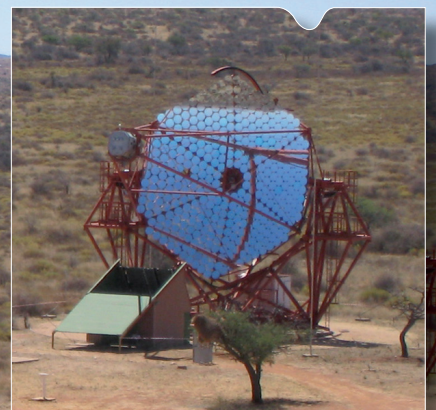
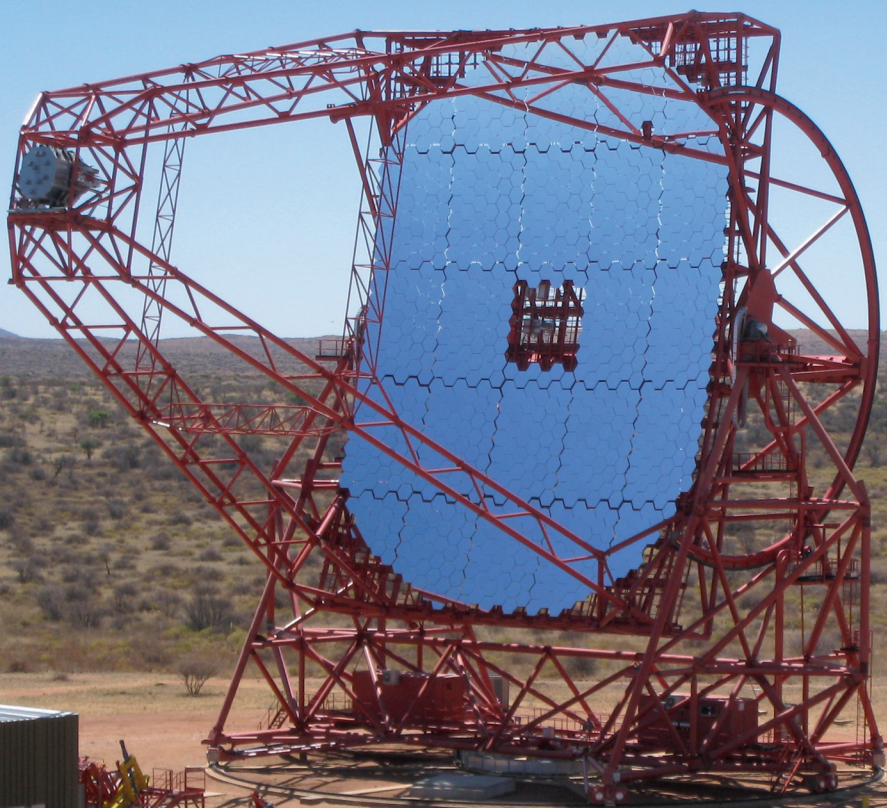


RAPPORT D'ACTIVITÉ **2012-2014**



RAPPORT
D'ACTIVITÉ
LPNHE **2012-2014**



AVANT-PROPOS

Quelle est l'origine des masses des particules qui constituent la matière ? Quelle est l'origine de l'asymétrie matière-antimatière ? Quelles sont les propriétés de l'énergie noire responsable de l'accélération de l'expansion universelle ? Quelles sont la nature et l'origine des rayonnements cosmiques de très haute énergie ? Tenter de répondre à ces interrogations fondamentales de la physique contemporaine des hautes énergies, qui relie la physique de l'infiniment grand à celle de l'infiniment petit, constitue le cœur de l'activité de recherche au LPNHE.

Le LPNHE, laboratoire de l'Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules (CNRS - IN2P3) et des Universités Pierre et Marie Curie et Denis Diderot, compte une centaine de personnels permanents, chercheurs, enseignants-chercheurs et personnels techniques dédiés à cette quête, auxquels viennent s'adjoindre une cinquantaine de doctorants et post-doctorants. Situé sur le campus de Jussieu, dans le secteur Ouest récemment rénové de l'UPMC, face à l'Institut du Monde Arabe, le laboratoire occupe une place privilégiée : c'est, en effet le seul laboratoire parisien de physique expérimentale des hautes énergies.

Si la découverte, longtemps espérée, du boson de Higgs par les expériences ATLAS et CMS mi-2012 marque d'une pierre blanche l'histoire de la recherche expérimentale en physique des particules, elle est aussi le point de départ d'une activité nouvelle et foisonnante dans ce domaine. D'un côté, il a d'abord fallu confirmer que l'excès d'événements observé était bien le produit des désintégrations d'un boson de Higgs tel que le prédit le Modèle Standard. D'un autre, il a fallu se projeter dans l'avenir, celui du run 2 du LHC qui démarre à l'heure où ces lignes sont écrites, avec une énergie des faisceaux multipliée par deux. Durant les deux années et demi écoulées depuis la découverte, le groupe « Higgs » de l'équipe ATLAS du LPNHE s'est totalement investi dans la préparation de cette nouvelle phase. La participation du laboratoire à la construction et à l'installation d'une nouvelle couche du détecteur à pixel (IBL) est, à ce titre, un succès remarquable.

Sur le front de la caractérisation du quark Top, autre activité phare de l'équipe ATLAS du LPNHE, mais aussi des chercheurs impliqués dans l'expérience D0 au Tevatron, ces deux dernières années ont vu les mesures de masse atteindre des précisions inégalées. L'activité est également intense dans la préparation de la phase Haute Luminosité du LHC à l'horizon 2024. Des développements R&D pour le nouveau trajectographe d'ATLAS sont en cours au laboratoire et concernent aussi bien les nouveaux senseurs à Silicium, l'électronique front-end et la chaîne d'acquisition, que la structure de support et le système de refroidissement. Des études R&D pour un calorimètre électromagnétique silicium-tungstène sont aussi menées au LPNHE dans la perspective d'un futur collisionneur linéaire.

Les expériences LHCb et T2K, auxquelles le laboratoire participe activement, n'ont pas non plus été en reste de résultats impressionnants et de découvertes majeures ces deux dernières années. Du côté de la physique des saveurs lourdes au LHC, la mesure du rapport d'embranchement pour les désintégrations rares du méson B_s^0 en deux muons, qui constitue l'un des principaux buts de l'expérience LHCb, a été trouvée compatible avec la valeur théorique attendue dans le cadre

du modèle standard. La découverte en 2014 de deux nouveaux baryons, Ξ_b^{*+} et Ξ_b^{*0} , prédits par le modèle des quarks mais jamais observés auparavant, a impliqué au premier plan l'équipe du LPNHE. Dans le secteur leptonique, l'expérience T2K dans laquelle une équipe du laboratoire est très fortement impliquée a annoncée en 2013 la découverte d'un nouveau type d'oscillation de neutrino correspondant à la transformation d'un neutrino muonique en un neutrino électronique. Parallèlement, la mesure la plus précise à ce jour de l'angle de mélange θ_{23} était réalisée par la même expérience, permettant de contraindre plus avant la matrice PMNS. Les chercheurs du LPNHE ont activement participé à l'obtention de ces résultats remarquables. Depuis mai 2014, l'expérience fonctionne avec un faisceau d'anti-neutrinos et les premières oscillations viennent d'être observées. Dans ce secteur, la voie de la découverte de la violation CP est désormais ouverte.

Dans le domaine de la cosmologie, les chercheurs du LPNHE sont restés à la pointe de la caractérisation de l'énergie noire régissant l'expansion accélérée de l'Univers, par la contrainte de son paramètre d'état w . L'équipe a atteint une maturité remarquable dans la calibration photométrique et la mesure des flux de supernovae, qui la place en pole position mondiale dans le domaine. Ces deux dernières années, une calibration croisée entre les données du SuperNova Legacy Survey (SNLS) et celles du Sloan Digital Sky Survey (SDSS) a été réalisée et a permis d'obtenir une précision inférieure à 6% sur la valeur de w . Ces deux années auront aussi été marquées par l'engagement croissant du laboratoire sur le projet LSST, dans lequel les équipes techniques sont fortement impliquées, aussi bien d'un point de vue mécanique autour du carrousel de filtres que dans l'électronique de la caméra et la caractérisation des senseurs. Dans ce contexte, la mise en évidence, par les chercheurs du laboratoire, d'un effet de variation de taille du pixel des CCD en fonction du flux a constitué un résultat remarquable.

Dans le domaine des rayonnements cosmiques de très haute énergie, après l'installation sur site et l'inauguration de la cinquième caméra de HESS en 2012, les premières découvertes n'ont pas tardé. La Nébuleuse du Crabe, source de référence en astronomie gamma des très hautes énergies, a été observée en mode stéréoscopique en combinaison avec les quatre premiers télescopes, augmentant la sensibilité du système à plus haute énergie et améliorant considérablement la qualité de la reconstruction des images par une pixellisation plus fine. En 2014, la collaboration HESS annonçait la détection du pulsar Véla, second pulsar à avoir été observé par un télescope gamma depuis le sol. Le LPNHE, responsable de la construction d'une grande partie de l'électronique de la caméra, a joué un rôle direct dans ces découvertes. Du côté d'AUGER, le printemps 2014 a vu la validation sur site des prototypes des nouvelles cuves segmentées qui permettent d'obtenir des mesures des gerbes plus complètes. Quant à la future expérience CTA, le développement des modules NectarCAM se poursuit au laboratoire tandis que la collaboration a finalisé le Technical Design Report fin 2014. Là encore, les équipes du LPNHE sont mobilisées et contribuent pleinement aux succès de ces expériences. La remise du Cristal du CNRS à un ingénieur électronicien du laboratoire fin 2014 pour ces travaux sur HESS et CTA témoigne de l'importance de la production scientifique et technique dans ce domaine au LPNHE.

On le voit, ces trois dernières années ont été très dynamiques pour la recherche au LPNHE et riches de réalisations et succès scientifiques. Elles ont aussi marqué la fin de l'emménagement du laboratoire dans ses nouveaux locaux du secteur Ouest du campus de Jussieu, avec la livraison en octobre 2014 de son tout nouvel amphithéâtre de recherche, l'amphithéâtre Charpak, pouvant accueillir 130 personnes, et de l'atelier de montage, vaste salle de 230 m² et de 6 m de hauteur munie d'un

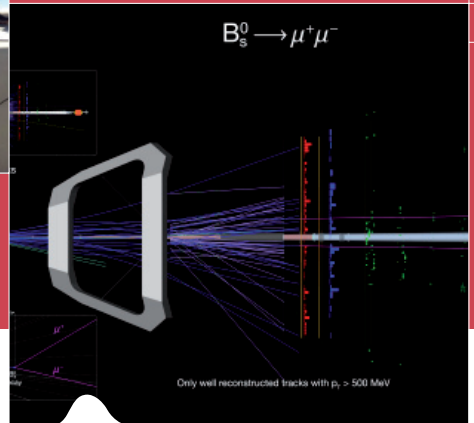
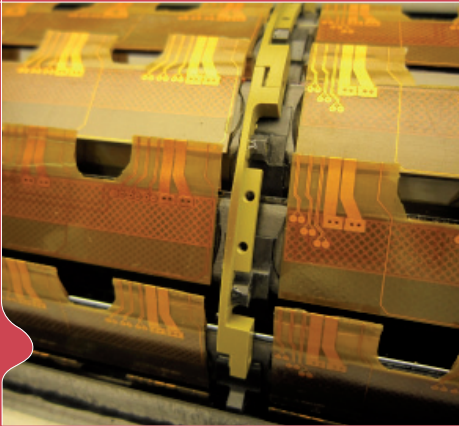
pont roulant. Ces infrastructures remarquables sont d'ores et déjà pleinement utilisées : l'amphi Charpak accueille réunions hebdomadaires du laboratoire, colloques et workshops, et soutenances de thèses ; l'atelier est aménagé en vue de l'installation du prototype du carrousel de filtres de l'expérience LSST prévue mi 2015.

C'est donc l'activité d'un laboratoire dynamique et riche de la diversité de ses compétences humaines et intellectuelles qui est exposée dans le présent rapport. Gageons que les années qui viennent apporteront elles aussi leur lot de réussites et de succès, prolongeant ainsi l'importance des contributions du LPNHE à la recherche en physique expérimentale des hautes énergies.

Nous remercions chaleureusement l'ensemble des personnels du laboratoire qui s'est mobilisé pour la rédaction du présent rapport d'activité. Soulignons le rôle des correspondants thématiques, qui ont su faire remonter en temps et en heure les contributions des équipes : qu'ils en soient ici remerciés. Une mention spéciale est à décerner à Delphine Hardin et Laurence Lavergne pour avoir assuré la cohérence d'ensemble. La conception du document a été réalisée avec diligence et talent par Jean-Jacques Daigremont. Enfin, merci à Isabelle Cossin et Véra Varanda De Sa, qui se sont investies, comme chaque fois, dans la réalisation et la sélection des nombreuses photographies qui illustrent le rapport.

Christophe Balland
Reynald Pain

LES FAITS MARQUANTS



JUILLET

• ATLAS

Découverte du boson de Higgs.

• DØ

Première indication expérimentale des désintégrations fermioniques du boson de Higgs, confirmant le type «standard» du boson découvert.

DECEMBRE

• HESS

HESS se déploie sur la grille EGI.

FEVRIER

• ATLAS

Fin du Run1 du LHC.

Début du *long shutdown* pour la construction et l'installation de la nouvelle couche du détecteur à pixel (IBL).

JUIN

• AUGER

Activation des nouveaux systèmes de déclenchement sur l'ensemble du réseau de surface.

• ILC

Publication du *Technical Design Report* et sa remise officielle au Comité International sur les Futurs Accélérateurs (ICFA).

JUILLET

• LHCb

Un désaccord de 3.7σ avec le modèle standard dans l'analyse angulaire des désintégrations $B^0 \rightarrow K^{*0} \mu^+ \mu^-$ est observé.

• T2K

Observation de l'apparition de neutrinos électroniques dans un faisceau de neutrinos muoniques (28 événements observés, 7.3σ).

DECEMBRE

• LSST

LSST passe avec succès sa *Final Design Review* autorisant le démarrage de la construction en 2014.

JANVIER

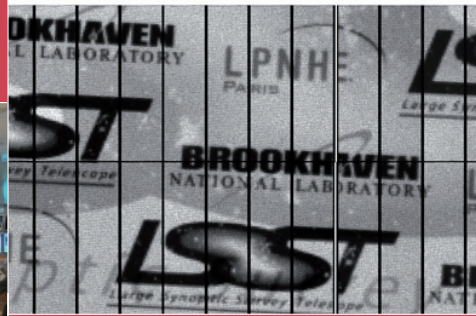
• SNLS

Publication conjointe par les collaborations SNLS et SDSS de la meilleure contrainte à ce jour sur le paramètre w de l'équation d'état de l'énergie noire (Betoule et al, 2014).

MARS

• T2K

Meilleure mesure mondiale de l'angle de mélange θ_{23} grâce à l'observation de la disparition de neutrinos muoniques.



AVRIL

- **CTA**

Début des négociations pour le choix final du site Sud.

MAI

- **LPNHE**

Biennale à Berck-sur-Mer.

PRINTEMPS

- **AUGER**

Fabrication et validation sur le terrain des prototypes de cuves segmentées.

JUILLET

- **HESS**

Détection de l'émission pulsée à très haute énergie de Vela.

- **LPNHE**

Visite du CERN par les personnels du laboratoire.

SEPTEMBRE

- **ILC**

Le LPNHE s'engage dans la collaboration ILC Concept et devient membre de l'Institute Assembly lors de sa première session.

OCTOBRE

- **CTA**

Création de la SARL CTA-Observatory

- **LPNHE**

Inauguration du nouvel amphithéâtre de recherche Charpak et de l'atelier de montage.

Séminaire inaugural de Fabio Sauli.

NOVEMBRE

- **ATLAS**

Premières données cosmiques avec IBL.

- **LHCb**

Découverte de deux nouveaux baryons beaux excités: Ξ_b^{*-} et $\Xi_b^{\prime-}$.

- **LPNHE**

Remise du Cristal du CNRS à Patrick Nayman.

DECEMBRE

- **CTA**

Fin du Technical Design Report.

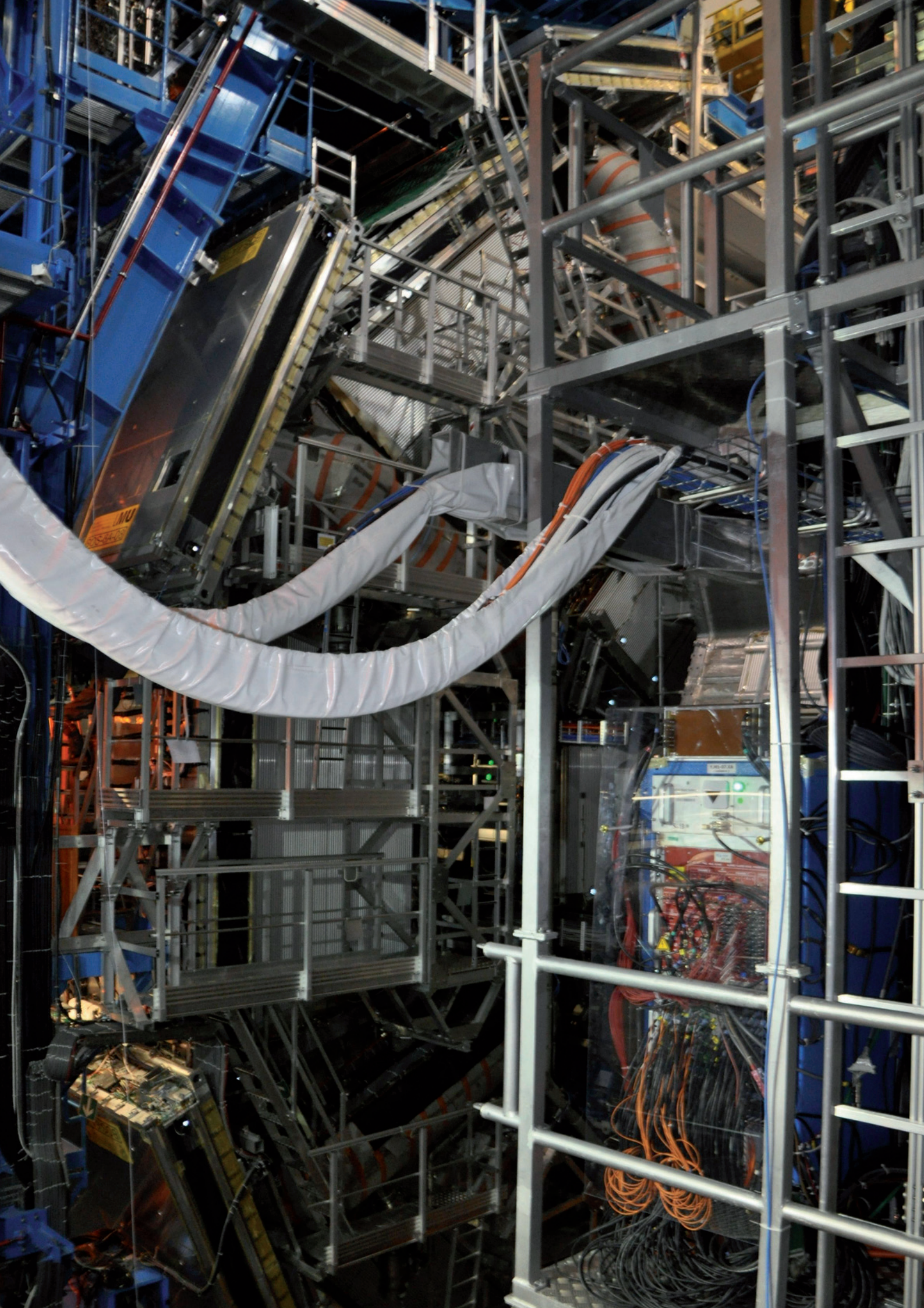
- **LSST**

Lecture de CCDs prototypes de LSST avec une électronique basée sur les ASICs (LPNHE/LAL) et le code FPGA (LPNHE) dédiés au contrôle de CCD.



SOMMAIRE

Avant-propos	3	Compétences et réalisations techniques	65
Les faits marquants	6	Service Electronique et instrumentation	66
Recherche	11	Service Mécanique	69
Masses et interactions fondamentales	13	CTA	70
<i>Physique au Tevatron : DØ</i>	15	Service Informatique	70
<i>ATLAS - mesure des propriétés du boson de Higgs</i>	16	<i>Upgrade de LHCB</i>	71
<i>ATLAS - physique du modèle standard et du</i>		<i>AUGER - EASIER</i>	72
<i>quark top</i>	17	<i>SKYDICE</i>	73
<i>Recherche et développement pour les futurs</i>		Pôles d'expertise	74
<i>détecteurs silicium</i>	19	<i>LSST</i>	74
Asymétrie matière-antimatière	23	<i>ILD-CALICE</i>	76
<i>BaBar</i>	26	<i>HESS</i>	76
<i>L'expérience T2K</i>	26	Plateforme Calcul	77
<i>LHCb : physique des saveurs lourdes au LHC</i>	28	<i>GRIF</i>	78
<i>Phénoménologie et modélisation pour la physique</i>		Plateaux techniques	79
<i>des particules</i>	30	<i>ATLAS Upgrade</i>	80
Matière noire et énergie noire	33	<i>Communications techniques</i>	82
<i>Le groupe Supernova et Cosmologie</i>	35	Fonctionnement du laboratoire	85
<i>Supernova Legacy Survey (SNLS) et Supernova</i>		Organisation	86
<i>Factory (SNF)</i>	36	Partenariats scientifiques	86
<i>Métrologie des flux : le projet DICE</i>	37	Ressources financières	87
<i>Le projet LSST</i>	38	Ressources humaines	88
<i>Dynamique des systèmes auto-gravitants</i>	39	La formation permanente au LPNHE	89
Nature et origine du rayonnement cosmique	41	Communication et documentation	90
<i>AUGER</i>	43	Nouveaux locaux	91
<i>H.E.S.S. : Astronomie gamma des très hautes</i>		Hygiène et sécurité - Radioprotection	92
<i>énergies</i>	45	Services généraux	93
<i>CTA : un observatoire pour l'astronomie gamma des</i>		Personnel du laboratoire au 31/12/2014	94
<i>très hautes énergies</i>	46	Animation scientifique et communication	97
Publications, communications et responsabilités	48	Les séminaires	98
L'enseignement supérieur et la formation		La réunion du vendredi	100
par la recherche	57	La biennale	100
L'enseignement supérieur et le LPNHE	58	La fête de la science	101
Responsabilités dans les instances universitaires	59	Les masterclasses	101
Les thèses au LPNHE	60		
Liste des thèses soutenues au LPNHE entre			
2012 et 2014	61		
Les stages au LPNHE	62		



RECHERCHE

Masses et interactions fondamentales	13
<i>Physique au Tevatron : DØ</i>	15
<i>ATLAS - mesure des propriétés du boson de Higgs</i>	16
<i>ATLAS - physique du modèle standard et du quark top</i>	17
<i>Recherche et développement pour les futurs détecteurs silicium</i>	19
Asymétrie matière-antimatière	23
<i>BaBar</i>	25
<i>L'expérience T2K</i>	26
<i>LHCb : physique des saveurs lourdes au LHC</i>	28
<i>Phénoménologie et modélisation pour la physique des particules</i>	30
Matière noire et énergie noire	33
<i>Le groupe Supernova et Cosmologie</i>	35
<i>Supernova Legacy Survey (SNLS) et Supernova Factory (SNF)</i>	36
<i>Métrologie des flux : le projet DICE</i>	37
<i>Le projet LSST</i>	38
<i>Dynamique des systèmes auto-gravitants</i>	39
Nature et origine du rayonnement cosmique	41
<i>AUGER</i>	43
<i>H.E.S.S. : Astronomie gamma des très hautes énergies</i>	45
<i>CTA : un observatoire pour l'astronomie gamma des très hautes énergies</i>	46
Publications, communications et responsabilités	48



MASSES ET
INTERACTIONS
FONDAMENTALES

Physique au Tevatron : DØ

**Physique au LHC :
Atlas - mesure des
propriétés du boson
de Higgs**

**Physique au LHC :
Atlas - physique du modèle
standard et du quark top
Recherche et dévelop-
pement pour les futurs
détecteurs silicium**

EX
SCHLDE
HR
www.exotech.nl

MASSES ET INTERACTIONS FONDAMENTALES



La découverte de l'équivalence masse-énergie avec l'élaboration de la théorie de la relativité restreinte et l'élucidation progressive de la structure de la matière constituée d'un grand nombre de briques élémentaires identiques, ont amené les physiciens à l'idée que la masse, qui était antérieurement regardée comme un paramètre arbitrairement imposé ou arbitrairement choisi, pouvait être expliquée par la physique elle-même. La théorie quantique des champs (TQC), qui constitue le cadre théorique général de la physique des particules élémentaires, fusionne la relativité et la mécanique quantique. Elle inclut donc cette équivalence masse-énergie par construction dans un édifice bâti pour décrire les interactions entre particules élémentaires et leurs transformations réciproques et constitue naturellement le cadre dans lequel une tentative d'explication de l'origine de la masse des particules peut voir le jour.

D'un autre côté, les symétries peu à peu mises à jour à travers l'exploration expérimentale et l'interprétation théorique des interactions imposent différentes contraintes aux modèles de TQC susceptibles de décrire le monde tel qu'il est. Leur étude et leur exploitation constituent un puissant outil prédictif des propriétés de la théorie. Cependant, dans une approche directe, les deux ingrédients (symétries et masses non nulles) apparaissent incompatibles. L'objet fondamental de la théorie, le lagrangien, comporte des termes cinétiques, des termes d'interaction et des termes de masse. Les symétries auxquelles obéissent les interactions, observées et/ou soupçonnées, s'étendent facilement aux termes cinétiques en postulant l'existence de particules (vecteurs) qui servent d'intermédiaires à ces interactions et en leur attribuant des propriétés de transformation très particulières dictées par le groupe de symétrie (on dit que les interactions sont « jaugées »).

Toutefois, ces mêmes symétries sont violées par les termes de masse qu'on voudrait pouvoir introduire pour décrire les vecteurs et les fermions élémentaires de la théorie tels qu'on les observe, rendant a priori impossible la construction d'un lagrangien vraiment symétrique. La découverte (ou l'invention) du « mécanisme de Higgs » a apporté une élégante solution au problème, tout en prédisant l'existence de particules d'une nature complètement différente de celles qui étaient connues jusque-là. L'idée est de partir d'une théorie sans masse, respectant parfaitement les symétries imposées, en y ajoutant des termes qui, tout en étant eux aussi symétriques, induisent une dissymétrie dans la solution des équations qui déterminent l'état fondamental et les premiers états excités (au sens de la physique quantique) du système.

Ces termes supplémentaires impliquent l'existence d'une particule bosonique massive de spin nul, complètement différente, donc, des fermions de spin $\frac{1}{2}$ et des bosons vecteurs (spin 1) qui décrivent respectivement les briques et le ciment des modèles de TQC en physique des particules fondamentales. C'est cependant grâce à l'interaction des vecteurs et des fermions avec le champ (« de Higgs ») de cette nouvelle particule que ceux-ci peuvent acquérir des masses qui ne violent pas les symétries de la théorie. La symétrie est cachée (on dit qu'elle est « spontanément » brisée), mais elle reste une propriété fondamentale du lagrangien et détermine la plupart des caractéristiques des particules et de leurs interactions. Le « modèle standard de la physique des particules » (MS) ainsi construit, légèrement étendu pour intégrer des neutrinos massifs, a été confirmé dans ses prédictions les plus détaillées par d'innombrables expériences au cours des quelques quarante années écoulées depuis son élaboration. Le boson de Higgs, longtemps resté le dernier ingrédient manquant à l'appel, a finalement été découvert en 2012 grâce aux efforts sans précédent des concepteurs et des constructeurs du LHC et des détecteurs qui l'exploitent.

Pour autant et malgré les brillants succès du modèle standard, tout n'est pas résolu. Si l'existence de masses non nulles se trouve expliquée, le détail du spectre des masses des fermions reste inexpliqué. Par ailleurs, le modèle souffre de certains problèmes de cohérence interne comme par exemple, l'absence d'un mécanisme empêchant la masse du Higgs d'être modifiée (on dit « renormalisée ») par les interactions et de devenir beaucoup plus grande que celle qui est initialement introduite. Par ailleurs, il reste à confirmer, par des études détaillées, que l'objet découvert en 2012 a bien toutes les propriétés attendues du Higgs du modèle standard. Enfin, de nombreux paramètres introduits pour rendre compte des masses et des mélanges observés (entre fermions fondamentaux) ont des valeurs qui ne sont pas expliquées par le MS et laissent donc supposer (ou espérer) l'existence d'une physique « au-delà du modèle standard » sur laquelle, cependant, il n'existe actuellement aucune autre indication expérimentale que ces quelques 19 constantes encore inconnues.

Depuis de nombreuses années, différents groupes du LPNHE ont contribué à la recherche du boson de Higgs, d'abord à travers l'expérience DELPHI sur le collisionneur LEP au CERN, puis avec l'expérience DØ au Tevatron à Fermilab et enfin, dans l'expérience ATLAS au LHC, qui, avec sa voisine CMS, a annoncé en 2012 la découverte d'une résonance neutre à 125 GeV compatible avec le Higgs. Vérifier toutes les propriétés attendues et testables dans les conditions du LHC est évidemment la priorité. Mais le même groupe s'occupe aussi de mesurer avec précision la section efficace de production, la masse et les modes de désintégration du quark top, le plus lourd des fermions élémentaires du modèle standard. La connaissance de cette masse a joué un rôle important dans la chasse au Higgs et est, avec celle du Higgs, un des ingrédients de base dans la discussion de la stabilité du vide électro-faible.

PHYSIQUE AU TEVATRON : DØ

CHIFFRES CLÉS

Luminosité intégrée : **10 fb⁻¹**

500 physiciens de

18 pays différents

Le Tevatron a terminé sa prise de données le 30 Septembre 2011. Depuis le début du Run II au printemps 2001, une luminosité intégrée d'environ 12 fb⁻¹ a été délivrée à chacune des expériences CDF et DØ. Malgré le démarrage du LHC, le Tevatron reste

compétitif dans de nombreux domaines grâce à une grande maturité atteinte en analyse, mais surtout du fait que c'est un collisionneur proton-antiproton. Les analyses de physique menées par le groupe DØ du LPNHE ont concerné la recherche des propriétés du quark top et l'étude du boson de Higgs. Depuis 2012, le groupe se concentre essentiellement sur ce dernier sujet, qui a fait l'objet d'une thèse soutenue en 2013.

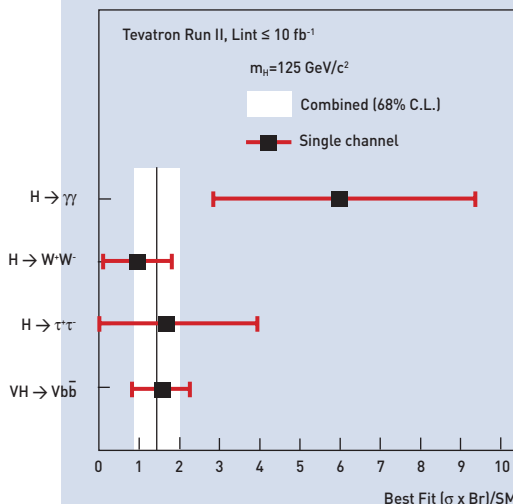
Recherche / étude du boson de Higgs

Avec la luminosité accumulée, le Tevatron permet la recherche directe du boson de Higgs, particulièrement dans le domaine de basse masse entre 115 et 135 GeV. Néanmoins, une luminosité importante est nécessaire pour atteindre un nombre d'événements suffisant pour une telle découverte, et à basse masse il faut également combiner plusieurs canaux de recherche pour atteindre la sensibilité voulue. Le groupe a joué un rôle pionnier dans la recherche du boson de Higgs au Tevatron, avec cinq thèses et deux habilitations à diriger des recherches sur ce sujet depuis 2004 et des responsabilités centrales sur cette recherche au niveau de la collaboration, y compris sur la combinaison des résultats de DØ et CDF. La recherche du boson de Higgs à basse masse

nécessite entre autres un bon étiquetage des jets de b, ainsi que l'utilisation de techniques d'analyse multidimensionnelles pour discriminer le signal du bruit de fond. Pour valider cette recherche du boson de Higgs, le groupe étudie les processus WZ où le Z se désintègre en paires de quarks b, donc exactement le même état final que le canal WH recherché. En 2012, la combinaison avec les canaux de CDF a permis une observation de ce processus à 4.6 écarts standards.

En Juillet 2012, les expériences du LHC ont annoncé la découverte d'une particule compatible avec le boson de Higgs dominée par ses désintégrations bosoniques. De leur côté, CDF et DØ présentaient une indication à ~3 écarts standards pour une particule se désintégrant en bb, avec une masse comprise entre 120 et 135 GeV, montrant donc la possibilité de désintégrations fermioniques de cette particule, comme attendu dans le modèle standard. Le groupe du LPNHE a finalisé ses analyses H→bb en 2013. Celles-ci, combinées avec les autres mesures du Tevatron, ont permis d'obtenir des résultats sur la section efficace de production WH+ZH avec H→bb et sur les couplages du boson de Higgs (voir figure). Les dernières analyses du groupe ont pour objectif de contraindre la valeur du spin du boson de Higgs dans les canaux à basse masse, ce qui n'a pas encore été réalisé au LHC. Les résultats en cours de publication confirmeront la valeur J^P=0⁺ comme le modèle standard le prédit. L'activité du groupe sera terminée à la fin de 2015, alors que le mandat de 3 ans de porte-parole de l'expérience d'un membre du groupe s'est achevé à l'été 2014.

Chercheurs et Doctorants : G. Bernardi, D. Li, L. Zivkovic



Ajustement de $R = (\sigma \times \text{Br}) / \text{SM}$ à partir de la combinaison des résultats de CDF et DØ sur le boson de Higgs (H → WW, H → b \bar{b} , H → γγ, et H → ττ) pour une masse du boson de Higgs de 125 GeV.

ATLAS - MESURE DES PROPRIÉTÉS DU BOSON DE HIGGS

Le groupe du LPNHE a joué un rôle actif dans la découverte d'une nouvelle particule, dont les propriétés sont compatibles avec celle du boson de Higgs, annoncée par les expériences ATLAS et CMS le 4 juillet 2012. Les efforts du groupe étaient alors concentrés sur la recherche du boson de Higgs dans son mode de désintégration en deux photons. Si le taux de désintégration correspondant n'est que de 0.2%, l'étude de ce canal permet cependant de reconstruire la masse invariante des deux photons avec une excellente précision, meilleure que 2 GeV. C'est ainsi qu'un signal d'un niveau de 4.5 écarts standards, à une masse d'environ 125 GeV, a été annoncé par ATLAS en juillet 2012. Il a été confirmé au niveau de 5.2σ par l'analyse de la totalité des données enregistrées en 2011 et 2012, soit environ 550 événements de signal pour 13000 de bruit de fond, dans une fenêtre en masse définie de façon à contenir 90% du signal. En combinant les canaux de désintégrations $H \rightarrow \gamma\gamma$ et $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4l$ ($l=e$ ou μ) et grâce à un minutieux travail notamment en matière d'étalonnage du calorimètre électromagnétique, la masse de cette particule a été estimée à $m_H = 125.36 \pm 0.37(\text{stat}) \pm 0.18(\text{syst})$ GeV.

Dans le cadre de l'étude de la désintégration en deux photons, le groupe a contribué à caractériser tant le bruit de fond que le signal. L'analyse des données de 2010 pour mesurer la section efficace de production directe de paires de photons, décrite dans le rapport précédent, a ainsi été réitérée sur l'échantillon des données 2011. Cette nouvelle étude, plus précise grâce à la taille de l'échantillon disponible, a permis de confronter les prédictions de générateurs Monte Carlo et de calculateurs à l'ordre supérieur concernant diverses sections efficaces différentielles pertinentes pour la recherche ou l'étude du boson de Higgs.

La caractérisation du signal est essentielle pour déterminer si la particule observée est ou non le boson de Higgs du modèle

standard. Une partie de la réponse peut être apportée par la mise en évidence et la mesure des sections efficaces des différents modes de production. Le groupe a ainsi contribué à l'étude du mode de production par fusion de bosons vecteurs. En utilisant l'ensemble des données enregistrées en 2011 et 2012, le produit de la section efficace de ce mode de production par le taux de désintégration en deux photons a été estimé à 0.8 ± 0.7 fois la prédiction du modèle standard. L'étude de la distribution angulaire des photons de la désintégration permet de même de caractériser le signal. L'hypothèse d'un spin nul, telle que dans le modèle standard, peut ainsi être comparée à un certain nombre de modèles effectifs. Grâce à l'analyse des désintégrations $H \rightarrow \gamma\gamma$, ATLAS a ainsi exclu l'hypothèse d'une particule de spin 2 (par exemple un graviton), produite par fusion de gluons, à 99% de niveau de confiance. Le groupe a eu un rôle prédominant dans l'analyse présentée lors des conférences de Moriond en 2013 ainsi que dans la combinaison avec les autres canaux, publiée en juillet 2013.

Une autre façon d'aborder la question est de rechercher des désintégrations rares du boson de Higgs, par exemple celle en un boson Z et un photon. Un excès dans ce canal, compte-tenu du fait que le nombre de désintégrations en deux photons observé est compatible, au niveau d'environ 30 %, avec les prédictions du modèle standard, pointerait par exemple vers une particule de nature composite. Le groupe a été impliqué à tous les niveaux de cette étude, depuis la définition de l'analyse, son optimisation grâce au traitement de l'échantillon à l'aide de plusieurs catégories, jusqu'à la publication. Aucun excès n'a été observé dans les données 2011-2012 : une limite sur le produit de la section efficace de production du boson de Higgs par le taux de désintégration en $Z\gamma$ de 9 fois la prédiction du modèle standard a été établie, la limite attendue ayant été estimée à 11.

Au-delà des désintégrations en deux bosons (W, Z, γ), désormais établies, il est important de mettre en évidence celles en deux fermions. Dans ce contexte, le groupe a décidé d'orienter une partie de son activité vers la recherche de désintégrations du boson de Higgs en une paire de quark-antiquark beaux. C'est un canal qui bénéficie d'un rapport d'embranchement élevé (environ 60%) mais souffre d'un niveau de bruit de fond très important au LHC. La principale méthode pour améliorer le rapport signal sur bruit est de se limiter à la recherche de bosons de Higgs produits en association avec un W ou un Z. ATLAS a publié le résultat de l'analyse sur l'ensemble des données 2011-2012 : la déviation par rapport au bruit de fond observée est de 1.4 écarts standard, pour une sensibilité attendue de 2.6. Le groupe a contribué à la combinaison des résultats obtenus à 7 et 8 TeV, ainsi qu'à une mesure de contrôle, celle de la production de paires WZ et ZZ.

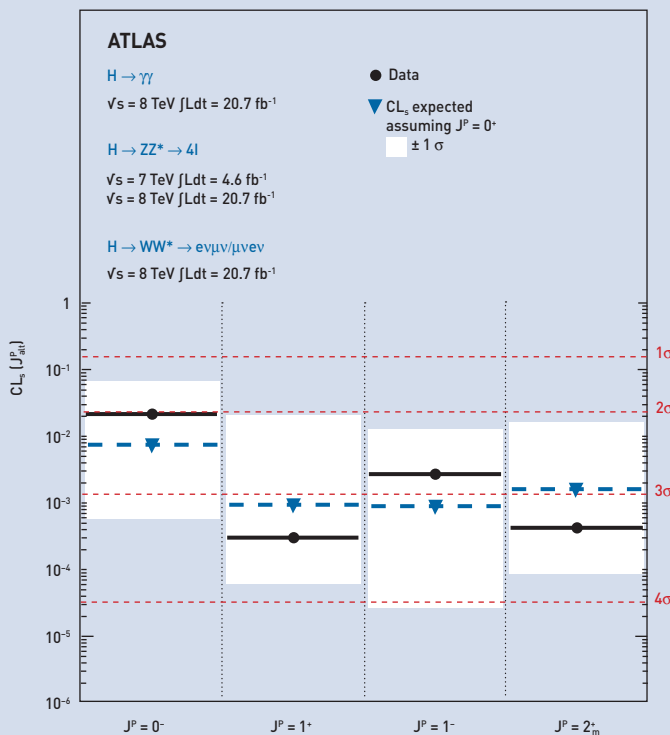
La qualité des résultats de l'expérience ATLAS requiert un bon fonctionnement du détecteur ainsi qu'une compréhension fine des objets utilisés dans les analyses. Le groupe du LPNHE a ainsi poursuivi sa traditionnelle contribution au fonctionnement du calorimètre électromagnétique à argon liquide par l'estimation de l'effet des résistances des électrodes dans les corrections des hautes tensions, et en montrant que cet effet restera sous contrôle pour les luminosités attendues lors de la prochaine prise de données. Du point de vue de la compréhension des photons, les études ont été multiples et leurs résultats essentiels pour nombre d'analyses publiées par ATLAS. Par exemple, la mesure de l'efficacité d'identification des photons, tant au niveau du système de déclenchement que du traitement hors ligne, à l'aide de plusieurs méthodes basées sur les données réelles, a permis de réduire de 11 à 1% l'incertitude associée sur la mesure de la section efficace de la production du boson de Higgs, suivie de la désintégration en deux photons ;

• • •

l'étude des critères d'isolation des photons a mené à une nouvelle définition de l'énergie transverse d'isolation, moins sensible au taux d'empilement des événements et très largement utilisée dans la collaboration ; l'estimation de l'échelle d'énergie des photons à partir des désintégrations radiatives du Z en deux leptons (électrons ou muons) a

été l'un des ingrédients de l'amélioration de la mesure de la masse du boson de Higgs dans le canal en deux photons ; l'étude du développement longitudinal des gerbes électromagnétiques dans les données réelles a également contribué à diminuer une des principales incertitudes systématiques sur la mesure de l'énergie des photons.

Chercheurs et Doctorants : N. Barakat, G. Calderini, S. De Cecco, O. Davignon, P. Francavilla, B. Laforge, S. Laplace, K. Liu, A. Lopez-Solis, P. Luzi, G. Marchiori, I. Nikolic-Audit, J. Ocariz, C. Pandini, C. Rangel, L. Roos, H. Torres, L. Yao, Y. Yap



Niveaux de confiance (CLs) prévus (triangles bleus / lignes pointillées) et observés (cercles noirs / lignes solides) pour différentes hypothèses de spin (J) et parité (P) du boson de Higgs par rapport à l'hypothèse $J^P=0^+$ du Modèle Standard. La bande blanche représente la région d'exclusion attendue à 68% CL pour un signal 0^+ . Pour l'hypothèse de spin 2, les résultats pour un modèle spécifique 2^+_m sont présentés. Sur les ordonnées à droite, le nombre correspondant de déviations « standard » gaussiennes est donné.

CHIFFRES CLÉS

Run1 (2010-2012) :

- Luminosité intégrée : **25 fb^{-1}**

- Energies des collisions p-p : **7 et 8 TeV**

- Plus de **0,5 million** de bosons de Higgs produits,

14 millions de quarks top produits,

150 Po de données stockées sur la grille

ATLAS - PHYSIQUE DU MODÈLE STANDARD ET DU QUARK TOP

Le groupe a amplifié son engagement dans la physique du modèle standard, avec des mesures inclusives de sections efficaces de production de jets, dijets et de paires de quarks top, ainsi qu'une mesure de la masse du quark top. Il a aussi été impliqué dans l'amélioration de générateurs Monte Carlo pour des processus électrofaibles. Ces études permettent de tester les pré-

diction théoriques du modèle standard et de conduire à une possible indication de la présence de nouvelle physique en cas de désaccord.

En 2012, le groupe a finalisé une mesure de la section efficace de production de paires de quarks top dans les canaux dileptoniques (ee , $\mu\mu$ et $e\mu$) avec les données à 7 TeV,

$\sigma = 178.8 \pm 2.3(\text{stat}) \pm 1.2(\text{syst}) \text{ pb}$. Il a poursuivi cet effort dans le canal $e\mu$ avec une mesure de la masse du quark top avec la méthode des éléments de matrice, $m = 173.3 \pm 0.6(\text{stat}) \pm 2.5(\text{syst}) \text{ GeV}$. Il s'agit de la première mesure de la masse du quark top par la collaboration avec cette méthode (voir figure). Ce travail est actuellement poursuivi avec les données à 8 TeV. Ces étu-



des ont fait l'objet de deux thèses soutenues (2012, 2014) et d'une actuellement en cours. Le groupe a complété ce programme avec une mesure de la section efficace inclusive de production de paires de quarks top dans le canal complètement hadronique avec les données à 8 TeV, $\sigma = 207 \pm 7(\text{stat}) \pm 59(\text{syst})$ pb. Cette étude a fait l'objet d'une thèse soutenue en 2014 et bénéficie encore de l'appui d'un post-doc, pour une mesure de la section efficace différentielle.

Dans la plupart des cas, la précision des analyses est limitée par la connaissance des performances du détecteur (précision de la mesure de l'énergie des particules, efficacité de reconstruction et d'identification). En ce qui concerne l'utilisation des leptons, le groupe a contribué aux estimations du bruit de fond dû aux erreurs d'identification dans les analyses du quark top (avec une précision comprise entre 10 % et 50 % dans les canaux semileptoniques et de 30 % à 100 % dans les canaux dileptoniques) et à des études sur l'étalonnage en énergie des électrons.

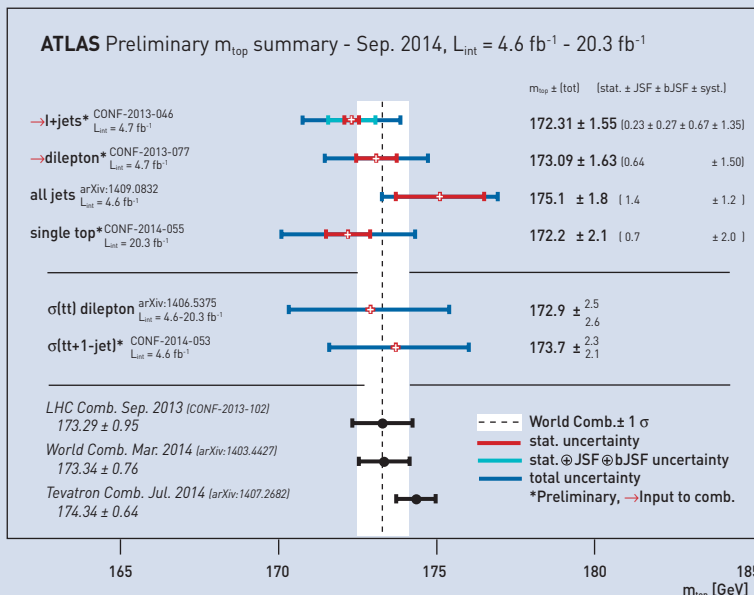
Pour l'utilisation des jets, il a fortement contribué à leur étalonnage en énergie (précision au %), ainsi qu'à des études préliminaires sur l'étiquetage des jets de b pour le Run 2.

Le groupe est aussi impliqué dans des réflexions sur les moyens d'améliorer la mesure de la luminosité absolue, pour atteindre une précision meilleure que 1%. Enfin il participe à l'amélioration de générateurs Monte Carlo spécialisés pour la production de processus électrofaibles. Parallèlement aux analyses sus-mentionnées, le groupe participe aussi au fonctionnement de l'expérience à travers des tâches d'intérêt général.

Le groupe a assumé des responsabilités de coordination sur l'estimation du bruit de fond des leptons mal identifiés dans les analyses top (2013-2014), sur l'étalonnage en énergie des jets (2012), et sur les analyses photons et jets dans le modèle standard (2013-2014). Le groupe a aussi eu des responsabilités d'écriture d'articles ou de notes en tant qu'auteur, éditeur ou dans

des Editorial Board d'ATLAS. Le groupe est aussi impliqué dans des collaborations avec d'autres laboratoires, en particulier à Cracovie (IFJ-PAN, Université Jagellon). Plusieurs visiteurs étrangers ont été accueillis, équivalent à 12 personnes-mois. Enfin, certains membres ont participé à des études, en dehors de la collaboration ATLAS, sur la détermination de la contribution hadronique au moment magnétique anormal g-2 du muon et à celle de la constante de couplage fort α_s , utilisant des données de précision à basse énergie.

.....
Chercheurs et Doctorants : T. Beau, A. Demilly, F. Derue, M. Krasny, D. Lacour, G. Lefebvre, B. Malaescu, N. Méric, S. Pires, M. Ridel, P. Schwemling, S. Trincaz-Duvoid, D. Varouchas



Mesures individuelles ATLAS et combinaison LHC-Tevatron de la masse du quark top.

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT POUR LES FUTURS DÉTECTEURS SILICIUM

Deux activités de R&D sur les capteurs au silicium sont en cours pour préparer d'une part la phase de haute luminosité du LHC (HL-LHC) dans ATLAS et, d'autre part, une future expérience auprès de l'ILC (International Linear Collider).

Recherche et Développement pour le nouveau trajectographe d'ATLAS

D'ici 10 ans le CERN prévoit d'augmenter d'un facteur 5 la luminosité instantanée du LHC qui deviendra une machine à haute luminosité, le HL-LHC (*High Luminosity LHC*). Pendant 10 ans à partir de 2024 le HL-LHC devrait accumuler environ $2\,500\text{ fb}^{-1}$ (« Phase-II »). Avec la croissance de la luminosité instantanée, le *pile-up*, le taux d'événements et la fluence des rayonnements augmenteront et les performances du détecteur de traces actuel d'ATLAS ne seront pas suffisantes. Un nouveau trajectographe doit être construit. Le LPNHE est impliqué dans plusieurs études entreprises pour le définir, qui concernent les nouveaux senseurs, l'électronique de front-end ainsi que la chaîne d'acquisition, la structure de support et le système de refroidissement.

Notre groupe est membre de la collaboration PPS (Planar Pixel Sensors) qui étudie les capteurs pixels hybrides planaires, structurés comme ceux actuellement installés sur ATLAS. Le but est de spécifier les dispositifs qui permettront de maintenir ou d'améliorer les performances actuelles de la reconstruction des trajectoires des particules chargées dans les conditions expérimentales de la phase-II bien plus contraignantes. En particulier la fluence attendue à la fin de la phase HL-LHC pour les pixels les plus proches du point d'interaction est 10 fois plus grande que la limite actuelle. Les objectifs majeurs pour les capteurs à pixels sont d'améliorer la granularité, maximiser la zone sensible de la surface couverte, optimiser la collection de charge, diminuer l'épaisseur traversée par les particules. Les outils mis en œuvre pour la conception, la caractérisation et les tests de prototypes incluent : la simulation de

structures en silicium, les études des effets d'irradiation, des diagnostics en salle blanche, des bancs de test au laboratoire et des expériences en faisceau test. Notre groupe est impliqué dans toutes ces activités. En développant au sein d'un programme de simulation TCAD (Technology Computer Aided Design) une modélisation des dommages induits par les rayonnements nous avons construit un logiciel à même de prédire les performances des senseurs après irradiation.

Avec la fonderie FBK-CMM (Trento), le LPNHE est moteur dans le développement de capteurs à bords étroits actifs où la zone inefficace à la périphérie des matrices de pixels est réduite d'un ordre de grandeur. Ces capteurs équiperont les zones les plus internes du trajectographe. Les logiciels de simulation TCAD sont essentiels pour valider le dessin des senseurs comme on le constate sur la figure page suivante : le champ électrique (après irradiation) près du bord se dégrade peu de sorte que l'efficacité de détection est maintenue. Des plaquettes prototypes de pixels de 50 par 250 micromètres, épaisses de 200 micromètres avec entre 0 et 2 anneaux de garde, interfacées avec le circuit intégré de lecture FEI4 ont été fabriquées. Elles sont en cours de caractérisation au LPNHE en salle blanche à basse température, sur le banc test, avec une source radioactive de ^{90}Sr et un faisceau laser collimé, avant et après irradiation par des neutrons; les résultats sont prometteurs et en accord avec les prédictions obtenues à partir des simulations. Quelques plaquettes validées en octobre 2014, vont être étudiées en faisceau au SPS début novembre. Le responsable de la coordination des mesures en faisceau des senseurs à pixels conçus pour la phase HL-LHC d'ATLAS, y compris l'analyse de données, est un physicien du LPNHE.

En plus de ces travaux au sein de la collaboration PPS qui se poursuivent par itérations successives, une activité de développement d'un système de refroidissement par microcanaux a récemment commencé. Les futurs

capteurs et leur électronique dissipent davantage de puissance, qu'il faut évacuer tout en les maintenant à une température inférieure à -20 °C afin de minimiser les dommages induits par les rayonnements. Nous développons à cet effet un système innovant de refroidissement par évaporation de CO_2 qui circule dans des microcanaux gravés dans le silicium. Un tel système permet de minimiser la quantité de matière, de transférer la chaleur sur une grande surface, et d'éviter les dilatations thermiques différentielles. La première étape sera la réalisation d'un démonstrateur. Il est envisagé de collaborer par la suite avec le CERN, DESY et les autres laboratoires impliqués dans ce type de recherche.

.....
Chercheurs et Doctorants : T. Beau, R. Beccherle, M. Bomben, G. Calderini, J. Chauveau, G. Marchiori, P. Schwemling
Equipe technique : F. Crescioli, F. De Matos, J.-F. Genat, D. Laporte, O. Le Dortz

Recherche et Développement pour le calorimètre CALICE (Calorimeter for the Linear Collider with Electrons) pour l'ILC

Le futur accélérateur linéaire ILC (International Linear Collider) ainsi que les détecteurs qui y seront installés sont en phase de recherche et développement. Le LPNHE participe à ces travaux de R&D dans le cadre de la collaboration CALICE (Calorimeter for the Linear Collider with Electrons) et contribue, plus spécifiquement, aux études sur le calorimètre électromagnétique silicium tungstène destiné notamment au détecteur ILD (International Large Detector). Ce détecteur à haute granularité est optimisé pour permettre la mesure des flots de particules avec plusieurs jets dans l'état final, avec une énergie dans le centre de masse allant de 90 GeV à 1 TeV. Les contributions du laboratoire sont centrées sur la partie active du calorimètre et concernent les capteurs silicium placés de chaque côté des absorbeurs en tungstène. Ces capteurs silicium de type n, hautement résistifs, de l'ordre de 5 k Ω .cm, sont réalisés suivant un pro-



CHIFFRES CLÉS

Energie de ILC dans le centre de masse : **500 GeV**

Longueur de la partie linéaire de l'accélérateur : **31 km**

Nombre de voies de lecture du calorimètre électromagnétique Calice : **10^8**

• • •

cédé simple face. Le laboratoire a en charge la partie collage des capteurs silicium sur les circuits imprimés (cartes de front-end) et la caractérisation de chaque capteur.

Le LPNHE contribue également aux relations avec les industriels susceptibles de fournir les détecteurs silicium.

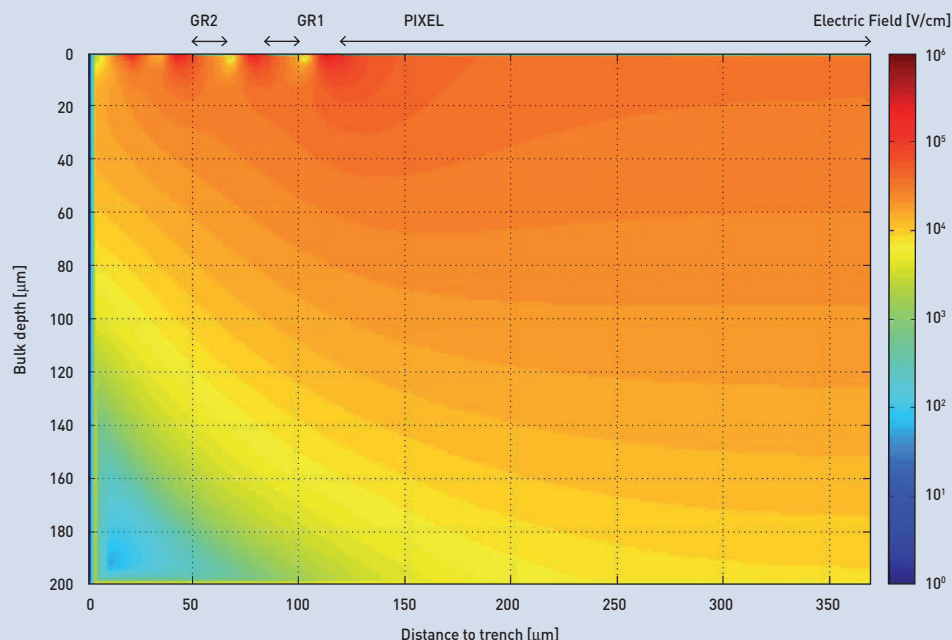
Dans ce cadre, le programme de R&D revêt deux aspects : d'une part, la mise en œuvre du collage a permis de définir la procédure (choix de la colle conductrice, quantité de colle à déposer, durée et température de polymérisation, mesure de résistance mécanique, mesure de résistivité, contrôle de l'absence de court-circuit, uniformité du collage du point de vue mécanique et électrique); d'autre part, une étude est en cours sur l'automatisation du processus de collage pour la totalité des capteurs silicium, soit l'équivalent d'une surface de 2500 m². Pour cela, le groupe met au point un scénario associant le système automatique de dépôt de colle à un robot cartésien acquis en 2013 pour la manipulation et l'alignement des différentes pièces au cours du collage.

Au cours de cette même période, le groupe a produit les modules comprenant chacun un capteur silicium collé sur une carte front-end destinés à un prototype de calorimètre et testés en faisceau à DESY durant l'été 2013. L'activité de R&D consiste également à caractériser les détecteurs et les circuits imprimés avant collage d'un point de vue métrologique, et après collage en mesurant les courants de fuite. Ces mesures font partie de la démarche qualité mise en place au laboratoire pour ce projet.

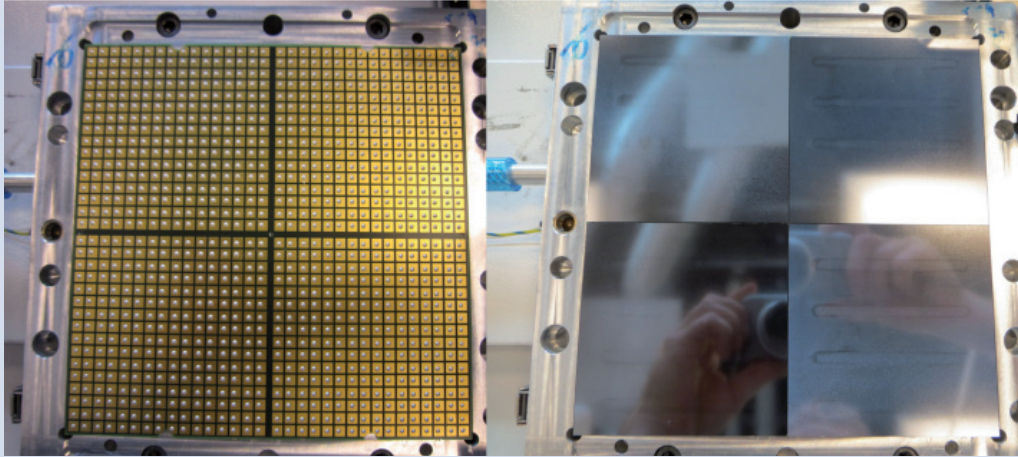
Enfin, la construction d'un nouveau prototype a débuté fin 2014 associant quatre capteurs par circuit (voir figure page suivante). Cette configuration nominale impose une précision du positionnement de l'ordre de 20 micromètres. L'objectif est de fabriquer un module de calorimètre pouvant comporter jusqu'à dix plans et de le tester en faisceau en 2015.

Chercheurs et Doctorants : J.-E. Augustin, D. Lacour

Equipe technique : J. David, P. Ghislain, J.F. Huppert, L. Lavergne, J.M. Parraud, D. Vincent



Carte du champ électrique à la périphérie d'un capteur à bords actifs avec deux anneaux de garde GR1 et GR2. A l'aplomb de ceux-ci, le champ reste similaire à celui du pixel.



A gauche : collage de quatre plaques de verre sur un circuit imprimé permettant la visualisation des points de colle. A droite : collage des quatre senseurs silicium sur un circuit imprimé, constituant un plan du calorimètre électromagnétique.



ASYMÉTRIE
MATIÈRE-
ANTIMATIÈRE

BaBar

L'expérience T2K

**LHCb : physique des
saveurs lourdes au LHC**

**Phénoménologie et
modélisation pour la
physique des particules**

CHAMP MAGNETIQUE
DANGER
MAGNETIC FIELD

ASYMÉTRIE MATIÈRE-ANTIMATIÈRE



Depuis la ré-interprétation des solutions d' « énergie négative » de l'équation de Dirac comme décrivant des particules de charge opposée et la découverte expérimentale du positron dans les produits du rayonnement cosmique, l'asymétrie existant de fait entre matière et antimatière n'a pas cessé d'interroger les physiciens. La question a deux aspects principaux.

- L'Univers est fait de matière. Des « galaxies d'antimatière » s'annihilant avec la matière ordinaire dans les zones frontières engendreraient un rayonnement très abondant qui n'est pas observé. Expérimentalement, les quelques antiparticules trouvées dans le rayonnement cosmique sont compatibles avec ce qu'on attend des collisions de baryons ou de photons de haute énergie avec la matière traversée. Pourtant, si on bannit les hypothèses *ad hoc*, l'Univers en ses premiers instants devait contenir autant d'anti-quarks que de quarks.
- D'un autre côté, après la découverte de la violation de la parité et donc de la conjugaison de charge dans les années 50, on sait depuis 1964 et l'observation de la désintégration du K^0 long en deux pions que la parité combinée CP est elle aussi violée et qu'ainsi la symétrie matière-antimatière n'est pas parfaite au niveau microscopique non plus. Plus récemment, un degré de violation de CP plus grand que celui trouvé dans le système des kaons a été mis à jour dans les désintégrations des mésons "beaux" (contenant un quark b).

La question est donc de savoir si l'asymétrie microscopique, qui permet de caractériser de façon absolue ce qu'on appelle « matière » (un K^0 long se désintègre un peu plus souvent en $e^+\pi^+\bar{\nu}_e$ qu'en $e^+\pi^0\nu_e$) pourrait être à l'origine de l'Univers macroscopique asymétrique que nous observons. Un Univers primitif symétrique a pu engendrer notre monde asymétrique s'il existe des interactions violant la conservation du nombre baryonique et celle des parités C et CP et si ces réactions se sont trouvées hors d'équilibre thermique à un certain moment (conditions de Sakharov). Le niveau d'asymétrie à expliquer peut s'évaluer par le rapport baryons/photons, de l'ordre de 10^{-10} .

La violation de CP a fait l'objet de nombreuses tentatives d'explication. Dans le cadre du modèle standard (MS) avec trois générations de fermions, les champs des quarks se retrouvent mélangés dans les courants faibles chargés après diagonalisation de la matrice de masse. La matrice unitaire CKM qui décrit ces mélanges peut être paramétrée par trois angles correspondant à des rotations bidimensionnelles et une phase complexe (qui s'élimine si un des angles de rotation est nul). Ce facteur de phase entraîne une violation de CP dans l'amplitude de certains processus faibles où il intervient. Les violations constatées et l'adéquation avec la description qu'en donne le modèle standard sont maintenant bien établies. Par ailleurs, une violation du nombre baryonique dans le MS peut être induite par des solutions non-perturbatives des équations des champs. La dernière condition de Sakharov, l'existence d'une période hors équilibre, se conçoit facilement au moment d'une transition de phase par exemple. Il apparaît cependant que l'excès de baryons engendré par ces mécanismes est très insuffisant pour expliquer l'asymétrie baryonique de l'Univers, de sorte qu'il n'est pas encore répondu clairement à la question posée et que d'autres sources de violation de CP doivent être recherchées.

Il existe cependant une autre possibilité liée à une éventuelle violation de CP dans le secteur leptonique (jamais observée expérimentalement jusqu'ici) qui serait transmise aux hadrons par un mécanisme complexe mettant en jeu les solutions non perturbatives dont il a déjà été question. En outre, on sait depuis la fin du vingtième siècle, que les champs de leptons sont eux aussi mélangés dans les courants qui interviennent dans leurs transitions faibles. Ces mélanges sont décrits par la matrice dite PMNS, analogue leptonique de la matrice CKM qui peut, pour les mêmes raisons (présence de facteur(s) de phase complexe(s)) induire une violation de CP dans certains processus leptoniques faibles.

Le mélange des champs leptoniques a été mis en évidence expérimentalement par l'observation du phénomène d'oscillation des neutrinos qui a montré que, contrairement à ce qu'on a pu croire après la découverte d'un neutrino ν_μ différent du neutrino électronique, les « nombres leptoniques de saveur » ne sont pas séparément conservés. Les neutrinos formés par courant faible chargé sont des superpositions d'états de masses qui vont évoluer dans le temps en acquérant des phases dynamiques différentes du fait de leurs masses différentes. Donc les amplitudes de transition de ces neutrinos vers tel ou tel lepton chargé vont elles aussi changer dans le temps. Il en résulte qu'un neutrino « né » muonique peut se manifester ultérieurement comme un neutrino électronique en produisant un électron. Découvertes grâce aux neutrinos atmosphériques et solaires, les oscillations font désormais l'objet de nombreuses études avec des neutrinos de réacteurs nucléaires et d'accélérateurs. Ces expériences mesurent les éléments de la matrice PMNS ainsi que les différences des masses carrées des neutrinos qui entrent, avec l'énergie du faisceau et la distance du point d'observation, dans le calcul des probabilités de transition entre les différentes saveurs.

Dans ce cadre, une violation de CP se traduirait, par exemple, par une différence entre la probabilité $P(\nu_\mu \rightarrow \nu_e)$ et la probabilité correspondante pour les antineutrinos, toutes choses égales par ailleurs.

Un problème connexe lié à la violation de CP dans le secteur des neutrinos vient de ce qu'étant non chargés, ces fermions sont les seuls qui pourraient éventuellement être leurs propres antiparticules (neutrinos de Majorana) ainsi que le prévoient de nombreuses extensions du modèle standard. Pour y répondre, la méthode expérimentale utilisée jusqu'ici consiste à essayer d'observer la double désintégration beta sans neutrinos d'un noyau. Notons que si les neutrinos sont effectivement des particules de Majorana, alors deux autres facteurs de phase entrent dans la matrice PMNS et diversifient les possibilités théoriques de violation de CP dans le secteur leptonique.

La physique du quark b et la violation de CP sont étudiées par une équipe du LPNHE travaillant sur l'expérience LHCb, détecteur spécifiquement construit pour étudier les mésons B produits au LHC. Elle fait suite à l'expérience Babar à SLAC qui utilisait les paires $B\bar{B}$ produites dans les collisions e^+e^- , à laquelle le laboratoire a aussi participé. La physique des mésons B et les problèmes liés à la violation de CP font partie des sujets d'étude du groupe des phénoménologues du LPNHE.

Une autre équipe du laboratoire travaille à l'expérience d'oscillation de neutrinos T2K au Japon. T2K a donné une première mesure du troisième angle de mélange, θ_{13} , de la matrice PMNS en détectant l'apparition de ν_e dans un faisceau de ν_μ . Les expériences précédentes n'avaient fait que préciser les valeurs des paramètres déjà connus correspondant aux oscillations des neutrinos solaires et atmosphériques. La voie est donc ouverte vers l'étude de la violation de CP dans le monde leptonique via la matrice PMNS.

BABAR

Le LPNHE participe à l'expérience BABAR depuis sa conception, en 1994. Depuis l'arrêt de la prise de données en 2008, son activité porte essentiellement sur les analyses de physique. Bien que la plupart des membres de l'ancien groupe aient désormais d'autres activités, ils restent impliqués dans les instances de la collaboration avec la coordination du « Speakers bureau » et du groupe de travail « Charmless hadronic B decays », et la participation à l'« Executive board ». Ils ont également contribué à la rédaction du livre « Physics of the B Factories » qui résume la physique et les résultats des expériences BABAR et Belle. Le groupe garde un rôle actif dans le contrôle de la qualité

des publications concrétisant des travaux et des analyses initiés au LPNHE.

La principale activité d'analyse menée au LPNHE pendant cette période porte sur les désintégrations $B^0 \rightarrow K^0_s p^0 \gamma$, qui ont lieu via un processus « pingouin radiatif » du type $b \rightarrow s \gamma$. Dans le cadre du Modèle Standard, la polarisation du photon dans un tel processus est bien déterminée. La contribution de phénomènes de nouvelle physique permettrait l'existence d'un photon d'hélicité opposée ce qui affecterait certaines observables. Ici, il s'agissait de sonder la polarisation du photon de l'état final par la mesure de l'asymétrie CP dépendante du

temps. L'extraction des paramètres d'intérêt a été effectuée par une méthode originale d'analyse en amplitude, qui a aussi permis de mesurer plusieurs rapports d'embranchement pour les états intermédiaires résonnants. Pour certains d'entre eux, il s'agit de la meilleure mesure à l'heure actuelle, ou d'une première mesure.

.....
Chercheurs et Doctorants : S. Akar, E. Ben-Haim, M. Bomben, G. Bonneaud, G. Calderini, J. Chauveau, B. Malaescu, G. Marchiori, J. Ocariz
.....

L'EXPÉRIENCE T2K

L'expérience T2K est consacrée à l'étude des oscillations des neutrinos. Son but principal est la mesure de l'angle θ_{13} de la matrice PMNS. T2K est la première expérience d'oscillations de neutrinos qui cherche à mettre en évidence et à mesurer l'apparition de neutrinos d'un type (électronique) non présent dans l'état initial (un faisceau de neutrinos muoniques) et non pas la disparition de neutrinos initialement présents. Le faisceau de neutrinos est produit à l'aide du synchrotron à protons de J-PARC (Tokaimura, Japon) et traverse d'abord un détecteur proche (ND280), situé à 280 mètres de la cible de production, puis un détecteur lointain, SuperKamiokande (SK), installé 295 kilomètres plus loin. Afin de maximiser la probabilité d'oscillation à la distance de SK, le faisceau a été conçu de façon à ce que la ligne de vol cible-ND280-SK fasse, avec l'axe du faisceau, un angle de 2.5 degrés. Dans cette direction, le spectre de neutrinos muoniques issus de la désintégration des pions (de loin les plus abondants) a son maximum à 600 MeV, qui est l'énergie pour laquelle la probabilité en question est maximale. Les prises de données ont débuté en 2010. La statistique accumulée jusqu'en 2013

ne correspond encore qu'à 10% du total attendu de l'expérience.

Le groupe du LPNHE contribue en même temps qu'à T2K, à une expérience ancillaire ayant lieu au CERN. Cette dernière (NA61/SHINE) concerne des expériences d'ions lourds et de neutrinos. Pour ce qui est de T2K, il s'agit de mesurer précisément la production de hadrons précurseurs de neutrinos dans les collisions d'un faisceau de protons de même énergie que celui de J-PARC avec une cible qui est la réplique de celle qui sert à la production de neutrinos dans T2K.

Ces mesures permettent d'augmenter fortement la précision des flux de neutrinos prédits, laquelle constitue une des sources d'incertitude majeures dans les analyses en oscillations. Avec les données de NA61/SHINE, ces incertitudes ont été divisées par deux, et l'exploitation de l'ensemble des données prises devrait permettre d'arriver à des prédictions au niveau de 5% de précision.

Une autre contribution du groupe du LPNHE a porté sur l'analyse des interactions des neutrinos dans ND280. La mesure de leur

spectre dans le détecteur proche permet en effet de réduire fortement les incertitudes liées au fait que ce qu'on prédit dans le détecteur lointain résulte d'une convolution des flux et des modèles décrivant les interactions neutrinos-noyaux. Avec celles de NA61/SHINE, cette mesure a permis de réduire l'incertitude systématique totale sur l'apparition de neutrinos électroniques dans Super Kamiokande de 25% à 8%.

La sélection des neutrinos électroniques dans ND280 a fait l'objet d'une autre contribution du groupe. En effet, le faisceau de T2K contient une petite fraction intrinsèque (avant oscillations) de neutrinos électroniques, de l'ordre de 1%, qui constitue le bruit de fond le plus important dans l'évaluation de l'apparition de ν_e dans SK. Cette étude a donc permis de publier une mesure de la composante ν_e du faisceau, jusqu'alors évaluée seulement par simulation. Elle a aussi permis de produire (pour la première fois depuis Gargamelle en 1978) une mesure de la section efficace des neutrinos électroniques et d'effectuer une recherche de neutrinos stériles à faible distance de la source qui a abouti à une limite sur l'ampleur du processus de disparition de ν_e .

• • •

CHIFFRES CLÉS

10^{15} neutrinos ont traversé Super-Kamiokande
 $28 \nu_e$ et $110 \nu_\mu$ ont été détectés
 10^{14} protons par pulse sur la cible de T2K

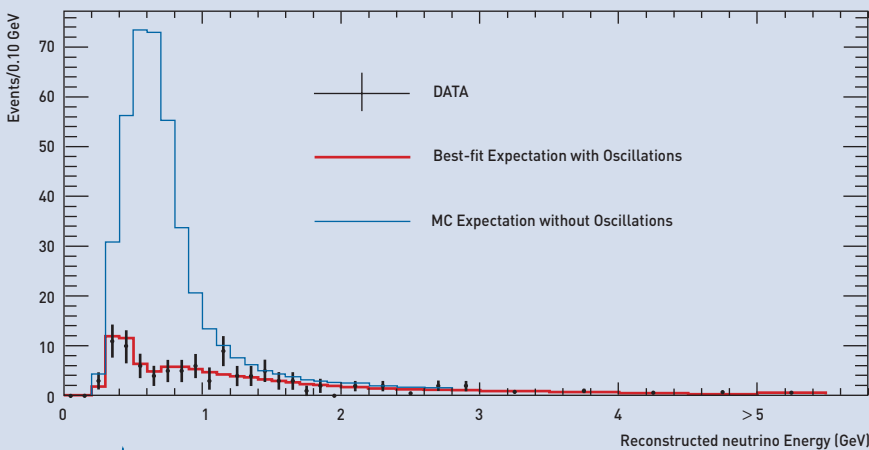
...
 L'analyse en oscillation dans T2K est maintenant réalisée globalement, en combinant apparition des neutrinos électroniques et disparition des neutrinos muoniques pour déterminer les paramètres d'un modèle à trois neutrinos. Elle regroupe tous les ingrédients de mesure des spectres et d'identification des types de neutrinos venant de NA61/SHINE, des mesures sur la ligne du faisceau, de ND280 et des sélections faites dans SK : sélections d'événements «electron-like» pour mesurer l'apparition des neutrinos électroniques et d'événements «muon-like» pour la disparition des neutrinos muoniques. La configuration hors axe de T2K qui se place au maximum de l'oscillation des neutrinos muoniques, a permis de mesurer une disparition très forte (120 événements observés pour 440 prédits en l'absence d'oscillations, voir figure) et d'obtenir ainsi la meilleure mesure de l'angle de mélange

θ_{23} . L'observation de 28 événements «electron-like» (voir figure) a permis de donner une valeur non nulle pour θ_{13} avec un degré de signification de 7,5 écarts-types et, ayant combiné cette mesure à celle de Daya Bay, d'obtenir une première indication d'une valeur non nulle pour δ_{CP} , la phase de violation de CP. S'il venait à être confirmé avec davantage de statistique, ce résultat pourrait aider à expliquer l'asymétrie matière-antimatière dans l'Univers via le processus de leptogenèse.

Au-delà de T2K, le groupe travaille sur des projets d'expériences d'oscillations, dont les buts essentiels seraient la levée de

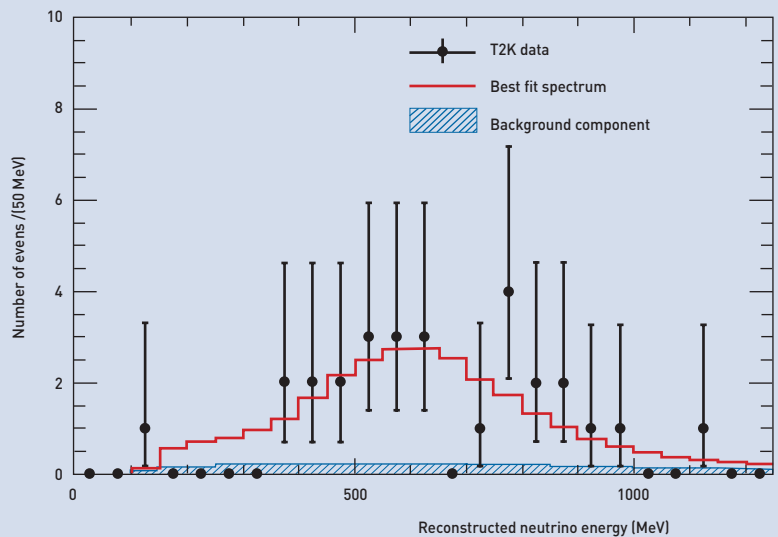
l'ambiguïté dans la hiérarchie des masses des neutrinos et la détermination de la phase de violation de CP. Les détecteurs destinés à ces mesures devront être placés dans un laboratoire souterrain et avoir une très grande masse. De ce fait, ils pourront aussi servir à la détection des neutrinos solaires ou provenant de supernovae ainsi qu'à l'étude d'une éventuelle désintégration du proton. Différentes expériences sont actuellement en discussion (USA, Japon, Europe). Le groupe s'est d'abord impliqué dans le projet LBNO qui envierait un faisceau de neutrinos du CERN vers un détecteur à argon liquide en Finlande, à une distance de 2 300 km. Un détecteur de démonstration (300 tonnes d'argon liquide) sera construit au CERN dans les prochaines années (expérience WA105). Son but est de valider la technique de détection dans l'argon liquide avec lecture dans les deux phases, liquide et gazeuse, ceci à une échelle permettant l'extrapolation aux quelques dizaines de kilotonnes nécessaires aux expériences envisagées, dont la localisation finale est encore à définir.

.....
Chercheurs et Doctorants : L. Agostino, B. Andrieu, P. Bartet-Friburg, J. Dumarchez, C. Giganti, J.-M. Lévy, M. Pavin, B. Popov, A. Robert, L. Zambelli



Spectre de disparition des neutrinos muoniques.

Spectre d'apparition des neutrinos électroniques



LHCb : PHYSIQUE DES SAVEURS LOURDES AU LHC

CHIFFRES CLÉS

Luminosité intégrée jusqu'à fin 2012 : 3.1 fb^{-1}

Luminosité instantanée constante : $4 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ en 2012

Luminosité intégrée prévue pendant la phase d'upgrade : au moins 50 fb^{-1} en moins de 10 années

Analyse de physique

Les analyses de physique effectuées dans le groupe portent essentiellement sur deux axes : l'étude de la désintégration $B^0 \rightarrow K^* \mu^+ \mu^-$ et des désintégrations du méson B en états finals sans particules charmées. De plus, l'équipe est impliquée dans plusieurs études de hadrons charmés et de spectroscopie. Parmi ces études, nous comptons celle qui a mené récemment à la découverte des deux baryons Ξ_b^{*+} et Ξ_b^{*0} .

L'étude du canal de désintégration $B^0 \rightarrow K^* \mu^+ \mu^-$ est l'un des sujets phares de l'expérience LHCb. Dans le modèle standard il fait intervenir uniquement les diagrammes « pingouin électrofaible » ou « en boîte » et est donc fortement supprimé. Des nouvelles particules pourraient intervenir dans ces boucles et avoir une contribution d'amplitude comparable aux processus standard. Ce canal est donc sensible à des phénomènes de nouvelle physique au delà du MS, comme dans le cas des modèles mettant en jeu des mécanismes de Higgs non-standard ou différents modèles de supersymétrie.

L'équipe du LPNHE contribue en particulier à l'analyse angulaire du mode $B^0 \rightarrow K^* \mu^+ \mu^-$. Une mesure du rapport d'embranchement différentiel de ce mode (en fonction de la masse invariante du système dimuon) et plusieurs observables issues de l'analyse angulaire a été déjà publiée en 2011. Au vu du désaccord récemment constaté entre l'observable P_5' mesurée par l'analyse angulaire (avec 1 fb^{-1}) de ce mode, et sa prédiction théorique, les désintégrations $B^0 \rightarrow K^* \mu^+ \mu^-$ présentent un intérêt encore accru. Actuellement nous contribuons à l'analyse de l'échantillon total de 3 fb^{-1} de données enregistrées jusqu'à fin 2012. Nos contributions portent notamment sur la sélection et les analyses multi-variées, la paramétrisation de la distribution de masse invariante du signal, ainsi que sur l'évalua-

tion du taux de bruit de fond.

L'étude des modes de désintégration des mésons B sans particules charmées fournit elle aussi des tests du modèle standard et présente différents intérêts théoriques ; elle peut notamment fournir des mesures des phases de mélange des mésons B neutres dans des processus « en boucle » et des contraintes sur l'angle γ du triangle d'unitarité. Un aspect nouveau pour ce type d'analyse dans LHCb est la possibilité d'étudier à la fois les désintégrations du méson B_s et du méson B_d . L'analyse principale d'un état final hadronique sans particules charmées, à laquelle le groupe participe, est celle des modes $B_{d,s} \rightarrow K^0_s h^+ h^-$, où h et h' représentent un kaon ou un pion chargé. L'analyse de l'échantillon de 1 fb^{-1} de données enregistrées en 2011 a été publiée en 2013 ; elle mesure les rapports d'embranchement des différents modes et inclut la première observation des deux modes de désintégration du méson B_s . Quelques résultats de cette analyse sont illustrés sur la figure présentée.

A présent nous sommes en train d'effectuer, avec 3 fb^{-1} , une mise à jour de ces mesures et une analyse en amplitude dans le plan de Dalitz. Il s'agit d'un travail de longue haleine qui procédera par étapes de complexité croissante. Une telle analyse est effectuée pour la première fois pour les modes de désintégration du B_s . A terme, le but est d'effectuer une analyse dépendante du temps et utilisant l'étiquetage de saveur, afin de mesurer les phases de mélange des mésons B neutres (β et β_s) dans ces processus. Dans le deuxième cas, une telle mesure n'a jamais été effectuée.

L'analyse des désintégrations $B^+_{(c)} \rightarrow K^0_s h^+$ avec 1 fb^{-1} a été menée exclusivement dans le groupe, et a été publiée en 2013. Elle a donné la mesure la plus précise à ce jour du rapport des rapports d'embranchement $B(B^+ \rightarrow K^0_s K^+) / B(B^+ \rightarrow K^0_s \pi^+)$. Une limite

supérieure sur $B(B^+_{(c)} \rightarrow K^0_s K^+)$ a été obtenue, ainsi que l'asymétrie CP du mode $B^+ \rightarrow K^0_s \pi^+$. La recherche de la désintégration du méson $B^+_{(c)}$ a été une première dans un canal sans particules charmées dans l'état final.

Le trajectographe à fibre scintillante (SciFi) pour l'upgrade de LHCb

Le trajectographe actuel n'est pas adapté pour la prise de données à plus haute intensité qui suivra le long shutdown en 2018-2019, car le taux d'occupation sera trop élevé. Il sera donc remplacé par un système (SciFi) basé sur trois stations composées de fibres scintillantes, lues à leurs deux extrémités par des photomultiplicateurs en silicium (SiPM). Ce détecteur aura une bonne résistance aux radiations, une granularité spatiale fine et permettra la reconstruction de traces au niveau du système de déclenchement. Deux axes se sont dessinés pour nos activités. D'une part nous contribuons aux aspects de simulation et de reconstruction. Certains de ces aspects, notamment les logiciels de géométrie du détecteur et la trajectographie « standalone », qui est nécessaire pour la reconstruction des traces issues de la désintégration de particules neutres de longue durée de vie, ont été pris en charge par le groupe, ce qui nous a rapidement menés à contribuer, avec nos propres études, à la définition des choix relatifs à la conception du détecteur et au TDR. D'autre part, nous prenons part au développement de l'électronique dite « back end » du SciFi.

Fonctionnement de l'expérience et collaboration avec d'autres groupes

Le groupe participe aux aspects de l'expérience LHCb liés à la simulation d'événements « Monte Carlo ». Il a la responsabilité de la production d'événements Monte Carlo

• • •



au sein du groupe de travail « Charmless B Decays », et indépendamment, il a effectué l'intégration du générateur d'événements « PYTHIA 8 » dans les outils de simulation de LHCb. Nous avons effectué une étude de l'hadronisation des quarks beau et charmé, afin de régler les paramètres correspondants du générateur d'événements PYTHIA 8. Cette étude exploite des mesures de la fragmentation des quarks b et c, effectuées auprès de collisionneurs e⁺e⁻, afin

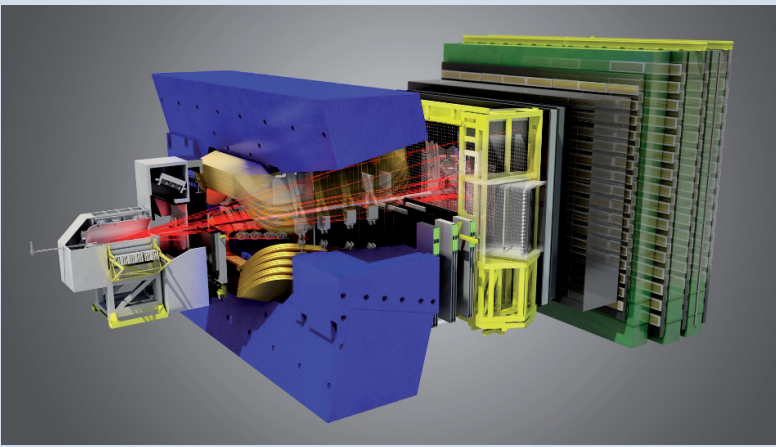
de trouver les paramètres optimaux pour la fragmentation de ces quarks lourds dans le cadre de LHCb.

Dans le cadre de l'analyse des données, des tâches de fonctionnement et de notre travail sur l'upgrade, nous collaborons étroitement avec plusieurs groupes en France et à l'étranger. Nous avons établi un lien privilégié avec l'« Universidad Nacional de Colombia » (UNAL) pour la création d'un groupe travaillant sur l'expérience LHCb.

La collaboration lui a accordé le statut de « Associate Member », avec le LPNHE dans le rôle d'institut hôte. Ce projet nous permettra de conserver un lien privilégié avec cette équipe afin de collaborer sur les analyses et l'activité d'upgrade.

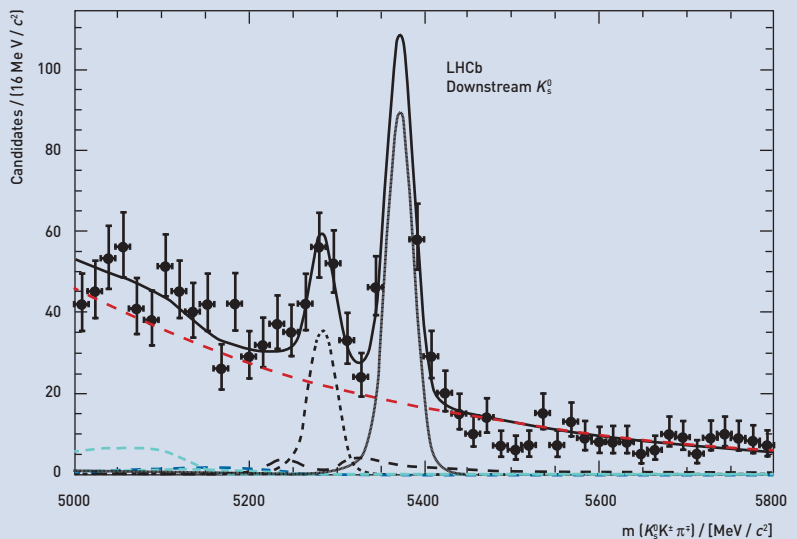
Chercheurs et Doctorants : E. Ben-Haïm, M. Charles, S. Coquereau, P. David, L. Del Buono, L. Henry, A. Martens, D. Milanès, F. Polci

Equipe technique : J.F. Genat, O. Le Dortz, D. Terront



Vue d'ensemble du détecteur LHCb. Près du point d'interaction des faisceaux, un détecteur de vertex (Vertex Locator ou VELO) permet de reconstruire le point de désintégration du B avec une précision de l'ordre de 10 à 20 micromètres. Elle est suivie par un premier compteur RICH (Ring Imaging Cerenkov Counter), qui permet l'identification des particules d'impulsion inférieure à 40 GeV/c environ. Viennent ensuite un trajectographe permettant une mesure précise de l'impulsion des particules, un deuxième compteur RICH pour l'identification des particules d'impulsion supérieure à environ 40 GeV/c, un système de calorimètres électromagnétique et hadronique et un système d'identification des muons.

Distributions de la masse invariante $m(K_s^0 K^+ \pi^-)$ obtenue par LHCb par l'analyse des désintégrations $B_{d,s} \rightarrow K_s^0 h^+ h^-$ avec 1 fb^{-1} . Les désintégrations des mésons B_d et B_s sont clairement visibles, le deuxième pic correspond au mode $B_s \rightarrow K_s^0 K^+ \pi^-$ qui a été observé pour la première fois dans cette analyse. La distribution montre des candidats où le K_s^0 est de type « Downstream », dont le vertex de deux pions chargés se trouve en aval du VELO.



PHÉNOMÉNOLOGIE ET MODÉLISATION POUR LA PHYSIQUE DES PARTICULES

Les activités du groupe se partagent entre physique hadronique, physique des interactions photon-photon, estimation du moment anormal magnétique du muon et recherche de nouvelle physique à travers les participations aux expériences g-2/EDM et COMET à J-PARC.

Physique hadronique

En collaboration avec les professeurs L. Lesniak et R. Kamiński, une factorisation QCD à quasi-deux corps est utilisée pour étudier la distribution en densité du diagramme de Dalitz de la réaction $D^0 \rightarrow K_S^0 \pi^+ \pi^-$ et son rapport d'embranchement total mesurés par les collaborations Belle et BABAR. Sont aussi incluses dans l'analyse les données des désintégrations $\tau \rightarrow K_S^0 \pi^+ \nu_\tau$. L'accord avec les mesures expérimentales est de très bonne qualité. Les rapports d'embranchement correspondant aux amplitudes d'annihilation sont significatifs. Les amplitudes $D^0 \rightarrow K_S^0 \pi^+ \pi^-$ peuvent être utilisées pour déterminer les paramètres de mélange $D^0-\bar{D}^0$ et l'angle de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa, γ (ou ϕ_3). Nous étendons désormais cette approche au cas des désintégrations $D^0 \rightarrow K_S^0 K^+ K^-$.

L'existence d'un état quasi lié nucléon-antinucleon est révélée dans deux modes de désintégration du J/ψ étudié par la collaboration BES. En collaboration avec le professeur S. Wycech, nous en donnons une explication à partir d'un modèle du potentiel NNbar. Nous étudions actuellement les réactions de désintégration avec produc-

tion d'un boson ($\gamma, \pi, \omega, \text{ou } \phi$) et d'une paire $p\bar{p}$.

En collaboration avec le professeur W.R. Gibbs, la série complète de diffusion multiple à l'approximation eikonale (modèle de Glauber) est calculée « exactement » à l'aide de techniques de Monte Carlo pour la diffusion élastique d'ions lourds. Désormais nous nous intéressons à la brisure de symétrie d'isospin dans l'interaction élémentaire nucléon-nucléon.

Estimation de a_μ , le moment magnétique anormal du muon

Le moment magnétique du muon est une quantité physique mesurée avec une très grande précision, $a_\mu = (g_\mu - 2)/2 = [11659208.9 \pm 6.3] 10^{-10}$. Toute différence significative entre la mesure de a_μ et sa prédiction par le Modèle Standard indiquerait l'existence d'une nouvelle physique au-delà du MS.

Les contributions importantes à a_μ (électrodynamique et électrofaible) peuvent être calculées directement dans le cadre du Modèle Standard avec une précision très satisfaisante (respectivement $1.6 10^{-12}$ et $1.8 10^{-11}$). L'estimation est plus difficile pour les parties qui sont dominées par le régime non-perturbatif de QCD: la partie hadronique de la polarisation du vide (HVP) et les diagrammes à quatre photons. Ces contributions sont faibles ($\sim 0.6 10^{-11}$ du total), mais leur connaissance précise est cruciale pour la comparaison des données au MS.

Pour la partie basse énergie de la contribu-

tion HVP nous avons construit un modèle basé sur une extension de la théorie perturbative chirale qui permet de regrouper dans un même cadre les annihilations $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-, K^+K^-, K_L^0 K_S^0, \eta\gamma, \eta^0\gamma, \eta^+\eta^-\eta^0$ et de disposer d'une estimation plus précise d'un facteur 2 sur la contribution hadronique totale à a_μ du seuil $\eta^+\eta^-$ jusqu'à la masse du méson ϕ . L'inclusion des données recueillies par la méthode Initial State Radiation permet une amélioration additionnelle et met la prédiction de a_μ à près de 5σ de la mesure actuelle alors que les méthodes habituelles ne donnent que 3.5σ .

Physique au-delà du modèle standard avec des muons et physique des interactions photon-photon

Une nouvelle mesure du moment magnétique anormal du muon est en préparation à J-PARC dans le cadre de l'expérience E34, g-2/EDM, à laquelle nous participons. Notre activité est centrée sur la caractérisation du détecteur, à travers la simulation du faisceau de μ^+ et la reconstruction des positrons.

La recherche d'une violation de la saveur leptonique, telle que la conversion de muon en électron, comme signal de nouvelle physique, est le but de l'expérience E21, COMET, à J-PARC (voir figure), à la préparation de laquelle nous participons. Le développement d'une cible active d'arrêt des muons nous a conduit à collaborer avec nos collègues anglais d'Imperial College London à un « Software Framework » pour



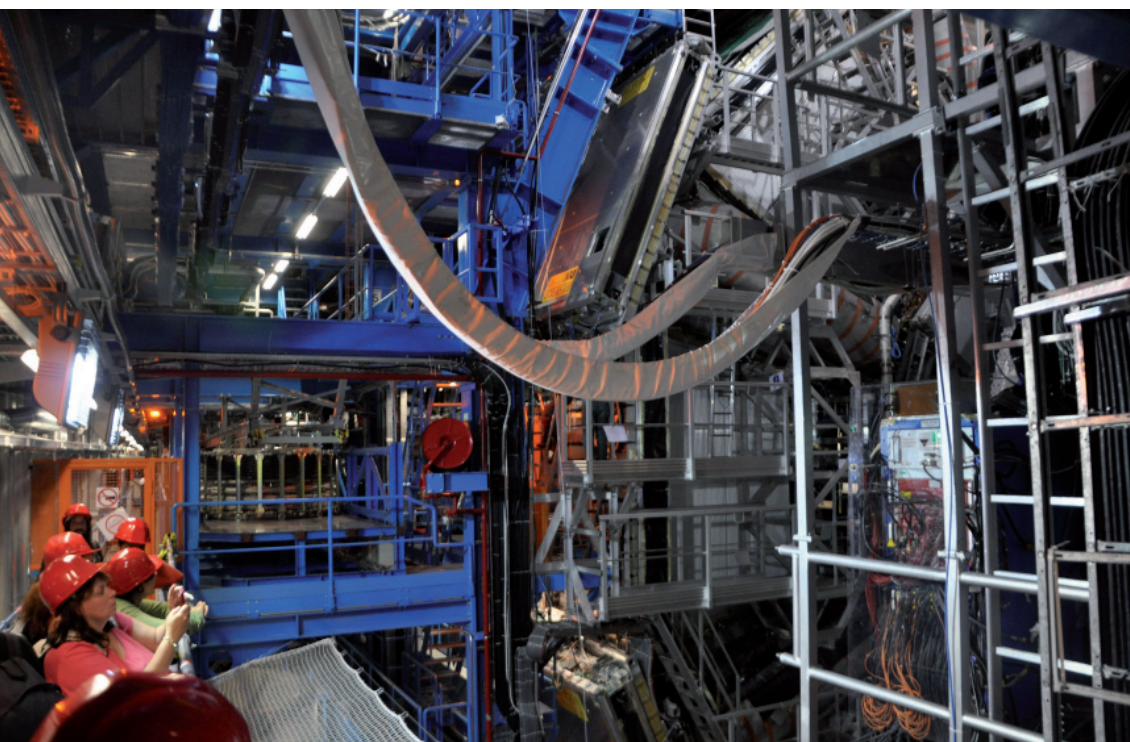
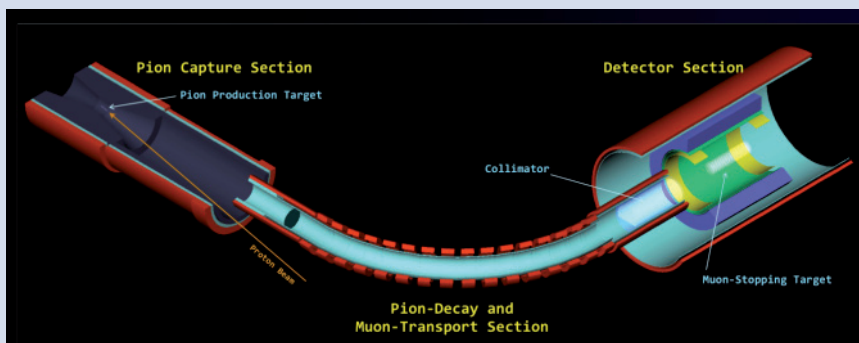
• • •

la simulation et la trajectographie. La maîtrise des interactions photon-photon développée depuis les années LEP et la préparation d'un futur collisionneur e^+e^- et $\gamma\gamma$ se poursuit à travers le calcul et la simulation de la production de deux paires de leptons, mésons et quarks, en utilisant

des méthodes développées par des théoriciens de l'ancien Laboratoire de Physique Corpusculaire du Collège de France. Nous avons ainsi obtenu pour la première fois une expression analytique exacte de la section efficace asymptotique de la production de deux paires de leptons dans les collisions $\gamma\gamma$:

.....
Chercheurs et Doctorants : M. Benayoun, W. Da Silva, P. David, J.-P. Dedonder, L. Del Buono, F. Kapusta, H. Krivine, B. Loiseau
.....

Vue d'ensemble de l'expérience COMET Phase-I à J-PARC.





MATIÈRE NOIRE ET
ÉNERGIE NOIRE

**Le groupe Supernova
et Cosmologie**

**Supernova Legacy Survey
(SNLS) et Supernova
Factory (SNF)**

**Métrologie des flux :
le projet DICE**

Le projet LSST

**Dynamique des systèmes
auto-gravitants**

MATIÈRE NOIRE ET ÉNERGIE NOIRE



Si l'on a détecté depuis bientôt un siècle que l'univers est en expansion, on a mesuré il y a seulement une quinzaine d'années que cette expansion accélère. Cela a causé surprise et perplexité car, dans le cadre de la relativité générale, une expansion accélérée est exclue pour un univers qui contient essentiellement de la matière. Il a fallu alors changer de paradigme, et on a attribué cette accélération à un nouveau composant de l'Univers : l'énergie noire. Selon les mesures récentes, ce composant fournit 70 % de la densité aujourd'hui, le reste étant presque entièrement de la matière. Sur ces 30 % de matière, environ 1/6 est sous forme d'atomes (on l'appelle la matière baryonique), et le reste n'est, comme l'énergie noire, détecté aujourd'hui que par ses effets gravitationnels. Aucune particule élémentaire connue à ce jour n'a les propriétés requises pour incarner cette « matière noire » ou « matière sombre », et les expériences autour du LHC cherchent une nouvelle candidate.

Les paramètres qui caractérisent notre univers ont été mesurés pour l'essentiel ces 20 dernières années. Notre univers est plat, homogène, et en expansion depuis un peu plus de 13 milliards d'années. Si la densité moyenne décroît avec le temps, les contrastes de densité tendent eux à augmenter, sous l'effet de la gravitation. Nous avons aujourd'hui un modèle cosmologique qui décrit l'ensemble des observations disponibles aux grandes échelles spatiales. Ce modèle, qui s'appuie sur la relativité générale, impose au moins trois nouveautés : la matière noire, l'énergie noire, et la cause du phénomène d'inflation, nécessaire aux tous premiers instants de l'univers.

Ces trois mystères pourraient avoir un lien avec la physique des particules : les extensions super-symétriques du modèle standard fournissent naturellement une particule stable pour la matière noire. Cependant, la super-symétrie a été repoussée vers les hautes masses par les premières mesures du LHC. On a aussi proposé des neutrinos massifs et stériles pour incarner cette matière noire, et des expériences sont imaginées pour tester cette hypothèse. Des scénarios beaucoup plus baroques sont aussi proposés. Concernant l'inflation, c'est un domaine où l'imagination est reine, mais les résultats du

Coucher de soleil sur le télescope Canada-France-Hawaii, observatoire de Mauna-Kea.



satellite Planck viennent de sérieusement réduire le champ des possibles. Une proposition étendant le mécanisme de Higgs est parfaitement compatible avec les données disponibles. Enfin, il y a l'accélération de l'expansion depuis quelques milliards d'années, attribuée à l'énergie noire. En attribuant cette accélération à un fluide, on peut la caractériser par la manière dont ce fluide réagit à l'expansion : se dilue-t-il ou sa densité ignore-t-elle l'expansion de l'univers ? Entre ces deux extrêmes, tout est possible et la caractérisation de l'énergie noire constitue un enjeu central de la cosmologie aujourd'hui. Si l'on suppose une évolution « simple » de cette densité, les mesures récentes, dans lesquelles le LPNHE a joué un rôle important, convergent vers une densité indépendante du temps, que l'on appelle « constante cosmologique ». Là encore, comme pour l'inflation des premiers instants de l'univers, les phénoménologues ont proposé différentes hypothèses pour relier ce phénomène à la physique de l'infiniment petit, en général en invoquant des extensions osées au modèle standard. Par exemple, les modèles attribuant l'accélération de l'expansion à quelque champ fondamental (à découvrir) de la physique des particules prédisent presque inmanquablement que sa densité diminue avec le temps.

On peut remarquer que les deux mystères de la matière et l'énergie sombres reposent sur l'hypothèse que la relativité générale est valide aux grandes échelles spatiales. Bien que la relativité générale ait passé avec succès les tests les plus exigeants, ces tests sont presque tous limités aux distances caractéristiques du système solaire. On doit donc tenter de mettre en place des tests de cette théorie, en mesurant les mêmes paramètres de notre modèle cosmologique par des méthodes très différentes. Actuellement, la mise en œuvre envisagée de ce programme consiste à confronter d'une part l'histoire de l'expansion et d'autre part l'histoire de la formation des structures, pour vérifier qu'elles sont compatibles pour un même jeu de paramètres. Si l'on a des implémentations préliminaires de ce programme, les projets ambitieux pour la prochaine décennie, LSST et Euclid, visent à le pousser aussi loin que possible en observant un grand volume de notre univers dans le visible, et le proche infra-rouge pour Euclid. Ces deux projets ont pour but la mesure de l'histoire de l'expansion, l'un mettant plutôt l'accent sur les distances aux supernovae de type Ia et l'autre sur les oscillations acoustiques des baryons. Ces deux projets caractériseront également la formation des structures, par les corrélations des lentilles faibles, l'étude des grandes structures de l'univers et le dénombrement et la caractérisation des amas de galaxies massifs. C'est la confrontation des deux volets, expansion et contraste de densité, qui constitue le pas en avant significatif promis par ces deux télescopes qui anticipent une première lumière en 2020. Ces deux projets s'attaquent à des problèmes redoutables, par des chemins différents : Euclid observera depuis l'espace avec un télescope d'ouverture modeste mais une qualité d'image stable et excellente. LSST observera depuis le sol, avec un grand miroir de 8 m, mais une qualité d'image significativement dégradée par l'atmosphère. Le groupe de cosmologie du LPNHE s'est impliqué dans ces deux projets. Les données anticipées sont remarquablement complémentaires et les meilleures contraintes seront obtenues par l'analyse conjointe des deux jeux d'observations, plutôt que de la combinaison des contraintes de chacun.

LE GROUPE SUPERNOVA ET COSMOLOGIE

L'équipe Supernova et Cosmologie du laboratoire s'est constituée il y a environ 15 ans pour mener des observations de supernovae avec le but de caractériser le plus finement possible l'expansion passée de l'univers, et plus particulièrement l'accélération qui venait juste d'être découverte. Le télescope Canada-France-Hawaii était alors l'un des meilleurs instruments pour mener ces recherches. En 2002, ce télescope a été équipé de la plus grande caméra CCD au monde, et nous avons proposé un relevé de supernovae de haute statistique et grande qualité à l'aide de cet instrument. Ce relevé, appelé SNLS pour SuperNova Legacy Survey, a duré de 2003 à 2008 et reste aujourd'hui le lot de référence pour les supernovae distantes (jusqu'à un décalage spectral d'environ 1), grâce au volume d'observations réalisées, et à l'excellence du télescope et de sa caméra. Le groupe a joué un rôle majeur dans les analyses SNLS qui ont permis d'obtenir les meilleures contraintes sur l'énergie noire disponibles aujourd'hui. L'équipe du laboratoire prépare en 2015 la publication de l'ensemble des données du relevé.

Les contraintes obtenues à l'aide de supernovae s'améliorent rapidement en augmentant l'intervalle de distance sur lequel on parvient à collecter des données. On doit donc collecter des supernovae

proches, ce qui nécessite une approche spécifique car ces événements deviennent alors paradoxalement difficiles à découvrir parce que rares. Le groupe s'est donc impliqué dans le projet SuperNova Factory, une collaboration principalement entre la France et le Lawrence Berkeley National Laboratory (Berkeley). La SuperNova Factory s'est donné pour but de collecter des séries spectrales de plusieurs centaines de supernovae proches, de manière à non seulement contribuer significativement à la mesure de distances, mais aussi de permettre une étude fine des événements et de leur diversité.

Parallèlement à ces activités, le groupe a initié un projet de calibration instrumentale (DICE), dont le but est d'implémenter une chaîne métrologique précise entre les standards de flux maintenus par le National Institute of Standards and Technology (NIST) et la caméra MegaCam.

Enfin, une part importante de l'activité du groupe est dévolue à la préparation des grands relevés futurs, notamment le Large Synoptic Survey Telescope (LSST) de 8-m de diamètre. Le groupe est fortement impliqué dans la construction de la caméra grand champ (9 degrés carrés, 3.2 Gigapixels) qui équipera LSST. Il contribue au système de lecture de la caméra et au système de changeur de filtres. Il a également la responsabilité de la caractérisation d'une large fraction des senseurs qui équiperont la caméra. Enfin, le groupe est aussi impliqué dans la préparation scientifique du projet de satellite Euclid. Il étudie notamment le design d'un survey supernovae profond, exploitant les synergies entre LSST qui observe au sol dans le visible, et l'imagerie spatiale infra-rouge d'Euclid.



Le groupe Cosmologie du LPNHE.

SUPERNOVA LEGACY SURVEY (SNLS) SUPERNOVA FACTORY (SNF)

CHIFFRES CLÉS

740 supernovae

dans le diagramme de Hubble
SNLS & SDSS (2014)

Mesure de l'équation
d'état de l'énergie noire

3000 spectres de supernovae
la mesurés par
la SN Factory

Suite à la publication des trois premières années du survey SNLS, le groupe s'est engagé dans une collaboration avec le Sloan Digital Sky Survey (SDSS), qui recherche et étudie des supernovae plus proches ($0.2 < z < 0.4$). Les résultats publiés indépendamment par les deux projets montraient que les systématiques dominaient le bilan des incertitudes affectant la mesure de cosmologie. La collaboration mise en place, appelée JLA (Joint Lightcurve Analysis), a regroupé une dizaine de physiciens (LPNHE, Université de Chicago, Fermilab, Université de Pennsylvanie). Le but de JLA était donc de mettre en commun les expertises des deux projets pour étudier et réduire les principales sources d'incertitudes systématiques et de construire un diagramme de Hubble combinant les données de SNLS et du SDSS. L'effort a porté sur la recalibration combinée des deux surveys, et a permis de réduire l'incertitude associée d'un facteur 2. Un autre champ d'investigation a été la modélisation empirique spectro-photométrique des supernovae de type Ia : la robustesse de la

méthode développée au LPNHE (SALT2) a pu être étudiée et démontrée. Ces résultats ont été présentés dans quatre publications. JLA a ensuite publié un diagramme de Hubble conjoint qui a permis, une fois joint aux mesures publiées par la collaboration Planck, d'obtenir la caractérisation la plus précise à ce jour de l'équation d'état de l'énergie noire (voir figure).

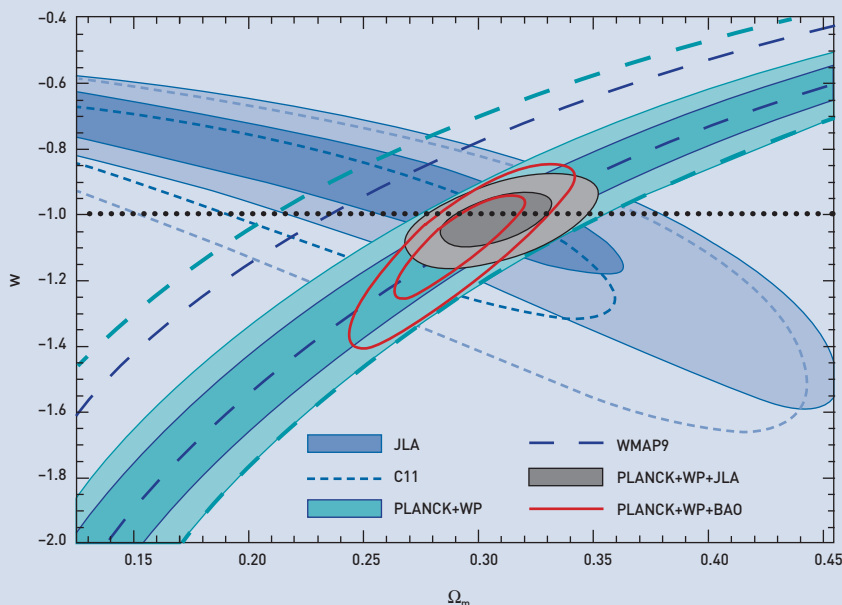
Le groupe prépare actuellement la publication de l'intégralité des données du survey SNLS. Cette analyse permettra une nouvelle amélioration significative des contraintes cosmologiques. L'effort porte notamment sur l'analyse des 5 années du survey (140 supernovae supplémentaires), une technique de photométrie optimisée, une amélioration de la calibration, une meilleure prise en compte de l'environnement des supernovae, et enfin, une étude de l'impact de l'effet de lentillage gravitationnel affectant la lumière des supernovae.

L'analyse des données de SNfactory se poursuit, avec des contributions du groupe

au pipeline d'extraction des spectres et à la calibration de l'instrument. Plusieurs études sont en cours. Elles portent notamment sur l'environnement des supernovae et l'utilisation des séquences spectrales de SNfactory pour améliorer les modèles spectrophotométriques des supernovae qui sont utilisés dans les analyses de cosmologie.

Enfin, le groupe prépare, en collaboration avec des équipes de l'Université de Tokyo et du National Astronomical Observatory of Japan (NAOJ), un survey supernovae profond, avec l'imageur HyperSuprimeCam monté sur le télescope Subaru installé à Hawaii (8.2-m). Le but de ce projet qui préfigure les futures analyses menées avec LSST, est de découvrir et suivre photométriquement un lot de 300 supernovae plus lointaines que celles de SNLS, permettant ainsi d'améliorer d'un facteur 2 la précision sur le paramètre w de l'équation d'état de l'énergie noire.

.....
Chercheurs et Doctorants : P. Antilogus, P. Astier, C. Bolland, S. Baumont, M. Betoule, S. Bongard, F. Cellier-Holzem, P. El-Hage, M. Fleury, J. Guy, D. Hardin, L. Le Guillou, A. Mitra, N. Regnault, M. Roman, R. Pain



Contours de confiance, dans le plan $\Omega_m - w$ [68.3%, 95.5% et 99.7%] obtenus à partir de l'ajustement du diagramme de Hubble construit par les collaborations SNLS et SDSS (région bleue), et à partir des contraintes apportées par les données du satellite Planck (contours verts). Il s'agit à ce jour des meilleures contraintes sur l'équation d'état (w) de l'énergie noire.

CHIFFRES CLÉS

Source de lumière stable au pour-mille
sur plusieurs semaines

23 canaux de longueur d'onde
pour la calibration

4054 images du plan focal
du CFHT

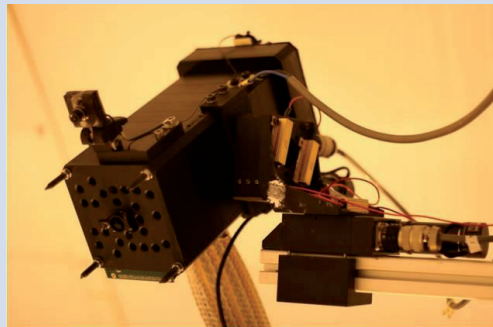
MÉTROLOGIE DES FLUX : LE PROJET DICE

La mesure des paramètres cosmologiques requiert de maîtriser l'étalonnage en flux du relevé avec une précision meilleure que le pourcent. Les projets futurs (LSST notamment) nécessiteront une précision proche du pour-mille. Les méthodes d'étalonnage actuelles reposent principalement sur l'observation d'objets stellaires, notamment des naines blanches de type DA, dont l'atmosphère est assez simple pour pouvoir être modélisée. Le but du projet DICE est de démontrer qu'il est possible de construire une chaîne de métrologie alternative reposant sur des étalons de laboratoire. DICE est une source de calibration ultra-stable (0.01%), comprenant 24 LEDs à spectre étroit. La source a été construite et calibrée au LPNHE, et

installée auprès du télescope CFHT. Les données de calibration prises au CFHT comprennent des séries d'observation de la source elle-même ainsi que des observations des calibrateurs stellaires afin de comparer les deux méthodes d'étalonnage. S'y ajoutent des observations conjointes avec l'instrument de SNfactory, dont le but est de contrôler finement la transmission de l'atmosphère au cours de la nuit. L'expérience accumulée au sein du projet DICE sera précieuse pour les projets futurs, au premier rang desquels LSST.

.....
Chercheurs et Doctorants : E. Barrelet,
C. Juramy-Gilles, L. Le Guillou, N. Regnault,
P.-F. Rocci, K. Schahmaneche, F. Villa

Equipe technique : P. Bailly, J. Coridian, H. Lebbolo,
P. Repain, A. Vallereau, D. Vincent
.....



La source de calibration ultra-stable SnDICE installée dans le dôme du Canada-France-Hawaii Telescope (CFHT).

LE PROJET LSST

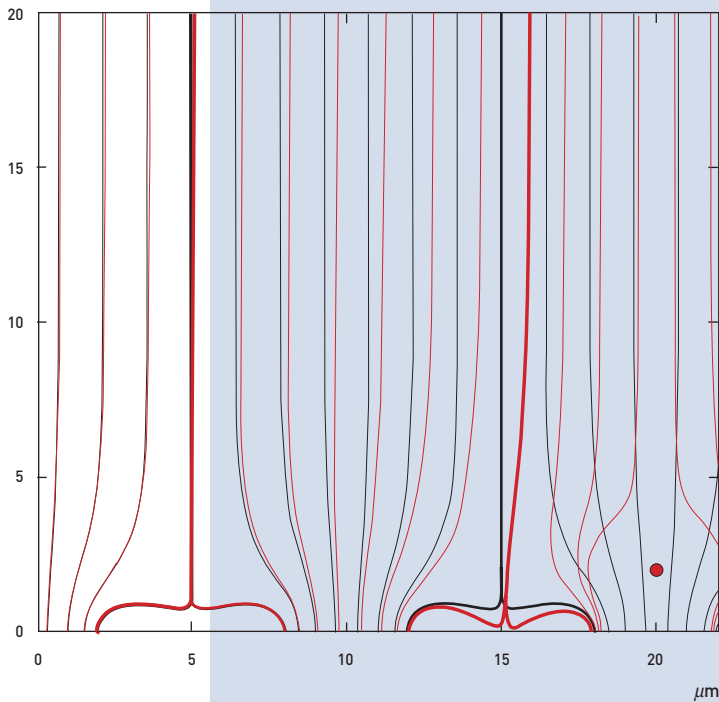
CHIFFRES CLÉS

Caméra de **3 milliards de pixels**
20 milliards de galaxies
et **17 milliards d'étoiles observées**
Jusqu'à **10 millions de transients**
détectés chaque nuit

Le projet LSST (pour Large Synoptic Survey Telescope) consiste en un télescope de 8,2 m équipé d'un imageur de 10 degrés carrés, en construction au Chili. Cet instrument principalement financé par les Etats-Unis doit voir sa première lumière en 2020 et commencer ses observations scientifiques 2 ans plus tard. Il imagera, dans 6 bandes couvrant le visible, l'ensemble du ciel austral pendant 10 ans. Nous sommes plus particulièrement intéressés au volet extra-galactique de ces observations, et en particulier aux mesures qui permettront d'améliorer les contraintes sur l'énergie noire. Ce projet promet des avancées significatives dans le domaine des distances aux supernovae mais aussi concernant

d'autres sondes de l'énergie noire, en particulier les distorsions gravitationnelles des galaxies d'arrière plan par les inhomogénéités de matière le long de la ligne de visée.

Le laboratoire est fortement impliqué dans la fabrication de la caméra de ce télescope: nous fournissons les micro-circuits nécessaires à la lecture des senseurs CCD ; nous sommes impliqués dans la conception et la mise en oeuvre des tests de recette de ces senseurs; nous participons à la conception du mécanisme de changement de filtres (avec l'APC à Paris, le CPPM à Marseille, le LPSC à Grenoble et le LPC à Clermont-Ferrand) et nous conduirons les tests de cette mécanique délicate dans le hall de montage dont nous venons de prendre livraison. Nous travaillons depuis plusieurs années à la caractérisation des prototypes de CCD que proposent les industriels. Ce travail a permis à l'équipe du laboratoire de proposer une explication physique unique à plusieurs non-linéarités de réponse connues mais inexpliquées jusqu'alors des CCD : ces effets sont tous la conséquence de distorsions du champ électrostatique qui assure la dérive des photoélectrons vers les puits de potentiel associés à chaque pixel (voir figure). Suite à cette mise en évidence, une activité importante sur ce sujet s'est développée au sein de LSST, mais aussi dans les projets utilisant des senseurs analogues.



.....

Chercheurs et Doctorants : P. Antilogus, P. Astier, S. Baumont, M. Betoule, S. Bongard, J. Guy, A. Guyonnet, R. Le Breton, L. Le Guillou, R. Pain, N. Regnault

Equipe technique : P. Bailly, O. Dadoun, G. Daubard, M. Dhellot, C. Evrard, C. Juramy-Gilles, S. Karkar, D. Laporte, H. Lebbolo, F. De Matos, D. Martin, Y. Orain, P. Repain, S. Russo, E. Sepulveda, D. Terront, D. Vincent

.....

Simulation des lignes du champ de dérive à l'intérieur du CCD pour collecter les photo-électrons : en noir, en l'absence de charge, en rouge, en présence de la charge matérialisée par le point rouge.

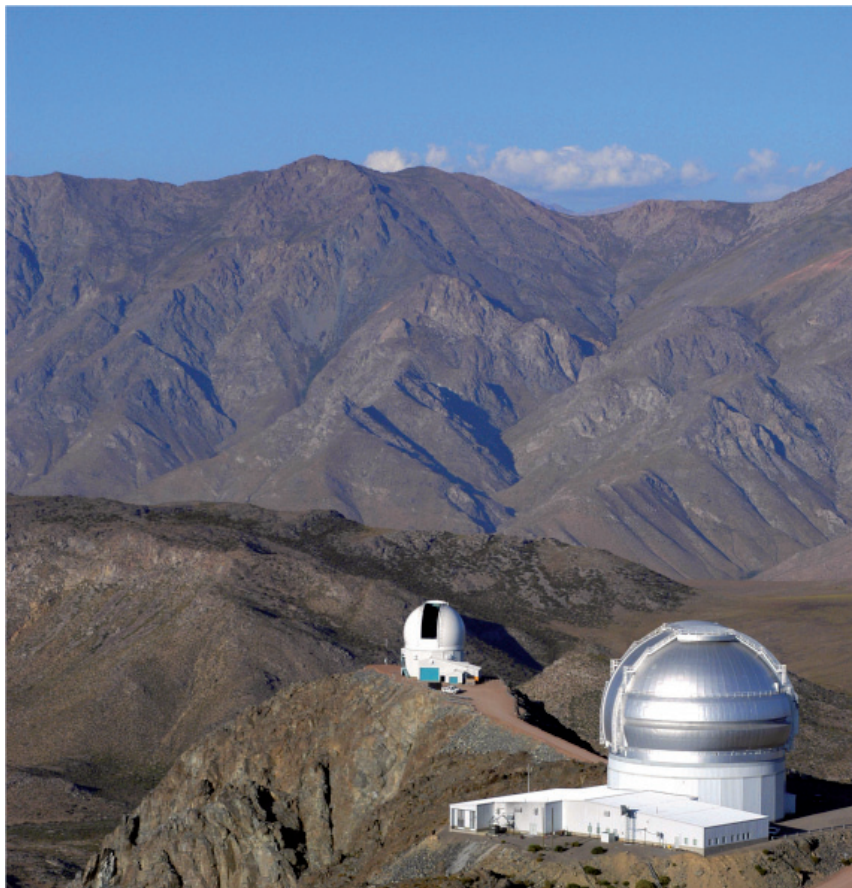
DYNAMIQUE DES SYSTÈMES AUTO-GRAVITANTS

La recherche du groupe est motivée principalement par le problème de la formation des structures dans l'Univers, et son but est de contribuer à une meilleure compréhension analytique de la physique de l'agrégation gravitationnelle dans ce cadre. Une telle compréhension vise à être complémentaire des grandes simulations numériques, qui sont le principal outil pour accéder au régime « non-linéaire » de la formation des structures. D'un côté on vise à fournir des outils pour mieux contrôler la fiabilité et la précision de ces simulations, et, d'un autre côté, à développer des approches théoriques qui pourront permettre de comprendre la physique sous-jacente dans le but éventuel d'arriver à extrapoler

les résultats des simulations au-delà du domaine accessible avec la résolution numérique actuelle. Ce deuxième volet ouvre sur le problème très large de la physique des systèmes auto-gravitants, qui à son tour mène naturellement à considérer des problèmes de physique des systèmes avec interactions à longue portée (dont la gravité peut être considérée comme un cas spécifique). La recherche du groupe est en conséquence interdisciplinaire, à cheval entre cosmologie et physique statistique. Les publications du groupe au cours des dernières années reflètent ces deux différentes lignes d'investigation. D'un côté, des travaux (et une thèse soutenue en 2013) ont traité en détail des simulations numéri-

ques cosmologiques, et notamment une classe de modèles, dits « scale-free », qui permettent une étude très fine et contrôlée de l'empreinte des conditions initiales et du modèle cosmologique sur le régime non-linéaire. D'un autre côté, des travaux (et une thèse soutenue en 2014), plus proches de la physique statistique que de la cosmologie, ont traité en particulier des modèles « jouets » de gravité en une dimension, en considérant notamment les effets génériques de divers types de perturbations sur ces systèmes.

.....
Chercheurs et Doctorants : M. Joyce,
D. Benhaïem, J. Morand
.....





NATURE ET
ORIGINE DU
RAYONNEMENT
COSMIQUE

AUGER

**H.E.S.S. : Astronomie
gamma des très hautes
énergies**

**CTA : un observatoire pour
l'astronomie gamma des
très hautes énergies**

NATURE ET ORIGINE DU RAYONNEMENT COSMIQUE



L'histoire des rayons cosmiques remonte à plus de cent ans. Dans la première moitié du vingtième siècle, leur étude a été à l'origine de la Physique des Particules à travers des découvertes décisives pour la compréhension des interactions fondamentales.

Ensuite, les accélérateurs et les collisionneurs ont pris le relais pour le développement des Hautes Energies. Cependant, il est apparu très tôt que le spectre en énergie des rayons cosmiques atteignait des valeurs gigantesques, bien au-delà des possibilités des machines construites par l'homme. Ceci posait une question, non encore complètement résolue aujourd'hui: quels sont les "accélérateurs cosmiques", comment fonctionnent-ils ? Faut-il faire appel à des théories "exotiques" impliquant des reliquats hypothétiques du Big Bang (particules supermassives, cordes cosmiques) ? A ce jour, les scénarios exotiques semblent difficilement compatibles avec les observations sur l'évolution cosmologique, et le modèle "de Fermi du premier ordre" (accélération par des ondes de chocs relativistes provoqués par des événements astrophysiques violents) est le plus vraisemblable. Il y a des indications convaincantes sur l'accélération d'électrons dans des sites connus (reliquat d'explosion de supernovae), mais pas encore d'identification de sites d'accélération extrême de protons ou noyaux, qui constituent le flux de particules chargées observables sur Terre. Le spectre à ultra-haute énergie présente une coupure nette qui pourrait être due à l'effet GZK (interaction avec le rayonnement micro-ondes cosmique), mais aussi à l'épuisement des sources.

Le développement des techniques de détection des particules élémentaires, dédié essentiellement aux accélérateurs dans la seconde moitié du vingtième siècle, a cependant trouvé des applications dans l'étude des rayons cosmiques, et c'est par une évolution naturelle que des physiciens des particules ont imaginé et construit des dispositifs d'étude des rayons cosmiques de haute énergie, notamment en observant les "gerbes atmosphériques" c'est à dire les cascades d'interactions produites par les particules primaires (celles qui nous viennent de l'espace) sur les noyaux des molécules de l'atmosphère. Le LPNHE, fort de son expertise en Physique des Hautes Energies, s'est engagé depuis longtemps dans l'observation des gerbes de gammas avec les expériences CAT et CELESTE, et a acquis un savoir-faire qu'il continue d'exploiter dans l'expérience HESS et la préparation

de CTA. Par ailleurs, une équipe a rejoint dès sa formation la Collaboration Auger pour l'observation des énergies ultimes, et y a joué un rôle déterminant à la fois dans la conception, l'implantation et la construction du détecteur, ainsi que dans l'exploitation des données.

Les gerbes engendrées par des particules primaires de "très haute" énergie (typiquement 10^{11} à 10^{15} eV) se développent dans la haute atmosphère et pratiquement seuls les muons issus de la désintégration des mésons atteignent le sol. Les particules chargées de la phase terminale de la cascade (essentiellement électrons et positrons) produisent un rayonnement Cherenkov dans un cône étroit autour de leur direction de propagation : la détection des gamma de très haute énergie repose sur la détection de cette lumière collimatée avec des télescopes directionnels qui en fournissent une image pixélisée, qui doit être analysée pour en éliminer le bruit de fond (gerbes hadroniques) et déterminer l'énergie et la direction du gamma primaire ; c'est le principe de base de l'Observatoire H.E.S.S. comme de ses prédécesseurs et du successeur CTA en préparation. Outre les accélérateurs cosmiques (sites astrophysiques connus, identifiés aux sources de gammas grâce à leur propagation en ligne droite), ces dispositifs peuvent contribuer à élucider d'autres questions actuelles de la physique, comme la nature de la matière noire, ou une violation éventuelle de l'invariance de Lorentz.

A "ultra-haute" énergie (typiquement 10^{18} eV et au-delà), les cascades se développent jusqu'au niveau du sol. Par ailleurs, le flux est tellement faible qu'on a peu de chance d'observer directement la lumière Cherenkov, concentrée sur une faible surface au sol. On a donc eu recours soit à des détecteurs de particules qui échantillonnent la distribution latérale des particules au niveau du sol, soit à des télescopes qui recueillent la lumière de fluorescence des molécules d'azote excitées le long de la cascade, qui est émise de façon isotrope, donc observable à grande distance. Dans les deux cas on obtient une grande acceptation superficielle et angulaire avec des détecteurs fixes. L'Observatoire Auger est le premier détecteur "hybride", associant les deux techniques sur un même site, couvrant une vaste superficie au sol pour être sensible à des flux très bas. En plus des rayons cosmiques chargés (protons ou noyaux), il a aussi une sensibilité appréciable aux particules neutres d'ultra-haute énergie (gamma et neutrinos), qui peuvent fournir une discrimination des différents scénarios astrophysiques, en particulier sur la dominance des protons ou des noyaux lourds dans la partie terminale du spectre.

Les deux axes de recherche (neutres et chargés), après des périodes de construction, sont maintenant dans une phase d'exploitation intensive des données accumulées, et en même temps de préparation d'une nouvelle phase de construction: d'une part le projet mondial CTA pour augmenter la sensibilité aux faibles sources et le domaine d'énergie accessible, et d'autre part la transformation ("upgrade") de l'Observatoire Auger pour une meilleure séparation de la composante muonique, qui permettra une meilleure identification des particules primaires et fournira des contraintes sur les modèles d'interaction hadronique. Les équipes du laboratoire participent activement à ces développements.

Les principaux thèmes d'analyse pour le futur sont, pour l'équipe H.E.S.S./CTA: l'analyse des sources astrophysiques et des mécanismes d'accélération, la recherche des signatures de matière noire et de violation de l'invariance de Lorentz ; pour l'équipe Auger : la composition des flux primaires, l'analyse de la transition Galactique-extragalactique et la nature de la coupure observée à 60 EeV dans le spectre en énergie.

AUGER

CHIFFRES CLÉS

24 télescopes de fluorescence
1600 cuves Cherenkov (dont 61 équipées d'antennes radio) sur 3000 km²
500 physiciens de 17 pays

L'Observatoire Pierre Auger, à Malargüe (province de Mendoza, Argentine), est le plus grand détecteur de rayons cosmiques d'ultra-haute énergie (RCUHE) du monde. Il est hybride : il associe un réseau de 1600 détecteurs de lumière Cherenkov (cuves emplies d'eau) sur une surface de 3000 km², qui échantillonne la distribution latérale des particules des gerbes atmosphériques, à un ensemble de 24 télescopes sur 4 sites autour du réseau, qui enregistrent pendant les nuits claires sans lune la lumière de fluorescence induite par le passage de la gerbe dans l'air.

Il est maintenant bien établi que le spectre des RCUHE présente une coupure au-delà de 60 EeV, qui pourrait correspondre à l'effet GZK (perte d'énergie des protons par interaction avec le CMB, rayonnement micro-ondes fossile de l'Univers), mais aussi à un épuisement des sources. Par ailleurs la corrélation angulaire entre les RC d'énergie maximale et les noyaux actifs de galaxies dans l'Univers proche, suggérée par les premières données, est devenue beaucoup moins significative avec la statistique accumulée depuis. Une double question reste donc ouverte : quelles sont les sources et la nature des RCUHE ? Pour aller plus loin, la détection doit s'affiner, notamment en améliorant la mesure séparée de la composante muonique des gerbes, qui est un indicateur de la composition chimique du flux incident. C'est l'objet de l'amélioration (« upgrade ») des détecteurs préparée actuellement pour la prolongation de la Collaboration au-delà de 2015, terme de la convention en cours.

L'équipe du LPNHE, qui a joué un rôle central dans le développement de la discipline en France et l'installation de l'Observatoire (notamment pour le choix du site et le système d'acquisition central), a continué ces dernières années son activité d'analyse des données dans ses domaines d'expertise : la recherche d'anisotropies à petite ou grande échelle, la recherche de photons et de neutrinos dans le flux incident, l'identification des particules primaires (protons

ou noyaux plus ou moins lourds), ainsi que le suivi des performances du détecteur de surface : acceptation instantanée, variations périodiques ou accidentelles des paramètres de la réponse, évolution à long terme. En même temps, elle a développé, installé et exploité des détecteurs d'émission radio (EASIER) ou micro-ondes (GIGAS) asservis aux détecteurs de surface ; conçu et implémenté un système de déclenchement plus sensible de ces détecteurs (ToTd/MoPS) ; proposé une option (LSD, cuve segmentée) pour l'« upgrade » au-delà de 2015, et réalisé et installé sur place des prototypes qui ont confirmé les performances attendues en terme de séparation des composantes électromagnétique et muonique.

Aux plus hautes énergies, au-delà de la coupure du spectre, la corrélation angulaire avec les AGN n'a pas été confirmée. Par contre, à plus basse énergie (autour de 1 EeV et au-delà), l'analyse de la distribution en ascension droite suggère l'existence d'une première harmonique, dont la phase est liée à la direction du centre Galactique. On a aussi recherché un dipôle et/ou un quadrupôle sur la sphère céleste, mais cette analyse est difficile, car elle nécessite des corrections, et souffre de plus d'erreurs systématiques, la distribution en ascension droite étant affectée par la dépendance de la réponse en angle zénithal.

La discrimination entre des primaires « ordinaires » (protons, noyaux) et les éventuelles particules neutres (photons, neutrinos), qui a été fortement impulsée par le LPNHE en 2000-2001, est maintenant bien affinée, et les résultats obtenus à ce jour (aucun candidat neutrino, aucun excès significatif de signal de photon) donnent des limites supérieures contraignantes sur les scénarios d'origine des RCUHE :

non seulement les modèles « exotiques » (désintégration d'objets ultramassifs reliques du Big Bang) sont exclus, mais dans un avenir proche on devrait pouvoir trancher entre un scénario « protonique » et un scénario « lourd » pour les énergies ultimes (voir figure page suivante).

L'identification des primaires chargés est plus délicate, car elle repose sur des variables discriminantes qui peuvent être ambiguës (recouvrement entre les distributions attendues pour le proton et un noyau lourd, typiquement de fer), et sujettes à des erreurs systématiques dues à la modélisation des interactions hadroniques de haute énergie dans la simulation des cascades atmosphériques. Une analyse multivariée est en cours.

La détection de l'émission radio des gerbes est un domaine déjà ancien. La nouveauté du projet EASIER était d'installer une antenne sur chaque cuve, et d'asservir l'enregistrement de cette émission à la détection d'un signal par la cuve, pour être insensible au bruit important qui rend difficile un déclenchement sélectif autonome des antennes. La chaîne de détection a été mise au point et construite au LPNHE en collaboration avec le LPSC de Grenoble et l'IPN d'Orsay. Des parties du réseau de surface ont été modifiées pour recevoir les antennes et les rattacher au système d'acquisition. L'ensemble a fonctionné de façon satisfaisante. Les résultats confirment les caractéristiques déjà connues de l'émission, notamment la dominance de l'effet géomagnétique de séparation des charges ; ils montrent que la technique est opérationnelle. Le projet GIGAS a ensuite consisté à ajouter des antennes dans le domaine des micro-ondes (3 GHz) pour détecter le « Bremsstrahlung moléculaire » émis par les électrons et positrons de la gerbe au cours de leur ralentissement dans l'air. Plusieurs signaux sans ambiguïté ont effectivement été observés, mais toujours sur des stations

• • •



proches de l'axe de la gerbe, et pourraient donc s'interpréter comme une émission Cherenkov. Le calcul de l'intensité attendue a été repris, et il semble que les premières évaluations étaient surestimées, ce qui réduirait l'intérêt de cette technique. Quoiqu'il en soit, le couplage d'antennes avec les cuves Cherenkov a montré son efficacité en tant que banc d'essai relativement simple et peu coûteux pour des techniques nouvelles.

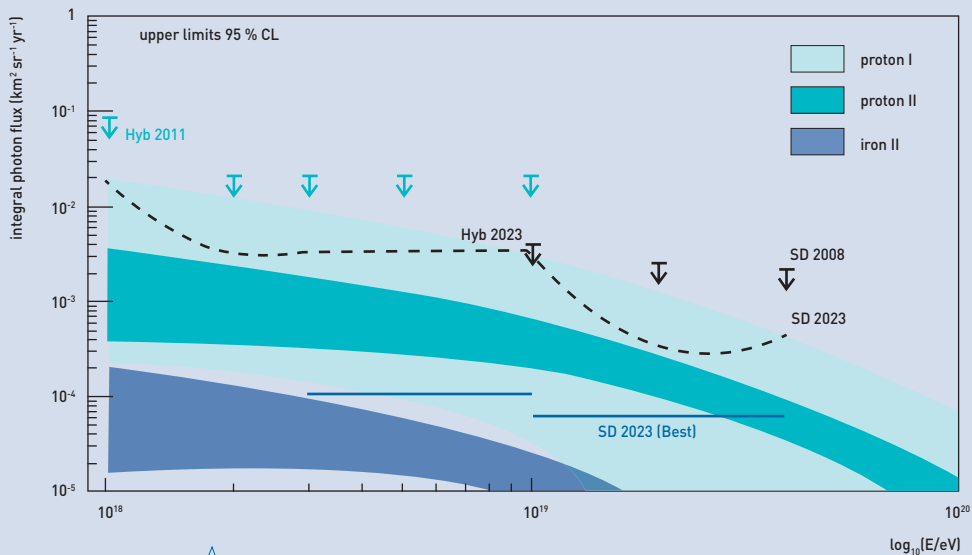
Le système de déclenchement amélioré des cuves a pour caractéristiques, d'une part d'être sensible à des signaux plus faibles, donc d'abaisser le seuil en énergie du détecteur de surface, d'autre part d'être moins dépendant de la présence de muons, donc de réduire le biais des méthodes de comptage des muons à grande distance du cœur de la gerbe. Par ailleurs il augmente très peu le taux global de déclenchement local (de l'ordre de 1 Hz ou moins, pour un taux global d'environ 20 Hz), tout en multipliant le nombre d'événements physiques par 3.

La cuve segmentée (LSD pour Layered Surface Detector) utilise le fait que les électrons/positrons d'une gerbe qui arrivent sur une cuve, avec une énergie de l'ordre de quelques MeV ou quelques dizaines de MeV, n'y pénètrent pas profondément ; de même les photons y déposent leur énergie via la création de paire et l'effet Compton, sur une distance de l'ordre de la longueur de radiation (37 cm dans l'eau). Au contraire les muons, de plus grande énergie, traversent en général la cuve de part en part. Si celle-ci est séparée en deux par une cloison horizontale, le compartiment supérieur sera donc plus sensible à la composante électromagnétique, tandis que le compartiment inférieur recevra surtout le signal des muons. Les trois photomultiplicateurs existants (sur la paroi supérieure) restent en place pour capter la lumière du compartiment supérieur, et un photomultiplicateur supplémentaire est inséré au centre pour le compartiment inférieur. Les deux composantes peuvent être obtenues par combinaison linéaire des signaux ainsi séparés. La précision obtenue

est d'autant meilleure que le signal est plus grand, et les simulations montrent qu'à 10 EeV et au-delà, une analyse événement par événement est possible, car le pouvoir de séparation est supérieur à la différence attendue entre les hypothèses extrêmes (proton/noyau de fer). Un premier prototype a été construit à Malargüe et installé dans le réseau de surface, suivi par deux autres. Les données recueillies montrent que le système fonctionne comme prévu. Des études sont en cours pour optimiser la structure et sa mise en place, et mettre au point les procédures de calibration et de déclenchement local.

Chercheurs et Doctorants : J. Aublin, P. Billoir, M. Blanco, H. Bretel, L. Caccianiga, L. Collica, R. Gaior, P. Ghia, N. Hemery, A. Letessier-Selvon, M. Münchmeyer, M. Settimo

Equipe technique : J. David, H. Lebbolo, J.M. Parraud, P. Repain, D. Vincent

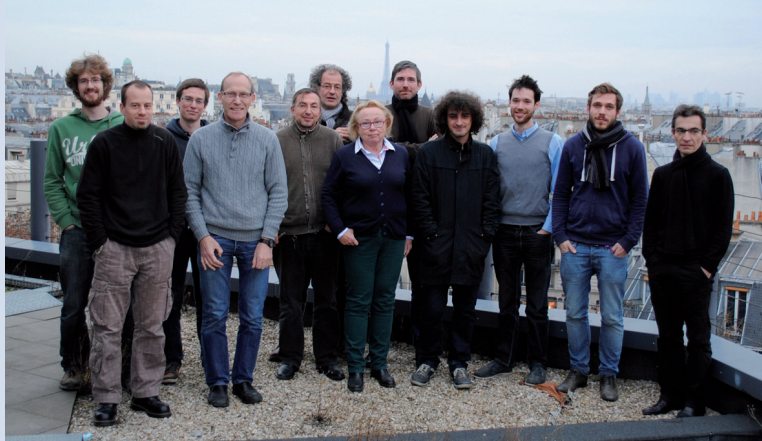


Limites supérieures sur le flux de photons obtenues ou attendues avec l'Observatoire Pierre Auger.
 Tirets : valeurs publiées (SD : détecteur de surface seul, Hyb : événements hybrides).
 Lignes tiretées : valeurs attendues en 2023 avec le détecteur actuel.
 Lignes continues : valeurs attendues en 2023 avec le détecteur modifié (nouveaux déclenchements + upgrade).
 Bandes colorées : prédictions de modèles (dominante proton en bleu-vert, fer en bleu).

H.E.S.S. : ASTRONOMIE GAMMA DES TRÈS HAUTES ÉNERGIES

CHIFFRES CLÉS

Plus de **500 tonnes** pointant
dans le ciel en moins de **30 secondes**
avec une énergie seuil
d'environ **30 GeV**



Après plus de dix années d'exploitation, le réseau de télescopes à effet Cherenkov atmosphérique H.E.S.S. se dote d'un cinquième élément, un télescope hors norme – le plus grand télescope optique du monde – avec son miroir de plus de 600 m², une focale de 35 mètres et une caméra de trois tonnes équipée de 2048 détecteurs de photons capable d'abaisser le seuil de détection à quelques dizaines de GeV, tout en augmentant la sensibilité globale de l'ensemble du dispositif expérimental. Les années 2012 à 2014 ont été marquées par la poursuite des analyses sur le système H.E.S.S. I, une ouverture vers les données d'autres expériences telle que celles du satellite Fermi, satellisé en 2008, et un effort de compréhension et d'interprétation des premières données de H.E.S.S. II.

H.E.S.S. permet la détection de rayonnements électromagnétiques de très grandes énergies, allant de plusieurs dizaines de GeV à près d'une centaine de TeV : dans le spectre mesuré, les photons gamma de H.E.S.S. permettent d'étudier les rayonnements au niveau de la région dite du genou et au-delà. Ce domaine d'étude est celui des sources astrophysiques, des émissions diffuses, des rayonnements cosmiques de très haute énergie, ainsi que de la matière manquante de

l'Univers et des modèles cosmologiques. Le laboratoire contribue à chacun de ces thèmes à travers l'étude des émissions des noyaux actifs de galaxies, et des pulsars ; la recherche des émissions diffuses des photons gamma, des électrons et des hadrons ; la recherche des raies d'émission de WIMPS dans le centre Galactique ou le test de l'invariance de Lorentz. En plus de ces travaux de recherche, le groupe du LPNHE consacre une part importante de ses activités au développement, à la compréhension et à la maintenance du détecteur.

Etudes du détecteur

Plusieurs études ont été menées ces deux dernières années sur la compréhension de la réponse du détecteur. Une étude de la reconstruction des « événements muons » a été reprise intégralement afin de comprendre les différences observées sur la mesure de l'efficacité optique de l'instrument entre les estimations effectuées par les équipes françaises et allemandes. A la suite de ces travaux un accord acceptable a été atteint. D'autres travaux ont porté sur l'étude de la qualité des données acquises par le cinquième télescope. Un estimateur a été proposé pour filtrer rapidement les événements collectés dans de mauvaises conditions de fonctionnement des télescopes. D'autres

études comme le suivi des modes communs de l'alimentation en puissance des photomultiplicateurs permettent de corriger les variations observées et de réduire ainsi les systématiques dans les analyses des données. Le groupe a conçu et réalisé l'ensemble de l'électronique de lecture et de déclenchement des quatre premières caméras qui équipent ces télescopes ainsi que les systèmes d'acquisition associés. Il a été également maître d'œuvre dans le développement, l'assemblage et l'installation du cinquième élément du dispositif. Il a de ce fait naturellement assuré ces deux années encore les opérations de maintenance à distance et sur le site des caméras de H.E.S.S.

Etude de l'invariance de la symétrie de Lorentz

Les travaux entrepris dans ce domaine ont été récemment conjugués aux études des données de la mission spatiale Fermi. Une série de quatre sursauts de rayons gamma (Gamma Ray Burst ou GRB) à des distances cosmologiques variées ainsi que deux Noyaux Actifs de Galaxie ont permis d'atteindre des limites encore inégalées sur l'échelle en énergie de la violation de l'invariance de Lorentz, contraignant fortement le terme linéaire de la correction de la vitesse de propagation des rayonnements électromagnétiques et posant une limite sur le terme quadratique.

Recherche de matière noire et études des émissions diffuses

Avec la mise en service du cinquième télescope de H.E.S.S., le seuil en énergie de l'expérience diminue dans les analyses et la sensibilité augmente. Des études ont été menées à nouveau vers le centre de la Voie Lactée en direction notamment de la région où un signal aux alentours de 130 GeV a été extrait des données enregistrées par l'expérience *Fermi*/LAT. Une campa-

• • •



Le réseau de
téléscopes
H.E.S.S. en
Namibie



gne d'observation a été proposée par les membres du laboratoire en collaboration avec d'autres groupes de la collaboration et les données obtenues, dont l'analyse s'achève, seront publiées dans l'année à venir. D'autres études plus systématiques de recherche de matière noire ont été entreprises dans l'ensemble du plan Galactique et sont en cours d'analyse.

Les émissions diffuses Galactiques et extragalactiques sont également étudiées au laboratoire : issues de l'interaction avec le milieu interstellaire des rayons cosmiques se propageant dans la Galaxie, elles peuvent également contenir les produits d'annihilation de matière sombre dans les modèles de matière noire super-symétrique. Une méthode basée sur l'élaboration de densités de probabilité pour classer

les événements en trois catégories de fond diffus : électronique, hadronique et électromagnétique a été développée pour reconstruire les spectres en énergie de ces composantes. Cette méthode a été testée avec succès sur des échantillons de données spécialisés, enrichis en ces trois types de particules et est actuellement en œuvre pour extraire la composition des fonds diffus.

Etudes des sources astrophysiques

Le dernier volet des activités du laboratoire dans ce domaine est l'étude des sources astrophysiques. Leur étude est à la fois motivée par la connaissance du fonctionnement intrinsèque de ces objets mais également par leur utilisation dans les études précédemment citées. En effet, les noyaux actifs de galaxie servent de sources

test pour les méthodes développées dans l'étude des fond diffus ; ils sont également utilisés pour tester l'invariance de Lorentz tout comme les sursauts de rayons gamma et les pulsars qui sont à la base des analyses les plus récentes. Le laboratoire assure depuis cette dernière année la coordination de toutes les activités de la collaboration pour ce qui concerne l'ensemble des sources extragalactiques. Plusieurs études sur ces objets astrophysiques sont réalisées au laboratoire en association avec d'autres groupes de la collaboration, issus de plus de 15 instituts différents, dont l'INSU, l'IN2P3 et le CEA en France.

.....
Chercheurs et Doctorants : J. Bolmont, R. Chalme-Calvet, C. Couturier, M. Chrétien, M. Kieffer, T. Garrigoux, A. Jacholkowska, D. Kerszberg, J.-P. Lenain, J.-P. Tavernet, P. Vincent

Equipe technique : P. Corona, J.-F. Huppert, P. Nayman, J.-M. Parraud, F. Toussanel
.....

CTA : UN OBSERVATOIRE POUR L'ASTRONOMIE GAMMA DES TRÈS HAUTES ÉNERGIES

Le « Cerenkov Telescope Array » (CTA) est le futur observatoire international dédié à l'étude des rayonnements gamma de très hautes énergies.

Les objectifs scientifiques du projet CTA peuvent être déclinés en trois principaux thèmes : comprendre l'origine des rayons cosmiques et leur impact sur les constituants de l'Univers ; révéler la nature et la variété des accélérateurs de particules

et enfin rechercher la nature ultime de la matière noire et étudier les phénomènes physiques au-delà des modèles standards.

Le projet CTA ouvrira l'exploration en profondeur de notre univers en rayons gamma au-delà de quelques dizaines de GeV. Les processus cosmiques extrêmes mis en jeu seront donc pleinement étudiés, en fournissant une image en rayons gamma de très hautes énergies de notre univers avec

une sensibilité jamais atteinte. L'objectif est d'améliorer la sensibilité d'un facteur 5 à 10 dans la gamme d'énergie 100 GeV – 10 TeV par rapport aux mesures actuelles.

Pour atteindre ces objectifs, le réseau sera composé de trois types de télescopes avec des miroirs de tailles différentes sur deux sites, un dans chaque hémisphère pour une couverture complète du ciel. Quelques télescopes de 24 mètres de



CHIFFRES CLÉS

100 télescopes Cherenkov
1 site par hémisphère
Plus de 1200 collaborateurs
de 29 pays différents

Vue d'artiste du réseau de télescopes CTA



diamètre sont dédiés à la basse énergie ; le milieu de gamme, le cœur de l'observatoire, de 100 GeV à 1 TeV, sera couvert par une trentaine de télescopes de 10-12 mètres de diamètre ; les instruments de haute énergie seront composés d'un grand nombre de petits télescopes (4-6 mètres de diamètre). La conception des instruments est basée sur une technologie éprouvée, ce qui permet des prédictions fiables des performances de l'observatoire.

L'observatoire avec ses deux sites sera exploité par un consortium unique. Une

fraction significative du temps d'observation sera ouverte à la communauté internationale et l'observatoire disposera d'installations propres pour le soutien aux utilisateurs.

Étant un laboratoire pionnier dans le domaine de l'astronomie gamma au sol, le LPNHE a acquis une très grande compétence dans la construction de caméras dédiées à la détection des gerbes de particules atmosphériques, et s'est donc naturellement impliqué dans ce projet.

Durant la période 2012 à 2014, notre participation s'est concentrée sur la conception et la réalisation de l'électronique de lecture dans le cadre du projet de caméra dit NECTArCam pour les télescopes de taille moyenne, ou «medium sized telescopes» (MST) dont une quarantaine est prévue par réseau. Ce projet regroupe des laboratoires français (IN2P3, INSU et CEA), espagnols et allemands.

Le développement de la carte de lecture est basé sur notre savoir-faire acquis dans les différentes phases de l'expérience H.E.S.S. La caméra NECTArCam est un ensemble de modules qui se compose de détecteurs de photons (photomultiplicateurs), d'une carte haute-

tension, d'une carte d'électronique de lecture et déclenchement. Ce concept est compact et autonome. Les données numérisées sont disponibles par Ethernet. Durant cette période, le prototype de la carte de lecture a été testé et a permis de valider la chaîne de détection. L'étape suivante est la réalisation d'un démonstrateur complet de caméra équipée de 19 modules, qui sera testé dans les locaux du CEA/IRFU. Le financement des cartes électroniques du démonstrateur est effectué dans le cadre du projet GAMMA-ray Telescope Elements (GATE), financé en grande partie par la région Île-de-France et le CNRS.

Dans le cadre du projet NECTArCam, nous coordonnons le groupe de travail sur l'électronique des caméras et sommes impliqués dans toutes les interfaces internes et externes du module. Comme divers acteurs travaillent en parallèle au sein d'un module, la coordination et la définition des interfaces sont cruciaux lors de la construction du démonstrateur. Dans l'objectif de caractériser les performances des réseaux CTA et de préparer les futures analyses, nous contribuons :

- à la mise en place de la simulation Monte-Carlo du réseau et du traitement des données en utilisant les moyens de calcul distribués, tels que la grille de calcul EGI ;
- à la mise en place du cadre d'analyse des données de haut niveau pour les études spectrales et temporelles des sources.

.....
Chercheurs et Doctorants : J. Bolmont, A. Jacholkowska, J.-P. Lenain, O. Martineau-Huynh, J.-P. Tavernet, P. Vincent.

Equipe technique : P. Corona, S. Karkar, P. Nayman, J.-M. Parraud, F. Toussanel, V. Voisin

.....



PUBLICATIONS, COMMUNICATIONS

Publications

La liste des publications du LPNHE de mi-2012 à fin 2014 est disponible sur le site web du laboratoire à l'adresse <http://lpnhe.in2p3.fr/publications>

Communications à des conférences

Pierre Antilogus

- Effective CCD Pixel Sizes as a Function of Collected charge, Scientific Detector Workshop 2013, Florence, Italie, 7-11 octobre 2013

Pierre Astier

- Distances to SNe Ia in the next decade, Marcel Grossman conference, Stockholm, Suède, juillet 2012
- Distances to high-redshift supernovae, Big Boss collaboration meeting, Paris, octobre 2012
- The brighter-fatter effect and pixel correlations in CCD sensors, Precision Astronomy with CCDs, BNL, USA, décembre 2013
- Supernovae and cosmology, Frontiers of fundamental physics, Marseille, juillet 2014
- Cosmology and Supernovae Ia Type Ia Supernovae: explosions and cosmology, Chicago, USA, septembre 2014
- An introduction to imperfections of CCD sensors, Precision astronomy with CCDs, BNL, USA, novembre 2014

Christophe Balland

- The SNLS-VLT Type Ia Spectrum Evolution with Redshift: a Demographic Effect?, Binary Paths to Type Ia Supernovae Explosions, IAU Symposium 281, Padova, Italie, juillet 2012

Eli Ben-Haim

- Charmless B decays and CP violation, 36th International Conference on High Energy Physics (ICHEP 2012), Melbourne, Australie, 4-11 juillet 2012
- Results on the CKM angle β from BABAR, 7th international workshop on CKM Unitarity Triangle, Cincinnati, Etats Unis, 28 septembre - 2 octobre 2012
- b-fragmentation function from e^+e^- experiments at the Z^0 pole for PYTHIA 8, LHC generator tuning workshop, Bucarest, Roumanie, 22-23 novembre 2012
- Latest results in rare decays at LHCb, Rencontres de Moriond : QCD and High Energy Interactions, La Thuile, Italie, 9-16 mars 2013
- CP violation in hadronic penguin modes Beyond-SM searches in $B \rightarrow D^{(*)} \tau \nu$ and rare decays at BABAR, The 2013 Europhysics Conference on High Energy Physics (EPS 2013), Stockholm, Suède, 17-24 juillet 2013
- Latest results on radiative penguin decays at BABAR, 49th Rencontres de Moriond: EW Interactions and Unified Theories, La Thuile, Italie, 15-22 mars 2014

Maurice Benayoun

- Estimate of the muon anomalous moment using a global fit to all e^+e^- annihilation data, Workshop MesonNet 2013, Prague, République Tchèque, avril 2013
- Improved estimate for the muon g-2 using VMD constraints, Conference Photon 2013, Paris, mai 2013
- HLS Approach to the muon g-2 evaluation, Workshop Phi to Psi 2013, Rome, Italie, septembre 2013
- Phenomenological Lagrangian approach to Hadronic Vacuum Polarization, Workshop on Hadronic Contributions to the muon anomalous magnetic moment, Mainz, avril 2014

Gregorio Bernardi

- Study of associated production of vector boson+jets at the Tevatron, ICHEP 2012, Melbourne, Australie, juillet 2012
- Standard Model Higgs boson Searches at the Tevatron, Higgs Quo Vadis conference, Aspen, Colorado, USA, mars 2013
- Tevatron results Overview, Exploring Fundamental interactions in The Higgs Era, Brookhaven, USA, mai 2013
- Higgs studies at the Tevatron, 29th Workshop on HEP, Protvino, Russie, juin 2013
- Higgs spin and couplings at the Tevatron, 3rd Higgs coupling workshop, Freiburg, Allemagne, septembre 2013
- Recent Results from the Tevatron, ICHEP 2014, Valence, Espagne, Juillet 2014

Marc Betoule

- Cosmological Constraints from SNLS/SDSS: Pushing down the Systematics, Journées de la SFP, Marseille, juillet 2013
- Cosmology with type Ia Supernovae, Cosmology in the Planck Era, Quy Nhon, Vietnam, août 2013
- Improved cosmological constraints from a joint analysis of the SNLS and SDSS surveys, LSST@Europe, Cambridge, UK, septembre 2013
- Joint SNLS/SDSS cosmological analysis, SNLS, Paris, octobre 2013
- Improved cosmological constraints from a joint analysis of the SNLS and SDSS-II SN-Ia surveys, AAS, Washington, USA, janvier 2014
- Improved cosmological constraints from a joint analysis of the SNLS and SDSS SN-Ia surveys, Rencontres de Moriond, La Thuile, Italie, mars 2014
- Cosmology with type Ia Supernovae, PONT, Avignon, avril 2014

Pierre Billoir

- The Cherenkov Surface Detector of the Pierre Auger Observatory, 8th International Workshop on Ring Imaging Cherenkov Detectors (RICH2013), Hayama, Japon, 2-6 décembre 2013

Miguel Blanco

- Using the magnetic distortion of horizontal showers of cosmic rays in the Pierre Auger Observatory, Journées Jeunes Chercheurs, Munster, France, 2-8 décembre 2012

Julien Bolmont

- Lorentz Invariance Violation with H.E.S.S., Experimental Search for Quantum Gravity: the hard facts, Waterloo, Canada, octobre 2012
- Lorentz invariance violation: The latest Fermi results and the GRB/ AGN complementarity, Roma International Conference on Astro-Particle physics (RICAP), mai 2013
- New constraints on Lorentz Invariance Violation from the analysis of four bright GRBs observed by the Fermi Large Area Telescope, LOOPS'13, Waterloo, Canada, juillet 2013

Marco Bomben

- Novel Silicon n-in-p Edgeless Planar Pixel Sensors for the ATLAS upgrade, 9th International Conference on Radiation Effects on Semiconductor Materials Detectors and Devices, Florence, Italie, octobre 2012
- Performance Of Thin Edgeless N-on-p Planar Pixel Sensors For ATLAS Upgrades, The International Workshops on Radiation Imaging Detectors 2013, Paris, France, juin 2013
- Development of Edgeless Silicon Pixel Sensors on P-Type Substrate for the ATLAS High-Luminosity Upgrade, 2013 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, and Room-Temperature Semiconductor X-Ray and Gamma-Ray Detectors workshop, Seoul, Korea, octobre 2013
- ATLAS Upgrades relevant for flavour physics, Xth Rencontres du Vietnam, Flavour Physics Conference, Quy Nhon, Viet-Nam, juillet 2014

Giovanni Calderini

- ATLAS upgrade, LHC France 2013, Annecy, France, avril 2013
- Higgs to gamma gamma in ATLAS, Higgs hunting 2013, Orsay, France, juillet 2013

Matthew Charles

- CKM studies in the charm sector, 8th International Workshop on the CKM Unitarity Triangle CKM2014, Vienna, Autriche, 8-12 septembre 2014

Jacques Chauveau

- Searches for low mass CP-odd Higgs and dark photons at BABAR, QCD2014, Montpelier, France, juillet 2014

Mathieu Chrétien

- LIV studies with HESS2, 2nd international OKC-DIAS workshop: science with H.E.S.S. II, 2013

ET RESPONSABILITÉS

- Recherche de l'émission périodique des pulsars et étude de la violation de l'invariance de Lorentz avec HESS-II, « Journées de Rencontres des Jeunes Chercheurs 2013 », 2013

Samuel Coquereau

- Rare decays of beauty mesons, SUSY2013, Trieste, Italie, 26-31 août 2013

Camille Couturier

- Tests d'invariance de Lorentz avec les données de sursauts gamma observés par Fermi, Journées Jeunes Chercheurs (JJC 2012), Munster, France, décembre 2012
- Constraints on Lorentz Invariance Violation with Fermi-LAT Observations of Gamma-Ray Bursts, International Cosmic Ray Conference (ICRC 2013), Rio de Janeiro, Brésil, juillet 2013
- Astrophysical tests of Quantum Gravity models, Elbereth 2013, Paris, France, novembre 2013

Wilfrid Da Silva

- Asymptotic pion and kaon production in $\pi\pi$ collisions, Photon 2013, Paris, mai 2013
- A Silicon Pixel Layers Active Stopping Hodoscope for COMET, Workshop on silicon detectors for g-2/EDM/COMET experiments, Paris, février 2014
- Tracking in COMET and g-2/EDM, 3rd Workshop on Muon g-2, EDM and Flavour Violation in the LHC Era, Paris, décembre 2014.

Olivier Davignon

- Higgs to 2 photons in ATLAS, LHC France 2013, Annecy, France, avril 2013
- Measurement of Properties of the Higgs boson in the diboson channels using the ATLAS detector, Pheno2013, Pittsburgh, USA, mai 2013

Sandro De Cecco

- Higgs to di-photons in ATLAS and CMS, Standard Model @LHC, Freiburg, Allemagne, avril 2013

Aurélien Demilly

- Mesure de la masse du quark top dans le canal dileptonique $e\mu$ avec la méthode des éléments de matrice avec ATLAS au LHC, Journées Jeunes Chercheurs 2012, Munster, France, décembre 2012
- Top properties in ATLAS, QCD2014, Montpellier, France, juin, 2014

Frédéric Derue

- ATLAS results on top quark pair production cross section at the LHC, ICHEP2012, Melbourne, Australie, juillet 2012
- Summary of top quark activities in ATLAS France, Journées de discussion sur la physique du quark top dans ATLAS et CMS en France, Lyon, France, mars 2013

- ATLAS results on inclusive top quark pair production cross section in dilepton channel, LHC France 2013, Annecy, France, avril 2013
- Top properties in ATLAS, The Second Annual Conference on Large Hadron Collider Physics, New York, USA, juin 2014

Paolo Francavilla

- Search for the Higgs boson in VH(bb) channel using the ATLAS detector, ICHEP 2014, Valencia, Espagne, juillet 2014

Romain Gaior

- Anisotropy studies at EeV range with the Pierre Auger Observatory, Rencontres de Moriond (VHEPU), La Thuile (Italie), 9-16 mars 2013
- Detection of cosmic rays using microwave radiation at the Pierre Auger Observatory, 33rd International Cosmic Ray Conference, Rio de Janeiro (Brésil), 2-9 juillet 2013

Tania Garrigoux

- Study of the diffuse emissions with the H.E.S.S. experiment, Journées Jeunes Chercheurs (JJC 2012), Munster, France, décembre 2012
- Study of the diffuse emissions with the H.E.S.S. experiment, International Conference on New Frontiers in Physics, Crete, Greece, août 2014
- Study of the diffuse emissions with the H.E.S.S. experiment, inaugural conference Rencontres du Vietnam: Windows on the Universe, at the International Centre for Interdisciplinary Science Education (ICISE), Quy Nhon, Vietnam, août 2014

Piera Ghia

- Ultra-high energy cosmic rays: where do we stand 50 years after their first detection?, RICAP-14 The Roma International Conference on Astroparticle Physics, Noto (Italie), 30 septembre - 3 octobre 2014
- Cosmic ray anisotropies: experiments, Workshop "Multiple Messengers and Challenges in Astroparticle Physics", L'Aquila (Italie), 6-10 octobre 2014

Claudio Giganti

- New results from the T2K experiment, Première Rencontre Algérie-France sur les neutrinos, Université de Constantine-1, Algérie, octobre 2013
- Recent results from T2K, GDR neutrino, LAL, Orsay, France, juin 2014
- T2K results and perspectives, Neutrino oscillations workshop NOW2014, Conchia Specchiulla, Brindisi, Italie, septembre 2014

Julien Guy

- Spectral extraction of BOSS fully-depleted CCD data, Precision Astronomy with Fully Depleted CCDs, BNL, Etats-Unis, novembre 2013

- Cosmologie avec les Supernovae de Type Ia, revue PNCG, SF2A, Nice, France, juin 2012

Augustin Guyonnet

- A method to correct for the «brighter-fatter effect», Precision Astronomy with Fully Depleted CCDs, BNL, Brookhaven, USA, décembre 2014

Michael Joyce

- Long-range systems with weak dissipation, Equilibrium and out-of-equilibrium properties of systems with long-range interactions, Ecole Normale Supérieure de Lyon, France, août 2012
- Dynamics of self-gravitating particles in an expanding universe, Statistical Mechanics of self-gravitating particles, Treilles, France, octobre 2012
- Discreteness effects in cosmological N-body simulations, Vlasov-Poisson: the numerical approach and its limits, Institut Henri Poincaré, Paris, France, octobre 2013
- Statistical mechanics tools for cosmological structure formation, Statistical Physics and Quantum Gravity, workshop à l'Université de Nice, France, octobre 2014

Frédéric Kapusta

- Status and Prospects of g-2 measurements, Workshop GdR Terascale, Paris, novembre 2012.
- Physics Beyond the Standard Model with Muons : g-2/EDM, COMET Muon Physics Programmes at J-PARC, 2014 Joint Workshop of the France-Japan (TYL/FJPL) and France-Korea (FKPPL) Particle Physics Laboratories, Bordeaux, mai 2014

Mathieu Kieffer

- Indirect searches of Dark Matter from gamma-ray line signatures with the H.E.S.S. experiment, TeVPA/IDM Conference (Amsterdam), juin 2014

Witek Krasny

- Exploring Confinement at CERN, DIS 2013, Marseille, France, avril 2013
- Hunting for Pseudoscalars and Scalars with nuclei as search tools, MIT Workshop, Boston, USA, mai 2013
- The challenges for precision measurements at the LHC, Rencontres du Vietnam, Quy Nhon, Vietnam, août 2013

Marine Kuna

- Higgs searches with the ATLAS experiment at the LHC, PPC2012, Seoul, Korea, novembre 2012

Sandrine Laplace

- Higgs Boson Search at ATLAS, SUSY 2012, Pékin, Chine, août 2012
- Higgs Boson Decays to Photons with the ATLAS Detector, ICHEP 2014, Valencia, Espagne, juillet 2014

Guillaume Lefebvre

- Etude de la résolution en énergie des électrons et des photons au détecteur ATLAS, Journées Jeunes Chercheurs 2012, Munster, France, décembre 2012
- Top quark production in the ATLAS detector of the LHC, High Energy Physics in the LHC Era 2013, Valparaiso, Chili, décembre 2013

Jean-Philippe Lenain

- The H.E.S.S. extragalactic sky, HEPRO IV 2013 Workshop, Heidelberg, Allemagne, juillet 2013
- Utilisation de la grille EGI pour l'astrophysique de très hautes énergies avec H.E.S.S., Journées SUCCES 2013, Paris, France, novembre 2013
- The H.E.S.S. extragalactic sky, Atelier Astrophysique des très hautes énergies et perspectives pour CTA, Paris, France, juillet 2014

Antoine Letessier-Selvon

- Results of the Pierre Auger Observatory, 33rd International Cosmic Ray Conference, Rio de Janeiro (Brasil), 2-9 juillet 2013
- Auger highlights, Workshop on Astroparticle Physics 2014, Ooty (Inde), 17-20 décembre 2014

Kun Liu

- Search for the SM Higgs boson in the $H \rightarrow Z\gamma$ decay mode, International Symposium on Higgs Physics, Pekin, Chine, août 2013

Benoît Loiseau

- Final state strong interaction constraints on weak $D^0 \rightarrow K_S^0 p^+ p^-$ decays, 20th International IUPAP Conference on Few-Body Problems in Physics, Fukuoka, Japon, août 2012

Bogdan Malaescu

- Hadronic tau and e^+e^- spectra, contribution to $[g-2]_{\mu}$ and QCD studies, Workshop on Determination of the Fundamental Parameters of QCD, Singapour, mars 2013
- Summary of the session QCD and Hadronic Final State, DIS2013, Marseille, France, avril 2013
- Measurement of hadronic cross sections at BaBar with ISR and implications for the muon $(g-2)$, PHOTON 2013, Paris, France, mai 2013
- Measurements of low energy e^+e^- hadronic cross sections and implications for the muon $g-2$, Rencontres de Moriond, la Thuile, Italie, mars 2014
- Measurements of jet production properties in pp collisions with the ATLAS detector, ICHEP 2014, Valencia, Espagne, juillet 2014

Giovanni Marchiori

- Higgs results from ATLAS, Higgs and Beyond the Standard Model Physics at the LHC, Trieste, Italie, juin 2013
- Recent Higgs-boson results from ATLAS, GDR Terascale, Palaiseau, France, juin 2014

Iona Maris

- Measurement of the Energy Spectrum of Cosmic Rays above 3×10^{17} eV at the Pierre Auger Observatory, Europhysics Conference on High Energy Physics (ICHEP2013), Stockholm (Suède), 18-24 juillet 2014

Aurélien Martens

- Status of PYTHIA 8 in LHCb, LHC generator tuning workshop, Bucharest, Roumanie, 22-23 novembre 2012
- Expected MC precision from detector simulation and Theory : Detector Simulation, 9th Franco-Italian meeting on B physics, Ancey, France, 18-19 février 2013
- Time integrated and time dependent asymmetries in $B \rightarrow hh^*$ decays ($h = K, \pi, \rho$) decays at LHCb, 14th International Conference on B-Physics at Hadron Machines BEAUTY2013, Bologna, Italie, 8-12 avril 2013

Diego Milanese

- Charm spectroscopy and rare decays, Flavor Physics and CP Violation FPCP2013, Rio de Janeiro, Brasil, 19-24 mai 2013
- LHCb physics and prospects, 13th International Workshop on Meson Production, Properties and Interaction MESON2014, Krakovie, Pologne, 29 mai-3 juin 2014

Iréna Nikolic-Audit

- Overview of recent ATLAS results, The XXI International Workshop High Energy Physics and Quantum Field Theory, Saint Petersburg, Russie, juin 2013

José Ocariz

- LHC Higgs results, Invisibles school and workshop 2014, Paris, France, juillet 2014

Reynald Pain

- SN Cosmology in the Planck Era, 47th ESLAB Symposium, Noordwijk, The Netherlands, 3 avril 2013
- Latest results on Supernovae from SNLS and future prospects with LSST, PACT Fundamental Physics, CMB and LSS in the light of Planck and DES surveys, IFT, Madrid, Espagne, 23 octobre 2013

Sylvestre Pires

- Performance of the b-tagging with IBL, Journées de Rencontre des Jeunes Chercheurs 2013, Baraste, France, décembre 2013
- Performance of the b-tagging with IBL, Epiphany 2014, Cracovie, Pologne, janvier 2014

Francesco Polci

- Rare decays in LHCb, LISHEP2013, Rio de Janeiro, Brasil, 17-24 mars 2013
- Radiative decays at LHCb, Flavor Physics Conference, Quy Nhon, Vietnam, 27 juillet-2 août 2014

Boris Popov

- Prospects for better hadron production measurements with the NA61/SHINE experiment at CERN SPS, Workshop Nuclear physics for Galactic Cosmic Rays in the AMS-02 era, LPSC, Grenoble, France, décembre 2012
- Fixed-target hadron production experiments, International Symposium on Very High Energy Cosmic Ray Interactions ISVHECRI 2014, CERN, Geneva, août 2014

Camila Rangel-Smith

- Z radiative decays studies and Higgs searches in the gamma gamma and Z gamma channel, Journées Jeunes Chercheurs 2012, Munster, France, décembre 2012

- Radiative Z decays in ATLAS, LHC France 2013, Ancey, France, avril 2013
- SM and BSM Higgs results from the ATLAS experiment, Epiphany 2014, Cracovie, Pologne, janvier 2014

Nicolas Regnault

- Star Flats for DECAM, Workshop DES, Fermilab, Batavia, USA, avril 2012
- Cosmological Probes, Rencontres de Blois, Blois, France, mai 2014
- CFHTLS Calibrations, Precision Astronomy with CCDs, BNL, USA, décembre 2014

Mélissa Ridel

- Review of results on Standard Model from the ATLAS experiment, International Conference on New Frontiers in Physics, Crete, Greece, août 2013

Lydia Roos

- The Higgs boson in ATLAS and CMS, XXX-th International Workshop on High Energy Physics, Protvino, Russie, juin 2014

Mariangela Settimo

- Search for ultra-high energy photons with the Pierre Auger Observatory, Photon 2013 Conference, Paris, 20-24 mai 2013
- EleCa: a Monte Carlo code for the propagation of extragalactic photons at ultra-high energy, 33rd International Cosmic Ray Conference, Rio de Janeiro (Brasil), 2-9 juillet 2013 (avec M. De Domenico)
- Report from the multi-messenger working group at UHECR 2014 conference, Ultra-high energy cosmic rays Conference (UHECR 2014), Springdale (USA), 12-15 octobre 2014

Dimitris Varouchas

- Higgs boson decays into Fermions at ATLAS, Les Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste, La Thuile, Italie, février 2014

Laura Zambelli

- Hadron production measurements for long baseline neutrino experiment, 25th rencontres de Blois, Blois, France, mai 2013
- Constraints on T2K neutrino flux prédictions with NA61/SHINE experimental data, Rencontres de Moriond session QCD, La Thuile, Italie, mars 2014
- NA61/SHINE results for T2K neutrino flux prediction, GDR neutrino LPNHE, Paris, France, mai 2013

Séminaires

Pierre Antilogos

- LSST : Télescope grand champ & Etude de l'Energie Noire, LLR, Palaiseau, 9 décembre 2013
- LSST : Télescope grand champ & Etude de l'Energie Noire, LUMP, Montpellier, 3 juin 2014

Gregorio Bernardi

- Evidence for a particle produced in association with weak bosons and decaying to bottom-antibottom in Higgs boson searches at the Tevatron, CERN seminar, CERN, 31 juillet 2012

Eli Ben-Haim

- A sample-platter of recent results on charmless B decays in *BABAR* and LHCb, Universidad Nacional de Colombia, Bogota, Colombie, 2 décembre 2014

Marc Betoule

- Cosmic distance measurements with SN-Ia SNLS+SDSS JLA Hubble Diagram, ICG, Portsmouth, novembre 2013
- Improved cosmological constraints from a joint analysis of the SNLS and SDSS SN-Ia surveys, LPC, Clermont Ferrand, décembre 2013
- SnDICE, CFHT, Hawaii, USA, janvier 2014
- Improved cosmological constraints from a joint analysis of the SNLS and SDSS SN-Ia surveys, LAL, Orsay, février 2014
- Improved cosmological constraints from a joint analysis of the SNLS and SDSS SN-Ia surveys, CPPM, Marseille, mars 2014
- Improved cosmological constraints from a joint analysis of the SNLS and SDSS SN-Ia surveys, APC, Paris, mars 2014

Marco Bomben

- R&D for ATLAS planar pixels for HL-LHC, Laboratory for High Energy Physics, Berne, 23 avril 2013

Camille Couturier

- Tests d'invariance de Lorentz avec les données de sursauts gamma observés par le télescope spatial Fermi, Séminaire à l'École doctorale 389, mai 2013
- Astrophysical tests of Quantum Gravity models, Inter-University Center for Astronomy and Astrophysics (IUCAA), Pune, India, janvier 2014

Frédéric Derue

- GRIF une grille de calcul en Ile de France, exemples et utilisation, Laboratoire d'Imagerie Biomédicale, La Pitié Salpêtrière, Paris, mars 2014

Paolo Francavilla

- Quest for the Higgs decaying in b quarks in ATLAS, Particle Physics Research Centre, Queen Mary, University of London, UK, avril 2014

Claudio Giganti

- New results from the T2K experiment", LAPP, Annecy, 13 décembre 2013

Julien Guy

- Improved cosmological constraints from the joint analysis of the SDSS and SNLS Type Ia supernova samples, LBNL, Berkeley, Etats-Unis, 9 août 2013
- Cosmology with type Ia supernovae, Euclid seminar, IAP, Paris, 11 septembre 2013

Witek Krasny

- High Intensity Photon Beams at CERN, Duke University, USA, mai 2013
- High Precision Luminosity Measurement for the LHC, University of Chicago, USA, mai 2013
- Elementary scalars and pseudoscalars in HEP and Cosmology, Tufts University, USA, mai 2013

- A programme of precision measurement of the EW parameters for the LHC, Hanoi University, Vietnam, août 2013
- Should the discovery of the 125 GeV Higgs boson be taken for granted?, Universités Paris VI et VII, septembre 2013
- A critical analysis of the Higgs boson discovery at the LHC, Jagiellonian University, Cracovie, Pologne, novembre 2013

Michael Joyce

- Physics of long-range interacting systems, Trinity College, Dublin, Irlande, novembre 2013
- Physics of long-range interacting systems, Rajamanghala University of Technology Suvarnabhumi, Nonthaburi, Thailand, décembre 2014
- Physics of long-range interacting systems, Suranaree University of Technology Nakhonratchasima, Thailand, décembre 2014

Sandrine Laplace

- Enfin le Higgs?, APC / UFR de physique de Paris 7, 13 juillet 2012
- La découverte du boson de Higgs au LHC, Laboratoire de Physique des Solides, Orsay, 4 décembre 2012
- La découverte du Boson de Higgs: et après?, Institut des Nanosciences de Paris, janvier 2014
- La découverte du boson de Higgs: et après?, « Regards de physiciens » de la SFP, 7 février 2014

Giovanni Marchiori

- ATLAS results on H->Z+photon, Collider cross-talk, CERN, 14 mars 2013

Reynald Pain

- Supernova Cosmology : where is the systematic floor?, Institut of Astronomy, Cambridge, UK, 31 mai 2012
- Supernova Cosmology, Beijing Normal University and NAOC, Beijing, China, 4 and 6 juin 2012
- Supernova Cosmology : where is the systematic floor? IFAE, Barcelona, Espagne, 17 septembre 2012

Boris Popov

- 20 years of JINR-IN2P3 cooperation in the field of accelerator neutrino physics, 40ème anniversaire des accords JINR-IN2P3, Dubna, 14-15 janvier, 2013

Nicolas Regnault

- SnDICE & SkyDICE: Calibration Systems designed for Wide Field Imagers, Mount Stromlo Observatory, Canberra, Australia, juillet 2012
- La Cosmologie à l'IN2P3, Congrès du LLR, octobre 2012
- SnDICE, CFHT, Hawaii, USA, janvier 2014
- Calibration of wide-field imagers : Lessons learned from SNLS, IPMU, Tokyo, Japan, octobre 2014

Arnaud Robert

- Oscillations de neutrinos: un panorama à la lumière des résultats de l'expérience T2K, LPSC, Grenoble, 6 juin 2013

Lydia Roos

- The Higgs Discovery at LHC, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, 28 janvier 2013
- Higgs boson: Discovery and Beyond, Universidad Simon Bolivar, Caracas, Venezuela, 29 janvier 2013
- The Higgs Discovery at LHC, Universidad de Los Andes, Merida, Venezuela, 31 janvier 2013
- Higgs boson: where do we stand?, University of Science and Technology of China, Hefei, China, 25 mars 2013

Mariangela Settimo

- Search for photons at ultra-high energy, séminaire Osservatorio Astronomico di Brera, Milano, Italie, avril 2014

Dimitris Varouchas

- Physics at the LHC, Higgs sector and NP searches, Rencontre de la Fédération de Recherche Interactions Fondamentales, Dourdan, France, janvier 2014
- H -> tautau in ATLAS, University College London, UK, avril 2014

Interventions dans des écoles thématiques

Pierre Antilogus

- Ondes Gravitationnelles, EAP4, Observatoire de Haute Provence, 1^{er} juin 2013

Pierre Astier

- Cours de cosmologie, Trans-European School of High Energy Physics TESHEP, Petnica Science Center, Serbie, 13-20 juillet 2012
- Cours de cosmologie, Trans-European School of High Energy Physics TESHEP, Kharkov, Ukraine, 9-16 juillet 2013
- Cours de cosmologie, Trans-European School of High Energy Physics TESHEP, Basivka, Ukraine, 17-24 juillet 2014

Sylvain Baumont

- Cosmologie et Supernovae de type Ia, Rencontres de l'infiniment grand à l'infiniment petit, Palaiseau, France, 22 juillet 2013

Pierre Billoir

- Trajectométrie, Ecole de Statistique de l'IN2P3 (SOS 2012), Autrans, France, juin 2012
- Universality, thinning/unthinning, inclined showers, CORSIKA School 2014, Freudenstadt-Lauterbad, Allemagne, 19-23 octobre 2014

Marco Bomben

- Présentation de cas traités avec SILVACO, Sim-détecteurs 2014, Paris, France, septembre 2014

Sébastien Bongard

- Cosmologie observationnelle, Rencontre des deux infinis, Paris, France, juillet 2013
- Cosmologie et SNe Ia, Olympiades de la physique, Paris, France, mars 2014
- Cosmologie observationnelle, Master Class, Paris, France, juin 2014

Lorenzo Caccianiga

- A Multi-Variate Approach to Discriminate Mass on an Event-by-Event Basis in the Highest Energy Cosmic Rays seen by the

Pierre Auger Observatory, International School of Cosmic Ray Astrophysics Maurice M. Shapiro, Erice, Italie, 4-11 juillet 2014

Matthew Charles

- Recent results from LHCb, SLAC summer institute, SLAC, Californie, USA, août 2014

Piera Ghia

- Cosmic ray detection, International School on AstroParticle Physics ISAPP 2012, Paris, 2-13 juillet 2012

Mathieu Kieffer

- Indirect searches of Dark Matter from gamma-ray line signatures with the H.E.S.S. experiment, ISAPP School, Belgirate, Italie, 21 juillet 2014

Antoine Letessier-Selvon

- A history of cosmic rays, Winter School on AstroParticle Physics, Ooty, Inde, 21-29 décembre 2014

José Ocariz

- Probability and statistics for particle physicists, AEP SHEP 2012, Fukuoka, Japon, octobre 2012

Reynald Pain

- Supernova Cosmology, Cours au Master de Physique, Beijing Normal University, Beijing, Chine, 3-10 juin, 2012

Nicolas Regnault

- SNe Ia : Sondes pour l'Énergie Noire, Ecole de Gif, APC, Paris, septembre 2014

Lydia Roos

- Higgs searches, 37th International Nathiagali Summer College on Physics and Contemporary Needs, Nathiagali, Pakistan, juillet 2012

Jean-Paul Tavernet

- Ecole Techniques de base des Détecteurs, Cargèse, 8-12 avril 2013

Organisation de conférences et écoles thématiques

Pierre Antilogus

- Membre du SOC, Precision Astronomy with fully depleted CCDs BNL, USA, 18-19 novembre 2013

Pierre Astier

- Organisations Conférence de Moriond, Cosmology, Mars 2012, mars 2014
- Organisation des Rencontres du Vietnam, Cosmology, juillet 2013

Gregorio Bernardi

- Co-chair de la conférence, Large Hadron Collider Physics LHCP, 2013, 2014
- Membre du comité d'organisation, Conférences Higgs Hunting, 2012, 2013, 2014

Marco Bomben

- Membre du LOC, "Workshop ATLAS-planar pixel sensors upgrade", LPNHE, Paris, 29-30 septembre 2013

- Membre du comité d'organisation, "Ecole thématique IN2P3 Sim-Détecteurs", LPNHE, Paris 15-17 septembre 2014

Giovanni Calderini

- Membre du comité d'organisation, Trans-European School of High Energy Physics TESHEP 2013, Kharkov, Ukraine, 9-16 juillet 2013
- Membre du LOC, "Workshop ATLAS-planar pixel sensors upgrade", LPNHE, Paris 29-30 septembre 2013
- Membre du comité d'organisation, Trans-European School of High Energy Physics TESHEP 2014, Basivka, Ukraine, 17-24 juillet 2014
- Chair du comité organisateur, "Ecole thématique IN2P3 Sim-Détecteurs", LPNHE, Paris 15-17 septembre 2014
- Membre du LOC, "ATLAS e/gamma workshop", LPNHE, Paris 29 septembre – 3 octobre 2014

Sandro de Cecco

- Chair du comité organisateur, "LHC France 2013", Anncy, 2-6 avril 2013

Wilfrid Da Silva

- Membre du comité d'organisation, Conférence Photon 2013, Paris, 20-24 mai 2013
- Membre du comité d'organisation, Workshop on silicon detectors for g-2/EDM/COMET experiments, Paris, 20-21 février 2014
- Membre du comité d'organisation, 3rd Workshop on Muon g-2, EDM and Flavour Violation in the LHC Era, Paris, 9-12 décembre 2014

Frédéric Derue

- Membre du comité d'organisation, "Journées Jeunes Chercheurs", Munster, 2-8 décembre 2012
- Membre du comité d'organisation, "Journées Jeunes Chercheurs", Barbaste, 1-7 décembre 2013
- Membre du comité d'organisation, "Top 2014", Cannes, 29 septembre-3 octobre 2014
- Membre du comité d'organisation, "Journées Jeunes Chercheurs", Sète, 7-13 décembre 2014

Jacques Dumarchez

- Organisateur des Rencontres de Moriond, 2012, 2013, 2014
- Membre du comité d'organisation, Rencontres de Blois, 2012, 2013, 2014
- Membre du comité d'organisation, Rencontres du Vietnam, Windows on the Universe et Cosmology in the Planck Era, 2013
- Membre du comité d'organisation, Rencontres du Vietnam, Very High Energy Phenomena in the Universe, 2014

Michael Joyce

- Membre du comité d'organisation, Ecole de GIF, 2012 - présent

Frédéric Kapusta

- Membre du comité d'organisation, Conférence Photon 2013, Paris, 20-24 mai 2013
- Membre du comité d'organisation, Workshop on silicon detectors for g-2/EDM/COMET experiments, Paris, 20-21 février 2014

- Membre du comité d'organisation, 3rd Workshop on Muon g-2, EDM and Flavour Violation in the LHC Era, Paris, 9-12 décembre 2014

Witek Krasny

- Membre du comité d'organisation, Trans-European School of High Energy Physics TESHEP 2012, Petnica, Ukraine, 13-20 juillet 2012
- Membre du comité d'organisation, Trans-European School of High Energy Physics TESHEP 2013, Kharkov, Ukraine, 9-16 juillet 2013
- Membre du comité d'organisation, Trans-European School of High Energy Physics TESHEP 2014, Basivka, Ukraine, 17-24 juillet 2014

Didier Lacour

- Membre du comité d'organisation, Workshop on Top physics at the LC, Paris, 5-6 mars 2014
- Membre du comité d'organisation, Top LHC France, Lyon, 7-8 avril 2014

Bertrand Laforge

- Membre du comité d'organisation, "Biennale du LPNHE", Berck-sur-mer, 13-16 mai 2014
- Membre du LOC, "ATLAS e/gamma workshop", LPNHE, 29 septembre – 3 octobre 2014

Sandrine Laplace

- Membre du comité d'organisation, "Physics at LHC and beyond", Qui Nhon (Vietnam), 11-17 août 2014
- Membre du LOC, "Workshop FCC-ee", LPNHE, 27-29 octobre 2014

Jean-Philippe Lenain

- Membre du SOC/LOC, journées France Grilles et Groupe Calcul SUCCES 2013 (Rencontres Scientifiques des Utilisateurs de Calcul intensif, de Cloud Et de Stockage), Paris, France, 13-14 novembre 2013
- Membre du SOC/LOC, workshop MACROS 2013 Multi-messenger Approaches to Cosmic Rays: Origins and Space frontiers, Paris, France, 27-29 novembre 2013
- Membre du SOC, atelier Astrophysique des très hautes énergies et perspectives pour CTA, Observatoire de Paris-Meudon, Paris, France, 30 juin – 1er juillet 2014
- Membre du SOC/LOC, journée thématique ILP Methods: Solutions and Challenges, LPNHE, Paris, France, 14 novembre 2014

Jean-Michel Levy

- Membre du comité d'organisation des conférences Physique et Interactions Fondamentales

Bogdan Malaescu

- Organisateur de la session « QCD and Hadronic Final State », DIS2013, Marseille, 22-26 avril 2013
- Membre du comité d'organisation, workshop "Unfolding in ATLAS", CERN, 16 octobre 2013
- Membre du comité d'organisation, workshop "Physique ATLAS France 2014", Le Puy en Velay, 24-26 novembre 2014

Giovanni Marchiori

- Membre du LOC, "Workshop ATLAS-planar pixel sensors upgrade", LPNHE, 29-30 septembre 2013
- Membre du comité d'organisation, "Ecole thématique IN2P3 Sim-Détecteurs", LPNHE, Paris, 15-17 septembre 2014
- Membre du LOC, "ATLAS e/gamma workshop", LPNHE, Paris 29 septembre – 3 octobre 2014
- Membre du comité d'organisation, "Journée thématique ILP numerical methods: solutions and challenges", LPNHE, Paris, 14 novembre 2014

Iréna Nikolic-Audit

- Membre du comité d'organisation, Trans-European School of High Energy Physics TESHEP 2013, Kharkov, Ukraine, 9-16 Juillet 2013
- Membre du comité d'organisation, Trans-European School of High Energy Physics TESHEP 2014, Basivka, Ukraine, 17-24 Juillet 2014
- Responsable de l'organisation, "CERN Master Classes", LPNHE, mars 2013 et mars 2014

Reynald Pain

- Membre du comité d'organisation, Workshop "Science with the New Generation of High-Energy Gamma-ray experiments", Lecce, Italie, 20-22 juin 2012
- Membre du comité d'organisation, Session Cosmologie de la Conférence "Windows on the Universe", QuyNhon, Vietnam, août 2013
- Membre du comité d'organisation, Conférence "LSST@Europe: the Path to Science", Cambridge, UK, septembre 2013
- Membre du comité d'organisation, Workshop "Science with the New Generation of High-Energy Gamma-ray experiments", Lisbonne, Portugal, 4-6 juin 2014

Nicolas Regnault

- Membre du comité d'organisation des Journées nationales du Programme national de Cosmologie et galaxies (PNCG), LPNHE, 25-26 novembre 2014

Lydia Roos

- Membre du comité d'organisation, Asia-Europe-Pacific School of High-Energy Physics, Fukuoka, Japon, 14-27 octobre 2012
- Membre du comité d'organisation, Asia-Europe-Pacific School of High-Energy Physics, Puri, Inde, 4-17 novembre 2014
- Membre du comité d'organisation, Workshop FCPLL, Clermont-Ferrand, 8-10 avril 2014
- Membre du LOC, Workshop FCC-ee, LPNHE, 27-29 octobre 2014

Jean-Paul Tavernet

- Membre du LOC, Ecole ISAPP 2012 « Multi-Messenger Approach in High Energy Astrophysics », Paris, France, 2-13 juillet 2012

Sophie Trincaz-Duvoid

- Membre du comité d'organisation, Calorimetry for the High Energy Frontier, Paris, 22-25 avril 2013
- Membre du comité d'organisation, école de physique e2phy "Entre lumière et matière", Limoges, 26-29 août 2013

- Membre du comité d'organisation, école de physique e2phy "La physique des extrêmes", Clermont-Ferrand, 25-28 août 2014
- Membre du LOC, ATLAS e/gamma workshop, LPNHE, Paris, 29 septembre – 3 octobre 2014

Dimitris Varouchas

- Membre du LOC, Workshop FCC-ee, LPNHE, 27-29 octobre 2014

Responsabilités dans les instances scientifiques et techniques

Pierre Antilogus

- Responsable IN2P3 de LSST France, depuis octobre 2009
- Représentant du LPNHE au board LSST-France, depuis octobre 2007
- Membre du LSST camera management committee / Coordinateur scientifique pour la contribution Française à la camera de LSST, depuis 2007
- Responsable scientifique pour la contribution française aux CCD&Electronique du plan focal de LSST, depuis 2007
- Responsable scientifique pour la contribution du LPNHE au Changeur de filtre de LSST, depuis 2007
- Membre élu au LSST - Dark Energy Science Collaboration Council Committee, depuis octobre 2014

Julien Aublin

- Responsable du groupe de travail sur les anisotropies à petite échelle angulaire au sein de la collaboration Auger (jusqu'à 2014)

Christophe Balland

- Coordinateur de la spectroscopie SNLS pour l'analyse cosmologique à 5 ans, 2013 et 2014
- Directeur Adjoint du LPNHE, 2014
- Responsable des stages L3 et M1 LPNHE, 2014

Tristan Beau

- Membre du Groupement d'Expert Thématique 1 & 2 de l'Université Paris-Diderot, 2012-2014

Eli Ben-Haim

- Coordinateur du groupe de travail « Charmless Hadronic B decays » de BABAR, 2012-2014

Gregorio Bernardi

- Membre du Particule Data Group, 2012-2014
- Porte-parole de l'expérience DØ

Marc Betoule

- Coordination analyse SNLS-5 ans, depuis 2014

Pierre Billoir

- Membre du comité TOTd trigger au sein de la collaboration Pierre Auger

Marco Bomben

- Coordinateur des tests en faisceaux pour ATLAS Upgrade Pixel Sensor R&D, 2012-2014

Gérard Bonneaud

- Responsable du « Speakers Bureau » de BABAR, 2012-2014

Giovanni Calderini

- Membre de l'Institute Board - Planar pixels ATLAS, 2012-2014
- Membre du Governing Board - Advanced European Infrastructure for Accelerators and Detectors (AIDA), 2012-2014

Sandro de Cecco

- Représentant du LPNHE et co-responsable du groupe de travail "Physique Atlas France", 2012-2013

Matthew Charles

- Coordinateur du groupe de travail « Physique du Charme » de LHCB, 2013-2014

Jacques Chauveau

- Membre du « Executive Board » de BABAR, 2012-2014

Wilfrid Da Silva

- Membre élu du Conseil Scientifique IN2P3, 2012-2014

Frédéric Derue

- Co-convenir du groupe ATLAS Top Fake, 2013-2014
- Responsable du projet GRIF-UPMC de grille de calcul au LPNHE, 2012-2014
- Membre du conseil stratégique du calcul et de la simulation de l'UPMC, 2013-2014

Jacques Dumarchez

- Membre du publication board de T2K, 2012-2014
- Président du Conseil Scientifique de l'IN2P3, 2012-2014
- Membre du Conseil Scientifique du SPP de Saclay, 2012-2014
- Membre du Conseil Scientifique du LPC Clermont, 2012-2014

Paolo Francavilla

- Co-convenir du groupe ATLAS HSG5 (H->bb), 2014

Piera Ghia

- Membre du comité TOTd trigger au sein de la collaboration Pierre Auger
- Chair du Publication Committee d'Auger (jusqu'à 2013).
- Coordinateur de Physique au sein de la collaboration Pierre Auger (depuis 2014)
- Membre du comités de sélection de professeurs pour les Universités Paris Sud (2013 et 2014) et Pierre et Marie Curie (2014)

Claudio Giganti

- Co-convenir du ND280 electron neutrinos group, 2012-2014
- Co-convenir du ND280 exotics group, 2014

Delphine Hardin

- Supernova Legacy Survey, responsable française du groupe de travail "Galaxies et Galaxies Hôtes de Supernovae", depuis 2006
- Membre du comité national CoNRS section 01 (2012-2016)

Frédéric Kapusta

- Membre élu du Conseil Scientifique IN2P3 et de la CID 54 du CoNRS, 2012-2014

Didier Lacour

- Membre du European Committee for Future Accelerators (ECFA), 2012-2014
- Membre du Comité Collisionneur Linéaire de l'IN2P3, 2012-2014
- Membre du ILD Institute Assembly, 2014

Bertrand Laforge

- Co-convenir du groupe ATLAS LAr CalorimeterTrigger Software and Performance, 2012
- Membre du conseil scientifique du LABEX Institut Lagrange de Paris (ILP), 2012-2014
- Membre du conseil de la faculté de physique de l'UPMC (UFR 925), 2012
- Membre de la commission des thèses et HDR de l'UPMC, 2013-2014

Sandrine Laplace

- Co-convenir du groupe ATLAS HSG1 (Higgs->diphoton and Zgamma), 2014
- Co-convenir du groupe Higgs dans le GDR terascale

Jean-Philippe Lenain

- Coordinateur du groupe de travail Extragalactique de la collaboration H.E.S.S., depuis octobre 2014
- Coordinateur adjoint du groupe de travail Extragalactique de la collaboration H.E.S.S., avril 2013 – octobre 2014
- Coordinateur du groupe de travail AGN de la collaboration H.E.S.S., octobre 2012 – avril 2013
- Contact pour les communautés astroparticules (H.E.S.S., CTA, Auger, Fermi, ...) auprès du GIS France Grilles, depuis 2012
- co-organisateur des séminaires du LPNHE, janvier 2012 – décembre 2014
- Membre du comité d'observation de H.E.S.S., depuis octobre 2012.
- Membre du comité exécutif de H.E.S.S., depuis octobre 2014.

Antoine Letessier-Selvon

- Coordinateur de Physique au sein de la collaboration Pierre Auger (jusqu'à 2013)
- Coordinateur de la collaboration française de l'expérience Auger
- Chef du groupe Auger au LPNHE-Paris
- Membre du conseil scientifique de l'ILP
- Directeur associé de l'ILP
- Membre du conseil scientifique du LAPP d'Annecy

Bogdan Malaescu

- Co-convenir du sous-groupe ATLAS "jet energy scale and jet energy resolution", 2012-2013
- Co-convenir du sous-groupe ATLAS "SM Jets and photons", 2014
- Co-convenir du groupe ATLAS "Statistics Forum", 2014
- Représentant d'ATLAS pour les études des corrélations en énergie des jets, entre ATLAS et CMS, 2013-2014

Giovanni Marchiori

- Co-convenir du groupe egamma-photon ID, 2014

Ioana Maris

- Responsable de la tâche de Physique 1 Reconstruction SD au sein de la collaboration Pierre Auger (jusqu'à 2013)
- Membre du groupe de travail "Energy Spectrum" pour le Symposium sur le futur de la physique des rayons cosmiques à plus haute énergie.
- Membre du comité TOTd trigger au sein de la collaboration Pierre Auger
- Membre du comité d'évaluation sur le "Science Case for Auger-Beyond 2015".

Aurélien Martens

- Responsable de simulation Monte Carlo pour le groupe de travail « Désintégration de B sans particules charmées » de LHCb, 2012-2013

Diego Milanés

- Responsable de simulation Monte Carlo pour le groupe de travail « Désintégration de B sans particules charmées » de LHCb, 2013-2014

Iréna Nikolic-Audit

- Représentante du LPNHE au ATLAS LAr Group Rep, 2013-2014

José Ocariz

- Représentant du LPNHE dans le groupe de travail « Calcul Atlas France », 2012-2014
- Responsable de la production Monte Carlo pour ATLAS e/gamma, 2012-2014
- Porteur d'un programme d'échange UPD-Conicet avec UNLP (Argentine), 2012-2014
- Responsable du programme national EPLANET (European Particle Physics Latin American Network), 2012-2014
- Membre du conseil scientifique de l'UFR de physique de l'Université Paris-Diderot, 2012-2014
- Membre du Groupement d'Expert Thématique 1 & 2 de l'Université Paris-Diderot, 2012-2014

Reynald Pain

- Responsable Scientifique du projet IN2P3 « Supernova Cosmologie »
- Principal Investigator du projet « Supernova Legacy Survey » (SNLS)
- Membre du « Collaboration Board » du projet « Supernova Factory » (SNF)
- Membre du « Executive Board » du projet « Large Synoptic Survey Telescope » (LSST)
- Partner Investigator dans le ARC Center of Excellence for All-sky Astrophysics, CAASTRO
- Membre du « Science Board » du projet « Public Spectroscopic Survey of Transients Objects » (PEESTO)
- Directeur du LPNHE
- Membre des Conseils de la Fédération de Recherche des Interactions Fondamentales (FRIF), du Laboratoire d'Excellence « Institut Lagrange de Paris » (ILP) et de Domaine d'Intérêt Majeur (DIM) « Astrophysique et Condition d'Apparition de la Vie » (ACAV)

- Membre du directoire de la recherche de l'UPMC, Coordinateur de la Physique
- Directeur du Laboratoire International Associé (LIA), Inter-Laboratory exchanges for Particle Physics and Cosmology (ILPPC)
- Membre et Président du Conseil Scientifique du laboratoire Univers et Particules de Montpellier (LUPM), 2013-2014
- Membre du Conseil Scientifique l'Institut de Physique des Hautes Energie de Barcelone (IFAE), 2013-2014 (président depuis 2014)

Boris Popov

- Coordinateur des analyses pour T2K dans la collaboration NA61/SHINE, 2012-2014
- Co-convenir du T2K beam group, 2012-2014

Nicolas Regnault

- Secrétaire scientifique du Programme national Cosmologie et Galaxies (PNCG), depuis 2013
- Membre du conseil scientifique de l'Institut Lagrange de Paris (ILP), depuis 2014

Mélissa Ridel

- Co-responsable des thèses au LPNHE, 2012-2014
- Responsable des stages au LPNHE, 2012-2014

Lydia Roos

- Responsable de la production Monte Carlo pour ATLAS e/gamma, 2012
- Membre du Speakers Committee d'ATLAS, 2012-2014
- Membre du comité des sages du Service de Physique des Particules (SPP) de Saclay, 2013
- Membre du comité de pilotage du Laboratoire franco-chinois de physique des particules, 2012-2014

Mariangela Settimo

- Responsable de la tâche de physique "Photons" au sein de la collaboration Pierre Auger
- Membre du groupe de travail "Multi-messenger" pour le Symposium sur le futur de la physique des rayons cosmiques à plus haute énergie
- Membre du comité d'évaluation des détecteurs pour Auger-Beyond 2015"

Sophie Trincaz-Duvoisin

- Responsable du système des parrains au LPNHE, 2012-2014
- Membre nommé au conseil scientifique de la FRIF (comité de recherche des interactions fondamentales), 2012-2013
- Directrice adjointe du LPNHE, 2012-2013

Dimitris Varouchas

- Contact « jets » pour le groupe « Top quark »

Pascal Vincent

- Membre du comité national CoNRS section 01 (2012-2016)

Distinctions**Sandrine Laplace**

- Lauréate du Prix Thibaut de l'Académie des lettres, sciences et beaux arts de Lyon, 2012

Hubert Krivine

- Prix Villemot de l'Académie des Sciences, 2012

Yuan Li

- Prix de la meilleure thèse du LIA FCPPL

Kun Liu

- ATLAS Thesis Award, 2014

Bogdan Malaescu

- Distinguished referee for EPJC, 2014

T2K Collaboration

- Indication of electron neutrino appearance from an accelerator-produced off-axis muon neutrino beam, Prix La Recherche, Physique, 2012

Conférences grand public

Sébastien Bongard

- Les Énergies du XXI^e siècle, Lycée, Paris, janvier 2013
- La Main à la Pâte: Système solaire, École primaire, Autun, mai 2013, mai 2014

Sylvain Baumont

- Expériences contre-intuitives, Fête de la Science, Paris, 13 octobre 2012
- L'exploration de l'Univers depuis le Mauna Kea, Fête de la Science, Paris, 11 octobre 2013
- Visite guidée du LPNHE, Fête de la Science, Paris, 11 octobre 2013
- MasterClasses, Paris, 26 février 2013 et 01 avril 2014

Paolo Francavilla

- Leçons sur la relativité restreinte, Lycée T. Calzecchi Onesti, Fermo, Italie, 25-26 juin 2014

Julien Guy

- Mesure de l'accélération de l'expansion de l'univers avec les supernovae de type Ia, Conférence de la SFP, Nice, 5 juin 2012

Michael Joyce

- Formation des grandes structures de l'univers, Fête de la Science, Paris, octobre 2013 et 2014

Sandrine Laplace

- Physique au LHC, MasterClasses du LPNHE, 26 février 2013
- Nuit des Origines, Paris, 27 septembre 2013
- Table ronde sur "les nouveaux enjeux de la Physique des Infinis", Institut Henri Poincaré de Paris, 27 novembre 2013
- Table ronde sur "les nouveaux enjeux de la Physique des Infinis", semaine de la science, Saint Michel sur Orge, 29 janvier 2014
- Physique au LHC, MasterClasses du LPNHE, février 2014
- Le Boson de Higgs, Prix Nobel de Physique 2013, Nuit des sciences de l'ENS, 6 juin 2014
- Origins, soirée «Origins», théâtre du Bordeaux, Saint Genis Pouilly, 26 septembre 2014
- La découverte du boson de Higgs, Rencontres de l'Espace, Cité des Sciences, 9 novembre 2014
- Les grandes leçons d'un petit boson, Palais de la Découverte, 22 novembre 2014

Jean-Michel Levy

- Pourquoi les neutrinos ne vont pas plus vite que la lumière, Fête de la Science, Paris, 14 octobre 2012
- Les nouvelles lumières : comment la physique continue d'éclairer le monde, conférences Physique et Interactions Fondamentales (PIF 13), novembre 2012
- La science et l'impossible, conférences Physique et Interactions Fondamentales (PIF 13), novembre 2014

Irena Nikolic-Audit

- Le LHC et la quête du boson de Higgs: une aventure hors du commun, Lycée Janson de Sailly

José Ocariz

- Les enjeux du LHC, Cours de l'Université ouverte de Paris-Diderot, printemps 2013
- Les enjeux du LHC, Cours de l'Université ouverte de Paris-Diderot, printemps 2014
- Dernières nouvelles du boson de Higgs, Fête de la Science, LPNHE, 10 octobre 2014

Reynald Pain

- Accélération de l'expansion de l'univers, Conférence aux «Rencontres du ciel et de l'espace», Cité des sciences de Paris, 1er novembre 2012
- Que reste-t-il à découvrir ?, Débat public « Matière et énergie noires », CNRS les Fondamentales, Paris, 16 novembre 2013

Lydia Roos

- La découverte du boson de Higgs au LHC, Comité d'entreprise Air France Industries, Villeneuve-le-Roy, 25 septembre 2014

François Vannucci

- Les neutrinos, conf Pacific 2012, Moorea, septembre 2012
- Les neutrinos et l'homme dans l'univers, Fête de la science, octobre 2012
- La place de l'homme dans l'univers, Alliance Française de Cap-Haitien, octobre 2012
- Les rayonnements, conf Népal, lycée George Sand de Domont, novembre 2012
- Les neutrinos messagers de l'invisible, Petite université populaire, Tence, novembre 2012

Activités de vulgarisation

Pierre Billoir

- Conférence NEPAL, lycée Jean Zay, Aulnay-sous-Bois, 2013
- Conférence NEPAL, lycée Gerson, Paris, 2014

Sébastien Bongard

- Interview pour Ciel et Espace, 2014
- Cosmologie observationnelle, Rotary Club, Autun, France, avril 2015

Piera Ghia

- Article de vulgarisation sur les rayons cosmiques dans la revue « Asymétrie », INFN, octobre 2013
- Participation au Carrefour des Métiers, Lycée International Saint Germain en Laye, décembre 2013

- Leçon sur les rayons cosmiques à la « Scientific Summer Academy », Turin, juin 2014

Sandrine Laplace

- Emission C dans l'air, France, juillet 2012
- Livre "La physique des infinis", 2013
- Vidéos pédagogiques sur le boson de Higgs pour le site « Thinkovery », juin 2013
- Emission « la Tête au Carré », France Inter, septembre 2013
- Emission « Sur les Docks », France Culture, octobre 2013
- Emission « autour de la question », RFI, janvier 2014
- Reportage «CERN, les conquérants du minuscule», RFI, novembre 2014

Antoine Letessier-Selvon

- Participation au diaporama "Des rayons cosmiques dans la pampa", Journal du CNRS, avril 2014
- Intervention radio sur RFI (La danse des mots), octobre 2014
- Président du conseil scientifique de "Cosmos à l'école"
- Intervenant au "Speed science" à l'Académie des Sciences

Reynald Pain

- Intervention en milieu scolaire : « Forum des Métiers », groupe scolaire Notre Dame de Sion, Paris, mai 2013.
- "Ces mesures qui interrogent les théories", Participation à la rédaction d'articles " Bonne nouvelle, l'Univers accélère", La Recherche No 466, 2012

Lydia Roos

- Livre "L'aventure du grand collisionneur LHC. Du big bang au boson de Higgs", 2014
- Editrice de la section de physique expérimentale des hautes énergies de l'encyclopédie en ligne www.scholarpedia.org, 2014





L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR ET
LA FORMATION PAR
LA RECHERCHE

**L'enseignement supérieur
et le LPNHE**

**Responsabilités dans les
instances universitaires**

Les thèses au LPNHE

**Liste des thèses soutenues
au LPNHE entre 2012
et 2014**

Les stages au LPNHE

L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET LA FORMATION PAR LA RECHERCHE



Les activités de formation et de diffusion des connaissances, de l'enseignement universitaire à l'encadrement de stages et de thèses, en passant par l'organisation et la participation en tant que formateurs à des écoles thématiques, sont très présentes au LPNHE.

Côté enseignement, les 25 enseignants-chercheurs du laboratoire, qu'ils soient rattachés à l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC) ou à l'Université Paris-Diderot (UPD), consacrent une partie substantielle de leur activité à enseigner la physique à tous les niveaux du cursus universitaire, des concepts de base aux avancées les plus récentes de la recherche. Côté formation par la recherche, les équipes scientifiques et techniques du LPNHE accueillent chaque année une cinquantaine de stagiaires de tout niveau, ainsi qu'une demi-douzaine de nouveaux doctorants. La prise en charge des stagiaires de Licence et Master, ainsi que l'accueil et le suivi des doctorants se fait de manière coordonnée par un responsable des stages et un comité des thèses. L'implication particulièrement forte des enseignants-chercheurs du LPNHE dans les parcours d'enseignement et la gestion de différents Masters permet d'établir un lien entre le laboratoire et les étudiants, et de renforcer la visibilité du LPNHE auprès de ces derniers.

L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET LE LPNHE

Environ la moitié des chercheurs du LPNHE sont des enseignants-chercheurs (EC) de l'UPMC et de l'UPD, deux des trois tutelles du laboratoire. Le tableau ci-dessous montre que le nombre total d'EC, environ 25, est stable depuis plusieurs années.

Evolution des effectifs enseignant-chercheurs au LPNHE entre 2012 et 2014

Université d'appartenance	Catégorie	2012	2013	2014
Université Pierre et Marie Curie (P6)	PR	5	5	6
	MCF	10	12	11
Université Paris-Diderot (P7)	PR	2	2	2
	MCF	6	6	6
Université Paris-Sud (P11)	PR	0	0	0
	MCF	1	0	0
	Total	24	25	25

A l'enseignement des EC titulaires, s'ajoute celui d'une quinzaine de moniteurs et ATER. Des chercheurs et ingénieurs du CNRS participent aussi à des enseignements à l'Université, dans des grandes écoles, des écoles thématiques de l'IN2P3 ou des écoles d'été.

Les enseignements sont dispensés en Licence, en Master, à l'Ecole Normale Supérieure de Cachan ou encore dans les cursus de Médecine. Les champs enseignés à l'Université dans lesquels le LPNHE possède une expertise sont la physique des particules et des astroparticules, la cosmologie observationnelle, l'instrumentation, l'analyse et le traitement de données, ainsi que l'électronique et l'informatique.

La Licence

Les EC du LPNHE participent aux enseignements des trois années de la licence dans les différentes mentions proposées par les universités de tutelle. Ils sont impliqués non seulement dans l'enseignement des matières correspondant aux activités du laboratoire, mais aussi dans l'enseignement de la physique générale (Mécanique, Électromagnétisme, Thermodynamique, Ondes, Optique, Physique quantique, Physique atomique, Physique nucléaire, Relativité, etc) dans tous les cycles. Outre les enseignements proprement dits, ils y assurent la responsabilité d'une trentaine d'unités d'enseignement, certaines ayant des effectifs de plus de 1000 étudiants.

Le Master

En première année de master, les EC assurent les enseignements liés aux activités du laboratoire : physique nucléaire et des particules, interaction particule-matière,

physique numérique et projets expérimentaux dans les mentions « Physique et Applications » (PA) et « Sciences De l'Ingénieur » (SDI) du master « Sciences et Technologies » de l'UPMC, et dans la mention « Physique Fondamentale et Sciences pour l'Ingénieur » (PFSI) du master « Sciences, Technologie et Santé » de Paris-Diderot.

En deuxième année de master, le laboratoire est impliqué dans quatre spécialités et accueille, pour certaines, leurs enseignements.

• Spécialité Noyau, Particules, Astroparticules et Cosmologie (NPAC)

Dans les domaines de la physique des hautes énergies, cette spécialité offre aux étudiants une formation équilibrée sur trois plans – théorie, modélisation, instrumentation. Les personnels du LPNHE interviennent dans les enseignements de physique des particules, cosmologie, astroparticules et instrumentation en physique des hautes énergies. La co-responsabilité de cette spécialité est assurée par trois EC du laboratoire (deux pour l'UPMC et un pour Paris-Diderot).

Co-habilitation : UPMC, Paris-Diderot, Paris-Sud et INSTN

• Spécialité Capteurs, Instrumentation et Mesures (CIMES)

Cette spécialité propose un enseignement généraliste dans des domaines variés recouvrant l'environnement, le médical ou l'industrie. Elle donne aux étudiants une formation large et diversifiée en physique des capteurs, en acquisition et traitement du signal, ainsi qu'en analyse des données. Les personnels du LPNHE y enseignent les interactions particules-matière, le traitement du signal, les grands instruments ou les modélisations d'expériences.

La co-responsabilité de cette spécialité est assurée par un EC du laboratoire.

Co-habilitation : UPMC et ESPCI

• Spécialité Ingénierie Nucléaire (IN)

Cette spécialité a pour objectif de former des étudiants dans les domaines du génie civil, l'instrumentation pour le nucléaire, la gestion des ressources et la modélisation du stockage des déchets. Dans le cadre de cette formation, des personnels du LPNHE ont la responsabilité des cours de physique nucléaire et d'instrumentation.

Habilitation : UPMC

• Spécialité Ingénierie Physique des Énergies (IPE)

Cette spécialité forme des ingénieurs spécialistes de l'énergie, un secteur aujourd'hui dynamisé par l'évolution mondiale des besoins énergétiques et des problèmes environnementaux. Des enseignants du LPNHE ont la responsabilité des cours d'énergie nucléaire (du réacteur au traitement des déchets).

Habilitation : Paris-Diderot

Le Doctorat

En 2012-2013, le LPNHE était rattaché aux ED 517 (« Particules, Noyaux, Cosmos ») et 389 (« Physique de la particule à la matière condensée »). Deux EC du laboratoire étaient alors co-responsables de l'ED 517 et un EC était dans le conseil de l'ED 389. Depuis 2014, le LPNHE est rattaché à l'ED « Sciences de la Terre et de l'Environnement, et Physique de l'Univers, Paris » (ED 560, STEP'UP), et intervient dans la branche « Physique de l'Univers ». Un EC du laboratoire est dans le bureau de cette ED, un autre fait partie du Conseil de l'ED.

RESPONSABILITÉS DANS LES INSTANCES UNIVERSITAIRES

CONSEIL NATIONAL DES UNIVERSITÉS

Membre section 29 :

- Jean Paul Tavernet (suppléant)

Membre section 34 :

- Christophe Balland (titulaire), Vice Président B
- Membre Commission Permanente du Conseil National des Universités (CP-CNU)
- Christophe Balland, Assesseur du groupe 8 de la CP-CNU

UPMC

Conseils, groupes, commissions:

Membre du directoire de la recherche :

- Reynald Pain

Membre du conseil d'administration de la fondation partenariale :

- Frédéric Kapusta

Membre du conseil scientifique de la Faculté de Physique :

- jusqu'en 2012 : Eli Ben-Haim
- jusqu'en 2013 : Jacques Chauveau
- Didier Lacour

Membre du conseil de la Faculté de physique :

- jusqu'en 2012 : Eli Ben-Haim

Comité d'experts en 29^{ème} section du CNU :

- Elus collège A : Jacques Chauveau (coordinateur A), Pierre Astier, Jacques Dumarchez, Pascal Vincent
- Elus collège B : Eli Ben-Haim (coordinateur B), Julien Guy, Delphine Hardin, Sophie Trincaz-Duvoid

Membre de la commission des thèses et HDR :

- jusqu'en 2013 : Jacques Chauveau
- 2013- : Bertrand Laforge

Membre de l'institut de formation doctorale (IFD)

- jusqu'en 2013 : Jacques Chauveau
- 2013- : Pascal Vincent

Charges de mission - structures partenaires :

Institut Lagrange Paris (ILP) :

- jusqu'en 2014 : Pierre Astier, Bertrand Laforge, Antoine Letessier-Selvon.
- 2014 - : Nicolas Regnault, Bertrand Laforge, Antoine Letessier-Selvon

Astrophysique et Conditions d'Apparition de la Vie (ACAV) :

- Pascal Vincent

International Doctorate Network in Particle Physics, Astrophysics and Cosmology (IDPASC) :

- Bertrand Laforge

Fédération de Recherche Interactions Fondamentales (FRIF) :

- jusqu'en 2013 : Sophie Trincaz-Duvoid

Responsabilités dans l'enseignement

Responsables de la spécialité M2 NPAC :

- Delphine Hardin
- Sophie Trincaz-Duvoid

Responsable de la spécialité M2 CIMES :

- Pascal Vincent

Conseil de département de master de physique et applications :

- Delphine Hardin
- Sophie Trincaz-Duvoid
- Pascal Vincent

Membre du bureau de l'ED STEPUP (ED 560) :

- Pascal Vincent

Membre du conseil de département de la licence de physique [L2-L3] :

- Laurent le Guillou
- Jacques Chauveau

Rapporteur du groupe de travail pour la mise en place des nouvelles UE d'électromagnétisme et d'Optique en L2 et L3 (2014) :

- Christophe Balland

Co-responsabilité du tableau de service :

- Laurent le Guillou

UPD

Conseils, groupes, commissions

Membre du conseil scientifique de l'UFR de physique :

- José Ocariz

Membre du conseil des enseignements de l'UFR de physique :

- Tristan Beau

Membres du groupe d'experts thématiques (GET) pour le domaine

« Particules et Astroparticules » :

- José Ocariz, Tristan Beau

Charges de mission - structures partenaires:

Fédération de Recherche Interactions Fondamentales (FRIF) :

- 2014- Sandro de Cecco

Paris Center for Cosmological Physics (PCCP) :

- Kyan Shahmanche

Responsabilités dans l'enseignement

Membre du conseil de département de sciences exactes :

- 2012- : Tristan Beau

Responsable du niveau licence dans la filière « Enseignement des Sciences Physiques et Chimiques » :

- 2012- : Tristan Beau

Responsables de la spécialité M2 NPAC :

- Jose Ocariz

Membre du conseil de l'ED STEPUP (ED 560) :

- Melissa Ridet

LES THÈSES AU LPNHE

Le LPNHE s'investit particulièrement dans l'accueil des doctorants en agissant à trois niveaux : la visibilité du laboratoire pour les étudiants en recherche de thèse, l'accueil des doctorants et enfin leur suivi durant la thèse. Ces actions sont menées par un comité des thèses. Depuis 2012, une demi-douzaine de nouveaux doctorants rejoint le LPNHE à chaque rentrée universitaire.

L'attractivité du laboratoire

A la pointe de la recherche dans les domaines de la physique des particules, des astroparticules et de la cosmologie, le LPNHE est un environnement naturellement stimulant pour de nouveaux doctorants, à la fois par l'excellence de la recherche qui y est conduite et par sa situation exceptionnelle sur le campus de l'UPMC, au cœur de 5^{ème} arrondissement de Paris. Les EC du laboratoire contribuent largement à le faire connaître auprès des étudiants, que ce soit lors de leurs enseignements dans les cursus de Licence ou Master de l'UPMC et de l'UPD, ou par l'organisation de visites du laboratoire et une politique de stages volontariste auprès des étudiants de L3 et M1 de l'UPMC et de l'UPD. Ainsi, une grande majorité des stagiaires de M2, futurs doctorants, ont déjà fait un stage au laboratoire les années antérieures.

Le laboratoire jouit par ailleurs d'une bonne visibilité internationale, grâce à des coopérations, en particulier avec la Chine, la Colombie, le Venezuela et l'Italie. Les collaborations internationales dans lesquelles travaillent les chercheurs contribuent aussi à la visibilité du LPNHE à l'étranger. Ainsi, entre 2009 et 2014, sur 49 doctorants arrivés au laboratoire, 22 viennent de pays étrangers.

Les financements des thèses

Le financement des thèses au LPNHE est assuré ces dernières années par des contrats doctoraux attribués par les ED 517, 389, puis 560 à partir de 2014 (contrats UPMC et UPD), par le Labex ILP, par l'IN2P3, par la région Ile-de-France, ainsi que par des financements provenant de programmes internationaux (citons, par exemple, le Laboratoire Franco-Chinois de Physique des Particules - FCPPL, les bourses de

l'Ambassade de France pour les étudiants Vénézuéliens, ou encore le programme de co-tutelle avec l'Italie « International Doctorate on AstroParticle Physics - IDAPP»). Le graphe ci-dessous montre l'origine des financements des thèses au LPNHE.

L'accueil et le suivi des étudiants

Une journée d'accueil des nouveaux entrants est organisée chaque année. Au cours de cette journée, une rencontre avec le directeur et une présentation des activités et des services du LPNHE sont organisées. Lors de cette journée, qui a traditionnellement lieu un vendredi de novembre, les nouveaux doctorants sont invités à se présenter lors de la réunion hebdomadaire du laboratoire.

Afin d'assurer un suivi de thèse de qualité, un système de « parrainage » a été mis en place. Chaque étudiant de première année choisit un « parrain », membre du laboratoire mais extérieur à son domaine de thèse. Le parrain s'assure du bon déroulement de la thèse, des bonnes relations entre l'étudiant et l'encadrant. Il informe le doctorant des possibilités qui lui sont offertes (financement d'une école d'été, d'une conférence internationale au cours de la thèse, de leur participation aux journées Jeunes Cher-

cheurs de la SFP). Une réunion des parrains se tient deux à trois fois par an pour faire la synthèse et discuter, pour chaque étudiant, des problèmes éventuels et des actions à mener pour y remédier.

Un espace web dédié aux doctorants sur le site du laboratoire centralise les informations importantes pour le bon déroulement de la thèse. Il recense les offres de stages M2 et de thèses et propose des liens vers des sites utiles. Cet espace constitue aussi un début de réseau des anciens doctorants du laboratoire, permettant d'apporter par le partage d'expérience et des témoignages, une aide à l'insertion professionnelle après la thèse.

Enfin, depuis 2011, un représentant des doctorants siège au conseil de laboratoire.

Comité des thèses :

<http://lpnhe-doctorants.in2p3.fr>

Irena Nikolic-Audit (Organisation de la journée des entrants)

Mélissa Ridet (Liaison avec les M2 et les ED)

Sophie Trincaz-Duvoid (Fonctionnement du système des parrains, Gestion de la base de données des doctorants et webmaster)



Origine des financements de thèse au LPNHE en 2012, 2013 et 2014.

LISTE DES THÈSES SOUTENUES AU LPNHE ENTRE 2012 ET 2014

En 2014

Miguel Blanco

GROUPE : AUGER
SUJET DE THESE : Different approaches to determine the composition of the ultra-high energy cosmic rays in the Pierre Auger Observatory
SOUTENANCE : 12/12/2014

Laura Collica

GROUPE : AUGER
SUJET DE THESE : the mass composition of Cosmic Rays at the Pierre Auger Observatory
SOUTENANCE : 28/11/2014

Camille Couturier

GROUPE : HESS
SUJET DE THESE : Invariance de Lorentz et Gravitation Quantique: contraintes avec des sources extragalactiques variables observées par H.E.S.S. et Fermi-LAT
SOUTENANCE : 21/10/2014

Aurelien Demilly

GROUPE : ATLAS
SUJET DE THESE : Mesure de la masse du quark top dans le canal dileptonique électron-muon avec la méthode des éléments de matrice dans l'expérience ATLAS auprès du LHC
SOUTENANCE : 19/09/2014

Patrick El-Hage

GROUPE : SUPERNOVAE
SUJET DE THESE : Cosmologie avec les Supernovae de Type Ia : analyse combinée des données SDSS et SNLS
SOUTENANCE : 26/09/2014

Guillaume Lefebvre

GROUPE : ATLAS
SUJET DE THESE : Étalonnage des jets et mesure de la section efficace de production de paires de quarks top dans le canal hadronique à $\sqrt{s} = 8$ TeV avec l'expérience ATLAS auprès du LHC
SOUTENANCE : 26/09/2014

Kun Liu

GROUPE : ATLAS
SUJET DE THESE : Observation du boson de Higgs dans sa désintégration en gamma-gamma et recherche de sa désintégration en Z-gamma avec le détecteur ATLAS
SOUTENANCE : 24/06/2014

Jules Morand

GROUPE : SUPERNOVAE
SUJET DE THESE : Dynamique des systèmes à longue portée au delà de la limite de Vlasov.
SOUTENANCE : 2/12/2014

En 2013

Simon Akar

GROUPE : BABAR
SUJET DE THESE : Étude des désintégrations $B \rightarrow K \pi^+ \pi^-$ gamma avec l'expérience BABAR : hélicité du photon et structure résonante du système $K \pi \pi$
SOUTENANCE : 30/09/2013

David Benhaïem

GROUPE : SUPERNOVAE
SUJET DE THESE : Régime non linéaire de l'agrégation gravitationnel dans une famille de modèles cosmologiques sans échelle caractéristique
SOUTENANCE : decembre 2013

Flora Cellier-Holzem

GROUPE : SUPERNOVAE
SUJET DE THESE : Spectroscopie des supernovae de type Ia des expériences SuperNova Legacy Survey et Nearby SuperNova Factory pour la cosmologie
SOUTENANCE 4/10/2013

Olivier Davignon

GROUPE : ATLAS
SUJET DE THESE : Recherche du boson de Higgs du Modèle Standard produit par fusion de bosons vecteurs et se désintégrant en deux photons dans l'expérience ATLAS auprès du LHC
SOUTENANCE : 19/09/2013

Romain Gaior

GROUPE : AUGER
SUJET DE THESE : EASIER : Extensive Air Shower Identification using Electron Radio-meter
SOUTENANCE : 24/09/2013

Dikai Li

GROUPE : DØ
SUJET DE THESE : Search for the standard model Higgs boson in $l \nu + b \bar{b}$ final states in 9.7 fb^{-1} of $p \bar{p}$ collisions with the DØ detector
SOUTENANCE : 10/12/2013

Nicolas Meric

GROUPE : ATLAS
SUJET DE THESE : Etude théorique et expérimentale des corrections électrofaibles au processus de production inclusive de jets. Développement de méthodes de détection de topologies extrêmes
SOUTENANCE : 19/09/2013

Camilla Rangel

GROUPE : ATLAS
SUJET DE THESE : Étude des performances de photons avec les désintégrations radiatives du Z, et recherche du boson de Higgs dans les modes gamma gamma et Z gamma auprès du détecteur ATLAS au LHC
SOUTENANCE : 27/09/2013

Hugo Marcelo Rivera Bretel

GROUPE : AUGER
SUJET DE THESE : Measurement of the energy spectrum of cosmic rays above 3×10^{17} eV using the infill array of the Pierre Auger Observatory
SOUTENANCE : 08/02/2013

Pier-Francesco Rocci

GROUPE : SUPERNOVAE
SUJET DE THESE : Calibration of Wide Field Imagers - The SkyDICE Project
SOUTENANCE : 4/11/2013

Heberth Torres

GROUPE : ATLAS
SUJET DE THESE : Observation d'une nouvelle particule dans la recherche du boson de Higgs se désintégrant en deux photons dans l'expérience atlas au LHC
SOUTENANCE : 25/03/2013

Liwen Yao

GROUPE : ATLAS
SUJET DE THESE : Search for Higgs boson particle via Higgs to diphoton decaying channel on ATLAS experiment in LHC
SOUTENANCE 23/10/2013

Laura Zambelli

GROUPE : T2K
SUJET DE THESE : Contraintes sur la prédiction du flux des neutrinos de T2K par les données de l'expérience d'hadroproduction NA61/SHINE
SOUTENANCE : 23/09/2013

En 2012

Matteo Corbo

GROUPE : CDF
SUJET DE THESE : La production de paires de quarks top dans le canal de désintégration avec un lepton tau
SOUTENANCE : 19/09/2012

Silvia Gambetta

GROUPE : AUGER
SUJET DE THESE : Study of the attenuation of extensive air showers in the atmosphere and of the feasibility of measuring their radio signal with EASIER
SOUTENANCE : 01/04/2012

Moritz Münchmeyer

GROUPE : AUGER
SUJET DE THESE : Large-scale anisotropies in the high energy cosmic ray sky
SOUTENANCE : 31/10/2012

Timothée Thevenaux-Pelzer

GROUPE : ATLAS
SUJET DE THESE : Etudes sur la reconstruction des électrons et mesure de la section efficace de production de paires de quarks top dans les canaux dileptoniques dans l'expérience ATLAS auprès du LHC
SOUTENANCE : 2/07/2012

Francesca Villa

GROUPE : SUPERNOVAE
SUJET DE THESE : Calibration photométrique de l'imageur MegaCam. Analyse des données SnDICE.
SOUTENANCE : 21/09/2012

Augustin guyonnet

GROUPE : SUPERNOVAE
SUJET DE THESE : Le projet SNDICE : réalisation d'un dispositif optoélectronique pour l'étalonnage photométrique de l'imageur grand champ MegaCam au CFHT.
SOUTENANCE : 27/09/2012

LES STAGES AU LPNHE

Le laboratoire accueille en moyenne chaque année une cinquantaine de stagiaires issus de formations diverses : étudiants en Licence (principalement en niveau L3), Master (M1 comme M2) mais aussi écoles d'ingénieurs et formations professionnalisantes. On peut également citer l'accueil régulier de collégiens en classe de 3^e pour une semaine de découverte du monde professionnel.

Les formations d'origine des stagiaires

Les stagiaires en recherche sont issus à part égale de masters de physique (niveau M1 et M2), et de Licence (L3). Devant l'afflux de demandes spontanées, priorité est donnée aux étudiants originaires des universités de tutelle, l'UPMC et l'UPD. Les étudiants de l'UPMC sont majoritaires du fait de l'implantation du laboratoire sur son campus.

Dans le cadre de la formation de Licence de physique de l'UPMC, les étudiants ont un stage obligatoire de 15 jours en janvier. Le LPNHE participe pleinement à ce programme de découverte du milieu de la recherche en accueillant une demi-douzaine de ces étudiants chaque année.

Niveau Année	Collège	Lycée	Licence	M1	M2	IUT. ingé	Etrangers	Formation continue / Alternance	Total
2012	4	3	20	10	8	8	1	2	56
2013	1	1	20	11	6	4	0	1	44
2014	12	5	21	10	9	2	0	2	61

L'offre de stages

C'est souvent par le biais des EC que les étudiants ont un premier contact avec le LPNHE. Un responsable des stages au laboratoire assure le lien entre les étudiants en recherche de stage, les responsables de leur formation et les encadrants du laboratoire. Trois référents stages (un par grande thématique du laboratoire) relaient les demandes auprès des équipes, en fonction des thématiques souhaitées par les étudiants. Ils encouragent ainsi les encadrants potentiels à déposer un sujet, et les mettent en lien avec les étudiants. Le laboratoire envoie des propositions aux responsables des stages du M1 de physique et applications de l'UPMC (et

du L3 de l'UPMC pour les stages de janvier). Des propositions de stages dans les services techniques sont également transmises à des écoles d'ingénieurs, IUT ou Licences professionnelles. Les stages de M2 sont un cas à part puisque qu'ils constituent le plus souvent un prélude à une thèse effectuée dans le même groupe de recherche avec le même encadrant. Les propositions de stages pour les M2 sont couplées aux sujets de thèse et diffusées aux étudiants via les M2, les écoles doctorales et le site du laboratoire. Dans certains Masters de la région parisienne (NPAC par exemple), une présentation des sujets est faite aux étudiants directement par le responsable des stages.

Les thématiques des stages

Le tableau ci-dessous montre la répartition des stagiaires selon les équipes. Tous les projets accueillent des stagiaires chaque année et le taux de stagiaires par membre permanent (enseignant-chercheurs ou chercheurs) est d'environ un par an. Ces dernières années, des contacts ont été noués par la direction technique avec des écoles d'ingénieurs de l'UPMC pour accroître le nombre de stages dans les services techniques. On notera enfin que les différents services sont encouragés à recruter des apprentis en alternance. Actuellement, le LPNHE en accueille deux : l'un en informatique, l'autre en électronique.

Thématique Année	Masses et Interactions Fondamentales	Asymetrie Matière-Antimatière	Nature et Origine du Rayonnement Cosmique	Matière Noire et Energie Noire	Services administratifs et techniques communs
2012	25 %	16 %	11 %	18 %	30 %
2013	23 %	16 %	27 %	18 %	16 %
2014	32 %	8 %	14 %	17 %	29 %





- pas de différences entre les différentes universités sur les UE proches de nos thématiques que les étudiants suivent avant le M2 (sensibilisation différente)
- M2 co-habilité (P6, 7 et 11 jusqu'à présent) mais le poids de chaque université dans le recrutement à NPAC évolue (rôle des labex)
- Création de nouveau M2 (PHE, etc ...) avec nombre d'étudiants susceptibles de les suivre qui n'est pas infini : concurrence exacerbée pour recruter des étudiants qui revient cher (un M2 "coute" en profs de haut niveau et en matériel pour les projets)
- Nouveau ED, nouveaux P6-P7 / P11 : conséquences
- Différences de gouvernance en terme d'attractivité à long terme

• • •

L'accueil au laboratoire

L'arrivée massive de stagiaires au laboratoire en avril-mai a nécessité la mise en place d'une procédure d'accueil spécifique permettant à chacun de s'insérer au mieux. Les futurs stagiaires sont inscrits plusieurs se-

maines à l'avance dans la base de données de Gestion des Personnels, ce qui déclenche l'attribution d'un bureau et la programmation d'une clef, ainsi que la préparation d'un poste informatique. Un « mode d'emploi de l'accueil du stagiaire » a été rédigé et est

disponible sur le site internet du laboratoire. Couplé à une information régulière en réunion du vendredi, il contribue à sensibiliser les encadrants à la préparation de l'accueil des stagiaires au LPNHE.



COMPÉTENCES
ET RÉALISATIONS
TECHNIQUES

**Service Electronique et
Instrumentation**

**Service Mécanique
CTA**

**Service Informatique
Upgrade de LHCB**

AUGER - EASIER

SKYDICE

Pôles d'expertise

LSST

ILD-CALICE

HESS

Plateforme Calcul

GRIF

Plateaux techniques

ATLAS Upgrade

COMPÉTENCES ET RÉALISATIONS TECHNIQUES

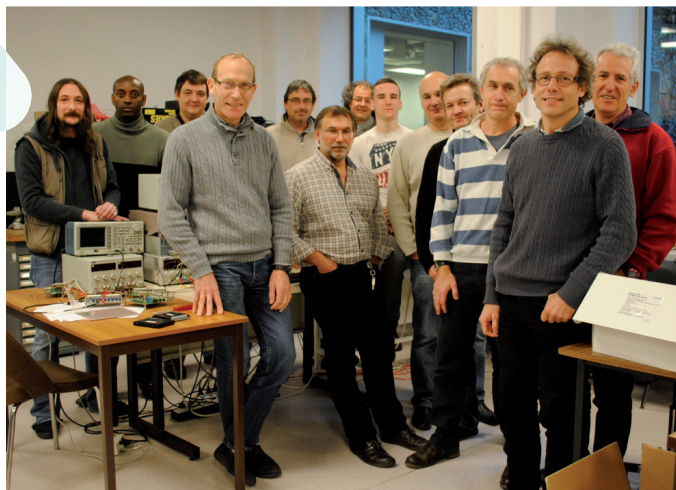


Le LPNHE est engagé dans les développements techniques associés à ses projets de recherche. Que ce soit dans la conception et la réalisation d'un instrument, ou des programmes de R&D, les équipes techniques s'investissent avec les physiciens porteurs des projets pour proposer des solutions innovantes, basées sur leur expertise.

Les ingénieurs et les techniciens du laboratoire sont sous la responsabilité d'un chef de service et participent à un ou plusieurs projets relevant de leurs compétences. La direction technique du laboratoire rassemble les quatre services techniques du laboratoire, favorisant ainsi la coordination entre services et projets. Durant la période 2012-2014, le laboratoire a géré huit projets de développements techniques engageant 40 ingénieurs et techniciens appartenant aux services informatique, électronique, mécanique ainsi qu'aux services généraux qui gèrent l'infrastructure et la logistique du laboratoire et des projets.

Les projets sont régulièrement évalués au cours d'une réunion semestrielle de la cellule de suivi de projet (CSP), structure animée par le directeur technique sous la responsabilité du directeur et qui comprend les chefs des services électronique, mécanique et informatique. La CSP permet de revoir les affectations des ingénieurs et techniciens sur les projets expérimentaux demandés par les chefs de projets. Au cours de cette réunion le responsable scientifique et le responsable technique de chaque projet présentent l'avancement du projet ainsi que les besoins en personnels techniques et en matériel, demandes arbitrées à l'issue de toutes les réunions en fonction des priorités du laboratoire.

C'est en CSP que sont également évalués les projets considérés en émergence tant qu'ils n'ont pas été présentés au conseil scientifique. Ce fut le cas du projet LHCb upgrade en 2013 sur lequel le laboratoire s'est impliqué techniquement.



CHIFFRES CLÉS

2,5 tonnes, le poids du plus grand détecteur développé au LPNHE.

50 Volts, la tension nominale la plus élevée d'un ASIC conçu au LPNHE.

18 électroniciens.

Service Electronique et Instrumentation

Le service Électronique et Instrumentation du LPNHE comprend dix-huit personnes dont 8 ingénieurs de recherche, 4 ingénieurs d'étude, 3 assistants-ingénieurs, 2 techniciens et 1 apprenti. Le service est impliqué dans des projets de physique auprès des grands accélérateurs (CERN, SLAC, FERMILAB, DESY), d'astroparticules ou de cosmologie au sol. Un pôle CAO (Conception Assistée par Ordinateur) et Câblage offre toute l'assistance nécessaire pour la réalisation de cartes d'électronique. 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 différentes compétences en 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. Les circuits numériques programmables (FPGA) sont couramment utilisés dans les différents développements, ils sont généralement programmés dans des langages adaptés tels que VHDL ou encore VERILOG. Des circuits intégrés spécifiques sont également développés pour optimiser, au mieux, les parties analogiques des projets (amplificateurs bas bruit par exemple) ou des parties mixtes (analogiques/numériques). D'autre part, la très grande expertise des ingénieurs et techniciens du laboratoire permet de considérer les instruments dans leur ensemble et de proposer des solutions qui optimisent les interfaces et les différents sous-systèmes. Certains ingénieurs ont des responsabilités de chef de projet dans des composantes nationales ou internationales de grandes expériences.

En instrumentation, le service réalise des bancs de mesure, de contrôle d'instruments selon différentes normes en vigueur.

La compatibilité électromagnétique (CEM) et l'intégrité du signal sont prises en compte à tous les niveaux des conceptions de façon à obtenir un haut niveau de performance.

Les différentes expériences font de plus appel à la qualité et à la gestion de projet. Ces méthodologies sont désormais mises en place dès le début des projets.



Machine de soudage et dessoudage de composants complexes.

• Pôle CAO et câblage

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

Au niveau logiciel, le groupe assure, en collaboration avec le service informatique, l'installation, l'administration et le support de l'ensemble des outils de CAO des sociétés Altera, Cadence, MentorGraphics, Synplicity, Xilinx et des fondeurs AMS, UMC et IBM. Ces logiciels de CAO permettent de concevoir tous types de systèmes électroniques numériques ou analogiques :

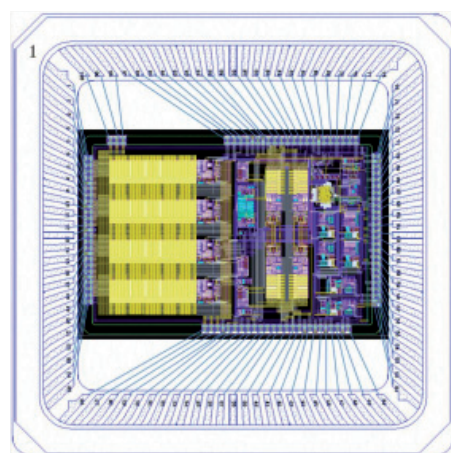
Systèmes électroniques	Outils de CAO
Modélisation et simulation de circuits numériques à l'aide des langages de haut niveau	Modelsim, Quartus, ISE, EDK
Synthèse logique de circuits programmables	SynplifyPro, Quartus, ISE
Synthèse logique de circuits intégrés VLSI	Ambit, Encounter
Modélisation, simulation, et dessin de circuits intégrés analogiques (65 nm, 0,35 μm à 0,13 μm)	Modelsim, Quartus, ISE, EDK
Design kits	Virtuoso, Assura, Calibre
Conception et saisie de schémas de cartes	TSMC, AMS
Étude du placement/routage et simulation de cartes	Allegro Design Entry
Gestion des bibliothèques de composants	Allegro Librarian

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 25 à 30 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 dépôt de pâte à braser, d'une machine de placement et d'un four à reflux. Un outil d'usinage (Charly Robot), permet également de faire de la petite mécanique telle que faces avant de prototypes, boîtiers et maquettes.

Le laboratoire a acheté en 2013 une machine de soudage et dessoudage de composants complexes ainsi qu'un endoscope professionnel permettant d'inspecter, souder et dessouder tout type de composants (BGA...).

• Activités de micro-électronique



Puce CABAC 1 en technologie AMS 0,35 μm HV-CMOS de 58 mm² fournissant les horloges et les biais nécessaires au contrôle des CCD (co-développement LAL-LPNHE pour LSST)

Le service possède une expertise en micro-électronique et conçoit des circuits qui s'intègrent dans les développements de cartes d'électronique dédiées à l'instrumentation de détecteurs.

Depuis 2012 l'activité micro-électronique s'est concentrée sur la réalisation et la soumission d'ASIC (Application Specific Integrated Circuit) pour le projet LSST en technologie CMOS 0,35 μm et pour le projet HL-LHC en technologie 65 nm. Il s'agit des circuits :

- ASPIC : dédié au traitement des signaux issus des CCD de la caméra du projet LSST. Il répond à un cahier des charges extrêmement sévère en matière de bruit et de diaphonie, les gains et les temps d'intégration sont programmables et un mode veille a été implémenté.
- CABAC : fournit les horloges et les polarisations des CCD pour le même projet. Ce circuit a été développé pour la toute première fois en technologie CMOS 0,35 μm haute tension. Il contient un multiplexeur permettant l'accès à tous les signaux et des entrées externes à des fins de diagnostic.
- AMchip : mémoire associative pour le déclenchement rapide à partir des données du trajectographe pour l'upgrade du détecteur ATLAS (projet FTK).

..... Equipe :

P. Bailly, S. Bonnet (apprenti), J. Coridian, P. Corona, F. Crescioli, J. David, M. Dhellot, J.F. Genat, C. Juramy, S. Karkar, O. Le Dortz, H. Lebbolo, D. Martin, P. Nayman (chef de service), J.M. Parraud, E. Pierre, S. Russo, F. Toussanel, A. Vallereau.
.....

CHIFFRES CLÉS

- 5 tonnes, le poids supporté par le pont roulant du nouvel atelier de montage.
- 8 mécaniciens.
- 9 couleurs de fil ABS pour l'imprimante 3 D.



Service Mécanique

Le service de mécanique conçoit, étudie, réalise, monte et met au point des sous-ensembles destinés à être intégrés dans des détecteurs en physique des particules, implantés auprès des grands accélérateurs, ou pour des expériences en astroparticule. Ces réalisations sont menées dans le cadre de collaborations internationales.

En 2014, le service comprend 3 ingénieurs de recherche, 2 ingénieurs d'étude et 3 assistants ingénieurs. Le service assure la maîtrise globale du processus, de la rédaction du cahier des charges jusqu'à la livraison au laboratoire ou sur site du projet réalisé et réceptionné. Dans ce cadre les collaborateurs assurent régulièrement des responsabilités de chefs de projet.

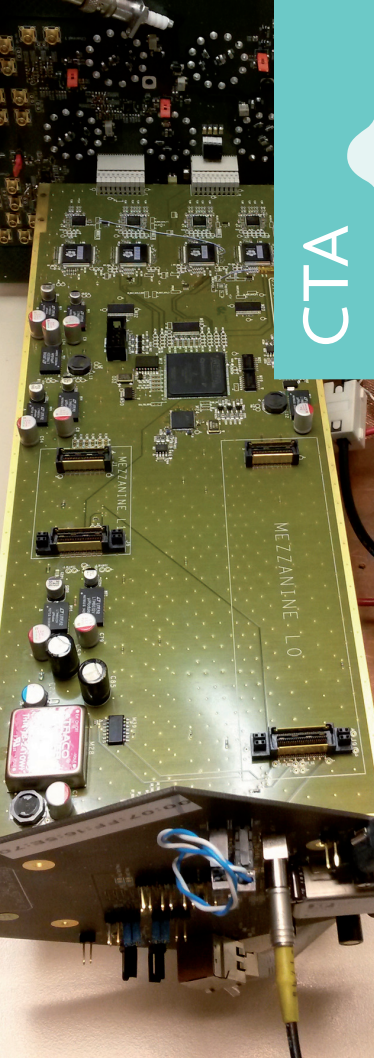
Pour répondre aux demandes des chercheurs, le service dispose d'un bureau d'études équipé de logiciels de CAO (CATIA) et de calcul aux éléments finis performants (ANSYS, ABAQUS) et utilise les systèmes de gestion de données techniques (Smarteam et EDMS). L'atelier est équipé de machines-outils classiques mais également d'un centre d'usinage à commande numérique et d'un tour numérique. Pour réaliser les fabrications, les prototypistes disposent d'un logiciel de fabrication assistée par ordinateur (Alfacam). Le contrôle des pièces est effectué sur une machine de mesure tridimensionnelle implantée dans la salle de métrologie. L'acquisition en 2013 d'une imprimante utilisant la technique du fil fondu en ABS a permis au service non seulement de fabriquer des maquettes pour une meilleure visualisation des pièces et de leur encombrement mais aussi de réaliser des pièces définitives de formes complexes.

Le service possède également de nombreux matériels : pompes à vide, détecteurs de fuite, étuves, enceinte climatique et cryo-thermostats, permettant d'équiper des bancs de tests et de réaliser des prototypes afin de démontrer la faisabilité des solutions développées. Celles-ci intègrent souvent des domaines connexes à la mécanique tels que le vide, la thermique, la cryogénie et l'optique. Des outillages sont régulièrement développés. Les fabrications de série, ou nécessitant des techniques spéciales, sont effectuées en sous-traitance. Dans ce cas, le service rédige le dossier technique nécessaire à l'appel d'offre et en assure le suivi et la recette. Une démarche qualité, concrétisée par un manuel qualité répondant à l'approche processus définie dans la norme ISO 9001, a été mise en place il y a plusieurs années.

Un ingénieur du service, en collaboration avec un physicien de l'équipe ATLAS, a mis au point un outil lié à la CAO qui évalue de manière très précise la quantité de matière présente dans un détecteur. Cette expertise est reconnue au sein de la communauté de la physique des particules. Par ailleurs, les membres du service sont impliqués dans des formations ou dans des jurys de concours du CNRS, dans des groupes de travail (EDMS/Atrium, Smarteam, qualité, calcul, FAO) et plus largement dans des actions de présentation du service au grand public. Un ingénieur du service est membre du comité de pilotage du réseau national des mécaniciens du CNRS.

Equipe :

B. Canton, G. Daubard,
C. Evrard, F. De Matos,
P. Ghislain, D. Laporte,
Y. Orain, P. Repain,
D. Vincent (Chef du service)



CTA

Carte de lecture
d'un module de détection
NECTAR.

Suite au succès des expériences d'astronomie gamma au sol et particulièrement de HESS, la communauté a initié un nouveau projet de réseau de grande envergure, CTA (Cherenkov Telescope Array) comportant une centaine de télescopes Cherenkov de nouvelle génération de petite, moyenne et grande taille.

Dans la suite logique de son activité, l'équipe du LPNHE s'est donc impliquée dans ce nouveau projet et prend part à l'électronique frontale pour les caméras NECTArCam (New Electronic for Cherenkov Telescope Array Camera) des télescopes de taille moyenne. Cette électronique frontale, qui est la base pour la construction des caméras de future génération, est une collaboration du LPNHE, de l'IRFU (CEA), de l'IRAP (INSU Toulouse) et de laboratoires espagnols (IFAE à Barcelone, UCM et CIEMAT à Madrid). Les contraintes fortes pour le projet CTA sont la réduction drastique des coûts et une fiabilité accrue au vu du nombre de voies à réaliser. Dans ce cadre, l'équipe propose avec ses collaborateurs de développer ce nouveau module avec une structure mécanique légère, une électronique plus fortement intégrée, un déclenchement réalisé localement et une interface vers l'extérieur standardisée au moyen d'un lien Ethernet gigabit.

La partie amplification du signal fait l'objet d'une collaboration avec l'université de Barcelone (ICCUB).

Les premières cartes prototypes réalisées ont permis de valider un certain nombre de concepts comme :

- l'utilisation d'un lien Ethernet Gigabit pour le transfert des données et le contrôle de l'électronique frontale. Ce lien a été testé jusqu'à 100 kHz de taux de déclenchements ;

- la caractérisation de l'ASIC NECTAr0 avec ADC intégré développé par l'IRFU ;
- le logiciel de contrôle et d'interface.

Les modules prototypes NECTAR construits permettent d'acquérir les données en provenance de sept tubes photomultiplicateurs (PM) montés sur la carte haute tension développée par l'IRAP de Toulouse, de la carte d'électronique frontale équipée de huit circuits NECTAr0 et enfin de la carte « backplane » développée par le CIEMAT (Madrid) permettant d'interfacer le module avec le système d'acquisition.

De nouvelles cartes NECTAR sont en cours de fabrication. Elles équiperont le futur démonstrateur de 19 modules. Ces nouvelles versions permettent d'intégrer de nouvelles fonctionnalités et des composants plus performants (FPGA).

La caractérisation complète de la partie frontale a été réalisée avec le tube photomultiplicateur et a permis de montrer que l'électronique était compatible avec le cahier des charges au gain nominal du photomultiplicateur. La validation du système de trigger analogique développé en Espagne par les groupes de l'IFAE, de l'UCM et du CIEMAT est actuellement en cours.

.....
Equipe : Electronique : P. Corona, S. Karkar, P. Nayman, J.M. Parraud, F. Toussnel

Informatique : V. Voisin
.....

CHIFFRES CLÉS

67 **serveurs**, gérés par le service informatique.

1 **apprenti informaticien**.

2.10^{15} le nombre d'octets transitant sur le réseau du laboratoire chaque année.



Service Informatique

Le service informatique du LPNHE est composé de 11 personnes, dont 5 ingénieurs de recherche, 3 ingénieurs d'étude, 2 techniciens et un apprenti.

Quatre personnes ainsi que l'apprenti assurent le bon fonctionnement et la sécurité de l'ensemble des systèmes d'information du laboratoire, à savoir le réseau, le wifi, les serveurs (de virtualisation, serveurs physiques, généralistes ou affectés aux groupes et services), les postes de travail

des utilisateurs, les services d'impression, d'authentification, de surveillance, de log, de sauvegarde et les différents services web. Ils assistent également les utilisateurs au quotidien. Une personne assure le développement et l'exploitation du nœud de la grille de calcul local (GRIF). 5 ingénieurs réalisent des développements spécifiques dans les expériences scientifiques auxquelles le laboratoire participe.

Le service informatique concentre ses efforts sur trois axes principaux :

• **La sécurisation des systèmes**

Le LPNHE dispose de trois salles informatiques. Les deux salles principales de 65 m² chacune, en sous-sol, hébergent l'essentiel de l'infrastructure et des matériels du laboratoire, ainsi que la grille de calcul GRIF avec les caractéristiques suivantes :

- Puissance électrique non ondulée : 2x5 prises de 32 A.
- Puissance électrique ondulée : 2x100kVA sur 2x12 prises de 32A. Un onduleur de puissance comparable est installé dans une salle voisine.
- Climatisation : 4 armoires par salle, dont la moitié régulée par le circuit d'eau glacée de l'UPMC, l'autre moitié en double détente pour un total de 200 kW.
- Protection incendie : système à argon (5 bouteilles de 24m³ à 200 bars dans chaque salle).



Le système MiniDAQ (design CPPM), intégrant une carte TELL40 au format AMC et une carte mère hébergeant un processeur embarqué de contrôle et monitoring, est utilisé pour évaluer les différentes options de firmware de l'électronique back-end du détecteur SciFi.

Le LPNHE s'est engagé en 2013 dans l'électronique de lecture du trajectographe à fibres scintillantes (SciFi Tracker) de l'upgrade de LHCb, qui remplacera les stations du trajectographe

après aimant du détecteur actuel.

Les fibres scintillantes du trajectographe SciFi sont lues par des photomultiplicateurs à silicium (SiPM), dont les signaux sont traités dans des cartes front-end, proches du détecteur. Dans ces cartes, les signaux des SiPM seront amplifiés, mis en forme et numérisés dans un circuit intégré appelé PACIFIC (low-Power ASIC for the sCIntillating Fibres traCker). Les données seront envoyées à un premier FPGA qui exécutera un algorithme rapide de « clusterisation » afin de réduire le volume de données. Les clusters issus de plusieurs SiPM seront ensuite recueillis dans un FPGA concentrateur puis empaquetés et transférés vers l'extérieur du détecteur, par l'intermédiaire de liens optiques multi-gigabit GBT, développés par le CERN.

Les données issues de plusieurs cartes front-end et transmises par ces liens optiques sont recueillies, hors du détecteur, par des cartes « back-end » nommées TELL40, construites sur la base d'un FPGA puissant. Dans ce FPGA, les données séries issues des liens optiques sont d'abord décodées, les clusters récupérés sont ensuite rassemblés par événement puis empaquetés sous forme de « multi-événements » pour être ensuite traités et enregistrés vers une ferme de processeurs.

Au printemps 2013, le LPNHE a débuté son activité dans la collaboration SciFi par des études de débit de données dans la carte front-end entre les ASIC PACIFIC et les FPGA de clusterisation et a exploré les différentes options de FPGA résistants aux radiations adaptés à l'électronique frontale. Depuis l'automne 2013, le laboratoire a pris en charge l'implantation des cartes TELL40. Ces cartes, développées par le CPPM, équiperont tous les sous-détecteurs de l'upgrade de LHCb, mais le microcode présent dans le FPGA principal doit être adapté aux besoins de chaque sous-détecteur. Une première version de ces cartes a été réalisée sous la forme de modules AMC pour carte ATCA et de FPGA Altera Stratix V et, à terme, les cartes TELL40 prendront la forme de modules PCIeexpress et de FPGA Aria GX 10, actuellement en cours de développement (PCIe40). La première année d'activité a été consacrée à effectuer des simulations de la chaîne complète du détecteur à base d'un firmware générique pour les cartes TELL40. Depuis la mi-2014, le laboratoire se concentre sur le développement d'un firmware de FPGA TELL40 adapté à l'architecture du détecteur SciFi.

.....
Equipe : *Electronique* : J.F. Genat, O. Le Dortz
Informatique : D.Terront

Une salle supplémentaire au deuxième étage a été aménagée afin d'héberger une infrastructure redondante susceptible de faire redémarrer les services vitaux pour le laboratoire et ainsi assurer une continuité de service en cas de défaillance des salles principales.

La sécurité des données des utilisateurs est assurée par un et bientôt deux serveurs de fichier netapp réalisant des « instantanés » des données utilisateurs (snapshots) 3 fois par jour, conservés pendant 48 heures. Une copie journalière de ces données est réalisée et conservée pendant 15 jours, une copie hebdomadaire pendant 6 mois, et l'intégralité également sauvegardée au centre de calcul de Lyon deux fois par jour.

Afin de répondre à un besoin croissant d'espace de stockage de la part des expériences scientifiques, un système de stockage basé sur GPFS a été mis en exploitation.

Enfin, le service informatique assure quotidiennement la surveillance des infrastructures serveurs et réseau (à l'aide d'outils spécialisés tels Nagios), la sécurité et la mise à jour des différents systèmes informatiques.

• Rationalisation des installations

Afin de réduire les coûts d'exploitation et d'utiliser au mieux les ressources matérielles, la majorité des services et serveurs d'expériences est progressivement virtualisée en utilisant proxmox. Cela permet, en cas de défaillance matérielle, de migrer les serveurs sur une autre machine physique et ainsi de minimiser l'indisponibilité des services.

Pour les postes de travail, des procédures d'installation automatique par le réseau (postes Linux et Mac) ont été mises en place. Un outil d'administration et de déploiement centralisé (Ansible) est utilisé pour l'ensemble du parc.

..... Equipe :

T. Audo, O. Dadoun,
L. Gromb, T. Ho,
J.-F. Huppert, F. Legrand
(Chef de service),
V. Mendoza, E. Sepulveda,
D. Terront, V. Voisin,
P. Warin-Charpentier.

• Infrastructure réseau

Afin d'assurer la plus haute disponibilité possible du réseau, un investissement conséquent dans des switchs CISCO de haute qualité a été réalisé avec l'aide financière de l'IN2P3. Le cœur de réseau fonctionne maintenant avec des débits de 10 Gbit. Différents outils de métrologie ont été également mis en place pour assurer une surveillance continue de l'activité. Enfin, l'architecture wifi a été révisée ce qui a permis d'intégrer la fédération Eduroam fin 2014.

AUGER - EASIER

L'observatoire AUGER, installé en Argentine depuis 2004, observe les rayons cosmiques de très haute énergie. Le LPNHE participe au projet EASIER (Extensive Air Shower Identification with Electron Radiometer) qui se propose de détecter le rayonnement électromagnétique émis par ces rayons dans le domaine radio à l'aide d'antennes.

Après avoir déployé avec succès sept antennes doublet dans la bande 30-80MHz (bande décimétrique) et leur électronique associée, puis sept antennes dans la bande C (3,4 - 4,2GHz) qui ont permis d'observer un événement, l'équipe a développé, testé et installé 61 antennes dans la bande C.

L'électronique est composée d'une antenne cornet, d'un amplificateur avec changeur de fréquence suivi d'un filtre et d'un amplificateur logarithmique chargé de compresser la dynamique du signal et de la rendre compatible avec le canal d'ADC (10 bit) originellement dédié à un des photomultiplicateurs de la cuve. L'élec-

tronique doit satisfaire un cahier des charges assez sévère en matière de fiabilité et de consommation du fait de l'alimentation sur batterie et panneaux solaires. Parallèlement, l'équipe a étudié et développé un système à base d'antenne hélice dans la bande 0,9-1,4GHz ainsi qu'une nouvelle électronique. Sept de ces systèmes sont prêts et seront installés début 2015. Enfin, dans le cadre du projet AUGER, la segmentation en 2 parties (1/3 - 2/3) du volume des cuves par une paroi en tyvek étanche à la lumière devrait améliorer la reconstruction des trajectoires. Le service de mécanique a mené une étude et réalisé des maquettes de tests pour évaluer la faisabilité d'un outillage repliable (sur le principe du parapluie pliable) pouvant se déployer dans la cuve.

.....
Equipe : *Electronique :* J. David, H. Lebbolo, J.M. Parraud,
Mécanique : P. Repain, D. Vincent
.....

SKYDICE

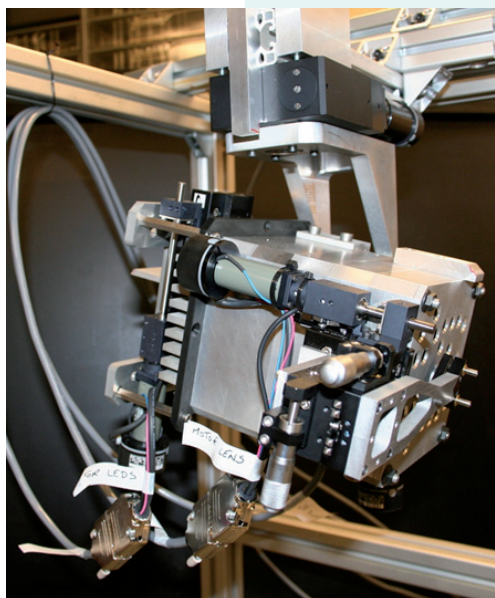
Pour un étalonnage absolu de télescopes dont l'imageur est composé de CCD, le laboratoire a développé un dispositif de calibration basé sur un sous-ensemble de plusieurs LEDs calibrées (24 actuellement) couvrant plusieurs longueurs d'onde et commandées par une source de courant stable (carte électronique « LED Back End »). La réponse des CCD est ensuite comparée à celle d'une photodiode de référence CLAP (Cool Large Area Photodiode) refroidie par effet Peltier. La CLAP est montée sur une carte « Front End CLAP » et une carte « Back End CLAP » numérise les signaux vers l'ordinateur via un bus série USB.

Un premier dispositif et une photodiode refroidie ont été installés sur le CFHT à Hawaï en 2008. Suite à ce succès, un deuxième système a été conçu et réalisé pour équiper le télescope Skymapper à Siding Springs (Australie). Deux mécanismes de translation ont été ajoutés, l'un pour déplacer une barrette de 9 LEDs qui joue le rôle de planète artificielle, l'autre pour positionner une lentille de focalisation. Ce deuxième dispositif

est fonctionnel en Australie depuis juin 2012. Un nouvel ensemble de LEDs a été installé à Hawaï en début d'année 2014 et devrait permettre de terminer une série de prises de données avant la fin de l'année. Suite à ces développements des cartes « Front End CLAP » et « Back End CLAP » ont été réalisées pour l'université de Bonn en 2013.

Par ailleurs, pour améliorer la maîtrise de ces dispositifs de calibration, un banc de test a été réalisé. Celui-ci a été intégré à une enceinte noire refroidie permettant d'effectuer aussi bien des tests mécaniques que des mesures spectrales et photométriques. L'équipe participe à la maintenance et l'évolution de ce banc de test.

.....
Equipe : *Electronique* : P. Bailly, J. Coridian, H. Lebbolo, A. Vallereau
Mécanique : P. Repain, D. Vincent
.....



Dernier prototype de tête de LED du projet DICE.

Pôles d'expertise

L'expérience acquise par les groupes de recherche et les services techniques au cours des différents projets en développement au laboratoire permet de dégager des pôles de compétences reconnus au sein de l'IN2P3 qu'il s'agisse de détecteurs, de plateforme de calcul ou d'installations spécifiques.

Ainsi les développements pour les caméras de HESS ont conduit à mettre en place des bancs de tests pour les photomultiplicateurs et à approfondir la connaissance sur ces capteurs.

Les activités sur les détecteurs silicium segmentés de l'expérience ATLAS et du projet ILD-CALICE ont nécessité non seulement de caractériser ces capteurs, mais aussi d'investir dans les outils de simulation afin d'améliorer les procédés de fabrication en collaboration avec des industriels du domaine, sans oublier la mise en œuvre de bancs de test.

Enfin, la longue expérience des équipes de cosmologie sur les détecteurs CCD fait du laboratoire un pôle central pour la caractérisation et l'instrumentation de ces capteurs pour les caméras des télescopes au sol.

LSST

Le projet LSST comprendra un télescope au sol de 8.4 mètres de diamètre, implanté au Chili. Il sera équipé d'une caméra de 3.2 milliards de pixels de $10\mu\text{m}$ de côté à lecture rapide (2s). Le LPNHE a pris des responsabilités dans plusieurs sous-systèmes de cette caméra dans le cadre des deux contributions principales de l'IN2P3 à savoir le plan focal (électronique et CCD, charge coupled device) et le système de changement de filtre. Au laboratoire, les efforts se concentrent d'une part sur les CCD et l'électronique associée et d'autre part sur la mécanique liée aux filtres.

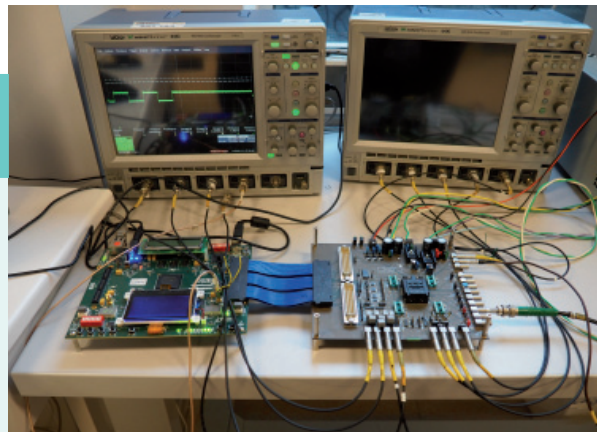
1. Electronique et CCD :

Il s'agit pour l'équipe du LPNHE de procéder à l'évaluation des CCD prototypes et à la réception des CCD de production, de développer l'électronique de lecture et de contrôle des CCD, de concevoir le microcode de contrôle et de configuration de l'électronique du plan focal.

a-CCD :

Les CCD de LSST incluent des caractéristiques jamais assemblées dans un même capteur à ce jour :

- 16 sorties par CCD de $4\text{k}\times 4\text{k}$ pixels pour une lecture à 550 kHz avec un bruit total pour la chaîne de lecture de 7 électrons



Banc de test modulaire (ici, pour le circuit CABAC1).

- Une épaisseur de $100\mu\text{m}$ et un traitement de surface optimisé pour une efficacité quantique élevée sur tout le spectre entre 320 nm et 1070 nm.

En 2013-2014, l'activité sur le banc de test CCD a porté, au sein des deux salles blanches, sur le développement d'un banc optique associé à un ensemble de deux cryostats sur une installation permettant un chargement des CCD avec un minimum de manutention.

b-Electronique de lecture et de contrôle des CCD :

Le nombre de CCD (201) et de canaux de lecture (3216) impliquent une électronique compacte pour le plan focal de LSST. Le LPNHE, en collaboration avec une équipe du LAL, a la charge de la conception, du test, de la qualification et de la production des deux ASICs du plan focal, soit :

- L'ASIC ASPIC (Analog Signal Processing

Integrated Circuit) pour le traitement analogique du signal directement à la sortie du CCD: depuis 2007, quatre générations d'ASPIC ont été conçues et trois ont été testées. La version actuellement disponible, ASPIC III, remplit l'ensemble des besoins de LSST avec en particulier un bruit maximum de $13,2\mu\text{V rms}$ à 550 Kpixels/s (2.3 e) un cross-talk de 0.02% et une dissipation de puissance inférieure à 30mW par canal. La version finale, soumise à l'automne 2014, sera qualifiée début 2015.

- L'ASIC CABAC (Clock And Bias Asic for CCD) pour le contrôle des CCD. La première version, CABAC0, produite et testée en 2011-2013 a permis de valider la technologie utilisée (AMS-CMOS $35\mu\text{m}$ – haute tension) et le design utilisé. En 2013, suite aux tests du CABAC0, du comportement des CCD prototypes e2v et des horloges



bipolaires nécessaires aux CCD ITL, le design de CABAC a été entièrement revu pour aboutir au CABAC1, un chip bipolaire avec des systèmes de sécurité et de monitoring renforcés. Le CABAC est capable de piloter 4 horloges avec un courant de 400 mA et 4 horloges avec un courant de 60 mA. Les tensions de vidage de CCD (biais) sont réglées avec une précision de 40 mV sur une tension maximale de 40 V.

La qualification des circuits a nécessité de concevoir et de fabriquer des bancs de test spécifiques pour chaque chip. Les bancs ont été conçus de façon modulaire comprenant une carte FPGA pour le contrôle du banc, une carte Back End pour la mesure des paramètres de l'ASIC et une carte Front End qui héberge l'ASIC à tester (voir figure page précédente). Le test est géré grâce à un logiciel écrit en LabView.

La qualification de ces ASICs, y compris avec un CCD, est un travail fondamental sur lequel un effort important a été consenti avec succès au LPNHE. Au-delà de l'expertise sur les CCD, leur électronique et les capacités de diagnostic des ASICs, une nouvelle responsabilité incombe au LPNHE depuis fin 2012 : le développement du microcode des FPGA contrôlant l'électronique du plan focal.

2. La mécanique associée aux filtres :

Le LPNHE participe à la construction du robot en charge du changement des filtres de la caméra de LSST (voir figure ci-contre)

en collaboration avec le CPPM, le LPSC, le LPC et l'APC.

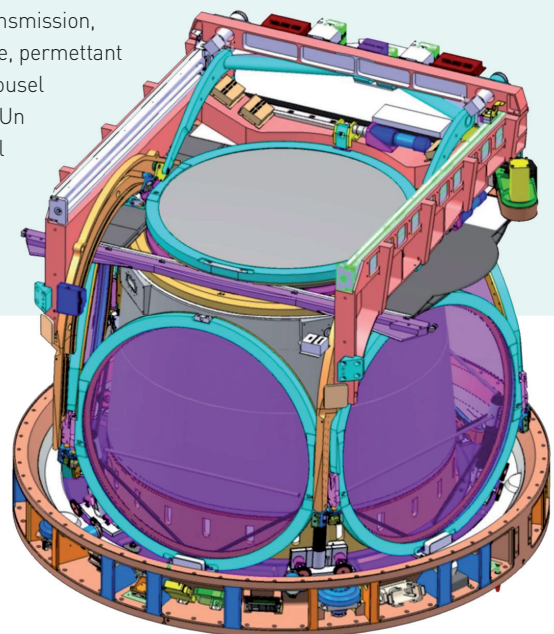
En 2013-2014 le design a été finalisé avec pour objectif de présenter la « final design review » du système au printemps 2015 et de commencer dès 2014 la réalisation du démonstrateur dit « démonstrateur de construction ». Ce démonstrateur à l'échelle 1, aussi proche que possible du système complet de changement de filtre sera opérationnel d'ici fin 2015. Un tel démonstrateur est nécessaire pour réduire les risques fonctionnels associés à ce robot manipulant 5 filtres de 40 kg et 70 cm de diamètre pièce. Il permettra de valider la fonctionnalité du système, de tester sa résistance à l'usure (40 000 changements de filtre prévus en 10 ans) et sa fiabilité. Dans ce robot le LPNHE a la responsabilité du carrousel qui maintient les filtres hors faisceau. En 2014, l'effort s'est porté sur le calcul de ce sous-système, en essayant de résoudre les problèmes d'interface avec la caméra liés aux différentiels de dilatation entre un support en aluminium et un système de transmission en acier. A ce jour une étude complète du carrousel a été réalisée et le cœur du système de transmission (rail THK, couronne de transmission, motorisation) a été commandée, permettant de débiter le montage du carrousel du démonstrateur début 2015. Un autre élément clef du carrousel réalisé au LPNHE est la paire de verrouillages qui maintient le filtre sur le carrousel et

le relâche quand il est pris en charge par l'auto-changeur pour se placer dans le faisceau du télescope. Ce système très compact, résistant (capable de résister à une traction de 250 kg, correspondant à des chocs sismiques éventuels), instrumenté, a été qualifié à l'automne 2013, et s'est terminé par un test grandeur nature d'un changement de filtre sur un banc test dédié en collaboration avec le CPPM et l'APC.

Equipe : *Electronique :* P.Bailly, M.Dhellot, C.Juramy-Gilles, S.Karkar, H.Lebbollo, D.Martin, S. Russo

Mécanique : G. Daubard, F.De Matos, C.Evrard, D.Laporte, Y.Orain, P.Repain, D.Vincent

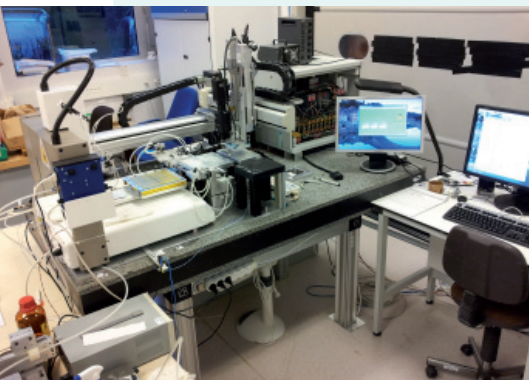
Informatique : O.Dadoun, E.Sepulveda, D.Terront



Le robot en charge du changement des filtres dans LSST. Le carrousel développé au LPNHE correspond à la partie basse de l'image. Il permet de maintenir les filtres (70 cm de diamètre et jusqu'à 40 kg) hors du faisceau du télescope et de présenter le filtre sélectionné pour sa mise en place dans le faisceau du télescope par l'auto-changeur (partie haute de l'image) développé au CPPM.

ILD-CALICE

La collaboration CALICE s'est constituée pour notamment mettre au point un prototype de calorimètre électromagnétique silicium-tungstène pour le futur accélérateur linéaire ILC (International Linear Collider). Dans ce cadre le laboratoire s'est engagé en 2012 dans l'assemblage automatisé de capteurs silicium sur les circuits imprimés assurant la lecture et le traitement des signaux. Ces détecteurs, pour la plupart fabriqués par Hamamatsu, possèdent les caractéristiques suivantes :



Robot de positionnement et de collage de capteurs silicium sur des cartes électroniques.

Dimensions : 90 x 90 mm²
Épaisseur : 300 µm
Résistivité : 5000 ohm.cm
Segmentation : 16x16 pixels sur une face.
Les cartes électroniques ont été développées par le LLR et les ASICs (du type SKIROC) par OMEGA.
L'équipe du LPNHE s'est attachée à mettre en œuvre les robots permettant d'automatiser le dépôt de colle, de positionner et manipuler des détecteurs silicium mais aussi de mettre au point tous les protocoles mis en jeu.

Dans un premier temps un robot a été optimisé afin d'automatiser le dépôt des 1024 points de colle de façon uniforme sur les circuits imprimés. Après collage, la conductivité et les caractéristiques mécaniques de la colle ont été testées. Un premier test en faisceau en 2013 (DESY Allemagne) a permis de valider un prototype comprenant un seul capteur silicium par carte comprenant 4 ASICs.

Depuis fin 2013 l'équipe du LPNHE se consacre au développement d'un banc automatisé permettant de manipuler, positionner et coller côte à côte 4 capteurs sur une carte électronique comprenant 16 ASICs, en conservant les tolérances méca-

niques à moins de 20 microns. Ce banc de test intègre le robot de dépôt de colle et un robot de manutention qui est en cours de développement. L'électronique de contrôle et de commande a été conçue pour piloter ce robot cartésien 3 axes, ses moteurs, les électrovannes et les pompes à dépression pour la préhension des capteurs. Des pièces mécaniques de déplacement avec les plus faibles tolérances possibles ont été fabriquées au LPNHE et intégrées au robot afin de préserver la précision demandée. Un programme spécifique, basé sur Lab-view, permet de piloter les deux robots. L'environnement dimensionnel contraint imposé par la géométrie des cartes et des capteurs nécessite d'effectuer une métrologie rigoureuse des éléments avant assemblage. Dans le cadre d'une démarche qualité, les procédures de mise en œuvre et les fiches de mesures et de collage ont été rédigées pour assurer la traçabilité des cartes assemblées.

.....
Equipe : *Electronique et instrumentation :* J.David, L. Lavergne, J.M. Parraud
Mécanique : P. Ghislain, D. Vincent
Informatique : J.F. Huppert
.....

SS3H

Fort de son investissement dans le développement de caméras pour les télescopes d'astronomie gamma au sol, l'équipe du LPNHE a pris en charge, après les 4 caméras de la phase I opérationnelles depuis 2003, la réalisation de la caméra du cinquième télescope (CT5) de l'expérience H.E.S.S., installée en Namibie. Cette dernière se distingue par sa plus grande taille (2048 pixels ou photomultiplicateurs au lieu de 960), sa plus fine granularité (même taille de pixel pour une focale plus de 2 fois plus grande) et son temps de traitement considérablement réduit (10 µs par événement comparé à 400 µs précédemment). Ceci répond aux nouveaux objectifs de l'expérience, à savoir, la réduction du seuil en énergie et une meilleure résolution.

Le laboratoire a assuré la coordination du consortium en charge de la construction de la caméra, constitué de l'INSU (LUTH), l'IRFU (SEDI, SPP, SAP), l'IN2P3 (LAPP, LLR, LPNHE, LUPM) et le MPIK (Heidelberg, Allema-

gne). Le LPNHE avait, de plus, la charge de la réalisation du système de déclenchement et de l'électronique de traitement des 2048 voies, depuis le photo-détecteur jusqu'au transfert des données. Le laboratoire a assuré l'intégration et le test complet de la caméra dans ses locaux entre 2009 et 2011. Le cœur de l'électronique repose sur l'utilisation de mémoires analogiques de dernière génération (développées à l'IRFU/SEDI) permettant l'échantillonnage du signal à 1 GHz et son stockage pendant l'élaboration d'un déclenchement temporel rapide (100 ns) de haute résolution (2ns).

La caméra du cinquième télescope de HESS, sur site, en Namibie.





5 caméras sur site. Elle prépare aussi les mises à jour nécessaires pour maintenir et optimiser le niveau de performances du système.

En 2015 l'équipe de DESY-Zeuthen (Allemagne) prévoit de remplacer les caméras de la

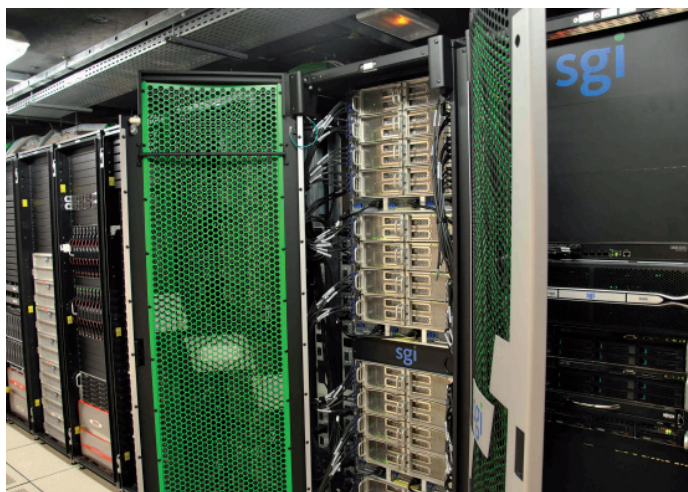
phase 1 qui s'achèvera en 2016. Le LPNHE se consacrera alors exclusivement au suivi et à la maintenance de la caméra de CT5 et à son implication dans le développement de la prochaine génération de caméras au sein du projet CTA-NectarCAM.

.....
Equipe : P. Corona, J.F. Huppert, P. Nayman, J.M. Parraud, F. Toussanel
.....

Plateforme Calcul : le calcul haute performance

Le calcul haute performance (HPC), ou intensif, et son écosystème (moyens de calcul, de communication et de stockage, traitement et exploitation de données ...) sont au cœur de la plupart des projets du LPNHE. Maîtriser tous les aspects du calcul intensif requiert un travail par essence interdisciplinaire, reposant sur la connaissance d'un domaine applicatif et d'un savoir-faire en modélisation, simulation numérique et exploitation de l'outil informatique dans lequel le LPNHE est impliqué.

Le laboratoire est en relation depuis de nombreuses années avec de grands acteurs tels que le CC-IN2P3 ou l'Institut des Grilles et du Cloud pour les moyens de calcul et de stockage de ses projets. Il est en particulier impliqué dans le développement du site GRIF de la grille de calcul. Le LPNHE est aussi en relation étroite avec l'UPMC pour l'évolution des besoins de calcul au sein de l'université. GRIF fait ainsi partie des plateformes de l'UPMC. Par ailleurs, un nouvel institut a été créé en 2012 à l'UPMC, l'Institut du Calcul et de la Simulation (ICS). En 2013, l'ICS a mis en service son nouveau calculateur HPC, une machine SGI UV 2000, comprenant plus de 1000 cœurs de calcul et une mémoire partagée de 16 To. Elle vient compléter l'offre de clusters pour le calcul parallèle déjà gérés par la Direction des Systèmes d'Information (DSI). Le LPNHE héberge ce calculateur qui occupe deux baies dans ses salles informatiques du sous-sol. Le laboratoire héberge également les serveurs de l'UFR de Physique, ceux du Laboratoire de Physique théorique (LPTHE) et bientôt une partie de ceux de l'Institut des Systèmes Complexes (ISC), faisant du laboratoire un partenaire clé des moyens de calcul à l'UPMC.



Baie de calculateurs HPC de l'ICS hébergés au LPNHE.

GRIF

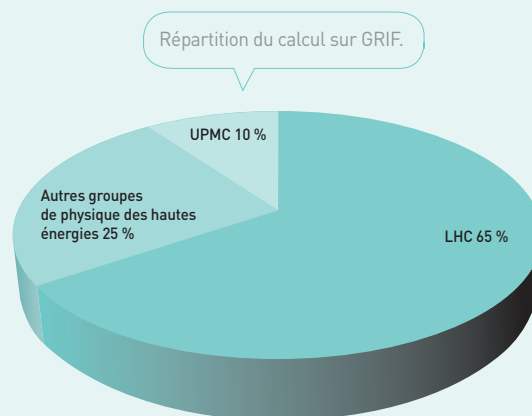
La « Grille de Calcul Régionale en Ile de France » (GRIF) est un effort des 6 laboratoires de physique des hautes énergies d'Ile de France pour mettre en place une ressource unique de calcul et de stockage, appelée mésocentre, basée sur la technologie des grilles de calcul. GRIF est un centre de calcul majeur (Tier 2 et Tier 3) pour le LHC dans le cadre de la collaboration « World LHC Computing Grid » (WLCG) et répond aux besoins d'autres expériences dans le cadre de la grille « European Grid Initiative » (EGI). Il est physiquement réparti sur plusieurs sites de la région parisienne et géré par une équipe d'une quinzaine de personnes appartenant aux différents laboratoires participants (APC, IPNO, LAL, LLR, LPNHE, et CEA-IRFU).

La capacité du site GRIF est assurée par 126 nœuds de calcul permettant de traiter 1500 tâches simultanément. L'espace de stockage (SAN et DAS) est de 1 Pétaoctet utile sur des disques accessibles à travers un système basé sur DPM (Disk Pool Manager). Le réseau se fait avec des liens à 10 Gbit/s entre les membres de GRIF, vers le CCIN2P3 et les autres centres, à travers RENATER.

Deux ingénieurs ont assuré l'administration et l'exploitation du site en 2012-2013. Depuis, une seule personne en est responsable. Cette équipe a contribué au déploiement de l'intergiciel, au développement de l'outil Quattor dans GRIF qui permet de définir et maintenir une configuration générique des services de la grille et au développement d'outils de monitoring. L'opération des ressources des sites français de la Grille est gérée par la direction de France-Grilles.

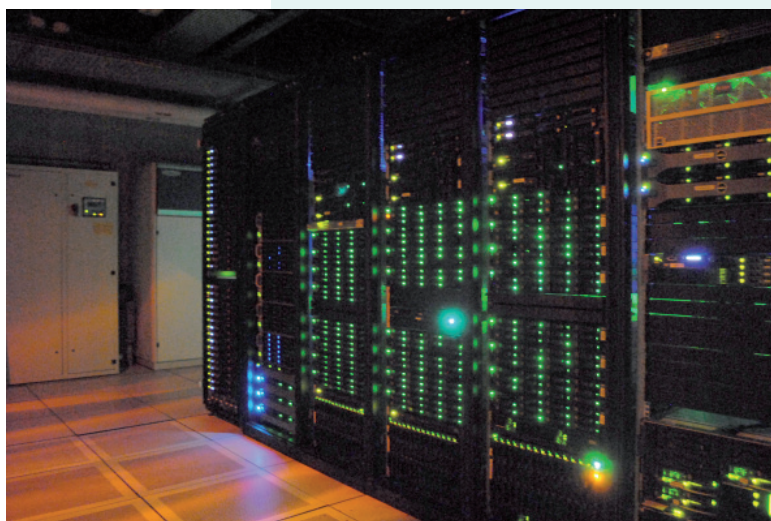
Le groupe du LPNHE a participé jusqu'à début 2014 aux activités du Workpackage de production (SA1). Dans le cadre du projet LCG France, des réunions entre les différents sites ont lieu deux fois par an et des réunions de coordination des Tier 2 et des Tier 3 ont lieu par vidéo-conférence toutes les deux semaines.

GRIF au LPNHE est un Tier 2 pour les expériences ATLAS et LHCb. Sur la période 2012-2014 les ressources de calcul sont utilisées par les expériences auprès du LHC, par les autres groupes de physique des hautes énergies et par des collaborations d'autres disciplines provenant de l'UPMC.



Les ressources de stockage sont à 90 % dédiées au LPNHE pour les expériences auprès du LHC (ATLAS, LHCb). Les ressources sont accessibles depuis un serveur configuré comme point d'accès utilisateur de la grille. Les laboratoires de l'UPMC peuvent utiliser une organisation virtuelle locale pour envoyer des tâches sur la grille. Le site du LPNHE a été largement soutenu par l'IN2P3 et l'UPMC. Son budget d'investissement pour le matériel, intégré depuis 2005, a dépassé le million d'euros. Le projet continuera en particulier sa politique d'ouverture vers d'autres disciplines au sein de l'UPMC.

.....
Equipe : Informatique : L.Martin, V.Mendoza, P.Warin-Charpentier
.....



Les baies de GRIF.



Salles blanches
du LPNHE
vues de la coursive.

Plateaux techniques : les salles propres

Les salles propres du LPNHE sont en fonctionnement depuis 2010. Elles comportent 2 salles dédiées aux détecteurs silicium des projets de R&D ATLAS et ILD et 2 salles dédiées aux détecteurs CCD pour le projet LSST. Les classes de propreté vont de l'ISO8 à l'ISO6. Elles occupent une surface totale de 95 m² et la centrale de traitement d'air (CTA) est située dans un local attenant. Une opération financière d'importance menée conjointement avec l'UPMC a permis d'installer en 2014 un dispositif de déshydratation de l'air qui permet de maintenir un niveau d'humidité relative autour de 50% quelles que soient les conditions climatiques extérieures. Une surveillance automatisée de la température et de l'hygrométrie de chaque salle a été mise en place la même année. Les salles bénéficient depuis le local technique d'un approvisionnement centralisé en air comprimé filtré, en azote gazeux et, quand cela s'avère nécessaire, d'azote liquide. Par ailleurs une pompe à vide commandée de l'intérieur des salles est située dans la coursive pour alimenter tous les dispositifs nécessitant un vide primaire.

L'évolution des projets a amené le laboratoire à procéder à des modifications sur l'infrastructure des salles : des traversées étanches ont été installées pour déporter du matériel contaminant, bruyant et volumineux hors des salles, une ouverture à guillotine a été percée entre deux salles ISO6 et ISO7.

L'organisation des salles propres s'appuie sur la direction technique du laboratoire et sur le support quotidien d'un technicien des services généraux. Tout nouvel utilisateur des salles doit obtenir l'autorisation du responsable et suivre une initiation aux précautions d'usage et de sécurité. Cela permet de garantir la qualité des salles pour les activités qui y sont effectuées.

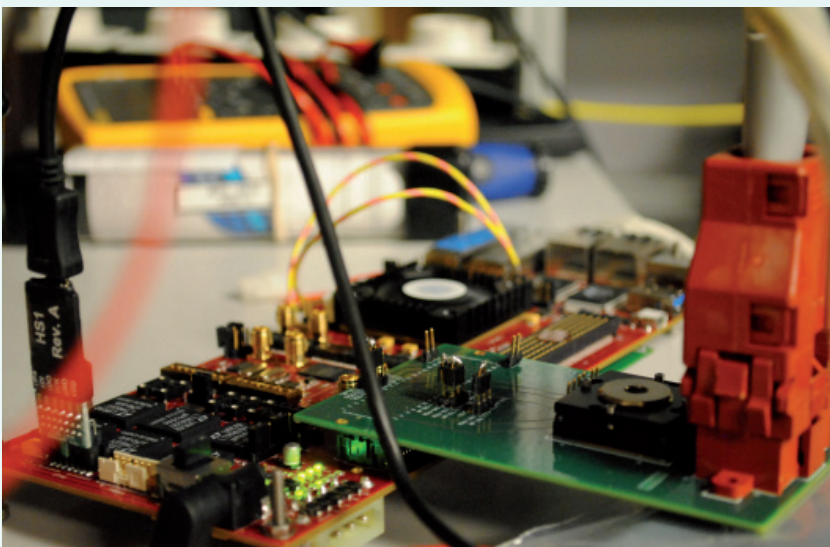
Les salles propres sont également sous contrat de maintenance et de nettoyage.

La sécurité des personnels est aussi au cœur des préoccupations du laboratoire. Plusieurs dispositifs sont présents dans les salles :

- une centrale de détection du taux d'oxygène gérant 5 sondes, une dans chaque salle et dans le local technique comportant les bouteilles d'azote.
- Un dispositif de secours en cas de déclenchement de l'alarme oxygène.
- Un dispositif d'alarme pour travailleur isolé (DATI) présent dans chaque sas.

Ces salles propres, leur fonctionnement contrôlé et les activités qui y sont menées en font un plateau technique de plus en plus spécialisé qui permet d'augmenter l'expertise des équipes en moyens de caractérisation et de manipulation des capteurs silicium et CCD.

ATLAS UPGRADE



Banc de test de la puce AMChip05 pour le projet FTK.

L'équipe technique engagée sur l'Upgrade d'ATLAS travaille sur 4 activités de R&D :

- Le laboratoire participe, en collaboration avec l'INFN de Milan, au développement d'un circuit de mémoire associative nommé AMChip, pour le projet FTK d'ATLAS, qui jouera un rôle prépondérant dans le système de déclenchement de l'upgrade d'ATLAS. En 2012, le firmware FPGA du banc de test du prototype AMchip04, puce

en technologie TSMC 65 nm, a été développé. Les études réalisées cette même année ont débouché sur la production et le test, en 2013, du prototype AMchip MiniAsic, qui intégrait des connexions séries à haute vitesse. En 2014, le prototype AMchip05 a été produit, il est maintenant en cours de test pour valider son fonctionnement et mesurer sa consommation. Enfin, le dessin de la puce finale, AMchip06,

qui sera utilisée par le projet FTK, est en cours, et sa production est prévue début 2015.

- En collaboration avec le LAL et OMEGA, le LPNHE développe également une électronique intégrée destinée à lire les futurs détecteurs à pixels de haute granularité envisagés pour l'expérience ATLAS. Les options 2D et 3D sont à l'étude. Pour l'option 3D, deux circuits intégrés, l'un analogique et l'autre numérique, ont été réalisés en technologie CMOS 130 nm puis interconnectés avec des traversées conductrices (Through Silicon Vias, TSV). La face analogique de cet assemblage doit ensuite être interconnectée à un détecteur à pixels. Le LPNHE a apporté une contribution importante aux tests du circuit Omegapix2 développé par le LAL et OMEGA. Ce circuit, qui intègre une matrice de 92x24 cellules de lecture de détecteur à pixels de 35 par 200 μm chacune, est constitué d'un empilement d'une puce analogique (un préamplificateur bas bruit et basse consommation, un circuit de mise en forme et un discriminateur) et d'une puce numérique (une mémoire circulaire et une logique de relecture). Les puces numériques ainsi que l'assemblage 3D ont été réceptionnées et testées avec succès en 2013 et 2014. Le LPNHE prépare actuellement une session d'irradiation



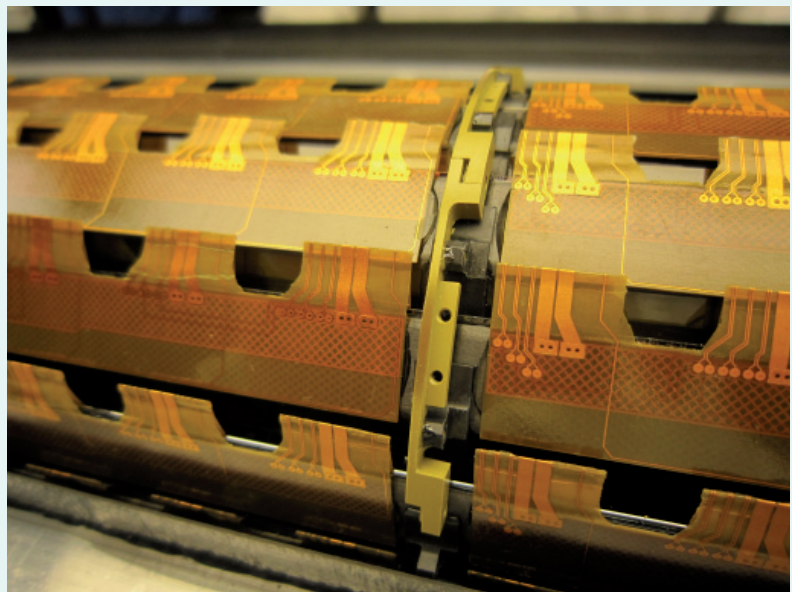


de ces puces, afin de déboucher sur une caractérisation détaillée du circuit avant et après irradiation. A surface de silicium égale, une électronique 2D, similaire au circuit 3D, est réalisable avec un circuit unique de technologie plus fine. Dans ce contexte, le LPNHE explore différentes architectures de lecture numérique en technologie 65 nm.

- Le LPNHE participe à la R&D sur le détecteur central à pixels de l'expérience ATLAS du LHC. Les capteurs en silicium le constituant devront travailler à basse température. Pour en valider les prototypes, des essais en laboratoire seront effectués à 0°C et à -20°C. Pour mesurer leurs caractéristiques électriques, les prototypes sont disposés dans une machine à pointes équipée d'une platine doublement réfrigérée, par effet Peltier et par la circulation d'un liquide frigorigène. Un système de ventilation a été conçu et réalisé pour éviter la formation de condensation. Le dispositif fonctionne correctement à 0°C, et un anneau de soufflage est en cours de développement pour que le système fonctionne à -20°C.
- Pour l'IBL (Inserted B-Layer), le laboratoire a conçu et produit l'anneau central en PEEK, qui relie les 14 échelles de détecteurs nouvellement installées.

Cet anneau, composé de 7 maillons, assure la rigidité de l'ensemble et ne pèse que 14 grammes. Le laboratoire a aussi étudié les outillages permettant de connecter les lignes cryogéniques de l'IBL à PP1. Ces outillages ont permis de maintenir les tubes de 3 mm de diamètre, lors du transfert des lignes de la surface dans le puits, et ensuite lors de la connexion finale sur les échelles. L'ensemble fonctionne actuellement et les échelles sont prêtes à détecter les particules.

.....
Equipe : *Electronique* : F. Crescioli, J.F. Genat, O. Le Dortz
Mécanique : F. De Matos, D. Laporte
.....



Anneau de centrage de l'IBL (7 maillons en PEEK de 1,2 grammes chacun).

COMMUNICATIONS TECHNIQUES

Publications

Francesco Crescioli

doi: 10.1109/12MTC.2014.6860993

Claire Juramy et al.

doi:10.1117/12.2055175

Communications à des conférences scientifiques, écoles ou enseignement

Francesco Crescioli

- "Associative Memories for Hadron Collider experiments: the FTK AMchip experience" MOCAS Workshop, Thessaloniki, Grèce - 14/03/2014
- « The Associative Memory ASIC for Data Mining with Pattern Matching », HiPEAC Computing Systems Week, Athènes, Grèce - 9/10/2014

Claire Juramy

- « Driving a CCD with two ASICs: CABAC and ASPIC », poster, SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2014, Montréal, Canada, 22-27/06/2014
- « Introduction aux détecteurs CCD », École SIM-détecteurs 2014, LPNHE, Paris, 15/09/2014

Didier Laporte

- « Material Evaluation », Forum on tracking detector mechanics, Oxford, Royaume-Uni, 19-21/06/2013

Hervé Lebbolo

- « CABAC : Clocks And Biases Asic for CCD », poster, IEEE NSS 2013, Séoul, Corée, 27/10/2014-02/11/2014
- « LSST ASICS for CCD Control and Readout », Scientific Detector Workshop, Florence, Italie, 7-11/10/2013

- « Electronique associée aux détecteurs », école IN2P3 « Du détecteur à la mesure », Fréjus, 12-18/05/2014

Patrick Nayman

- « Méthodes de mesure/traitement du signal », école IN2P3 « électronique analogique », Fréjus, 15-20/06/2014
- « Traitement du signal avancé », cours, master 2 CIMES, UPMC/ ESPCI, Paris, 2013 et 2014

Diego Terront

- « Systèmes Embarqués », Conférence Colombia 3.0, Bogota, Colombie, 28/07/2014-01/08/2014

Séminaires et présentations diverses

Thomas Audo

- « Du portail captif au NAC », 9^{es} Journées informatiques IN2P3-IRFU, Le Grau du Roi, 13-16/10/2014

Bernard Canton

- « Espaces collaboratifs à la MRCT: Un point illustratif », Journées inter-réseaux de la MRCT, 26/03/2013

Filipe de Matos

- Speed dating métier - « sciences au carré » et rectorat de Paris, 2014

Didier Laporte

- « La mécanique : entre l'électronique et la physique », 1^{res} rencontres inter-réseaux Electronique/Mécanique, Montaigut-sur-Save, 25-27/06/2013

Hervé Lebbolo

- « Electronique et cryostat pour CCD », 1^{res} rencontres inter-réseaux Electronique/Mécanique, Montaigut-sur-Save, 25-27/06/2013

François Legrand

- « Mise en place d'un proxy ssh et présentation d'Ansible », 9^{es} Journées informatiques IN2P3-IRFU, Le Grau du Roi, 13-16/10/2014

Eduardo Sepulveda et Diego Terront

- « Contribution du LPNHE à la R&D de la camera de LSST », 9^{es} Journées informatiques IN2P3-IRFU, Le Grau du Roi, 13-16/10/2014

Organisation de Conférences scientifiques et écoles thématiques

Bernard Canton

- Membre du comité d'organisation de la formation nationale du Réseau des Mécaniciens « Mutualiser les ressources humaines et matérielles en mécanique », Palaiseau, 18-19/06/2012
- Membre du comité d'organisation de la Rencontre nationale du Réseau des Mécaniciens 2013, Cabourg, 14-17/10/2013

Laurence Lavergne

- Co-responsable de l'école thématique CNRS, SIM-Détecteurs 2014, Paris, 14-17/09/2014

Olivier Le Dortz

- Membre du comité de pilotage de l'école IN2P3 « Systèmes Electroniques », Fréjus, 26-30/11/2012

Patrick Nayman

- Responsable de l'école IN2P3 « Technique de base des détecteurs », Cargèse, 7-13/04/2013

Responsabilités dans les comités d'évaluation et instances techniques

Bernard Canton

- Membre de jury pour la Sélection Professionnelle (TCS et TCE, BAP G), 2013

- Membre du groupe national d'expertise pour les avancements (AI, BAP G), 2013
- Membre des correspondants techniques du bâtiment du CNRS
- Membre du comité de pilotage national du Réseau des Mécaniciens du CNRS

Isabelle Cossin

- Responsable de l'animation du réseau des communicants de l'IN2P3 qui coordonne les actions de communication nationales.
- Membre du comité de pilotage pour la mise en place du réseau Com'on ! des chargés de communication de l'IN2P3
- Responsable du chantier FORMATION du réseau Com'on !
- Expert auprès de l'observatoire des métiers pour l'analyse des profils de poste NOEMI BAP F

Guillaume Daubard :

- Membre du réseau Qualité de l'IN2P3
- Correspondant LPNHE pour le réseau R&D instrumentation IN2P3 « Contrôle-Commande »

Patrick Ghislain

- Membre du comité de pilotage du réseau des mécaniciens CNRS d'Ile de France

Véronique Joisin

- Formatrice dans le cadre du dispositif du traitement dématérialisé des factures

Didier Laporte

- Membre du comité de pilotage d'Atrium de l'IN2P3

Laurence Lavergne

- Membre de jury de concours externe CNRS
- Membre du groupe national d'expertise pour les avancements (IE, BAP C), 2012
- Correspondant LPNHE pour le réseau R&D instrumentation IN2P3 « Semi-conducteurs »
- Membre du réseau Qualité de l'IN2P3

François Legrand

- Membre de jury de concours externe CNRS
- Membre du comité d'évaluation pour les avancements (BAP E)-DR02, 2014

Evelyne Méphane :

- Présidente du Comité de Pilotage du réseau des Administrateurs de la DR2
- Expert auprès de l'Observatoire des Métiers pour la relecture des profils de concours BAP J
- Membre de jury de concours externes CNRS et MENSUR

Daniel Vincent

- Membre de jury de concours externes CNRS
- Responsable des prospectives sur les services mécaniques de l'IN2P3 – 2013
- Coordinateur du réseau R&D instrumentation IN2P3 « Mécanique »

Patricia Warin

- Correspondante Sécurité des Systèmes Informatiques (CSSI)
- Autorité d'enregistrement (certificats CNRS)
- Membre de jury de concours externe INRA
- Membre de la commission d'évaluation des ingénieurs de l'INRA

Distinction

Patrick Nayman

- Cristal du CNRS 2014



FONCTIONNEMENT
DU LABORATOIRE

Organisation

Partenariats scientifiques

Ressources financières

Ressources humaines

**La formation permanente
au LPNHE**

**Communication et
documentation**

Nouveaux locaux

**Hygiène et sécurité -
Radioprotection**

Services généraux

**Personnel du laboratoire
au 31/12/2014**

FONCTIONNEMENT DU LABORATOIRE



Organisation

Les activités de recherche du LPNHE sont centrées sur des projets scientifiques principalement expérimentaux. Les personnels sont répartis entre groupes de recherche et services techniques et administratifs. Les groupes de recherche comptent des chercheurs, enseignants-chercheurs permanents et non permanents ainsi que des étudiants en thèse ou en stage. Essentiels au fonctionnement du laboratoire, les services de l'administration comprennent une dizaine de personnes, réparties en trois pôles : ressources humaines, gestion financière et communication. Les services techniques - mécanique, électronique, informatique et services généraux - sont assurés par une quarantaine d'ingénieurs et de techniciens. La vaste majorité des personnels administratifs et techniques sont des personnels CNRS.

PARTENARIATS SCIENTIFIQUES

Les équipes de recherche du laboratoire entretiennent de nombreuses collaborations scientifiques avec des équipes de recherche en France et à l'étranger. Le laboratoire est, par ailleurs, formellement partenaire de plusieurs accords de collaboration nationaux et internationaux.

Au niveau du campus Jussieu, le laboratoire est membre de la Fédération de Recherche des Interactions Fondamentales (FRIF), qui regroupe, sous la houlette de l'UPMC, les chercheurs du LPNHE avec ceux principalement théoriciens du LPTHE, du LPTENS et à laquelle est associé le Collège de France via la Chaire de Gabriele Veneziano. L'affiliation à la FRIF a permis de développer les interactions avec les théoriciens et les phénoménologues sur des thèmes, prioritaires au laboratoire, principalement liés à la physique au LHC et à l'étude de la matière et de l'énergie noires.

Sur la place parisienne, le laboratoire est partenaire du Paris Center for Cosmological Physics (PCCP) dirigé par G. Smoot et membre du « Laboratoire d'excellence » (Labex) Institut Lagrange de Paris (ILP). Il comprend, outre le LPNHE, l'IAP, le LPTHE, la FRIF, l'IHP ainsi que les équipes de recherche de Françoise Combes du LERMA et de Gabriele Veneziano (Chaire de Particules Élémentaires, Gravitation et Cosmologie) du Collège de France. L'ILP s'inscrit à l'interface entre la physique théorique, la physique des particules, l'astrophysique et

la cosmologie. Le soutien de l'ILP permet de financer chaque année des contrats doctoraux et post-doctoraux, de soutenir des programmes de visiteurs et plusieurs actions importantes de communication scientifique.

Au niveau de l'Ile-de-France, le laboratoire est partenaire du groupement de recherche GRIF, « Grille au service de la Recherche en Ile de France ». Ce groupement vise à doter les laboratoires d'Ile-de-France impliqués dans le LHC (IRFU, LAL, IPN, LLR) de moyens de calculs et de stockage de type « grille de calcul ». L'UPMC participant fortement au financement de l'infrastructure locale de GRIF, un accès à ces ressources a été ouvert à des équipes du campus Jussieu intéressées par ce type de calcul.

Le laboratoire est également partenaire du groupe de recherche ACAV « Astrophysique et Condition d'Apparition de la Vie », labellisé « domaine d'intérêt majeur » par le conseil régional d'Ile-de-France (DIM). Il regroupe les équipes de recherche et laboratoires franciliens internationalement reconnus dans ces domaines. Durant la période 2012-2014, le laboratoire a reçu de ce groupement un soutien pour l'achat de matériel d'instrumentation, des crédits d'animation scientifique et le financement de contrats doctoraux.

Le laboratoire est membre de plusieurs « Laboratoires Internationaux Associés » (LIA) comme le Laboratoire Européen pour

l'astronomie gamma (ELGA), le Laboratoire Franco-chinois de physique des particules (FCPPL) et son équivalent Japonais (FJPPL), et le Laboratoire International pour la Physique des Particules et la Cosmologie (ILPPC), une collaboration entre le LPNHE et le département de Physique du Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) aux Etats-Unis. Ces accords de collaboration permettent de financer principalement les séjours de scientifiques étrangers au laboratoire et réciproquement de chercheurs du LPNHE dans les laboratoires partenaires. De nombreuses collaborations existent également par le biais d'accords de coopération spécifiques passés par l'IN2P3 ou le CNRS avec les pays concernés (Espagne, Pologne, Russie, ..). Plusieurs équipes ont été lauréates d'appels à projet entre 2012 et 2014. Ils sont financés par l'ANR (GIGAS, FastTrack), par la communauté européenne (AIDA, INSPIRE et FTK), par le programme Hubert Curien (TREND) ou par la mission pour l'interdisciplinarité du CNRS (RE-FLECS). Une équipe du laboratoire est membre du réseau d'excellence australien Center of Excellence for All-sky Astrophysics, CAASTRO.

Enfin, le laboratoire est impliqué dans le programme EPLANET d'échanges scientifiques avec l'Amérique latine qui vise à favoriser les échanges entre le CERN, les pays d'Amérique latine et les pays dits « latino-européens » sur une thématique scientifique, principalement LHC.

RESSOURCES FINANCIÈRES



Le LPNHE dispose de ressources financières apportées par ses tutelles, CNRS et Universités, et de ressources propres représentant un budget global hors salaires d'environ 2 millions d'euros par an. Ces ressources sont gérées par le pôle de gestion financière, composé de 4 gestionnaires. Le pôle gère l'ensemble des achats de l'unité pour les groupes et les services du laboratoire en conformité avec les règles de la comptabilité publique.

A titre d'exemple, la répartition de ces ressources est représentée sur la figure ci-dessous pour l'année 2014.

En 2014, la dotation annuelle (soutien de base non affecté, SBNA) CNRS a représenté 27% du budget et celle de ses tutelles universitaires (UPMC et Université Paris-Diderot) 6%. Ces budgets sont alloués au fonctionnement du laboratoire pour les dépenses d'infrastructure, de vacations et pour financer colloques, écoles et conférences.

Le reste du budget, destiné aux projets du laboratoire, provenait, en 2014, essentiellement du CNRS/IN2P3 (36%), de contrats ANR, Européens, Région et LABEX (31%).

Affectations des ressources dans les projets

Thématiquement, le budget « Projets » s'est réparti en 2014 selon :

- Masses et interactions fondamentales (33%)
- Asymétrie Matière et antimatière (15%)
- Rayonnement cosmique de haute énergie (25%)
- Matière noire et énergie noire (27%)

Gestion des ressources financières

La gestion financière du LPNHE est assurée avec l'aide de deux applications dont une relativement récente :

- GESLAB : la base gestion des unités de recherche du CNRS
- SIFAC : le Système d'Information, Financier Analytique et Comptable des 2 universités, moins utilisé depuis la mise en place, en 2010, de la Délégation Globale de Gestion financière par le CNRS.

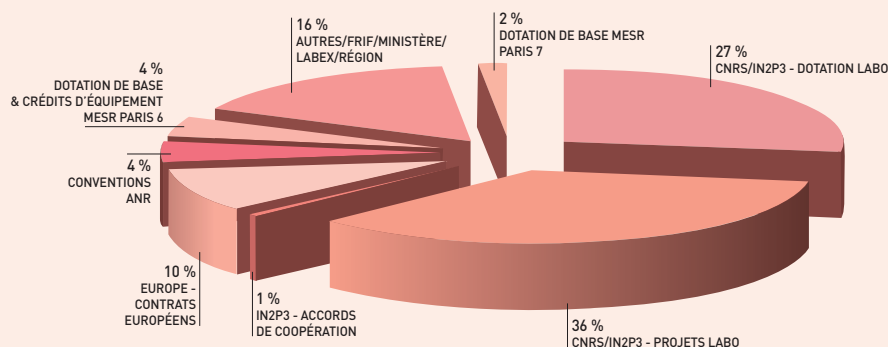
Evolutions

Le budget projet IN2P3 est apparu en relative stagnation en 2013 et 2014 par rapport aux années précédentes.

Ces dernières années ont vu un accroissement des ressources propres provenant de contrats ANR, Européens, Région et des financements LABEX.

Pôle Gestion : Hager Baalouchi, Bernard Caraco, Véronique Joisin (responsable du pôle Gestion financière), Evelyne Mephane (Responsable administrative de l'unité), Souad Rey

Crédits notifiés en 2014.



RESSOURCES HUMAINES

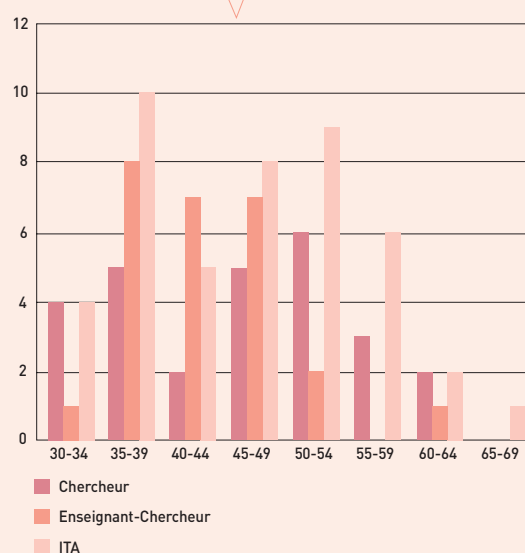
Le pôle RH assure la gestion administrative des personnels. Il réalise le suivi de quelque 150 agents permanents et non permanents, auxquels il faut ajouter une cinquantaine de stagiaires par an qui séjournent au laboratoire pour des périodes allant d'une semaine à 6 mois. Le pôle est en charge des procédures de recrutement (concours, mobilité interne, auxiliaariat), des procédures d'accueil des visiteurs étrangers, de stagiaires ou de doctorants (constitution des dossiers, aide dans les démarches auprès de nos tutelles, etc.). Il aide au mieux l'ensemble des personnels dans l'établissement des dossiers de carrière, de concours et de formation. Il gère les congés, absences des agents et diffuse toutes les informations utiles aux agents de l'unité.

En juin 2014 le laboratoire comptait 51 chercheurs et enseignants-chercheurs permanents, 8 chercheurs contractuels, 8 émérites et bénévoles, 23 doctorants et post-doctorants, 48 ingénieurs techniciens et administratifs (ITA) permanents, 2 IT en alternance, et 21 stagiaires, soit un total de 161 personnes.

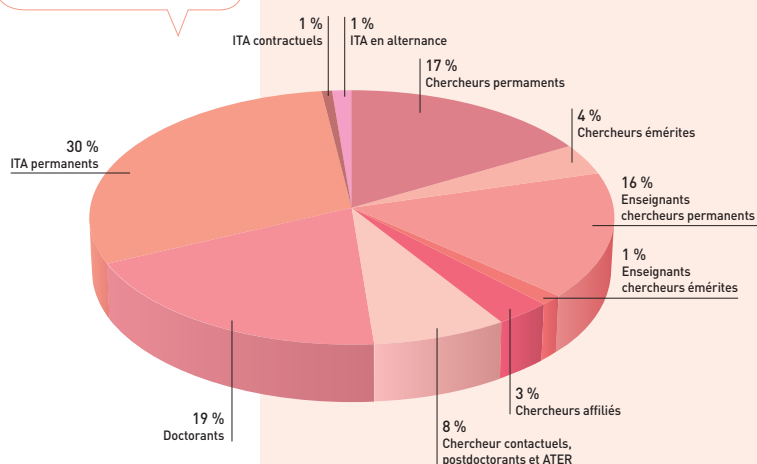
Ces dernières années, le nombre de chercheurs, enseignants-chercheurs et ITA permanents est en légère diminution, principalement du fait de départs en retraite non remplacés, et depuis 2012, le nombre de personnel temporaire a sensiblement diminué.

Le graphique ci-dessous montre la pyramide des âges des personnels permanents. On note principalement le « trou » d'une quinzaine d'années chez les enseignants-chercheurs qui se traduira mécaniquement - sauf changement radical de la politique d'embauche des universités - par une baisse très importante des recrutements universitaires dès l'année prochaine.

Pyramide des âges des personnels permanents au 31/12/2014



Répartition du personnel au 31/12/2014.



Pôle Ressources Humaines : Magali Carlosse (responsable du pôle RH), Hager Baalouchi

LA FORMATION PERMANENTE AU LPNHE

La formation permanente au LPNHE répond à la nécessité de maintenir et développer le haut niveau de compétences technologiques du laboratoire. Chaque année, un plan de formation de l'unité (PFU) est élaboré, sous la supervision du Correspondant Formation. Il permet de recenser les besoins de formation dans les différents services du laboratoire mais également d'accompagner les agents dans l'évolution de leur carrière.

Entre 2012 et 2014, une soixantaine d'actions de formation a été réalisée pour un total de 220 jours. Sur ces deux années, on dénombre en moyenne :

- 25 actions de formation par an, financées en partie ou en totalité par une délégation du CNRS, ce qui représente environ 130 jours de formation.
- 7 à 8 actions de formation, financées par l'IN2P3, soit une quarantaine de jours de formation.
- Quelques actions ont été cofinancées ou financées par le laboratoire auprès d'organismes de formation extérieurs.
- Le laboratoire a entièrement financé la validation des acquis de l'expérience (VAE) d'un agent ITA en 2013/2014.

Au total, une trentaine d'agents par an a suivi une formation, principalement des personnels ITA ou IATSS (permanents et CDD), mais aussi quelques chercheurs, notamment en Hygiène et Sécurité et en apprentissage de langage informatique.

Le domaine de formation principal pour les agents du LPNHE sur ces deux dernières années est celui des Techniques Spécifiques. Les formations en Hygiène et Sécurité viennent ensuite. Les besoins de formation en langues étrangères, notamment en anglais, sont toujours très présents, avec en moyenne une demi-douzaine d'agents suivant ces formations chaque année. A noter le succès des formations en e-learning, mieux adaptées aux contraintes d'emploi du temps des agents que les formations intensives sur quelques jours.

Le LPNHE offre à chaque postdoc ou doctorant de langue étrangère qui le souhaite une formation en français. Il s'agit soit de formations intensives, comme celle dispensée par l'Alliance Française, soit de cours dispensés au long de l'année universitaire.

Certains membres du LPNHE participent à l'offre de formation du laboratoire, soit comme intervenants dans des écoles thématiques, soit comme organisateurs d'école ou de rencontre. P. Nayman et H. Lebollo sont intervenus en 2014 dans les écoles d'électronique analogique et d'instrumentation, respectivement. L'école « Techniques de base des détecteurs » initiée par P. Nayman a lieu tous les deux ans avec un succès jamais démenti. En 2014, l'école « SIM-détecteur », organisée par L. Lavergne, G. Calderini, M. Bomben et G. Marchiori, a réuni 24 participants sur le thème de la simulation de détecteurs avec les outils Synopsys et Silvaco. Enfin, V. Joisin est devenue formatrice en gestion financière pour les gestionnaires de la DR2.

Si les formations en Techniques Spécifiques restent prépondérantes, on note ces deux dernières années l'intérêt croissant des agents du LPNHE pour la langue anglaise, les techniques d'efficacité personnelles et le management/qualité.

.....
Correspondants Formation (CoFo) :

Jean-Paul Tavernet en 2012/2013,
Christophe Balland en 2013/2014.
.....

COMMUNICATION ET DOCUMENTATION

Le pôle « Communication et Documentation » du LPNHE est composé de trois personnes: une responsable de communication, une chargée de communication interne et une spécialiste de l'organisation d'événements internationaux. Un plan de communication pluriannuel élaboré avec le directeur du laboratoire assure la mise en œuvre de ses missions : d'une part la diffusion des activités et des résultats scientifiques et techniques du LPNHE, d'autre part la promotion auprès des divers publics de la recherche scientifique en physique des particules, astroparticules et cosmologie.

Accompagner l'animation scientifique

Le laboratoire organise ou participe à une dizaine de manifestations scientifiques internationales par an. Le pôle assure l'organisation des « Rencontres de Moriond », qui rassemblent chaque année à La Thuile en Italie environ 400 physiciens du monde entier autour de thèmes de physique des hautes énergies : interactions électrofaibles et théories unifiées (2013, 2014), cosmologie (2014), QCD et interactions à haute énergie (2013, 2014), phénomènes de très haute énergie dans l'Univers (2013).

Le pôle organise chaque année en décembre, avec la Société Française de Physique, les Journées Jeunes Chercheurs de l'IN2P3. Elles ont eu lieu en 2012 à Munster (Alsace), en 2013 à Barbaste (Lot & Garonne) et en 2014 à Sète (Hérault). Des conférences grand-public sont organisées à cette occasion et une rencontre avec les journalistes locaux a lieu.

Mettre en valeur les métiers de la recherche

Le pôle « Communication & Documentation » organise chaque année les portes ouvertes du LPNHE qui se déroulent sur 3 jours pour promouvoir les sciences auprès des scolaires. Le format adopté inclut des visites guidées, des conférences, des expositions, des présentations d'expériences. Des ateliers pédagogiques sont animés par des volontaires et des expériences contre-intuitives sont présentées pour éveiller la curiosité scientifique chez les plus jeunes. Une équipe de plus de 40 personnes se mobilise pour accueillir un millier de visiteurs.

Les liens tissés entre le LPNHE et le milieu éducatif se manifestent également par l'organisation chaque année de MasterClasses, la participation aux conférences NEPAL (Noyaux Et Particules Au Lycée) ou la mise en place d'actions « passion recherche » liant une classe et un intervenant scientifique ou technique.

Diffuser l'information scientifique et technique en interne et à l'extérieur du laboratoire

De nombreux outils de communication permettent la diffusion des activités scientifiques et techniques du LPNHE, en interne et vers l'extérieur :

- la conception et la réalisation du rapport d'activité (bisannuel), document institutionnel diffusé à l'ensemble de la communauté scientifique et administrative ;
- l'organisation de journées de réflexion « biennales » : elles ont eu lieu du 13 au 16 mai 2014 à Berck sur mer (Côte d'Opale) ;
- l'organisation logistique des séminaires hebdomadaires ;
- la conception d'une plaquette de présentation des activités du LPNHE destinée à un large public ;
- la mise à jour des actualités du laboratoire sur le site web et les supports multimédia.

Par ailleurs, le personnel du LPNHE dispose d'une bibliothèque de recherche associée à l'UPMC. Le physicien chargé de la gestion de la documentation veille à la continuité des abonnements aux périodiques scientifiques et magazines spécialisés et prépare l'achat de nouveaux livres. Un système automatisé avec codes-barres permet le suivi du prêt des ouvrages.

Participer au dialogue entre science et société

A travers un partenariat avec la Bibliothèque Nationale de France, le pôle organise les rencontres « Physique et Interrogations Fondamentales » tous les 2 ans. Elles sont l'occasion pour un public d'environ 350 personnes de dialoguer avec des spécialistes de champs disciplinaires différents, intervenant sur un sujet commun. En 2014, le sujet de la quatorzième rencontre était « La science et l'impossible » en présence de Serge Haroche, prix Nobel de physique.

Le LPNHE participe aussi aux rencontres du « Café des Techniques », tous les troisièmes jeudis du mois, au musée du Centre National des Arts et Métiers ainsi qu'au forum « Sciences et Citoyens », tous les ans au Futuroscope de Poitiers.

Pôle communication :

Isabelle Cossin, Vera de sa Varanda, Laurence Marquet

Correspondant communication :

Jacques Dumarchez

Chargé de mission bibliothèque :

Laurent Le Guillou

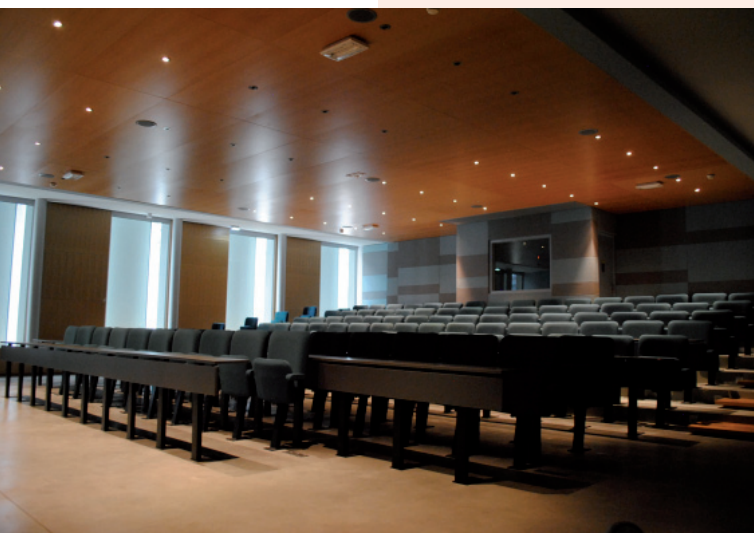
NOUVEAUX LOCAUX

A l'automne 2014, le LPNHE a réceptionné son nouvel amphithéâtre de recherche, l'amphi « Charpak ». Situé hors les murs du laboratoire, au niveau RdC/SB patio 22-33 du campus, cet amphi de 150 places offre un nouvel espace aux réunions qui rythment chaque semaine la vie du laboratoire, comme les séminaires du jeudi et les réunions du vendredi. Les soutenances de thèse des doctorants du LPNHE y ont désormais lieu. L'amphi « Charpak » accueille également le colloquium mensuel de l'UPMC, et est ouvert à la réservation pour des manifestations organisées par des intervenants d'autres laboratoires ou de la présidence de l'Université (colloques internationaux, écoles thématiques, journée de réseaux, ...). Une procédure spécifique de réservation a été mise au point au LPNHE afin de concilier au mieux les demandes internes et externes, et assurer le meilleur service logistique possible. Les services généraux du LPNHE ont ainsi pour nouvelle mission d'évaluer les demandes techniques de ces manifestations et le suivi de la préparation avec les organisateurs.

Le nouvel amphi « Charpak ».

Dans le même temps, le LPNHE a réceptionné un nouvel atelier de montage. Accolé à l'amphi de recherche, cette salle d'une surface de 238 m² accueillera dès le printemps 2015 le carrousel à filtres du futur télescope LSST dans lequel le LPNHE est fortement impliqué. Sept membres du laboratoire sont habilités à la manipulation du pont roulant qui équipe l'atelier.

Pour célébrer la livraison de ces nouveaux locaux, qui marque la fin de l'emménagement du laboratoire dans le secteur ouest-nord de l'UPMC amorcé en 2010, un séminaire exceptionnel a été donné le 16 octobre 2014 dans le tout nouvel amphi par Fabio Sauli. Proche collaborateur de Georges Charpak et son successeur à la tête du groupe de développement des détecteurs gazeux au CERN, F. Sauli a retracé dans ce séminaire passionnant et souvent émaillé d'anecdotes ou de souvenirs personnels, les étapes les plus marquantes du développement de nouveaux détecteurs pour la physique, mais aussi pour la médecine ou la biologie.



Le nouvel atelier de montage.

HYGIÈNE ET SÉCURITÉ - RADIOPROTECTION

Dans le domaine de plus en plus cadré de l'hygiène et sécurité, le Directeur d'Unité est assisté dans sa mission par un Assistant de Prévention (AP, anciennement dénommé ACMO), qui est placé sous sa responsabilité directe. Cette fonction d'AP est assurée au LPNHE par un assistant ingénieur depuis 2005, et un ingénieur d'études l'assiste dans cette tâche comme AP-adjoint. Une étroite collaboration est indispensable autant avec les services Hygiène & Sécurité de la délégation CNRS-ParisB et des universités UPMC et UPD, qu'avec le service Sécurité Incendie de l'UPMC.

Le CLHSCT du LPNHE (Comité Local d'Hygiène, Sécurité, et Conditions de Travail) se réunit une fois par an depuis sa création en 2001, afin de débattre et de proposer des solutions en matière d'hygiène, de sécurité, et plus récemment des conditions de travail. Les dernières réunions ont eu lieu au LPNHE les 06 décembre 2012, le 02 décembre 2013 et le 11 décembre 2014.

L'AP a un rôle de conseil auprès des groupes du laboratoire pour que les appareillages qu'ils conçoivent soient conformes aux normes de sécurité. Le travail de prévention est essentiel pour la bonne utilisation des appareils et des produits présentant un risque : diodes laser, bouteilles de gaz comprimés, cryogénie à azote liquide, produit pour la gravure des circuits imprimés, ... Pour les missions auprès des expériences (sites à l'étranger essentiellement), le personnel s'informe des consignes de sécurité particulières auprès des responsables de ces sites, et se prémunit des risques liés aux lieux géographiques : vaccinations particulières, visite médicale préalable au travail à haute altitude, ...

Depuis 2010, le laboratoire s'est équipé de deux défibrillateurs cardiaques et de deux armoires de 1^{er} secours, desservant au mieux l'ensemble des locaux en matériels de secours. L'achat d'un troisième ensemble défibrillateur / armoire de 1^{er} secours, est en prévision en vue d'équiper les tous nouveaux

locaux (amphithéâtre et atelier de montage) réceptionnés par le LPNHE à l'automne 2014.

Les locaux du LPNHE sont pourvus d'équipements pour la lutte contre l'incendie, en particulier une installation de détection et d'alarme incendie, dont l'UPMC a la charge de l'entretien. En cas de détection incendie, le PC de surveillance incendie de l'UPMC est automatiquement mis en alerte pour intervenir. Au vu du risque élevé, une installation dédiée a également été mise en place dans les salles serveurs-informatiques, avec une extinction automatique au gaz inerte en cas de détection.

Afin d'anticiper d'éventuels sinistres, des exercices d'évacuation sont régulièrement organisés par le personnel du service incendie.

Depuis 2011, 8 salles du LPNHE sont équipées de dispositifs de protection pour travailleurs isolés (DATI). Ce sont des salles à risques et isolées comme les salles blanches et les salles serveurs-informatiques. Ces appareils permettent la surveillance du personnel en situation isolée (détection d'absence de mouvements et/ou de verticalité) et donnent l'alerte via une centrale connectée au réseau téléphonique.

En matière de formation, le personnel est régulièrement informé des formations « Hygiène et Sécurité » mises à sa disposition par le CNRS et l'UPMC, et le LPNHE compte maintenant 8 sauveteurs secouristes. En interne, un accueil des nouveaux entrants au laboratoire a été instauré annuellement, incluant un volet d'information et de sensibilisation à l'hygiène et sécurité. Des séances d'informations ponctuelles sont également organisées en fonction des arrivées saisonnières de stagiaires.

Concernant les questions de sécurité liées spécifiquement à la radioprotection, deux Personnes Compétentes en Radioprotection (PCR) - un chercheur et une ingénieure de recherche - supervisent toutes les actions

nécessitant un suivi dans ce domaine : détention de sources radioactives scellées au laboratoire, suivi des agents se rendant en zones sensibles lors de leurs missions. Ainsi ont été mis en place avec l'UPMC, d'une part un suivi dosimétrique des personnels se rendant sur les sites d'expériences auprès d'accélérateurs de particules (Japon, CERN, USA...), et d'autre part un contrôle annuel des sources radioactives scellées détenues au LPNHE. Ces sources, que la législation imposait d'éliminer car âgées de plus de 10 ans, ont désormais toutes été reprises pour recyclage, depuis juillet 2013. Une nouvelle demande d'autorisation de détention de sources est en cours.

L'évaluation des risques professionnels constitue un élément clé de la prévention des risques au sein du laboratoire. Elle était depuis 2007 retranscrite sur support « papier » (Document Unique). A partir de 2014, cette évaluation est réalisée à l'aide de l'application en ligne « EvRP », et est consultable directement par nos tutelles. La dernière date d'octobre 2014.

Personnel Hygiène et Sécurité - Radioprotection :

AP du LPNHE : Jean-Marc Parraud

AP-adjoint du LPNHE : Bernard Canton

PCR : Jacques Dumarchez et Laurence Lavergne

SERVICES GÉNÉRAUX



Les services généraux comprennent deux techniciens sous la responsabilité d'un ingénieur. Leurs activités se répartissent en tâches courantes et en tâches spécifiques d'aménagement. La fin de l'année 2014 a été marquée par la livraison de la dernière tranche des locaux qui achève l'installation du laboratoire dans le secteur Ouest de l'université.

Les tâches courantes consistent à :

- Répondre et suivre les demandes d'intervention faites par le personnel en s'aidant d'un logiciel de suivi d'intervention.
- Assurer les aménagements de pièces (électricité, réseaux informatique et téléphonique, mobilier) pour être en adéquation avec le besoin des utilisateurs
- Assurer le bon fonctionnement des installations techniques : climatisation, sécurité (alarmes incendie, d'absence d'oxygène, de détection de travailleur isolé...), salles blanches, téléphonie, électricité, sanitaires. Les services généraux sont les interlocuteurs privilégiés des services techniques de l'UPMC et des entreprises de maintenance.
- Gérer le parc automobile du LPNHE à Paris et à Genève (site du CERN) et assurer son entretien, le suivi des réservations se faisant par un programme spécifique.
- Organiser les transports épisodiques en entreprise ou dans des laboratoires d'Ile-de-France.
- Maintenir en état les salles de réunions et leurs ins-

tallations (projection, sonorisation, vidéoconférence).

- Gérer le mobilier et les équipements généraux du laboratoire au moyen d'un logiciel d'inventaire et les entretenir.
- Etablir le planning d'occupation des bureaux avec l'aide d'un logiciel de gestion du personnel.
- Gérer les accès aux locaux avec le système de clef programmable mis en place par l'UPMC.
- Recenser et assurer le suivi des dysfonctionnements des locaux afin d'en informer l'UPMC pour obtenir des interventions correctives.

A partir de 2013, le service a pu entrer dans une phase de travail plus courant après trois années consacrées aux aménagements du laboratoire suite à son transfert mi 2010. Le service a pu se consacrer à plusieurs chantiers tels que :

- l'amélioration du traitement de l'air circulant dans les salles blanches
- des aménagements importants d'installations électriques pour répondre aux besoins de l'expérience LSST
- l'installation d'une chaire de conférence dans la salle des séminaires (1222-SB-08) permettant d'y réunir tous les équipements audiovisuels nécessaires.
- l'installation d'une nouvelle armoire de distribution électrique dans une des salles serveurs afin d'héberger la machine de calcul haute performance de l'Institut du Calcul et de la Simulation de l'UPMC.

Par ailleurs, les services généraux ont été fortement sollicités pour réceptionner en octobre 2014, la deuxième tranche des locaux comprenant un amphithéâtre de 150 places et un atelier de montage de 238 m² avec un pont roulant de 5 tonnes à 6 m sous crochet qui vont nécessiter un effort important d'aménagement complémentaire : audiovisuel (vidéo et visioconférence), mobilier, signalétique....

.....
Equipe : B. Canton (chef de service), F. Leclercq, M. Roynet
.....

PERSONNEL DU LABORATOIRE AU 31/12/2014

Chercheurs CNRS

Directeurs de recherche émérites

BARRELET Etienne
BENAYOUN Maurice
BONNEAUD Gérard
JACHOLKOWSKA Agnieszka
LOISEAU Benoît

Directeurs de recherche

ANTILOGUS Pierre
ASTIER Pierre
BERNARDI Gregorio
CALDERINI Giovanni
DUMARCHEZ Jacques
GHIA Piera Luisa
KRASNY Mieczyslaw
LACOUR Didier
LETESSIER-SELVAntoine
PAIN Reynald
POPOV Boris
REGNAULT Nicolas
ROOS Lydia

Chargés de recherche

ANDRIEU Bernard
BETOULE Marc
BONGARD Sébastien
DEL BUONO Luigi
DERUE Frédéric
GIGANTI Claudio
GUY Julien
KAPUSTA Frédéric
LAPLACE Sandrine
LENAIN Jean-Philippe
MALAESCU Bogdan
MARCHIORI Giovanni
POLCI Francesco

Chercheurs bénévoles

AUGUSTIN Jean-Eudes
LEVY Jean-Michel

Enseignants-chercheurs UPMC

Professeur Emérite

BILLOIR Pierre

Professeurs

CHAUVEAU Jacques
HARDIN Delphine
JOYCE Michael
LAFORGE Bertrand
TAVERNET Jean-Paul
VINCENT Pascal

Maîtres de conférences

AUBLIN Julien
BALLAND Christophe
BAUMONT Sylvain
BEN-HAIM Eli
BOLMONT Julien
CHARLES Matthew
DA SILVA Wilfrid

LE GUILLOU Laurent
MARTINEAU-HUYNH Olivier
ROBERT Arnaud
TRINCAZ-DUVOID Sophie

Enseignant-chercheur bénévole

KRIVINE Hubert

Enseignants-chercheurs UPD

Professeurs émérites

DEDONDER Jean-Pierre
VANNUCCI François

Professeurs

OCARIZ José
SCHWEMLING Philippe

Maîtres de conférences

BEAU Tristan
BOMBEN Marco
DE CECCO Sandro
NIKOLIC-AUDIT Iréna
RIDEL MéliSSa
SCHAHMANECHE Kyan

Enseignant-chercheur bénévole

PONS Yvette

Doctorants (2012 - 2014)

AKAR Simon (2010-2013)
BARAKAT Nada (2013-2014)
BARTET Pierre (2013-)
BENHAÏEM David (2010-2013)
BLANCO OTANO Miguel (2012-2014)
CACCIANIGA Lorenzo (2012-)
CELLIER-HOLZEM Flora (2010-2013)
CHALME-CALVET Raphaël (2012-)
CHRETIEN Mathieu (2012-)
COLLICA Laura (2013-)
COQUEREAU Samuel (2012-)
COUTURIER Camille (2011-2014)
DAVIGNON Olivier (2010-2013)
DEMILLY Aurélien (2011-2014)
EL HAGE Patrick (2011-2014)
FLEURY Mathilde (2012-)
GAIOR Romain (2010-2013)
GAMBETTA Silvia (2010-2012)
GARRIGOUX Tania (2011-2014)
HEMERY Nicolas (2014-)
HENRY Louis (2013-)
KERSZBERG Daniel (2014-)
KIEFFER Matthieu (2012-)
LE BRETON Rémy (2014-)
LEFEBVRE Guillaume (2011-2014)
LI Dikai (2010-2013)
LIU Kun (2011-2014)
LOPEZ SOLIS Alvaro (2014-)
LUZI Pierre (2014-)
MARTINEZ Homero (2010-2013)
MERIC Nicolas (2010-2013)
MITRA Ayan (2012-)
MORAND Jules (2014)

PANDINI Carlo Enrico (2013-)
PAVIN Matej (2014-)
PIRES Sylvestre (2012-)
PROTOPAPADAKI Eftychia-Sofia (2011-2014)
RANGEL Camila (2010-2013)
RIVERA BRETEL Marcelo (2010-2013)
ROCCI Francesco (2010-2013)
YAO Liwen (2010-2013)
YAP Yee (2013-)
ZAMBELLI Laura (2010-2013)

Chercheurs CDD et post-doctorants (2012 - 2014)

AGOSTINO Lucas (2014-)
BECCHERLE Roberto (2014-)
BETOULE Marc (2010-2014)
BOMBEN Marco (2010-2014)
BROWN Ducan (2010-2012)
EL-HAGE Patrick (2014-)
FRANCAVILLA Paolo (2013-)
GUYONNET Augustin (2012-)
KUNA Marine (2011-2013)
MACOLINO Carla (2009-2012)
MARIS Ioana (2009-2013)
MARTENS Aurélien (2011-2013)
MILANES Diego (2012-2014)
NAUMANN Christopher (2009-2012)
ROMAN Matthieu (2014-)
RUSSO Stéfano (2011-2013)
SETTIMO Mariangela (2013-)
VAROUCHAS Dimitris (2013-)
ZIVKOVIC Lidija (2012-2013)

Ingénieurs, techniciens, administratifs (31/12/2014)

Ingénieurs de recherche

CRESCIOLI Francesco
DADOUN Olivier
DAUBARD Guillaume
DE MATOS Filipe
GENAT Jean-François
JURAMY Claire
KARKAR Sonia
LAVERGNE Laurence
LE DORTZ Olivier
LEBBOLO Hervé
LEGRAND François
MENDOZA Victor
MEPHANE Evelyne
NAYMAN Patrick
RUSSO Stefano
SEPULVEDA Eduardo
TOUSSENEL François
VINCENT Daniel
WARIN Patricia

Ingénieurs d'études

CANTON Bernard
CORONA Pascal
DAVID Jacques
HUPPERT Jean-François
LAPORTE Didier
MARTIN David

MERCERON COSSIN Isabelle
TERRONT Diego Fernando
VALLEREAU Alain
VOISIN Vincent

Assistants ingénieurs

BAILLY Philippe
DHELLOT Marc
GHISLAIN Patrick
JOISIN Véronique
ORAIN Yann
PARRAUD Jean-Marc
REPAIN Philippe

Techniciens de recherche

AUDO Thomas
BAALOUCHI Hager
CARACO Bernard
CARLOSSE Magali
CORIDIAN Julien
HO Tan Trung
LECLERCQ Franck
PIERRE Eric
REY Souad
ROYNEL Michael

Techniciens de recherche UPMC

MARQUET Laurence

ITA Autres

DE SA-VARANDA Véra

Instances du laboratoire

Conseil du laboratoire (2014)

Président ex-officio
PAIN Reynald

Membres nommés
DUMARCHEZ Jacques
FLEURY Mathilde, représentante
des étudiants
RIDEL MéliSSa
ROYNEL Michael

Membres élus
DAUBARD Guillaume
MARTIN David
LAPLACE Sandrine
LAPORTE Didier
LE GUILLOU Laurent
POLCI Francesco
ROBERT Arnaud
WARIN Patricia

Membres invités ex-officio
BALLAND Christophe
LAVERGNE Laurence
MEPHANE Evelyne

Conseil scientifique (2014)

Président ex-officio
PAIN Reynald

Secrétaire ex-officio
BALLAND Christophe

Membres extérieurs nommés
CAHN Robert
HOECKER Andreas

Membres nommés
GHIA Piera Luisa

TAVERNET Jean-Paul
TOUSSENEL François

Membres élus
BEN HAÏM Eli
CALDERINI Giovanni
HARDIN Delphine
ROOS Lydia

Membre invité ex-officio
LAVERGNE Laurence

Comité local hygiène et sécurité et conditions de travail (2014)

Président
PAIN Reynald

Directeur adjoint
BALLAND Christophe

Directrice technique
LAVERGNE Laurence

Administrateur
MEPHANE Evelyne

Personne compétente en radioprotection
DUMARCHEZ Jacques

Assistant de prévention
PARRAUD Jean-Marc

Assistant de prévention adjoint
CANTON Bernard

Représentants des personnels
DAUBARD Guillaume
LE GUILLOU Laurent
ROBERT Arnaud

Responsable du service hygiène et sécurité de l'UPMC
NEBBACHE Soraya

Responsable du service de sécurité du travail de l'UPD
CAILLOT Sébastien

Ingénieure régionale de prévention et de sécurité du CNRS - Paris B
MAZE-CORADIN Frédérique

Responsable de la cellule sûreté nucléaire et radioprotection de l'IN2P3
THIEFFRY Cyril

Médecin de prévention du CNRS
VASSEUR Arnaud

Médecin de prévention de l'UPMC
LACOSTE-RENARD Nathalie

Commission des personnels du laboratoire (2014)

DAVID Jacques
LAPORTE Didier
MARTIN David
PAIN Reynald
REY Souad
WARIN Patricia

Chargés de mission

Bibliothèque

LE GUILLOU Laurent

Biennale 2014

CANTON Bernard
LAFORGE Bertrand

Formation, Partenariats et valorisation

Formation
BALLAND Christophe
Partenariats et valorisation
LAVERGNE Laurence

Masters 2

NPAC
HARDIN Delphine
OCARIZ José
TRINCAZ-DUVOID Sophie
PRP
VINCENT Pascal

Réunions du Vendredi

BAUMONT Sylvain
GIGANTI Claudio

Sécurité

AP
CANTON Bernard
PARRAUD Jean-Marc
PCR
DUMARCHEZ Jacques
LAVERGNE Laurence

Séminaires

LENAIN Jean-Philippe
POLCI Francesco

Stages, Thèses, Ecoles Doctorales, Nouveaux Entrants

Stages L3/M1
BALLAND Christophe
Stages M2
TRINCAZ-DUVOID Sophie
Ecole Doctorale
RIDEL MéliSSa
VINCENT Pascal
Nouveaux entrants
NIKOLIC Iréna

Structures partenaires (Labex, DIM, etc)

ILP
LETESSIER Antoine
ACAV
VINCENT Pascal
FRIF
DE CECCO Sandro
PCCP
SCHAHMANECHE Kyan
IDPASC
LAFORGE Bertrand

Web

BALLAND Christophe
DE-SA-VARANDA Véra
LEGRAND François
TRINCAZ-DUVOID Sophie

A high-angle photograph of a modern, multi-story building with a grid of windows. The ground floor is covered in a vibrant, colorful geometric pattern of red, green, and blue lines. A semi-transparent white box is overlaid on the center of the image, containing text in green and black.

ANIMATION
SCIENTIFIQUE ET
COMMUNICATION

Les séminaires

Liste des séminaires

La réunion du vendredi

La biennale

La fête de la science

Les masterclasses



LES SÉMINAIRES

Le LPNHE accueille toutes les semaines des personnalités extérieures au laboratoire qui viennent présenter leurs travaux sur des sujets scientifiques d'actualité, sur des développements techniques récents ou encore sur des projets d'expériences. Les séminaires du LPNHE couvrent l'ensemble des thématiques scientifiques du laboratoire, sont ouverts à tous les chercheurs du campus, et sont de plus annoncés publiquement sur le site SEMPARI. Depuis octobre 2014, ils ont lieu dans l'amphithéâtre Charpak du LPNHE.

.....

Responsables :

Jean-Philippe Lenain, Francesco Polci (2012-2014)

Marc Betoule, Matthew Charles (2014)

.....

Année 2014

18/12/2014 - Nicola Tomassetti (LPSC), «AMS in space: new physics results, overview and challenges»

11/12/2014 - Barbara Comis (LPSC), «Cosmology with clusters of galaxies and their SZ signal»

10/12/2014 - Andrzej Czarnecki (Université d'Alberta), «Muon g-2 and LFV : selected topics»

27/11/2014 - Vincent Jacques (LPS, CNRS/ Université Paris-Sud), «La diffraction cohérente des rayons X: une sonde de choix pour l'étude des défauts de phase en matière condensée»

20/11/2014 - Sebastien Binet (LAL), «Software in HEP: Parallelism strikes back »

16/10/2014 - Fabio Sauli (Fondation TERA, CERN), «De la chambre multi-fils aux détecteurs à micro-structures»

13/10/2014 - Aldée Charbonnier (Observatório do Valongo, UFRJ), «Galaxies passives, compactes et massives dans l'Univers local»

02/10/2014 - Vincent Tatischeff (CSNSM), «AstroMeV: vers une nouvelle mission spatiale d'astronomie gamma»

29/09/2014 - Boudewijn Roukema (Torun Centre for Astronomy, Nicolaus Copernicus University), «L'énergie noire en tant qu'artefact de l'époque de la virialisation»

18/09/2014 - Jenny Sorce (Institut de Physique Nucléaire de Lyon, Leibniz Institut für Astrophysik Potsdam), «Observations give us CLUES to Cosmic Flows' origins»

11/09/2014 - Lucas Guillemot (LPC2E/OSUC), «Principe et applications de la chronométrie des pulsars»

26/06/2014 - Daniel Santos (LPSC), «Détection Directionnelle de Matière Sombre avec MIMAC»

05/06/2014 - Jean-Philippe Uzan (IAP), «Fundamental constants, gravitation and cosmology - recent developments»

02/06/2014 - Mikhail Shaposhnikov (EPFL), «Higgs boson, neutral leptons, and cosmology»

22/05/2014 - Andrey Golutvin (Imperial College), «SHIP - an experiment to Search for Hidden Particles»

12/05/2014 - Patrice Hello (LAL), «VIRGO, LIGO et la longue quête des ondes gravitationnelles»

05/05/2014 - Federico Sanchez (IFAE), «New T2K oscillation results»

24/04/2014 - Chamkaur Ghag (University College London), «The hunt for Dark Matter: First results from the LUX Experiment»

17/04/2014 - Jérôme Martin (IAP), «Inflation after Planck & BICEP2»

14/04/2014 - Luigi Tlaldo (KIPAC/SLAC): «A tale of cosmic rays narrated in gamma rays by Fermi»

10/04/2014 - Réza Ansari (LAL), «Les Oscillations Acoustiques Baryoniques (BAO's) en optique et en radio»

27/03/2014 - Bruna Bertucci (University of Perugia), «The AMS-02 experiment on the International Space Station»

20/02/2014 - Emilien Chapon (CERN) : «Recherche du boson de Higgs et de couplages de jauge quartiques anormaux dans le canal WW en électrons dans l'expérience D0 au Tevatron» - Fabio Acero (NASA-Goddard Space Flight Center): «A la recherche de l'origine des rayons cosmiques galactiques grâce aux expériences d'astroparticule»

13/02/2014 - Vladimir Gligorov (CERN) : «Angles, Trees, and Triggers» - Thomas Latham (University of Warwick) : «Testing the Standard Model with 3-body charmless B decays»

16/01/2014 - Kumiko Kotera (IAP), «Ultrahigh energy cosmic rays, pulsars, and supernovae»

09/01/2014 - Françoise Combes (LERMA), «Le point sur la matière noire»

Année 2013

16/12/2013 - M. Robert Cahn (LBNL), «DESI : Dark Energy Spectroscopic Instrument»

12/12/2013 - Pawel Bruckman de Renstrom (Institut de Physique Nucléaire PAN de Cracovie, Pologne), «Alignment of the ATLAS Inner Detector - Run I Experience»

09/12/2013 - Fernando Febres Cordero (USB Caracas), «High Multiplicity Processes at NLO»

05/12/2013 - Mieczyslaw Witold Krasny (LPNHE), «High Intensity Photon Beams for CERN»

28/11/2013 - Carla Macolino (LNGS/INFN), «Results on neutrinoless double beta decay from GERDA Phase I»

21/11/2013 - Francois Le Diberder (LAL), «ILC : the Next generation collider.»

24/10/2013 - Fabien Nugier (LPT ENS), «Effects of structures on the Hubble diagram»

17/10/2013 - Samuel Meyroneinc (Institut Curie, Centre de Protonthérapie d'Orsay), «La protonthérapie : état des lieux et perspectives»

03/10/2013 - Karim Trabelsi (KEK), «Une Belle histoire»

26/09/2013 - Fabienne Ledroit (LPSC-Grenoble), «Latest news from the LHC on Exotics direct searches»

12/09/2013 - Céline Combet (LPSC), «Planck: mission overview and 2013 cosmological results»

11/07/2013 - Francesco Renga (INFN), «Latest News from the MEG Experiment»

24/06/2013 - Markus Ackermann (DESY Zeuthen), «Recent results from the IceCube neutrino observatory»

20/06/2013 - David Lunney (CSNSM), «Les pièges à ion pour le forage des étoiles à neutrons et l'étude de l'antimatière»

14/06/2013 - Patrick Janot (CERN), «TLEP : Un premier pas vers une vision à long terme pour la physique des hautes énergies»

06/06/2013 - Sinziana Paduroiu (Observatoire de Genève), «Structure formation in warm dark matter cosmologies from numerical simulations»

03/06/2013 - Geneviève Bélanger (LAPTH), «Scrutinizing the Higgs at the LHC»

30/05/2013 - Camille Charignon (CEA), «A new mechanism for Deflagration to Detonation Transition (DDT) in thermonuclear supernovae»

16/05/2013 - Marie-Hélène Genest (LPSC), «Supersymmetry searches at the LHC»

25/04/2013 - Isabelle Ripp-Baudot (IPHC), «L'expérience Belle-II auprès de SuperKEKB»

08/04/2013 - Aurélien Benoit-Lévy (UCL), «Gravitational lensing of the CMB with Planck HFI»

07/03/2013 - Kirill Prokofiev (Faculty of Arts and Science, NYU, USA), «Measurement of the spin and parity of the new boson discovered by the ATLAS experiment at the LHC»

28/02/2013 - Thibault Frisson (LAL), «Calorimétrie électromagnétique pour l'ILC»

21/02/2013 - Simon Eydelman (Budker Institute of Nuclear Physics SB RAS and Novosibirsk State University), «Recent progress in heavy quarkonium studies»

14/02/2013 - Prof. Fernando Martinez-Vidal (University of Valencia, Spain), «Observation of time-reversal violation in B mesons»

07/02/2013 - François Mignard (Observatoire de la Côte d'Azur), «La mission Gaia à 10 mois du lancement»

24/01/2013 - Jérôme Martin (IAP), «The cosmological constant problem»

17/01/2013 - Philippe Walter (LAMS), «Des accélérateurs de particules pour le patrimoine»

11/01/2013 - Pietro Slavich (LPTHE), «Implications of a 125-GeV Higgs for SUSY extensions of the SM»

Année 2012

20/12/2012 - David Gilmore (Stanford U), «Updates from NRO/NASA-WFIRST, the current NASA/NSF Budget Scenario, and the LSST f/1.2 Beam and Image Simulators»

13/12/2012 - Yoshitaka Kuno (Osaka U), «Recent Progress on a Search for Muon to Electron Conversion at J-PARC»

06/12/2012 - Mathieu Terrin-Perrin (CPPM), «First evidence of the Bs-→mumu decay with LHCb»

29/11/2012 - Christophe Yèche (CEA/IRFU), «Energie noire: premiers résultats de BOSS (SDSS-III)»

22/11/2012 - Richard Kass (Ohio State University), «The ATLAS diamond beam monitor»

18/10/2012 - Josh Bendavid (CERN), «Evidence for a narrow resonance in the search for the Standard Model Higgs Boson in the di-photon channel at CMS»

04/10/2012 - David A. Smith (CENBG), «Les pulsars en rayons gamma avec Fermi»

13/09/2012 - Céline Combet (LPSC), «Galaxy clusters and gamma-rays from dark matter annihilation or decay»

06/09/2012 - Lidija Zivkovic (Brown University), «Closing in on the Higgs boson»

LA RÉUNION DU VENDREDI

La « réunion du vendredi » est un forum hebdomadaire auquel l'ensemble du personnel du laboratoire est convié chaque vendredi matin, de 11 h à midi. Depuis novembre 2014, elle se tient dans l'amphithéâtre de recherche G. Charpak du LPNHE.

Cette réunion régulière permet une communication directe entre chercheurs des différentes équipes, ITA et direction. Elle débute par une séance de questions diverses et de partage d'informations à caractère général au cours de laquelle la direction fait part à l'ensemble du personnel des décisions prises au CNRS, à l'IN2P3 ou dans les Universités de tutelle.

Elle se poursuit 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 est d'usage que les doctorants de deuxième année et les postdoc y présentent leurs travaux devant un public extérieur à leur équipe.

Enfin, quelques séances sont consacrées chaque printemps à des séminaires donnés par les candidats à un poste de chercheur ou d'enseignant-chercheur. Elles constituent pour eux l'occasion d'un premier contact avec le laboratoire.

.....
Organisation et animation :

Sylvain Baumont, Claudio Giganti
.....

LA BIENNALE



La biennale du LPNHE s'est tenue sur la Côte d'opale à Berck-sur-Mer du 13 au 16 mai 2014. 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 débattre de son fonctionnement, et pour faire de la prospective sur les orientations scientifiques et techniques à moyen et long terme. C'est également l'occasion pour chacun de mieux connaître ses collègues et leurs activités.

La participation fut importante (70 personnes), avec une répartition équilibrée des physiciens et des ITA, traduisant l'envie collective de faire du LPNHE un laboratoire vivant.

Outre les revues de l'activité scientifique et technique, la politique future de la recherche au laboratoire a été abordée dans chacun de ses axes : physique des particules, cosmologie et astroparticules. Il est ressorti de ces discussions la volonté d'explorer une nouvelle voie de recherche complémentaire de celles existantes : la recherche directe de matière noire. Les discussions ont été éclairées par l'intervention de Gabriel Chardin, alors directeur scientifique adjoint de l'IN2P3, venu présenter les perspectives de l'Institut pour les 15 ans à venir.

Comme à chaque édition, des ateliers de réflexion sur des sujets spécifiques de la vie du laboratoire ont été organisés et ont été très appréciés. Un ancien docteur du laboratoire, J. Raux, actuellement en charge des applications métiers chez BNP-Paribas est venu donner un exposé dit « d'ouverture ».

Chacun a pu apprécier un site agréable et facilitant les échanges. Cette biennale 2014 aura montré le dynamisme du laboratoire pour affronter les prochaines années avec confiance.

.....
Organisation :

Bertrand Laforge, Bernard Canton, Isabelle Cossin
.....

LA FÊTE DE LA SCIENCE

Le laboratoire participe chaque année à la « fête de la science ». Les thèmes choisis ont été : pour 2012 « La physique dans tous ses états », pour 2013 « Mesurer l'infiniment petit pour observer l'infiniment grand » et pour 2014 « L'essentiel est invisible ».

En 2012, le laboratoire a accueilli plus de cinq mille visiteurs au « village de la physique » coordonné par le pôle de communication du LPNHE. Une dizaine de stands présentant les activités de recherche du LPNHE et d'autres laboratoires de l'UPMC ont été aménagés sur le parvis du campus. En 2013 et 2014, le village de la physique a été élargi à l'ensemble des disciplines de l'université.

Pour ce rendez-vous récurrent, une équipe de plus de 30 personnes du LPNHE (physiciens et ITA) est mobilisée. Des visites guidées par un membre du laboratoire

permettent aux visiteurs d'appréhender les thématiques de recherche ainsi que les outils et méthodes utilisées. Des ateliers pédagogiques abordent la physique ou l'instrumentation sous un aspect plus concret. Des conférences grand public présentent les recherches menées au laboratoire en permettant d'approfondir certains sujets.

De plus, grâce à un partenariat avec l'Institut des NanoSciences de Paris et le Laboratoire Kastler Brossel, des visites de l'accélérateur SAFIR de Jussieu et de l'accélérateur SIMPA sont organisées chaque année.

En 2014, en association avec l'Association Française d'Astronomie, une nouvelle animation a vu le jour : « 5 mn pour ma thèse », avec le triple objectif de faire découvrir aux lycéens la recherche en astronomie, faire se rencontrer jeunes physiciens et astrophysiciens et sensibiliser les doctorants à la mé-



diation vers le grand public. A l'issue de cette rencontre, le jury et le public ont décerné un prix aux trois meilleures présentations.

Coordination :

Isabelle Cossin, Vera de Sa Varanda,
Laurence Marquet

LES MASTERCLASSES

En 2012, 2013 et 2014, le LPNHE a participé une nouvelle fois au programme européen des Masterclasses organisées depuis 2005 par l'EPPOG (Groupe européen de sensibilisation à la physique des particules) et le CERN. Une quarantaine de pays participent à ce programme, à travers 200 instituts ou laboratoires qui accueillent alors plus de 10000 élèves pendant 4 semaines, généralement en mars.

Le but des Masterclasses est de sensibiliser les élèves des lycées à la recherche, et en particulier la recherche en physique des particules, en les faisant travailler dans des conditions réelles pendant une journée dans un laboratoire. Chaque année, le LPNHE accueille pendant deux jours plusieurs classes. Les lycées Suger (de Saint Denis), Blaise Cendrars (de Sevran) et Janson de Sailly (de Paris) sont venus ces dernières années.

Lors de cette journée, les élèves effectuent en binôme une séance de travaux pratiques sur des vraies données issues des collisions au LHC, et enregistrées par les expériences ATLAS ou LHCb. A la fin de la journée, les élèves reçus dans les 5 laboratoires participant en parallèle au programme vont

comparer puis combiner leurs résultats lors d'une vidéo conférence, qui se déroule en anglais. Ils peuvent poser des questions aux modérateurs en liaison vidéo depuis le CERN à Genève. La journée se termine par un quizz sur la physique des particules, avec des questions orientées vers le LHC. Des doctorants ou jeunes chercheurs du laboratoire assurent l'encadrement indispensable des lycéens lors de la séance de TP. En tout, c'est une dizaine de membres du laboratoire, permanents ou non, qui participe à ces journées à travers des exposés oraux, une aide à l'organisation ou l'encadrement.

Animation : Irena Nikolic





Directeur de la publication

Christophe Balland

Comité de rédaction

Isabelle Cossin
Claudio Giganti
Delphine Hardin
Laurence Lavergne
Olivier Le Dortz
Jean-Philippe Lenain
Giovanni Marchiori
Nicolas Regnault
Véra Varanda De-Sa

Coordination éditoriale

Christophe Balland

Conception graphique

Jean-Jacques Daigremont

Crédits photos

Couverture : Gérard Fontaine
Page 34 : Jean-Charles Cuillandre
(CFHT) ©2002

Autres : Christophe Balland, Véra
Varanda De-Sa, Isabelle Cossin,
Gérard Fontaine, CERN, LSST

Publié par

Laboratoire de Physique Nucléaire
et de Hautes Énergies
Ce document est consultable
sur le site du laboratoire :
<http://lpnhe.in2p3.fr>

Impression

COPYMÉDIA
CS 20023 33693 Mérignac Cedex

3^e trimestre 2015



Laboratoire de physique nucléaire et de hautes énergies
4, place Jussieu • 75252 Paris Cedex 05 •
Tél. : 33 (1) 44 27 63 13 • Fax : 33 (1) 44 27 46 38
<http://lpnhe.in2p3.fr>

