



agence d'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur  
l'unité :

Laboratoire de Physique Corpusculaire de Clermont-  
Ferrand

sous tutelle des  
établissements et organismes :

Université Blaise Pascal – Clermont-Ferrand

CNRS

Février 2011



agence d'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

## Rapport de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire de Physique Corpusculaire de Clermont-  
Ferrand

sous tutelle des  
établissements et organismes :

Université Blaise Pascal – Clermont-Ferrand

CNRS

Le Président de l'AERES

Didier Houssin

Section des unités  
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Février 2011



## Unité

Nom de l'unité : Laboratoire de Physique Corpusculaire de Clermont-Ferrand

Label demandé : renouvellement UMR mono organisme

N° si renouvellement : 6533

Nom du directeur : M. Alain BALDIT

## Membres du comité d'experts

Président :

M. Hervé BOREL, CEA, Institut de Recherche sur les lois Fondamentales de l'Univers (IRFU), Saclay

Experts :

M. Daniel BLOCH, CNRS, Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien (IPHC), Strasbourg

M. Daniel CUSSOL, CNRS, Laboratoire de Physique Corpusculaire de Caen, Caen

M. Michel GUIDAL, CNRS, Institut de Physique Nucléaire d'Orsay (IPN), Orsay

Mme Marie-Hélène SCHUNE, CNRS, Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire d'Orsay, Orsay, (CoNRS)

M. Pierre TAXIL, Université de Provence, Centre de Physique Théorique, Marseille, (CNU)

## Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Jean-Paul VISTICOT

Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :

Mme Pascale DUCHE, Vice-Présidente du Conseil Scientifique, Université Blaise Pascal

Mme Barbara ERAZMUS, Directrice Scientifique Adjointe, CNRS-IN2P3

Mme Nadine CHAUMERLIAC, Chargée de mission, Délégation Régionale CNRS - Rhône-Auvergne



# Rapport

## 1 • Introduction

La visite a eu lieu les 17 et 18 février 2011. L'agenda comprenait des présentations des thématiques de recherche ainsi que des services techniques, suivies à cinquante pourcent du temps de discussions en sessions ouvertes puis en sessions restreintes avec les équipes des thèmes abordés. Des rencontres ont été organisées avec les doctorants, les services techniques et administratifs, les tutelles et l'équipe de direction.

Le Laboratoire de Physique Corpusculaire (LPC) de Clermont-Ferrand est une unité mixte de recherche de l'Université Blaise Pascal et du CNRS (UMR6533) appartenant à l'Institut de Physique Nucléaire et de Physique des Particules (IN2P3). Il est situé avec d'autres laboratoires sur le campus des Cézeaux. Il comprend une centaine de permanents avec une forte composante CNRS en chercheurs et ITA (60%) mais possède également une large proportion d'enseignants-chercheurs. La recherche fondamentale autour des thématiques « Physique des particules » et « Matière nucléaire et physique hadronique » constitue les trois quarts des activités, avec une implication sur trois grandes expériences au LHC du CERN. Le reste provient des activités pluridisciplinaires.

- **Equipe de Direction :**

M. A. BALDIT : directeur ; M. P. HENRARD, M. G. MONTAROU : directeurs adjoints ; M. G. MORETTO : directeur technique ; M. C. GALPIER : responsable administratif

Le Directeur du laboratoire prend les décisions. Il s'appuie sur une Equipe de Direction comprenant deux directeurs adjoints, un directeur technique et un responsable administratif, sur un Conseil de Laboratoire, un Conseil Scientifique, une Commission du Personnel et une Commission Hygiène et Sécurité.

- **Effectifs de l'unité (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :**

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	30	31
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	19	19
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaire 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	26	14
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	45	44
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	9	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	21	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	29	26



## 2 • Appréciation sur l'unité

- Avis global sur l'unité :

Le LPC est bien implanté et joue un rôle reconnu aux niveaux local, national et international.

En physique corpusculaire, il fait partie de grandes collaborations internationales, avec des réalisations techniques importantes, de nombreuses publications, des analyses en cours et des retours scientifiques attendus.

Le LPC s'est ouvert aux activités pluridisciplinaires de grande qualité, aux interfaces physique/biologie, physique/médical et physique/sciences de la terre, en utilisant les outils provenant des recherches fondamentales. Ces activités confortent l'ancrage local et régional, tout en se menant en collaborations principalement nationales.

Le LPC a des liens forts avec l'Université Blaise Pascal, avec un engagement dans l'enseignement conséquent et à différents niveaux académiques.

- Points forts et opportunités :

- les contributions techniques sont ambitieuses et réussies, montrant une grande compétence technique en instrumentation (mécanique, électronique ...) et la capacité du LPC à maîtriser de grandes réalisations
- la production scientifique est importante et de qualité
- le LPC a su s'imposer comme partenaire local, national et international
- le regroupement des activités de plusieurs expériences de matière nucléaire vers ALICE et la transition de personnels de l'expérience D0 vers ATLAS, s'effectuent sans heurts et montrent une bonne gestion et anticipation.

- Points à améliorer et risques :

- nombre de groupes ont une proportion d'enseignants chercheurs importante et le recours à des délégations a contribué de façon certaine à mener à bien les projets ; une baisse de ces délégations mettrait ces groupes en danger
- un agrandissement des bâtiments est nécessaire ; un hall d'accueil et de rencontre contribuerait à une meilleure visibilité et renforcerait la communication entre groupes
- la montée bureaucratique et administrative incessante dans tous les secteurs, qui n'est pas l'apanage du LPC nuit à l'efficacité de recherche et d'enseignement

- Recommandations :

- garder un équilibre (75/25) entre les recherches fondamentales et pluridisciplinaires
- encourager l'émergence d'un nouveau thème en physique fondamentale ; compte tenu des forces disponibles, encourager, au moins à court et moyen terme, une convergence autour d'un seul projet
- mener une réflexion concernant le projet à long terme ILC : intérêt des physiciens, forces susceptibles de joindre ce projet, adéquation avec les moyens et personnels techniques
- veiller à un compromis entre un nombre d'étudiants important et les possibilités d'encadrement, en particulier dans le pluridisciplinaire
- maintenir le flux de jeunes chercheurs



- **Données de production :**

(cf. [http://www.aeres-evaluation.fr/IMG/pdf/Criteres\\_Identification\\_Ensgts-Chercheurs.pdf](http://www.aeres-evaluation.fr/IMG/pdf/Criteres_Identification_Ensgts-Chercheurs.pdf))

A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2 dans la colonne projet	48
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet	13
A3 : Taux de producteurs de l'unité [A1/(N1+N2)]	96 %
A4 : Nombre d'HDR soutenues (cf. Formulaire 2.10 du dossier de l'unité)	5
A5 : Nombre de thèses soutenues (cf. Formulaire 2.9 du dossier de l'unité)	30

### 3 • **Appréciations détaillées :**

Le LPC Clermont-Ferrand comprend 144 personnes dont une centaine de permanents. La recherche en physique fondamentale représente 75% de l'activité du laboratoire avec les thématiques de physique des particules et de matière nucléaire et hadronique, dont une large part est consacrée aux activités auprès du LHC (Large Hadron Collider) au CERN. Les activités pluridisciplinaires constituent les 25% restant. Le rapport pluridisciplinaire/recherche « fondamentale » semble adéquat et ne devrait pas augmenter dans les années à venir, ce qui est d'ailleurs la volonté du laboratoire. L'équipe de théorie travaille sur la plupart de ces thématiques tout en ayant ses recherches propres. Les moyens financiers proviennent en premier lieu du CNRS. Le laboratoire comprend également 4 services techniques et 1 administratif.

Le laboratoire est très bien implanté et reconnu aux niveaux local, national et international. Il faut noter le lien fort et les très bonnes relations entre le laboratoire, les tutelles Université et IN2P3, ainsi qu'avec la Région Auvergne.

Le comité a retenu la qualité des présentations ainsi que des documents fournis.

- **Qualité scientifique et production**

Le LPC est fortement impliqué dans 3 des 4 expériences auprès du LHC, avec une physique reconnue internationalement et dont les résultats sont très attendus par la communauté de physique des particules et hadronique. Peu après le démarrage du LHC, des publications ont d'ores et déjà vu le jour et de nombreuses analyses sont en cours conduisant à de futures publications. Le LPC est également bien présent sur les expériences au Jefferson Laboratory (JLab aux Etats-Unis). Il a une place importante au sein de ces collaborations internationales, avec des responsabilités reconnues. Les activités pluridisciplinaires apportent une diversité intellectuelle et contribuent fortement à un ancrage local en créant et renforçant des liens avec des laboratoires de biologie, chimie, et des sciences de la terre, présents sur Clermont-Ferrand mais aussi les collectivités territoriales et des entreprises. Elles sont également reconnues au plan national et se développent à l'international (par exemple avec le projet ENVISION).

Le nombre de publications dans des revues à comité de lecture a augmenté pendant ce plan quadriennal, passant de 221 à 363, ces publications étant très majoritairement dans des revues à fort impact (36% PRL, 14% PL B, 11% PR D..). La participation aux conférences est élevée ainsi que le nombre de thèses soutenues (30).

Les recherches et la production scientifique sont de très bonne qualité.

Les moyens financiers sont au niveau de 2.35 M€ par an (-6.7 M€/an incluant la masse salariale) avec comme contributeur principal le CNRS (60%) mais aussi un apport croissant venant des appels d'offres de type programmes européens (20 % ; 10 participations à des programmes européens pendant le quadriennal) et ANR (10% ; 5



participations). Le restant provient de l'Université et de la région. Concernant le LHC, qui représentait une grande part de l'investissement, la phase de construction, installation et mise en route étant achevée, le soutien financier se tourne vers le fonctionnement et principalement les missions. Ces phases sont régies par des MoU (Memorandum of Understanding) entre institut/laboratoire et collaboration. Il est nécessaire de garder un engagement majoritaire fort et pérenne de la part du CNRS afin de remplir les engagements en particulier sur les projets à long terme. Les appels d'offres sont mieux adaptés aux projets de durée plus limitée et permettent une plus grande réactivité. Le budget d'équipement du laboratoire est par ailleurs sous-critique.

### • Rayonnement et attractivité

Outre la visibilité des réalisations techniques, analyses, résultats et publications, la participation aux conférences contribue au rayonnement du laboratoire avec une augmentation de 50% entre les deux derniers quadriennaux, et en particulier 54 invitations.

Plusieurs prix et distinctions ont été obtenus ; parmi eux, une médaille de bronze du CNRS, le prix Jean Perrin de la SFP, le prix « Paul Award » de la Société Britannique des Verres, le prix de la valorisation 2010 de l'IN2P3.

Les positions de responsabilités dans les grandes collaborations internationales aussi bien dans l'instrumentation que dans les groupes d'analyses font ressortir la présence indéniable du LPC.

Le nombre de doctorants s'est maintenu malgré une diminution importante des étudiants dans l'Ecole Doctorale, en ayant une politique active envers les autres Ecoles doctorales et surtout vers l'étranger. Le pluridisciplinaire attire quant à lui de nombreux étudiants. Une chaire d'excellence a été obtenue pour un physicien américain. Cependant celle-ci terminée, le physicien est reparti aux Etats-Unis, ce qui montre les limites du pouvoir d'attractivité à long terme de tels mécanismes.

Comme vu précédemment les financements externes (Europe, ANR, région) se sont accrus, spécialement dans les activités pluridisciplinaires.

La grande majorité des activités se fait dans des programmes internationaux et des collaborations avec des laboratoires étrangers ainsi que des grands équipements au CERN (ALICE, ATLAS, LHCb) et JLab.

Les activités pluridisciplinaires participent aux relations socio-économiques et culturelles de la région et ont le souci de valoriser leurs recherches (prix de valorisation en 2010). Par ailleurs, la grille de calcul du LPC (Tier2/Tier3) fait bénéficier ses moyens et ses connaissances à d'autres disciplines.

### • Gouvernance et vie de l'unité

Le LPC est organisé de manière « classique » comme laboratoire de l'IN2P3 : équipe de direction s'appuyant sur un Conseil de Laboratoire, un Conseil Scientifique, une Commission du Personnel et une Commission Hygiène et Sécurité. Le Conseil Scientifique est composé pour moitié de membres extérieurs et examine à tour de rôle les grands axes de recherche. Chaque équipe de recherche est dirigée par un responsable et les responsables d'équipes se réunissent régulièrement avec la direction.

Les services techniques et administratifs ont également chacun un responsable. Par une gestion en projet efficace et rigoureuse, donnant place à un suivi régulier des projets, le laboratoire a su maîtriser ses réalisations techniques et remplir ses contrats.

Bien que majoritairement un laboratoire de recherche fondamentale, le pluridisciplinaire y est reconnu et soutenu.

Il faut souligner aussi la mise en place des structures nécessaires aux aspects hygiène et sécurité. Aucun accident n'est à déplorer pendant ce quadriennal.

Un effort particulier a été réalisé en matière de communication, interne (gazette, trombinoscope, visites communes, site web..) et externe (vers les collégiens, lycéens et étudiants par des conférences, expositions, réalisation de projets.., vers le grand public et les médias, avec les expositions, conférences, les journées spéciales type « Démarrage du LHC »...). Ces efforts sont coordonnés par une cellule de communication. Il faut noter la participation active de l'ensemble du laboratoire, en particulier des services techniques. L'agencement du laboratoire



et son exigüité sont pourtant un frein à une bonne qualité de vie : un agrandissement et un lieu d'accueil seraient une amélioration très réelle.

La vie interne du laboratoire dépend fortement de son animation scientifique : le conseil scientifique, avec ses séances publiques, contribue à faire vivre les idées et améliore les connaissances transversales entre groupes, de même que les présentations régulières des activités à l'ensemble du personnel. La création de nouveaux projets y contribue largement.

Le laboratoire a l'une des plus fortes proportions d'enseignants chercheurs (40%) au sein de l'IN2P3, avec une implication très importante dans l'enseignement et de nombreuses responsabilités (directeur de l'Ecole Doctorale « Sciences Fondamentales », responsable du Master Physique, responsable de l'Agrégation de Physique, responsable du CAPES Physique-Chimie, responsable Master professionnel « Physique et Technologies des Rayonnements « ... ). Cet engagement existe à tous les niveaux d'enseignement (licence, masters recherche, master professionnel, préparation aux métiers de l'enseignement, école d'ingénieurs, IUT et formation doctorale). A cela s'ajoutent de nombreux stages accueillis dans le laboratoire (une vingtaine en 2006-2007) et thèses en cours (21).

- **Stratégie et projet**

Le projet scientifique du laboratoire à moyen et long terme s'articule d'une part, autour de la continuité et la récolte des retours scientifiques des sujets sur lesquels il s'est investi depuis de nombreuses années (LHC et ses projets d'upgrade, activités pluridisciplinaires) et d'autre part vers la définition et le lancement de nouveaux thèmes (astroparticule-cosmologie) et la prospective vers le long terme (ILC, KM3, LSST).

Avec l'implication dans trois expériences auprès du LHC (ALICE, ATLAS, LHCb) et leur installation et démarrage réussis, le LPC est bien placé pour récolter les retours scientifiques : c'est l'une des priorités du laboratoire. Il se prépare en parallèle aux upgrades de ces expériences, pour certains en cours de définition. Il faut noter le regroupement des chercheurs du thème matière nucléaire sur l'expérience ALICE. Malgré la grande qualité des résultats des expériences auprès de JLab, le LPC et l'IN2P3 ont pris la décision d'arrêter cette activité au laboratoire, du fait d'un effectif devenu trop réduit. Le comité comprend et salue cette décision difficile.

Le LPC souhaite prendre pied et s'engager dans le domaine des astroparticules ou/et de la cosmologie. Le choix des sujets et expériences doit être approfondi et les propositions seront soumises au conseil scientifique de fin d'année 2011. Le comité soutient cette volonté de diversification des thèmes de physique, nous semble indispensable au côté des expériences LHC. Cette diversification est d'autant plus nécessaire après l'arrêt du programme à JLab. Le comité encourage par ailleurs les intéressés à définir une stratégie commune.

Les activités pluridisciplinaires continuent dans le même périmètre permettant un ancrage fort au niveau local et régional, illustré par le projet de plateforme d'irradiation PAVIRMA et le projet TOMUVOL, mais aussi avec des projets internationaux (ENVISION...). Les possibilités offertes par la grille de calcul sont mises à profit dans les études aux interfaces physique/biologie et physique/médical.

Une prospective à long terme sur le projet ILC et LSST est lancée mais avec un effectif très réduit vue l'éloignement en temps des ces projets et le manque d'effectifs actuellement disponibles. Une discussion au sein du laboratoire devra se développer afin de recenser les intérêts et les forces susceptibles de joindre ces projets.

Chaque thématique déjà définie possède un planning comportant les moyens humains en chercheurs et personnels techniques. Un plan de recrutement est mis en place sur les quatre ans à venir.

Concernant les prises de risques, la concentration importante des activités sur le LHC en faisait partie et l'incident du LHC en 2008 a été surmonté au LPC en partie grâce aux autres activités. Le pluridisciplinaire constitue un autre type de prise de risques, avec des orientations vers des sujets transversaux ; il a su s'implanter et se faire reconnaître et apporte une originalité certaine. Les risques futurs seront liés aux projets tels ILC, LSST, KM3... qui sont eux-mêmes dans une phase d'élaboration au plan international mais qui portent également une originalité puissante dans leur domaine.





## 4 • Analyse équipe par équipe

- **Intitulé de l'équipe** : Physique des Particules
- **Responsables** : M. D. PALLIN (Atlas), M. P. PERRET (LHCb), M. P. GRIS (D0), M. P. GAY (ILC), M. C. CARLOGANU (Antares)
- **Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES)** :

Atlas - LHCb - D0 - ILC - Antares	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	9.5	11
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	9	10
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	12	5
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)		
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)		
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	7	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	9.5	10

- **Introduction**

La thématique Physique des Particules du LPC Clermont couvre un large domaine de recherches en vue de répondre à des questions cruciales sur la structure élémentaire de la matière et la nature des interactions fondamentales. Les expériences ont lieu auprès de grands collisionneurs opérationnels (D0 au FNAL jusqu'en septembre 2011, Atlas et LHCb au CERN depuis novembre 2009) ou envisagé (ILC). Une réflexion sur une participation à des recherches en astroparticules ou en cosmologie est engagée.

- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production**

Les équipes Atlas et LHCb ont contribué de manière essentielle à la construction au LPC et à l'installation au CERN des détecteurs jusqu'en 2006-2008 :

- Atlas : responsabilité de la conception, du montage et de la certification de l'électronique frontale du calorimètre hadronique à tuiles, du système de contrôle lent des hautes tensions et du système de calibration par laser, coordination de l'électronique du calorimètre hadronique jusqu'en 2009.
- LHCb : responsabilité de l'unité de décision du système de déclenchement de 1er niveau, responsabilité de l'installation et mise en service du détecteur de pied de gerbe et de son électronique, coresponsabilité du projet calorimètre de LHCb.

Ces systèmes de détection étaient pleinement opérationnels pour les premiers faisceaux en septembre 2008 puis, suite au grave incident du LHC, pour la prise de données cosmiques, avant le redémarrage du LHC et ses premières collisions de novembre 2009 à décembre 2010. Les équipes du LPC ont pris en charge avec succès la mise en œuvre de leurs détecteurs tout au long des prises de données. La stabilité des hautes tensions, de la réponse aux calibrations par laser et la résolution en énergie du calorimètre hadronique d'Atlas ont été étudiées. L'équipe LHCb est fortement impliquée dans le contrôle en ligne et hors ligne des calorimètres, en particulier par la reconstruction



des photons, électrons et pions neutres. De son côté, l'équipe D0 s'est investie dans le système de déclenchement avec les leptons, dans la prise en compte de la couche supplémentaire du détecteur de vertex et dans la prise de données au FNAL. L'équipe ILC s'est consacrée à la R&D en micro-électronique du calorimètre électromagnétique SiW très finement segmenté de la collaboration CALICE, à l'analyse des données en faisceau test et à la reconstruction des photons.

Les analyses de physique, pour la plupart associées à des sujets de thèse, portent sur le quark top (mesures de section efficace dans D0 à 2 TeV, prospective et responsabilité sur la mesure de la masse du top dans Atlas à 7 TeV), la recherche de nouvelles particules (limites sur le stop et le Higgs chargé dans D0, prospective pour des résonances top-antitop et pour des quarks de 4<sup>ème</sup> génération dans Atlas, prospective sur le couplage trilineaire du boson de Higgs à l'ILC), prospective pour des tests de précision de la violation de la symétrie CP par la mesure des angles  $\gamma$  et  $\alpha$  dans LHCb, ainsi que pour l'étude de la symétrie T dans la désintégration du baryon  $\Lambda_b$ . Les propriétés des  $\Lambda_b$  (durée de vie) sont étudiées avec les premières données de LHCb

Toutes ces études se situent à la pointe des recherches actuelles aux plus hautes énergies disponibles auprès des collisionneurs. Le nombre et la qualité des publications, le nombre de thèses soutenues ou en cours attestent de l'originalité des recherches poursuivies. Les équipes sont fortement impliquées dans leurs collaborations internationales où elles assument leurs engagements sur les systèmes de détection qu'elles ont en charge. En 2011, les membres du groupe D0 pensent finir de publier leurs analyses puis rejoindre l'expérience Atlas, à l'exception de l'un d'entre eux déjà actif dans Antares et l'ILC.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement**

Les équipes de Physique des Particules du LPC ont une forte visibilité dans leurs expériences, dans leur université et dans la communauté Française qui se reflète, sur les quatre dernières années, par :

- conférenciers invités avec actes : un très grand nombre est à relever (7 dans Atlas, 18 dans LHCb, 3 dans D0, 9 dans ILC, 1 dans Antares)
- recrutements : 2 chercheurs CNRS, 2 enseignant-chercheurs UBP; 4 post-doctorants (dont 3 étrangers), 1 ATER ; 9 doctorants ;
- financements externes : soutien de la région Auvergne pour l'équipement du nœud de grille Tier 3 LCG du LPC ; participation de l'équipe ILC au programme Européen EUDET
- programmes internationaux : toutes les équipes de la thématique sont membres de grandes collaborations internationales ; des échanges ont lieu dans le cadre de LIA ou de PICS pour Atlas et ILC ;
- valorisation : le Tier2/Tier3 LCG du LPC est l'initiateur et maître d'œuvre de la grille de calcul régionale AUVERGRID, il gère pour les autres disciplines les capacités de calcul requises ; de nombreuses actions sont menées pour faire connaître le LHC et la physique des particules auprès des écoles et du grand public (conférences, expositions, interviews et articles) ; les personnels Antares/ILC ont assuré le projet TOMUVOL (tomographie des volcans avec des muons cosmiques) de l'UBP.

- **Appréciation sur le projet**

La thématique Physique des Particules s'appuie sur de grands projets internationaux. En ce qui concerne le LHC, la longue prise de données à 7-8 TeV jusqu'à la fin 2012 permettra aux équipes de mettre en pratique tout le travail de prospective mené précédemment. Les expériences Atlas et LHCb se préparent également aux adaptations nécessaires pour anticiper l'augmentation prévue de la luminosité et le vieillissement des détecteurs actuels. L'upgrade des détecteurs est prévue en plusieurs phases. Dans l'équipe Atlas, il s'agit de renouveler le système laser vers 2013-2014, les ponts diviseurs, l'électronique de déclenchement, le système

de haute tension et la mécanique des tiroirs vers 2017-2018. Ces projets sont discutés dans la collaboration et documentés. Dans l'équipe LHCb, des études sont en cours pour une participation à l'upgrade du détecteur (gain d'un facteur 10 en luminosité) et en particulier du détecteur à pied de gerbes. Les physiciens sont maintenant bien engagés dans l'analyse des données et doivent dégager des forces pour les upgrades.

Pour l'ILC, l'équipe souhaite poursuivre la R&D engagée dans CALICE pour les calorimètres électromagnétiques (chips du Very Front End) et hadroniques (algorithmes de reconstruction des particules). Le groupe se caractérise par



sa petite taille au niveau des physiciens et une forte implication technique ; la continuité dans le temps est délicate vu la récente implication des chercheurs dans le projet Antares.

En astroparticules/cosmologie, plusieurs projets sont à l'étude, qui permettent au LPC de se diversifier tout en restant complémentaire des recherches menées auprès des collisionneurs. Deux membres du LPC ont rejoints à mi-temps la collaboration Antares en 2009. Leur travail porte sur la reconstruction de muons de basse énergie afin de mesurer l'oscillation des neutrinos atmosphériques et de contribuer à la recherche indirecte de matière noire. Avec un CDD nouvellement recruté, le groupe est responsable de l'étalonnage en temps du détecteur. La suite de cette activité pourrait être l'extension de l'expérience Antares (projets MEUST puis KM3NET), le domaine des ondes radio au GHz (expérience TREND) et/ou la cosmologie observationnelle (expérience LSST qui pourrait bénéficier de la mutation au LPC d'un chercheur CR1 de l'IPN de Lyon).

Là aussi le faible nombre de permanents impliqués ne permettra pas de se disperser à moyen terme, sauf renforts supplémentaires.

En résumé, les projets du LPC sont intégrés dans des collaborations internationales regroupant de nombreux laboratoires de l'IN2P3. Ils bénéficient de l'expertise développée par les équipes du LPC et ont des motivations physiques bien reconnues, cruciales pour l'avancée des connaissances. La priorité étant néanmoins la poursuite du programme LHC, il s'agit de faire coexister des impératifs parfois opposés avec un personnel limité : mener des analyses de physique de premier plan, assurer la maintenance des détecteurs actuels au LHC, préparer les upgrades et les nouveaux projets.

- Conclusion

- Avis global sur l'équipe

La thématique Physique des Particules du LPC a une excellente visibilité au sein de l'IN2P3 et au niveau international dans les différentes expériences engagées.

- Points forts et opportunités

Une expertise reconnue aussi bien en instrumentation qu'en analyse des données, opportunité de conforter cette expertise par les projets proposés.

- Points à améliorer et risques

Les équipes au LHC doivent pouvoir récolter les fruits de nombreuses années de R&D, construction et mise en route. Cela nécessite les soutiens financiers et humains nécessaires pour assurer une bonne visibilité dans les analyses de physique avec une présence au CERN suffisante, de même que pour les shifts de prise de données et le suivi des détecteurs.

- Recommandations

On souligne l'importance de voir émerger une thématique Astroparticules/Cosmologie au LPC. Une importante réflexion à la fois sur les implications techniques mais aussi sur les objectifs de physique doit être poursuivie et menée à bien. Deux axes sont à l'étude (MEUST/KM3NET et LSST), mais le nombre de physiciens est très limité et certains d'entre eux sont aussi impliqués dans d'autres projets, ce qui fragilise cette émergence. Un équilibre est à trouver avec la poursuite du programme LHC qui est la priorité du laboratoire.



- **Intitulé de l'équipe** : Matière Nucléaire et Physique Hadronique
- **Responsables** : M. N. BASTID (FOPI), M. F. MANSO (NA60), M. G. ROCHE (Phenix), M. P. DUPIEUX (Alice), M. C. HYDE (sonde electromagnétique)
- **Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES)** :

FOPI - NA60 - Phenix - Alice	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	7	7
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	5	5
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	8	2
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)		
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)		
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	6	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	9	7

- **Introduction**

La thématique comporte deux axes :

- 1- « Matière nucléaire » regroupant les expériences ALICE, NA60 (CERN), PHENIX (RHIC, Brookhaven), FOPI (GSI Darmstadt) : le domaine de physique est la compréhension de la matière nucléaire dans des états extrêmes et dont le sujet phare est la recherche et l'étude du plasma de quarks et gluons
- 2- « Physique hadronique », regroupant les expériences à JLab (Virginie US) et MAMI (Mayence) : le domaine de physique est la compréhension du nucléon à l'aide de la sonde électromagnétique

Les quatre activités regroupées dans l'axe « Matière nucléaire » et examinées ici sont liées à l'étude du comportement et des propriétés de la matière nucléaire dans des collisions d'ions lourds. Il s'agit de quatre expériences qui ont lieu auprès de grands accélérateurs de particules mondialement connus, actuellement opérationnels, et qui délivrent des énergies de centre de masse différentes: FOPI est situé au GSI a Darmstadt en Allemagne, RHIC à Brookhaven aux USA et NA60 et ALICE au CERN à Genève en Suisse. Aux énergies ultrarelativistes d'ALICE, un nouvel état de la matière (le plasma Quark-Gluon) ou les quarks et gluons sont totalement déconfinés, est attendu. Ce domaine est à la pointe de la recherche contemporaine, à l'intersection de la physique des particules et de la physique nucléaire.

L'étude du nucléon dans l'axe « Physique hadronique » est réalisée auprès des deux accélérateurs d'électrons de MAMI (à relativement basse énergie) et JLab (à plus haute énergie) en utilisant la réaction de diffusion compton virtuelle  $ep \rightarrow epy$ . Elle permet, aux énergies de JLab, une description du nucléon en terme de constituants élémentaires que sont les quarks et les gluons, et d'accéder aux distributions généralisées de partons (GPD). La description du nucléon devient effective aux énergies de MAMI, en termes de baryons et mésons et permet d'accéder aux polarisabilités généralisées (GP).

- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production**

Les quatre dernières années, les trois groupes NA60, FOPI et Phenix se sont surtout concentrés sur l'analyse de données vu que ces trois expériences sont opérationnelles depuis de nombreuses années et sont en phase



d'exploitation. En ce qui concerne FOPI, le groupe a en plus une importante responsabilité technique de mise en opération, maintenance, calibration et développement du software associé à un mur de scintillateurs (ainsi que d'une partie du système de trigger). Dans ces trois expériences, les analyses de données entreprises par les groupes Clermontois, certaines dans le cadre d'une thèse (doctorat ou HDR), contribuent significativement à la production scientifique de ces grandes collaborations internationales et sont très visibles. En témoignent de nombreuses publications (une soixantaine) dont plusieurs avec physiciens du LPC en premier auteur (une douzaine) et/ou le nombre d'exposés invités (surtout en regard du nombre relativement faible d'équivalents temps plein ETP, décroissant chaque année, et ce pour chacune de ces trois expériences). Brièvement, à FOPI, le groupe s'est principalement concentré sur la production d'étrangeté sous le seuil, à NA60 sur l'analyse des spectres de masse dimuons dans différentes régions cinématiques et à Phenix sur l'étude Monte-Carlo du continuum di-muons. La grande majorité des membres de ces trois activités a progressivement rejoint ces quatre dernières années, ou va rejoindre dans un futur très proche, l'expérience ALICE auprès du LHC du CERN, qui est le projet d'avenir, et d'envergure inégalée jusqu'à présent (>1000 membres) dans ce domaine de physique. Il n'y a aucun doute que les physiciens de FOPI, NA60 et Phenix ont acquis auprès de ces trois expériences (en fin d'exploitation en ce qui concerne le LPC), une énorme expérience et expertise en termes de développement et utilisation de techniques d'analyse et de traitement de données, ainsi que de compréhension de la physique du domaine. Cette transition/convergence, graduelle, vers ALICE est remarquable et a été bien planifiée ; elle donne au LPC un atout conséquent supplémentaire pour l'impact et la visibilité du groupe du LPC au sein de la collaboration ALICE.

Le LPC est déjà membre de la collaboration ALICE depuis plus de 10 ans et son impact est déjà flagrant avec la prise de responsabilités importantes dans la phase de construction et de mise en opération du détecteur. Ces quatre dernières années, l'équipe a eu en charge, en particulier, l'installation, la mise en fonctionnement et le suivi/maintenance de l'électronique du déclencheur du spectromètre à muons d'ALICE, avec le software de monitoring et calibration associé. Le groupe a aussi en parallèle bien préparé son implication dans l'exploitation de la physique et de l'analyse des données, en prenant, par exemple, la responsabilité de l'élaboration de toute une chaîne de codes d'analyse, basés sur des simulations et utilisant la grille de calcul, qui devrait être utilisé par une grande partie de la collaboration ALICE. Le groupe a aussi développé une thématique de physique propre, originale, articulée autour de la mesure de saveurs lourdes, beauté ouverte et bottomonia. L'équipe a ainsi été immédiatement opérationnelle pour analyser les premières données acquises avec le détecteur ALICE du LHC fin 2009. Le nombre de publications est d'ores et déjà important (38) ainsi que celui de conférences invitées (23 sur 10 ans).

Les expériences et les études réalisées auprès des accélérateurs d'électrons se font également au sein de collaborations internationales, dont le programme a été évalué par différents comités nationaux et internationaux. MAMI et surtout JLab sont des lieux incontournables concernant l'étude du nucléon. Les GPD sont en principe la description du nucléon la plus aboutie. L'extraction de ces distributions de partons est un programme ambitieux, à long terme, et demande des combinaisons de mesures sur différentes cibles et à différentes énergies, ce qui est reflété par la complémentarité des expériences à JLab et au CERN.

Le groupe de physique hadronique comprend 3 ETP (2 sur JLab et 1 sur MAMI). Le groupe a contribué fortement à l'appareillage (calorimètre électromagnétique et polarimètre Compton) à JLab ainsi qu'aux analyses à JLab et MAMI. Les résultats sont de grande qualité, donnant lieu à de nombreuses publications (18 dans des revues à comités de lecture) et présentations en conférences (27). Une thèse a été soutenue sur MAMI en 2006 et 2 thèses se sont terminées en juin 2010 sur JLab.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement**

Les équipes du LPC impliquées auprès de FOPI, NA60, PHENIX et ALICE sont bien visibles dans leurs expériences (exploitation/publications de données, réalisations techniques, participation au management des collaborations, comités), dans leur université (grande proportion - 80%- d'enseignants-chercheurs dans le groupe, responsabilité de Master, encadrements de 4 doctorants en 4 ans, plusieurs HDRs passées), dans la communauté Française (coordination d'ALICE-France).

Les implications et responsabilités du groupe « sonde électromagnétique » sont également nombreuses (appareillage, co-porte-paroles d'expériences ...).

La participation aux conférences de l'ensemble des membres de la thématique générale est importante et parmi elles le nombre d'invitation (voir précédemment). La médaille de bronze du CNRS a été octroyée à l'un des membres du groupe JLab.



Le financement provient en premier lieu de la dotation IN2P3 mais aussi de programmes européens (FP6, FP7), de LIA (Laboratoire International Associé) du CNRS et de PICS. Une chaire d'excellence (EC) a été obtenue pour une durée de 4 ans pour un physicien américain qui a pris la direction du groupe et une ANR associée a permis le financement d'une thèse. Cette chaire d'excellence est maintenant terminée et son détenteur retourne malheureusement aux Etats-Unis, ce qui diminue drastiquement l'impact du groupe.

- **Appréciation sur le projet**

L'avenir de l'équipe « Matière nucléaire », concentrée sur ALICE, semble faste. La collaboration ALICE est maintenant dans une phase d'acquisition et d'exploitation des données, avec des performances de l'accélérateur du LHC, en termes de montée en énergie et de luminosité, qui vont s'accroître progressivement au fil des prochaines années. Le planning est relativement bien établi. Comme mentionné précédemment, le groupe du LPC est très bien armé et préparé pour jouer un rôle de premier plan dans l'analyse et l'exploitation des données (qui ont déjà commencé), avec plusieurs publications déjà en vue. Du point de vue technique, pour améliorer l'appareillage, l'équipe a déjà commencé à réaliser un upgrade de l'électronique (distribution de tensions) du déclencheur du spectromètre à muons. A plus long terme, le groupe étudie, dans le cadre de l' « upgrade » du spectromètre à muons, un nouveau détecteur de très haute granularité à installer près du vertex d'interaction, destiné à améliorer, entre autres, la résolution en masse du spectromètre. Les études sont en cours et un « technical proposal » est envisagé pour mi- 2011.

En ce qui concerne l'équipe « Physique hadronique », malgré des résultats de grande qualité et un rôle reconnu du LPC, l'activité du laboratoire auprès de JLab s'arrête du fait d'un effectif devenu trop faible après l'arrêt de la chaire d'excellence et le départ de son détenteur. La décision, comprise et courageuse, a été prise par la tutelle IN2P3 et le laboratoire. L'activité auprès de MAMI continue dans les mêmes conditions que précédemment, une implication réduite (une physicienne) mais efficace, productive et reconnue et sans contributions techniques.

- **Conclusion**

- Avis global sur l'équipe

L'équipe « Matière nucléaire » qui englobe les groupes FOPI, NA60, Phenix et ALICE semble exemplaire : d'une part, par sa production scientifique et ses réalisations techniques de premier plan, aussi bien auprès des expériences en fin d'exploitation que d'ALICE, et d'autre part, par sa stratégie/vision à long terme en ayant réussi le regroupement des forces, nécessaire pour avoir un impact dans une collaboration de la taille d'ALICE, et en s'étant bien préparé à l'exploitation des premières données issues d'ALICE.

Des réalisations techniques remarquables ont été également accomplies par l'équipe « Physique hadronique » et les services techniques du laboratoire (calorimètre électromagnétique, polarimètre Compton ...).

De manière générale, tous les groupes de la thématique participent à des collaborations auprès de laboratoires internationaux, ayant des moyens et une politique scientifique à moyen et long terme.

- Points forts et opportunités

- réalisations techniques de premier plan, expertise en analyses de données, prises de responsabilité (scientifiques et de management/organisation au sein des diverses collaborations)

- Points à améliorer et risques

- l'équipe est constituée de nombreux enseignants-chercheurs dont l'activité de recherche sur ALICE dépend en grande partie de « (demi-) délégations » de la part de l'Université. Veiller à ce que l'attribution de ces délégations perdure dans l'avenir ou/et que l'équipe soit renforcée par des chercheurs CNRS.
- concernant la sonde électromagnétique, la faiblesse des effectifs, devenant sous-critiques, compromet la possibilité de projet. Ceci pointe la fragilité de petits groupes très sensibles aux moindres variations d'effectifs et donc la pérennité de ces groupes.

- Recommandations

- la pérennisation de l'équipe doit être assurée au niveau des moyens humains et matériel.



- Intitulé de l'équipe : Théorie
- Responsable : M. J.F. MATHIOT
- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	3	3
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	2	2
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	3	1
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	-	-
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	-	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	1	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	3

- Introduction

L'équipe de Théorie du LPC comprend actuellement 1 Professeur, 2 Maîtres de Conférences et 2 chercheurs CNRS (1 DR2 et 1 CR1). Elle a recruté récemment une CR1 (2009) et une Maître de Conférences (2008). Cette dernière est actuellement détachée pour deux ans au sein de la division théorique du CERN. Un Maître de Conférences a pris sa retraite en 2009. Les membres non permanents comprennent, en 2011, une post-doctorante (financement Université), un ATER et 3 doctorants. L'équipe a régulièrement des invités pour des périodes de un à trois mois.

L'équipe de théorie développe ses propres thèmes de recherche en physique des particules et en physique hadronique. Elle apporte également un soutien théorique aux activités expérimentales du laboratoire.

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production

Ces quatre dernières années l'équipe a produit des travaux de grande qualité dans le cadre de la physique du Modèle Standard et de ses extensions.

Il faut noter un ensemble de travaux originaux, sur des aspects purement théoriques, où des progrès substantiels ont été réalisés sur les méthodes de renormalisation non-perturbatives en théorie des champs sur le front de lumière, avec l'exploitation d'une nouvelle méthode de régularisation. Les méthodes développées trouvent un large champ d'application (ajustage fin de la masse du Higgs, moment magnétique anormal) au delà des questions de physique hadronique (description des états liés relativistes, théorie effective chirale) qui étaient au cœur des motivations de départ.

D'autres travaux, dans le domaine non perturbatif, concernent les calculs de QCD sur le réseau. Les contributions se situent au niveau algorithmique (pour traiter les délicats problèmes de changement de jauge) et au niveau des observables physiques (constantes de renormalisation, puzzle  $t_{1/2}$   $t_{3/2}$  dans les désintégrations des mésons B).

L'équipe possède également une expertise dans la phénoménologie des modèles supersymétriques, minimaux et non minimaux (NMSSM) et dans les modèles avec dimensions supplémentaires. Les travaux se situent aux deux niveaux : formels et phénoménologiques. Cette expertise lui permet de contribuer à des sujets de grande actualité





dans le cadre de l'exploitation en cours du LHC. D'autre part, elle exprime un intérêt tout particulier pour les implications de la physique au delà du Modèle Standard en physique des astroparticules et en cosmologie (matière noire, univers primordial, densités reliques).

Le nombre de publications dans des revues internationales à comité de lecture est de 18 sur 4 ans (avec 7 autres articles parus fin 2010 et plus d'une dizaine soumis). On note 12 Comptes Rendus de conférences et 9 parus récemment. Deux thèses et 1 HDR ont été soutenues au sein de l'équipe.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement**

Les travaux réalisés sont utiles à la communauté : développement des algorithmes en QCD sur réseau, mise à disposition de la communauté des codes "Superlso" (physique des saveurs lourdes en SUSY) et " Superlso Relic" (densités reliques dans le cadre de modèles non standards), article de revue récent sur le NMSSM qui s'inscrit très bien dans les recherches actuelles menées au LHC.

L'équipe a un large réseau de collaborateurs parmi les théoriciens français (Montpellier, Lyon, Orsay, Annecy, Marseille) et européens (Allemagne, Portugal, Espagne, Russie, CERN). Elle a une grande visibilité dans la communauté française grâce à ses travaux mais également grâce à sa participation active à la vie scientifique : responsabilité du GDR SUSY, activités au sein de la SFP, organisation de rencontres (Cargèse, Moriond).

Plusieurs membres du groupes ont des responsabilités nationales (CNU, comité de financement IN2P3, Commission 02, Conseil national SFP), locales (SFP Auvergne) et dans l'Université (Conseil Scientifique, Conseil d'UFR, Conseil de département).

Le prix Jean Perrin a été attribué en 2009 à un membre de l'équipe pour la diffusion de la culture scientifique.

L'équipe a également une forte implication dans l'enseignement : 4 Master de Physique et responsabilité de la préparation à l'Agrégation. Elle est également active en matière de diffusion de la culture scientifique. Ceci contribue indéniablement à la visibilité de l'équipe au sein de l'Université et ces efforts doivent être encouragés.

En résumé, l'équipe est très bien impliquée dans la vie du laboratoire et dans le contexte expérimental. Les deux derniers recrutements apportent des compétences nouvelles dans des thématiques proches de celles des expérimentateurs du LPC (LHC, astroparticules). Elles permettront d'augmenter les interactions théoriciens-expérimentateurs, en particulier dans le cadre des thèses en cours au laboratoire.

- **Appréciation sur la stratégie et le projet**

Le projet proposé est cohérent. Il se situe dans la continuité des travaux antérieurs avec d'avantage d'accent mis sur les liens entre la physique des particules et la cosmologie. Il s'appuie également sur les nouvelles compétences apportées à l'équipe par les deux physiciennes recrutées récemment.

- **Conclusion**

- Avis global sur l'équipe

Cette équipe de théoriciens, dont la pyramide des âges est relativement équilibrée, apporte un véritable "plus" à la vie scientifique du LPC, tout en conservant les degrés de liberté nécessaires à une activité théorique autonome.

- Points forts et opportunités

- contributions de grande qualité à des sujets d'actualité
- forte implication du groupe théorie dans les structures locales (laboratoire, département, universités) et nationales.
- reconnaissance et visibilité locales, nationales et internationales.

- Points à améliorer et risques

- il n'y a pas de points visibles à améliorer pour cette petite équipe, jeune et dynamique





- l'équipe étant très appréciée par les expérimentateurs et étant soutenue par le laboratoire il n'y a pas de risque évident à l'heure actuelle

– **Recommandations**

- la pérennisation de cette équipe doit être assurée au niveau des moyens humains et matériels.
- il est très important pour des théoriciens de pouvoir bénéficier de possibilités d'invitations pour de courtes ou de moyennes périodes. Le comité encourage le LPC à demander auprès de ses tutelles (Université, IN2P3) d'en assurer régulièrement le financement. La demande de l'équipe de bénéficier de deux post-doctorants est légitime. Le recrutement d'un enseignant-chercheur doit pouvoir être envisagé à moyen terme.

• **Intitulé de l'équipe : Recherches Pluridisciplinaires**

Les recherches pluridisciplinaires représentent 25% de l'activité du LPC Clermont Ferrand. Elles sont développées au sein de 4 sous-groupes:

- Application et Valorisation de l'Interaction Rayonnement Matière (AVIRM, responsable M. Gérard MONTAROU),
- Plateforme de Calcul pour les Sciences du Vivant (PCSV, responsable Mme Lydia MAIGNE),
- Physique Nucléaire Appliquée aux Biomatériaux (PNAB, responsable M. Edouard JALLOT),
- Thermoluminescence (TL, responsable M. Didier MIALLIER).

Ces groupes sont constitués de 11 physiciens permanents.

• **Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :**

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	9	9
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	2	2
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	3	5
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)		
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)		
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	9	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	5	5

• **Introduction**

Les thèmes de recherche abordés par ce groupe sont:

- Simulation des effets des rayonnements ionisants au niveau de l'ADN (AVIRM et PCSV) ;
- Imagerie de contrôle pour les irradiations par ions carbone (AVIRM) ;
- Mise en place d'une Plateforme sur les Applications et la Valorisation de l'Interaction Rayonnement Matière (AVIRM, projet PAVIRMA) ;
- Développement et utilisation de grilles de calculs pour le médical et la biologie (PCSV) ;



- Physique et informatique médicale (PCSV) ;
- Caractérisation de bio-matériaux à l'aide de micro faisceaux d'ions (PNAB) ;
- Datation des épisodes éruptifs de volcans par thermoluminescence (TL) ;
- Mesures de faibles radioactivités pour l'environnement (TL).

- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production**

Les groupes AVIRM et PCSV participent activement à la collaboration GEANT4 ADN qui regroupe plusieurs laboratoires français et européens. L'enjeu de ces travaux est de simuler au niveau de l'ADN les effets des rayonnements ionisant (cassures simples ou double brins). Cela devrait permettre ensuite d'en déduire les effets à court, moyen et long terme en utilisant les modèles biologiques appropriés. L'interface GATE, qui permet une utilisation de GEANT4 par des non-spécialistes de GEANT4, est développée par le groupe PCSV qui a plus particulièrement contribué à la réalisation d'un algorithme de reconstitution d'images 3D par Tomographie d'Emission Mono-Photonique. Il participe également à la validation des modèles électromagnétiques de basse énergie, présents dans GEANT4 par comparaison avec d'autres simulations.

Le groupe AVIRM développe des systèmes de contrôle en ligne d'irradiation par ions carbone, soit par détection de beta+ issus des noyaux formés au cours de collisions entre le projectile et les noyaux présents dans les tissus humains (projet INNOTEP, piloté par le LPC Clermont-Ferrand) soit en détectant les produits des collisions noyaux-noyaux, et en particulier les gammas (ANR Gamhadron). Ces sujets sont en lien direct avec le projet de centre de traitement par ions carbone ETOILE à Lyon. Ces activités correspondent aussi à des thèmes de recherche développés dans le cadre du GDR MIZB au niveau de l'IN2P3. Un membre du groupe AVIRM, est le directeur de ce GDR. Les programmes d'imagerie sont soutenus par le projet européen ENVISION. Ces thèmes de recherche s'intègrent dans le cadre des thématiques du GDR MIZB ainsi que dans les projets "santé" de la commission européenne. Ils donnent lieu à des collaborations avec des équipes d'autres laboratoires de l'IN2P3 et du CEA. Le groupe AVIRM est également bien implanté localement via sa contribution au projet PAVIRMA de plateforme d'irradiation X et neutrons.

Le groupe PCSV développe l'utilisation des grilles de calcul pour améliorer et/ou accélérer des études dans les domaines de la biologie et de la médecine. Le projet Auvergrid piloté par le LPC Clermont-Ferrand a pour but d'optimiser la comparaison de séquences d'ADN. Le groupe a contribué à la mise en place d'un système de planification de traitement qui utilise GATE sur une grille de calcul. Cet outil a été testé sur un centre de traitement en France et sur un centre de traitement au Vietnam. L'utilisation des grilles pour accélérer les recherches de nouveaux médicaments a également été explorée dans le cadre des projets BioInfoGrid, EGEE et EMBRACE. Ce thème fait l'objet d'un LIA avec la Corée du Sud dans lequel le LPC Clermont-Ferrand est porteur. Le groupe a développé le logiciel WPE qui permet d'utiliser des données médicales réparties sur plusieurs centres afin d'améliorer les recherches sur des médicaments. Cet outil générique a été utilisé notamment pour suivre l'évolution du virus H1N1. Ces études sont réalisées dans le cadre de collaborations internationales regroupant plusieurs laboratoires asiatiques, européens et un laboratoire d'Afrique du Sud. Ces travaux ont permis de sélectionner plus efficacement et plus rapidement les molécules les plus efficaces pour la malaria, la grippe aviaire et le diabète. Cinq brevets ont été déposés.

Le groupe PCSV participe au développement de la modélisation à plusieurs niveaux de systèmes biologiques complexes. Le but final est de pouvoir corréliser les informations issues des codes de calculs physiques aux effets biologiques qui résultent de l'interaction des rayonnements ionisants avec les tissus vivants. La première phase de cette étude consiste en la mise au point d'automates cellulaires permettant de générer des organes humains virtuels.

L'utilisation de micro-faisceaux d'ions pour caractériser avec une extrême sensibilité des matériaux développés pour la biologie (bio-matériaux) est étudiée par le groupe PNAB. Leurs études se concentrent plus particulièrement sur des substituts osseux et leurs interactions avec les tissus vivants environnants. Ces travaux ont permis de mettre en évidence des transferts d'ions entre les tissus vivants et ces bio-matériaux. Ces travaux sont réalisés dans le cadre de projets financés par l'ANR (BIOVERRES/PNANO, NANOSHAP, NANOBONEFILLER) ou par l'INSERM (PRO A). Une collaboration étroite avec le CENBG de Bordeaux permet à l'équipe d'accéder au micro-faisceau de la plateforme AIFIRA. Ces travaux ont donné lieu à un brevet mondial financé par le CNRS.

Le groupe TL se consacre au développement et à l'application de la méthode de datation par thermoluminescence et à la mesure des faibles radioactivités. Ces techniques permettent de dater les éruptions volcaniques d'après les produits de ces éruptions et d'établir une chronologie relative et absolue entre différents épisodes éruptifs. Leurs travaux de datation des épisodes éruptifs ont conduit à une révision de la chronologie des volcans les plus jeunes de la Chaîne des Puys. Ces nouvelles données ont donné un gain d'activité dans l'étude de la



géologie de la région. Dans l'avenir, les appareils de mesure de thermoluminescence seront améliorés afin d'en faciliter leur utilisation et d'en accroître l'efficacité. Cette équipe a également développé une méthode de caractérisation de détecteurs germanium destinés à la radioprotection en se basant notamment sur des simulations GEANT4. Il contribue également à des mesures sur la qualité de l'air de l'agglomération Clermontoise en détectant les concentrations de  $^{137}\text{Cs}$  et de  $^7\text{Be}$ .

Les recherches pluridisciplinaires génèrent une production scientifique importante (58 articles dans des revues à comités de lecture, 48 contributions dans des conférences avec actes et plus de 100 présentations dans des conférences nationales et internationales), et de très grande qualité (un article le plus cité en 2009 dans la revue "Physics in Medicine and Biology", Prix de la Valorisation IN2P3, dépôts de brevets internationaux). Une douzaine de Workshops ou de conférences ont été organisés par les membres du groupe "Recherches pluridisciplinaires", ce qui montre une grande vitalité et un rôle moteur des membres de ce groupe dans les domaines qu'ils couvrent. Ces travaux s'inscrivent dans des programmes soutenus au niveau régional, national et international.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement**

Les équipes de recherche pluridisciplinaires du LPC Clermont-Ferrand disposent d'une excellente visibilité au niveau international, national et régional grâce aux nombreuses collaborations qu'elles ont nouées. Les membres de ces équipes ont été invités dans 13 conférences internationales.

Certains de ces membres exercent des responsabilités au niveau national (direction du GDR M2B, implication dans le projet ETOILE, direction de l'Institut des Grilles du CNRS, coordinations et responsabilités dans les projets BIOVERRES, NANOSHAP et NANOBONEFILLER), et internationales (coordination pour le CNRS des projets européens ENVISION et ENTERVISION, coordination des groupes de travail sur les grilles de calcul des projets européens EMBRACE, EGEE-II, BioInfoGRID). Le LPC Clermont-Ferrand est porteur d'un LIA avec la Corée du Sud. Ses études portant sur l'utilisation des techniques de la physique nucléaire pour la vulcanologie et les mesures environnementales, et sur la mise en place d'une grille de calcul régionale (projet Auvergrid) marquent un ancrage profond des activités de recherche pluridisciplinaires dans le tissu régional. Ces activités permettent d'attirer un nombre important d'étudiants (9 pour la période 2007-2011). Les financements obtenus dans le cadre de projets soutenus par l'ANR et des collaborations permettent à ces équipes de financer des études doctorales, mais aussi postdoctorales. La vitalité de ce groupe et son rayonnement sont impressionnants au regard du faible nombre de physiciens permanents.

- **Appréciation sur le projet**

Ces programmes vont être poursuivis au cours des prochaines années. Les systèmes de contrôle en ligne seront étudiés dans le cadre du programme européen ENVISION et de l'ANR Gamhadron. Le groupe va également collaborer à l'élaboration d'un modèle biophysique pour estimer les dégâts biologiques induits par des rayonnements ionisants. Ces études passeront par la mise en place d'une plateforme d'irradiation X et neutrons (projet PAVIRMA) qui permettra de constituer une base de données de référence. Ces travaux seront utiles pour le futur centre de traitement ETOILE et le futur centre de recherches ARCHADE. Le développement et l'utilisation de grilles de calcul pour la biologie et la médecine seront poursuivis au cours de ces prochaines années. L'interface GATE sera également améliorée afin de la rendre utilisable en routine par des physiciens médicaux. Son utilisation sur des grilles de calculs devrait permettre à terme de disposer d'un système de planification de traitement performant. La caractérisation et la qualification de substituts osseux et cartilagineux à l'aide de micro faisceaux d'ions sur la plateforme AIFIRA sera également poursuivi et représente un enjeu important pour les pathologies osseuses. Les techniques de datation par thermoluminescence seront poursuivies sur les volcans du Massif-Central ainsi que sur des volcans chiliens et équatoriens. Le projet de tomographie des volcans en utilisant les muons atmosphériques (projet TOMUVOL) permet une utilisation originale des rayonnements cosmiques pour l'étude de la structure interne des volcans et peut potentiellement devenir un outil de surveillance efficace.

Ces activités seront principalement financées par des financements ANR, ou par des financements européens. Il est important de pérenniser ces sources de financements pour pouvoir conduire ces projets à leurs termes.

Ces activités ne pourront être conduites qu'avec un soutien technique fort du LPC. La volonté de la direction du LPC Clermont-Ferrand de maintenir les activités des recherches pluridisciplinaire à un niveau de 25% constitue une force. Cependant, le faible nombre de permanents nécessite aussi la présence d'un nombre important d'étudiants en thèse et de collaborateurs non permanents. Ce faible nombre de permanents risque de ne pas permettre d'assumer



avec la même efficacité toutes les responsabilités et les engagements pris par le groupe sans un flux régulier d'étudiants ou de post-docs ou sans l'apport d'un membre permanent supplémentaire. Il faut veiller à ce que le nombre d'étudiant soit en adéquation avec les capacités d'encadrement des groupes que les études puissent être menées dans les meilleures conditions possibles.

- **Conclusion**

- Avis global sur l'équipe

Le groupe de recherches pluridisciplinaire est un groupe globalement très actif et très visible sur le plan régional, national et international. Il joue un rôle moteur dans un grand nombre de programmes dans lesquels il est impliqué. Certains de ces membres exercent des responsabilités au niveau national et international. Ces programmes de recherche sont bien en adéquation avec les programmes nationaux et locaux.

- Points forts et opportunités

- une grande vitalité et une production scientifique d'excellente qualité
    - un grand rayonnement scientifique, tant sur le plan local, national et international
    - une attractivité auprès des étudiants
    - un bon ancrage des thèmes scientifiques dans les programmes régionaux, nationaux et internationaux
    - la volonté de la direction de maintenir à un niveau de 25% les activités du groupe de recherches pluridisciplinaires

- Points à améliorer et risques

Un des principaux risques est lié au faible nombre de membres permanents. Si le flux d'étudiants en thèses ou en études postdoctorales venait à diminuer ou à se tarir, de nombreuses recherches ne pourraient plus être conduites dans de bonnes conditions. L'autre risque est lié aux sources de financement de ces projets. En effets, les sources actuelles (ANR, projets européens) sont limitées dans le temps. La fin ou le non-renouvellement de ces financements remettrait en question les activités du groupe.

- Recommandations

Il faut veiller à ce que le nombre d'étudiants soit en adéquation avec les capacités d'encadrement des groupes pour que les études puissent être menées dans les meilleures conditions possibles.



Intitulé UR / équipe	C1	C2	C3	C4	Note globale
Laboratoire de Physique Corpusculaire (LPC)	A+	A	A+	A	A
<i>Physique des Particules et Astroparticules</i>	A+	A+	Non noté	A+	A+
<i>Matière nucléaire</i>	A+	A+	Non noté	A+	A+
<i>Théorie</i>	A+	A	Non noté	A	A
<i>Activités pluridisciplinaires</i>	A+	A	Non noté	A	A

C1 - Qualité scientifique et production

C2 - Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement

C3 - Gouvernance et vie du laboratoire

C4 - Stratégie et projet scientifique

## Statistiques de notes globales par domaines scientifiques

(État au 06/05/2011)

### Sciences et Technologies

Note globale	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	Total
A+	6	9	12	8	12	11	58
A	11	17	7	19	11	20	85
B	5	5	4	10	17	8	49
C	2	1	2				5
Total	24	32	25	37	40	39	197
A+	25,0%	28,1%	48,0%	21,6%	30,0%	28,2%	29,4%
A	45,8%	53,1%	28,0%	51,4%	27,5%	51,3%	43,1%
B	20,8%	15,6%	16,0%	27,0%	42,5%	20,5%	24,9%
C	8,3%	3,1%	8,0%				2,5%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

## Intitulés des domaines scientifiques

### Sciences et Technologies

ST1 - Mathématiques

ST2 - Physique

ST3 - Sciences de la terre et de l'univers

ST4 - Chimie

ST5 - Sciences pour l'ingénieur

ST6 - Sciences et technologies de l'information et de la communication

Monsieur Pierre GLORIEUX  
Directeur de la section des Unités de Recherche  
Agence d'Evaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (AERES)  
20 rue Vivienne  
75002 Paris

N/Ref : 06-2011/DRP

Monsieur le Directeur,

Nous nous associons aux remerciements émis par la direction du "**Laboratoire de Physique Corpusculaire de Clermont-Ferrand**" (LPC UMR 6533) aux membres du comité d'évaluation pour la qualité de leur travail. Vous trouverez ci-jointe la réponse de l'équipe de direction du laboratoire.

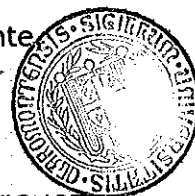
Nous partageons l'avis positif du comité qui évalue l'unité de recherche comme un laboratoire bien implanté et jouant un rôle reconnu aux niveaux local, national et international.

Il est vrai comme souligné dans le rapport, que le soutien de l'Université Blaise Pascal au développement de cette unité de recherche et en particulier des axes transversaux, est conséquent et ne s'est jamais démenti. Soyez assuré de la poursuite de ce soutien dans les années à venir.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de nos salutations distinguées.

Clermont-Ferrand, le 02 avril 2011

La Présidente



Nadine LAVIGNOTTE.



Laboratoire de Physique Corpusculaire  
de Clermont-Ferrand

## Rapport AERES : Réponse du LPC

La direction du LPC remercie le Comité pour ce travail très exhaustif et qui reflète parfaitement la situation au LPC. La Direction tiendra le plus grand compte des recommandations.

Nous souhaitons apporter les précisions suivantes.

- Dans le tableau page 3, on note que pour la ligne N3 correspondant à « *Autres chercheurs et enseignants chercheurs y compris post doc* » le nombre diminue fortement entre le Bilan et le Projet. Ceci est normal car il s'agit de personnels non permanents, et nous ne pouvons connaître à ce jour les embauches futures de CDD.
- Page 4, au sujet des possibilités d'encadrement de thèses dans le domaine du Pluridisciplinaire. Il convient de noter qu'il y a dans ce cas beaucoup de codirections de thèses à 50%, avec le domaine des sciences pour l'ingénieur ou des sciences du vivant, ce qui permet d'assumer dans de bonnes conditions le flux actuel de doctorants.
- Page 11, dans les recommandations concernant le faible nombre de physiciens pour l'activité « *Astroparticules* ». Nous souhaitons rappeler qu'une stratégie de renfort à court et moyen termes a été élaborée afin de minimiser ce risque : renfort en 2012 d'un CR1 en provenance par mutation de l'IPNL, affichage d'un poste d'enseignant chercheur au concours 2012, et arrêt des activités TOMUVOL et ANTARES en 2013 qui permettra de dégager un temps plein supplémentaire pour cette nouvelle activité.
- Page 19 : il semble qu'il manque l'activité TOMUVOL qui a bien été présentée au Comité. De plus, dans la rubrique « *Attractivité* » page 21, nous souhaitons rappeler que les activités TOMUVOL, la grille de calcul et l'activité TL font partie du Labex CLERVOLC qui a été accepté avec la note A+.

Alain BALDIT  
Directeur du LPC

JM/EA/VK/110186DIR

Monsieur Pierre Glorieux  
Directeur de la section des  
Unités de Recherche  
AERES  
20 Rue Vivienne  
75002 Paris

Paris, le 13 avril 2011



Objet : Observations de l'IN2P3 sur le rapport d'évaluation du LPC Clermont-Ferrand.

Monsieur le Directeur,

J'ai pris connaissance du rapport d'évaluation du Laboratoire de Physique Corpusculaire de Clermont-Ferrand (UMR 6533). Je remercie le comité d'évaluation pour la qualité du travail accompli.

Les conclusions du rapport représentent un guide précieux pour la politique scientifique future du laboratoire. Des corrections factuelles ainsi que les remarques du directeur du laboratoire vous ont été transmises avec mon approbation par l'Université Blaise Pascal.

Recevez, Monsieur le Directeur, l'assurance de ma considération.

Jacques Martino,  
Directeur de l'IN2P3