

niques analogiques. Cependant les projets les plus récents proposent désormais d'utiliser des systèmes mixtes : circuits analogiques associés à des circuits numériques programmables. Dans les propositions les plus récentes la part des circuits numériques est devenue majoritaire et permettra d'obtenir non seulement de bonnes performances en terme de stabilité des cavités contrôlées face aux diverses perturbations auxquelles elles sont soumises, mais aussi une grande souplesse de programmation et la possibilité d'implanter des outils de diagnostic en cas de dysfonctionnement.

Le LPNHE s'est associé à l'IPN d'Orsay pour développer un système de contrôle RF bas niveau (LLRF) numérique, initialement conçu pour piloter des cavités supraconductrices de type SPOKE à 350 MHz. Le système est composé d'une boucle d'asservissement comprenant des éléments analogiques et numériques. Un amplificateur analogique pilote la cavité supraconductrice. Les puissances incidente, transmise et réfléchie de la cavité sont mesurées et extraites sous forme de signaux analogiques à 350 MHz et, par un système analogique de transposition de fréquence, ces mesures de puissance sont converties en des signaux de fréquence 10 MHz. Ces signaux sont échantillonnés et quantifiés dans la carte numérique par des ADC cadencés à 80 MHz et leurs amplitudes et phase sont analysées dans le FPGA de traitement présent sur la carte numérique. Le traitement consiste notamment à comparer la puissance transmise à la cavité par rapport à la consigne fournie par l'utilisateur de façon programmable. Le FPGA en déduit les paramètres de la commande (amplitude et phase) à appliquer à l'amplificateur précité, via des DAC cadencés à 80 MHz présents sur la carte numérique. Afin d'obtenir un temps de réponse rapide et une stabilité optimale de la cavité, les signaux de mesure de puissance subissent différentes étapes de traitement numérique et de filtrage. Le FPGA de traitement propose également des outils de diagnostic et de monitoring des divers signaux mesurés et commandés.

Le LPNHE a pris en charge la conception de la carte numérique du système et du développement du logiciel de pilotage et de l'environnement de test associé. Un premier prototype a été développé fin 2005. De format PXI 3U, cette carte est composée de quatre entrées analogiques et de deux sorties analogiques traitées sur 14 bits à 80 MHz, d'une interface Compact PCI, d'un FPGA de traitement numérique et d'une mémoire per-

mettant d'enregistrer les différents signaux traités. Au début 2006, cette carte a été installée sur un banc de test à chaud de cavité SPOKE à l'IPN d'Orsay. Le système a pu ensuite être testé sur une cavité à froid en novembre 2006 et a permis de valider la fiabilité du concept pour piloter une cavité supraconductrice SPOKE.

Bénéficiant du retour d'expérience du premier prototype, nous avons conçu en 2007 une seconde version de carte présentant divers ajustements et améliorations : cette carte (fig. 6) traite désormais cinq entrées et trois sorties analogiques sur 14 bits à 80 MHz, héberge un FPGA de traitement plus puissant qui contient, en plus

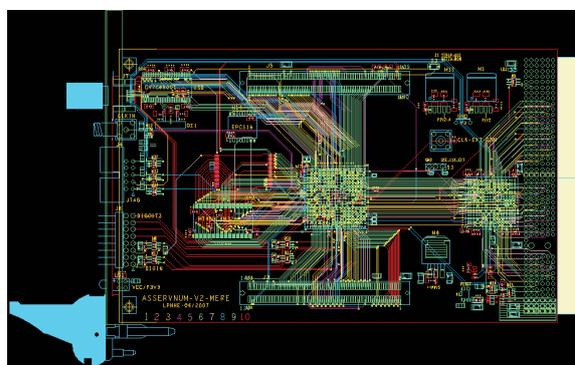


Fig. 6 : dessin de la carte mère de la seconde version du module LLRF numérique.

des fonctions de traitement et de monitoring initiaux, un micro-processeur embarqué qui permettra d'exécuter de façon autonome des tâches automatisées telles que la montée en puissance de la cavité par exemple. Le module est composé d'une carte mère au format PXI regroupant les fonctions numériques et d'une carte mezzanine contenant les composants de conversion analogique-numérique. La fabrication de ces cartes a été lancée et la livraison des circuits assemblés est arrivée. Des tests à froid sur cavité SPOKE sont prévus pour cet automne.

Cette année, le laboratoire s'est également engagé dans le projet SPIRAL2 au GANIL, pour lequel il propose de réaliser l'électronique numérique du système bas niveau RF pour le banc de tests des cryomodules de l'expérience. La tâche consistera à fournir pour l'année 2008 deux cartes identiques à la seconde version réalisée en 2007, à l'adapter aux besoins spécifiques de l'expérience en termes de fréquence de fonctionnement,

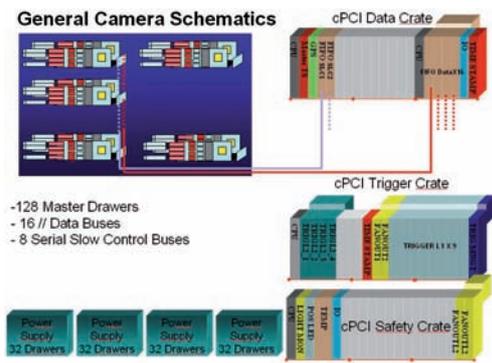


Fig. 7 : synoptique général de l'acquisition de HESS II.

et à développer le logiciel embarqué des tâches automatisées et le logiciel de pilotage pour le banc de test qui sera mis en place à l'IPN d'Orsay.

Expérience HESS

L'équipe HESS a conçu et réalisé l'ensemble de l'électronique des quatre caméras de l'expérience HESS phase I. Celle-ci se caractérise par sa compacité, sa modularité et son prétraitement des données le plus près possible des capteurs (photomultiplicateurs). Cette stratégie a permis d'optimiser les performances et de minimiser le nombre de câbles externes (compatibilité électromagnétique, poids, prix).

Suite au succès de la phase I de cette expérience, la collaboration a proposé en 2003 la construction d'un très

grand télescope de 35 mètres de focale. Son installation sur le site Namibien est prévue au printemps 2009. L'équipe HESS du laboratoire a en charge la plus grande partie de l'électronique de la caméra.

L'électronique (fig. 7) s'articule autour de quatre parties : le traitement analogique des signaux, la logique de déclenchement, l'acquisition et la sécurité.

L'ensemble représente une dizaine de cartes différentes, conçues au laboratoire, ainsi que les bancs de tests associés. La caméra est composée de 2048 photomultiplicateurs (PM) dont le gain nominal est de 2×10^5 . Le tiroir est l'élément de base de la modularité de l'électronique (128 tiroirs). Chaque tiroir est une structure maître supportant seize photomultiplicateurs, deux cartes analogiques, gérant chacune huit PM et une carte mère assurant le contrôle des paramètres (fig. 8). L'acquisition, le trigger et la sécurité utilisent la norme compact PCI, avec des processeurs sous système Linux.

La logique de déclenchement de niveau 1 est temporelle (résolution de 2 ns) et gère 99 secteurs de 64 pixels. Le temps d'élaboration du déclenchement de niveau 1 est inférieur à 80 ns. L'électronique est conçue pour accueillir une logique de déclenchement de niveau 2 (basée sur des algorithmes plus complexes). La qualité du déclenchement doit réduire fortement le taux d'enregistrement des événements. Un ASIC pré-L2, développé au laboratoire, situé sur chaque carte frontale

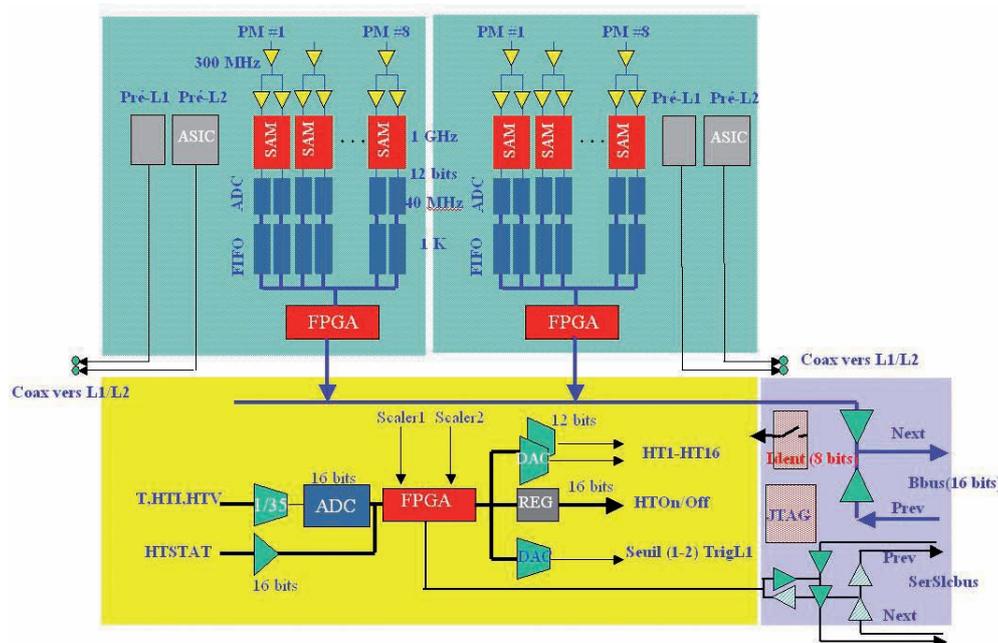


Fig. 8 : synoptique du tiroir de la caméra de HESS II.

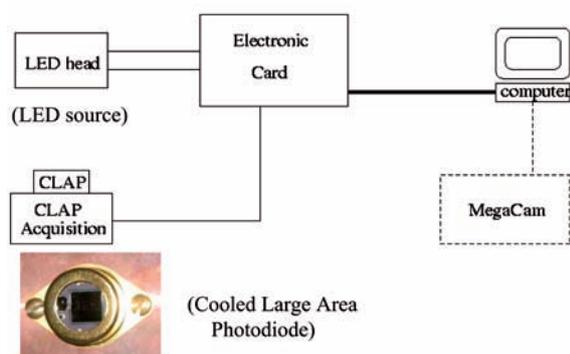


Fig. 9 : synoptique du système de calibration.

prépare les données pour la logique de niveau 2. Globalement, de nombreuses améliorations ont été apportées à l'électronique de la caméra. Le taux moyen de déclenchement de niveau 1 acceptable est de 3,5 kHz (soit un ordre de grandeur supérieur par rapport à celui de la phase I) pour un temps mort d'environ 1% (soit un ordre de grandeur inférieur par rapport à la phase I). Pour obtenir ces résultats, de nouvelles mémoires analogiques (SAM) ont été développées par le CEA, une mémoire (FIFO) permet de lisser le flot de données et de gérer les signaux de déclenchements de niveau 1 et 2. À tous les niveaux, les technologies éprouvées (LVDS) sont utilisées. De plus un système de synchronisation des événements (*TimeStamp*) assure la bonne cohérence des données.

Deux BoxBus différents sont utilisés, le premier synchrone parallèle (20 MHz) pour le transfert des événements données et le second (série) pour les événements d'étalonnage.

Enfin, le cPCI, bus innovant à haut débit et haut niveau de configuration, autorise des transferts synchrones à un taux pouvant atteindre 264 Mo/s (64 bits à 33 MHz en mode d'accès direct entre le bus et la mémoire DMA).

Cosmologie

SNDICE

L'équipe d'électronique du groupe Supernovae travaille sur la calibration photométrique d'un imageur composé de CCDs (fig. 9). La calibration s'effectue à partir de l'émission de LEDs calibrées, chacune commandée par une source de courant stable d'une résolution de 12 bits. Un premier prototype comprenant 8 LEDs, une carte contenant les sources de courants et la programmation via LabView a été testée avec succès; la réalisation du système final comprenant 24 voies est prévu

pour l'automne 2007. La lecture de la photodiode refroidie par effet Peltier « *Cooled Large Area Photodiode* » (CLAP) a nécessité la réalisation d'un femto-ampèremètre, constitué pour l'essentiel d'un ASIC « *Low Current Amplifier* » (LCA) conçu au laboratoire en technologie CMOS 0,35 μm du fondeur AMS, et d'un ADC 16 bits (fig. 10). Le système complet doit être installé sur site à Hawaï avant la fin de l'année 2007.

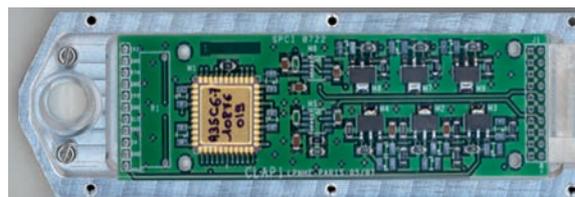


Fig. 10 : boîtier contenant la photodiode refroidie (CLAP) et l'électronique de lecture (LCA).

LSST

En collaboration avec le LAL Orsay, le LPNHE développe l'ASIC de lecture des CCDs du futur télescope LSST (*Large Synoptic Survey Telescope*). Le télescope sera composé de ~ 200 CCD comprenant chacun $4\text{k} \times 4\text{k}$ pixels d'une taille de $10 \times 10 \mu\text{m}^2$. Chaque CCD comprend 16 canaux lus à une cadence de 500 kpixels/s, ce qui donne pour les 3200 canaux un temps de lecture total de 2s pour un temps de pose de 15s.

Le cahier des charges de l'ASIC prévoit une dynamique de 16 bits, une diaphonie de 0,01 % pour un fonctionnement à -100° Celsius.

Un premier prototype du circuit ASPIC (*Analog Signal Processing asIC*) dessiné en technologie CMOS 0,35 μm 5 V du fondeur AMS et comprenant 4 voies de 2 architectures différentes Clamp & Sample (C&S) d'une part et *Dual Slop Integration* (DSI) d'autre part a été envoyé en fonderie à la fin du mois de juillet 2007 et sera testé au laboratoire dès l'automne (fig. 11).

Expérience T2K

L'équipe T2K du LPNHE a en charge la réalisation d'une carte concentratrice de données (DCC), interface entre l'électronique frontale de la TPC et l'acquisition

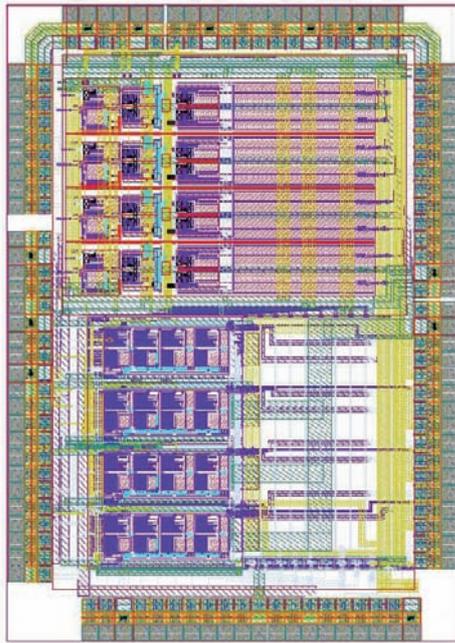


Fig. 11 : layout du premier prototype du circuit ASPIC pour le télescope LSST.

(DAQ) centrale de l'expérience T2K. La chaîne d'électronique comprend :

- 1 Terminal DAQ pour récupérer toutes les données ;
- 6 cartes concentratrices de données DCC ;
- 72 cartes Front-end Mezzanine (FEM) ;
- 432 cartes front-end ;
- la TPC est quadrillée par 1728 canaux.

Le transfert des données des cartes FEM vers les DCC se fera par des liens optiques à 1,2Gbits par seconde. L'architecture des DCC est actuellement en cours d'élaboration. Pour cela l'équipe d'électronique s'est équipée de kits d'évaluation XILINX équipés de FPGA Virtex 2 Pro et de deux liens optiques. L'utilisation de ce kit va nous permettre d'émuler la plus grande partie des fonctions que devront remplir les cartes DCC. Les FPGA de la famille Virtex possèdent également un Power PC embarqué en plus des différents protocoles de transferts (Gigabit Ethernet, rocket I/O...). Le Power PC embarqué permettra de faire différents traitements de données (suppression de zéros, formatages des données...). Actuellement l'équipe T2K travaille sur l'évaluation des transferts entre les FEM et les DCC ainsi que sur différents algorithmes de réduction de données en utilisant deux kits équipés en Virtex2 Pro. Ces tests permettront en outre d'évaluer la néces-

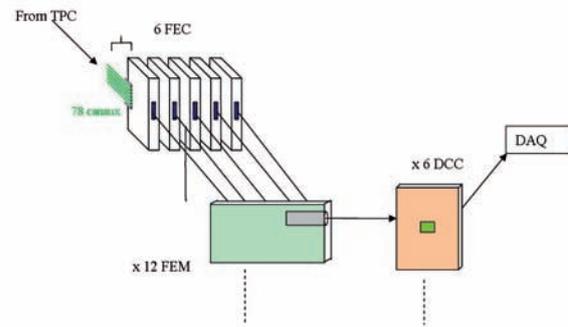


Fig. 12 : schéma simplifié de l'acquisition de la TPC de T2K.

sité d'un système d'exploitation LINUX sur les cartes. Le standard choisi pour les cartes DCC est le Compact PCI, une carte maître au standard PCI effectuera le transfert des données collectées vers la DAQ via une liaison Gigabit Ethernet (fig. 12).

Grâce à l'expérience acquise par l'équipe d'électronique de HESS dans le domaine du Compact PCI, le protocole de transfert des six cartes DCC utilisera notamment l'interface PCI développée par P.Nayman.

Un premier prototype de carte DCC sera réalisé fin 2007 - début 2008, afin de valider notre architecture lors de tests sur un module du détecteur TPC courant 2008.

Afin de réaliser ces différentes tâches prises en charge par le laboratoire, l'équipe doit faire face à plusieurs difficultés :

- des délais de réalisation extrêmement courts, les cartes devant être livrées fin 2009 ;
- de gros efforts de formation sur la technologie Xilinx ;
- acquérir un savoir faire dans la conception de cartes à hauts débits de transfert de l'ordre du Gigabit/s.

CAO et Câblage

Le groupe «CAO et Câblage» offre à l'ensemble des 17 électroniciens du laboratoire les outils et les services nécessaires à la réalisation de cartes électroniques, de circuits programmables et de circuits intégrés submicroniques.

Au niveau logiciel, le groupe assure l'installation, l'administration et le support de l'ensemble des outils de CAO des sociétés Altera, Cadence, MentorGraphics, Synopsys, Synplicity, Xilinx et des fondeurs AMS et UMC. Ces logiciels de CAO permettent de concevoir tous

les types de systèmes électroniques numériques ou analogiques :

- modélisation et simulation de circuits numériques à l'aide des langages de haut niveau tel que VHDL ou Verilog (NC-VHDL, NC-Verilog, NC-Sim, Quartus, ISE, EDK);
- synthèse logique de circuits programmables (SynplifyPro, Quartus, ISE);
- synthèse logique de circuits intégrés VLSI (Ambit, Encounter);
- modélisation, simulation et dessin de circuits intégrés analogiques de 0,35 µm à 0,13 µm (Virtuoso, Assura, Calibre);
- conception et saisie de schémas de cartes (Allegro Design Entry);
- étude du placement/routage et simulation de cartes (Allegro PCB, Allegro SI);
- gestion des bibliothèques de composants (Allegro).

Leurs schémas de cartes terminés, les ingénieurs sollicitent alors le groupe « CAO et Câblage » pour effectuer le placement et le routage des cartes (ou *Printed Circuit Board*). L'opérateur CAO réalise en moyenne 20 à 25 études par an, allant du PCB double face au PCB 12 couches, de la classe 4 au hors classe (cas des composants de type BGA). Un dossier de suivi de fabrication, une demande de devis et la génération de fichiers nécessaires au sous-traitant sont remis aux concepteurs.

Les circuits imprimés nus (fabriqués en interne ou de retour de sous-traitance) peuvent être câblés soit manuellement soit en mode semi-automatique à l'aide d'une machine de dépose de pâte à braser, d'une machine de placement et d'un four à refusions. Un outil d'usinage permet également de faire de la petite mécanique telle que faces avant, boîtiers et maquettes prototypes.

Les personnes associées à cette activité – 5 au total – ont toutes un savoir faire spécifique et précieux pour le service électronique et les expériences du LPNHE.

Formation

Le service contribue à la formation d'électroniciens venant d'écoles d'ingénieurs et des premier, second et troisième cycles des universités, et accueille aussi des doctorants employés par l'industrie après avoir soutenu leur thèse. Des stagiaires lycéens sont également accueillis dans le cadre d'une mise en contact avec le monde du travail.

Les développements d'électronique au LPNHE conduisent à des contributions aux grandes conférences internatio-

nales telles que *Nuclear Science and Method* et *IEEE Transactions on Nuclear Science*.

Le savoir-faire des électroniciens, parfois impliqués dans plusieurs projets d'expériences, s'est accru, les agents suivent régulièrement des formations pour mettre à jour leurs connaissances et maintenir ainsi une veille technologique face à des évolutions très rapides. Le laboratoire pourra ainsi mieux répondre aux exigences de plus en plus sévères et variées des expériences à venir.

H. Lebbolo

P. Bailly, P. Corona, M. Dhellot, J.-F. Genat,
C. Goffin, A. Guimard, O. Le Dortz, D. Martin,
P. Nayman, J.-M. Parraud, T.H. Pham, F. Rossel,
R. Sefri, F. Toussanel, A. Vallereau.

Mécanique

Le service de mécanique étudie et construit des prototypes pour les R&D et les parties mécaniques de détecteurs en collaboration avec les autres services techniques. Ses principales activités sont (i) les études, les calculs par éléments finis en thermique ou en mécanique et la conception CAO 3D – logiciels CATIA, Samcef – et (ii) la fabrication ou le suivi de fabrication des pièces et prototypes par usinage conventionnel ou à commande numérique, la métrologie par machine de mesure tridimensionnelle. Le service a par ailleurs mis en place une démarche qualité depuis plusieurs années.

Le service de mécanique comprend trois ingénieurs de recherche, quatre ingénieurs d'étude, deux assistants ingénieurs et un technicien. Grâce aux logiciels de conception assistée par ordinateur et de calculs, et à son atelier, il peut répondre aux demandes exprimées par les chercheurs pour les réalisations de détecteurs de particules auprès des grands accélérateurs ou pour les expériences en astroparticules embarquées (satellites) ou au sol (télescopes). L'atelier de fabrication est équipé depuis fin 2001 d'un centre d'usinage en commande numérique et de la FAO, mais également d'un tour numérique depuis fin 2006. Le contrôle des pièces peut être réalisé sur une machine à mesurer tridimensionnelle qui vient d'être équipée d'un nouveau logiciel. Le service a également acquis en 2006 un détecteur de fuite. Les expériences dans lesquelles le service de mécanique a eu un rôle significatif sont présentées ci-après.

ATLAS

Les détecteurs qui seront mis en œuvre auprès du futur collisionneur LHC du CERN vont permettre d'explorer de nombreux domaines de la physique des particules. Qu'il s'agisse de la physique $t\bar{t}$ ou de celle des mésons B, de l'étude des paires de W et du Z_0 , de la recherche du boson de Higgs ou de la supersymétrie, la calorimétrie y joue un rôle prépondérant.

Intégration

Le service de mécanique a été responsable, depuis septembre 1998, de l'étude, dans le bâtiment 180 du CERN, du montage du calorimètre électromagnétique central d'ATLAS et des calorimètres bouchons.

Depuis septembre 2003 une personne du service a préparé l'installation du calorimètre *Barrel* (1600 tonnes) dans le puits. Après avoir défini le scénario et les pièces



Fig. 1 : ATLAS – calorimètre ENDCAP équipé d'air-pads.

nécessaires (calculs et dessins) à cette translation de 17m, une procédure a été rédigée. Le calorimètre a été déplacé en novembre 2005 en position finale avec une précision de 1 mm par rapport à la position théorique. Cette personne a été détachée au CERN fin 2005 pour une période de trois mois afin de poursuivre les opérations se déroulant dans le puits, telle la mise en place des deux calorimètres *End Cap*. Nous avons poursuivi ce travail en réalisant l'étude de l'alimentation des patins à air (en utilisant les différents ateliers du logiciel de CAO Catia : maquette numérique, *tubbing*, *assembly structure*) ainsi que le dimensionnement des outillages de déplacement (fig. 1). L'outillage d'installation des chambres à muons a également été conçu par le service. Nous avons travaillé sur la partie «Pixel», que ce soit pour la définition des plans de cintrage des tubes ou pour la réalisation d'une maquette.

SLHC

Après avoir participé à l'étude de l'intégration du détecteur pixel au CERN, le service de mécanique a commencé l'étude d'un nouveau détecteur central en vue de son remplacement.

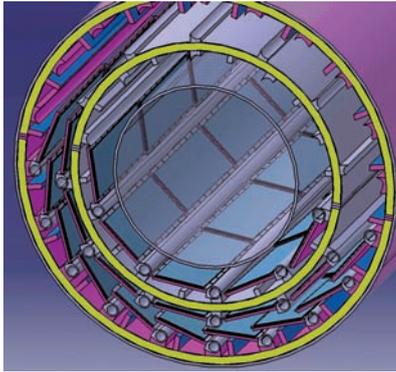


Fig. 2 : SLHC – proposition de solution pour le remplacement de la B-layer d'ATLAS.

Les propositions qui ont été faites visent à améliorer les performances thermiques et à diminuer la quantité de matière en utilisant des matériaux plus performants, en combinant les fonctions thermique et structure et en optimisant les formes (fig. 2). Les éléments de cette étude seront également utilisés dans le cadre du Super-LHC.

Cosmolgie

Infra-Rouge

Un banc de test a été développé et mis en service sur la période novembre 2003 - janvier 2005. Il était destiné à l'étude d'un détecteur infrarouge HAWAII-1RG pour l'observation de supernovae.

Le cryostat permet de refroidir la plaque accueillant le détecteur jusqu'à 70 K à l'aide d'un cryo-générateur, tandis qu'un ASIC placé sur une carte électronique à l'intérieur de l'écran thermique, refroidi par une circulation d'azote liquide, a pu être testé à 130 K.

Début 2006, des tests thermiques ont permis de valider l'ajustement de la température du plan focal à l'aide d'une résistance chauffante lamellaire.

Ce banc de test sera réactivé à l'automne 2007 pour des tests en froid d'un nouvel ASIC développé au LPNHE pour la lecture des détecteurs CCD du futur télescope LSST.

SNICE

Le projet SNICE consiste à réaliser un système de calibration absolue pour la caméra Mégacam au CFHT. Pour obtenir cette calibration, il faut une source lumineuse composée de 24 LEDs dont les spectres couvrent différentes longueurs d'onde, ainsi que des photodiodes

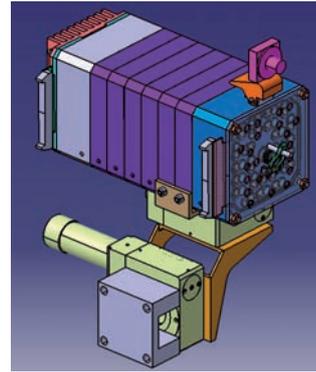


Fig. 3 : SNICE – tête de LEDs.

refroidies (CLAP, *Cooled Large Area Photodiode*); les LEDs sont calibrées à l'aide d'une photodiode calibrée elle-même par un institut standard. La source de LEDs est ensuite utilisée pour calibrer les CLAP (fig. 3). Dans ce cadre, le service a réalisé un support de LED permettant de mettre au point le montage et le positionnement des LEDs, d'effectuer les mesures et de valider les choix. Le service a également étudié et fabriqué les boîtiers CLAP. Parallèlement un nouveau banc de calibration a été conçu et réalisé. Il est dédié à la calibration des LEDs avec des déplacements dans les 3 directions (afin d'établir une carte 3D du champ de flux lumineux) dans une boîte noire permettant une calibration à 13,50 m afin de se rapprocher des conditions du CFHT. À l'heure actuelle, le service termine la conception et la réalisation de cette source de LEDs définitive, qui devrait être calibrée puis installée sur site fin 2007 ou début 2008.

SNIFS

Le service ayant été très impliqué dans l'étude, la réalisation et le montage du spectromètre intégral de champ sur le télescope UH d'Hawaï, il effectue des missions de maintenance et d'intervention sur site (3 sur 2 ans).

LSST

LSST (*Large Synoptic Survey Telescope*) est un projet américain de nouveau télescope, prévu pour être mis en service à la fin de l'année 2012 sur le site de Cerro Pachon au Chili. Il doit répondre à différents objectifs scientifiques, dont l'étude de l'énergie noire, à travers la détection et l'observation de supernovae lointaines. Pour cela, il devra garantir une grande couverture du ciel visible et permettre

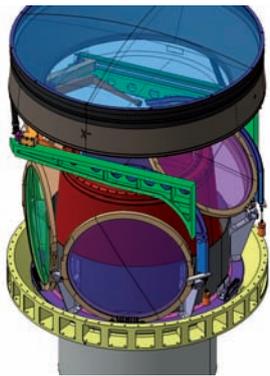


Fig. 4 : caméra du projet LSST.

un balayage rapide de la totalité de cette couverture (toutes les trois nuits).

Une conception optique très compacte (réflexion sur trois miroirs, avec le troisième intégré au centre du premier) permet d'obtenir une bonne qualité d'image associée à un grand champ de vision ($3,5^\circ$). Cette géométrie impose d'avoir la caméra située sur le chemin optique, soumettant ainsi son diamètre extérieur à une contrainte forte.

La caméra a une longueur de 3 m pour un diamètre extérieur de 1,6 m et un poids estimé de 2,8 T. Un jeu de 6 filtres interférentiels de courbures sphériques ($\varnothing 800$ mm – épaisseur variant de 13 à 26 mm suivant les plages de longueur d'onde) est nécessaire pour couvrir l'ensemble du spectre d'observation. Les contraintes d'encombrement exposées ci-dessus imposent de stocker les filtres à l'intérieur du corps de la caméra.

Dans le cadre d'une collaboration avec SLAC sur le mécanisme de changement de filtres, le LPNHE est chargé de l'étude de l'anneau de stockage (carrousel) des filtres, ainsi que de la conception du système permettant de positionner et tenir (ou relâcher) les filtres sur ce carrousel (fig. 4). La fragilité des filtres, le faible espace disponible, le positionnement sans surcontrainte pour éviter tout risque de blocage et la survie du système à un tremblement de terre sont les principales contraintes à surmonter.

La réalisation en cours d'un prototype à l'échelle 1 permettra de valider les solutions techniques développées.

Collisionneur linéaire

Afin de maximiser les performances du détecteur de traces, le service a étudié une enveloppe composée de modules de

détecteur en Silicium, avec pour objectif de réduire la quantité de matière, de garantir le positionnement et maximiser le refroidissement de l'ensemble de la surface du détecteur. Ces caractéristiques permettent de fournir des points très précis sur les trajectoires tout en restant relativement transparent pour les particules. Pour assurer ces objectifs, nous avons détaillé :

- l'étude de la disposition des modules sur les bouchons suivant différentes options (projectif, XUV) ;
- la conception et la fabrication des modules en matériaux composites (fibres de carbone) qui ont été testés à plusieurs reprises en faisceaux avec leur électronique de lecture ;
- la fabrication des outillages d'assemblage de ces modules et l'écriture des procédures de collage et d'alignement (fig. 5) ;
- des concepts de refroidissement et d'isolation pour lesquels différentes options ont été testées en grandeur réelle.

Des stagiaires ont mené des études sur divers points, tant pour des tests thermiques que pour l'optimisation des procédures de collage.

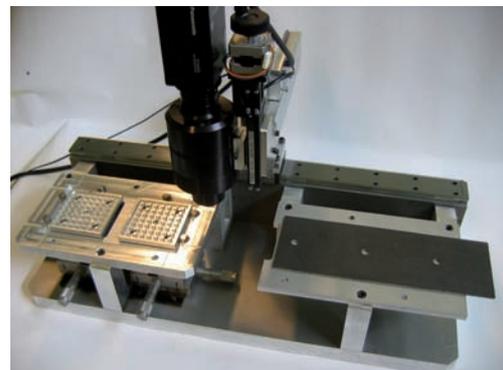


Fig. 5 : outillage d'assemblage, de réglage et de collage de détecteur en silicium.

HESS

Dans le cadre de l'intégration et des tests de l'électronique pour la caméra de HESS II, un banc de test a été étudié et réalisé par le service (fig. 6). Ce banc va permettre d'effectuer le contrôle des 2048 photomultiplicateurs (PM) associés à leur électronique de lecture, avant leur installation sur la caméra. Les PM seront testés par groupe de 64.

Le banc de test est constitué d'une structure accueillant quatre tiroirs de 16 PM, d'un système motorisé XY



Fig. 6 : banc de test – contrôle automatisé des performances des PM de la caméra HESS II.

déplaçant une source blanche quasi-ponctuelle très proche des PM, d'un support pour deux sources plus éloignées (l'une blanche et homogène sur les 64 PM, l'autre bleue et pulsée). Le support de PM réalisé permet un accès individuel à chacun des 64 PM, ceci sans démonter les cartes électronique d'acquisition et sans utiliser d'outillage.

Mutualisation

Dans le cadre de la mutualisation des services de mécanique de l'APC et du laboratoire, le service a réalisé des études (dossier de fabrication du blindage de l'expérience Double-Chooz), des contrôles métrologiques sur la machine à mesurer tridimensionnelle du service (principalement pour le projet Eclairs) et surtout des fabrications de pièces en commande numérique pour différentes expériences. L'utilisation de la FAO permet, à partir notamment des fichiers CATIA, de réaliser les pièces avec un réel gain de temps et une nette diminution des risques d'erreurs.

Activités complémentaires

Des membres du service sont impliqués dans des formations ou des jurys de concours du CNRS ou de l'IN2P3, dans des groupes de travail (EDMS, Smarteam, qualité, FAO) et dans le réseau des mécaniciens ; certains ont participé activement aux groupes de travail du colloque de prospective IT de l'IN2P3. Un ingénieur est responsable des services généraux mais également membre du comité de pilotage du réseau des mécaniciens. Un manuel qualité du service de mécanique, répondant à l'approche processus définie dans la norme ISO 9000 version 2000, est mis en application.

D. Imbault

W. Bertoli, B. Canton, G. Daubard, Ph. Etienne,
C. Evrard, P. Ghislain, D. Laporte, Ph. Repain,
D. Steyaert, D. Vincent.

Informatique

Le service informatique met en place de nouveaux services (messagerie, serveur d'impression, serveur d'applications, serveurs de fichiers) pour l'ensemble du laboratoire et l'avancée la plus importante a été la mise en place d'un nœud GRIF/LPNHE de la grille informatique. Notre nœud exécute aujourd'hui 144 jobs à la fois et fournit 25 To d'espace disque aux utilisateurs. L'efficacité de notre site permet de contribuer significativement aux productions de données des expériences.

Le service informatique du LPNHE comprend 5 ingénieurs de recherche, 5 ingénieurs d'étude et un technicien. Depuis 2001, il accueille chaque année un(e) stagiaire venant d'Amérique du Sud, de niveau ingénieur, pour une période d'un an environ. Les informaticiens travaillent pour l'informatique locale du laboratoire, l'informatique des services, l'informatique distribuée (grille), ou bien sont affectés aux expériences. Il est fréquent qu'un informaticien soit impliqué dans plusieurs domaines différents à la fois.

Informatique locale

Il s'agit d'assurer le bon fonctionnement en continu du réseau, de serveurs très divers, des postes de travail et des moyens de communication à distance (vidéoconférences) en faisant face à des évolutions très rapides.

Pour ce faire, les efforts des deux dernières années ont porté sur l'évolution de l'infrastructure informatique du laboratoire et sur le renouvellement du parc informatique aussi bien en matériel qu'en logiciels :

- une nouvelle salle a été adaptée (fig. 1) à la grille informatique jusqu'au déménagement du laboratoire, prévu en 2009 ;
- la sécurisation du réseau du LPNHE (domaine in2p3) en segmentant le LAN existant par l'adjonction d'un routeur local en aval de celui géré par le CCIN2P3, ce qui a permis la création d'un réseau WIFI séparé du LAN du LPNHE. Désormais, les portables nomades accèdent à ce réseau par un mot de passe.

En vue d'une connexion avec l'extérieur à 10 Gb/s (projet Fibre Noire pour la grille de calcul), le routeur du CCIN2P3 a été changé en juillet 2007. Les équipements de la grille informatique y sont connectés à un subnet dédié afin de séparer le flux de données de grille du LAN du LPNHE :

- les connexions dédiées sur le réseau de Jussieu (domaine Jussieu) sont en cours de réalisation. L'accès



Fig. 1 : la nouvelle salle de machines du projet GRIF au LPNHE.

direct à l'intranet de Jussieu permettra la consultation online gratuite des revues scientifiques auxquelles sont abonnées les bibliothèques universitaires ;

- un nouvel onduleur (100 kWh) a été installé pour les serveurs locaux et ceux de la grille informatique. Il a deux cartes réseau pour envoyer un signal séparé pour ces deux ensembles.

En ce qui concerne le parc informatique, d'une façon générale, nous arrivons à une harmonisation des systèmes d'exploitation propres à chaque domaine d'activité.

La majorité des serveurs d'intérêt général (dhcp, web, serveur d'impression, serveur de fichiers NAS...) et les serveurs des expériences tournent sous Scientifique Linux Cern (SLC). Sous Windows Serveur 2003 tournent un serveur d'application Windows et l'Active Directory, sous Windows 2000 Serveur, la mécanique et sous Solaris 9, l'électronique.

Les postes de travail, selon les domaines, sont sous SLC, Windows 2000 et XP ou MAC. L'utilisation d'un portable comme poste de travail se généralise. Un service de prêt de portables a aussi été mis en place.

Environ 80 postes de travail utilisateurs ont été renouvelés en 2 ans.

Nouveaux services

Les utilisateurs bénéficient, entre autres :

- d'un serveur de messagerie permettant d'envoyer de manière sécurisée les courriels ;
- d'un serveur d'application Windows centralisant les licences payantes ;
- d'un serveur de fichiers NAS de 3 To ;
- d'une salle d'enseignement Master 2 entièrement renouvelée (12 PC double boot SLC/Windows XP avec des écrans 19 pouces, un serveur NIS sous SLC) ;
- d'un nouveau système de visioconférence installé dans la salle Maronnier ;
- d'un nouveau traceur A0.

Nouvelles applications

Les applications suivantes sont nouvelles au laboratoire :

- GLOP (Gestion Locale du Personnel): logiciel à l'origine développé au LAPP, déployé au laboratoire en 2006, mis en service en 2007 ;
- GESPER: application développée en interne, accessible par le réseau, elle permet de suivre les mouvements du personnel dans le laboratoire et de coordonner le travail des différents services impliqués dans l'accueil et le départ des nouveaux arrivants ;
- INDICO: agenda développé au CERN.

De plus, le remplacement de l'actuelle base de données du matériel par un produit libre plus performant (OCS-Inventory+GLPI) est à l'étude. Une étude de la refonte de la structure de l'informatique permettant une centralisation sécurisée (fondée sur Ldap et Kerberos) de tous les comptes des personnels du laboratoire (authentification et *home directories*) est en cours. Sa mise en œuvre progressive pourrait intervenir pour la fin 2007.

Sécurité informatique

Dans un laboratoire de recherche comme le nôtre où le système d'informations est l'outil de base indispensable, la sécurité informatique garantit l'intégrité des systèmes, la disponibilité des services et la confidentialité des informations scientifiques. La « politique de sécurité » du laboratoire est l'expression de ces objectifs. Elle indique l'ensemble des mesures à prendre, des structures à définir et l'organisation à mettre en place.

Au sein du LPNHE, la notion de sécurité informatique est

encore à ses débuts aussi bien sur l'aspect physique qu'organisationnel.

À ce jour, l'équipe sécurité informatique est composée de deux personnes sous la tutelle de la direction d'unité, à savoir un correspondant sécurité et un suppléant. Les objectifs à moyen et long terme sont :

- l'éducation et la sensibilisation des utilisateurs à la sécurité ;
- l'élaboration d'une politique de sécurité aux systèmes d'information au sein de l'IN2P3 ;
- la maîtrise d'architectures « systèmes et réseaux » fiables et centralisées (VLAN, VPN, DMZ, Wifi/Radius, LDAP/Kerberos, Virtualisation).

Informatique des services

Les informaticiens travaillant pour les différents services du laboratoire ont des compétences liées aux matériels et logiciels très spécifiques des services.

Administration

Le service informatique accompagne le personnel administratif dans ses tâches quotidiennes en assurant la mise en place et le suivi des logiciels de gestion budgétaire et financière XLAB du CNRS et NABUCO de Paris 6 et Paris 7. La sécurité et l'intégrité de la base de données XLAB ainsi que les données des utilisateurs sont assurées, d'une part par un serveur Windows 2000 configuré en RAID 1 avec une redondance supplémentaire sur un disque externe et, d'autre part, par un archivage sur des bandes magnétiques. Le parc informatique reste hétérogène avec ses deux systèmes d'exploitation MacOS X et Windows XP. Pour 2006-2007, trois postes Windows XP dotés de clients NABUCO et XLAB sont venus remplacer les postes MacOS 9.

Électronique

Le serveur de la CAO électronique (SUN Fire V240 avec processeur ultra-parc II) a été régulièrement actualisé, tant au niveau du système que des logiciels. Ce matériel assure les fonctions de serveur de fichier et de licences pour l'exploitation des logiciels de CAO Cadence. Un serveur de remplacement opérant sous Solaris 10 est en test. Il permettra, entre autres, de suivre l'évolution de la suite logicielle Cadence qui ne sera plus supportée sur les versions antérieures de Solaris. Afin de répondre au besoin d'espace de stockage des simulations, un accès au serveur de fichiers NAS a été ouvert.

La CAO Mécanique

Le parc informatique du service de CAO mécanique est composé d'un serveur Windows 2000, de 3 portables et de postes de travail en Windows 2000 ou XP. Toutes ces machines sont intégrées dans le domaine *Active Directory* du laboratoire.

Pour être en phase avec les serveurs du CCIN2P3, où sont centralisés les projets, des mises à jour fréquentes sont obligatoires. Actuellement nous utilisons la version V5R16SP5 pour Catia et Smarteam et le client Oracle 9i. Les autres logiciels utilisés par les mécaniciens sont SamcefField V6.1, Samcef V5.1, Autocad 2005, DreamWeaver, Alphacam et Visio. Le parc des machines est renouvelé régulièrement: 4 postes en 2006, 2 postes en juillet 2007 dont un portable.

Informatique pour les expériences

Observatoire Pierre Auger

Les données physiques enregistrées par les détecteurs de l'observatoire sont analysées par les chercheurs après avoir transité par le *Central Data Acquisition System* (CDAS) de l'Observatoire à Malargüe en Argentine.

Le CDAS est:

- un système de télécommunication entre les stations;
- le Central Trigger;
- le packaging des événements;
- la reconstruction avec l'outil *Event Display*;
- la maintenance, l'administration et la surveillance des systèmes et réseaux d'acquisition;
- le développement systèmes et logiciels d'acquisition;
- la surveillance de la duplication des données brutes entre l'Argentine et le centre de calcul IN2P3 de Lyon;
- le support technique aux utilisateurs Auger/France.

Les perspectives à moyen et à long termes pour l'informatique du laboratoire au sein d'Auger sont la mise en place d'une ferme de calcul dans nos locaux pour une utilisation réservée uniquement à l'équipe Auger France, l'amélioration de l'infrastructure du réseau informatique entre Malargüe et Europe, ainsi que la création d'une gestion avancée de contrôle et d'alertes à distance du CDAS.

Collisionneur linéaire

Le laboratoire doit évaluer les performances de différentes technologies concernant les détecteurs à micro-

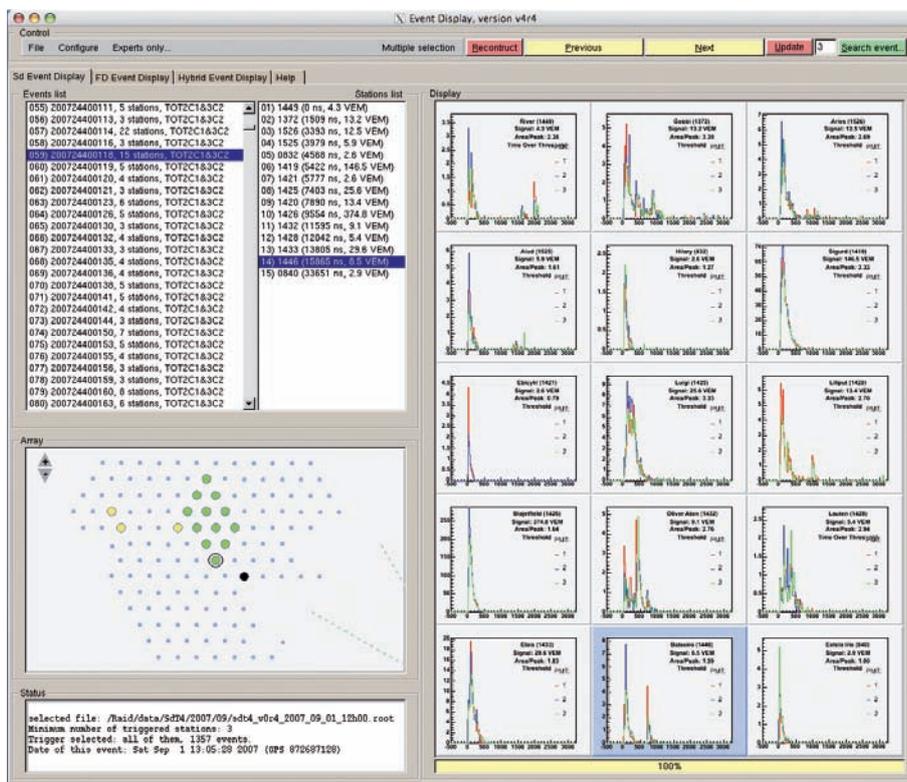


Fig. 2 : illustration de l'Event Display pour l'observatoire Pierre Auger.

pistes de silicium, tant en ce qui concerne le détecteur que l'électronique de lecture des données. Ceci nécessite la construction de bancs de tests spécifiques et le développement de logiciels de contrôle et d'acquisition. La lecture de données est faite par des circuits intégrés de lecture et digitalisation du signal analogique issu du détecteur, développée par l'équipe d'électronique. Ces circuits sont interfacés au système d'acquisition de données par des cartes propres à chaque type de circuit. Les applications logicielles sont développées en langage Labview. Elles permettent de contrôler l'ensemble des paramètres mécaniques et électriques des bancs de tests, de réaliser l'acquisition et la pré-analyse en ligne des données ainsi que leur mise en fichier éventuelle.

L'exploitation des bancs de tests conduit à une production importante de données qui ne sont pas facilement disponibles pour une vérification ultérieure en raison du mode de stockage comme de simples fichiers. Même difficulté pour une consultation à distance. La solution mise en place consiste à créer un système de transmission de données, capable d'envoyer vers un serveur distant le fichier créé sur le banc de test avec LabView, en prenant en compte sa validation et son adaptation sur un schéma de base de données SQL. Cela assure d'un seul coup la disponibilité permanente des données et offre les compétences d'un gestionnaire de base de données pour son traitement. Les données deviennent ainsi accessibles via un navigateur WEB grâce à une interface simple réalisée en langage PHP. C'est à ce niveau que se fait le choix des mesures à analyser et la génération des histogrammes d'analyse comparative et évolutive indiquant le comportement des pistes sur le prototype.

HESS 2

Le laboratoire a la responsabilité de l'électronique et de l'informatique de son détecteur, la «caméra». Le projet est dans une phase de développement électronique et logiciel. Ceci nécessite la réalisation de bancs de tests informatisés qui demandent la participation d'informaticiens du service. Sur le plan informatique, un banc de test est organisé sur le mode client-serveur, clients et serveur dialoguant à travers des connexions ethernet. L'application est écrite en langage C sous système Linux ; il est implanté sur une carte processeur du commerce logée dans un châssis cPCI (compact PCI). Il communique directement avec les cartes installées dans le même châssis grâce à des pilotes spécifiques, écrits au laboratoire.

Le serveur réalise les opérations nécessaires à la programmation des cartes et à la lecture des données. Les clients sont des applications implantées sur des postes de travail distants qui envoient des requêtes au serveur et récupèrent un flot de données au format standard de l'expérience HESS. Il s'agit d'applications en langage LabView sous WindowsXP pour les tests matériels ou d'applications plus sophistiquées en langage Python avec interface graphique sous GTK, connexion à une base de données MySQL et utilisation de la norme CORBA/omniORB, pour l'analyse des données. Ce dernier type sera dupliqué et fourni à d'autres laboratoires de l'IN2P3 faisant partie de la collaboration. Il sera également installé en Namibie de manière à fournir des capacités diagnostiques importantes sur site aux équipes assurant la prise de données. À l'achèvement des développements électroniques, le service informatique entreprendra la réalisation du système d'acquisition de données de la caméra HESS-II. Ce système devra répondre à des exigences considérablement accrues en termes de taux de déclenchement, de temps mort et de volume de données par rapport au premier projet HESS.

SNICE

Profitant de l'expertise acquise dans le cadre du projet de R&D Supernovae, le laboratoire développe un système de calibration des caméras CCD utilisées tant sur les télescopes terrestres que spatiaux.

Un nouveau banc de tests comportant une partie mécanique et une partie électronique, ainsi que le développement de logiciels spécifiques pour le contrôle, l'acquisition et l'analyse élémentaire en ligne des données a été construit.

SNIFS

Le service informatique a développé dernièrement un système d'informations permettant le suivi, le contrôle de la chaîne de traitement des données collectées par le télescope et transférées au Centre de Calculs de Lyon. Ce système comprend entre autres une base de données *Processing* sous Postgresql accessible de manière transparente via des classes Python à l'aide du framework *Django*. Cette base de données est ainsi mise à jour automatiquement au fur et à mesure des acquisitions de données réalisées par SNIFS. Le remplissage de cette base de données nécessite la collecte et le traitement des informations à divers endroits. Le LPNHE réalise actuellement

les outils permettant de consulter ces informations à destination des membres de la collaboration par l'intermédiaire, entre autres, d'applications web.

T2K

Le service apporte son expertise informatique pour la réalisation d'un prototype de carte concentratrice de données DCC devant servir pour le détecteur ND280 de l'expérience T2K en Japon.

Cette carte pose des défis non pas exclusivement à l'électronique mais aussi à l'informatique, car l'utilisation des technologies Xilinx Virtex basées sur des processeurs combinés FPGA et PowerPC mettent à notre disposition une plateforme de haut niveau riche en fonctionnalités similaires à celles qu'on pourrait trouver sur un équipement informatique standard.

Notre participation implique la réalisation des tests pour valider une version de logiciel simplifiée proposé par le CEA.

Ce travail se dirige vers l'implémentation d'un protocole de communication qui utilisera des liens de fibre optique vers des cartes FEM (*Front End Mezzanine*) et qui dirigera l'acquisition et le filtrage des données en provenance de différentes cartes installées autour du détecteur.

Nous comptons comme outils de développement celles proposés par Xilinx (basées en C++ et VHDL). Pour la partie finale nous intégrerons l'outil d'acquisition MIDAS (*Maximum Integration Data Acquisition System*) sur un ordinateur qui fera la centralisation en ligne de toutes les informations d'acquisition.

GRIF

Les expériences LHC au CERN ont décidé de développer le traitement de leurs données à l'aide de la grille de calcul dévolue aux expériences LHC (projet LCG). La grille LCG a été découpée en plusieurs centres (Tier) de tailles et de rôles différents: le Tier0 au CERN, une dizaine de Tier1 dont le CCIN2P3 pour le stockage de masse et la reconstruction des données, les Tier2 où s'effectuent les analyses et les simulations et les Tier3.

Le LPNHE, dans le cadre des activités du groupe ATLAS avec le CERN, est devenu en 2005 un de trois nœuds associé au réseau de la Grille au service de la Recherche en Île-de-France (GRIF) avec le LAL et le DAPNIA. Le LLR et l'IPNO ont depuis rejoint le projet.

Le matériel informatique (IBM BladeCenter pour le calcul et IBM SAN pour le stockage) a été acheté fin 2005

et fin 2006 et mis en production respectivement début 2006 et 2007.

GRIF en tant que Tier2 réserve 70% des ressources à sa partie Tier2. Les 30% restant sont à partager entre le Tier3/Atlas, d'autres expériences de notre laboratoire et même d'autres laboratoires intéressés, situés à Jussieu dans le cadre de la grille EGEE.

La contribution du LPNHE est particulièrement importante pour ATLAS puisque le laboratoire fournit, à ce jour, 64% des ressources de calcul et 30% de l'espace disque de l'ensemble des sites GRIF pour cette expérience. Le LPNHE dispose actuellement de 25 To de stockage et 144 processeurs pour le calcul.

R&D GPGPU

Le LPNHE réalise actuellement une veille technologique concernant l'utilisation des cartes graphiques pour le calcul scientifique intensif, plus précisément appelé GPGPU (*General-Purpose Computing on Graphics Processing Units*). Une implémentation sur le calcul de moyenne d'un grand nombre d'images a été réalisée avec de bons résultats et a été présentée aux Journées Informatique IN2P3-DAPNIA

Liaison avec les utilisateurs

La procédure normale pour signaler un problème concernant l'informatique est l'envoi d'un mail à une adresse « support ». L'informaticien d'astreinte note le problème et prend une décision adaptée au dysfonctionnement.

Ce système permet de réagir rapidement aux problèmes ponctuels tout en permettant aux informaticiens non concernés de poursuivre leur activité principale.

Des réunions avec les représentants des groupes d'expérience et des services techniques du laboratoire sont organisées deux fois par an.

L. Martin

T. Audo, M. Berggren, M. Belkacem, J.-L. Gorrard, E. Hornero, J.-F. Huppert, F. Legrand, J.-P. Plaut, R. Randriatoamanana, D. Terront, P. Warin-Charpentier.

Administration

L'administration du LPNHE regroupe une dizaine de personnes. Elles travaillent en étroite relation avec les services administratifs de l'IN2P3, des universités Paris 6 et 7 et de la délégation Paris B. Le service administratif du LPNHE apporte son soutien aux activités de la recherche en assurant la gestion administrative des personnels permanents et temporaires et la gestion financière de l'ensemble des crédits alloués. La responsable administrative apporte son assistance à la direction du laboratoire, effectue l'analyse financière et est responsable des services administratifs.

Fonctionnement de la recherche.

La gestion administrative des personnels permanents et non permanents est effectuée avec l'aide, entre autres, de Labintel et d'une base de données interne. Cette gestion consiste à réaliser le suivi de quelques 150 agents permanents et non permanents, sans omettre les stagiaires, dont le nombre va croissant (fig. 1). Les personnes responsables du suivi du personnel sont en charge des procédures de recrutement (concours, mobilité interne, auxiliariat), des procédures d'accueil des visiteurs étrangers, de stagiaires ou de doctorants (constitution des dossiers, aide dans les démarches auprès de la préfecture...). Elles aident au mieux l'ensemble des personnels dans l'établissement des dossiers de carrières, de concours et de formation. Elles gèrent les congés et absences des agents et diffusent toutes les informations utiles concernant la réglementation du personnel.

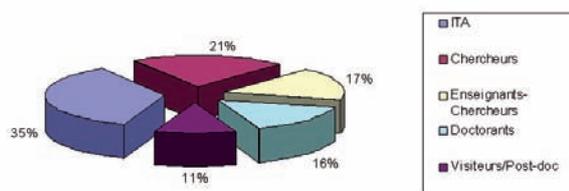


Fig. 1 : répartition des personnels 2006/2007.

La gestion financière est assurée par une cellule composée de 3 personnes. Les crédits globaux du laboratoire, provenant des universités Paris 6/Paris 7 et CNRS/IN2P3 sont gérés sur X-lab. Le logiciel NABUCO est aussi utilisé pour engager les crédits provenant des universités. Pour le budget (fig. 2), l'arborescence du système établi par compte et sous compte ainsi que la comptabilité analytique permettent de suivre

l'attribution et la consommation des crédits équipe par équipe, par opération scientifique et par programme. La cellule de la gestion financière gère l'ensemble des achats de l'unité pour les groupes et les services en conformité avec les règles de la comptabilité publique. La gestion des missions concerne environ 1300 déplacements. La partie principale du budget des missions, représentant 50 % du soutien de base de l'unité, est gérée par les crédits attribués à l'Université Paris 6, par le CNRS. Par contre, certaines expériences ont leurs missions gérées directement par le CNRS, en raison de dotations spécifiques. La cellule assurant la gestion financière de l'unité doit s'adapter aux nouvelles évolutions techniques (XLAB-BFC) et réglementaires, en cours et à venir, concernant les missions, les achats en général et les marchés en particulier.

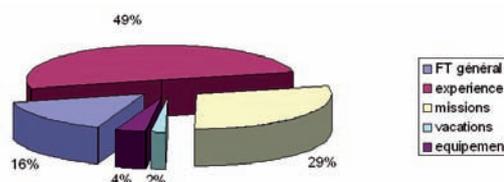


Fig. 2 : répartition du budget 2006/2007.

Accompagnement de la recherche.

La gestion de la documentation est assurée sous la responsabilité d'un chercheur. Elle consiste, entre autres, à veiller aux abonnements et réabonnements à des magazines spécialisés ainsi qu'aux achats et suivi des prêts. Le laboratoire met à la disposition des enseignants et des étudiants deux salles munies de postes informatiques. Dans le cadre des relations avec l'enseignement, l'accueil de stagiaires, venant à la fois des deux cycles du secondaire, et du cycle supérieur, est aussi assuré par un agent du service. Enfin, l'administration contribue au bon fonctionnement du laboratoire en assurant l'accueil, un soutien logistique à l'organisation des séminaires et aux autres manifestations, l'édition de rapports internes, la reprographie de documents et une assistance aux relations extérieures et à la communication.

E. Méphane

S. Bassava, M. Brissard, B. Caraco, I. Cossin, A. Guillotau, V. Joisin, L. Marquet, J. Meurgey, S. Rey.

Services généraux

Les services généraux sont composés de deux techniciens et d'un ingénieur qui en assurent la responsabilité. Leurs tâches sont multiples :

- assurer le bon fonctionnement des installations techniques comme l'installations de climatisation, de sécurité (alarme incendie...), téléphoniques, électriques, sanitaires ;
- assurer un service de navette courrier (1 fois/semaine) avec la Délégation régionale Paris B du CNRS, l'APC (au Collège de France jusqu'au 31/12/2006 et ensuite sur le site de l'Université Denis Diderot à Paris Rive gauche depuis le 01/01/2007), les services administratif de l'Université P6 à la Cité Voltaire, et de façon épisodique au siège du CNRS ;
- assurer des transports de matériels en Île-de-France ;
- gérer le parc automobile de Paris et sur le site du Cern à Genève (le service a renouvelé une partie du parc automobile par le remplacement de deux véhicules) ;
- assurer l'aménagement des salles de réunions (projection, sonorisation) ;
- assurer des réaménagements de pièces (électricité, peinture, revêtement de sol), gérer et entretenir le mobilier ;
- établir le planning d'occupation des bureaux et permettre l'installation des nouveaux arrivants temporaires ou permanents.

La majeure partie des locaux est climatisée du fait de son implantation semi-enterrée (niveau Saint-Bernard, rdc), totalement enterrée (sous-sol) ou dans un local complètement vitré (coupole). L'installation de climatisation gérée par le LPNHE est raccordée sur le réseau d'eau glacée du Campus Jussieu par l'intermédiaire d'un échangeur.

Le service a terminé en 2006 les travaux de réaménagement des locaux de la barre 32/33, rdc, par la livraison du bureau et de la salle de test se trouvant en mezzanine. Le service a réalisé la distribution électrique et des fluides.

Le service s'est impliqué dans le projet de Grille de calcul par l'étude d'aménagement d'une nouvelle salle informatique dans les locaux existants du LPNHE (étude électrique, de climatisation, d'aménagement). Le choix a été fait de transformer une des deux salles de cours en salle informatique.

Les travaux ont consisté en l'installation d'une armoire de climatisation de 25 kW raccordée au réseau d'eau glacée, d'un réseau ondulé de 80 kVA, d'un faux plancher, d'une cloison séparant la zone de monitoring. Un nouvel onduleur de 100kVA/10mn a été installé dans le TGBT en remplacement de l'existant insuffisant (20 kVA /30 mn). La

mise en service s'est faite en février 2007.

Le planning d'occupation des bureaux est tenu à jour par le service. Depuis l'été 2007, le logiciel de gestion du personnel mis en place par le service informatique en concertation avec les services administratifs et généraux facilite cette tâche par l'unicité des informations. L'aspect prévisionnel du planning permet d'assurer l'accueil des personnels temporaires et permanents dans les meilleures conditions possibles, malgré une augmentation du nombre de stagiaires pour un nombre de bureaux constants. Quelques aménagements dans la coupole ont été nécessaires pour absorber cette augmentation.

B. Canton

Personnels : N. Pavel, M. Roynel.

Divers

Réaménagement : projet pour le LPNHE

L'Université Pierre et Marie Curie a pris en 2004 la décision du transfert définitif du LPNHE dans le secteur « ouest » du campus Jussieu. Le LPNHE sera implanté dans les barres 12/22 (sous-sol, rdc, 1^{er} étage et 2^e étage) et 12/13 (sous-sol, rdc, 1^{er} étage) ainsi qu'au centre du patio 22/33 rdc, dans la barre 13/23 rdc (deux salles de tests) et dans la barre 22/23 sous-sol (deux pièces d'archives).

Un ingénieur d'études et un physicien du laboratoire sont chargés par la direction de suivre et d'étudier le projet de transfert du laboratoire dans le cadre du réaménagement du campus Jussieu depuis plusieurs années. Ils ont été aidés par un groupe de travail spécifique lors de l'établissement en 2004 de l'APS (Avant Projet Sommaire) et en 2006 de l'APD (Avant Projet Détaillé).

Le groupe de travail constitué pour l'établissement de l'APD a affiné la répartition des locaux entre les divers étages pour tenir compte des évolutions des besoins du laboratoire. En particulier les locaux informatiques ont été regroupés dans la barre 12/22 sous-sol pour tenir compte du projet de Grille de calcul nécessitant une surface, une puissance électrique et de climatisation nettement plus importantes. Des contacts fructueux avec l'EPCJ (Etablissement Public du Campus Jussieu) en liaison avec l'UPMC ont permis une meilleure prise en compte des besoins du LPNHE, tout particulièrement pour le hall de montage dans le patio 22/33, rdc.

L'année 2007 a été marquée par la passation des Marchés de gros œuvre et d'une partie des aménagements du secteur « ouest » par l'EPCJ. Le LPNHE a précisé à l'été 2007 les équipements techniques nécessaires (fluides, électricité, ventilation, climatisation) pour chacune des pièces en dehors des pièces de bureaux.

La livraison des locaux est prévue pour fin 2009/début 2010 excepté les locaux du patio 22/33, rdc qui devraient être livrés 1,5 à 2 ans plus tard.

B. Canton, Ph. Schwemling

Groupe de travail APD : P. Antilogus, M. Belkacem, I. Cossin, J. Dumarchez, O. Hamon, V. Joisin, D. Martin, B. Nicolescu, J. Ocariz, J.-P. Tavernet.

Hygiène et sécurité

La charge d'ACMO (Agent Chargé de la Mise en Œuvre des règles d'hygiène et de sécurité) est assurée par un assistant ingénieur depuis 2005. Un ingénieur d'études l'assiste dans cette fonction comme ACMO-adjoint.

Les problèmes de sécurité liés spécifiquement à la radioprotection (détention de sources radioactives scellées au laboratoire) sont gérés par un chercheur qui a la fonction de PCR (Personne Compétente en Radioprotection).

Le CLHS (Comité Local d'Hygiène et Sécurité) se réunit une fois par an depuis sa création en 2001. Les 2 dernières réunions se sont tenues le 22 juin 2006, et le 20 septembre 2007.

Un travail de conseil est apporté aux groupes pour que les appareillages conçus par le laboratoire soient conformes aux textes réglementaires, et un travail de prévention pour la bonne utilisation des appareils présentant un risque.

Pour les expériences se déroulant sur sites extérieurs, le personnel s'informe des consignes de sécurité auprès des responsables de ces sites.

Des contrôles d'empoussièrement ont été réalisés dans les locaux à risques du laboratoire, dans le cadre du contrôle sur l'ensemble du Campus Jussieu (présence d'amiante).

Dans le but d'assurer la protection des non-fumeurs (Loi Evin), une salle dédiée pour les fumeurs a été créée en octobre 2006, avec système d'extraction d'air approprié. Depuis le 1^{er} février 2007, tout le reste du laboratoire est un espace entièrement non-fumeur.

Ces deux dernières années, plusieurs interventions ont été nécessaires sur notre installation de détection/alarme incendie (remplacement carte alimentation et batteries de secours sur la centrale, remplacement bobine de la trappe de désenfumage salle B. Grossetête...). Depuis 2006, l'UPMC a pris en charge le contrat de maintenance de cette installation, et une vérification initiale réglementaire a été effectuée par un organisme agréé.

L'effort pour la signalétique concernant la sécurité a été poursuivi, en particulier la signalétique lumineuse cou-

plée au fonctionnement des lasers en place dans les montages de tests, ainsi que l'affichage des dangers d'ordre chimiques et consignes dans la salle de fabrication des circuits imprimés.

En 2005, un groupe de travail avait été formé pour l'élaboration du « Document Unique », document faisant un inventaire exhaustif des risques et des mesures de prévention existantes au laboratoire et sur les sites d'expériences, afin de proposer des actions de prévention à mettre en place. En 2007, le travail a été poursuivi et a abouti à la version 2007 de ce Document Unique.

D'une manière générale, le personnel est informé des formations en matière d'Hygiène et Sécurité mises à sa disposition par le CNRS et les Universités Paris 6 et Paris 7. Plus spécifiquement, un accueil des nouveaux entrants au laboratoire a été instauré depuis l'automne 2005, comprenant un volet d'information « Hygiène et Sécurité ». Cela a permis notamment de faire suivre à un certain nombre d'entre eux une formation en sécurité incendie.

Chaque année, un bilan (des actions, des accidents, des objectifs) est rédigé.

J.-M. Parraud

Radioprotection

Les personnels n'étant pas exposés au laboratoire à des risques liés aux rayonnements ionisants (il n'y a ni zone surveillée, ni zone contrôlée), la radioprotection est exercée par les services des sites expérimentaux, avec un suivi par dosimétrie individuelle des personnels en mission.

Le laboratoire dispose par ailleurs depuis des années d'un ensemble de sources radioactives scellées, utilisées pour la caractérisation et l'étalonnage des prototypes de détecteurs développés au laboratoire. Cependant ces sources ont maintenant toutes plus de 10 ans et la législation actuelle impose de les faire reprendre par leur fabricant. L'aide du Service Hygiène et Sécurité de l'Université PMC sera utile pour faire aboutir cette mise en conformité, en particulier dans le cas des sources les plus anciennes où le fabricant n'existe plus.

J. Dumarchez

Vie du laboratoire

Enseignement et formation

L'enseignement supérieur et le LPNHE, stages

Le comité des thèses, thèses soutenues

Habilitations à diriger des recherches

Formation permanente

Activités internes

Réunions du vendredi

Biennale 2007

Séminaires au LPNHE

Colloque de Cosmologie

Relations externes

Communication grand public

Communication scientifique

HELEN : échanges scientifiques avec l'Amérique Latine

Relations, accords avec l'industrie, valorisation

Enseignement et formation

L'enseignement supérieur et le LPNHE

Avec plus de la moitié de ses effectifs qui participent à des titres divers à des enseignements de niveau supérieur, le LPNHE, unité mixte de recherche du CNRS et des Universités Paris 6 (Pierre et Marie Curie) et Paris 7 (Denis Diderot), est fortement implanté dans ses universités de tutelle et certaines grandes écoles (en particulier par ses ingénieurs et chercheurs en tant qu'intervenants). Ces derniers enseignent essentiellement au niveau des spécialités de Master M2, mais aussi dans des Écoles d'Ingénieurs (EFREI, ESTACA). Les enseignants-chercheurs du laboratoire interviennent, quant à eux, à tous les niveaux (du 1^{er} au 3^e cycles) et assurent de multiples fonctions de responsabilités pédagogiques. Par le biais de ses enseignants, le laboratoire a fortement participé et contribué à la mise en place du nouveau système LMD dans les deux universités : tâches de coordination de services d'enseignement (en L1 ou L2), co-responsabilité de certaines filières (M1 Magistère Phytém avec l'ENS Cachan) et de spécialités de M2 « Capteurs, Mesure et Instrumentation » (CMI) et « Noyaux, Particules, Astroparticules ». Enfin, on retrouve des chercheurs, enseignants-chercheurs et ITA du laboratoire dans de multiples instances universitaires (voir en annexes).

Le laboratoire est aussi un site d'accueil pour la spécialité CMI (dans laquelle interviennent un ingénieur et un chercheur CNRS du LPNHE) et du parcours « Physique et Technologie des Grands Instruments » de la spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas ». Il fournit en particulier aux étudiants suivant ces formations des salles de cours, des moyens et de l'assistance informatique, l'accès à ses équipements et infrastructures (bibliothèque, reprographie...).

M. Boratav

Stages

La tendance actuelle est de faire connaître le monde du travail aux élèves et aux jeunes étudiants à travers des stages. Ainsi, la réforme de l'enseignement supérieur a augmenté le nombre de stages : des stages d'apprentissage à la recherche pendant un après-midi par

semaine, aux stages de plusieurs semaines, voire plusieurs mois en L3 et M2. Mis à part ces stages obligatoires, un nombre croissant d'étudiants déposent aussi des demandes spontanées, motivés par la volonté d'avoir une meilleure idée d'un futur métier possible, ou encore pour avoir des premières expériences professionnelles et approfondir leurs connaissances. Tous ces facteurs font, que le nombre de stagiaires accueillis au laboratoire a continuellement augmenté ces dernières années.

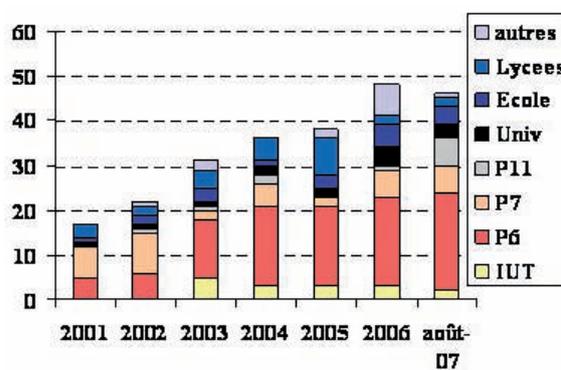


Fig. 1 : répartition des stages accueillis au laboratoire.

Ainsi le nombre de stagiaires accueillis au laboratoire a quasiment triplé depuis 2001 (fig. 1). Le plus grand nombre des stagiaires vient des universités de tutelles, Paris 6 et Paris 7, et presque 40% d'autres établissements. Avec une présence de plus de 30 stagiaires au mois de juin 2007, le laboratoire a atteint la limite de ses capacités d'accueil.

Les sujets abordés par nos groupes de recherche, traitent soit des thématiques en physique des particules et d'astroparticules, soit des aspects expérimentaux et instrumentaux à travers une participation à de grandes expériences internationales. Les équipes techniques d'électronique, informatique et mécanique jouent également un rôle formateur en recevant des étudiants d'IUT, de BTS ou d'écoles d'ingénieurs.

Majoritairement, les stages proposés s'adressent aux étudiants de troisième cycle universitaire ou de dernière année d'écoles d'ingénieur et des grandes écoles. Pour ceux-ci, ils constituent le véritable commencement d'un

travail de thèse. Nombre d'entre eux poursuivent en effet leurs études au sein des groupes qui les ont accueillis. Par ailleurs, de plus en plus d'étudiants en licence (30 % en 2007) font un stage au laboratoire. Ces stages demandent souvent une attention particulière pour familiariser les étudiants avec les concepts et les outils de base de notre domaine.

Afin de faire connaître les possibilités de stages aux étudiants, un site internet a été mis en place, qui leur permet de poser également une candidature. Ils s'est tout de même avéré que le contact direct est le meilleur moyen pour trouver un stage et une modification du site favorisant la prise des contacts, ainsi qu'un suivi des stagiaires, est en cours.

Faire connaître nos activités, participer à la formation des étudiants et à la diffusion des connaissances à travers des stages, est un des moyens de préparer le futur de notre discipline.

U. Bassler, J.-C. Hamilton

Le comité des thèses

Le comité des thèses a été créé il y a 2 ans pour améliorer l'accueil, le suivi des doctorants du LPNHE et l'attractivité du laboratoire auprès des étudiants de M2 recherchant une thèse. Le détail des actions du comité est résumé ci-dessous.

Les propositions de thèse du LPNHE sont collectées chaque année et distribuées à tous les M2 de France ayant un lien avec les thématiques du laboratoire. Une visite est proposée aux M2 à proximité du laboratoire. De plus, une page Internet accessible directement depuis la page d'accueil du laboratoire est dédiée aux doctorants passés, présents et futurs. On y trouve une base de données contenant les coordonnées et le devenir professionnel des anciens doctorants, mais aussi les propositions de thèse et des liens utiles. Ceux-ci gardent la possibilité de mettre à jour, en ligne, leurs données personnelles, qu'ils soient encore au laboratoire ou non.

Les mois de septembre et octobre correspondant à l'arrivée au LPNHE de nouveaux personnels, une journée des entrants a été instaurée, avec rencontre du directeur et d'un membre du comité des thèses, présentation au laboratoire lors d'une réunion du vendredi et visite du LPNHE.

Chaque nouveau doctorant a deux mois pour choisir un

interlocuteur privilégié qui ne fait pas partie de son groupe de recherche, et qui le rencontrera régulièrement pour discuter de l'avancement de sa thèse avec un regard extérieur. Ce parrain aura un rôle de médiation entre le doctorant et son directeur de thèse si nécessaire. Ce rôle est officiel puisque le parrain de chaque doctorant est connu et que des réunions entre parrains, direction du LPNHE et représentants du comité des thèses sont organisées régulièrement pour suivre le bon déroulement de chaque thèse. Le parrainage était une attente forte des doctorants.

Les doctorants sont sondés anonymement chaque année pour faire évoluer les actions du comité des thèses au mieux en fonction des attentes. L'action et la composition du comité ont été approuvées par le conseil du laboratoire.

J. Guy, I. Nikolic-Audit, S. Trincaz-Duvoid, M. Ridel

Thèses soutenues

- Julie Malclès : « *Étude des modes de désintégration dits en deux corps sans charme ($B^+ h^+ h^0$ et $B^0 h^0 h^0$ avec $h=K, \pi$) avec le détecteur BaBar* » (avril 2006).
- Claire Juramy : « *Détecteurs pour le projet de satellite SNAP - Supernovae Acceleration Probe* » (mai 2006).
- Cécile Roucelle : « *Recherche de photons et neutrinos de ultra-haute énergie dans les données de l'observatoire Pierre Auger* » (juin 2006).
- Stéphane Tourneur : « *Étude des désintégrations en leptons du quark top à CDF* » (novembre 2006).
- Sébastien Gilles : « *Étude des supernovae de type Ia à des fins cosmologiques* » (décembre 2006).
- Gabriel Gilles : « *Violation directe de CP dans les désintégrations des mésons beaux chargés, groupe LHCb* » (juin 2007).
- Benjamin Rouille d'Orfeuille : « *Recherche des sources d'anisotropie dans le rayonnement cosmique d'ultra-haute énergie au sein de la collaboration AUGER* » (juin 2007).
- Sylvain Baumont : « *Analyse des spectres VLT pour le SNLS* » (octobre 2007).

Habilitations à diriger des recherches

- Lars Sonnenschein: «*la physique du boson de Higgs du modèle standard auprès de l'expérience DØ*» Université Paris 7 (décembre 2006).
- Frédéric Derue: «*reconstruction et identification des électrons dans l'expérience ATLAS*» Université Paris 7, soutenance prévue fin 2007.
- José Ocariz: *BABAR*, soutenance prévue fin 2007.

Formation permanente

Le laboratoire attache une grande importance à la formation continue de ses agents. Indépendamment des bénéfices individuels que chacun peut en retirer, elle est nécessaire au maintien du haut niveau technologique indispensable à l'avenir de la communauté.

Les formations suivies par les personnels pendant les années 2006 et première partie de l'année 2007 vont des stages, écoles ou cours organisés par l'IN2P3, les délégations du CNRS, les universités, à des formations plus ou moins individuelles, dispensées par des organismes extérieurs et rendues nécessaires par des situations ponctuelles auxquelles il faut faire face. Le bilan qui suit sans être totalement exhaustif permet de mesurer l'impact des différentes sources de formation permanente auprès des membres du LPNHE.

IN2P3

- 15 agents du LPNHE ont participé à 9 écoles thématiques organisées par l'IN2P3;
- 1 ingénieur électronicien a suivi un séminaire de management;
- 1 ingénieur participe aux formations ACMO;
- 9 électroniciens ont bénéficié de 20 journées de stages liés à la conception de circuits et CAO (6 stages différents).

Les stages de formation

Les stages de formation ont, quant à eux, concerné tous les domaines d'activité du laboratoire.

Informatique

Trois agents ont pu suivre des stages de microinformatique organisés par la délégation Paris B et un physicien a participé à une formation au langage PERL.

Mécanique

Il existe des réseaux régionaux de mécaniciens et un réseau national. L'équipe de mécanique participe activement aux rencontres organisées dans ce cadre (5 personnes, environ cinq jours par an pour les rencontres nationales et quelques journées par an pour le réseau régional). Bernard Canton, après avoir été animateur du réseau des mécaniciens de l'île de France, est actuellement l'un des dirigeants du réseau national.

- 4 agents ont suivi une formation, financée en partie par la délégation Paris B, liée à l'utilisation d'un logiciel de métrologie qui assure une utilisation optimale de la machine de mesure tridimensionnelle du laboratoire;
- 2 autres ont pu se familiariser avec l'utilisation d'un tour numérique (3 jours, financés par la délégation Paris B).

Électronique

Mises à part les écoles et stages organisés par l'IN2P3, le service d'électronique a bénéficié de financements (total ou partiel) de la délégation Paris B qui ont permis à:

- un ingénieur de participer au CERN à un stage (5 jours) qui s'adresse aux personnels susceptibles d'utiliser les outils requis pour l'exploitation de la technologie de circuits intégrés CMOS 130 nm;
- un ingénieur d'assister à une formation (4 jours) qui aborde le sujet de la conception de systèmes numériques programmables embarqués;
- un assistant ingénieur de suivre une formation (4 jours) liée à l'utilisation d'un four à surfusion pour la soudure de composants sur circuits imprimés.

Ce service prévoit aussi des formations au langage VHDL pour les composants programmables. Il existe des réseaux d'électroniciens dont un ingénieur du LPNHE suit les rencontres.

Administration (gestion, communication, management, préparation aux concours...)

Cinq personnes ont assisté à une trentaine de jours de formation programmés par les différentes instances dont dépend le laboratoire. Le LPNHE a organisé pour l'ensemble de son personnel une formation « management de projets » (2,5 jours).

Hygiène et sécurité

Une personne a assisté à 3 jours de formation ACMO et environ 5 personnes par an suivent les stages portant sur les différents risques: incendie, chimique, manipulation de

gaz comprimés, et la conduite à tenir en cas d'accident. Ces stages sont organisés chaque année par les universités dont dépend le LPNHE.

Service généraux

Un technicien a suivi le stage qui lui a permis d'obtenir l'habilitation électrique, compte tenu du déménagement prévu du LPNHE. Un ingénieur assiste aux rencontres des correspondants techniques du bâtiment.

Langues

En moyenne, 3 personnes par an suivent des cours d'anglais au cours de l'année universitaire et 2 personnes assistent à des stages intensifs. Le LPNHE veille à ce que les visiteurs étrangers, post-doc ou boursiers suivent des cours de français. Il s'agit soit de formations intensives (ex: Alliance Française) soit de cours dispensés tout au long de l'année universitaire à l'université.

Organisation de stages, écoles thématiques

Un certain nombre de membres du LPNHE ont pris la responsabilité de l'organisation d'écoles ou stages :

- l'école de « techniques de base des détecteurs » destinée aux techniciens de toutes les branches d'activités a lieu chaque année avec le même succès depuis 1996 sous la direction de Patrick Nayman qui en a été l'initiateur. Patrick Nayman et Pascal Vincent interviennent dans les cours de cette école.
- l'école « de la Physique au détecteur » se propose de donner les connaissances de base nécessaires à la compréhension des objectifs physiques des expériences, à la conception des détecteurs et leur exploitation. Philippe Schwemling et Francois Vannucci interviennent dans cette école.
- Bertrand Laforge a participé à l'organisation de l'école thématique de Physique des Particules de l'IN2P3, « Gif 2007 ».

O. Hamon

Activités internes

Réunions du vendredi



La réunion du vendredi est un cadre spécifique dont le laboratoire s'est doté depuis de nombreuses années pour assurer sa communication interne ainsi que sa vie scientifique. Il s'agit d'un forum auquel l'ensemble du personnel du laboratoire est convié. Cette réunion permet une communication directe entre les chercheurs des différentes équipes, les personnels ITA et la direction.

Le début de chaque réunion est consacré à un ou plusieurs exposés courts ayant trait à la vie du laboratoire :

- messages de la direction, afin de faire part au personnel des décisions prises au CNRS, à l'IN2P3 ou dans les Universités de tutelle;
- informations des services généraux (installations, hygiène et sécurité);
- informatique (sécurité);
- communication (fête de la science);
- brèves scientifiques;
- annonces de manifestations proches (thèses, séminaires...).

Cette première partie est suivie par un ou plusieurs exposés, sur un thème de physique ou sur une réalisation technique, un compte rendu de conférence ou le bilan d'activité d'un service. Il s'agit aussi d'un terrain d'entraînement pour les doctorants qui peuvent présenter leurs travaux devant un public extérieur à leur équipe. Enfin, une réunion à l'automne est dédiée à la présentation des nouveaux doctorants; elle est suivie d'une visite du laboratoire.

J. Guy

Biennale 2007

La Biennale 2007 du LPNHE s'est tenue au CAES du CNRS de Fréjus du 12 au 14 septembre.

Le but de cette réunion périodique est de permettre à l'ensemble du personnel de se retrouver pour procéder à un bilan de l'activité du laboratoire, pour identifier d'éventuels problèmes et discuter des remèdes à y apporter, enfin pour parler d'avenir et débattre des orientations scientifiques et techniques à moyen et long terme. Sur le plan humain, c'est également l'occasion pour chacun de mieux connaître ses collègues et leurs activités. La participation fut relativement élevée (70 personnes), avec une présence importante de jeunes entrants.

Outre les revues de l'activité des groupes de recherche et de service, la politique de recherche à plus long terme du laboratoire a été abordée pour ses 3 domaines d'activité (physique des particules, cosmologie et astroparticules). François Le Diberder, directeur scientifique adjoint de l'IN2P3, est intervenu pour présenter les perspectives en physique sur accélérateurs pour les 15 ans à venir. CTA et LSST, projets phare en astronomie gamma et en cosmologie à échéance de 10 ans, ont également été présentés par les équipes du laboratoire souhaitant s'impliquer dans ces ambitieux programmes.

Une session a été dédiée aux diverses sources de financements et programmes d'échanges internationaux, dont la complexité s'est accrue avec les modifications importantes des structures de la recherche de ces dernières années. De nombreux chercheurs ont fait part de leurs expériences dans ce domaine, et Cédric Bosaro (administration IN2P3) et Hélène Le Roux (délégation CNRS Paris B) sont venus présenter un état des lieux.

La Biennale s'est achevée par une session ouverte, qui a permis d'aborder, de manière franche tout en préservant une ambiance sereine, de nombreux problèmes touchant à la vie du laboratoire. Cette session a ainsi été à l'image de la Biennale dans son ensemble : une réunion conviviale et constructive !

B. Andrieu, I. Cossin, O. Martineau-Huyn

Séminaires au LPNHE

Is ont lieu chaque jeudi à 16h30. Au cours de l'année 2007, nous avons progressivement doublé leur fréquence pour atteindre le rythme d'un par semaine. Les sujets sont choisis en fonction de l'actualité scientifique et des souhaits exprimés par les physiciens. Ils reflètent assez équitablement les trois thématiques du laboratoire: physique des particules, cosmologie et astroparticules. S'y ajoutent quelques séminaires de vulgarisation sur des thèmes étrangers aux activités du LPNHE.



Année 2006

Jeudi 12 janvier - M. John (CERN):

- Γ_{CKM} : past, present and future.

Jeudi 26 janvier - J. Piedra (RTN):

- B_s Mixing at CDF

Jeudi 2 février - I. Stewart (MIT):

- Factorization, B decays, and the soft-collinear effective theory.

Jeudi 9 février - A. Guay (IHPST, Paris):

- Pourquoi des théories de Yang-Mills ?

Jeudi 23 février - P. Binetruy (APC, Université Paris 7):

- Le LHC en contexte: modèles théoriques et expériences hors accélérateurs.

Jeudi 16 mars - T. Hurth (CERN):

- Flavour physics and our search for new physics beyond the Standard Model.

Jeudi 23 mars - M. Tristram (LAL, Orsay):

- Mesures des anisotropies du fond diffus cosmologique. L'expérience Archeops, implications pour WMAP et Planck.

Jeudi 6 avril - V. Sanglard (IPN Lyon):

- Recherche de matière noire avec l'expérience EDELWEISS.

Jeudi 13 avril - A. Refregier (CEA/SaP Saclay):

- Weak-Lensing et énergie noire.

Jeudi 20 avril - F. Daigne (IAP, Paris):

- Les sursauts gamma: quelques progrès récents.

Jeudi 27 avril - C. Jarlskog (Lund University):

- Symmetries of quark and lepton mass matrices.

Jeudi 4 mai - G. Pelletier (LAOG):

- Éjections induites par les trous noirs et phénomènes de haute énergie.

Jeudi 1^{er} juin - G. Borisov (Lancaster University):

- Recent Results on B_s Mixing from $DØ$ Experiment.

Jeudi 8 juin - D. Besson (University of Kansas):

- Radio detection of VHE neutrinos.

Jeudi 21 septembre - F. Ceradini (INFN, Università Roma 3):

- Highlights of the KLOE experiment at DAFNE - strange mesons: a guided tour in the land of symmetries.

Jeudi 19 octobre - O. Leitner (LPNHE):

- Testing CP and Time Reversal Symmetries with Λ_b to $\Lambda V(-1)$ Decays.

Jeudi 9 novembre - L. Dobrzynski (LLR, Palaiseau):

- L'État de l'expérience CMS un an avant les premières collisions au LHC.

Jeudi 23 novembre - X. Sarazin (LAL, Orsay):

- Revue des expériences et projets double β pour la recherche du neutrino de Majorana.

Mardi 28 novembre - M. Naumann-Godo (Erlangen University):

- Sensitivity of the ANTARES neutrino telescope to Gamma Ray Bursts.

Jeudi 14 décembre - O. Gandrillon (Université Lyon I):

- Quelques problèmes ouverts en Biologie moléculaire contemporaine.

Mercredi 20 décembre - S. Bongard (LBNL, Berkeley):

- SNe Ia: de la cosmologie au transfert radiatif.

Année 2007 (jusqu'au 4 octobre)

Jeudi 11 janvier - G. Calderini (SLAC, LPNHE):

- A silicon tracker for a super-B factory and future e^+e^- colliders.

Jeudi 1^{er} février - M. Cacciari (LPTHE):

- Recent developments in jet clustering.

Jeudi 8 février - F. Deliot (CEA Saclay):

- Études du quark top au Tevatron.

Jeudi 15 février - M. Vysotsky (ITEP, Moscou):

- To the origin of the difference of FSI phases in B to $\pi\pi$ and B to $\rho\rho$ decays.

Jeudi 22 mars - J. Liske (ESO, Garching):

- Cosmic dynamics in the era of extremely large telescopes.

Jeudi 29 mars - F. Donato (INFN, Torino):

- Indirect dark matter detection.

Jeudi 12 avril - B. El-Bennich (LPNHE, Paris):

- La « beauté » des trois corps.

Jeudi 26 avril - M. Lamont (CERN):

- LHC status and commissioning plans.

Jeudi 3 mai - C. Schwanenberger (Manchester University):

- Evidence for Single Top at $D\bar{0}$.

Jeudi 10 mai - M. Di Marco (Genève):

- A TPC for the T2K ND280 experiment.

Jeudi 24 mai - R. Cabanac (Obs. Midi-Pyrénées):

- Strong Lensing Legacy Survey.

Jeudi 31 mai - C. Diaconu (CPPM, Marseille):

- La physique à HERA.

Jeudi 7 juin - J.-P. Uzan (IAP, Paris):

- Les constantes et leurs variations.

Mardi 12 juin - R. Cahn (LBNL, Berkeley):

- A perspective on the U.S. dark energy program.

Jeudi 14 juin - J. Duprat (CSNSM, Orsay):

- La collection de micrométéorites CONCORDIA.

Mercredi 20 juin - A. Høecker (CERN):

- Techniques d'apprentissage automatique pour l'analyse de données en physique des hautes énergies avec TMVA.

Jeudi 21 juin - G. Calderini (LPNHE, Paris) A. Stocchi (LAL, Orsay) & A. Variola (LAL, Orsay):

- Le projet «Super Flavour Factory».

Jeudi 5 juillet - J. A. Tyson (UC Davis):

- LSST, Dark Matter and Dark Energy.

Jeudi 20 septembre - S. Hansen (Niels Bohr Institute, Copenhague):

- Dark Matter - existence and other strange properties.

Lundi 1^{er} octobre - K. Mishra (Cincinnati):

- Dalitz plot analysis of the decay $D^0 \rightarrow \pi\pi^+\pi^0$ and measurement of CKM phase γ using $B^\pm \rightarrow D_{\pi\pi^0} K^\pm$.

Jeudi 4 octobre - V. Lyubushkin (JINR, Dubna):

- A study of Quasi-Elastic (anti)neutrino interactions in the NOMAD experiment.

[D. Lacour, O. Martineau-Huyhn, D. Maurin, N. Regnault](#)

Colloque de Cosmologie

Le Colloque de Cosmologie se tient au rythme d'une fois par mois sur le campus de Jussieu, le mercredi à 14 heures. Son objectif est de présenter des séminaires pédagogiques d'intérêt général sur des thèmes d'actualité en cosmologie et dans les domaines connexes, aussi bien théoriques qu'observationnels. Tous les chercheurs du campus Jussieu sont les bienvenus ainsi que ceux des campus voisins : APC, ENS, IAP-Observatoire de Paris. Ce colloque est soutenu par la FRIF (Fédération de Recherche Interaction Fondamentales).

Année 2006

Mercredi 18 janvier - G. Raffelt (MPI for Physics, Munich):

- Neutrino physics in heaven.

Mercredi 22 février - H. Sol (LUTH, Meudon):

- Astronomie gamma au sol : une nouvelle image du cosmos par l'expérience européenne HESS.

Mercredi 22 mars - D. Hogg (New York University):

- Galaxies and galaxy merging in the last billion years.

Mercredi 26 avril - N. Sanchez (Obs. de Paris, LERMA):

- Trous noirs dans l'univers : naissance, vie, mort et rémanents des trous noirs.

Mercredi 10 mai - O. Doré (CITA, Toronto):

- Mapping the polarized sky with WMAP: methods and cosmological implications.

Mercredi 21 juin - M.-A. Aloy (MPI-Garching & Valencia):

- Progenitors of Gamma Ray Bursts: theory and numerical simulations.

Mercredi 25 octobre - K. Abazajian (Univ. of Maryland):

- Dark matter and neutrino physics.

Mercredi 15 novembre - R. Beck (Max Planck & Univ. Bonn):

- Cosmic magnetism revealed with the Square Kilometer Array (SKA).

Mercredi 6 décembre - A. Zech (LPNHE, Paris):

- Observing the most energetic particles with the Pierre Auger Observatory.

Année 2007 (jusqu'au 4 octobre)

Mercredi 17 janvier - P. L. Biermann (MPIfR Bonn & Tuscaloosa):

- Origin and physics of the highest energy cosmic rays.

Mercredi 14 février - Liping Fu (IAP):

- Cosmic shear from CFHTLS Wide.

Mercredi 28 mars - P. Valegeas (Saclay):

- Formation of large-scale structures in the Universe: non-linear regime.

Mercredi 23 mai - D. Barret (CESR Toulouse):

- General Relativistic motion of matter in regions of extremely strong gravity revealed through quasi-periodic oscillations by the X-ray Rossi satellite.

P. Astier

Relation externes

Communication grand public

Les objectifs de communication du LPNHE sont décidés avec le directeur du laboratoire et en harmonie avec la communication institutionnelle. Ils touchent à la fois la communication interne et externe en s'appuyant sur un réseau relationnel couvrant les personnels, les institutions (IN2P3, DIST-CNRS, Délégation Régionale et Universités Paris 6 et 7) et le tissu éducatif, culturel, social et associatif. Parmi les nombreuses actions récurrentes de communication destinées au milieu de la recherche, on peut citer :

- la conception et la réalisation du rapport d'activité, document institutionnel destiné à l'évaluation du laboratoire par le Comité National et l'AERES, et diffusé à l'ensemble de la communauté ;
- l'organisation de journées de réflexion « bilan/prospective » réunissant l'ensemble du personnel du laboratoire en séminaire biennal ;
- la contribution aux réunions hebdomadaires (dites du vendredi), ouvertes à l'ensemble du personnel et permettant d'aborder les questions de la vie du laboratoire et celles de l'actualité scientifique ;
- l'organisation de manifestations scientifiques (réunions de collaboration, ateliers, colloques, conférences), en particulier les Rencontres de Moriond, de Blois et du Vietnam.

Pour la communication externe, partant du principe que le LPNHE est un laboratoire qui produit du « savoir » mais aussi qu'il doit diffuser ce savoir, c'est le rôle de médiation entre la recherche scientifique et le grand public qui est privilégié. Dans notre cas, il s'agit de faire percevoir au grand public l'état des connaissances sur la structure intime de la matière, l'évolution de l'univers et les rapports entre l'infiniment petit et l'infiniment grand.

Le plan de communication du LPNHE a été élaboré pour que ses actions ciblées sur le grand public et souvent menées avec des partenaires répondent à un ensemble cohérent d'objectifs.



Fig. 1 : P. Colinard présente les expériences contre-intuitives à une classe de primaires.

Mettre en valeur les métiers de la recherche

C'est une action importante à mener en physique des hautes énergies, notamment vers les jeunes, pour résister à la désaffection des carrières scientifiques.

Pour atteindre cet objectif, le LPNHE organise chaque année des visites de classes de lycéens essentiellement pendant la Fête de la Science. Ainsi 956 et 750 élèves ont été accueillis en 2006 et 2007. Quelques groupes plus restreints sont également accueillis en cours d'année. En complément à ces visites, des ateliers techniques et scientifiques assurés par des personnels du laboratoire permettent d'apporter une illustration pédagogique (mesure de la masse d'un électron, la relativité restreinte, calcul de structures et résistance des matériaux, CAO, interface physique/biologie).

Pour s'adapter au public des enfants de 9 ans, des ateliers didactiques ont été mis en place en partenariat avec P. Colinard (du laboratoire « Matière et Systèmes Complexes » de l'Université Paris 7) pour mener des expériences contre-intuitives (fig. 1 et 2) et éveiller ainsi la curiosité scientifique chez les plus jeunes.

Un autre exemple d'intervention en milieu scolaire est la mise en place de « Passion-Recherche » : il s'agit d'un contrat entre une classe et un intervenant scientifique ou technique, permettant au CNRS de financer un



Fig. 2 : l'expérience contre-intuitive n° 12, la « pieuvre-ludion ».

projet pédagogique qui aborde les méthodes et les outils de la recherche.

Cette année (2007), pour fêter les 10 ans de participation du LPNHE à la Fête de la Science, un « Rallye scientifique » a été organisé. Les visiteurs de 7 à 107 ans ont pu se mesurer à des questions fondamentales de la Physique des Particules de manière ludique.

Répondre à l'intérêt du grand public

Pour atteindre cet objectif pour la science et ses retombées dans la vie quotidienne, c'est là encore le moment de la « Fête de la science » qui est privilégié. Le laboratoire a ouvert ses portes pendant 3 jours en 2006 sous le thème « Naissance de la Matière » et en 2007 sous le thème « Aux frontières de la Physique: des Particules au Big-Bang ». Plus d'un millier de visiteurs suivent ainsi chaque année une visite guidée par un membre du laboratoire, à travers une exposition mise en place à cette occasion et portant non seulement sur l'objet des recherches (particules élémentaires, forces, évolution de l'univers), mais aussi sur les outils et méthodes (éléments de détecteurs, techniques expérimentales). Un cycle de conférences grand public, abordant les recherches menées au laboratoire permet chaque année d'approfondir certains sujets (supernovae, accélérateurs, univers relativiste, antimatière, neutrinos, physique quantique...).

Grâce à notre partenariat avec l'Institut des NanoSciences de Paris, la visite de l'accélérateur SAFIR (Van de Graaf) de Jussieu permet d'aborder plus concrètement la technique expérimentale à la base de notre discipline.

À ces actions institutionnelles s'ajoutent de très nombreuses initiatives personnelles (conférences grand public, participation à la Nuit des Étoiles...). Pour sen-

sibiliser un public plus littéraire, la pièce de théâtre « Einstein et Pécuchet au pays des neutrinos » écrite et jouée par François Vannucci, a été présentée plus de vingt fois dans une dizaine de villes différentes, grâce à un financement de la région Île-de-France; chaque fois, un débat animé a prolongé le spectacle.

Participer au dialogue entre science et société

Le LPNHE a ainsi pris part à l'organisation des rencontres « Physique et Interrogations Fondamentales » de la Société Française de Physique. En 2007, la dixième rencontre avait pour thème « Surprenante plasticité: structures et évolutions » et a rassemblé plus de 350 personnes au grand auditorium de la Bibliothèque Nationale François Mitterrand, partenaire de ces rencontres. De fructueux échanges interdisciplinaires entre biologistes, physiciens, mathématiciens, scientifiques des sciences humaines et sociales et philosophes ont fait progresser la réflexion sur ce riche concept de la plasticité. Des rencontres du Café des Techniques, tous les troisièmes jeudis du mois au musée du Centre National des Arts et Métiers et du forum « Sciences et Citoyens », tous les ans au Futuroscope de Poitiers.

L'ensemble de ces actions de communication mobilise ainsi chaque année plus de 40 personnes du LPNHE, physiciens et ITA.

I. Cossin, J. Dumarchez

«laradioactivite.com»: un site web d'information scientifique pour le grand public

Bien qu'elle soit naturelle et intervienne dans nos vies quotidiennes, la radioactivité demeure un phénomène redouté, souvent mal connu. Ces craintes sont-elles légitimes? Élaboré par des physiciens du LPNHE en collaboration avec des chercheurs en multimédia du LEDEN (laboratoire spécialisé dans la création et la médiation numérique des savoirs), le site « laradioactivite.com »⁽¹⁾, inauguré le 20 juin 2007, tente de répondre à cette question en présentant les divers aspects de la radioactivité et l'ensemble de ses applications (fig.3). Destiné au grand public et aux lycéens, ce site se démarque, tant par la richesse de son contenu que par l'aspect novateur de ses fonctionnalités techniques. Il constitue également pour les chercheurs un véritable outil de publication scientifique.



Fig. 3 : page web extraite du site «*laradioactive.com*».

Site de médiation et de vulgarisation scientifique, « *laradioactive.com* » vise à offrir une information scientifique aussi exacte et abordable que possible sur le phénomène de la radioactivité, et sur des questions de société comme l'énergie nucléaire et les déchets radioactifs. Site de référence en termes de contenu scientifique, il est destiné aux lycéens, notamment dans le cadre de TIPE⁽²⁾, mais aussi au grand public.

Conçu dans le cadre de l'appel d'offres « Création de produits de médiation scientifique en libre accès sur l'Internet » du ministère de l'enseignement supérieur et de la Recherche, ce site est le fruit de la coopération entre chercheurs d'horizons différents. D'une part, les auteurs-rédacteurs-physiciens ont apporté leur expertise scientifique, dans un souci de pédagogie. D'autre part, une équipe du Leden a développé, à cette occasion, un outil numérique de publication particulièrement intuitif et réellement novateur appelé « Opus ». La gestion de la structure du site et la réorganisation dynamique de la mise en page, mais également de l'arborescence, figurent parmi les points forts de « *laradioactive.com* », amorçant le développement d'un nouveau type de web syntaxique.

Hébergé et maintenu depuis l'origine par l'éditeur scientifique EDP-Sciences, « *laradioactive.com* » est une version rénovée du site « Monsieur tout le monde rencontre la radioactivité »⁽³⁾ créé en 2001 à l'initiative de physiciens du LPNHE (J. Laberrigue-Frolow et Ch. de la Vaissière) et du CEA (Y. Sacquin) et grâce au concours de l'IN2P3/CNRS. C'est le soutien du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche qui a rendu possible une totale refonte du site aussi bien dans la forme que dans le contenu. Les nouvelles fonctionna-

lités techniques ont notamment permis de revoir de nombreuses pages, de les compléter ou de les mettre à jour tenant compte de l'actualité. À titre d'exemple, citons celles consacrées au radon (radioactivité naturelle) ou bien celles explicitant la fusion nucléaire (projet Iter), le fonctionnement du réacteur EPR, la question de la prolifération (enrichissement de l'uranium) ou encore les effets connus à ce jour de l'accident de Tchernobyl.

Outre ses modes de publication et de gestion novateurs, ce site se distingue également par la variété des thèmes abordés et la richesse de son contenu : l'histoire et les lois de la radioactivité, la nature des rayonnements émis, la problématique de la radioactivité dans l'environnement, ses effets sur le vivant (doses et radioprotection), ses applications médicales (diagnostics et thérapies) et culturelles entre autres, mais également l'énergie nucléaire. Un chapitre à part entière est en particulier consacré à la question sensible des déchets radioactifs, dont la gestion future a fait l'objet d'une nouvelle loi votée en 2006.

⁽¹⁾ <http://www.laradioactive.com/>

⁽²⁾ Travaux d'initiative personnelle encadrés.

⁽³⁾ « Monsieur tout le monde rencontre la radioactivité » a obtenu en 2004 le prix de la communication du Forum atomique décerné par la Société française d'énergie nucléaire (SFEN).

Ch. de La Vaissière

Conférences grand public, émissions scientifiques

P. Astier

- « *Énergie noire qui es-tu ?* », présentation pour les étudiants en Maîtrise de l'Université Paris 6 (avril 2006).
- « *Notre univers : un étrange mélange* », présentation à destination des étudiants en école doctorale (mai 2007).

F. Derue, D. Lacour, S. Trincaz-Duvoid

- Interview par un journaliste pour la préparation de l'émission de télévision de France 3 « *C'est pas sorcier* », sur la matière.

J. Dumarchez, I. Cossin

- Organisation de la Fête de la Science 2006 et 2007.

D. Lacour

- Exposition nationale « *LHC : la machine à remonter le temps* ».

B. Laforge

- Guide officiel ATLAS au CERN 2006.

J.-M. Lévy

- « *Construction du Modèle Standard de la Physique des Particules* », Atelier de Physique Subatomique à destination des étudiants de M1 de l'Université Paris 7 (mars 2007).

R. Pain

- Participation à la rédaction d'un article dans un hors-série Science et Vie Junior: « *Dernière Nouvelles de l'Univers* » (avril 2007).
- Intervention dans une école primaire au CM1 de l'école G. Lapierre, Paris 5^e.

N. Regnault

- « *Mesurer l'Univers* », Collège de Goussainville (janvier 2006).

M. Ridel

- Voyage et conférence de presse au CERN (21 avril 2006).
- Conseil scientifique pour le scénario et le tournage d'un épisode de « *C'est pas sorcier* », sur la matière (diffusion prévue fin 2007).

F. Vannucci

- « *Marcel Proust et les sciences* », Salon du Livre (mars 2006).
- « *Les particules mutantes d'un monde invisible* », Fête de Lutte Ouvrière (juin 2006).
- « *Les neutrinos* », Festival d'astronomie de Haute Maurienne (août 2006).
- « *L'astronomie de l'extrême* », Odile Jacob (2007).
- « *ATLAS, le nouveau défi des particules élémentaires* », Ellipses (2007).

Conférences NEPAL

Le LPNHE participe au programme NEPAL (Noyaux Et Particules au Lycée) de l'IN2P3. Plusieurs chercheurs sont ainsi régulièrement sollicités pour des exposés introductifs à certains aspects de la physique des particules ou des astroparticules dans les lycées de la région parisienne. Ces exposés rencontrent un vif succès (près de 20 interventions en 2006 et 2007).

N. Regnault

J.-E. Augustin

- « *Quelles énergies pour le XXI^e siècle* », Lycée Raspail, Paris 14^e, 5 conférences données à des classes de 1^{re}, Terminale et BTS (22, 24, 25 et 26 janvier 2006).
- « *Le destin des étoiles* », Collège Édouard Vaillant, Vierzon, classes de 3^e et 4^e (10 janvier 2007).
- « *Quelles énergies pour le XXI^e siècle* », Lycée Louise de Marillac, Paris 5^e, classe de 2^{nde} (16 février 2007).
- « *Quelles énergies pour le XXI^e siècle* », Lycée Raspail, Paris 14^e, classe de 1^{re} (12 mars 2007).
- « *Quelles énergies pour le XXI^e siècle* », Lycée Jacquart, Paris 19^e (16 mai 2007).

L. Le Guillou

- « *Où se cache la masse de l'univers ?* », Lycée Jacques Feyder, Epinay sur Seine, classe de Terminale S (30 mars 2007).

D. Maurin

- « *Peut-on remonter jusqu'au Big-Bang ?* », Lycée Pissarro à Pontoise, classes de Math Sup et Math Spé (13 mars 2007).
- « *Peut-on remonter jusqu'au Big-Bang ?* », Lycée Romain Rolland à Goussainville, classes de Terminale S (5 avril 2007).

N. Regnault

- « *Peut-on remonter jusqu'au Big-Bang ?* », Lycée Louise de Marillac, Paris 5^e, classe de 2^{nde} (16 février 2007).
- « *Peut-on remonter jusqu'au Big-Bang ?* », Lycée d'Hulst, Paris 7^e, classe de 2^{nde} (2 avril 2007).

F. Vannucci

- « *Le Big Bang* », Lycée de Charleville-Mézières (septembre 2006).
- « *Les Neutrinos* », 2 conférences au Lycée Saint-Louis, Saint-Nazaire (octobre 2006).
- « *Les Neutrinos* », Lycée la Mennais, Guérande (octobre 2006).
- « *Où se cache la masse de l'univers ?* », Lycée Fénelon, Paris 6^e, classe de Math Spé (6 février 2007).

J.-R. Vlimant

- « *Le destin des étoiles* », Lycée de l'École Technique Supérieure du Laboratoire, Paris 13^e, classe de terminale S (12 janvier 2006).
- « *Le destin des étoiles* », Collège Édouard Vaillant, Vierzon, classes de 3^e et 4^e (10 janvier 2007).

Communication scientifique

Séminaires donnés à l'extérieur

U. Bassler

- « *Top quark physics at Tevatron* », Universität Freiburg (janvier 2006).
- « *La physique du quark top au Tevatron* », LAPP, Annecy (avril 2006).

G. Bernardi

- « *Higgs Boson searches at the Tevatron* », Northern Illinois University (novembre 2006).

E. Busato

- « *Résultats sur le test en faisceau combiné d'ATLAS* », LAPP, Annecy (2006).

F. Derue

- « *Computing grids for Atlas at the LHC* », Centro Nacional de Calculo Cientifico, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela (décembre 2007).

J. Dumarchez

- « *Premiers résultats de HARP* », LAL, Orsay (janvier 2006).
- « *Résultats de HARP* », CPPM, Marseille (juillet 2007).

B. El-Bennich

- « *Three-body decays of B-mesons and CP violation* », Rutgers university, New Jersey, USA (mai 2006).
- « *Three-body decays of B-mesons and CP violation* », Istituto de Fisica, Université de São Paulo, São Paulo, Brésil (août 2006).
- « *Three-body decays of B-mesons and CP violation* », Laboratori Nazionali di Frascati, Frascati, Italie (janvier 2007).
- « *Scalar and vector meson interferences in hadronic three-body B-decays* », Argonne National Lab, Illinois, USA (février 2007).

J. Guy

- « *Cosmologie de précision avec les SNeIa?* », LAPP, Annecy (juin 2007).

M. Joyce

- « *Superhomogeneous point processes and problems in cosmology* », Dept. of Chemistry, Princeton University, Princeton (mai 2006).
- « *Gravitational dynamics if infinite point distributions* », Istituto dei Sistemi Complessi, Università di Roma 1 (octobre 2006).

- « *The problem of discreteness in cosmological N body simulation* », Spinoza Institute, University of Utrecht (mai 2007) et APC Tolbiac, Université Paris 7 (juin 2007).

M.-W. Krasny

- « *Do we need the next generation lepton-nucleon (nucleus) colliders* », Institute of Nuclear Physics, Cracovie (mars 2006).
- « *In search of the Lost Symmetry* », open public presentation, Polish Academy of Sciences, Cracovie (octobre 2006).
- « *Femtodetection of standard model processes with atomic nuclei* », Institute of Nuclear physics, Cracovie (novembre 2006)

B. Laforge

- « *Simulation Numérique d'un modèle darwinien de différenciation cellulaire* », LPC, Clermont-Ferrand (février 2006).
- « *Une approche probabiliste et dynamique des systèmes biologiques par simulation numérique* », Laboratoire de biométrie et biologie évolutive, Lyon (mars 2006).
- « *Composants, interactions et propriétés [dites émergentes]* », Séminaire Réduction et Émergence : problèmes pour l'unité de la science, Collège de France (mars 2006).
- « *Une approche probabiliste et dynamique des systèmes biologiques par simulation numérique* », LAL, Orsay (mai 2006).
- « *Une approche probabiliste et dynamique des systèmes biologiques par simulation numérique* », LIPP, INA Paris (décembre 2006).
- « *Une approche probabiliste et dynamique de l'embryogénèse par simulation numérique* », Laboratoire de Biologie du Développement, Université Paris 6 (mars 2007).

O. Leitner

- « *Scalar meson $f_0(980)$ in B and D decays* », Subatech, Nantes (septembre 2006).
- « *Phenomenological analysis of $f_0(980)$ in D decays* », LAL, Paris (septembre 2006).
- « *CP and Time reversal Symmetries in Λ_b decays* », Subatech, Nantes (octobre 2006).
- « *Heavy Flavour Physics within the Standard Model* », LNF, Frascati, Italie (décembre 2006).
- « *Covariant Light Front Dynamics: application to the quark model* », IPN-X, Paris (mars 2007).
- « *Hadronic physics at the LHC* », Institut Pierre et Marie Curie (mai 2007).
- « *Testing CP and Time Reversal Symmetries in $\Lambda(b)$ Decays into Polarized Resonances* », LPTb, Orsay (mai 2007).
- « *Phenomenology at the LHC* », Université Paris 7 (mars 2007).

B. Loiseau

- « *CP violation and final state interactions in $B \rightarrow \pi\pi K$ and $B \rightarrow K$ anti- K K decays* », Department of Physics, New Mexico State University, Las Cruces, États-Unis (janvier 2006).

J. Malcès

- Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela (novembre 2006).
- « *Cours sur la physique des saveurs lourdes* », Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela (novembre 2006).
- Universidad Central, Caracas, Venezuela (novembre 2006).

O. Martineau-Huynh

- « *Expérience HESS* », Université de Genève (janvier 2007).
- « *Expérience HESS* », Institute of High Energy Physics, Beijing (août 2007).

D. Maurin

- « *Standard and exotic Galactic cosmic ray anti-protons and anti-deuterons* », ULB Bruxelles (janvier 2007).
- « *Standard and exotic Galactic cosmic ray anti-protons and anti-deuterons* », CPPM Marseille (février 2007).

I. Nikolic-Audit

- « *La physique des particules au LHC* », journée de présentation de la FRIF, Paris (janvier 2007).

R. Pain

- « *Sonder l'énergie à l'aide de supernovae* », LPTA, Montpellier (juillet 2006).

A. Perez

- Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela (septembre 2007).

N. Regnault

- « *Measuring the Cosmological Parameters with the Supernova Legacy Survey* », Observatoire de Besancon (novembre 2006).
- « *Photometric Calibration of the SNLS* », LBNL, Berkeley (janvier 2007).

M. Sanders

- « *Electroweak physics and Higgs boson searches at $D\emptyset$* », LAL, Orsay (avril 2007).

P. Vincent

- « *Expérience HESS* », IPN de Lyon (mai 2006).

Communication à des conférences, interventions dans des écoles

B. Andrieu

- Cours « *La physique des particules auprès des collisionneurs* », École IN2P3 « *De la physique au détecteur* », Bénodet (15- 23 novembre 2006).
- « *Jet reconstruction and calibration in $D\emptyset$* », Workshop on Top Physics : From the TeVatron to the LHC, Grenoble (18- 20 octobre 2007).
- « *QCD at high Q^2 : new Tevatron results and LHC prospects* », HCP 2007 (Hadron Collider Physics Symposium), Isola d'Elba, Italie (20-26 mai 2007).

P. Antilogus

- « *Supernovae and their host galaxies* », The Nearby Supernova Factory, EARA Workshop 2006, Paris (2- 4 octobre 2006).

P. Astier

- « *Constraining Dark Energy* », Moriond Conference, La Thuile, Italie (mars 2006).
- « *Accelerated expansion in the Universe* », International Graduate School Paris 11/Bielefeld Cosmology School Orsay (avril 2006).
- « *Cosmology with SNIa* », Deutsche Physikalische Gesellschaft Summer School - Bad Honnef, Allemagne (juillet 2006).
- « *Constraining Dark Energy with SNe Ia and B.A.O.* », rencontres du Vietnam, Hanoï (août 2006).
- « *The Supernova Legacy Survey* », Transregional Collaborative Research Centre TRR 33 - The Dark Universe Kick-off meeting, Heidelberg (novembre 2006).
- « *The Supernova Legacy Survey* », Neutrino Telescopes Conference, Venise (avril 2007).
- « *Dark Energy Observations* », École Chalonge, Paris (mai 2007).
- « *Dark Energy and Cosmology* », HEPP-EPS Conference, Manchester (juillet 2007).

C. Balland

- « *SNIa et Cosmologie* », Journée APC/GEPI (17 janvier 2006).
- 1000 years after SN 1006, Hangzhou, Chine (14- 20 mai 2006).
- Journée Énergie Noire, IAP (8 février 2007).
- « *Processing and identification of SNLS spectra using PHASE and SALT2* », CFHT Users Meeting, Marseille (7-12 mai 2007).

U. Bassler

- « *Top Quark Pair Production Properties at the Tevatron* », XVII^e rencontres de Moriond - QCD and Hadronic Interactions at High Energy, La Thuile, Italie (2007).
- « *Algebraic approach to solve $\tau\tau$ dilepton equations* », TOP 2006 workshop, Coimbra, Portugal (2006).

M. Benayoun

- Novosibirsk 2007.

E. Ben-Haim

- « *CP violation studies at Tevatron* », BEACH 2006, Lancaster, Angleterre (2-8 juillet 2006).
- ECT07, Trento, Italie (juin 2007).

G. Bernardi

- « *Higgs searches at High Mass* », ICHEP, Moscou (juillet 2007).
- « *Higgs searches in SUSY channels* », APS (avril 2007).

D. Boito

- « *Resonances and weak interactions in $D^+ \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+$ decays* », The X Hadron Physics, Florianopolis, Brazil (26-31 mars 2007).

B. Canton

- 7^e rencontres nationales des mécaniciens, Jura (septembre 2006).
- 9^e rencontres électronique du CNRS, Dijon (juin 2007).

J. Chauveau

- XIII Lomonosov, Moscou (août 2007).

M. da Silva

- « *Source Test of the 180 nm chip with GLAST and CMS sensors* », LCWS07, DESY (3 mai-3 juin 2007).
- « *Four fermion production from PLC to LHC* », PHOTON2007, Paris (9-13 juillet 2007).

M. de Naurois

- « *Observations du microquasar LS 5039 avec HESS* », Journées de la Société Française d'Astronomie et d'Astrophysique (juin 2006).
- « *HESS Observations of LS 5039* », The multiwavelength approach to unidentified gamma-ray source, Barcelone (juillet 2006).
- « *HESS Observations of LS 5039* », VI Microquasar Workshop, Como, Italie (septembre 2006).
- « *HESS Observations of LS 5039* », The keV to TeV connection, Rome, Italie (octobre 2006).

- « *Orbital Modulation of the VHE emission from the Gamma-ray binary LS 5039 with HESS* », 30th ICRC, Merida, Mexique (juillet 2007).

- « *Orbital Modulation of the VHE emission from the Gamma-ray binary LS 5039 with HESS* », 30th ICRC, Merida, Mexique (juillet 2007).

- « *Techniques de détection en Astroparticules : bilan et perspectives* », École de Physique des Astroparticules, OHP, Saint Michel l'Observatoire (10-15 septembre 2007).

F. Derue

- « *Physics with first data in Atlas at the LHC* », Reunión de Física de Altas Energías, FAE06, Universidad Central, Caracas, Venezuela (décembre 2006).

G. P. di Giovanni

- « *Same sign (Kaon) tagging studies in fully reconstructed decays at CDF* », APS 2006, Dallas, USA (22-25 avril 2006).
- « *B_s mixing measurements at CDF* », 2006 Annual User Meeting at Fermilab, FNAL (31 mai 2006).

B. El-Bennich

- « *Pseudoscalar to scalar transition form factor from dispersion relations* », International Workshop on relativistic Few-Body Physique, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, Brésil (août 2006).

- « *Les désintégrations des mésons B en trois corps* », Rencontres de Physique des Particules, IHP, Paris, France (mars 2006).

- « *Final-State Interaction in $B \rightarrow \pi^+ \pi^-$ - K and $B \rightarrow K$ antiK K Decays, the f_0 and the ρ Resonances* », Three-Body Charmless B Decays, LPNHE, Paris, France (1-3 février 2006).

- « *Form factors in $B \rightarrow f_0(980)$ and $D \rightarrow f_0(980)$ transitions from dispersion relations* », Meson 2006, Cracovie, Pologne (9-13 juin 2006).

- « *Scalar meson properties from D-meson decays* », Few Body 18 conference, Santos, Brésil (21-26 août 2006).

- « *B Meson Decays into Pion-Pion and Kaon: CP Violation and Pseudoscalar Meson Interaction* », International Symposium on Meson-Nucleon Physics and the Structure of Hadron (MENU2007), Jülich, Allemagne (10-14 septembre 2007).

J.-F. Genat

- « *Front-End Electronics for Silicon Trackers readout in Deep Sub-Micron CMOS Technology, the case of Silicon strips at the ILC* », 12th Workshop on Electronics for LHC and Future Experiments, LECC 2006, Valencia, Spain (25-29 septembre 2006).

J. Glisse

- « *Modélisation stochastique de l'expression stochastique des gènes* », conférence Integrative Post-Génomique 2006, Lyon (novembre 2006).
- « *Stratégies pour paralléliser des simulations multi-agents* », Journée SMABio, Paris (mai 2006).
- « *Simulation de modèle sélectif de différenciation cellulaire : vers une simulation multi-échelle* », Journée SMABio, Paris (janvier 2006).

J. Guy

- « *Cosmologie avec les SNe Ia* », École de Luminy, Cargèse (2006).
- « *SNLS first year results* », IAU General Assembly, Prague (2006).
- « *SNLS: Empirical Modeling of distant type Ia supernovae* », AAS 207th meeting, Washington DC (2006).
- « *SALT2: using distant supernovae to improve the use of Type Ia supernovae as distance indicators* », Aspen Supernova Workshop (2007).
- « *SALT2: using distant supernovae to improve the use of Type Ia supernovae as distance indicators* », AAS 209th meeting, Seattle (2007).
- « *Cosmologie de précision avec les SNeIa ?* », PNC Journée Énergie Noire (2007).
- « *SNLS: Light curve fitting and systematics* », CFHT Users' Meeting (2007).

D. Hardin

- « *The Supernova Legacy Survey host galaxies* », CFHT 2007 Users' Meeting, Marseille (9-11 mai 2007).

E. Hornero

- « *Prototype de calcul parallèle sur carte graphique* », Journées Informatiques de l'IN2P3/DAPNIA (septembre 2006).

M. Joyce

- « *Cosmological N body simulations and the Vlasov equation* », 2nd international workshop on the theory and applications of the Vlasov equation, Florence, Italie (septembre 2006).
- « *How well can N-body simulations reproduce the clustering of dark matter ?* », 3^e réunion annuelle du réseau Européen sur la physique théorique, Paris (décembre 2006).
- « *How accurately do N body simulations reproduce the clustering of CDM ?* », Outstanding questions for the standard cosmological model, conférence internationale à l'Imperial College London (mars 2007).
- « *Infinite self-gravitating systems and cosmological struc-*

ture formation », Thermodynamics and dynamics of systems with long-range interactions: theory and experiments, atelier international, Assisi, Italie (juillet 2007).

F. Kapusta

- LCWS07, DESY (3 mai-3 juin 2007).
- PHOTON2007, Paris (9-13 juillet 2007).

M.-W. Krasny

- « *The gauge model of data taking and data analysis at LHC* », ICHEP'06 conference, Mumbai, Inde (février 2006).
- « *The hunting of the quarks* », Lectures at the International PhD studies in physics, Krakow, Pologne (février-mars 2006).
- « *The trigger and data selection capacity of the LHC experiments* », International Workshop on High Energy Physics at the LHC era, Paris (novembre 2006).
- « *Precision measurements at LHC* », Epiphany conference, Krakow, Pologne (janvier 2007).
- « *Standard model @ LHC* », 4 Seas conference, Iasi, Roumanie (mai 2007).

B. Laforge

- « *ATLAS liquid Argon Calorimeters : construction, installation and commissioning* », IEEE NSS-MIC, San Diego, Californie (2006).
- « *Dynamique des systèmes biologiques et émergence* », Journée SMABio, Paris (mai 2006).

L. Le Guillou

- « *Stochasticté de l'induction: le modèle de Ko revisité* », Journée SMABio, Paris (janvier 2007).
- « *Modélisation de la structure physique de l'embryon de mammifère: simulation tridimensionnelle des stades 8/16 cellules* », Réunion de l'ACI VicAnne « *Modélisation stochastique à des échelles mésoscopiques* », Bordeaux (juin 2007).

O. Leitner

- « *Pseudoscalar-scalar transition form factors in covariant light front dynamics* », ICHEP 2006, Moscou, Russie (26 juillet-2 août 2006).
- « *The ground scalar nonet in D decays* », XII International Conference on Hadron Spectroscopy, Frascati, Italie (8-13 octobre 2007).

B. Loiseau

- « *Two-pion Exchange with relativistic form factors proton-proton scattering* », Workshop on Relativistic Few-Body Physics, São Paulo, Brésil (18 août 2006).
- « *Strong and Weak Interactions in $B \rightarrow \pi^+ \pi^- K$ Decays* », Few Body 18 conference, Santos, Brésil (21-26 août 2006).

J. Malcès

- Moriond électrofaible (2006).
- WS Flavour in the CKM era, CERN (février 2006).

O. Martineau-Huynh

- « *Discovery of fast variability of the TeV gamma ray flux from the radio galaxy M87 with HESS* », ICRC 2007, Beilicke, Aharaonian, Benbow, Heinzlmann, Horns, Martineau-Huynh, Raue, Ripken, Rowell & Sol for the HESS Collaboration (2007).

D. Maurin

- « *Bad news for anti-proton indirect detection* », LAPP/LAPTH Annecy, GDR SUSY-noir (novembre 2006).
- « *Incertitudes en anti-protons/positrons des grumeaux de matière noire* », CPPM Marseille, GDR SUSY-noir (mars 2007).
- « *Nuclear Cosmic Rays propagation in the Atmosphere* », Putze, Derome, Maurin & Buénerd, 30th ICRC, Merida, Mexique (juillet 2007).
- « *Antideuterons from supersymmetric Dark Matter* », Donato, Fornengo & Maurin, 30th ICRC, Merida, Mexique (juillet 2007).

I. Nikolic-Audit

- « *Recent results on the uniformity of the liquid Argon calorimeter measured in Test Beams* », CALOR 2006 conference, Chicago, États-Unis (5-9 juin 2006).

B. Nicolescu

- « *How Can the Odderon Be Detected at RHIC and LHC* », EDS'07 - Forward Physics and QCD, DESY, Hambourg, Allemagne (21 mai 2007).

J. Ocariz

- « *Measurements of the CKM angle β/ϕ_1 at the B factories* », XVI^e Rencontres de Moriond, Electroweak interactions and Unified theories, 2006.
- « *Measurements of the CKM angle β/ϕ_1 at the B factories* », 1st Workshop On Theory, Phenomenology And Experiments In Heavy Flavor, Capri (mai 2006).

R. Pain

- « *Energie Noire et Supernovae* », Journée inter-UFR, Université Paris 6, Institut d'Astrophysique de Paris (7 avril 2006).
- « *One millennium after SN 1006: Recent results from SNLS* », Hangzhou, China (16-23 mai 2006).
- « *Sonder l'énergie à l'aide de supernovae* », LPTA, Montpellier (juillet 2006).

- « *Recent results from SNLS* », 2nd Sino-French Workshop on the Dark Universe, Beijing, China (28 août-1^{er} septembre 2006).
- « *Probing dark energy with Type Ia supernovae* », International workshop on the identification of Dark Matter, Rhodes island, Greece (11-16 septembre 2006).
- « *Dark Energy from future SN Ia surveys* », EARA workshop - Supernovae and their galaxies, Paris (2-4 octobre 2006).
- « *Dark Energy from future SN Ia surveys* », Montpellier Cosmology Workshop, Montpellier (23-24 novembre 2006).
- « *Constraining the properties of Dark Energy with type Ia supernovae* », Outstanding Questions for the Standard Cosmological Model, London, UK (25-29 mars 2007).
- « *Constraining the properties of Dark Energy with type Ia supernovae* », BICOS 207, Bilbao, Spain (10-12 avril 2007).
- « *The Supernova Legacy Survey* », PPC 2007 - International workshop on the interconnection between particle physics and cosmology, Texas A&M, College Station, TX, USA (mai 2007).
- « *Precision cosmology with type Ia supernovae ?* », KITP Santa Barbara, USA (mai 2007).
- « *Precision cosmology with type Ia supernovae ?* », Accretion and Explosion: the Astrophysics of Degenerate Stars, Santa Barbara, CA, USA (1^{er} mai 2007).
- « *The Supernovae Legacy Survey* », Cosmology String and Phenomenology Conference, Stockholm, Sweden (11-20 juin 2007).

J. Piedra

- « *B mixing and lifetimes at the Tevatron* » [hep-ex/0606048], Flavor physics and CP violation (FPCP) conference, Vancouver (9-12 avril 2006).

N. Regnault

- « *Constraining the Properties of the Dark Energy with SNLS* » (on behalf of the SNLS Collaboration), Electroweak interactions and Unified theories, La Thuile, Italie (mars 2006).
- « *Calibration of the SNLS Dataset* », The Future of Photometric, Spectrophotometric and Polarimetric Standardization, Blankenberge, Belgique (mai 2006).
- « *SNLS Results on Dark Energy* » (on behalf of the SNLS Collaboration) The 2nd Symposium On Neutrinos and Dark Matter in Nuclear Physics, Paris (septembre 2006).
- « *SNLS: Status of the Survey and Photometric Calibration* », CFHTLS User's Meeting (novembre 2006).
- « *Status of the SNLS 3-year Analysis* », XIX^e Rencontres de Blois (mai 2007).

A. Savoy-Navarro

- « *Heavy flavour physics at all other facilities* », EPS 2007

Ph. Schwemling

- Cours « *Principes de détection et conception des détecteurs* », école IN2P3 « *De la physique au détecteur* », Bénodet (15-23 novembre 2006).
- « *The ATLAS Liquid Argon Calorimeter : Construction, integration, commissioning* », 10th topical seminar on Innovative Particle and Radiation Detectors, Sienna, Italie (1-5 octobre 2006).

J.-P. Tavernet

- 6^e rencontres du Vietnam, Hanoï (6-12 août 2006).

S. Tourneur

- « *Top into tau's in di-leptons at CDF* », APS 2006, Dallas, USA (22-25 avril 2006).
- « *Top into tau's in di-leptons: present status and perspectives* », 7th RTN workshop, Charles University, Prague (8-10 février 2006).

F. Vannucci

- Cours « *Généralités et principes de base* », école IN2P3 « *De la physique au détecteur* », Bénodet (15-23 novembre 2006).
- Cours « *Astroparticules et neutrinos* », école IN2P3 « *De la physique au détecteur* », Bénodet (15-23 novembre 2006).
- « *Sterile neutrinos* », 13th Lomonosov Conference, Moscou (23-29 août 2007).

Organisation de conférences et écoles thématiques

B. Andrieu

- École de GIF 2007 « *QCD et le LHC* », Paris (24-28 septembre 2007).
- Atelier Expérimentateurs/Théoriciens sur la physique au Tevatron et au LHC (réunions régulières depuis mai 2005).

U. Bassler, M.-W. Krasny, O. Leitner

- Workshop FRIF « *High energy physics in the LHC era: theoretical and experimental perspectives* » (13-17 novembre 2006).

E. Ben-Haim

- Atelier « *3 corps sans charme* », LPNHE (1-3 février 2006).

J. Chauveau

- Journée annuelle de la division champs et particules de la SFP

« *Futur de la physique des saveurs* », LPNHE (janvier 2007).

- Congrès général de la SFP, Grenoble (2007).

J. Dumarchez

- Journée de la division Champs et Particules SFP, Lyon (4 mars 2006).
- Rencontres de Moriond « *Cosmology* », La Thuile, Italie (18-25 mars 2006).
- Rencontres du Vietnam « *Challenges in Particle Astrophysics* », hanoï (6-12 août 2006).
- « *Low Radioactivity Techniques* », Aussois (1-4 octobre 2006).
- Rencontres de Moriond « *Gravitation* », La Thuile, Italie (11-18 mars 2007).

D. Hardin

- Co-organisation de la journée Astrophysique et Cosmologie, Université Paris 6 (17 avril 2006).

B. Laforge

- Ateliers SMABio (janvier et novembre 2006).
- École de GIF 2007 « *QCD et le LHC* », Paris (24-28 septembre 2007).

D. Martin

- Journée VLSI de l'IN2P3 (juin 2006).

D. Maurin

- Co-organisateur du meeting CTA, APC Paris (1-2 mars 2007).

R. Pain

- Organisation de la session Dark Energie de la conférence BLOIS 2007 « *Matière et énergie dans l'Univers* ».

N. Regnault

- JJC, Manoir de la Vicomté, Dinard (9-15 décembre 2007).

L. Roos

- Membre du comité d'organisation du « *1st Chinese-French Workshop on LHC Physics and Associated Grid Computing* », Pékin, IHEP (11-15 décembre 2006).
- Membre du comité d'organisation du CCAST ILC Accelerator Workshop, Pékin, IHEP (5-7 novembre 2007).

M. Ridet

- Membre du comité d'organisation des journées « *Physique ATLAS France* » à Autrans (mars 2006).
- Membre du comité d'organisation des journées « *Physique ATLAS France* » à Seignosse (septembre 2007).

HELEN : échanges scientifiques avec l'Amérique Latine

Le projet HELEN (*High Energy physics Latin-american European Network*) est un programme de l'Union Européenne du type ALFA (*América Latina Formación Académica*), visant à favoriser les échanges scientifiques entre le CERN, les pays d'Amérique Latine et les pays dits « latino-européens ». Cette initiative a démarré sous l'impulsion de Luciano Maiani, qui est le coordinateur international du programme. Pour la France, José Ocariz est l'interlocuteur pour l'IN2P3 et l'Université Paris 7.

La thématique scientifique est liée principalement au LHC, mais aussi au projet Pierre Auger, à la théorie des hautes énergies, aux technologies de l'information et aux programmes de physique des hautes énergies à DESY et au laboratoire du Gran Sasso en Italie. Ainsi, le programme permet soit de renforcer des initiatives de collaboration déjà en cours, soit de démarrer des nouvelles collaborations. HELEN offre un cadre unique pour le développement de la discipline, dans des pays riches en vocations scientifiques, mais aux moyens souvent limités et parfois instables.

La participation française dans HELEN privilégie l'accueil de chercheurs et étudiants d'Amérique Latine dans les laboratoires de l'IN2P3 ; une petite enveloppe budgétaire permet aussi de financer des séjours de doctorants et chercheurs de l'IN2P3 en Amérique Latine.

Les séjours de prédoctorants et doctorants sont gérés par le Bureau des Relations Internationales de l'Université Paris 7, les séjours de chercheurs de courte durée sont gérés par l'IN2P3. Pour les deux premières années du programme, 17 missions (62,5 mois) scientifiques en France ont été financées par HELEN, ainsi que 6 missions (6 mois) de doctorants ou chercheurs français en Amérique Latine. Sur ces deux ans, le budget en provenance ou à destination de France atteint environ 130000 euros.

Pour les deux premières années du projet, la participation de l'IN2P3 concerne le LPNHE, le LAL, le CC-IN2P3 et le LPSC, dans le cadre des expériences ATLAS, CMS, Auger et AMS, et des projets EGEE et GRIF. Les échanges concernent l'Argentine, le Brésil, la Colombie, le Mexique, le Pérou et le Venezuela.

Le projet a une durée de trois ans, et finira en 2008. Une nouvelle proposition est en cours de préparation, et pourra être l'occasion de revoir à la hausse la participation de la France, en profitant de l'expérience acquise.

J. Ocariz

Relations, accords avec l'industrie, valorisation

Le LPNHE poursuit son implication dans le projet de valorisation mis en place en 2002 à l'IN2P3 sous l'égide de J. Doremus et qui a été repris après le départ de celui-ci courant 2006, par M. Soberman. Un lien vers la plaquette Valorisation est donné sur la page Web du laboratoire : <http://valorisation.in2p3.fr/listeCharValo.html>

Une liste de compétences du LPNHE en électronique, mécanique et informatique est transmise à la cellule valorisation de l'IN2P3.

Le laboratoire fait partie d'un GIS (Groupe d'Intérêt Scientifique) « Sources et accélérateurs » conclu entre le CNRS et la société Thalès Electron Device, dont le but est de créer des liens forts entre un fabricant français de sources et cavités et l'organisme de recherche qui les utilise. Un autre GIS a été conclu avec Photonis (HESS), qui a abouti au financement d'une bourse BDI. L'accord signé par l'IN2P3 avec HPK (Hamamatsu Photonics), pour le LPNHE (SiLC) en 2004 est en cours de re-discussion avec extension à d'autres aspects de R&D.

A. Savoy-Navarro

Liste des publications

ATLAS

AUGER

*B*ABAR

CDF

DØ

DELPHI

H1

HARP

HESS

NOMAD

COSMOLOGIE/SUPERNOVAE

COSMOLOGIE/THÉORIE

T2K

THÉORIE/HEP

AUTRES PUBLICATIONS

ATLAS

1. *ATLAS liquid argon calorimeter back end electronics*, Bán et al. (2007), Journal of Instrumentation 2, 06002
2. *Z boson as "the standard candle" for high-precision W boson physics at LHC*, Krasny et al. (2007), EPJC 51, 607-617
3. *The gauge model of data acquisition*, Krasny (2007), Computing in High Energy and Nuclear Physics 1, 21.
4. *Energy linearity and resolution of the ATLAS electromagnetic barrel calorimeter in an electron test-beam*, Aharrouche et al. (2006), NIMPA 568, 601-623
5. *Construction, assembly and tests of the ATLAS electromagnetic barrel calorimeter*, Aubert et al. (2006), NIMPA 558, 388-418

AUGER

1. *Anisotropy studies around the galactic centre at EeV energies with the Auger Observatory*, Abraham et al. (2007), Astropart. Phys. 27, 244-253
2. *An upper limit to the photon fraction in cosmic rays above 10^{19} eV from the Pierre Auger Observatory*, Abraham et al. (2007), Astropart. Phys. 27, 155-168

BABAR

1. *Measurement of CP asymmetry in $B^0 \rightarrow K_S^0 \pi^0 \pi^0$ decays*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 071101
2. *Study of $B^0 \rightarrow \rho^+ \rho^-$ decays and constraints on the CKM angle α* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 052007
3. *Measurement of the hadronic form factor in $D^0 \rightarrow K^- e^+ \nu_e$ decays*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 052005
4. *Search for $B^+ \rightarrow \tau^+ \nu$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 052002
5. *Measurement of the $\tau \rightarrow K^- \pi^0 \nu_\tau$ branching fraction*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 051104
6. *Search for $B^0 \rightarrow \varphi(K^+ \pi^-)$ decays with large $K^+ \pi^-$ invariant mass*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 051103
7. *Measurement of the relative branching fractions of $\bar{B} \rightarrow D/D^*/D^{**} \ell^- \nu_\ell$ decays in events with a fully reconstructed B meson*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 051101
8. *Measurement of the Time-Dependent CP Asymmetry in $B^0 \rightarrow D_{CP}^{(*)} h^0$ Decays*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 99, 081801
9. *Measurement of CP-Violating Asymmetries in $B^0 \rightarrow D^{(*)\pm} D^\mp$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 99, 071801
10. *Production and Decay of Ω_c^0* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 99, 0620010
11. *Search for the Rare Decay $B \rightarrow \pi \ell^+ \ell^-$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 99, 051801
12. *Branching fraction and CP-violation charge asymmetry measurements for B-meson decays to ηK^+ , $\eta \pi^+$, ηK , $\eta \pi^+$, ωK , and $\omega \pi^+$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 031103
13. *Measurement of decay amplitudes of $B \rightarrow J/\psi K^*$, $\psi(2S)K^*$, and $\chi_{c1} K^*$ with an angular analysis*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 031102
14. *Branching fraction and charge asymmetry measurements in $B \rightarrow J/\psi \pi \pi$ decays*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 031101

15. *Observation of CP Violation in $B^0 \rightarrow K^+ \pi^-$ and $B^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 99, 021603
16. *Search for $D^0 - \bar{D}^0$ mixing using doubly flavor tagged semileptonic decay modes*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 014018
17. *$e^+ e^- \rightarrow K^+ K^- \pi^+ \pi^-$, $K^+ K^- \pi^0 \pi^0$ and $K^+ K^- K^+ K^-$ cross sections measured with initial-state radiation*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 012008
18. *Measurement of CP-violating asymmetries in $B^0 \rightarrow (\rho \pi)^0$ using a time-dependent Dalitz plot analysis*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 012004
19. *Observation of $B^+ \rightarrow \rho^+ K^0$ and measurement of its branching fraction and charge asymmetry*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 011103
20. *Amplitude analysis of the decay $D^0 \rightarrow K^- K^+ \pi^0$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 011102
21. *Search for neutral B-meson decays to $a_0 \pi$, $a_0 K$, $\eta \rho^0$, and ηf_0* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 111102
22. *Evidence of a Broad Structure at an Invariant Mass of $4.32 \text{ GeV}/c^2$ in the Reaction $e^+ e^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \psi(2S)$ measured at BABAR*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 212001
23. *Measurement of Branching Fractions and Mass Spectra of $B \rightarrow K \pi \gamma$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 211804
24. *Evidence for $D^0 - \bar{D}^0$ Mixing*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 211802
25. *Measurements of CP-Violating Asymmetries in $B^0 \rightarrow a_1^\pm(1260) \pi^\mp$ Decays*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 181803
26. *Measurement of the $B^+ \rightarrow \rho^+ \pi^0$ branching fraction and direct CP asymmetry*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 091103
27. *Evidence for the Rare Decay $B^+ \rightarrow D_s^+ \pi^0$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 171801
28. *Branching Fraction Measurements of $B^+ \rightarrow \rho^+ \gamma$, $B^0 \rightarrow \rho^0 \gamma$, and $B^0 \rightarrow \omega \gamma$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 151802
29. *Measurement of the Pseudoscalar Decay Constant f_{D_s} Using Charm-Tagged Events in $e^+ e^-$ Collisions at $\sqrt{s} = 10.58 \text{ GeV}$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 141801
30. *Study of inclusive B^- and \bar{B}^0 decays to flavor-tagged D , D_s , and A_c^+* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 072002
31. *Evidence for $B^0 \rightarrow \rho^0 \rho^0$ Decays and Implications for the Cabibbo-Kobayashi-Maskawa Angle α* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 111801
32. *Measurement of the $B^0 \rightarrow \pi^- \ell^+ \nu$ Form-Factor Shape and Branching Fraction, and Determination of $|V_{ub}|$ with a Loose Neutrino Reconstruction Technique*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 091801
33. *Measurements of A_c^+ branching fractions of Cabibbo-suppressed decay modes involving Λ and Σ^0* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 052002
34. *Measurement of B decays to $\varphi K \gamma$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 051102
35. *Observation of Decays $B^0 \rightarrow D_s^{(*)\pm} \pi^-$ and $B^0 \rightarrow D_s^{(*)-} K^+$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 081801
36. *Search for Lepton Flavor Violating Decays $\tau^+ \rightarrow \ell^+ \pi^0$, $\ell^+ \eta$, $\ell^+ \eta'$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 061803
37. *Measurement of the CP Asymmetry and Branching Fraction of $B^0 \rightarrow \rho^0 K^0$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 051803
38. *Observation of $B \rightarrow \eta' K^*$ and Evidence for $B^+ \rightarrow \eta' \rho^+$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 051802

38. *Vector-Tensor and Vector-Vector Decay Amplitude Analysis of $B^0 \rightarrow \varphi K^0$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 051801
39. *Search for the reactions $e^+e^- \rightarrow \mu^+\tau^-$ and $e^+e^- \rightarrow e^+\tau^-$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 031103
40. *Branching fraction measurement of $\bar{B}^0 \rightarrow D^{(*)+}\pi^-$ and $B^- \rightarrow D^{(*)0}\pi^-$ and isospin analysis of $\bar{B} \rightarrow D^{(*)}\pi$ decays*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 031101
41. *Observation of CP Violation in $B \rightarrow \eta' K^0$ Decays*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 031801
42. *Observation of a Charmed Baryon Decaying to $D^0 p$ at a Mass Near $2.94 \text{ GeV}/c^2$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 012001
43. *Improved measurements of the branching fractions for $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ and $B^0 \rightarrow K^+\pi^-$, and a search for $B^0 \rightarrow K^+K^-$* , Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 012008
44. *Inclusive A_c^+ production in e^+e^- annihilations at $\sqrt{s}=10.54 \text{ GeV}$ and in $Y(4S)$ decays*, Aubert et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 012003
45. *Observation of $B^+ \rightarrow \varphi \varphi K^+$ and Evidence for $B^0 \rightarrow \varphi \varphi K^0$ below η_c Threshold*, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 261803
46. *Measurements of Branching Fraction, Polarization, and Charge Asymmetry of $B^+ \rightarrow \rho^+\rho^0$ and a Search for $B^+ \rightarrow \rho^+ f_0(980)$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 261801
47. *Observation of an Excited Charm Baryon Ω_c^* Decaying to $\Omega_c^0 \gamma$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 232001
48. *Observation of a New D_s Meson Decaying to DK at a Mass of $2.86 \text{ GeV}/c^2$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 222001
49. *Search for $D^0 - \bar{D}^0$ Mixing and Branching-Ratio Measurement in the Decay $D^0 \rightarrow K^-\pi^+\pi^0$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 221803
50. *Observation of the exclusive reaction $e^+e^- \rightarrow \varphi \eta$ at $\sqrt{s}=10.58 \text{ GeV}$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 111103
51. *Measurement of the absolute branching fractions $B \rightarrow D\pi$, $D^*\pi$, $D^{**}\pi$ with a missing mass method*, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 111102
52. *Measurement of the $B \rightarrow \pi l\nu$ Branching Fraction and Determination of $|V_{ub}|$ with Tagged B Mesons*, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 211801
53. *Measurement of Branching Fractions and Charge Asymmetries in B Decays to an η Meson and a K^* Meson*, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 201802
54. *Measurements of Branching Fractions, Polarizations, and Direct CP-Violation Asymmetries in $B \rightarrow \rho K^*$ and $B \rightarrow f_0(980)K^*$ Decays*, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 201801
55. *Erratum: Dalitz-plot analysis of the decays $B^+ \rightarrow K^+\pi^+\pi^-$ [Phys. Rev. D 72, 072003 (2005)]*, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 099903
56. *Measurements of the $B \rightarrow D^*$ form factors using the decay $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+}e^- \nu_e$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 092004
57. *Measurement of the ratio $B(B^+ \rightarrow X e\nu)/B(B^0 \rightarrow X e\nu)$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 091105
58. *Structure at 2175 MeV in $e^+e^- \rightarrow \varphi f_0(980)$ observed via initial-state radiation*, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 091103
59. *Precise branching ratio measurements of the decays $D^0 \rightarrow \pi^-\pi^+\pi^0$ and $D^0 \rightarrow K^-K^+\pi^0$ relative to the $D^0 \rightarrow K^-\pi^+\pi^0$ decay*, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 091102
60. *Measurement of the branching fraction and time-dependent CP asymmetry in the decay $B^0 \rightarrow D^{*+}D^{*-}K_s^0$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 091101
61. *Observation of $B^+ \rightarrow \bar{K}^0 K^+$ and $B^0 \rightarrow \bar{K}^0 K^0$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 171805
62. *Measurement of the Branching Fraction and Photon Energy Moments of $B \rightarrow X_s \gamma$ and $A_{CP}(B \rightarrow X_s \gamma)$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 171803
63. *Search for the decay of a B^0 or \bar{B}^0 meson to $\bar{K}^0 K^0$ or $K^0 \bar{K}^0$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 072008
64. *Search for $B^+ \rightarrow X(3872)K^+$, $X(3872) \rightarrow J/\psi \gamma$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 071101
65. *Observation of e^+e^- Annihilation into the $C=+1$ Hadronic Final States $\rho^0 \rho^0$ and $\varphi \rho^0$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 112002
66. *Measurement of the Spin of the Ω^- Hyperon*, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 112001
67. *Searches for B^0 decays to ηK^0 , $\eta \eta$, $\eta \eta'$, $\eta \varphi$ and $\eta' \varphi$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 051106
68. *Branching fraction measurements of charged B decays to $K^{*+}K^+K^-$, $K^{*+}\pi^+K^-$ and $K^{*+}K^+\pi^-$ final states*, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 051104
69. *B meson decays to ωK^* , $\omega \rho$, $\omega \omega$, $\omega \varphi$, and ωf_0* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 051102
70. *Measurements of the decays $B^0 \rightarrow \bar{D}^0 p \bar{p}$, $B^0 \rightarrow \bar{D}^0 p \bar{p}$, $B^0 \rightarrow D^- \bar{p} \pi^+$, and $B^0 \rightarrow D^- p \bar{p} \pi^+$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 051101
71. *Observation of B^0 Meson Decay to $a_1^+(1260)\pi^+$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 051802
72. *Study of the $D_{s1}(2317)^+$ and $D_{s1}(2460)^+$ mesons in inclusive $c\bar{c}$ production near $\sqrt{s}=10.6 \text{ GeV}$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 032007
73. *Search for the decay $B^0 \rightarrow K_S^0 K_S^0 K_L^0$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 032005
74. *Dalitz plot analysis of the decay $B^+ \rightarrow K^+ K^+ K^-$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 032003
75. *Search for B meson decays to $\eta \eta' K$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 031105
76. *Search for the decay $B^0 \rightarrow a_1^+ \rho^-$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 031104
77. *Study of $B \rightarrow D^{(*)} D_{s1}(\rho)$ decays and measurement of D_{s1}^- and $D_{s1}(2460)^-$ branching fractions*, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 031103
78. *Measurement of branching fractions in radiative B decays to $\eta K \gamma$ and search for B decays to $\eta K \gamma$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 031102
79. *Measurement of $\bar{B}^0 \rightarrow D^{(*)0} \bar{K}^{(*)0}$ branching fractions*, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 031101
80. *Erratum: Determination of $|V_{ub}|$ from Measurements of the Electron and Neutrino Momenta in Inclusive Semileptonic B decays [Phys. Rev. Lett. 95, 111801 (2005)]*, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 019903
81. *Measurement of the η and η' transition form factors at $q^2=112 \text{ GeV}^2$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 012002
82. *Study of the decay $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \omega \pi^-$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 012001
83. *Measurement of the $D^+ \rightarrow \pi^+\pi^0$ and $D^+ \rightarrow K^+\pi^0$ branching fractions*, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 011107
84. *Measurements of CP-violating asymmetries and branching fractions in B decays to ωK and $\omega \pi$* , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 011106

85. Search for doubly charmed baryons Ξ_{cc}^+ and Ξ_{cc}^{++} in BABAR, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 011103
86. Search for $B^+ \rightarrow \varphi \pi^+$ and $B^0 \rightarrow \varphi \pi^0$ decays, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 011102
87. Measurements of the branching fraction and time-dependent CP asymmetries of $B^0 \rightarrow J/\psi \Pi^0$ decays, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 011101
88. Search For T, CP, and CPT Violation in $B^0 - \bar{B}^0$ Mixing with Inclusive Dilepton Events, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 251802
89. Search for the Rare Decay $B^0 \rightarrow \tau^+ \tau^-$ at BABAR, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 241802
90. Observation of $Y(4S)$ Decays to $\pi^+ \pi^- Y(1S)$ and $\pi^- \pi^+ Y(2S)$, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 232001
91. Determinations of $|V_{ub}|$ from Inclusive Semileptonic B Decays with Reduced Model Dependence, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 221801
92. Measurement of branching fractions and CP-violating charge asymmetries for B-meson decays to $D^{(*)} \bar{D}^{(*)}$, and implications for the Cabibbo-Kobayashi-Maskawa angle γ , Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 112004
93. Search for the decay $\tau^- \rightarrow 3\pi^- 2\pi^0 \nu_{\tau}$, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 112003
94. Measurement of the $B^- \rightarrow D^0 K^-$ branching fraction, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 111104
95. Measurement of time-dependent CP asymmetries in $B^0 \rightarrow D^{(*)\pm} \pi^\mp$ and $B^0 \rightarrow D^\pm \rho^\mp$ decays, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 111101
96. Measurements of branching fractions, rate asymmetries, and angular distributions in the rare decays $B \rightarrow K \ell^+ \ell^-$ and $B \rightarrow K^* \ell^+ \ell^-$, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 092001
97. Search for the charmed pentaquark candidate $\theta_c^0(3100)$ in $e^+ e^-$ annihilations at $\sqrt{s}=10.58$ GeV, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 091101
98. Search for the rare decays $B^0 \rightarrow D_s^{(*)\pm} a_{0(2)}^\mp$, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 071103
99. Branching fraction limits for B^0 decays to $\eta \eta$, $\eta \pi^0$ and $\eta \pi^0$, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 071102
100. Search for the decay $B^+ \rightarrow \tau^+ \nu_{\tau}$, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 057101
101. The $e^+ e^- \rightarrow 3(\pi^+ \pi^-)$, $2(\pi^+ \pi^- \pi^0)$ and $K^+ K^- 2(\pi^+ \pi^-)$ cross sections at center-of-mass energies from production threshold to 4.5 GeV measured with initial-state radiation, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 052003
102. Measurement of CP observables for the decays $B^+ \rightarrow D_{CP}^0 K^+$, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 051105
103. Measurements of the Absolute Branching Fractions of $B^+ \rightarrow K^+ X_{ce}$, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 052002
104. Search for Lepton Flavor Violation in the Decay $\tau^\pm \rightarrow e^\pm \gamma$, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 041801
105. Measurements of neutral B decay branching fractions to $K_S^0 \pi^+ \pi^-$ final states and the charge asymmetry of $B^0 \rightarrow K^{*\pm} \pi^\mp$, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 031101
106. Measurement of Branching Fractions and Resonance Contributions for $B^0 \rightarrow \bar{D}^0 K^+ \pi^-$ and Search for $B^0 \rightarrow D^0 K^+ \pi^-$ Decays, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 011803
107. Measurement of the inclusive electron spectrum in charmless semileptonic B decays near the kinematic end point and determination of $|V_{ub}|$, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 012006
108. Study of $e^+ e^- \rightarrow p \bar{p}$ using initial state radiation with BABAR, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 012005
109. Measurement of the \bar{B}^0 lifetime and the $B^0 \bar{B}^0$ oscillation frequency using partially reconstructed $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \ell^- \nu_\ell$ decays, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 012004
110. Search for rare quark-annihilation decays, $B^- \rightarrow D_s^{(*)-} \varphi$, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 011103
111. Study of the $X(3872)$ and $Y(4260)$ in $B^0 \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^- K^0$ and $B^- \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^- K^-$ decays, Aubert et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 011101

CDF

1. Polarization of J/ψ and $\psi(2S)$ Mesons Produced in $p \bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV, A. Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 99, 132001
2. Search for Heavy, Long-Lived Particles that Decay to Photons at CDF II, A. Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 99, 1217801
3. Observation and Mass Measurement of the Baryon Ξ_b^- , Aaltonen et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 99, 052002
4. First Measurement of the Ratio of Central-Electron to Forward-Electron W Partial Cross Sections in $p \bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 251801
5. Measurement of $\sigma_{e\bar{e}2B}(\chi_{c2} \rightarrow J/\psi \gamma) / \sigma_{e\bar{e}1B}(\chi_{c1} \rightarrow J/\psi \gamma)$ in $p \bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 232001
6. Inclusive Search for New Physics with Like-Sign Dilepton Events in $p \bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 221803
7. Search for new physics in lepton+photon+X events with 929 pb^{-1} of $p \bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 112001
8. Measurement of the top-quark mass using missing E_T +jets events with secondary vertex b-tagging at CDF II, Aaltonen et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 111103
9. Measurement of the inclusive jet cross section using the k_T algorithm in $p \bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV with the CDF II detector, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 092006
10. Measurement of $\sigma(p \bar{p} \rightarrow Z) B(Z \rightarrow \tau \tau)$ in $p \bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 092004
11. Search for W boson decaying to electron-neutrino pairs in $p \bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 091101
12. Observation of WZ Production, Abulencia et al. (2007), Physical Review Letters 98, 161801
13. Measurement of the Top-Quark Mass in All-Hadronic Decays in $p \bar{p}$ Collisions at CDF II, Aaltonen et al. (2007), Physical Review Letters 98, 142001
14. Measurement of the top quark mass in $p \bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV using the decay length technique, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 071102
15. Analysis of the Quantum Numbers J^{PC} of the $X(3872)$ Particle, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 132002
16. Search for Anomalous Production of Multilepton Events in $p \bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 131804
17. Measurement of $\sigma_{\text{th}}^0 / \sigma_{\text{FB}} \times B(A_b^0 \rightarrow A_c^+ \pi^-) / B(\bar{B}^0 \rightarrow D^+ \pi^-)$ in $p \bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 122002
18. Measurement of the A_b^0 Lifetime in $A_b^0 \rightarrow J/\psi A^0$ in $p \bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 122001

19. *Observation of Exclusive Electron-Positron Production in Hadron-Hadron Collisions*, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 112001
20. *Measurement of the helicity fractions of W bosons from top quark decays using fully reconstructed $t\bar{t}$ events with CDF II*, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 052001
21. *The CDF II eXtremely Fast Tracker upgrade*, Abulencia et al. (2007), NIMPR A 572, 358-360
22. *Search for $V+A$ Current in Top-Quark Decays in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 072001
23. *Measurement of the Ratios of Branching Fractions $B(B_s^0 \rightarrow D_s^- \pi^+ \pi^+ \pi^-)/B(B^0 \rightarrow D^- \pi^+ \pi^+ \pi^-)$ and $B(B_s^0 \rightarrow D_s^- \pi^+)/B(B^0 \rightarrow D^- \pi^+)$* , Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 061802
24. *Search for exotic $S=-2$ baryons in $p p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 032003
25. *Precision measurement of the top-quark mass from dilepton events at CDF II*, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 031105
26. *Measurement of the B^+ production cross section in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 012010
27. *Observation of $B_s^0-\bar{B}_s^0$ Oscillations*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 242003
28. *Observation of $B_s^0 \rightarrow K^+ K^-$ and Measurements of Branching Fractions of Charmless Two-Body Decays of B^0 and B_s^0 Mesons in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 211802
29. *Search for Excited and Exotic Muons in the $\mu\gamma$ Decay Channel in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 191802
30. *Search for Large Extra Dimensions in the Production of Jets and Missing Transverse Energy in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 171802
31. *Measurement of the $t\bar{t}$ production cross section in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV using lepton+jets events with jet probability b-tagging*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 072006
32. *Measurement of the $t\bar{t}$ production cross section in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV in the all hadronic decay mode*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 072005
33. *Measurement of the inclusive jet cross section in $p\bar{p}$ interactions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV using a cone-based jet algorithm*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 071103
34. *Measurement of the $t\bar{t}$ Production Cross Section in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Physical Review Letters 97, 082004
35. *Search for a Neutral Higgs Boson Decaying to a W Boson Pair in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Physical Review Letters 97, 081802
36. *Measurement of the $B_s^0-\bar{B}_s^0$ Oscillation Frequency*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 062003
37. *Top quark mass measurement from dilepton events at CDF II with the matrix-element method*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 032009
38. *Measurement of the b jet cross section in events with a Z boson in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 032008
39. *Measurement of the ratio of branching fractions $B(D^0 \rightarrow K^+ \pi^-)/B(D^0 \rightarrow K^- \pi^+)$ using the CDF II detector*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 031109
40. *A search for $t \rightarrow \tau\nu q$ in $t\bar{t}$ production*, Cdf Collaboration et al. (2006), Phys. Lett. B 639, 172-178
41. *Search for New Physics in Lepton+Photon+X Events with 305 pb^{-1} of $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 031801
42. *Measurement of the B_c^+ Meson Lifetime Using the Decay Mode $B_c^+ \rightarrow J/\psi e^+ \nu_e$* , Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 012002
43. *Observation of $B_s^0 \rightarrow \psi(2S)\phi$ and Measurement of the Ratio of Branching Fractions $B(B_s^0 \rightarrow \psi(2S)\phi)/B(B_s^0 \rightarrow J/\psi\phi)$* , Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 231801
44. *Search for High-Mass Resonances Decaying to $e\mu$ in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Physical Review Letters 96, 211802
45. *Search for $Z \rightarrow e^+ e^-$ Using Dielectron Mass and Angular Distribution*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 211801
46. *Measurement of the top quark mass using template methods on dilepton events in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 112006
47. *Measurement of the helicity of W bosons in top-quark decays*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 111103
48. *Measurement of the $t\bar{t}$ Production Cross Section in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV Using Missing E_T +jets Events with Secondary Vertex b Tagging*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 202002
49. *Direct Search for Dirac Magnetic Monopoles in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 201801
50. *Measurement of the Ratios of Branching Fractions $B(B_s^0 \rightarrow D_s^- \pi^+)/B(B^0 \rightarrow D^- \pi^+)$ and $B(B^+ \rightarrow \bar{D}^0 \pi^+)/B(B^+ \rightarrow D^0 \pi^+)$* , Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 191801
51. *Search for Scalar Bottom Quarks from Gluino Decays in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Physical Review Letters 96, 171802
52. *Measurement of the top quark mass with the dynamical likelihood method using lepton plus jets events with b-tags in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 092002
53. *Top-Quark Mass Measurement from Dilepton Events at CDF II*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 152002
54. *Measurement of the Inclusive Jet Cross Section Using the k_T Algorithm in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 122001
55. *Measurement of the Dipion Mass Spectrum in $X(3872) \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^-$ Decays*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 102002
56. *Search for Higgs Bosons Decaying to $b\bar{b}$ and Produced in Association with W Bosons in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 081803
57. *Measurement of mass and width of the excited charmed meson states D_1^0 and D_2^{*0} at CDF*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 051104
58. *Search for second-generation scalar leptoquarks in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 051102
59. *Search for anomalous semileptonic decay of heavy flavor hadrons produced in association with a W boson at CDF II*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 051101

60. *Evidence for the Exclusive Decay $B_c^{\pm} \rightarrow J/\psi \pi^{\pm}$ and Measurement of the Mass of the B_c^{\pm} Meson*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 082002
61. *Search for Charged Higgs Bosons from Top Quark Decays in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Physical Review Letters 96, 042003
62. *Top quark mass measurement using the template method in the lepton+jets channel at CDF II*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 032003
63. *Precision Top-Quark Mass Measurement in the Lepton+Jets Topology in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 022004
64. *Search for Neutral Higgs Bosons of the Minimal Supersymmetric Standard Model Decaying to τ Pairs in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abulencia et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 011802

$D\bar{O}$

1. *Measurement of the Λ_b Lifetime in the Exclusive Decay $\Lambda_b \rightarrow J/\psi \Lambda$* , Abazov et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 99, 142001
2. *Measurement of the top quark mass in the dilepton channel*, Abazov et al. (2007), Phys. Lett. B 655, 7-14
3. *Search for Stopped Gluinos from $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.96$ TeV*, Abazov et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 99, 131801
4. *Combined $D\bar{O}$ measurements constraining the CP-violating phase and width difference in the B_s^0 system*, Abazov et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 057101
5. *Measurement of the $t\bar{t}$ production cross section in $p\bar{p}$ collisions using dilepton events*, Abazov et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 052006
6. *$Z\gamma$ production and limits on anomalous $ZZ\gamma$ and $Z\gamma\gamma$ couplings in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.96$ TeV*, Abazov et al. (2007), Phys. Lett. B 653, 378-386
7. *Search for Third-Generation Scalar Leptoquarks in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abazov et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 99, 061801
8. *Direct Observation of the Strange b Baryon Ξ_b^-* , Abazov et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 99, 052001
9. *Measurement of the shape of the boson rapidity distribution for $p\bar{p} \rightarrow Z\gamma \rightarrow e^+e^- + X$ events produced at \sqrt{s} of 1.96 TeV*, Abazov et al. (2007), Phys. Rev. D 76, 012003
10. *Search for Techniparticles in e^+ jets Events at $D\bar{O}$* , Abazov et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 221801
11. *Evidence for Production of Single Top Quarks and First Direct Measurement of $|V_{tb}|$* , Abazov et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 181802
12. *Multivariate searches for single top quark production with the $D\bar{O}$ detector*, Abazov et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 092007
13. *Measurement of the top quark mass in the lepton+jets channel using the ideogram method*, Abazov et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 092001
14. *Measurement of the Charge Asymmetry in Semileptonic B_s^0 Decays*, Abazov et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 151801
15. *Search for single production of scalar leptoquarks in $p\bar{p}$ collisions decaying into muons and quarks with the $D\bar{O}$ detector*, Abazov et al. (2007), Phys. Lett. B 647, 74-81
16. *Search for single production of scalar leptoquarks in collisions decaying into muons and quarks with the $D\bar{O}$ detector*, Abazov et al. (2007), Phys. Lett. B 647, 74-81
17. *Lifetime Difference and CP-Violating Phase in the B_s^0 System*, Abazov et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 121801
18. *Measurement of the W boson helicity in top quark decays at $D\bar{O}$* , Abazov et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 031102
19. *Search for the pair production of scalar top quarks in the acoplanar charm jet final state in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, $D\bar{O}$ Collaboration et al. (2007), Phys. Lett. B 645, 119-127
20. *Experimental Discrimination between Charge 2e/3 Top Quark and Charge 4e/3 Exotic Quark Production Scenarios*, Abazov et al. (2007), Phys. Rev. Lett. 98, 041801
21. *Measurement of the B_s^0 Lifetime Using Semileptonic Decays*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 241801
22. *Measurement of the $t\bar{t}$ production cross section in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV using secondary vertex b tagging*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 112004
23. *Measurement of B_d mixing using opposite-side flavor tagging*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 112002
24. *Measurement of the top quark mass in the lepton+jets final state with the matrix element method*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 092005
25. *Measurement of the CP-violation parameter of B^0 mixing and decay with $p\bar{p} \rightarrow \mu\mu X$ data*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 092001
26. *Search for Pair Production of Scalar Bottom Quarks in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 171806
27. *Search for the Standard Model Higgs Boson in the $p\bar{p} \rightarrow ZH \rightarrow \nu\bar{\nu} b\bar{b}$ Channel*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 161803
28. *Search for Neutral, Long-Lived Particles Decaying into Two Muons in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 161802
29. *Search for Associated Higgs Boson Production $WH \rightarrow WW^* \rightarrow \ell^+ \nu_\ell \ell^- \nu_\ell + X$ in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 151804
30. *Search for W boson production in the $W \rightarrow t\bar{b}$ decay channel*, Abazov et al. (2006), Phys. Lett. B 641, 423-431
31. *Search for particles decaying into a Z boson and a photon in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abazov et al. (2006), Phys. Lett. B 641, 415-422
32. *Search for Neutral Higgs Bosons Decaying to τ Pairs in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 121802
33. *Search for Resonant Second Generation Slepton Production at the Fermilab Tevatron*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 111801
34. *Publisher's Note: Limits on anomalous trilinear gauge couplings from $WW \rightarrow e^+e^-$, $WW \rightarrow e^+\mu^+$, and $WW \rightarrow \mu^+\mu^-$ events from $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV [Phys. Rev. D 74, 057101 (2006)]*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 059904
35. *Limits on anomalous trilinear gauge couplings from $WW \rightarrow e^+e^-$, $WW \rightarrow e^+\mu^+$, and $WW \rightarrow \mu^+\mu^-$ events from $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 057101
36. *Search for scalar leptoquarks in the acoplanar jet topology in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abazov et al. (2006), Phys. Lett. B 640, 230-237
37. *The upgraded $D\bar{O}$ detector*, Abazov et al. (2006), NIMPA 565, 463-537
38. *Search for the rare decay $B_s^0 \rightarrow \phi\mu^+\mu^-$ with the $D\bar{O}$ detector*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 031107
39. *Measurement of $B(t \rightarrow Wb)/B(t \rightarrow Wq)$ at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abazov et al. (2006), Phys. Lett. B 639, 616-622

40. *Measurement of the isolated photon cross section in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abazov et al. (2006), Phys. Lett. B 639, 151-158
41. *Direct Limits on the B_s^0 Oscillation Frequency*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 021802
42. *Search for a heavy resonance decaying into a Z +jet final state in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV using the $D\bar{O}$ detector*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 011104
43. *Search for R -parity violating supersymmetry via the $LL\bar{E}$ couplings λ_{121} , λ_{122} or λ_{133} in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abazov et al. (2006), Phys. Lett. B 638, 441-449
44. *Search for squarks and gluinos in events with jets and missing transverse energy in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV* Abazov et al. (2006), Phys. Lett. B 638, 119-127
45. *Search for excited muons in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 111102
46. *Search for pair production of second generation scalar leptoquarks in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abazov et al. (2006), Phys. Lett. B 636, 183-190
47. *Search for the Higgs Boson in $H\rightarrow WW^{(*)}$ Decays in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV*, Abazov et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 011801

DELPHI

1. *Search for pentaquarks in the hadronic decays of the Z boson with the DELPHI detector at LEP*, Abdallah et al. (2007), Phys. Lett. B 653, 151-160
2. *Study of triple-gauge-boson couplings ZZZ , $ZZ\gamma$ and $Z\gamma\gamma$ at LEP*, Abdallah et al. (2007), EPJC
3. *$Z\gamma^*$ production in e^+e^- interactions at $\sqrt{s} = 183-209$ GeV*, Abdallah et al. (2007), EPJC
4. *Investigation of Colour Reconnection in WW events with the DELPHI detector at LEP-2*, Abdallah et al. (2007), EPJC 51, 249-269
5. *Search for a fourth generation b' -quark at LEP-II at $\sqrt{s}=196-209$ GeV*, Abdallah et al. (2007), EPJC 50, 507-518
6. *Study of leading hadrons in gluon and quark fragmentation*, Delphi Collaboration et al. (2006), Phys. Lett. B 643, 147-157
7. *Search for neutral MSSM Higgs bosons at LEP*, Schael et al. (2006), EPJC 47, 547-587
8. *Precision electroweak measurements on the Z resonance*, Schael et al., Phys. Rep. (2006), 427, 257-454
9. *Evidence for an excess of soft photons in hadronic decays of Z^0* , Abdallah et al. (2006), EPJC 47, 273-294
10. *Search for η_b in two-photon collisions at LEP II with the DELPHI detector*, Delphi Collaboration et al. (2006), Phys. Lett. B 634, 340-346
11. *Masses, lifetimes and production rates of Ξ^- and Ξ^+ at LEP I*, Delphi Collaboration et al. (2006), Phys. Lett. B 639, 179-191
12. *Determination of the b quark mass at the M_Z scale with the DELPHI detector at LEP*, Abdallah et al. (2006), EPJC 46, 569-583
13. *Study of double-tagged $\gamma\gamma$ events at LEP2*, Abdallah et al. (2006), EPJC 46, 559-568
14. *A Determination of the centre-of-mass energy at LEP2 using radiative two-fermion events*, Abdallah et al. (2006), EPJC 46, 295-305
15. *Search for excited leptons in e^+e^- collisions at $\sqrt{s}=189-209$ GeV*, Abdallah et al. (2006), EPJC 46, 277-293
16. *A measurement of the τ hadronic branching ratios*, Abdallah et al. (2006), EPJC 46, 1-26
17. *Measurement and interpretation of fermion-pair production at LEP energies above the Z resonance*, Abdallah et al. (2006), EPJC 45, 589-632
18. *Single Intermediate Vector Boson production in e^+e^- collisions at $\sqrt{s}=183-209$ GeV*, Abdallah et al. (2006), EPJC 45, 273-289
19. *Determination of heavy quark non-perturbative parameters from spectral moments in semileptonic B decays*, Abdallah et al. (2006), EPJC 45, 35-59

H1

1. *Charged particle production in high Q deep-inelastic scattering at HERA*, Aktas et al. (2007), Phys. Lett. B 654, 148-159
2. *Measurement of inclusive jet production in deep-inelastic scattering at high Q and determination of the strong coupling*, Aktas et al. (2007), Phys. Lett. B 653, 134-144
3. *Inclusive D^{*+} meson and associated dijet production in deep-inelastic scattering at HERA*, Aktas et al. (2007), EPJC 51, 271-287
4. *Tests of QCD factorisation in the diffractive production of dijets in deep-inelastic scattering and photoproduction at HERA*, Aktas et al. (2007), EPJC
5. *Inclusive D^{*+} meson cross sections and D^{*+} -jet correlations in photoproduction at HERA*, Aktas et al. (2007), EPJC 50, 251-267
6. *Diffractive open charm production in deep-inelastic scattering and photoproduction at HERA*, Aktas et al. (2007), EPJC 50, 1-20
7. *Diffractive deep-inelastic scattering with a leading proton at HERA*, Aktas et al. (2006), EPJC 48, 749-766
8. *Measurement and QCD analysis of the diffractive deep-inelastic scattering cross section at HERA*, Aktas et al. (2006), EPJC 48, 715-748
9. *Tau lepton production in ep collisions at HERA*, Aktas et al. (2006), EPJC 48, 699-714
10. *Measurement of charm and beauty dijet cross sections in photoproduction at HERA using the H1 vertex detector*, Aktas et al. (2006), EPJC 47, 597-610
11. *Search for a narrow baryonic resonance decaying to $K_s^0 p$ or $K_s^0 \bar{p}$ in deep inelastic scattering at HERA*, H1 Collaboration et al. (2006), Phys. Lett. B 639, 202-209
12. *Photoproduction of dijets with high transverse momenta at HERA*, H1 Collaboration et al. (2006), Phys. Lett. B 639, 21-31
13. *Search for doubly-charged Higgs boson production at HERA*, H1 Collaboration et al. (2006), Phys. Lett. B 638, 432-440
14. *Diffractive photoproduction of ρ mesons with large momentum transfer at HERA*, H1 Collaboration et al. (2006), Phys. Lett. B 638, 422-431
15. *First measurement of charged current cross sections at HERA with longitudinally polarised positrons*, H1 Collaboration et al. (2006), Phys. Lett. B 634, 173-179
16. *A determination of electroweak parameters at HERA*, H1 Collaboration et al. (2006), Phys. Lett. B 632, 35-42
17. *Measurement of Event Shape Variables in Deep-Inelastic Scattering at HERA*, Aktas et al. (2006), EPJC 46, 343-356
18. *Measurement of $F_2^{c\bar{c}}$ and $F_2^{b\bar{b}}$ at low Q^2 and x using the H1 Vertex Detector at HERA*, Aktas et al. (2006), EPJC 45, 23-33

HARP

1. *Measurement of the production cross-section of positive pions in the collision of 8.9 GeV/c protons on beryllium*, Catanesi et al. (2007), EPJC 52, 29-53
2. *Measurement of the production of charged pions by protons on a tantalum target*, Catanesi et al. (2007), EPJC 51, 787-824
3. *Particle identification algorithms for the HARP forward spectrometer*, Catanesi et al. (2007), NIMPR A 572, 899-921
4. *The HARP detector at the CERN PS*, Catanesi et al. (2007), NIMPA 571, 527-561
5. *Measurement of the production cross-section of positive pions in p Al collisions at 12.9 GeV/c*, Catanesi et al. (2006), Nuclear Physics B 732, 1-2

HESS

1. *Discovery of VHE γ -rays from the distant BL Lacertae IES 0347-121*, Aharonian et al. (2007), A&A 473, L25-L28
2. *Discovery of two candidate pulsar wind nebulae in very-high-energy gamma rays*, Aharonian et al. (2007), A&A 472, 489-495
3. *An Exceptional Very High Energy Gamma-Ray Flare of PKS 2155-304*, Aharonian et al. (2007), ApJ 664, L71-L74
4. *Detection of VHE gamma-ray emission from the distant blazar IES 1101-232 with HESS and broadband characterisation*, Aharonian et al. (2007), A&A 470, 475-489
5. *Discovery of a point-like very-high-energy γ -ray source in Monoceros*, Aharonian et al. (2007), A&A 469, L1-L4
6. *Detection of extended very-high-energy γ -ray emission towards the young stellar cluster Westerlund 2*, Aharonian et al. (2007), A&A 467, 1075-1080
7. *H.E.S.S. Observations of the Supernova Remnant RX J0852.0-4622: Shell-Type Morphology and Spectrum of a Widely Extended Very High Energy Gamma-Ray Source*, Aharonian et al. (2007), ApJ 661, 236-249
8. *Search for pulsed VHE gamma-ray emission from young pulsars with HESS*, Aharonian et al. (2007), A&A 466, 543-554
9. *Primary particle acceleration above 100 TeV in the shell-type supernova remnant RX J1713.7-3946 with deep HESS observations*, Aharonian et al. (2007), A&A 464, 235-243
10. *First ground-based measurement of atmospheric Cherenkov light from cosmic rays*, Aharonian et al. (2007), Phys. Rev. D 75, 042004
11. *Publisher's Note: HESS Observations of the Galactic Center Region and Their Possible Dark Matter Interpretation [Phys. Rev. Lett. 97, 221102 (2006)]*, Aharonian et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 249901
12. *HESS Observations of the Galactic Center Region and Their Possible Dark Matter Interpretation*, Aharonian et al. (2006), Phys. Rev. Lett. 97, 221102
13. *3.9 day orbital modulation in the TeV γ -ray flux and spectrum from the X-ray binary LS 5039*, Aharonian et al. (2006), A&A 460, 743-749
14. *Energy dependent γ -ray morphology in the pulsar wind nebula HESS J1825-137*, Aharonian et al. (2006), A&A 460, 365-374
15. *Observations of the Crab nebula with HESS*, Aharonian et al. (2006), A&A 457, 899-915

16. *Discovery of the two "wings" of the Kookaburra complex in VHE γ -rays with HESS*, Aharonian et al. (2006), A&A 456, 245-251
17. *Discovery of very high energy γ -ray emission from the BL Lacertae object H 2356-309 with the HESS Cherenkov telescopes*, Aharonian et al. (2006), A&A 455, 461-466
18. *A low level of extragalactic background light as revealed by γ -rays from blazars*, Aharonian et al. (2006), Nature 440, 1018-1021
19. *A detailed spectral and morphological study of the gamma-ray supernova remnant RX J1713.7-3946 with HESS*, Aharonian et al. (2006), A&A 449, 223-242
20. *First detection of a VHE gamma-ray spectral maximum from a cosmic source: HESS discovery of the Vela X nebula*, Aharonian et al. (2006), A&A 448, L43-L47
21. *Evidence for VHE γ -ray emission from the distant BL Lac PG 1553+113*, Aharonian et al. (2006), A&A 448, L19-L23
22. *Discovery of very-high-energy γ -rays from the Galactic Centre ridge*, Aharonian et al. (2006), Nature 439, 695-698
23. *The H.E.S.S. Survey of the Inner Galaxy in Very High Energy Gamma Rays*, Aharonian et al. (2006), ApJ 636, 777-797
24. *Fast variability of tera-electron volt rays from the radio galaxy M87*, Aharonian et al. (2006), Science 314, 1424-1427

NOMAD

1. *Search for the exotic Θ^+ resonance in the NOMAD experiment*, Samoylov et al. (2007), EPJC 49, 499-510
2. *Production properties of $K^*(892)\pm$ vector mesons and their spin alignment as measured in the NOMAD experiment*, Naumov et al. (2006), EPJC 46, 69-79

COSMOLOGIE/SUPERNOVAE

1. *Quantitative comparison between type Ia supernova spectra at low and high redshifts: a case study*, Garavini et al. (2007), A&A 470, 411-424
2. *SALT2: using distant supernovae to improve the use of type Ia supernovae as distance indicators*, Guy et al. (2007), A&A 466, 11-21
3. *Is There Evidence for a Hubble Bubble? The Nature of Type Ia Supernova Colors and Dust in External Galaxies*, Conley et al. (2007), ApJ 664, L13-L16
4. *Nearby Supernova Factory Observations of SN 2006D: On Sporadic Carbon Signatures in Early Type Ia Supernova Spectra*, Thomas et al. (2007), ApJ 654, L53-L56
5. *Spectroscopic observations of eight supernovae at intermediate redshift*, Balland et al. (2007), A&A 464, 827-836
6. *The Rise Time of Type Ia Supernovae from the Supernova Legacy Survey*, Conley et al. (2006), AJ 132, 1707-1713
7. *Rates and Properties of Type Ia Supernovae as a Function of Mass and Star Formation in Their Host Galaxies*, Sullivan et al. (2006), ApJ 648, 868-883
8. *The Type Ia Supernova Rate at $z=0.5$ from the Supernova Legacy Survey*, Neill et al. (2006), AJ 132, 1126-1145
9. *The type Ia supernova SNLS-03D3bb from a super-Chandrasekhar-mass white dwarf star*, Howell et al. (2006), Nature 443, 308-311

10. *Nearby Supernova Factory Observations of SN 2005gj: Another Type Ia Supernova in a Massive Circumstellar Envelope*, Aldering et al. (2006), ApJ 650, 510-527
11. *Rates and Properties of Type Ia Supernovae as a Function of Mass and Star Formation in Their Host Galaxies*, Sullivan et al. (2006), ApJ 648, 868-883
12. *Toward a Cosmological Hubble Diagram for Type II-P Supernovae*, Nugent et al. (2006), ApJ 645, 841-850
13. *The Type Ia Supernova Rate at $z \approx 0.5$ from the Supernova Legacy Survey*, Neill et al. (2006), AJ 132, 1126-1145
14. *Photometric Selection of High-Redshift Type Ia Supernova Candidates*, Sullivan et al. (2006), AJ 131, 960-972
15. *The Supernova Legacy Survey: measurement of Ω_m , Ω_Λ and w from the first year data set*, Astier et al. (2006), A&A 447, 31-48
16. *Spectroscopy of twelve type Ia supernovae at intermediate redshift*, Balland et al. (2006), A&A 445, 387-402
17. *The Nearby Supernova Factory*, Copin et al. (2006), New Astronomy Review 50, 436-438
4. *How can the odderon be detected at RHIC and LHC?*, Avila, Gauron, and Nicolescu (2007), EPJC 49, 581-592
5. *Final State Interactions in $B \rightarrow \pi\pi K$ and $B \rightarrow K\bar{K}K$ Decays*, Lesniak et al. (2007), IJMP A 22, 645-648
6. *Form Factors in $B \rightarrow f_0(980)$ and $D \rightarrow f_0(980)$ Transitions from Dispersion Relations*, El-Bennich et al. (2007), IJMP A 22, 641-644
7. *Interference between $f_0(980)$ and $\rho^0(770)$ resonances in $B \rightarrow \pi^+ \pi^- K$ decays*, El-Bennich et al. (2006), Phys. Rev. D 74, 114009
8. *Plots of Total Cross Sections and Related Quantities*, [Collaboration COMPETE] Nicolescu et al. (2006), Rev. of Part. Phys. J. of Phys. G33 40, 1

AUTRES PUBLICATIONS

COSMOLOGIE/THÉORIE

1. *Quantifying discreteness error in cosmological N body simulations. II: Evolution up to shell crossing*, Joyce and Marcos (2007), Phys. Rev. D, to appear
2. *Gravitational dynamics of an infinite shuffled: particle coarse-grainings, non-linear clustering and the continuum limit*, Baertschiger et al. (2007), Phys. Rev. E 76, 011116
3. *Cosmological N body simulations and the Vlasov equation*, Joyce (2007), Comm. Nonlin. Sc. Num. Sim, 13, 100
4. *Quantifying discreteness error in cosmological N body simulations. I: Initial conditions*, Joyce and Marcos (2007), Phys. Rev. D 75, 063516
5. *Gravitational dynamics of an infinite shuffled lattice of particles*, Baertschiger et al. (2007), Phys. Rev. E 75, 021113 [Erratum Phys. Rev. E 75, 059905]
6. *An Alternative to Grids and Glasses: Quaquaversal Pre-Initial Conditions for N -Body Simulations*, Hansen et al. (2007), ApJ 656, 631-635
7. *Force distribution in a randomly perturbed lattice of identical particles with $1/r^2$ pair interaction*, Gabrielli et al. (2006), Phys. Rev. E 74, 021110
8. *Linear perturbative theory of the discrete cosmological N -body problem*, Marcos et al. (2006), Phys. Rev. D 73, 103507

1. *A simple derivation of the Lorentz transformation and of the accompanying velocity and acceleration changes*, J.-M. Levy (2007), Am. J. Phys. 75, 615
2. *Determination of the relative decay rate $K_S \rightarrow \pi e \nu$ | $K_L \rightarrow \pi e \nu$* , Na48 Collaboration et al. (2007), Phys. Letters B 653, 145-150
3. *First observation and branching fraction and decay parameter measurements of the weak radiative decay $\Xi^0 \rightarrow \Lambda e^+ e^-$* , Na48 Collaboration et al. (2007), Phys. Lett. B 650, 1-8
4. *The beam and detector for the NA48 neutral kaon CP violation experiment at CERN*, Na48 Collaboration et al. (2007), NIMPR A 574, 433-471
5. *Measurement of $K_{\mu 3}^0$ form factors*, Na48 Collaboration et al. (2007), Phys. Lett. B 647, 341-350
6. *Measurement of the branching ratios of the decays $\Xi^0 \rightarrow \Sigma^+ e^- \nu_e$ and $\bar{\Xi}^0 \rightarrow \Sigma^+ e^+ \nu$* , Na48/1 Collaboration et al. (2007), Phys. Lett. B 645, 36-46
7. *Measurement of the ratio $\Gamma(K_L \rightarrow \pi^+ \pi^-) / \Gamma(K_L \rightarrow \pi^+ e^+ \nu)$ and extraction of the CP violation parameter $|\eta_{\perp}|$* , Na48 Collaboration et al. (2007), Phys. Lett. B 645, 26-35

T2K

1. *Bulk micromegas detectors for large TPC applications*, Bouchez et al. (2007), NIMPR A 574, 425-432

THÉORIE/HEP

1. *Scalar meson properties from D -meson decays*, El-Bennich et al. (2007), Nucl. Phys. A 790, 510-513
2. *Strong and weak interactions in $B \rightarrow \pi^+ \pi^- K$ decays*, Loiseau et al. (2007), Nucl. Phys. A 790, 472-476
3. *Two pion exchange in proton-proton scattering*, Gibbs and Loiseau (2007), Nucl. Phys. A 790, 315-318

Annexes

Organigramme

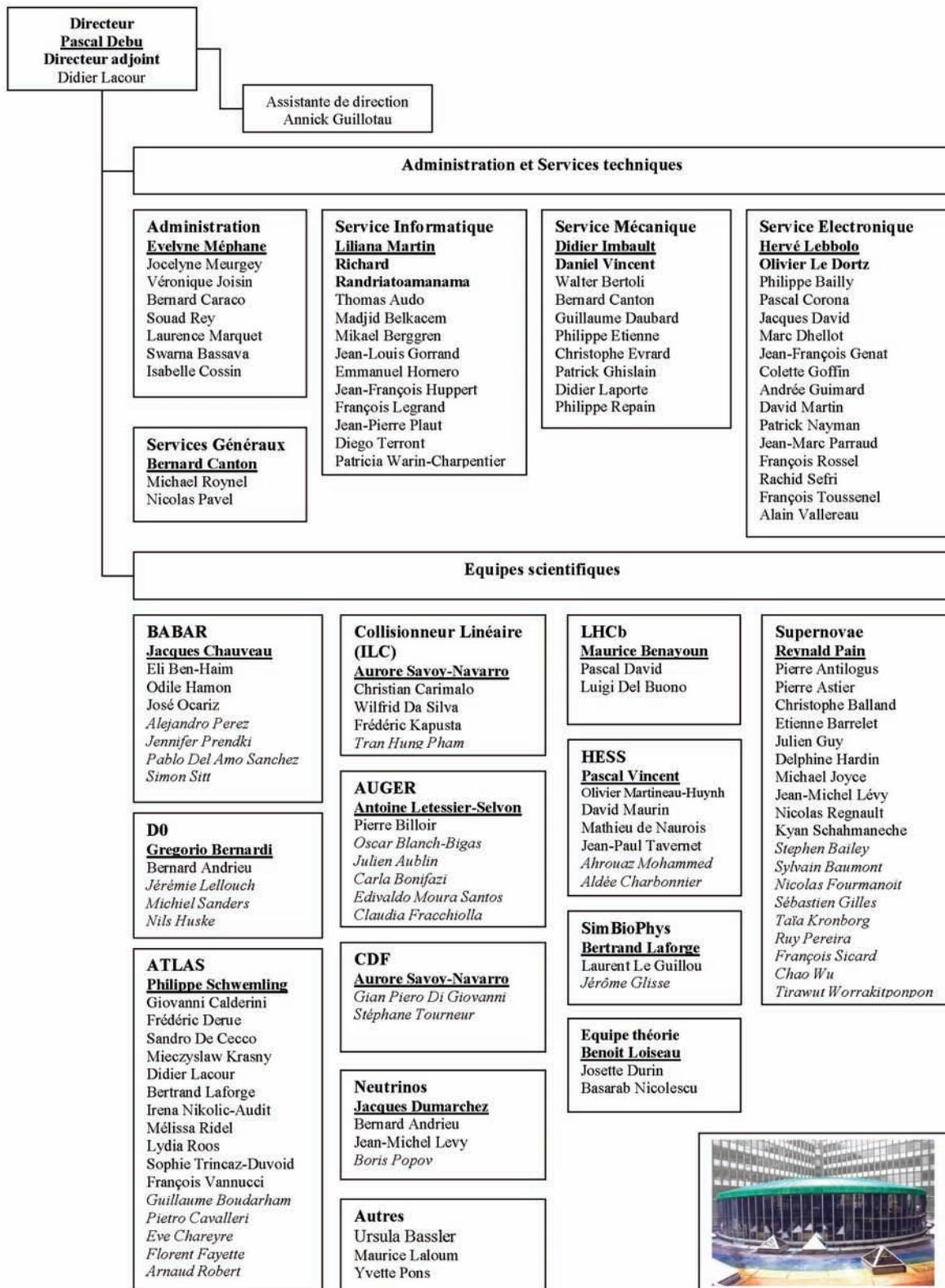
Personnel

Commissions et conseils du laboratoire

Instances scientifiques et techniques

Distinctions

Organigramme



Personnel

• Chercheurs CEA

Mis à disposition du CNRS
DEBU Pascal

• Chercheurs CNRS

Directeurs de recherche émérite

AUGUSTIN Jean-Eudes
CROZON Michel

Directeurs de recherche

ANTILOGUS Pierre
ASTIER Pierre
BARRELET Étienne
BENAYOUN Maurice
BERNARDI Gregorio
CALDERINI Giovanni
DUMARCHEZ Jacques
KRASNY Mieczyslaw
LETESSIER-SELVON Antoine
LOISEAU Benoît
PAIN Reynald
SAVOY-NAVARRO Aurore

Chargés de recherche

ANDRIEU Bernard
BASSLER Ursula
DEL BUONO Luigi
DERUE Frédéric
GUY Julien
DE NAUROIS Mathieu
KAPUSTA Frédéric
KOVACS Francis-Arnold
LACOUR Didier
LALOUM Maurice
LÉVY Jean-Michel
MAURIN David
NICOLESCU Basarab
REGNAULT Nicolas
ROOS Lydia

• Enseignants chercheurs Paris 6

Professeur émérite

BAUBILLIER Michel

Professeurs

BILLOIR Pierre
CHAUVEAU Jacques
HAMON Odile
JOYCE Michael
VINCENT Pascal

Maîtres de Conférence

BEN-HAÏM Eli
CARIMALO Christian
DA SILVA Wilfrid
HARDIN Delphine
LAFORGE Bertrand
LE GUILLOU Laurent
MARTINEAU-HUYNH Olivier
TAVERNET Jean-Paul
TRINCAZ-DUVOID Sophie

• Enseignants chercheurs Paris 7

Professeur de classe exceptionnelle

VANNUCCI François

Professeur

SCHWEMLING Philippe

Maîtres de Conférence

DAVID Pascal
NIKOLIC-AUDIT Iréna
OCARIZ José
PONS Yvette
RIDEL MéliSSa
SCHAHMANECHE Kyan

• Enseignants chercheurs Paris 11

Maître de Conférence

BALLAND Christophe

• Doctorants, post-doctorants et visiteurs

Doctorants

2005

AHROUAZ Mohammed (BDI)
CAVALLERI Pietro (A)
DI GIOVANNI Gian Piero (RTN)
FAYETTE Florent (A)
GLISSE Jérôme (A)
LELLOUCH Jérémie (A)
PEREIRA Rui (ETR)
PEREZ Alejandro (bourse ETR)

2006

KRONBORG Taïa (A)
PHAM Thanh Hung (A)
PHAM Thi Tuyet Nhung (co-tutelle)
PRENDKI Jennifer (A)

2007

BOUDARHAM Guillaume (AM)
CHARBONNIER Aldée (A)
CHAREYRE Eve (BDI)
FOURMANOIT Nicolas (A)
FRACCHIOLLA Claudia (A)
HUSKE Nils
SICARD François (A)
SITT Simon (A)
WORRAKITPOONPON Tirawut

Post-doctorants

BLANCH BIGAS Oscar
BONIFAZI Carla
CIOBANU Catalin
DEL AMO SANCHEZ Pablo
HARTFIEL Brandon
KACZMARSKA Anna
MOURA SANTOS Edivaldo
LEITNER Olivier
PIEDRA GOMEZ Jonatan
ROBERT Arnaud
SANDERS Michiel
WU Chao
ZECH Andreas

Visiteurs étrangers

BAILEY Stephen
POPOV Boris
SONNENSCHNEIN Lars

ATER Université Paris 6

EL BENNICHI Bruno

ATER Université Paris 7

GILLES Sébastien
TOURNEUR Stéphane

• Ingénieurs, techniciens et administratifs

Ingénieurs de recherche

DAUBARD Guillaume
GENAT Jean-François
IMBAULT Didier
JURAMY Claire (CDD)
LE DORTZ Olivier
LEBBOLO Hervé
LEGRAND François
MARTIN Liliana
MÉPHANE Evelyne
NAYMAN Patrick
RANDRIATOAMANANA Richard
TOUSSENEL François
VALLEREAU Alain
VINCENT Daniel
WARIN-CHARPENTIER Patricia

Ingénieurs d'études

BELKACEM Madjid
BERTOLI Walter
CANTON Bernard
DAVID Jacques
DURIN Josette
ÉTIENNE Philippe
GORRAND Jean-Louis
HORNERO Emmanuel
HUPPERT Jean-François
LAPORTE Didier
MARTIN David
SEFRI Rachid
ROSSEL François
TERRONT TRUJILLO Diego

Assistants ingénieurs

CORONA Pascal
COSSIN Isabelle
DHELLOT Marc
EVRARD Christophe
GOFFIN Colette
GUILLOTAU Annick
PARRAUD Jean-Marc
REPAIN Philippe

Techniciens de la recherche

BAILLY Philippe
CARACO Bernard
GHISLAIN Patrick
GUIMARD Andrée
JOISIN Véronique
PAVEL Nicolas
PLAUT Jean-Pierre
ROYNEL Michaël

Adjointes techniques de la recherche

BASSAVA Swarna Latha
MEURGEY Jocelyne
REY Souad

Agent service technique (Paris 6)

MARQUET Laurence

Commissions et conseils du laboratoire

• **Chargés de Mission** (au 1^{er} octobre 2007)

Sécurité

Jean-Marc PARRAUD

Radioprotection

Jacques DUMARCHEZ

Formation permanente

Odile HAMON

Réunions du vendredi

Frédéric DERUE

Julien GUY

Séminaires

Didier LACOUR

Olivier MARTINEAU-HUYN

David MAURIN

Nicolas REGNAULT

Conférences NEPAL

Nicolas REGNAULT

Bibliothèque

Jean-Michel LÉVY

Communication

Isabelle COSSIN

Jacques DUMARCHEZ

Didier LACOUR

Stages

Didier LACOUR

Comité des thèses

Julien GUY

Iréna NIKOLIC-AUDIT

Sophie TRINCAZ-DUVOID

Mélissa RIDEL

Correspondants M2

Murat BORATAV (MIP)

Jacques CHAUVEAU (NPAC)

Philippe SCHWEMLING (NPAC)

Jean-Paul TAVERNET (NPAC)

Sophie TRINCAZ-DUVOID (NPAC)

François VANNUCCI (GI)

Valorisation

Aurore SAVOY-NAVARRO

Représentante ECFA

Ursula BASSLER

Rapport d'activité 2006-2007

Eli BEN-HAÏM

Isabelle COSSIN

Delphine HARDIN

Didier LAPORTE

David MAURIN

EDMS

Didier LAPORTE

Webmestre

Patricia WARIN-CHARPENTIER

Biennale 2007

Bernard ANDRIEU

Olivier MARTINEAU-HUYN

• **Conseil du Laboratoire** (2006-2007)

Président

Pascal DEBU

Secrétaire

Didier LAPORTE

Membres nommés

Pierre ANTILOGUS

Bernard CANTON

Jacques CHAUVEAU

Jacques DUMARCHEZ

Membres élus

Frédéric KAPUSTA

Didier LACOUR

Didier LAPORTE

Hervé LEBBOLO

Jean-Michel LÉVY

Richard RANDRIATOAMANANA

François TOUSSENEL

Sophie TRINCAZ-DUVOID

Membres invités ex-officio

Ursula BASSLER

Evelyne MÉPHANE

• **Commission paritaire ITA**

Après accord du conseil du laboratoire,
cette commission a été intégrée
au conseil du laboratoire à la date
du 16 octobre 2006.

• **Conseil Scientifique (2006-2007)**

Président

Pascal DEBU

Secrétaire

Ursula BASSLER

Didier LACOUR

Membres nommés

Pierre BILLOIR

Matteo CAVALLI-SFORZA

Didier IMBAULT

Aurore SAVOY-NAVARRO

Pascal VINCENT

Membres élus

Bernard ANDRIEU

Etienne BARRELET

Jacques CHAUVEAU

Mieczyslaw KRASNY

Membres invités

Evelyne MÉPHANE

• **Comité local hygiène et sécurité (2006-2007)**

Président

Pascal DEBU

Directeur adjoint

Ursula BASSLER

Didier LACOUR

Administrateur

Evelyne MÉPHANE

Responsable radioprotection

Jacques DUMARCHEZ

ACMO

Jean-Marc PARRAUD

Adjoint ACMO

Bernard CANTON

Représentant du personnel EC

Frédéric KAPUSTA

Sophie TRINCAZ-DUVOID

Représentants du personnel ITA

Didier LAPORTE

François TOUSSENEL

Responsable du service Hygiène et Sécurité Paris 6

Soraya NEBBACHE

Responsable du service sécurité du travail Paris 7

Monique HALARY

Ingénieur régional de prévention et de sécurité Paris B

Céline BOTINEAU

Responsable de la cellule SNR - IN2P3

Cyril THIEFFRY

Médecin prévention Paris 6

Philippe RAIX

Groupe pour la rédaction du document unique

Bernard CANTON

Didier LAPORTE

Jean-Marc PARRAUD

Patricia WARIN-CHARPENTIER

• **Cellule de Suivi de Projets (2006-2007)**

Responsable

Hervé LEBBOLO

Participants

Ursula BASSLER

Bernard CANTON

Pascal DEBU

Didier IMBAULT

Didier LACOUR

Liliana MARTIN

Evelyne MÉPHANE

Instances scientifiques et techniques

• Instances universitaires

Pierre ANTILOGUS

Membre de la Commission de Spécialistes de la 29^e section de l'Université Paris 7

Ursula BASSLER

Membre du Conseil scientifique de l'Université Paris 6

Christian CARIMALO

Directeur du Département de la Licence mention Physique de l'Université Paris 6

Jacques CHAUVEAU

Responsable du M2 NPAC pour l'Université Paris 6 (jusqu'en septembre 2007)

Delphine HARDIN

Membre de la Commission de Spécialistes de la 29^e section de l'Université Paris 6

Membre élue du Conseil de l'UFR 925, Université Paris 6

Michael JOYCE

Membre élu du Conseil de l'UFR 925, Université Paris 6

Membre élu du Conseil Scientifique de l'UFR 925, Université Paris 6

Bertrand LAFORGE

Membre de la Commission de Spécialistes de la 29^e section Université Paris 11

Membre du Conseil de l'UFR 925, Université Paris 6 (Mandat 2 ans depuis février 2007)

Membre de la Commission des Statuts des Enseignants-Chercheurs de l'Université Paris 6

Iréna NIKOLIC-AUDIT

Membre de la 29^e section du CNU

Membre de la Commission de Spécialistes de la 29^e section de l'Université Paris 7

Membre nommée de la Commission de Spécialistes de la 29^e section de l'Université Paris 11 (depuis juin 2007)

Membre du Conseil des enseignements de l'Université Paris 7

José OCARIZ

Assesseur de la Commission de Spécialistes de la 29^e section de l'Université Paris 7

Représentant Université Paris 7 du comité d'organisation de l'École France-Asie LHC-ILC

Mélissa RIDEL

Membre de la Commission de Spécialistes de la 29^e section de l'Université Paris 7

Correspondant des Master 2

Aurore SAVOY-NAVARRO

Membre du conseil scientifique de la 29^e section de l'Université Paris 11 (depuis juin 2007).

Kyan SCHAHMANÈCHE

Membres de la Commission de Spécialistes de la 29^e section de l'Université Paris 7

Philippe SCHWEMLING

Directeur adjoint de l'UFR de Physique de l'Université Paris 7 (jusqu'en décembre 2006)

Membre des Commissions de Spécialistes de la 29^e section des Universités Paris 7 et Strasbourg 1

Vice-président A de la 29^e section de l'Université Paris 7 (depuis avril 2007)

Membre nommé, représentant l'administration, à la commission paritaire de l'Université Paris 7 (jusqu'en mars 2006)

Co-responsable du M2 NPAC pour l'Université Paris 7

Jean-Paul TAVERNET

Membre de la Commission des Spécialistes de la 29^e section Université Paris 6

Assesseur à la Commission des Spécialistes de la 29^e section Université Paris 6

Co-responsable du M2 NPAC pour l'Université Paris 6 (depuis septembre 2007)

Sophie TRINCAZ-DUVOID

Membre de la Commission de Spécialistes de la 29^e section de l'Université Paris 6

Membre de la Commission de Spécialistes de la 29^e section de l'Université Paris 11

Co-responsable du M2 NPAC pour l'Université Paris 6 (depuis septembre 2007)

François VANNUCCI

Président de la Commission aux thèses pour la Physique de l'Université Paris 7

Vice-Président A de la Commission des Spécialistes de la 29^e section de l'Université Paris 7 (jusqu'en avril 2007)

Rapporteur pour les Sciences auprès de la Chancellerie pour les dons et legs aux Universités Parisiennes

Pascal VINCENT

Membre de la Commission des Spécialistes de la 29^e section de l'Université Montpellier 1

• **Instances scientifiques et techniques
externes**

Pierre ANTILOGUS

Secrétaire du Programme National de Cosmologie

Pierre ASTIER

Membre du Groupe de Travail d'Astrophysique du CNES

Membre du Conseil de la FRIF

Jean-Eudes AUGUSTIN

Membre (2005-2006) du Comité Scientifique CSD4 des programmes blancs de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR)

Ursula BASSLER

Membre du comité d'évaluation interne CVI de l'INFN (2003-2006)

Membre nommée du Conseil Scientifique PNPP

Bernard CANTON

Membre du groupe de travail « Détecteurs – Astroparticules au sol et spatial » pour le colloque de prospective IT 2007 de l'IN2P3

Animateur du groupe de travail « Maîtrise d'œuvre des projets : sous-traitance et modes de collaboration » pour le colloque de prospective IT 2007 de l'IN2P3

Pascal DEBU

Membre du conseil scientifique du cyclotron de Nantes

Jacques DUMARCHEZ

Conseil scientifique du LPTA Montpellier

Élu au conseil scientifique du département PNPP (président)

Didier IMBAULT

Membre du comité d'organisation du colloque de prospective IT 2007 de l'IN2P3

Frédéric KAPUSTA

Membre élu du conseil scientifique de Département PNPP

Bertrand LAFORGE

Membre du Conseil de pilotage du GDR SUSY

Didier LAPORTE

Membre du groupe de travail « Détecteurs – Détection auprès des accélérateurs » pour le colloque de prospective IT 2007 de l'IN2P3

Hervé LEBBOLO

Membre du conseil de groupement et du conseil scientifique du GIS « Sources et Accélérateurs » CNRS-THALES Electron Device

Membres du comité de pilotage des écoles d'électronique de l'IN2P3

Membre du groupe de travail « Accélérateurs – Hadron haute intensité » pour le colloque de prospective IT 2007 de l'IN2P3

Liliana MARTIN

Membre organisateur du Colloque LCG-France (2007)

Evelyne MÉPHANE

Chargée de mission pour la création de l'Institut des Sciences de la Communication du CNRS

Membre du groupe de travail pour la mise en place de la BFC

Membre du groupe de travail : « RH-ISIS » pour le colloque de prospective IT 2007 de l'IN2P3

Patrick NAYMAN

Membre du comité de pilotage des écoles d'électronique de l'IN2P3

José OCARIZ

Interlocuteur IN2P3 et Université Paris 7 du réseau européen HELEN

Membre du « International Executive Committee » de HELEN

Richard RANDRIATOAMANANA

Membre du groupe de travail « Détecteurs – Détection auprès des accélérateurs » pour le colloque de prospective IT 2007 de l'IN2P3

Lydia ROOS

Co-directrice du Laboratoire Franco-Chinois de Physique des Particules

Aurore SAVOY-NAVARRO

Coordinateur principal du réseau RTN Européen « Probe for New Physics »

Referee dans divers comités d'évaluations à l'étranger

Membre de ICFA Panel on Instrumentation Innovation and Development

Philippe SCHWEMLING

Membre de la Commission 03 du Comité National du CNRS

Membre du comité d'organisation du colloque de prospectives IT 2007 de l'IN2P3

Membre nommé, représentant l'administration, à la commission administrative paritaire nationale des Ingénieurs de Recherche

Sophie TRINCAZ-DUVOID

Membre du conseil scientifique de la FRIF (Fédération de Recherche sur les Interactions Fondamentales)

François VANNUCCI

Conseil Scientifique du GDR Neutrinos

Membre de « l'International Neutrino Commission »

Membre du jury du prix Le Monde de la recherche

• Responsabilités dans les expériences

Bernard ANDRIEU

Coordinateur du Jet Reconstruction and Identification Working Group
(octobre 2004-octobre 2006).

Pierre ANTILOGUS

Représentant Français au « Collaboration Board » de SNF

Pierre ASTIER

Représentant IN2P3 au « Collaboration Board » de SNLS

Jean-Eudes AUGUSTIN

Coordinateur IN2P3 de la R&D Détecteurs pour l'International Linear
Collider (ILC)

Ursula BASSLER

Co-responsable software calorimètre
Président de l'Editorial Board « Searches for Higgs in dilepton (ZH, WW,
H++) »
Membre de l'Editorial Board « W-mass measurement »

Eli BEN-HAÏM

Responsable de la qualité des données du DIRC 2006

Gregorio BERNARDI

Coordinateur du HIGGS Physics Working group
Membre du « Speakers Bureau » DØ
Membre de l'Editorial Board « W, Z, and WZ cross sections in leptonic
final states »

Pierre BILLOIR

Responsable PICS Vietnam
Correspondant programme Européen HELEN

Jacques CHAUVÉAU

Membre du « Publication Board » 2003-2006
Membre du « Speakers Bureau » 2007-2009
Coordinateur prise de données janvier-juin 2008

Mathieu DE NAUROIS

Membre du « Speakers Bureau » de la collaboration HESS
Responsable scientifique français du projet CTA

Jacques DUMARCHEZ

Membre du steering committee de HARP
responsable scientifique T2K-IN2P3

Bertrand LAFORGE

Membre du « ATLAS Liquid Argon Electronics Steering Group »
Membre du « Front- End Electronics Steering Group »
Membre du « Back End-Electronics Steering Group »
Responsable de l'interface avec la collaboration TTC (responsable de la
mise au point de l'électronique de distribution des signaux de
déclenchement du LHC) pour la collaboration Argon Liquide

Antoine LETESSIER-SELVON

Responsable CDAS
Responsable du PICS et GDRI Brésil
Responsable du groupe d'analyse « anisotropies »
Contact programme Européen AugerAccess

Patrick NAYMAN

Responsable Technique du projet HESS II – France

Reynald PAIN

Président des « Collaboration Board » de SNLS et SNF
Membre « Executive Committee » du SCP et « institutional board » de
SNAP
Représentant IN2P3 au groupe mission de DUNE
Responsable scientifique IN2P3 des projets « Énergie Noire »
Coordinateur du nœud français du réseau européen (RTN) « The Physics
of Type Ia Supernovae » (2002-2006)
Responsable du PICS « Suivi spectro-photométrique de supernovae »
(2003-2006)

Alejandro PÉREZ

« DIRC Commissioner », janvier 2007

Mélissa RIDEL

Responsable Software LArg H8
Représentante du LPNHE au comité « Physique ATLAS France » PAF 2007

Aurore SAVOY-NAVARRO

Responsable coordination du réseau Européen HPRN-CT-2002-00292

Philippe SCHWEMLING

Membre du « Collaboration Board » ATLAS
Membre du « Calorimeter Commissioning Steering Group » ATLAS

Pascal VINCENT

Coordinateur technique des cameras de HESS
Membre du « Collaboration Board » de HESS
Coordinateur du « Working group » camera du projet CTA
Membre du « Steering Committee » du projet CTA

Distinctions

Jean-Eudes AUGUSTIN

Prix Robin 2007 de la Société Française de Physique (SFP)

Mathieu De NAUROIS

HEPP-EPS Young Physicist prize « for his new ideas and decisive contributions in the CELESTE and HESS experiments. His new original method to analyze Cerenkov images of atmospheric showers enabled many new results in HESS and the detection of new sources near the galactic center »

Julien GUY

Médaille de bronze du CNRS 2007

Reynald PAIN

2007 Gruber Cosmology Prize for Saul Perlmutter, Brian Schmidt and their teams: « the Supernova Cosmology Project and the High-z Supernova Search Team, independently discovered that the expansion of the Universe is accelerating. Their discovery led to the idea of an expansion force, dubbed dark energy. And it suggested that the fate of the universe is to just keep expanding, faster and faster »

LPNHE - Paris

.....

LABORATOIRE DE PHYSIQUE NUCLÉAIRE
ET DE HAUTES ÉNERGIES

.....

4, PLACE JUSSIEU
TOUR 33
REZ-DE-CHAUSSÉE
75252 PARIS CEDEX 05

.....

TÉL. : 33 (1) 44 27 63 13
FAX : 33 (1) 44 27 46 38
<http://lpnhp.in2p3.fr>

