

HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Entités de recherche

Évaluation du HCERES sur l'unité :

Laboratoire de Physique Subatomique & Cosmologie

LPSC

sous tutelle des

établissements et organismes :

Centre National de la Recherche Scientifique – CNRS

Université Joseph Fourier – Grenoble - UJF

Grenoble INP

HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Entités de recherche

Pour le HCERES,¹

Didier HOUSSIN, président

Au nom du comité d'experts,²

Philippe BLOCH, président du comité

En vertu du décret n°2014-1365 du 14 novembre 2014,

¹ Le président du HCERES "contresigne les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts et signés par leur président." (Article 8, alinéa 5)

² Les rapports d'évaluation "sont signés par le président du comité". (Article 11, alinéa 2)

Rapport d'évaluation

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous.
Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité.

Nom de l'unité :	Laboratoire de Physique Subatomique & Cosmologie
Acronyme de l'unité :	LPSC
Label demandé :	Unité Mixte de Recherche
N° actuel :	UMR 5821
Nom du directeur (en 2014-2015) :	M. Arnaud LUCOTTE
Nom du porteur de projet (2016-2020) :	M. Arnaud LUCOTTE

Membres du comité d'experts

Président : M. Philippe BLOCH, CERN, Suisse

Experts :

- M. Arnaud DUPERRIN, Université Aix-Marseille et CPPM, Marseille
(représentant du CoCNRS)
- M. Pierre ANTILOGUS, Université Pierre et Marie Curie et LPNHE Paris,
- M^{me} Magali ESTIENNE, SUBATECH Nantes
- M. Cheik DIOP, DEN CEA Saclay
- M. Aldo DEANDREA, Université Claude Bernard et IPNL Lyon
(représentant du CNU)
- M. Terence GARVEY, Paul Scherrer Institute, Suisse
- M^{me} Agnès GRANIER, Institut des Matériaux Jean Rouxel, Nantes

Délégué scientifique représentant du HCERES :

M. Cristinel DIACONU

Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M^{me} Karine ARGENTO, CNRS

M. Didier BOUVARD, Grenoble INP

M. Johan COLLOT (directeur de l'École Doctorale de Physique (ED n° 47))

M. Jacques MARTINO, CNRS-IN2P3

M. Jean-Pierre TRAVERS, Université Grenoble Alpes

1 • Introduction

Historique et localisation géographique de l'unité

Les recherches en physique nucléaire ont motivé la création de l'Institut des Sciences Nucléaires (ISN) à Grenoble en 1967. Dans les années 1970-80, les équipes du laboratoire ont concentré leur activité auprès des faisceaux d'ions lourds accélérés par des cyclotrons (système d'accélération Rhône-Alpes : SARA) et de neutrons produits par l'Institut Laue Langevin (ILL) ou auprès de la centrale nucléaire de Bugey. Par la suite, le laboratoire a élargi son champ d'actions dans le cadre de projets nationaux et internationaux auprès d'installations et de laboratoires implantés dans le monde entier : GANIL (France), CERN et PSI (Suisse), IRAM (Espagne), FermiLab et Jefferson Laboratory (USA) et RIKEN (Japon), et a ouvert son champ d'investigation, initialement orienté vers les échelles infiniment petites, à l'autre extrême, celui de l'infiniment grand. Des équipements et grands instruments ont ainsi été conçus pour être utilisés, auprès des accélérateurs (SPIRAL), des collisionneurs (LEP et LHC), ainsi qu'au sein d'expériences organisées autour de vols ballons (missions CREAM à Kiruna et McMurdo), installées sur la station spatiale internationale (AMS) ou encore embarquées dans des missions spatiales (PLANCK). Les thématiques du laboratoire ayant été développées et étendues, l'ISN a changé de nom en 2003 pour devenir le Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie, ou LPSC.

Le LPSC est une UMR tripartite entre le CNRS (avec l'IN2P3 comme institut principal, l'INSU et l'INSIS comme instituts secondaires) et deux universités scientifiques de Grenoble (UJF et Grenoble INP). Le laboratoire est hébergé par l'université Joseph Fourier à Grenoble, sur le polygone scientifique.

Équipe de direction

Le laboratoire comprend des équipes de recherche regroupées depuis 2014 au sein de 4 thématiques (contre 7 précédemment) : « des particules aux noyaux », « astroparticules, cosmologie et neutrinos », « enjeux sociétaux » et « accélérateurs, sources d'ions et plasmas ». Ces groupes s'appuient sur 8 services techniques ou administratifs et 5 plateformes technologiques.

Depuis septembre 2014, l'équipe de direction inclut un comité de direction composé de huit membres : quatre chercheurs et quatre ingénieurs ou techniciens. En plus du rôle de conseil, chaque membre du comité a chacun une mission dédiée qui permet de couvrir les aspects suivants : la gestion des ressources financières et humaine du laboratoire, la responsabilité technique et de suivi des projets, la représentation au sein du pôle recherche de l'université, la représentation au sein du pôle enseignement de l'université, l'organisation conférences, séminaires, écoles, prospectives et des projets européens en lien avec nos tutelles, la démarche qualité des projets, la coordination des activités de valorisation, et enfin le suivi des doctorants et post-doctorants.

Nomenclature HCERES

ST2 Physique

Effectifs de l'unité

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	28 (27.2)	28
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	38 (37.2)	37
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	89 (87.6)	88
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	14+31	4 présents au 01/01/2015 Pas de visibilité au-delà 3
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	6	2
TOTAL N1 à N6	206	157

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
Doctorants	32	
Thèses soutenues	53	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	7	
Nombre d'HDR soutenues	13	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	44	41

2 • Appréciation sur l'unité

Avis global sur l'unité

Le Laboratoire de Physique Subatomique & Cosmologie (LPSC) est un des principaux laboratoires de l'IN2P3. Le spectre des thématiques couvertes dans le laboratoire est très large, depuis la physique des particules (théorie et expérience), le domaine des astroparticules et la cosmologie, la physique nucléaire, jusqu'aux recherches appliquées (accélérateurs, réacteurs nucléaires) et les applications sociétales. Les chercheurs sont très fortement impliqués au sein des universités Grenobloises.

Les chercheurs et enseignants-chercheurs du LPSC contribuent aux grandes expériences internationales de leur thématique, par exemple aux expériences ATLAS et ALICE au CERN, à l'étude du fond cosmologique avec le satellite Planck, à celle des rayons cosmiques avec l'observatoire international Pierre Auger ou sur l'ISS (AMS02). Ils sont aussi fortement ancrés dans le tissu scientifique local, avec des collaborations avec l'ILL ou l'IRAM. Dans les domaines appliqués, les recherches se font remarquer par des thèmes originaux dans le paysage scientifique Français tels que l'étude des réacteurs ADS (pilotes par accélérateur), les plasmas micro-onde ou les sources d'ions ECR haute fréquence, et sont source de valorisation. Les équipes expérimentales s'appuient sur des services techniques très performants en instrumentation, mécanique, électronique et informatique. L'organisation du laboratoire et l'animation scientifique offrent un cadre stimulant aux chercheurs et enseignants-chercheurs et au personnel technique. Il en résulte une excellente production scientifique.

Malgré les incertitudes dues au mode de financement de plus en plus dépendant des appels à projets ou des projets extérieurs, le laboratoire a développé une stratégie cohérente pour les prochaines années.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le LPSC est un des grands laboratoires de l'Institut National de Physique Nucléaire et Physique des Particules (IN2P3, CNRS, UJF, Grenoble INP).

Une partie de sa force repose sur sa capacité à couvrir la gamme complète des domaines offerts par l'Institut qui combine recherche fondamentale et recherche technologique.

En physique fondamentale, les compétences du LPSC permettent la conception, la construction et l'exploitation des détecteurs, le traitement et l'analyse des données, y compris leurs interprétations théoriques. Le LPSC est partie prenante de projets internationaux de tout premier plan. En physique des particules, après avoir joué un rôle moteur dans l'analyse de l'expérience D0 au Tevatron (FNAL, USA), l'équipe s'est recentrée sur l'expérience ATLAS au CERN. Le calorimètre électromagnétique, que le LPSC a contribué à construire et à exploiter, a été un dispositif essentiel dans la découverte du boson de Higgs. En cosmologie, le groupe a apporté une contribution majeure à la mission Planck et travaille sur des thématiques (par exemple la polarisation du fond cosmologique) qui sont au cœur du débat scientifique actuel. En physique nucléaire, un groupe a construit et calibré une grande fraction du calorimètre électromagnétique de l'expérience ALICE au CERN qui étudie un nouvel état de la matière, le plasma de quarks et de gluons.

En parallèle, des équipes contribuent à des projets plus petits mais très originaux, comme l'étude de la gravitation à courte distance avec des neutrons ultra-froids, l'étude des amas de galaxies avec une nouvelle génération de détecteurs (KIDs), la recherche directionnelle de matière noire ou la recherche de neutrinos stériles.

Le LPSC contribue fortement aux applications dans les domaines de l'énergie nucléaire, des accélérateurs, des applications médicales et des plasmas froids :

- en physique des réacteurs, le LPSC a une compétence presque unique en France sur les réacteurs pilotés par accélérateur (ADS), ce qui lui permet de participer à des grands projets Européens et de collaborer avec les acteurs mondiaux dans ce secteur. Le groupe, spécialisé aussi dans les réacteurs à sel fondu et le cycle thorium, participe activement aux études sur les réacteurs de quatrième génération ;
- dans le domaine des accélérateurs et des sources d'ions, les équipes (dont certaines sont spécialisées dans les sources ECR à haute fréquence) ont fourni des équipements importants pour SPIRAL2 ;
- en contact étroit avec le CHU de Grenoble, l'équipe des applications médicales développe un appareillage destiné à contrôler précisément les doses radiologiques reçues par les patients ;

- les recherches sur les plasmas microonde et leurs applications dans le domaine de l'énergie représentent aussi une compétence unique en France.

Tous ces travaux sont sources d'applications sociétales, de valorisation et de contacts étroits avec l'industrie.

Les équipes du laboratoire s'appuient sur quatre services techniques performants (électronique, informatique, instrumentation, mécanique, au total environ 65 employés) qui offrent la panoplie complète des compétences nécessaires à la réalisation des projets expérimentaux.

La force du LPSC repose aussi sur son personnel dynamique et compétent. La stabilité des effectifs et la jeunesse du personnel (la pyramide des âges des personnels permanents présente un profil quasi-plat entre 30 et 60 ans) sont aussi un atout essentiel.

Un nombre important des chercheurs du LPSC est impliqué dans des tâches d'enseignement universitaire, et certains d'entre eux ont des responsabilités majeures dans les écoles doctorales, l'organisation des masters ou l'administration des universités grenobloises (Université Joseph Fourier, Grenoble INP). Cette activité draine un nombre important d'étudiants et de doctorants vers le laboratoire.

Le LPSC a un très bon ancrage dans le paysage scientifique local qui est particulièrement porteur dans la région grenobloise : le laboratoire a de nombreuses collaborations avec les établissements locaux (ILL, IRAM, LNCMI etc.). Récemment, dans le cadre de la COMUE Grenoble Alpes et du Labex ENIGMASS, le LPSC s'est aussi rapproché d'autres acteurs régionaux comme le LAPP Annecy.

La qualité des équipes et des recherches a permis au LPSC de participer avec succès à de nombreux appels à projets (14 ANR, 3 Labex, 1 Equipex, plusieurs projets européens) au cours du dernier quinquennal. Ces ressources propres, combinées avec les produits de valorisation, assurent près de 40 % du budget hors personnel.

Toutes les qualités mentionnées ci-dessus ont permis au LPSC une excellente production scientifique au cours des cinq dernières années, en forte progression par rapport au quinquennal précédent.

Points faibles et risques liés au contexte

A l'exception du groupe ATLAS/D0 et du groupe de physique des réacteurs, le LPSC se caractérise par des équipes de taille réduite qui n'incluent souvent que quelques chercheurs permanents. Cette situation offre une grande vulnérabilité aux mutations et au départ de chercheurs. Il ne s'agit pas d'une menace théorique mais d'une réalité qui a déjà frappé certains groupes du LPSC. L'équipe de physique théorique a, par exemple, été fortement affectée en 2009 par des départs, ce qui a fait disparaître certaines thématiques et demandé au groupe un grand effort, couronné de succès, pour recentrer et stabiliser ses activités. L'équipe « Structure Nucléaire » a subi récemment le départ d'un chercheur qui met en danger sa pérennité.

La petite taille des équipes reflète aussi le grand nombre des projets. La diversité des programmes est une richesse du laboratoire, mais elle risque sur le long terme de mettre en difficulté certaines équipes de recherche par la perspective de manque de personnel. Elle peut avoir aussi un impact sur les services techniques : en effet, même si l'organisation du LPSC (avec la Cellule de Revue Technique de Projet) assure l'adéquation des projets et des moyens, la pression sur les ingénieurs et techniciens, qui doivent mener de front de nombreux projets, est importante et peut mettre en danger les activités nécessaires de veille technologique ou de formation.

Le budget du LPSC est en baisse constante depuis 2009. Cette baisse n'est pas due au soutien de base du CNRS ou de l'Université, qui est relativement constant, mais a une diminution des grands projets scientifiques que le LPSC essaie de compenser par les appels à projet de type ANR, H2020 etc. Cette politique comporte des risques, car ces financements sont souvent aléatoires. Plusieurs composantes du projet scientifique du LPSC dépendent fortement de l'obtention de ce type de financement, par exemple le support à long terme pour NIKAZ, l'étape 1m3 pour MIMAC, le R&D sur les sources ECR, une fraction du programme sur les réacteurs ADS (projet MYRTE) et sur le sel fondu (projet SAMOFAR), un grand nombre de projets du groupe plasma. Le comité d'experts note aussi qu'à l'exception du groupe DARK qui a rejoint LSST, il y a une tendance des groupes d'Astroparticules & Cosmologie à se tourner vers des projets locaux ou nationaux qui ne bénéficient pas du soutien financier de l'IN2P3 : l'équipe Planck effectue une transition vers NIKAZ, celle d'Auger vers STEREO. L'activité du groupe accélérateur est très dépendante de la demande extérieure qui marque un peu le pas, en particulier suite aux incertitudes sur le planning de la phase-2 de SPIRAL2.

Finalement, le comité d'experts a noté une faiblesse du nombre de doctorants dans les secteurs techniques, particulièrement dans l'équipe des réacteurs, ce qui est paradoxal car cette équipe est très fortement impliquée dans

l'enseignement. Une explication possible est la concurrence de l'industrie dans ce domaine. Le groupe ALICE a eu aussi peu de doctorants au cours des dernières années.

Comme mentionné plus haut, la production scientifique du LPSC a été remarquable au cours de ces dernières années, et les points mentionnés ci-dessus constituent surtout un risque pour le projet du LPSC.

Recommandations

Les recommandations du comité d'experts découlent des remarques faites dans le paragraphe précédent.

Pour remédier à la faiblesse numérique des équipes, les synergies entre elles doivent être recherchées. Dans l'immédiat, l'équipe Structure Nucléaire pourrait par exemple rejoindre le groupe qui travaille sur les données nucléaires au sein du groupe réacteur. Les groupes plasma et source d'ions sont encouragés à accroître leur collaboration sur les sources d'ions H-. Dans certains cas, comme celui du groupe théorique, une priorité au recrutement peut s'avérer nécessaire pour consolider l'activité.

L'adéquation des projets futurs avec non seulement les moyens financiers et techniques, mais aussi les moyens humains, doit être systématiquement vérifiée. Par exemple, il n'est pas sûr que le groupe ALICE puisse se lancer dans un programme ambitieux d'améliorations du détecteur, dans la mesure où la priorité doit être donnée à l'analyse des données. De même, la perte de compétence en instrumentation, due à des départs en retraite, dans le groupe ATLAS/ILC doit être considérée dans le choix de participation aux améliorations de phase-2.

Dans son travail de prospective prévu dans les prochains mois, le laboratoire doit réfléchir comment se rapprocher de grands projets nationaux ou internationaux qui permettent d'assurer des financements moins aléatoires et de plus long terme que les appels ANR. Ceci est particulièrement vrai en Astroparticules & Cosmologie. Les groupes d'accélérateurs et des sources d'ions devraient d'abord chercher s'il est possible de contribuer à des projets sur de grandes infrastructures extérieures (du type CERN) ou des grands projets H2020 avant de rechercher de nouvelles thématiques.

Il est souhaitable d'augmenter le nombre de doctorants dans les domaines techniques ou appliqués. La solution peut nécessiter à la fois un effort dans les groupes correspondants pour augmenter le nombre d'HDR mais aussi un support spécifique des tutelles pour les financements des thèses.

Des changements dans l'organisation de la direction et des thématiques de recherche ont eu lieu dans les six derniers mois : ils nécessiteront d'être évalués après un certain temps de fonctionnement.

3 • Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

On compte plus de 1000 publications dans des journaux à comité de lecture avec de bons facteurs d'impact (Physical Review Letters, Physical Review, Journal of High Energy Physics, Physics Letters, Journal of Astrophysics, Nuclear Physics, etc.) et 4 publications dans Science.

L'équipe Quark, Leptons et Symétries Fondamentales se distingue par plus de 500 publications. Parmi celles-ci on remarque bien sûr les publications liées à la découverte du Boson de Higgs dans l'expérience ATLAS au LHC (> 3.000 citations pour le seul papier de découverte) et à l'étude de ses propriétés. On peut aussi citer la mesure de la masse du boson W par l'expérience D0, avec une précision de 23 MeV (précision relative de $3 \cdot 10^{-4}$), analyse pour laquelle le groupe du LPSC a joué un rôle de leader. Un groupe est aussi impliqué dans des expériences très pointues et originales avec des sources de neutrons ultra-froids, par exemple l'étude des niveaux quantiques de neutrons piégés dans le champ gravitationnel (expérience GRANIT à l'ILL) qui pourrait révéler l'existence d'une « 5ème force » dans le domaine du micromètre. Une mesure précise du moment magnétique du neutron a été publiée.

L'équipe Astroparticule, rayons cosmiques et cosmologie a aussi contribué à des résultats de premier plan en premier lieu, on doit citer les articles publiés en mars 2013 par la collaboration Planck suite à la mesure des anisotropies du rayonnement fossile. Le groupe est très en pointe sur les études de polarisation du fond cosmologique, un sujet de grande actualité suite aux résultats controversés du télescope BICEP. La mesure des gerbes atmosphériques par l'observatoire AUGER a permis de mesurer avec une précision inégalée le spectre de rayons cosmiques jusqu'à 100 Eev et confirmé la diminution du flux au delà de 40 Eev. Enfin les premiers résultats de l'expérience AMS02, installée sur la station spatiale ISS, confirment l'excès de positons observé à haute énergie, excès qui pourrait être dû à une annihilation de matière noire. Une activité phénoménologique originale complète ce tableau d'activités. Le LPSC a été le premier laboratoire de l'IN2P3 à s'impliquer il y a une quinzaine d'années dans l'instrumentation spatiale : il en recueille aujourd'hui les fruits.

En Physique Hadronique et Matière Nucléaire, l'expérience ALICE au LHC a démontré sans ambiguïté l'existence d'un nouvel état de la matière, le plasma de quarks et de gluons. Le LPSC travaille maintenant sur la caractérisation de ce nouvel état. Au JLAB aux USA, dans le cadre de l'expérience CLAS6, l'équipe du LPSC a joué un rôle moteur dans la mesure des distributions généralisées de partons du neutron et de noyaux tels que l'Hélium. Le programme PEPPo (Polarized Electrons for Polarized Positrons) a démontré expérimentalement un nouveau concept de faisceau polarisé de positons. Le groupe de structure nucléaire a initié le projet EXILL (EXOGAM@ILL) qui a permis une campagne de mesures exceptionnelle en 2012-2013 qui va permettre d'accroître nos connaissances sur plusieurs dizaines de noyaux. Il a aussi étudié les états isomériques dans la région du ^{132}Sn et mis en évidence des niveaux expérimentaux non expliqués par les modèles théoriques.

La production scientifique mentionnée ci-dessus s'est appuyée sur des contributions de premier plan aux dispositifs expérimentaux. Dans ATLAS, le groupe a la responsabilité de la certification des données du calorimètre à Argon liquide et a réalisé l'outillage et la conception des services de la nouvelle couche de pixels insérée en 2014. Le LPSC a été maître d'œuvre de l'électronique du RICH d'AMS02, de l'électronique et du logiciel de contrôle du refroidisseur de l'instrument HFI de Planck. Dans ALICE, le LPSC a assemblé une partie des calorimètres électromagnétiques EMCAL et DCAL, et été responsable de leur calibration.

Le groupe de physique des réacteurs a développé une expertise sur les réacteurs pilotés par accélérateur (ADS, Accelerator Driven Systems) et les réacteurs utilisant le cycle thorium. Dans le cadre du projet GUINEVERE, le générateur de neutrons GENEPI-3C a été couplé au réacteur de recherche VENUS-F (Belgique) en mode sous-critique et les premiers résultats publiés. Au sein du projet européen EVOL, regroupant 12 instituts, un travail systématique sur les risques des réacteurs à sel fondu en spectre neutronique rapide (MSFR) a été effectué et une boucle de sel fondu en convection forcée a été réalisée. Ce domaine de recherche au LPSC est donc original, complémentaire de celui couvert par exemple par le CEA, et assure au LPSC un très bon positionnement à l'international.

Toutes les expériences précitées ont un cadre international.

Le groupe de physique théorique est spécialisé dans deux activités, la QCD perturbative et la physique BSM (=au delà du modèle standard). En QCD, on peut noter une analyse globale des fonctions de distributions nucléaires (76 citations), des calculs de corrections NNLO sur la production de paires top-anti-top ou la production des bosons W/Z utilisés par les expériences LHC, et une méthode originale (« auxiliary field method ») développée pour les calculs de systèmes à N corps.

En BSM, le groupe travaille aussi en étroite collaboration avec les expérimentateurs sur l'interprétation des données du LHC : par exemple, il a produit des modèles impliquant l'existence d'un secteur étendu de bosons de Higgs, avec en particulier deux publications qui totalisent 108 et 89 citations respectivement. Au total, le groupe de physique théorique du LPSC a publié 131 articles théoriques dans les cinq dernières années, une production remarquable vu la taille réduite du groupe qui ne comprend que 4 chercheurs permanents.

Les réalisations techniques dans les domaines appliqués doivent être aussi comptées dans la production scientifique.

Le pôle accélérateur et source d'ions a construit (en collaboration avec d'autres instituts français) et testé au LPSC le générateur GENEPI-3C, assuré son transport et son remontage sur le site du SCK-CEN en Belgique, et mené la conduite de cet accélérateur depuis son couplage avec le réacteur fin 2011. La Ligne de Basse Energie de SPIRAL2 a été assemblée et testée avec succès, puis réinstallée au GANIL en 2012. Le conditionnement et la livraison de 23 ensembles de coupleurs RF, destinés à alimenter les cavités accélératrices du Linac de SPIRAL2, ont aussi été réalisés. Un prototype de source d'ions pulsé à 60 GHz a été installé au LNCMI (Laboratoire National de Champs Magnétiques Intenses à Grenoble) et utilisé pour produire le premier plasma ECR à 60 GHz en 2014.

Dans le domaine des applications médicales, le prototype d'un détecteur permettant de mesurer en temps réel et en 2D les caractéristiques précises du faisceau de rayons X en amont du patient a été validé sous très haut flux à l'ESRF. Ce développement, en collaboration avec le service de radiothérapie du CHU de Grenoble et des chercheurs de l'INSERM, est un pas important pour répondre au besoin croissant d'assurance qualité en radiothérapie et a été accompagné du dépôt de 2 brevets.

Dans le domaine des plasmas, le groupe a fait d'importants progrès dans l'optimisation du procédé de synthèse de matériaux pour l'énergie (hydrures métalliques, matériaux thermoélectriques, etc.) ainsi que dans les procédés plasma pour les détecteurs, par exemple des films de contact pour les détecteurs en diamant. Quatre brevets ont été déposés. Le groupe plasma du LPSC a développé une compétence sur les sources plasmas microonde qui est unique en France.

Appréciation synthétique sur ce critère

La production et la qualité scientifique des recherches effectuées au LPSC sont excellentes, voire exceptionnelles dans de nombreux domaines. Le laboratoire est impliqué à la fois dans des grands projets internationaux et dans des projets plus petits mais très originaux. Le spectre d'activité est large, couvrant pratiquement l'ensemble des thématiques de l'IN2P3 aussi bien dans le domaine de la recherche fondamentale que dans celui des applications.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

De nombreux membres du LPSC ont exercé ou exercent encore des responsabilités au sein des collaborations internationales dans lesquelles ils sont impliqués. Nous pouvons mentionner par exemple : la coresponsabilité du groupe de physique Electroweak Interaction de l'expérience D0 aux USA ; le management de la collaboration NIKA qui inclut des instituts français et l'Université de Cardiff, et la coresponsabilité de validations dans l'expérience PLANCK ; la direction du GDR Nucléon ; la coordination adjointe des calorimètres d'ALICE et la responsabilité du déclenchement de Niveau-1 de EMCal; la coordination de divers Work Packages de projets Européens liés à l'activité des réacteurs ou des source d'ions ; la responsabilité du projet de grille informatique LCG -France depuis 2004.

Le LPSC a obtenu une participation dans 14 projets financés par l'ANR depuis janvier 2009 (dont un comme porteur), et est membre de 3 Labex et d'un Equipex dont il est aussi le porteur. Ces projets compétitifs apportent une partie substantielle du budget d'investissement du laboratoire.

Parmi les récentes distinctions, on remarque le prix Joliot-Curie de la Société Française de Physique (2009), deux prix Thibaud de l'Académie des Sciences de Lyon (2008, 2012), un prix de thèse de l'Université Joseph Fourier en 2013, une médaille de Bronze (2013) et deux Crystal (2010, 2012) du CNRS.

Des physiciens du LPSC sont membres de comités scientifiques au niveau national par exemple le comité scientifique de l'IPNL Lyon (présidence), le comité scientifique du SPHn à l'IRFU (CEA Saclay) ou le comité national du CNRS. Ils contribuent à de nombreuses commissions d'expertises.

Plus de la moitié des post-doctorants sur la période 2009-2014 viennent de l'étranger.

En 2011, le LPSC a organisé à Grenoble la conférence annuelle de la Société Européenne de Physique (EPS) en Physique des Hautes Énergies : il s'agit de la plus grande conférence internationale de l'année dans ce domaine.

Le LPSC a donc un très bon rayonnement. Le comité d'experts a cependant remarqué l'absence actuelle de responsabilité de très haut niveau (chef de projet, coordinateur de niveau 1 ou 2) dans les grandes collaborations internationales telles que ATLAS ou ALICE ainsi que le relativement faible nombre de projets ANR dont le laboratoire est porteur. Si l'on excepte le domaine des réacteurs et des accélérateurs, il y a aussi une participation modérée aux contrats européens.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le rayonnement et l'attractivité académique du LPSC sont très bons, et se concrétisent par des responsabilités importantes dans les projets. Il est important d'exploiter au mieux ce rayonnement dans le cadre des projets compétitifs tels que les futurs projets H2020.

Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Le domaine des applications est une source d'innovation et offre au LPSC une forte interaction avec le monde économique et une participation directe aux grands enjeux de notre société.

Le groupe des applications médicales collabore avec le CHU de Grenoble et l'INSERM à la mise au point d'un profileur de faisceau pour la radiothérapie du cancer. La mesure en 2D du faisceau de rayons X combinée avec une acquisition rapide des données permettra une estimation précise des doses reçues par le patient. Cette activité a donné naissance à 2 brevets.

Dans le domaine des réacteurs, le LPSC collabore avec les acteurs nationaux à la fois publics (CEA et l'IRSN) ou industriels (EDF, AREVA), mais aussi avec des partenaires internationaux comme le SCK-CEN en Belgique. Le LPSC a des responsabilités de coordination dans les projets Européens associés EURATOM. Les thématiques sont directement liées au futur de l'énergie nucléaire : pilotage des réacteurs par accélérateurs, cycle du thorium, nouveaux outils d'évaluation de la sûreté des réacteurs à eau, collection de données nucléaires d'intérêt pour les cycles de combustibles actuels.

Les recherches sur les plasmas froids sont aussi source de collaboration industrielle avec des partenaires comme THALES et l'industrie automobile (Renault, Peugeot). Ces technologies permettent de synthétiser des nouveaux matériaux prometteurs dans le domaine des énergies nouvelles (par exemple la production ou le stockage d'hydrogène). Quatre brevets ont été déposés et deux sont exploités. Ces travaux ont permis des thèses cofinancées par l'industrie (MNRT, Valeo, HEF, Thales, UGITECH).

Les deux domaines précédents sont sources de transfert de technologie et de contrats de prestation de service avec des partenaires publics (CEA, INFN, incubateur Grenoblois GRAVIT,..) ou privés (par exemple mesures de radioactivité pour AREVA, étude d'implanteur pour VALEO). La direction inclut un responsable de valorisation.

La miniaturisation des sources d'ions résonance cyclotronique électronique (sources COMIC) ouvre la voie à de multiples applications industrielles dans des domaines aussi variés que la microélectronique, la biologie, le traitement sans chimie des matériaux, la connectique, l'horlogerie ou l'optique. Une startup (Polygon Physics) a été récemment créée par deux ingénieurs de recherche du LPSC pour commercialiser ces équipements.

Dans le domaine des technologies de l'information, la grille de calcul du LPSC est mise à disposition du projet BEDOFIH qui vise à créer une base de données financières à haute fréquence.

Les scientifiques du LPSC sont largement impliqués dans la diffusion des avancées de leur domaine dans le grand public. L'organigramme inclut un service de communication dont le responsable est membre du comité de direction. Les informations relatives au laboratoire, sa composition, ses programmes de recherche, ses diverses activités, ses faits marquants, etc. sont rendus pédagogiquement accessibles sur le site web du LPSC.

Les groupes organisent depuis 2009 les manifestations locales de la Fête de la Science, ou ont organisé des événements tels que la Nuit des Particules en 2011 ou la Nuit des deux infinis en 2012 et 2013 (en collaboration avec d'autres établissements des Labex). Les groupes ont aussi une action systématique vers les scolaires et les étudiants (conférences, expositions, visites du laboratoire, Master Classes etc.) et les media. Les chercheurs et enseignants-chercheurs du LPSC ont joué un rôle prééminent dans la conception du site Web de Planck.

Le domaine des réacteurs a été le cadre d'un effort particulier dans une période qui a vu l'accident de Fukushima et des questionnements du public sur l'énergie nucléaire : les chercheurs du groupe ont intensifié les actions de communication et mis leurs connaissances à disposition d'organes stratégiques tels que la commission nationale d'évaluation et les parlementaires.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le LPSC a une excellente interaction avec l'environnement social, économique et culturel, qui repose sur une forte implication dans le paysage local, et des domaines de recherche propres à la valorisation ou portant sur des sujets d'importance stratégique tels que la santé ou l'énergie. Une communication bien organisée vers le public, le scolaire et les media soutient cet effort.

Appréciation sur l'organisation et la vie de l'unité

La direction est conseillée par un « comité de direction » qui comprend des responsables des différents domaines (administration et finance, support technique, communication, valorisation, infrastructure et sécurité. Cette organisation est récente, puisque la nouvelle direction l'a instaurée à l'été 2014, et il serait donc prématuré de juger de son efficacité. Le comité d'experts a cependant noté que le rôle de ce comité de direction et son articulation avec les comités statutaires du laboratoire (typiquement le Conseil d'Unité) doivent être précisés.

Les instances statutaires sont toutes actives et se réunissent fréquemment. Par exemple, le Conseil d'Unité se réunit au moins 8 fois par an. Les personnels sont consultés à travers une commission du personnel et au cours de deux assemblées générales annuelles. Récemment, un « café du laboratoire », qui a lieu pendant une heure le premier vendredi du mois, a été instauré pour renforcer la communication directe avec le personnel. Comme, pour des raisons de confidentialité, les minutes du comité de direction ne sont pas publiques, le conseil d'unité et les assemblées servent de vecteurs à la communication dans le laboratoire.

Des réunions quasi-mensuelles ont lieu séparément avec les chefs de groupe et les chefs de service techniques (dont trois fois en commun dans l'année).

La direction a récemment décidé d'implémenter un changement dans l'organigramme en regroupant les sept thématiques actuelles au sein de quatre ensembles plus vastes. Il est à noter cependant que le nouvel organigramme ne comprend pas de hiérarchie à la tête des quatre groupes thématiques, et que les équipes qui les forment resteront donc indépendantes. Le comité d'experts s'interroge donc sur l'efficacité de ce regroupement qui, en l'état, semble assez artificiel.

Le LPSC comprend un Conseil Scientifique (CS) composé à part égale de membres extérieurs (incluant le président) et de membres internes choisis selon les thématiques du laboratoire. Le CS se réunit deux fois par an et se prononce sur les engagements du laboratoire. La cellule de revue technique des projets, qui assurera la mise en place des moyens en équipements et personnel, est représentée au CS. Des comités techniques assurent le lien entre les utilisateurs et les membres des services.

Le LPSC accueille des colloques mensuels ouverts à l'ensemble des personnels et des séminaires invités (environ deux fois par mois, plus fréquent pour la théorie). A mi-chemin de leur thèse, les doctorants doivent faire un séminaire dans le laboratoire. De plus, Les doctorants et post-doctorants se sont regroupés au sein d'une association et organisent des séminaires hebdomadaires qui leur sont réservés. Les personnels rencontrés ont exprimé une grande satisfaction de cette animation scientifique.

Le laboratoire n'avait pas organisé depuis longtemps de journées de prospective. La direction a décidé d'en organiser régulièrement, et la prochaine aura lieu au mois de juin 2015.

Appréciation synthétique sur ce critère

L'organisation de l'unité et l'animation scientifique sont excellentes et, dans les réunions avec le comité d'experts, les personnels ont tous exprimé leur pleine satisfaction de travailler au LPSC. Des changements dans l'organisation de la direction et des thématiques de recherche ont eu lieu dans les six derniers mois : ils nécessiteront d'être évalués après un certain temps de fonctionnement et, en tout cas, il est important de bien expliquer l'articulation des nouvelles structures au personnel.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Le laboratoire inclut 29 enseignants-chercheurs répartis dans l'Université Joseph Fourier (21) et Grenoble INP (8). Des enseignants-chercheurs du LPSC occupent des postes de responsabilité majeure dans trois écoles doctorales (ED47, ED220, ED510) : direction de l'École Doctorale de Physique de l'Université Joseph Fourier (ED47), direction de deux Master-2 (Physique Subatomique, Énergétique et Génie Nucléaire), membre du directoire d'un Master-2 de physique médicale, direction de la Licence-3 et du Magistère de physique à l'UJF. Des membres du laboratoire sont aussi responsables d'un Master professionnel en Ingénierie, Traçabilité et Développement Durable.

Les personnels sont aussi impliqués dans les formations de deux écoles localisées sur le site d'Archamps (Haute-Savoie) : l'école sur les accélérateurs (JUAS) et l'école d'instrumentation (ESIPAP), créée et dirigée un membre du LPSC dans le cadre du Labex ENIGMASS.

Il y a 44 HDR au LPSC, ce qui le place dans le peloton de tête des laboratoires Grenoblois.

Dans les cinq dernières années, 61 thèses de doctorat ont été soutenues. Six de ces thèses étaient cofinancées par l'industrie, neuf par des bourses étrangères. Le laboratoire inclut actuellement 32 doctorants. Ceux-ci sont bien encadrés et le laboratoire a mis en place un système de parrainage pour détecter rapidement tout problème potentiel dans l'exécution de la thèse. Les doctorants étrangers ont exprimé pleine satisfaction de l'accueil et de l'aide qu'ils reçoivent au début de leur séjour. Il n'y a pas d'organisation particulière au LPSC pour aider les doctorants à trouver un travail en fin de contrat, mais les étudiants trouvent aide auprès d'une association (Valoridoc) au niveau des Universités de Grenoble. Comme déjà mentionné, les doctorants et post-doctorants sont regroupés au sein d'une association qui semble très active.

Le nombre de doctorants par HDR (0,8) est dans la moyenne des établissements liés à l'École Doctorale de Physique de Grenoble UJF. Le comité d'experts a cependant remarqué un déficit de doctorants dans certaines des thématiques appliquées, notamment en physique des réacteurs (un seul doctorant actuellement), pour les accélérateurs et sources d'ions (2 thèses soutenues dans le quinquennal) et dans le groupe ALICE.

Le laboratoire accueille aussi chaque année environ 60 stagiaires, en majorité au niveau master.

Appréciation synthétique sur ce critère

Avec plus de 40 % d'enseignants parmi les chercheurs et des responsabilités de très haut niveau dans les Ecoles Doctorales, l'implication du LPSC dans la formation pour la recherche est exceptionnelle.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Les détails sur la stratégie de chaque thématique seront donnés dans les rapports spécifiques, et nous donnons ci-dessous les grands axes et les remarques générales du comité.

Quarks et Leptons & symétries fondamentales :

- le groupe ATLAS va continuer sa forte implication dans la physique au LHC. La prise de données va reprendre en 2015 avec une énergie de collisions augmentée (13 TeV au lieu de 8 TeV) qui pourrait ouvrir la voie à de nouvelles découvertes. Une série d'améliorations en 2018 (phase 1) et 2023 (phase 2) sont prévues pour le détecteur ATLAS. La stratégie du groupe sur ces améliorations gagnerait à être précisée, en tenant compte du fait que les compétences sur les aspects de détecteurs sont affaiblies par des départs ;
- l'activité de microélectronique sur le calorimètre électromagnétique de ILD devrait être mise en attente de la décision attendue sur l'ILC en 2016/17 ;
- les expériences avec les neutrons ultra-froids (UCN) à PSI (expérience nEDM, puis n2EDM dont la contribution a été financée par l'ANR) et à l'ILL (expérience GRANIT) vont se poursuivre. Ce sont des expériences fondamentales et originales. La faiblesse numérique du groupe et les performances des sources UCN, actuellement en deçà des projections, appellent cependant à la vigilance et pourraient nécessiter un recentrage sur n2EDM.

Astroparticules, cosmologie et neutrinos

Les équipes de cette thématique travaillent actuellement sur neuf projets :

- le groupe DARK (étude du rayonnement cosmique et cosmologie) va continuer l'exploitation de AMS02 et de CREAM, et se prépare pour la construction et l'exploitation de LSST, un télescope à très grand champ qui ouvrira des possibilités sans précédent en cosmologie observationnelle. Le LPSC va livrer le chargeur de filtres et mettre en œuvre le banc d'étalonnage de la caméra. Ce projet international est un des projets phares de la discipline, soutenu par l'IN2P3 ;
- le groupe Planck-NIKA va continuer l'analyse des données de Planck. Cette activité devrait aller en décroissant après la publication des principaux résultats, prévue cette année, et le groupe va accentuer son implication dans NIKA et NIKA2 auprès du télescope de l'IRAM, avec un temps d'observation garanti de 2016 à 2020 ;
- le futur de l'expérience MIMAC (détection directionnelle de matière noire) dépend crucialement d'un financement ANR demandé pour construire un démonstrateur de 1m³. Le groupe travaille aussi à valoriser la technique développée pour la détection de neutrons rapides ;
- l'implication dans la suite d'AUGER est incertaine, la majorité du groupe ayant rejoint l'expérience neutrino STEREO. En 2016, il n'y aura plus qu'un seul chercheur permanent sur ce projet et on peut s'interroger sur l'opportunité de s'impliquer dans l'amélioration d'AUGER ;
- l'expérience internationale sur les neutrinos stériles STEREO est en cours de préparation pour une prise de données auprès du réacteur de l'ILL de 2016 à 2018. STEREO est une opportunité très intéressante, qui a reçu un fort support de l'ANR. Au-delà de 2018, le groupe pourrait s'impliquer dans un projet international sur les oscillations de neutrinos (LBNF) qui est en cours de discussion, mais pour le moment toute l'énergie du groupe est focalisée (à juste titre) sur STEREO car il y a une forte compétition internationale et le projet ne doit pas prendre de retard.

Le comité d'experts remarque que, à l'exception de LSST, la stratégie proposée comporte des transitions depuis de grands projets internationaux (Planck, Auger), fortement soutenus par l'IN2P3, vers des projets (NIKA, MIMAC, STEREO) qui ne bénéficient que de financements de type ANR, plus aléatoires. Il sera important, au cours des années à venir, de réfléchir à cette stratégie sur le long terme. Le comité d'experts note aussi la multiplication des projets pour un effectif assez réduit (18 chercheurs permanents).

Physique Nucléaire :

- ALICE : Les prises de données avec des collisions d'ions ultra-relativistes au CERN devraient continuer au moins pendant une décennie. Le groupe envisage aussi de participer à des améliorations du détecteur programmées pour 2018. Le comité d'experts estime que cette participation devra être choisie avec soin pour ne pas mettre en péril une forte implication sur l'analyse des données ;
- Structure Nucléaire : Le groupe va s'impliquer dans l'analyse des données de la campagne EXILL (2012-2013). Il envisage aussi des expériences à l'ILL, ALTO (Orsay) et GANIL. Le comité d'experts considère cependant que la taille du groupe, réduit aujourd'hui à un expérimentateur, une théoricienne et un doctorant, est devenue problématique pour la réalisation de ces nombreux objectifs (voir les recommandations plus haut).

Théorie :

L'équipe va continuer ses recherches dans les deux domaines de spécialisation (QCD, BSM), la stratégie fine dépendant des résultats du Run2 du LHC.

Réacteurs :

Le programme de recherche sur les ADS (continuation de GUINEVERE, projet MYRTE), sur les données nucléaires (avec la collaboration à un nouveau spectromètre gazeux à l'ILL, FIPPS) et sur la sûreté et la conception de réacteurs à sel fondu (projets NEEDS et SAMOFAR) offrent une activité pérenne de premier plan au groupe réacteur. Le comité d'experts note cependant que le financement de plusieurs de ces projets dépend de leur acceptation dans le cadre de H2020 et, sur le plus long terme, du futur du grand projet d'ADS MYRRHA.

Accélérateurs et sources d'ions :

- le groupe accélérateur va continuer ses activités en cours avec la maintenance de GENEPI-3C (et le transfert de son exploitation au SCK-CEN) et l'exploitation et l'amélioration de GENEPI2 au LPSC. Il entend renforcer ses activités sur la dynamique des faisceaux ou la RF, et ouvrir une nouvelle thématique sur la faisabilité des mesures EDM hadroniques sur un anneau de stockage au JFZ Jülich ;
- le groupe des sources d'ions continuera son programme de recherche sur les sources ECR haute fréquence et, dans la continuité des développements pour SPIRAL2 et SPES (à Legnaro, Italie), envisage de répondre à la demande de RISP (Rare Isotopes Science Project) en Corée.

Le comité d'experts remarque que les financements de ces groupes dépendent très fortement de la demande extérieure, qui connaît actuellement une décroissance, certains projets (comme celui du JFZ) n'étant pas encore approuvés.

Applications :

- médical : la stratégie du groupe est de valoriser le développement du profileur faisceau 2D temps réel et de rechercher des applications dans des domaines connexes (protonthérapie, thérapie par lumière synchrotron). Un rapprochement avec LNHB (Labo National Henri Becquerel) à Saclay permettra aussi un travail de formalisation de la relation profil faisceau-dose du patient. L'étendue de cette stratégie dépend fortement de la possibilité de garder une compétence en physique médicale dans le groupe ;
- plasmas : le groupe va continuer ses recherches sur les plasmas micro-onde. L'activité sur l'hydrogène devrait offrir l'opportunité de se rapprocher du groupe des sources d'ions, pour l'étude de sources d'ions H-. Le travail sur la filière détecteur (dépôt sur les détecteurs diamants, détecteurs pour les UCN) est aussi source de synergie avec les groupes expérimentaux du LPSC.

Appréciation synthétique sur ce critère

Les groupes de recherche du LPSC ont développé un très bon projet à cinq ans qui permettra au LPSC de continuer son implication aussi bien dans des projets de recherche fondamentale à la pointe du domaine que dans des applications sociétales stratégiques. Le grand nombre de projets à petits effectifs appelle à rechercher des synergies entre équipes. L'incertitude des financements de projets de type ANR ou H2020 exige une politique scientifique flexible ; la décision de tenir des séminaires de stratégie réguliers, dont le premier aura lieu en juin 2015, est une excellente réponse à ces défis.

4 • Analyse thème par thème

Thème 1

Quarks et Leptons

Nom du responsable : M^{me} Fabienne LEDROIT, M. Dominique REBREVEND

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	4 (4)	4 (4)
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	11 (10.8)	11 (10.8)
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	3 (3)	
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
TOTAL N1 à N6	18 (17.2)	15 (14.8)

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
Doctorants	6	
Thèses soutenues	17	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	6	
Nombre d'HDR soutenues	5	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	12	13

• Appréciations détaillées

Les recherches menées dans cette thématique s'effectuent dans le domaine de la physique des particules. Elles visent à caractériser la nature de la brisure spontanée de la symétrie électrofaible et la recherche d'une théorie plus fondamentale que le Modèle Standard de la physique des particules. Les recherches expérimentales sont effectuées par deux équipes de tailles très différentes sur une gamme d'énergie allant du pico-eV en utilisant des neutrons ultra-froids (UCN) à l'ILL (Grenoble) et PSI (Suisse) jusqu'à l'échelle du Tera-eV auprès des grands centres de recherches internationaux de Fermilab (États-Unis) et du CERN (Suisse). Les deux équipes (UCN pour neutrons ultra-froids et ATLAS/DØ/ILC) impliquées dans cette thématique sont fortement investies dans les activités instrumentales et d'analyse des données des expériences concernées (GRANIT, nEDM, DØ, ATLAS, et les projets auprès d'un futur collisionneur électron-positon linéaire ILC à une énergie comprise entre 90 GeV et 1 TeV).

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

A très basse énergie, les deux expériences auxquelles l'équipe UCN constituée de 4 permanents et 3 doctorants contribue depuis une dizaine d'années sont la mesure du moment dipolaire électrique du neutron dans l'expérience nEDM à l'Institut Paul Scherrer (PSI) en Suisse au sein d'une collaboration d'une quarantaine de personnes (Suisse, Allemagne, Pologne,...) dont une dizaine en France (Caen et Orsay), et l'étude des niveaux quantiques de neutrons piégés dans le champ gravitationnel dans l'expérience GRANIT à l'Institut Laue Langevin (ILL) à Grenoble. Pour la mesure du moment dipolaire électrique du neutron, le groupe du LPSC a travaillé ces dernières années à une profonde amélioration du spectromètre détenteur de la meilleure limite actuelle. Malgré des performances initiales moindres de la source de PSI, le groupe compte obtenir une nouvelle limite d'ici 3-4 années grâce à l'amélioration du spectromètre qui fait de celui-ci l'instrument ayant désormais la meilleure sensibilité journalière au monde. La qualité de l'instrument a été démontrée par une mesure précise du moment magnétique du neutron qui représente une amélioration de la mesure précédente de 1979. L'exploitation du potentiel de physique à GRANIT reste conditionnée aux résultats des études en cours pour arriver à résoudre les difficultés du flux de neutrons à l'ILL.

A haute énergie, l'équipe ATLAS/DØ/ILC est l'une des plus importante du LPSC avec une dizaine de physiciens permanents composés de chercheurs CNRS (un seul enseignant chercheur). Elle a une activité ininterrompue de physique et de développement instrumentaux de premier plan depuis 1991 sur collisionneurs auprès d'expériences majeures de la physique des particules: expérience DØ au Tevatron (proton-antiproton à 1.96 TeV) avec une fin de prise de données en 2011 ; expérience ATLAS au LHC (proton-proton à 7-14 TeV) avec une prise de données depuis 2009 ; activité R&D sur ILD/Calice pour le futur ILC ($e+e-$ à $>350\text{GeV}$). Après plus de quinze ans dévolus à la conception et à la construction du pré-échantillonneur du calorimètre d'ATLAS, l'équipe s'est réorientée vers la certification des données. Le groupe est également fortement impliqué dans la reconstruction des jets avec notamment la responsabilité du software de reconstruction des jets (2008-2014) et des études de calibration de ses constituants.

L'équipe ATLAS/DØ/ILC du LPSC a un rôle important dans l'ensemble des collaborations auxquelles elle participe et représente un atout majeur du laboratoire. Son impact sur la construction du calorimètre EM d'ATLAS, son implications dans les outils informatiques comme l'importance des sujets de physique abordés qui sont au coeur des questions actuelles de la physique des particules (ex : la masse du boson W dans DØ) lui ont permis de contribuer à de nombreuses publications majeures sur les données du Run I d'ATLAS ou du Run II de DØ (dont une quinzaine comme principal responsable et editeur).

L'expertise sur la calorimétrie est déclinée autour de deux axes principaux d'analyse : les tests du Modèle Standard avec la mesure de la masse du boson W et l'étude de la production célibataire du quark top d'une part, et les recherches de nouvelle physique dans le cadre de modèles supersymétriques (bosons de Higgs chargés, état final mono-photon avec énergie transverse manquante MET, jets+leptons+MET) ou impliquant des nouvelles résonances (désintégration en 2 photons, top anti-top, ou 2 leptons) d'autre part. Pour la préparation des analyses du Run-2, le groupe se focalise sur la recherche nouvelle physique impliquant des quarks top et des photons.

Les membres du service informatique ont par ailleurs développé des applications cruciales pour ATLAS qui servent au recensement de l'intégralité des données et à la gestion des « packages » pour la production des versions du software de l'expérience. Par ailleurs, le nœud de grille commun ATLAS-ALICE du LPSC a été mis en production en tant que Tier-3 puis a été validé comme Tier-2 en 2011 suite à la fiabilité et la qualité de son fonctionnement. Il représente désormais 8 % des ressources françaises de la grille LHC (hors CC-IN2P3), et 10 % de l'activité française d'ATLAS.

Les activités instrumentales ont porté sur le détecteur de vertex à pixels IBL d'ATLAS et sur de la R&D au sein d'un des projets de calorimètre EM pour le projet de futur collisionneur e+e- ILC.

Pour le Run-2 d'ATLAS, une nouvelle couche de détecteur à pixels (IBL) a été installée avec succès le 7 mai 2014 au plus près du point d'interaction. Le groupe a pris en charge la conception et la réalisation de l'outillage d'insertion automatisé de l'IBL (service mécanique) et la coordination de la conception et l'installation des services (service électronique et instrumentation).

Pour préparer le futur au niveau R&D, les activités ont porté sur le développement de circuits pour la calorimétrie électromagnétique, au sein de la collaboration CALICE, et le développement d'un ADC 12 bits, 40 MSPS pour le remplacement de l'électronique du calorimètre d'ATLAS. Cet ADC n'a pas été retenu par la collaboration pour le remplacement de 2018 au niveau du système déclenchement à cause de limitations en terme de non-linéarité et nombre de bits effectif mais le travail se poursuit pour participer au remplacement complet de l'électronique en 2023. Concernant la partie mécanique, les contributions de l'équipe se font sur l'architecture et le refroidissement du calorimètre électromagnétique. Enfin en interaction avec le groupe plasma du LPSC et dans le cadre de l'ANR MONODIAM (2012-2016), une activité R&D instrumentale sur monocristaux de diamant est en cours de développement.

Appréciation synthétique sur ce critère

Les activités des groupes neutrons ultra-froids et ATLAS/D0/ILC sont excellentes. Elles présentent une bonne cohérence thématique avec des activités reconnues dans les activités techniques, instrumentales et d'analyse se concrétisant par plusieurs publications de haut niveau dans lesquelles les groupes ont joué un rôle majeur comme par exemple sur la mesure précise de la masse du boson W.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe neutrons ultra-froids a su diversifier ses sources de financement en participant à deux ANR sur nEDM (ANR 2009-2012 et ANR 2015-218 pour le financement de la préparation de n2EDM en 2020) et en obtenant des financements de l'UJF. Son rayonnement est excellent avec de nombreuses responsabilités au niveau des instruments (nEDM, GRANIT) ou de la coordination technique de l'expérience GRANIT, et une distinction nationale (Médaille de bronze du CNRS 2012) qui été attribué à l'un de ses membres durant la période d'évaluation pour ses développements théoriques et expérimentaux. Le groupe contribue aussi à la vie scientifique nationale et locale avec nombreuses responsabilités administratives au CNRS (présidence de la section 01 jusqu'en 2012) et à l'université (vice-président du conseil d'administration d'UJF). La présence de l'ILL offre également un environnement local très favorable pour les activités de recherches des enseignants-chercheurs qui enseignent à l'université. Le groupe n'a pas de difficulté à attirer des étudiants qui peuvent faire des thèses variées à la fois sur des réalisations techniques et de l'analyse (3 thèses sont en cours).

Concernant l'équipe ATLAS/D0/ILC, certains des membres exercent des responsabilités importantes dans les collaborations comme la responsabilité depuis 2008 de la certification des données de l'ensemble de la calorimétrie à argon liquide d'ATLAS, la responsabilité du reprocessing des données d'ATLAS entre 2010 et 2011, et la présidence du comité des speakers pour la collaboration ATLAS. Entre 2008 et 2014, l'un des membres du groupe a également eu la responsabilité du logiciel de reconstruction des jets ainsi que sa refonte totale en vue du changement de modèle d'analyse pour le redémarrage en 2015 (Run-2). Le groupe a eu par ailleurs la responsabilité du groupe de physique portant sur l'étude de la production célibataire du quark top (2008-2010).

La mesure de la masse du boson W est le fruit de dix ans de travail d'une équipe d'environ dix personnes dans D0 dirigée par un physicien du groupe du LPSC qui a recut le prix de la SFP Joliot Curie 2009 pour ce travail.

Les membres du service informatique assurent une amélioration continue depuis plus de 10 ans pour répondre aux besoins et ont une forte visibilité au-delà de la collaboration (présentation conférences et réutilisation des logiciels au-delà d'ATLAS). Un des membres de l'équipe ATLAS a assuré la responsabilité scientifique de LCG France.

L'équipe a su diversifier ses sources de financements en étant partie prenante du Labex ENIGMASS (un post-doctorant, un visiteur) et en participant aux programmes ANR HiggsNet (un post-doctorant) et MONODIAM (R&D instrumentation).

La visibilité de l'équipe ATLAS et DØ au sein des collaborations est très forte et se caractérise par des positions de leadership et de nombreuses présentations dans des conférences prestigieuses de la physique des particules (comme ICHEP 2012 et EPS-HEP 2013). L'organisation de la grande conférence biennale de physique des hautes énergies de la Société Européenne de Physique EPS-HEP 2011 à Grenoble est aussi un événement exceptionnel. Au niveau de l'impact des résultats de physique, le résultat sur la mesure du boson W dans DØ a reçu beaucoup d'attention depuis sa publication comme la couverture du numéro de la revue Physical Review Letters en 2012.

Appréciation synthétique sur ce critère

Les groupes UCN et ATLAS/DØ/ILC ont une très bonne visibilité au sein des collaborations auxquelles il participe avec des responsabilités importantes au niveau instrumentale et de l'analyse qui se manifestent notamment par des distinctions nationales pour leur travaux et des présentations en session plénière dans des conférences prestigieuses.

Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Le groupe UCN a participé à « Oufs d'astro » en 2011 ce qui a permis de communiquer sur les expériences les plus récentes testant les lois de la gravitation.

Chaque année depuis 2009, l'équipe ATLAS/DØ/ILC propose un parcours LHC pour la Fête de la science à destination du grand public et des scolaires. L'équipe organise également quatre sessions de « Master Classes » chaque année depuis 2013. En juillet 2011, le groupe a organisé les « Nuits des Particules ». Cette expérience a été prolongée en 2012 et 2013 par la « Nuit des deux infinis » organisée conjointement et en duplex par les Labex P2IO et ENIGMASS qui comprend des conférences et un spectacle dansé. Le groupe donne également de nombreuses conférences grand public dans toute la région et au-delà, et organise des visites de laboratoire, expositions, animations, exposés pour les scolaires.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le groupe est fortement engagé dans les actions auprès du grand public et des scolaires.

Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Le groupe UCN est constitué de 4 permanents dont 3 enseignants-chercheurs. Les deux thématiques principales (nEDM et GRANIT) du groupe reposent donc sur un très petit nombre de personnes qui sont pour la plupart fortement impliquées dans l'enseignement. L'équipe UCN a par ailleurs bénéficié d'une implication importante des services techniques du LPSC, notamment avec GRANIT.

Le groupe ATLAS/DØ/ILC est organisé autour d'un chef de groupe et trois coordinateurs de projets (upgrade calorimètre, upgrade pixels et Monodiam, et projet Calice) et d'un responsable scientifique Tier 2. Le lien avec les services techniques est géré de manière directe entre les différents coordinateurs de projets et les ingénieurs/techniciens impliqués. Les activités font appel à toutes les compétences du laboratoire et à tous les services notamment informatique, électronique et mécanique. Deux réunions mensuelles sont organisées avec l'ensemble des physiciens. Tous les membres du groupe sont basés à Grenoble.

Appréciation synthétique sur ce critère

Excellente articulation avec les services techniques et organisation de la vie de l'équipe UCN qui a permis de mener avec succès les objectifs malgré la petite taille du groupe. L'équipe ATLAS/DØ/ILC est également bien structurée avec une organisation en sous-groupe et un management souple qui donne une grande autonomie aux membres pour se réaliser individuellement et au sein des activités prioritaires de l'équipe.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe UCN forme actuellement 2 doctorants en deuxième et troisième années de thèse. Une thèse a été soutenue en 2009. L'équipe ATLAS/DØ/ILC a su attirer 11 post-doctorants sur la période et a encadré un nombre important d'étudiants qui ont réalisé leur thèse notamment sur ATLAS. Entre 2012 et 2014, 8 thèses ont été soutenues.

Appréciation synthétique sur ce critère

La pérennité de l'implication dans la formation par la recherche semble assurée pour les années à venir pour les deux équipes.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Sur nEDM, l'équipe UCN poursuit sa participation à la prise de données et à l'analyse, ainsi qu'à la R&D pour la préparation de n2EDM pendant les cinq prochaines années (magnétométrie mercure, conception mécanique des guides de neutrons modulaires, simulation des évolutions/améliorations du code de simulation STARucn). La prise de données commencera à partir de 2020. Concernant l'expérience GRANIT et la mesure des énergies de transition entre niveaux quantiques, l'équipe est impliquée dans le développement d'un détecteur UCN sensible à la position (mesure des fonctions d'onde du neutron, capteur CCD avec dépôt de Bore 10 en collaboration LPSC/CRPMN, avec financement de l'Université UJF de 30k€). L'équipe poursuivra donc l'exploitation du spectromètre GRANIT mais une réduction de l'implication technique est prévue ce qui est souhaitable vu la taille du groupe (aucun gros investissement n'est prévu à l'avenir pour faire fonctionner la source). L'activité de recherche d'une nouvelle force de courte portée (sub-mm) avec l'³He polarisé (ILL) se terminera avec la soutenance de thèse prévue en mi-2015. Par ailleurs, l'équipe continue les discussions avec l'ILL autour de R&D cryogénique pour une future génération d'expérience EDM (2025-2030).

En termes de perspective pour l'équipe ATLAS-DØ-ILC, les activités sur DØ sont presque terminées. Concernant ATLAS et la préparation des analyses du Run-2 qui va démarrer, les membres de l'équipe se focalisent sur la recherche de nouvelle physique impliquant des quarks top et des photons et, en l'absence de signe de nouvelle physique au Run-2, le groupe s'orientera vers l'étude de l'auto-couplage du Higgs en vue de l'amélioration prévue du détecteur ATLAS à partir de 2023 (dite phase II). Comme déjà engagé, un recentrage sur quelques sujets d'analyse phares de nouvelle physique est souhaitable afin d'atteindre la masse critique et l'impact nécessaire dans ATLAS pour rester visible au redémarrage du Run II.

Le groupe est d'ores et déjà engagé dans les R&D pour l'amélioration du détecteur ATLAS, rendue nécessaire par celle du collisionneur. En particulier, pour le remplacement de l'électronique de trigger CALO en phase-I (2018). Une réflexion est engagée sur la possibilité de contribuer également à l'amélioration du trajectomètre. Un choix devra probablement être fait rapidement car on voit difficilement comment les ressources techniques et en physicien pourraient se partager entre les deux projets. De plus, même si le groupe ne s'engage que sur un seul projet, l'affectation prévue en octobre 2015 d'un nouveau chargé de recherche (CR2) à 50 % sur les activités d'upgrade semble insuffisante pour compenser la perte d'expertise du groupe en instrumentation et garantir une implication visible dans ce domaine.

Pour l'ILC, la stratégie de l'équipe est de maintenir une activité de R&D sur la calorimétrie, en particulier la mécanique et le refroidissement (ILC ou FCC) mais la perte d'expertise au cours de cette période et l'effectif des physiciens impliqués rend très incertain la reprise de ces activités au LPSC et une contribution significative au projet soutenu. A cause d'absence de budget, les activités ILC sont mises en veilleuse pendant les 2 prochaines années en attendant la levée des incertitudes du calendrier international et de celui de l'IN2P3.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le groupe UCN affiche une très grande cohérence dans la stratégie du projet avec un recentrage fort sur n2EDM à l'horizon 2020. L'équipe ATLAS est très bien positionnée pour prendre une part active aux analyses de recherche de nouvelle physique pour le redémarrage du LHC cette année. La stratégie du groupe sur la participation aux améliorations d'ATLAS en 2018 (phase I) et 2023 (phase II) gagnerait à être précisée.

Conclusion

▪ Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe neutrons ultra-froids présente un programme de physique très original et varié au niveau des réalisations techniques et de l'analyse qui le rend attractif notamment auprès des doctorants. Il existe une excellente synergie locale avec notamment la présence de l'ILL à proximité du laboratoire. Le groupe bénéficie d'un soutien des tutelles (laboratoire, IN2P3, université) et a su répondre à des appels à projets pour financer ses activités (la contribution à n2EDM est financée par ANR) lui donnant une bonne visibilité pour les cinq prochaines années.

L'équipe DØ a joué un rôle de premier plan dans l'expérience sur l'étalonnage du calorimètre à argon liquide et la mesure très importante de la masse du boson W dont elle a assuré la coordination de l'analyse au sein de la collaboration.

L'équipe ATLAS a contribué de manière extrêmement visible à la construction et à l'exploitation du calorimètre électromagnétique qui a été un dispositif essentiel dans la découverte du boson de Higgs et a développé une expertise très reconnue dans la recherche de nouvelle physique impliquant des photons et des quark top. Il y a une excellente cohérence entre les sujets d'analyse de physique et les expertises instrumentales du groupe.

▪ Points faibles et risques liés au contexte

L'excellent dynamisme et visibilité du groupe neutrons ultra-froids repose toutefois sur un groupe de petite taille dont le renouvellement des financements sur le long terme reste incertain. Par ailleurs, la production scientifique reste conditionnée aux performances des sources cryogéniques de neutrons ultra-froids qui sont encore loin des valeurs escomptées en terme de neutrons produits même si de récents progrès sont encourageants.

Pour ATLAS, la dispersion sur plusieurs sujets de recherche de nouvelle physique risque de diminuer la compétitivité du groupe à un moment où, avec le redémarrage de la prise de données cette année, l'environnement sera très concurrentiel. Avec une forte concentration sur les analyses et le démarrage du LHC, la plupart des physiciens se sont naturellement désengagés des activités hardware et il y a désormais un risque de perte d'expertise en instrumentation ce qui posera des difficultés pour la préparation des upgrades d'ATLAS phase II.

▪ Recommandations

L'équipe UCN est encouragée à maintenir ses activités originales de mesures de grande précision avec les neutrons de très basse énergie et à conclure ses recherches qui sont sensibles à des effets virtuels de nouvelle physique. Le groupe devra toutefois veiller aux progrès sur les sources de neutrons et réfléchir à l'avenir de ses activités si les sources n'atteignent pas les performances attendues d'ici quelques années.

L'équipe ATLAS devra clarifier son implication dans les upgrades et en tenir compte dans la stratégie de recrutement dans le groupe. Par ailleurs, l'équipe est encouragée à poursuivre les efforts en cours pour renforcer la bonne cohérence entre les sujets d'analyse de physique et les expertises instrumentales du groupe. On observe une certaine dispersion de ces sujets d'analyse et le groupe devra donc veiller à concentrer ses forces pour rester le plus compétitif possible et augmenter encore davantage sa visibilité au sein d'ATLAS.

Concernant l'ILC, le comité d'experts recommande de maintenir la mise en veilleuse de l'activité ILD dans l'attente d'une clarification du calendrier international et de celui de l'IN2P3.

Thème 2 : Astroparticules et Cosmologie

Nom du responsable :

M^{me} Corinne BERAT (Auger)

M. Laurent DEROME (AMS, CREAM, LSST)

M. Juan-Francisco MACIAS-PEREZ (PLANCK, NIKA)

M. Daniel SANTOS (MIMAC)

M^{me} Anne STUTZ (STEREO)

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	5 (5)	5 (5)
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	13 (12.8)	12 (11.8)
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	3 (3)	2 (2)
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
TOTAL N1 à N6	21 (20.8)	

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
Doctorants	6	
Thèses soutenues	17	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	6	
Nombre d'HDR soutenues	5	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	15	15

• Appréciations détaillée

Le LPSC participe à plusieurs projets couvrant la thématique « astroparticules - cosmologie - neutrinos » dont les effectifs et thèmes scientifiques sont résumés ci-dessous :

- étude des rayonnements cosmiques d'origine galactique par ballon (CREAM) ou via un détecteur sur la station spatiale internationale (AMS): 4 physiciens +1 émérite, 2 post-doctorants, 2 doctorants. Étude des astroparticules aux énergies les plus hautes (Auger): 5 physiciens + 2 bénévoles, 1 post-doctorant ;
- détermination des paramètres cosmologiques sur satellite (Planck) ou sur télescope au sol (NIKA): 6 physiciens, 2 post-doctorants, 2 doctorants. Télescope au sol LSST & cosmologie théorique : 4 physiciens, 1 post-doctorant, 2 doctorants ;
- recherche directe des particules de la matière sombre (MIMAC : 2 physiciens, 1 doctorant ;
- étude des oscillations neutrinos auprès de réacteur (STEREO : 5 physiciens, 1 doctorant).

On peut noter qu'un même chercheur peut participer à plusieurs de ces activités dans le cadre d'activités phénoménologiques transversales ou dans le cadre standard du passage d'un projet en fin de cycle à la mise en place de nouvelles activités.

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

La recherche en astroparticules & cosmologie est en place au LPSC depuis de nombreuses années et bénéficie actuellement d'un retour scientifique important suite à des investissements de longue haleine dans les collaborations internationales Planck, CREAM, AMS-02 et, plus récemment, dans Auger. On peut aussi noter que deux de ces projets (AMS et Planck), sont des projets spatiaux, le LPSC ayant été un laboratoire précurseur dans ce domaine à l'IN2P3. Dans toutes ces collaborations, les physiciens du LPSC ont des contributions reconnues. On peut, par exemple, citer aujourd'hui :

- Planck: - études des effets systématiques en température et en polarisation, - contribution aux études des anisotropies dites secondaires, affectant le CMB après son émission, - effets de lentille gravitationnelle par les grandes structures, - construction et validation du catalogue des amas et super amas de galaxies observés par effet SZ, - participation active à l'analyse cosmologique en polarisation ;
- AMS-02 : caractérisation des détecteurs et étude de leurs performances ;
- ISS-CREAM : plusieurs développements dans le cadre de l'étude du rayonnement cosmique galactique et recherche indirecte de matière noire: phénoménologie, mise en place d'une base de données des espèces chargées du RCG (CRDB), écriture de code public (CLUMPY) dans le cadre de la recherche de matière noire en photons ;
- Auger: limites sur le flux de neutrinos d'ultra haute énergie, études des interactions hadroniques à haute énergie (section efficace proton-air à une énergie de centre de masse de 57 TeV).

Il est à noter que toutes les activités en astroparticules & cosmologie & neutrinos ont été ou sont associées à des contributions instrumentales clefs, ce qui assure sur le long terme aux groupes impliqués une place de choix dans les collaborations. On peut citer parmi les contributions instrumentales récentes :

- Auger: participation active aux programmes de R&D sur la détection radio des gerbes atmosphériques (financement ANR pour 4 ans en 2012) ;
- NIKA: contributions à la construction d'une caméra bi-bande (140 et 240 GHz) de matrices de Kinetic Inductance Detectors (financement ANR pour 3 ans en 2012 et Labex) pour des observations du CMB en intensité et polarisation dans le domaine millimétrique. Non-seulement la collaboration NIKA est parvenue à faire fonctionner ce nouveau type de détecteur, mais une camera de taille réduite prend dès à présent des données au télescope de 30 m de l'IRAM et la camera finale (NIKA2) devrait être installée cette année et sera opérationnelle pour au moins 10 ans à partir de 2016. C'est un succès indéniable de niveau mondial. On peut également noter que ces détecteurs sont de bons candidats pour un futur observatoire spatial ;

- LSST: responsabilité du développement du système de caractérisation de la camera (CCOB) et du système de chargement des filtres dans la camera (financement IR IN2P3), responsabilité technique pour la contribution de l'IN2P3 à LSST ;
- MIMAC: développement d'un prototype de détection directionnelle de matière noire installé en 2012 au laboratoire souterrain de Modane (financement ANR pour 3 ans en 2007). Les objectifs affichés dans le projet ANR ont été remplis avec un démonstrateur pleinement opérationnel. Ce type de détecteur présente également un intérêt pour la détection de neutrons ;
- STEREO: responsabilité de la simulation de l'expérience, de l'ensemble de l'électronique, de l'acquisition des données, du veto de muon cosmique et du système de calibration par injection de lumière (financement ANR pour 3 ans ½ fin 2013).

On doit aussi souligner une activité phénoménologique et théorique dans l'équipe, avec en particulier de nombreux travaux dans le domaine la gravitation quantique en boucle, et une activité exploratoire sur la reconstruction des redshift photométriques au sein du groupe LSST.

Le nombre de publications dans le dernier contrat quinquennal est très important, avec au total 175 publications dans des journaux à fort impact. L'activité STEREO/Oscillations neutrino est récente (2013) et n'a pas encore donné lieu à publication. Les équipes ont fait de nombreuses communications en conférences, avec 17 présentations invitées, plus de 130 autres communications et 31 posters.

Comme mentionné ci-dessus, la majorité du programme scientifique est exécutée au sein de grandes collaborations internationales (Auger, AMS, CREAM, PLANCK, LSST, NIKA, STEREO). MIMAC est une collaboration nationale avec l'IRFU, le CPPM et l'IRSN Cadarache.

Appréciation synthétique sur ce critère

L'équipe bénéficie d'un retour scientifique exceptionnel après de longs investissements, entre autres dans le spatial où le LPSC a été précurseur à l'IN2P3. Cette thématique est très dynamique au LPSC, avec un bon équilibre entre grands projets internationaux et prises de risques/ouverture de nouvelles voies instrumentales.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Les équipes ont de multiples responsabilités dans les collaborations auxquelles elles participent :

- project manager de la collaboration NIKA/NIKA2 ;
- membre du steering committee de la collaboration NIKA/NIKA2 ;
- coordinateur du large programme NIKA2 sur l'effet SZ ;
- responsable de la production des produits pour la collaboration PLANCK ;
- co-responsable NIKA-2 du programme d'observation sur l'effet Sunyaev-Zel'dovich (SZ) ;
- co-responsable NIKA du proposal SZ / campagne d'observation de février et novembre 2014 ;
- co-responsable Planck de la validation de la carte tout ciel d'émission Sunyaev-Zeldovich ;
- co-responsable Planck de la validation du catalogue d'amas de galaxies détectés par effet SZ ;
- project manager pour la collaboration MIMAC ;
- responsable du système de caractérisation de la caméra de LSST ;
- responsable technique de la participation de l'IN2P3 à LSST ;
- co-responsable de la tâche « Monitoring » au sein de la collaboration P. Auger ;
- co-responsable de la tâche « Hadronic Interactions » au sein de la collaboration P. Auger ;
- 2 membres du comité exécutif de la collaboration STEREO ;
- responsable de la tâche de simulation pour l'expérience STEREO.

Les groupes sont partenaires de 4 ANR pour des développements instrumentaux. Plusieurs chercheurs ont reçu récemment des prix et distinctions (prix de thèse 2013 de l'Université de Grenoble, junior IUF et médaille de l'UJF, prix européen Thibaud de physique subatomique). Ils ont aussi une forte participation aux comités d'expertise (CNU, C01, université, ANR) :

- rapporteur appel d'offre post-doctorant Labex P2IO (Physique des 2 Infinis et des Origines ;
- membres de 4 comités MCF et 1 comité PR ;
- 1 membre élu au Conseil National des Universités, 29^e section ;
- 5 membres de comités de sélection universitaires (UJF, U.de Savoie, U.Aix-Marseille,...) ;
- participation comme expert pour 3 appels d'offres ;
- président du Conseil Scientifique de l'IPNL (Institut de Physique Nucléaire Lyon).

Organisation de conférences :

- Planck-NIKA-MIMAC : 2 conférences, 1 école ; Neutrinos : 1 école ; Auger : 2 écoles, 4 conférences
- AMS-CREAM-LSST : 1 conférence, 3 Ateliers.

Appréciation synthétique sur ce critère

L'équipe bénéficie d'une excellente visibilité au travers des prix reçus, de sa participation à des instances nationales et de ses responsabilités au sein des collaborations scientifiques internationales. On peut souligner que l'équipe a participé au nombre élevé de 4 ANR dans la période considérée.

Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Les équipes ont de très nombreuses activités d'information et de sensibilisation à la recherche. On remarque:

- la conception du site internet www.planck.fr et la co-écriture de la vidéo « Planck en bref » ;
- la conception d'une mallette pédagogique pour lycée et clubs d'astronomie, des animations scientifiques et des interventions régulières en lycée et collège ;
- la conception et l'animation scientifique de l'exposition "Planck, vers l'aube du temps" présentée à Vaulx-en-Velin, Darmstadt (Allemagne) et Grenoble en 2009 et Lyon en 2011 ;
- des articles dans la presse écrite : journal du CNRS, OKAPI, Libération, Le Figaro, Pour la Science, La Recherche, Dauphiné Libéré, Science et Avenir, Ciel&espace, L'astronomie ;
- la participation à des émissions de radio sur France Inter, RFI, radio-Canada ;
- des conférences grand public et des Cafés des Sciences (Eybens, Grenoble, Lyon, Paris, St Genis-Laval, Meylan, Taza (Maroc), Vizille);
- une contribution aux Fêtes de la Science (stands au Village, visites au laboratoire) et à la Nuit des Chercheurs (Dijon);
- un stand au festival scientifique pour enfants (2009, 2012, 2014).

Appréciation synthétique sur ce critère

Même si le domaine s'y prête, on remarque la participation exceptionnelle de membres de l'équipe à des actions de diffusion de l'information scientifique auprès du grand public.

Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

L'activité dans la thématique comprend 9 projets, ce qui pourrait être considéré comme beaucoup pour 18 physiciens permanents. En pratique il y a plutôt une organisation autour de trois groupes de chercheurs (AMS-CREAM-LSST-CosmoTheorique, Planck-NIKA-MIMAC, Auger-Neutrinos) travaillant à la fois sur des projets matures et sur des projets préparant l'avenir. La démarche est clairement dynamique et permet l'émergence d'équipes et de programmes innovants.

Les contributions aux collaborations expérimentales reposent toutes sur des développements instrumentaux importants ce qui dénote une interaction forte avec les services techniques du LPSC.

La seule activité commune aux trois groupes est la réunion régulière du « journal club ». Ceci étant, avec la fin de certains projets et la montée en puissance de nouvelles activités, une redistribution des chercheurs au sein de trois nouveaux groupes est en cours, ce qui dénote une dynamique certaine entre ces groupes.

Le comité d'experts regrette l'absence d'une présentation commune lors de la visite, au moins pour la stratégie à 5 ans, qui aurait permis de mieux souligner la force collective dans la transition en cours. La préparation des journées de perspectives du laboratoire en juin 2015 devrait être utile pour aller dans ce sens.

Appréciation synthétique sur ce critère

Dans le contexte de la variété des activités dans l'équipe, et au vu de la dynamique d'intégration des chercheurs dans les nouvelles activités, il y a une excellente vie de l'équipe qui s'est montrée apte à mener des projets de recherche difficiles et d'en faire surgir de nouveaux projets.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Les chercheurs sont fortement impliqués dans l'enseignement supérieur avec 2 professeurs (dont un responsable de spécialité du Master « Physique Subatomique et Astroparticule »), 3 maîtres de conférence (responsable de la plateforme expérimentale de physique nucléaire et subatomique, responsable du magistère de physique). Il y a actuellement 8 doctorants, et 13 thèses ont été soutenues dans le dernier quinquennal.

Appréciation synthétique sur ce critère

L'implication de l'équipe dans la formation par la recherche est certaine. Le nombre, la qualité et la diversité des thèses soutenues dans l'équipe sont excellents.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

La stratégie présentée par l'équipe est la suivante :

Les chercheurs engagés dans l'exploitation scientifique de AMS & CREAM ont clairement préparé leur avenir à long terme en s'engageant depuis plus de 5 ans dans la construction de LSST qui devrait débiter son exploitation scientifique en 2021. Pour le quinquennal à venir l'activité du groupe sera centrée sur l'exploitation d'AMS-CREAM et la préparation de LSST. L'activité en théorie et phénoménologie au sein du groupe restera a priori au niveau actuel.

Les chercheurs engagés dans Planck ont encore une activité d'analyse importante sur la polarisation, activité qui sera finalisée dans les mois à venir. A moyen terme, deux tendances se sont fait jour pour la poursuite de l'activité en cosmologie, certains chercheurs se concentrant sur NIKA/NIKA2 et l'étude de l'effet SZ, d'autres rejoignant LSST. Enfin les deux chercheurs impliqués aujourd'hui souhaitent poursuivre leurs efforts dans MIMAC. Pour le groupe, d'autres options à long terme ont été mentionnées sans plan ni objectif très clair pour l'instant (rejoindre Euclid, participer à un éventuel satellite de type M pour la mesure de la polarisation du CMB).

Si un développement d'Auger au-delà de 2015 est effectivement engagé et soutenu par l'IN2P3, l'équipe du LPSC envisage naturellement d'y participer, en particulier à travers une contribution à l'électronique. Cependant, certains chercheurs du groupe Auger ont dès à présent rejoint la nouvelle activité neutrinos (projet STEREO aujourd'hui) qui pourrait se développer sur le long terme au delà de STEREO.

On remarque en premier lieu qu'aujourd'hui, l'équipe participe au niveau expérimental à cinq collaborations internationales directement soutenues par l'IN2P3 (Planck, AMS, CREAM, LSST, Auger), deux collaborations internationales non-directement ou marginalement soutenues par l'IN2P3 (NIKA, STEREO) et un projet de R&D non-directement soutenu par l'IN2P3 (MIMAC). L'équipe risque, cependant, d'ici la fin du quinquennal, de n'être plus impliquée que dans une seule collaboration internationale de niveau mondial directement soutenue par l'IN2P3 (LSST), la majorité des membres travaillant alors dans des projets peu ou non soutenus par l'IN2P3. La fragilité d'un tel montage est claire, aussi bien au niveau des financements que du risque de marginalisation.

Le quinquennal à venir sera un quinquennal de transition pour l'activité astro-particules au LPSC avec l'arrêt annoncé d'activités en fin de cycle (Planck, AMS, CREAM) et l'arrêt éventuel d'autres activités (Auger, MIMAC). Le seul programme d'envergure à long terme actif aujourd'hui (LSST) ne produira des résultats que dans la prochaine décennie. L'équipe, très dynamique, a ouvert ces dernières années de nouvelles voies expérimentales qui devraient avoir un retour scientifique pertinent dans le quinquennal à venir. Cependant, au-delà de leurs résultats à court ou moyen terme, les voies ainsi ouvertes ont un avenir encore très incertain au-delà du prochain quinquennal. Une réflexion sur la stratégie à long terme s'avère donc essentielle.

Appréciation synthétique sur ce critère

L'équipe est exceptionnellement réactive dans sa recherche de renouvellement scientifique. Elle a ainsi ouvert de nombreuses voies, dont pour l'instant une seule, lui assure une participation à un projet de taille mondiale sur le long terme. Le quinquennal à venir, au-delà des retours scientifiques attendus, devrait lui permettre de préciser son évolution.

Conclusion

▪ Avis global sur le thème

L'équipe Astroparticules & Cosmologie est une équipe attractive qui a une activité instrumentale très dynamique, lui permettant d'intégrer des collaborations internationales, ou d'explorer des voies expérimentales originales. Elle a aussi en son sein une petite activité phénoménologique et théorique d'excellent niveau. L'équipe a bénéficié pour le dernier quinquennal d'un retour scientifique exceptionnel lié en partie à son investissement instrumental sur le long terme.

▪ Points forts et possibilités liées au contexte

Le quinquennal à venir va clairement bénéficier des anciens investissements (Planck, AMS) auxquels s'ajouteront le retour scientifique d'au moins deux des nouveaux programmes de l'équipe (NIKA/NIKA2, STEREO).

L'équipe a bénéficié d'un financement exceptionnel via les ANR au cours du quinquennal passé.

L'équipe a démontré une grande capacité à recruter des étudiants en thèse.

L'équipe exerce une excellente activité d'information scientifique vers le grand public : le domaine scientifique s'y prête, mais peu d'équipes dans le domaine sont autant impliquées que celle du LPSC.

▪ Points faibles et risques liés au contexte

L'avenir à moyen terme de deux des activités au sein de l'équipe est aujourd'hui incertain. L'une (Auger), en décroissance, est suspendue au soutien ou non de son upgrade. L'autre (MIMAC) semble un peu trop en avance sur les choix et les besoins en détection de la communauté. Le risque est cependant limité puisque dans les deux cas les groupes concernés, tout en investissant toutes leurs forces pour développer leurs projets en cours, ont recherché des voies pour garantir l'avenir, soit en rejoignant une autre activité (groupe Auger), soit en cherchant à valoriser leur réussite instrumentale dans d'autres domaines (groupe MIMAC).

Le quinquennal à venir sera un quinquennal de transition pour l'équipe: plusieurs de ses programmes internationaux de taille mondiale vont prendre fin. Aussi, en plus de LSST, l'équipe du LPSC se devra de rechercher à intégrer de nouveaux programmes internationaux ambitieux, afin qu'une large majorité de ses chercheurs continue de travailler dans le cadre de projets soutenus par l'IN2P3. Ceci permettra aussi de sécuriser les financements. Le dynamisme de l'équipe, avec le soutien de la direction du LPSC et de l'IN2P3, devrait permettre d'assurer les voies du renouvellement nécessaire.

Thème 3 : Physique hadronique et matière nucléaire

Nom du responsable : M. Mourad RAMDHANE (Structure Nucleaire),
M. Christophe FURGET (ALICE),
M. Jean-Sebastien REAL (JLAB)

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	4 (3.8)	4 (3.8)
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	4 (3.8)	3 (2.8)
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	1 (1)	1 (1)
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
TOTAL N1 à N6	9 (8.6)	8 (7.6)

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
Doctorants	2	
Thèses soutenues	7	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	6	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	5

• Appréciations détaillées

L'équipe physique hadronique et matière nucléaire étudie les propriétés fondamentales de l'interaction forte à différentes échelles, du noyau aux constituants élémentaires de la matière. Trois groupes s'intègrent dans cette équipe. Le groupe de structure nucléaire étudie le comportement des noyaux à l'échelle des nucléons et l'interaction entre nucléons. Le groupe JLab, de physique hadronique, s'intéresse au comportement des partons (quarks et gluons) au sein du nucléon et plus récemment au sein des noyaux légers. Enfin, le groupe ALICE s'intéresse à l'étude des propriétés de la matière nucléaire déconfinée appelée plasma de quarks et de gluons. Le groupe JLab a cessé son activité au sein du LPSC en fin d'année 2014.

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe physique hadronique et matière nucléaire compte à son actif plus de 150 publications dans des journaux à comité de lecture avec de bons facteurs d'impact et plus de 70 communications dans des conférences (dont certaines très prestigieuses) et workshops nationaux et internationaux.

La participation du laboratoire dans ces thématiques remonte à 1995 avec sa première implication dans de grands programmes expérimentaux auprès du Jefferson Laboratory. Le groupe s'est investi avec succès dans l'étude des distributions généralisées de partons (GPD) du neutron pour laquelle il a joué un rôle moteur. Du fait de son expertise reconnue dans cette thématique, elle a été poursuivie et étendue par une mesure exploratoire des GPD du noyau d'hélium avec le détecteur CLAS à JLab 6 GeV sur la période évaluée. La thèse qui a été menée et soutenue sur le sujet au LPSC a conduit aux premières mesures mondiales du facteur de forme Compton de l'hélium.

La qualité du travail effectué s'est traduite également par des réalisations techniques importantes qui auront un impact certain pour la physique des GPD à JLab : outre sa participation au développement d'un détecteur central de neutrons pour CLAS12, l'équipe a mis au point un nouveau concept de production de faisceaux polarisés de positrons de basse énergie à partir d'un faisceau d'électrons polarisés (programme PEPPo). Ceci aura constitué la dernière contribution majeure du groupe de physique hadronique JLab au laboratoire.

En 2006, le groupe de physique hadronique a choisi d'étendre son domaine de compétence en rejoignant la collaboration ALICE auprès du LHC pour étudier la matière nucléaire déconfinée et en particulier les propriétés du plasma de quarks et de gluons par la mesure des sondes dures et électromagnétiques. L'année 2006 correspond à la période où le projet d'ajout d'un calorimètre électromagnétique au système de mesure d'ALICE a vu le jour. Le groupe ALICE du LPSC a su très vite se positionner par rapport à ce projet en apportant son expertise en termes de mécanique, d'électronique et de physique que ce soit pour la construction du calorimètre EMCal et de son extension DCal (assemblage des super-modules (SM), installation, etc.), pour la caractérisation de leurs performances au travers de tests en faisceaux ou pour la calibration des SM dont le groupe a porté la responsabilité. Les contributions techniques du groupe ont été essentielles pour la réalisation de ce projet international qui a constitué un véritable tour de force pour la collaboration ALICE et son impact important a été facilité par la proximité du LPSC avec le CERN. Bien que la construction du calorimètre n'ait débuté qu'en 2007, ce dernier, alors constitué de 4 SM, a participé avec succès dès 2009 aux premières prises de données du LHC. Le groupe ALICE du LPSC a eu des contributions de premier plan pour assurer son bon fonctionnement au niveau des développements des logiciels de traitement des données ainsi qu'au niveau de la mise en place de son système de déclenchement de premier niveau pour la sélection des jets et des photons de grande impulsion transverse dont la responsabilité lui a incombé. Notons qu'EMCal et DCal sont aujourd'hui au complet dans ALICE.

L'implication du groupe dans les analyses de physique a été un peu moins dynamique du fait des responsabilités techniques que ce dernier a dû assurer. Deux thèses toutefois ont été soutenues sur la période sur les corrélations entre un photon/ π^0 et les hadrons produits dans un événement proton-proton.

Malgré sa petite taille, le groupe de structure nucléaire a effectué un travail de qualité. Sa production scientifique s'est traduite par 33 articles avec comité de lecture dont une dizaine compte les membres du groupe parmi les premiers auteurs. Le groupe s'est intéressé à la région du noyau doublement magique ^{132}Sn en réalisant des expériences à l'ILL et à RIKEN. L'étude des états isomériques dans cette région met en évidence des niveaux expérimentaux non expliqués par les modèles théoriques. L'expérience proposée par le groupe à RIKEN en collaboration avec Madrid, a permis d'observer pour la première fois les isotopes $^{136,138}\text{Sn}$, ainsi que l'isomère du ^{132}Cd . Le groupe s'est aussi impliqué dans l'étude des déformations des noyaux riches en neutrons des régions A-100 et A-150. Il a étudié les états excités du ^{97}Rb (déformation prolate), des $^{87,88}\text{Se}$, $^{89,91}\text{Br}$ et des isotopes de Pr (excitations octupolaires).

Il est par ailleurs l'auteur de 5 publications théoriques liées aux différents modèles (QPM, GICM, etc.) qu'il développe. Deux thèses ont été soutenues sur une partie des sujets énoncés ci-dessus. Enfin, associé aux services informatique et mécanique du LPSC, le groupe a joué un rôle majeur dans la campagne de mesure EXILL à l'ILL dont l'effort joint à une collaboration de physiciens internationaux a permis d'installer et d'exploiter un spectromètre à rayonnement π puis de collecter plus de 60 To de données qui seront analysées à partir de 2015.

Appréciation synthétique sur ce critère

De par son entrée réussie et remarquée au sein de la collaboration ALICE dans les projets de calorimétrie EMCal et DCal, le groupe ALICE du LPSC a effectué un excellent travail. Les réalisations techniques et les productions scientifiques du groupe de structure nucléaire sont excellentes compte tenu de son effectif.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Certains membres des groupes JLab et ALICE ont exercé des responsabilités importantes au sein de leurs collaborations comme la coordination adjointe d'EMCal, la responsabilité EMCal-France auprès de l'IN2P3, la responsabilité du fonctionnement du trigger de niveau 1 du calorimètre EMCal d'ALICE ou plus récemment, la co-ordination d'un des sept groupes d'analyse de physique (photons et mésons neutres) de la collaboration. Parmi les membres du groupe JLab, on compte un co-porte-parole des expériences He-DVCS@CLAS et PEPPo@injector, un membre qui a dirigé et animé scientifiquement les GDR Nucléon et PH-QCD et une personne membre élu de l'instance représentative de la Communauté des Utilisateurs de JLab (UGBoD) en charge de différents programmes de distinction, de financement et de liaison avec la direction du laboratoire. Les membres participent également au travail éditorial des collaborations en tant que membre de comités de revue (3) ou d'écriture (1). Un membre a également co-coordonné le groupe de travail QGP pour les journées de perspectives.

L'envergure des projets techniques dans lesquels les membres ont été impliqués contribue très fortement à la grande visibilité nationale et internationale du laboratoire. L'implication du groupe dans le projet EMCal/DCal a notamment ouvert les portes de CERN-ALICE au laboratoire. Les premières mesures de He-GPD ouvrent désormais un nouveau champ d'étude à la physique de JLab 12GeV pour un certain nombre d'années et le nouveau concept du programme PEPPo donne l'accès aux positrons polarisés dès le seuil de production et devrait trouver des applications larges en matière condensée et en physique des hautes énergies.

Le groupe de structure nucléaire a aussi contribué au rayonnement du LPSC sur la période de par les nombreuses propositions d'expérience acceptées au travers le monde (ILL, ISOLDE, JYFL et en particulier RIKEN) et de par son rôle initiateur dans le projet EXILL@ILL qui a permis de constituer une collaboration internationale de vingt laboratoires.

Un peu plus de dix écoles, workshops, conférences et réunions de collaboration ont été organisés ou co-organisés sur la période par l'équipe physique hadronique et matière nucléaire. Le comité d'experts note en particulier que le LPSC a reçu dans ses locaux le 9^{ème} *international workshop on high p_T physics at LHC* en 2013 et que le workshop EXILL@ILL s'est également tenu à Grenoble. Les membres de l'équipe sont très présents dans les conférences et workshops internationaux.

L'équipe a su diversifier ses sources de financement en étant partie prenante de deux ANR (GPD@CLAS12 et EMCal), d'un contrat européen I3HP et de plusieurs PICS, PEPS, PRC, FCPPL. Elle travaille avec plusieurs collaborateurs nationaux et internationaux en Asie (Chine et Japon), aux États-Unis, en Russie, au Liban et en Europe.

L'expertise de certains membres du groupe a été plusieurs fois sollicitée sur la période pour participer à de nombreux comités de sélection, de spécialistes et des jurys de soutenance de thèses (24) et d'HDR (8).

Appréciation synthétique sur ce critère

La physique hadronique au LPSC a su s'imposer à l'échelle internationale lui apportant une excellente visibilité comme en témoignent les positions de leadership qu'occupent certains membres, les communications internationales recensées, la diversité des sources de financement, etc. Le groupe de structure nucléaire a très bien contribué également aux rayonnements national et international du LPSC du fait des nombreuses expériences au travers le monde auxquelles il a participé et de son rôle initiateur dans le projet EXILL@ILL.

Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Chaque année, l'équipe participe à des actions d'éveil et de divulgation scientifique auprès des jeunes et du grand public dans le cadre de la fête de la Science (notamment avec le parcours spécifique sur le détecteur ALICE au LPSC) ou lors des journées portes ouvertes du CERN. En 2013, le groupe a participé aux visites guidées de l'expérience ALICE au CERN. Le groupe participe également aux « Master Classes » au laboratoire, manifestation pilotée par le CERN et qui s'adresse à des élèves de lycée en première et terminale.

Appréciation synthétique sur ce critère

L'implication de l'équipe dans des actions de divulgation scientifique auprès du grand public et des scolaires est très bonne.

Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Trois anciens membres du groupe JLab ont été à l'origine de la formation du groupe ALICE au LPSC et de son implication dans le projet de calorimétrie EMCal. Bien que deux de ces membres n'en fassent aujourd'hui plus partie, le groupe ALICE a été renforcé par le recrutement régulier de jeunes chercheurs (1 MC + 2 CNRS) et par une mutation entre 2007 et 2012. Deux post-doctorants et deux thésards en ont aussi fait partie. Le groupe, dont la répartition enseignants-chercheurs (2) / chercheurs (3) est très équilibrée, s'organise autour d'un responsable d'activité. Ses membres sont très sollicités par plusieurs réunions de travail hebdomadaires d'ALICE auxquelles ils participent par internet ou directement sur site. La proximité du laboratoire avec le CERN favorise en effet les échanges des membres du groupe avec ce dernier. Si la majorité du groupe travaille aujourd'hui autour du calorimètre, de la mesure des photons et des π^0 et de la physique associée, depuis peu, un des membres réalise un travail de prospection sur une opportunité d'analyse autour de la physique des jets de b en collaboration avec le Liban. Le groupe ALICE a eu une très forte interaction avec les services techniques du laboratoire. Cependant, aujourd'hui, de par ses engagements dans l'exploitation du calorimètre de ses données, son expertise expérimentale et son interaction avec les services techniques sont en légère baisse.

L'effectif du groupe de structure nucléaire est en diminution. Alors que le groupe comptait trois membres permanents et deux post-doctorants jusqu'en 2013, il compte aujourd'hui deux physiciens tous deux enseignants-chercheurs (EC) et un post-doctorant. Les deux EC étant respectivement théoricien et expérimentateur cela ne facilite pas le déploiement d'activités communes au jour le jour même si l'interaction entre les membres du groupe est très bonne. Le comité d'experts note toutefois que cette variété des compétences au sein du groupe est une richesse pour l'interprétation des données analysées et permet d'apporter une composante mixte aux thèses qui sont soutenues dans le groupe. Pour temporairement pallier ce manque d'effectif, les membres du groupe ont su développer et se reposer sur d'étroites collaborations à l'échelle européenne. Le succès du projet EXILL illustre, de plus, que le groupe de structure nucléaire a su développer une très bonne synergie avec les services techniques du laboratoire.

Appréciation synthétique sur ce critère

La vie du groupe ALICE, jeune, dynamique et investi, est excellente. Les activités de chacun semblent très bien réparties. La vie du groupe de structure nucléaire, très bonne jusqu'en 2013, s'est vue ralentie du fait de son petit effectif (EC) actuel. Le succès des réalisations techniques témoigne des excellentes synergies que l'équipe entière a su développer avec les services techniques du laboratoire.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe physique hadronique et matière nucléaire est très impliquée dans la formation par la recherche par la constitution même de ses effectifs. Elle compte actuellement deux professeurs et deux maîtres de conférences de l'UJF (dont un HDR), tous très impliqués dans leurs activités d'enseignement et leurs responsabilités à l'université. Un membre est directeur adjoint chargé de la formation à l'UFR PhiTEM de l'UJF. Deux membres sont responsables d'une unité d'enseignement du département licence sciences & technologies (DLST). Un membre est responsable de la préparation au concours national DEUG-L2 d'entrée aux grandes écoles.

Bien que ces activités autour de l'enseignement prennent énormément de temps et ne facilitent pas un travail de recherche dans la continuité tout au long de l'année, elles offrent l'avantage d'être au contact des étudiants et l'équipe participe ainsi fortement à leur formation. Sur la période évaluée, l'équipe a pu accueillir de nombreux étudiants en stage du L3 au M2. Elle comptabilise six thèses soutenues et deux ayant récemment démarré. Le comité d'experts remarque toutefois une petite difficulté de recrutement des étudiants en thèse dans le groupe ALICE.

Appréciation synthétique sur ce critère

La moitié des effectifs de l'équipe est impliquée dans des activités d'enseignement à l'université et certains y occupent des responsabilités importantes témoignant de l'excellence de son implication dans la formation par la recherche.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

En ce qui concerne la physique hadronique, le groupe ALICE projette son activité par rapport à deux phases.

La première concerne la période 2015-2018 correspondant au run-2 du LHC, où l'équipe envisage de poursuivre son travail de fond de mise en œuvre du détecteur DCal dont l'installation s'est terminée en octobre 2014. Sur cette période, il souhaite également davantage se concentrer sur l'analyse des données qui seront accessibles en collisions p-p, p-Pb et Pb-Pb où dix fois plus de statistique est attendue que lors du run-1. Le groupe souhaite poursuivre ses analyses de mesure de fonctions de fragmentation via les corrélations entre pions neutres ou photons et les particules chargées de l'événement. Le comité d'experts note que l'arrivée potentielle dans le groupe de deux étudiants japonais en thèse en cotutelle pourrait nettement aider ce dernier à remplir son objectif à court terme de mise en œuvre de DCal tout en ayant un impact dans l'analyse de données dans l'environnement très compétitif des grosses collaborations.

Parallèlement à cela, un membre du groupe travaillera de façon prospective sur l'étude des performances de reconstruction des jets de b en utilisant les électrons. Ce travail, complexe et soumis également à l'environnement compétitif d'ALICE, a déjà débuté au sein de groupe.

La deuxième phase, au-delà de 2018-2019, concernera les upgrades du LHC à très haute luminosité (runs 3 et 4). Le groupe, à cette occasion, souhaite affirmer une position forte d'analyse sur les corrélations et coupler, dans la mesure du possible ces corrélations avec la mesure des saveurs lourdes en cohérence avec l'étude des jets de b par exemple. Ces aspects corrélations et saveurs lourdes ouvrent des synergies possibles avec le groupe théorie du laboratoire. Par rapport à cette deuxième phase, la position du groupe quant à une implication potentielle dans l'amélioration des détecteurs d'ALICE est plus floue. Une implication dans la mécanique de l'ITS est d'ores et déjà envisagée en synergie avec le groupe ATLAS ITK. Le groupe souhaiterait pouvoir s'impliquer également au niveau des capteurs silicium pour l'ITS mais ces aspects sont encore très incertains et en cours de discussion.

Le groupe de structure nucléaire a des objectifs à court, moyen et long termes de physique et développements techniques très bien définis. Cela est notamment dû au fait qu'il porte ou participe à plusieurs propositions d'expériences déjà acceptées et qu'il dispose aujourd'hui des données collectées de 4 expériences proposées par le groupe à EXILL. C'est sur ce dernier point qu'il souhaite mettre l'accent. Bien que très riche, le comité d'experts note que le projet à cinq ans du groupe est quelque peu ambitieux compte tenu des moyens humains dont il dispose.

Pour l'analyse, à court terme, il souhaite poursuivre les études de validité de la fermeture en couche de ^{132}Sn et celles du modèle en couches via la mesure de noyaux à nombre de neutrons encore plus élevé à Lohengrin (ILL) puis à ALTO (Orsay). Deux expériences ont déjà été acceptées sur le sujet. Dans les trois prochaines années, les chercheurs souhaitent analyser les données de la campagne de mesure EXILL (une thèse a déjà débuté sur la coexistence de forme autour de $N=60$) et tester les gaps $Z=28$ et $N=50$ dans les noyaux ^{82}Ge et ^{80}Zn sur AGATA au GANIL (une expérience acceptée) entre 2015 et 2017. A plus long terme, ils envisagent la possibilité de développer une synergie avec le groupe de données nucléaires de l'équipe « réacteurs » autour de la construction et de l'exploitation de FIPPS d'intérêt pour la structure nucléaire et les produits de fission à l'ILL. Ils envisagent également la possibilité de réaliser des mesures de désintégration auprès de SPIRAL-2 en s'éloignant de ^{132}Sn pour rechercher toute réduction de gap en couche à $Z=50$ et $N=82$.

Pour l'instrumentation, le groupe a prévu de participer à la mise en place d'un système de détection pour les électrons de conversion auprès de DESIR et de poursuivre l'optimisation de nouveaux scintillateurs LaBr_3 pour des mesures de périodes courtes à SPIRAL-2.

Appréciation synthétique sur ce critère

Les stratégies de recherche à cinq ans de l'équipe sont en excellente adéquation avec les compétences développées au sein de chacun de ses groupes et se situent pleinement dans l'état de l'art actuel de chacune des thématiques étudiées. Elles sont en revanche un peu moins en adéquation avec les moyens humains dont elle dispose.

Conclusion

▪ Avis global sur le thème

L'équipe physique hadronique et matière nucléaire a réalisé un excellent travail sur la période évaluée. Les réalisations techniques et la production scientifique qui en ont découlé ont été extrêmement riches et variées pour les trois groupes de l'équipe.

▪ Points forts et possibilités liées au contexte

Les groupes de physique hadronique d'abord dans JLab puis dans ALICE ont montré leur capacité à être très réactifs et à déployer leurs compétences dans des projets techniques variés. Ils ont su avoir un impact technique majeur dans un environnement très compétitif. Ceci provient aussi de l'excellente synergie avec les services techniques qui existe au sein du LPSC. Le groupe de structure nucléaire l'illustre également par le succès du projet EXILL.

Les jeunes chercheurs qui ont été successivement recrutés dans le groupe ALICE devraient constituer une force pour ce dernier en particulier pour leurs implications à venir dans les analyses de physique et leurs prises de responsabilités au sein d'ALICE. Un des membres du groupe a désormais la coresponsabilité d'un des sept groupes d'analyse de physique de la collaboration. Cette opportunité est clairement une force pour le groupe.

Le bon équilibre EC / chercheurs du groupe ALICE devrait être une bonne opportunité pour le recrutement de doctorants. L'impact du groupe dans la formation doctorale est sans conteste très positive tout comme celui du groupe de structure nucléaire.

Le travail au sein de la collaboration EMCAL offre de nombreuses opportunités à la fois sur le plan technique (hardware, software et upgrade) et en physique. Le groupe parvient à y avoir des contributions variées essentielles et développe un programme de physique cohérent.

Les résultats de physique du groupe de structure nucléaire, qu'ils soient expérimentaux ou théoriques, ainsi que les thèses soutenues dans le créneau des noyaux riches en neutrons sont très positifs.

La mixité des compétences du groupe de physique nucléaire (expérience, théorie) est une force pour le groupe mais malheureusement une faiblesse aussi du fait de son sous-effectif. L'aspect positif de cette mixité est fortement exploité au niveau des thèses et des publications du groupe.

Pour l'ensemble de l'équipe, la proximité du CERN ou des installations disponibles sur le polygone scientifique à Grenoble est très positive. Tous les groupes de l'équipe ont su tirer parti de cette opportunité qui est une richesse.

▪ Points faibles et risques liés au contexte

Le groupe ALICE qui s'est beaucoup investi autour du calorimètre EMCAL a eu une implication dans l'analyse des corrélations un peu plus longue que prévue. Il ne faudrait pas que la mise en œuvre de DCal ralentisse à nouveau ses objectifs de physique.

Bien que très présent au niveau de la formation doctorale, le groupe ne parvient pas à recruter facilement des étudiants en thèse. Il parvient cependant à obtenir des financements via le biais de cotutelles (FCPPL, PRC).

Son faible investissement actuel dans les upgrades, qui ne sont pour l'instant pas le fruit d'un travail concerté au sein du groupe, pourrait être pénalisant pour son positionnement dans la collaboration au-delà de 2018 ou pourrait s'accompagner d'une perte d'expertise expérimentale avec le temps. Cependant cet investissement devra être choisi avec soin pour ne pas oblitérer la contribution au travail d'analyse.

La taille du groupe de structure nucléaire est sous-critique depuis 2013. La structure nucléaire au LPSC regroupe deux EC, théoricien et expérimentateur respectivement. Cette structure ne facilite pas le travail de recherche au jour le jour.

- **Recommandations**

Le groupe ALICE doit veiller à ne pas se disperser et à recentrer ses forces et objectifs sur l'analyse de physique, en particulier les corrélations γ/π^0 - hadrons. Le comité d'experts considère que son implication dans un upgrade sera certainement bénéfique pour son avenir dans la collaboration dès lors que son implication ne nécessitera pas le développement de nouveaux concepts ou de prise de responsabilité trop importante qui mobiliserait un physicien à temps plein et dès lors que l'upgrade restera en adéquation avec la thématique de physique développée dans le groupe. Le travail prospectif autour des saveurs lourdes peut s'avérer être un plus.

Le comité d'experts s'interroge sur la viabilité du groupe de structure nucléaire compte-tenu de son effectif réduit actuel. En l'absence de recrutement, il l'encourage à se focaliser sur une stratégie de recherche à cinq ans à l'image de ses moyens tout en priorisant ses analyses autour des dispositifs expérimentaux dont il dispose localement. Il l'encourage également à rechercher des synergies possibles avec le groupe de données nucléaires de l'équipe réacteur ; le point de ralliement pouvant être un instrument (le GFM) alors que les objectifs de physique de chacun resteraient différents.

Thème 4 : Physique des réacteurs

Nom du responsable : M^{me} Annick BILLEBAUD

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	9 (9)	9 (9)
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	4 (4)	4 (4)
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	1 (1)	1 (1)
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
TOTAL N1 à N6	14 (14)	14 (14)

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
Doctorants	2	
Thèses soutenues	8	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	2	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	6	8

• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Les activités du groupe Physique des réacteurs nucléaires, créé en 1994, s'inscrivent et se sont développées dans le contexte de la loi du 30/12/91 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs – séparation et transmutation, stockage géologique profond, conditionnement et entreposage – ainsi que de la loi de programme du 28/06/06 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs. La production d'énergie non ou peu carbonée en lien direct avec le réchauffement climatique et les besoins énergétiques mondiaux croissants (cf. débats sur la transition énergétique), les circonstances et les conséquences de l'accident nucléaire de Fukushima du 11 avril 2011 et enfin la “non-prolifération” sont également des problématiques contribuant à l'orientation et à la structuration des activités du groupe. Les activités du groupe sont déclinées, ci-après, en trois classes :

Les études de systèmes nucléaires, à savoir :

- les études de réacteurs pilotés par accélérateurs – Accelerator Driven Systems (ADS) – pour la transmutation de déchets radioactifs ;
- les études de Réacteurs à Eau sous Pression (REP) et des réacteurs à eau lourde (CANada Deuterium Uranium : CANDU) à cycle Thorium ;
- les études de réacteurs à sels fondus ou Molten Salt Fast Reactors (MSFR) en anglais, l'une des options de réacteurs du futur retenues dans le cadre du Forum International Génération IV (GIF), à cycle Thorium.

Ces études sont axées à la fois sur des calculs de physique du cœur de réacteurs qui ont pour but la détermination de la nappe de puissance du cœur, du facteur de multiplication effectif des neutrons, etc., et des calculs de physique du cycle qui permettent d'évaluer les quantités de radionucléides formés (“bilan matière”) dans le combustible nucléaire, leur radio-toxicité, la puissance résiduelle qu'ils dégagent, et dont la destination finale dépend de leur nature : recyclage des noyaux fertiles et fissiles majeurs, transmutation des actinides mineurs, stockage des produits de fission, ...

A cette thématique s'adossent :

- en amont, une activité qui porte sur l'“évaluation” de données nucléaires requises pour résoudre les équations fournissant les grandeurs physiques d'intérêt précitées ;
- en aval, les études de scénarios de déploiement de parcs nucléaires, et celles relatives à l'économie du nucléaire.

Au sein de la thématique Enjeu sociétal Énergie, le groupe Physique des réacteurs se positionne sur un segment R&D judicieusement choisi et original, tant au niveau national qu'international, axé sur l'utilisation du combustible à base de thorium dans les filières de réacteurs nucléaires MSFR, CANDU et REP. En effet, le cycle Thorium (Th232 fertile/U233 fissile) présente d'intéressantes propriétés en termes de ressources naturelles en Th232, de potentiel de régénération pour un spectre neutronique quelconque, de production plus réduite de radionucléides de très forte radio-toxicité (actinides mineurs tout particulièrement). Cette activité de recherche est complémentaire avec la R&D menée dans d'autres institutions nationales telles que le CEA, EDF, AREVA, qui concerne essentiellement les réacteurs à eau sous pression à cycle Uranium (U238 fertile/U235 fissile).

Le développement, l'évaluation et la validation de logiciel de simulation numérique.

Cette activité découle de la mise en œuvre de logiciels de simulation numérique pour mener à bien l'ensemble des études susmentionnées. Les logiciels et/ou ensembles logiciels se rapportent à plusieurs disciplines qui fondent la Physique des réacteurs nucléaires : la neutronique et la thermo-hydraulique, avec aux interfaces, la thermomécanique (interaction pastille-gaine, fluide-structure,...), la science des matériaux (comportement/vieillesse sous irradiation) et la physico-chimie (radiolyse,...). En effet, au plan méthodologique, le groupe a adopté une approche multi-physique, démarche exigeante qui s'accorde avec la tendance observée à l'international, illustrée par le projet CASL (Consortium for Advanced Simulation of Light Water Reactors) financé par le DOE (Department of Energy) aux USA ou encore la chaîne de calcul 3D HEMERA (Highly Evolutionary Methods for Extensive Reactor Analyses) dédiée à la simulation thermo-hydraulique et neutronique en 3D d'accidents de réactivité de réacteurs nucléaires, promue par l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN), en France. Le groupe a adopté une stratégie outil logiciel, adaptée à ses effectifs limités, qui consiste à s'approvisionner en codes de calcul “génériques” auprès de laboratoires internationaux réputés et de développer des outils logiciels complémentaires (modules, procédures de calcul...) répondant aux spécificités de ses études. Les outils de calcul externes que le groupe s'est appropriés sont principalement :

- MCNP : Code de transport de particules par la méthode de Monte Carlo à 3D, logiciel de ce type le plus connu au niveau mondial, provenant du Los Alamos National Laboratory aux USA ;
- DRAGON : Code de transport déterministe des neutrons, développé à l'École Polytechnique de Montréal, au Canada, avec laquelle le groupe a instauré des échanges (cf. liste des professeurs invités au LPSC, annexe 6.4.7) ;
- COUPLE : Code couplant de manière simplifiée la thermo-hydraulique à la neutronique, provenant du Karlsruhe Institut of Technology (KIT) en Allemagne, où se poursuivent des travaux dans le domaine de la physique des réacteurs nucléaire en approche multi-physique ;
- OPENFOAM (Open Field Operation and Manipulation) qui est une boîte à outil logicielle de CFD (Computational Fluid Dynamics) en open source, dédiée au traitement des phénomènes thermo-hydrauliques tels que ceux se déroulant dans un réacteur nucléaire (écoulements monophasiques, diphasiques, ...).

Les développements logiciels réalisés et poursuivis en interne portent sur des fonctionnalités et des modules bien adaptés aux spécificités des études de physique de réacteurs et du cycle du combustible à réaliser :

- MURE pour MCNP Utility for Reactor Evolution, système logiciel dédié à la modélisation de réacteurs et d'expériences neutroniques, au traitement de l'évolution détaillée du combustible nucléaire ainsi qu'aux études de transitoires en lien avec la sûreté ;
- REM pour Règles pour les calculs d'Évolution avec MCNP, outil logiciel d'identification des noyaux formés dans le combustible nucléaire irradié, de construction « d'arbres d'évolution » et de transmission de consignes de précision pour la réalisation d'un calcul ;
- CLASS pour Core Library for Advanced Scenario Simulation, utilisé pour l'étude de scénarios alternatifs de déploiement d'un parc de réacteurs nucléaires.

Si la stratégie logicielle du groupe est adaptée à sa situation, elle comporte toutefois un risque de dépendance vis-à-vis des fournisseurs de codes de calcul. L'accès à certains de ces logiciels scientifiques (cas du code MCNP cité plus haut par exemple) est soumis à des conditions de plus en plus drastiques, liées aux tensions géopolitiques mondiales auxquelles le secteur nucléaire est tout particulièrement sensible. Cet état de fait doit conduire à envisager des solutions alternatives devant réduire significativement ce risque de dépendance. Le groupe a concrètement amorcé une telle démarche en s'équipant du code de transport Monte Carlo des neutrons SERPENT, développé au State Technical Research Centre of Finland (Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, VTT) depuis 2004 et distribué par l'Agence pour l'Énergie Nucléaire de l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Économiques) à Paris.

L'expérimental

Ce volet d'activités recouvre la conception et la réalisation d'expériences inédites englobant l'acquisition et l'interprétation des mesures. Les expériences réalisées et/ou en cours concernent différentes problématiques soulevées par les études conduites par le groupe, couvrant des disciplines diverses : la neutronique, la physique nucléaire et la thermo-hydraulique, marque de la pluridisciplinarité cultivée par le groupe. On mentionnera tout particulièrement :

- les expériences axées sur le pilotage d'un ADS avec GUINEVERE (Générateur of Uninterrupted Intense NEutrons at the lead Venus REactor) sur l'installation VENUS du SCK-CEN Mol, en Belgique. Débutée en 2010, elle se poursuit actuellement dans le cadre du projet européen FREYA (Fast Reactor Experiments for hYbrid Applications) visant la mesure en ligne de la réactivité d'un ADS afin de répondre à l'enjeu sûreté de l'installation. Cet enchaînement de programmes expérimentaux initié depuis 1995 avec le projet FEAT (First Energy Amplifier Test) du CERN, poursuivi avec le programme d'expériences MUSE (MUltiplication of an external Source Experiments) sur le réacteur expérimental MASURCA du CEA/Cadarache, de 1998 à 2004, correspond à des étapes de compréhension et de maîtrise accrues de la physique et du fonctionnement des ADS, ainsi qu'à une capitalisation des connaissances sur ces systèmes nucléaires innovants ;
- la détermination des rendements des produits de fission, des rendements isobariques et isotopiques de différents actinides auprès du spectromètre LOHENGRIN de l'Institut Laue-Langevin (ILL) de Grenoble, depuis 2010, en lien avec thématiques de la puissance résiduelle, de la radio-toxicité, ainsi que l'analyse des cœurs expérimentaux. À cet égard, la préoccupation d'acquérir des données de covariances sur les données nucléaires de base mesurées, nécessaires pour effectuer des calculs d'incertitude, est bien présente. Il est à noter qu'une composante de ces mesures relève de la recherche fondamentale, illustration du caractère dual que peut revêtir la R&D effectuée par le groupe ;

- La construction de la boucle du projet FFFER (Forced Fluoride Flow for Experimental Research) : il s'agit d'une boucle en convection forcée innovante dédiée à l'étude du nettoyage en ligne du combustible d'un MSFR, projet initié au LPSC depuis 2008.

Des résultats importants ont été obtenus parmi lesquels :

- la démonstration de la faisabilité du projet de spectromètre FIPPS (Fission Product Prompt gamma ray Spectrometer), fondé sur la technologie GFM (Gas Filled Magnet) des aimants, pour des mesures de haute précision des faibles rendements de fission ;
- l'atteinte des objectifs du projet européen EVOL (Evaluation and Viability Of Liquid fuel fast reactor) du 7^{ème} PCRD, sur l'axe d'activité Génération IV ; il s'est agi entre autres de la transposition des critères de sûreté classiques des réacteurs à combustibles solides vers ceux des réacteurs à combustible liquide ;
- les premiers essais effectués sur la boucle FFFER ;
- la conception d'un réacteur à combustible liquide au Thorium dans le cadre du Projet CLEF (Combustible Liquide pour une Énergie Future) conduit avec l'Université Grenoble-Alpes ;
- les études de sûreté des réacteurs à eau à taux de conversion élevé (High Conversion Water Reactors : HCWR) en cycles Uranium et Thorium ;
- la mise en service de l'installation GUINEVERE en 2011 qui a fait l'objet d'une conférence de presse en France et en Belgique en janvier 2012 : le réacteur belge VENUS-F a fonctionné de façon couplée avec l'accélérateur GENEPI-3C mis au point au LPSC, une première mondiale constituant un pas important vers le démonstrateur international MYRRHA (Multi-purpose hYbrid Research Reactor for high-tech Applications) en projet.

Les avancées scientifiques et techniques significatives réalisées par le groupe sur la période 2009-2014 ont fait l'objet d'environ 130 publications se répartissant comme suit : 29 articles dans revue à comité de lecture, 59 communications conférences avec actes, 31 communications conférences sans actes et 7 communications posters conférences.

Compte tenu de la charge d'enseignement des membres du groupe, ce nombre de publications est relativement conséquent. Les deux revues à comité de lecture les plus ciblées par le groupe sont Nuclear Instruments and Methods in Physics Research et Annals of Nuclear Energy, deux revues internationales de haut niveau.

L'activité du groupe est caractérisée par de très nettes ouvertures nationale et internationale que reflètent la nature des thématiques traitées, leur contextualisation et les collaborations scientifiques établies. Ce volet de l'analyse est repris plus en détail dans la suite.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le groupe Physique des réacteurs a un positionnement original et d'intérêt fort au sein de la thématique Enjeu sociétal Énergie tant au niveau national qu'au niveau international en menant une R&D innovante axée sur le combustible Thorium qu'il s'agisse des filières MSFR, CANDU ou REP. Sa recherche, d'excellente qualité, est complémentaire de la R&D nucléaire conduite dans d'autres institutions en France, telles que le CEA, et dans le monde centrée sur les combustibles Uranium et Plutonium. Le groupe a pleinement contribué à une avancée significative vers la construction d'un démonstrateur ADS.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Les éléments qui attestent d'un rayonnement et d'une attractivité académiques sont l'implication du groupe dans des projets nationaux et internationaux, l'évolution de ses effectifs, les sollicitations dont il fait l'objet pour d'une part participer à divers jurys et comités de sélection et d'autre part pour organiser des manifestations scientifiques et donner des conférences.

Parallèlement à sa participation aux programmes propres interdisciplinaires du CNRS/IN2P3 – Programme sur l'Aval du Cycle et l'Énergie Nucléaire (PACEN) favorisant une interaction avec différentes entités mixtes de l'organisme proprement dit, l'IPN d'Orsay, le LPC Caen, Subatech de Nantes, l'IPHC de Strasbourg, le CENBG de Bordeaux –, le groupe a su développer des collaborations aux échelles nationale et internationale au sein desquelles il est en position de coordinateur de tâches et/ou de gouvernance. On peut en particulier citer :

- le Co-pilotage du GDR GEDEPEON relayé à partir de 2012 par le Défi NEEDS, Nucléaire, Énergie, Environnement, Déchets, Société lancé par le CNRS ;

- la coordination de la tâche “GENEPI-3C design and spécifications” au sein du projet européen EUROTRANS-IP ;
- la coordination du “work-package” 1 (WP1) “ADS on line reactivity monitoring methodologies” et présidence du Conseil de gouvernance de FREYA ;
- le pilotage du work-package “Preliminary Design and Safety” du projet EVOL, membre du Conseil de gouvernance ;
- le pilotage du projet CLEF (Combustible Liquide pour une Énergie du Futur) déjà mentionné plus haut ;
- la représentation du CNRS au comité de pilotage du thème Système des Réacteurs à Sels Fondus au Forum Génération IV (GIF) ;
- la codirection et co-encadrement de thèses avec EDF, AREVA, IRSN, IPNO, Jožef Stefan Institute de Slovénie ;
- l'appartenance aux comités d'organisation de manifestations scientifiques et d'écoles telles que les Journées de Rencontre des Jeunes Chercheurs (JRJC), les Rencontres Jeunes Chercheurs (RJC), l'École Énergies et Recherches.
- la co-responsabilité des relations Internationales de PHELMA (École d'ingénieurs en PHysique, Électronique, Matériaux) ;
- la coordination d'une collaboration académique sur le nucléaire entre Grenoble INP et des écoles argentines.

Le renouvellement et la progression des effectifs des permanents du groupe à partir de 2007, avec le recrutement de 3 Maîtres de Conférences (MCF) et d'un Professeur (PR) entre 2009 et 2012, traduisent son caractère attractif dû à ses thématiques de R&D porteuses ainsi qu'à son dynamisme. D'autres indicateurs, comme le nombre (12) de conférences/workshops/Écoles nationaux et internationaux organisés ou co-organisés par l'unité, le nombre (78) de participations à des jurys thèses/HDR, comités d'expertise (CNU, C01, université, ANR) et comités de sélection universitaires, les invitations acceptées (3) de professeurs étrangers pour effectuer un séjour scientifique de plusieurs semaines ou mois au sein du groupe, corroborent ce constat positif.

Le Prix Thibaud reçu en 2008 et la codirection assurée de l'ouvrage « Nucléaire : quels scénarios pour le futur ? », paru en 2012, contribuent très significativement au rayonnement du groupe.

Les huit conférences invitées, dont cinq hors France, en Allemagne, Autriche, USA, Suisse et Suède témoignent des reconnaissances nationale et internationale de l'expertise scientifique du groupe en particulier dans le domaine des réacteurs nucléaires à sels fondus.

Aucune relation avec des Equipex ou/et de Labex n'est signalée.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le groupe présente un rayonnement et une attractivité académiques indéniables, résultant d'une solide expertise nucléaire déployée à la fois sur des programmes internes à l'institution et des collaborations nationales et internationales diversifiées et opportunes. Il est fait recours à cette expertise dans diverses instances de sélection nationales, qui est également sollicitée au niveau international à travers des projets et des exposés face à un auditoire de la communauté.

Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Le groupe s'est ancré au niveau local grenoblois en devenant partenaire de l'ILL et du Laboratoire d'Électrochimie et de Physicochimie des Matériaux et des Interfaces (LEPMI) ainsi que partenaire des acteurs des projets EDDEN (Économie du Développement Durable et de l'Énergie), SIMAP (Science et Ingénierie des Matériaux et Procédés), CLEF (Combustible Liquide pour une Énergie Future) de l'Université Grenoble-Alpes regroupant les recherches grenobloises relatives à un réacteur à combustible liquide au Thorium, sur la période 2013-2015. Les études de scénarios et prospectives entreprises par le groupe, par nature interdisciplinaires, le conduisent à jouer un rôle fédérateur de plusieurs communautés aussi culturellement différentes que celles des économistes, des géologues et des physiciens.

Le groupe déploie un effort notable pour vulgariser les connaissances scientifiques relatives à ses domaines d'expertise comme le montre, outre ses écrits (communications, articles, livres), sa participation à des événements et manifestations scientifiques aussi variés que des émissions de radio, des tables-rondes, des conférences et débats grand public.

Il doit conjuguer rigueur et pédagogie sur des sujets complexes à enjeu sociétal fort tel que celui de l'Énergie. L'appartenance de ses membres à la Société Française de Physique (SFP) et à la Société Française d'Énergie Nucléaire (SFEN) favorise la diffusion des connaissances scientifiques et techniques relatives au nucléaire dans la société.

La groupe encourage et développe les relations entre le monde académique et celui du travail grâce à sa prise de responsabilité des relations PHELMA - entreprises dans et sa présence dans la Conférence des Directeurs des Écoles Françaises d'Ingénieurs (CDEFI) au sein du Comité Stratégique de la Filière Nucléaire (CSFN) dans le groupe thématique « Compétences et Formations ».

Son interaction avec l'environnement social est également attestée par ses différents apports faisant le point ou le bilan, devant des instances parlementaires (Commission Nationale d'Évaluation, CNE ; Comité de Suivi sur les Systèmes Nucléaires, COSSYN), des recherches effectuées sur la séparation-transmutation de nucléides radioactifs à vie longue et le développement de réacteurs de 4^{ème} génération. Il est aussi auditionné sur ces sujets par l'Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST) et l'Académie des Sciences. Depuis 2013, il est sollicité par l'IRSN en tant qu'expert dans le cadre du groupe permanent de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN sur l'évaluation de sûreté des réacteurs de 4^{ème} génération. Le groupe est aussi membre de l'Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie (ANCRE), instance nationale regroupant 19 acteurs nationaux du domaine, parmi lesquels le CNRS, et dont la mission est de contribuer à la mise en œuvre d'une stratégie de construction du futur énergétique.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le groupe présente une très bonne insertion dans le tissu sociétal et culturel, assurant le triple rôle de vulgarisateur de connaissances sur le nucléaire, de veille technologique en particulier sur le cycle Thorium, et enfin d'expert devant contribuer à éclairer la réflexion stratégique de l'État en matière de gestion des déchets radioactifs et de prospective énergétique.

Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Au regard de ses objectifs et activités, le groupe est scindé de manière cohérente en trois équipes complémentaires dont il est utile de rappeler ici les libellés et les attributions respectives :

- Équipe Modélisation Analyse Prospective en charge :
 - o du développement d'outils multi-physiques multi-échelles pour la physique des réacteurs ;
 - o des études de systèmes nucléaires et scénarios associés ;
 - o de la prospective sur le nucléaire du futur intégrant des aspects économiques.
- Équipe Expériences pour les Réacteurs en charge :
 - o des données nucléaires en lien avec les cycles du combustible ;
 - o des expériences en réacteur ;
 - o des fluides à moyennes et hautes températures.
- Équipe Système MSFR en charge :
 - o des études physiques pour la conception et le design ;
 - o de méthodologie de l'analyse de sûreté des réacteurs à combustible liquide ;
 - o du développement du concept de réacteur MSFR.

Une telle structuration permet, en effet, d'assigner des objectifs de travail clairs aux différents membres du groupe tout en favorisant la synergie souhaitable à leur atteinte. Par exemple, l'Équipe Système MSFR peut s'appuyer sur l'expertise de l'Équipe Modélisation pour disposer des outils calculs appropriés à son objet d'étude et bénéficier de son support pour leur bonne mise en œuvre. Inversement, le retour d'expérience de l'Équipe Système MSFR permet à l'Équipe Modélisation d'améliorer les outils de calcul dont il a la responsabilité voire d'en concevoir de nouveaux afin de répondre aux besoins toujours exigeants et nouveaux des études. Ce même type de synergie peut être mis en évidence avec l'Équipe Expérience car celle-ci fournit des données physiques de base et des mesures de qualité requises par les activités des deux autres équipes ; réciproquement ces dernières contribuent à l'interprétation des résultats expérimentaux et à l'expression précise et étayée des besoins d'amélioration des données nucléaires de base.

Cette structuration donne également une très bonne visibilité externe de l'ensemble des activités du groupe. L'appui des services techniques à la réalisation des projets (projet GUINEVERE, construction de la boucle FFER par exemple) a été très positivement souligné au cours de l'audition : c'est un point fort dans la vie du groupe.

On notera toutefois, hors Services techniques, que l'interaction avec les autres groupes du LPSC n'a été que peu évoquée, bien qu'elle est manifeste, par exemple avec le Pôle accélérateurs, dans le cadre de la Plateforme d'Étude et de Recherche sur l'Énergie Nucléaire (PEREN) mise en place depuis 2004 et comportant un double volet « sels fondus » et « neutronique ».

Les membres du groupe doivent concilier de manière équilibrée leurs responsabilités d'enseignants et de chercheurs, ce que ne facilite pas la recherche chronophage de financements externes. À cet égard, le groupe tire heureusement parti du support administratif mutualisé mis en place à l'échelle du laboratoire, s'agissant notamment des réponses aux appels à projets de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR).

La pyramide des âges présente un profil bien équilibré, révélateur d'un accroissement progressif judicieux des membres du groupe depuis le creux observé entre les années 2004 et 2007.

Les éléments budgétaires fournis dans de "Dossier d'annexes" du document d'évaluation transmis par le LPSC tracent les efforts déployés par le groupe pour rechercher les financements hors IN2P3, de sa R&D, en répondant à des appels à projets nationaux, tels que les ANR, et soumettant des propositions de recherche au niveau européen dans le cadre de projets EURATOM principalement.

Appréciation synthétique sur ce critère

Les faits marquants, les nombreuses participations à des conférences, groupes de travail, manifestations de diffusion des connaissances vers un large public, les responsabilités prises dans l'enseignement sont le reflet d'une vie scientifique très dynamique et soucieuse de l'enjeu sociétal de l'énergie nucléaire ainsi que de celui du plus grand partage des connaissances de manière générale. Le groupe doit travailler tout en cherchant à maintenir sur la durée une bonne adéquation entre les orientations stratégiques définies par sa tutelle, la définition et le dimensionnement, en cohérence, des objectifs à atteindre, et enfin la mobilisation des ressources humaines et des moyens matériels requis pour atteindre ces (ses) objectifs. Il a manifestement réussi cet exercice difficile sur la période 2009 - 2014, dans le cadre d'un modèle économique qui soumet les propositions de projets à financer à une rude concurrence et une sévère sélection. Cette situation est vécue en appréhendant les appels à projet comme des opportunités à saisir mais aussi comme plaçant le groupe dans un état de fragilité existentielle.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

La recherche effrénée de financements externes pour équilibrer son budget et envisager de faire croître ses effectifs par l'accueil de plusieurs autres permanents et thésards.

Les perspectives « bouchées » d'évolution de carrière des Maîtres de Conférence.

Ce sont deux facteurs qui fragilisent le groupe par une réduction potentielle de son spectre d'activité conjuguée à une perte potentielle d'une partie de ses ressources humaines.

De plus, cette auto-analyse souligne, à juste titre sous le critère "risques", que le financement principal des activités du groupe est hors IN2P3, impliquant une recherche annuelle de crédits.

Toutefois, de ce constat il serait erroné de déduire un manque de soutien et de reconnaissance de la part de la direction de l'IN2P3 qui, au contraire, a réaffirmé l'importance stratégique qu'elle accorde à ce pôle d'activité scientifique et technique dans le paysage national et mondial de la physique des réacteurs nucléaires.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le groupe a une vision claire du déploiement de ses activités sur les cinq années à venir. Les axes de travail définis sont pertinents et en cohérence avec le positionnement stratégique de du CNRS/IN2P3 et d'autre part d'une part avec la structuration du groupe. Plusieurs des financements envisagés dans le cadre des programmes EURATOM H2020 ne sont pas encore acquis : il s'agit en particulier des projets MYRTE, OPTICYCLE et SAMOFAR. L'analyse de risque doit être explicitement étendue à l'hypothèse d'un arrêt ou d'une suspension *sine die* du projet MYRRHA. Il est souhaitable que le groupe élargisse sa réflexion prospective en se situant de façon plus explicite par rapport à l'état de l'art dans les diverses disciplines qui le concernent, aux niveaux national et international. L'audition a confirmé que le groupe avait toute capacité de le faire. Cela vaut tout particulièrement pour l'ensemble de la R&D axée sur le cycle Thorium.

Conclusion

Le groupe Physique des réacteurs a une vision globale de la problématique énergie nucléaire dont il fait découler une approche R&D cohérente intégrant à la fois les aspects scientifiques, technologiques, sûreté et économiques. Le groupe Physique des réacteurs est d'un niveau excellent, qui a par exemple été illustré par le fait marquant emblématique de l'expérience GUINEVERE, préfigurant un futur réacteur sous-critique. Ses objectifs et activités pluridisciplinaires sur les cinq ans à venir sont clairement définis, s'inscrivant dans le domaine de la recherche appliquée avec, entre autres, la poursuite des études sur le cycle Thorium, et aussi partiellement dans celui de la recherche fondamentale avec l'étude de noyaux atomiques "exotiques". Comme pour la période précédente 2009-2014, le groupe s'est fortement mobilisé, avec succès, pour placer ses activités au sein de collaborations nationales et internationales, pour lesquelles il a été force de proposition.

Toutefois, des éléments de fragilité du groupe existent qui sont, parmi d'autres, son effectif limité, les perspectives réduites d'évolution de carrière de certains de ses membres (les MCF), le délicat équilibre à réaliser entre enseignement et recherche, les difficultés de toute nature qui surgissent pour trouver les financements des projets proposés. Ce dernier aspect est particulièrement critique car il peut engager le pronostic vital d'une équipe de recherche. Il débouche sur la question sous-jacente du choix des modèles de financements de la R&D et de l'innovation, sur celle de l'impact de ce choix dans la vie d'un groupe de recherche, et plus généralement sur celle (récurrente) de la définition et la conduite d'une R&D sur les moyen et long termes.

- **Points forts et possibilités liées au contexte**

Ce sont principalement :

- l'enjeu sociétal de la problématique énergétique et sa déclinaison nucléaire ;
- le positionnement stratégique de l'IN2P3 dans le domaine des réacteurs nucléaires à combustible Thorium ainsi que dans ceux de la gestion des déchets radioactifs et de la sûreté des installations nucléaires ;
- le bon profil de la pyramide des âges du groupe et l'origine diversifiée de ses membres : UJF, Grenoble INP, CNRS, ... ;
- le caractère pluridisciplinaire mais cohérent des activités du groupe réparties dans des équipes complémentaires ;
- la démarche de R&D du groupe qui consiste à vouloir maîtriser l'ensemble des aspects scientifiques et techniques d'un projet ;
- des moyens de calcul intensif assurés ;
- la diversité des collaborations nationales et internationales groupe et son agilité à répondre aux appels à projets ;
- l'implication du groupe dans l'enseignement supérieur ;
- l'implication effective du groupe dans l'environnement socio-économique et culturel.

- **Points faibles et risques liés au contexte**

Ce sont principalement :

- les faibles effectifs par thématique ;
- le financement principal est hors IN2P3 impliquant une recherche annuelle de crédits ;
- le financement (et co-financement) fragile des thèses ;
- l'incertitude pesant sur l'avenir du projet MYRRHA ;
- le manque de disponibilité des enseignants-chercheurs pour concilier charge d'enseignements, recherche et montage de projets ;
- les perspectives réduites d'avancement des Rangs B MCF et le faible nombre de HDR ;
- la disponibilité incertaine de certains codes de calcul fondamentaux.

- **Recommandations**

- renforcer les ressources en modélisation/simulation dans la perspective des études multiphysiques de plus en plus complexes et d'une exigence accrue sur la maîtrise des incertitudes, ainsi que de préserver la meilleure appropriation des outils de calcul ;
- ré-équilibrer le couple d'activités enseignement / recherche ;
- accueillir de nouveaux thésards en sollicitant financièrement l'IN2P3 ;
- mener l'analyse de risque dans l'hypothèse de non financement de MYRRHA ;

- poursuivre la réflexion engagée sur la stratégie logiciels du groupe, en particulier en matière de calculs réacteurs nucléaires ;
- développer des synergies internes avec certains autres groupes du LPSC : par exemple avec le groupe MIMAC sur les détecteurs de neutrons ou avec le groupe Neutrino en charge de l'expérience STEREO dédiée à la détection et l'étude des neutrinos auprès du réacteur de l'ILL ; sur cette thématique détection, d'autres synergies pourraient être recherchées, peut-être avec le Laboratoire de mesure des Basses Activités (LBA) ;
- approfondir la réflexion prospective en incluant de manière plus nette le positionnement du groupe par rapport à l'état de l'art aux échelles nationale et internationale afin de consolider la vision long terme ;
- examiner l'opportunité/possibilité d'intégrer des "Working Party" internationales fonctionnant sous l'égide de l'OCDE/AEN (<https://www.oecd-nea.org/science/>) sur les thématiques investiguées par le groupe, relatives à la physique des réacteurs et du cycle ainsi qu'aux données nucléaires ;
- examiner la pertinence de soumettre des propositions en réponse à des "appels ERC" (*European Research Council*), sur certains des items du panel Physical Sciences & Engineering tels que "Computer Science & Informatics", "Products & Processes Engineering",

Thème 5 : Physique Théorique

Nom du responsable : M^{me} Sabine KRAML

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	1 (1)	1 (1)
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3 (3)	3 (3)
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	3 (3)	2 (2)
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
TOTAL N1 à N6	7 (7)	6 (6)

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
Doctorants	4	
Thèses soutenues	12	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	10	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	3

• Appréciations détaillées

Le groupe de physique théorique du LPSC est à présent organisé autour de deux thématiques principales : 1) la chromodynamique quantique, les calculs de précision et les distributions partoniques et 2) la physique du boson de Higgs, la matière noire et la phénoménologie des modèles supersymétriques. Le groupe est aussi très actif dans le développement d'outils logiciels pour la communauté de la physique des particules et dans la collaboration avec les groupes expérimentaux, notamment au niveau du LPSC avec les groupes des axes « quarks et leptons », « physique hadronique et nucléaire » et « astroparticule et cosmologie ». L'évolution du groupe a connu un minimum en 2010-2011 à cause du départ de plusieurs membres (départs en retraite ou mutations), ce qui a fait disparaître certaines thématiques et demandé au groupe et au LPSC un grand effort pour recentrer et stabiliser ses activités. Les mesures prises et la forte détermination des membres du groupe ont permis de maintenir un très bon niveau d'activité scientifique et de s'adapter rapidement.

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Le groupe a une excellente production scientifique dans ses domaines d'activité, en particulier dans les journaux internationaux à comité de lecture avec au total 131 publications sur la période concernée par l'évaluation. Le groupe est de petite taille en terme de permanents mais a su maintenir un fort impact dans la communauté des théoriciens de la physique des particules grâce à son engagement dans des thématiques clé, fortement liés aux développements expérimentaux, notamment liés aux résultats du LHC. La participation à des conférences invitées au niveau national et international est particulièrement remarquable. Globalement, par rapport à la petite taille du groupe, le taux d'activité et la qualité des résultats sont exceptionnels.

Appréciation synthétique sur ce critère

La production scientifique et la qualité des résultats obtenus sont plus que excellents, voire exceptionnels.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le groupe a su attirer les financements pour des post-doctorants, un nouveau CR1 et un membre d'un autre groupe du LPSC, des éléments essentiels vu la petite taille du groupe. Au niveau du rayonnement il faut noter la forte implication dans les groupes de travail à niveau international, la construction d'outils informatiques dédiés pour la communauté scientifique dans le domaine de la phénoménologie et l'implication au niveau local à la fois dans les instances académiques et dans l'enseignement à tous les niveaux. Sur la période d'évaluation 9 thèses ont été soutenues. Certains des anciens étudiants ou post-doctorants du groupe ont trouvé des postes permanents dans la recherche ou des postes temporaire de très bon niveau à l'étranger. Un membre du groupe a été professeur invité pendant les dernières deux années académiques à l'Université de Louvain. L'activité du groupe a été soutenue aussi pour ce qui concerne l'organisation de conférences, écoles et la participation à des comités d'expertises.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le rayonnement et l'attractivité du groupe sont excellents, comme le prouve le grand nombre de thèses soutenues et en cours et le grand nombre d'invitations au niveau international dans les conférences, les autres universités, les ateliers spécialisés.

Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Les membres du groupe participent régulièrement à la fête de la science, au Master Class, à l'accueil de collégiens et organisent des conférences d'intérêt général au niveau de la SFP.

Appréciation synthétique sur ce critère

Bonne implication avec l'environnement social, économique et culturel.

Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

La répartition des forces dans les différents projets est cohérente, avec des fortes possibilités d'interactions avec les autres groupes. Ces possibilités sont bien exploitées, dans la limite des possibilités vu la petite taille du groupe. Les deux thématiques principales du groupe sont bien équilibrées en termes de personnel affecté à chaque tâche. Les discussions à l'intérieur du groupe sont renforcés par un programme soutenu de séminaires théoriques et de mini conférences organisés sur place avec aussi des chercheurs provenant d'autres laboratoires en France et à l'étranger. Un nombre important de visiteurs apporte aussi un plus à la vie du groupe.

Appréciation synthétique sur ce critère

Excellente organisation de la vie du groupe, avec séminaires, visiteurs et mini conférences.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'activité du groupe est remarquable avec un nombre très important de thèses soutenues et en cours. Le nombre de contrats post-doctoraux est aussi très important avec un nombre comparable au nombre de membres permanents, ce qui est un point qui indique aussi la très bonne attractivité du groupe et sa capacité à attirer ces financements.

Appréciation synthétique sur ce critère

L'activité du groupe est excellente avec un nombre très important de thèses soutenues et en cours.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le groupe est de petite taille, mais il a su très bien réorganiser ses activités après le départ de plusieurs membres de l'équipe entre 2010 et 2011. La situation est à présent stabilisée par la présence de contrats doctoraux et post-doctoraux en nombre important, mais reste fragile car la pérennité de cette solution n'est pas du tout garantie. A terme ces sources de financement pour du personnel non-permanent ne sont pas sûres (durée de vie du Labex ENIGMASS, inquiétude du groupe par rapport à la fin probable des financements du Comité de Financement de la Théorie à l'IN2P3). Il est donc souhaitable de soutenir fortement dans les années à venir le recrutement du personnel permanent au niveau chercheur CNRS et enseignant-chercheur universitaire.

Au niveau scientifique les choix d'implication dans les projets liés aux résultats expérimentaux et phénoménologiques sur les thématiques de physique des particules et de physique nucléaire avec des synergies avec les activités du LPSC et plus en général de l'IN2P3 est bien justifié et donne des excellentes perspectives futures au groupe.

Appréciation synthétique sur ce critère

Excellentes perspectives scientifiques, mais fragilité du groupe par sa forte dépendance des contrats à durée déterminée pour garder son avantage compétitif.

Conclusion

- **Avis global sur le thème**

Groupe dynamique avec une très forte activité scientifique et de formation, globalement le niveau est excellent. La production scientifique est exceptionnelle, avec une attractivité et un rayonnement excellents.

- **Points forts et possibilités liées au contexte**

Les points de force du groupe sont la très bonne intégration dans les thématiques du laboratoire, la forte visibilité internationale et son impact. Les liens avec les autres équipes du LPSC (en particulier le démarrage d'une thèse en codirection) sont un atout pour l'évolution future du groupe et une possibilité pour tisser des nouveaux liens.

- **Points faibles et risques liés au contexte**

La petite taille du groupe est actuellement compensée par la présence de plusieurs contrats à durée déterminée au niveau doctoral et postdoctoral avec une possibilité de renouvellement de ces financements au même niveau plutôt incertaine dans le futur (par exemple les financements Theory-LHC-France à la fois pour les post-doctorants et le financement des projets semblent en danger à court terme).

- **Recommandations**

A court terme il faut veiller à maintenir le financement des post-doctorants. Une stabilisation à moyen terme des activités de recherche avec un recrutement d'un chercheur permanent sur les thématiques de recherche du groupe est souhaitable. L'implication dans les projets liés aux résultats expérimentaux et phénoménologiques sur les thématiques de physique des particules et de physique nucléaire avec des synergies avec les activités du LPSC et plus en général de l'IN2P3 est très positive et le groupe est encouragé à maintenir cette ouverture dans ses projets futurs.

Thème 6 : Pôle accélérateurs et sources d'ions

Nom du responsable : M^{me} Maud BAYLAC (accélérateurs), M. Thierry LAMY (source d'ions)

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	1 (1)	
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	1 (1)	
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	11 (10.6)	
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	1 (1)	1 (1)
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
TOTAL N1 à N6	14 (13.6)	1 (1)

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
Doctorants		
Thèses soutenues	2	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	5	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	1	2

• Appréciations détaillées

Le pôle accélérateur est né de la fusion de deux Services Techniques en 2010 et donc les personnels sont, pour la plus grande part, des personnels ITA du LPSC. Les activités du pôle sont à la fois scientifiques et technologiques et les deux équipes du pôle (accélérateurs, sources d'ions) travaillent sur des thèmes qui sont fortement liés aux programmes scientifiques des équipes des chercheurs du LPSC (physique des réacteurs, physique hadronique). En dehors de ces projets de réalisation pour la physique, le pôle a une activité de R&D propre qui lui permet d'être en bonne place pour collaborer avec des laboratoires extérieurs et de valoriser ses développements à travers des contrats industriels ou des contrats avec des laboratoires à l'étranger (projet SPES, en Italie par exemple). Les projets du pôle nécessitent une étroite collaboration avec les services technique du LPSC (mécanique, informatique, électronique) et les réalisations achevées (GENEPI-3C, coupleurs SPIRAL2, sources RCE et ligne de basse énergie d'ions lourds etc.) sont les témoins de l'efficacité de ces collaborations. Les deux équipes jouissent d'une renommée internationale et sont très impliquées dans les collaborations nationales et internationales. Les membres des deux groupes sont souvent sollicités pour faire de l'enseignement dans des écoles spécifiques sur les thèmes des sources ou des accélérateurs.

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Étant donné que le pôle accélérateurs et sources d'ions est constitué, pour la plus grande part, par des personnels ITA, il est normal que son nombre de publications dans les journaux à comité de lecture soit moins élevé que pour les équipes de chercheurs. On compte donc seulement sept publications de ce type pendant la période couverte par l'évaluation. Néanmoins il y a un nombre impressionnant des conférences invitées dans des congrès nationaux et internationaux et de nombreuses communications avec actes de ces congrès. Le pôle se distingue par le nombre et la qualité de ses réalisations techniques. Parmi celles-ci, on peut citer, de manière non-exhaustive, le générateur électrostatique de neutrons GENEPI-3C, conçu et construit en collaboration avec plusieurs instituts français, et testé au LPSC avant d'être livré à Mol en Belgique pour son couplage avec le réacteur VENUS comme maquette d'un ADS (Advanced Driver System). Des importantes contributions au projet national SPIRAL2 font aussi partie de la production scientifique du pôle; par exemple la réalisation d'une série de coupleurs de puissance pour les cavités supraconductrices, la source d'ions lourds et la Ligne de Basse Énergie qui a produit les premiers faisceaux de SPIRAL2.

Appréciation synthétique sur ce critère

Les réalisations techniques et scientifiques du pôle sont excellentes et la production scientifique est en très bonne adéquation avec la taille et la constitution des groupes.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Les personnels du pôle ont eu des rôles de responsabilité ou de coordination/pilotage pour diverses tâches et lots de travaux au sein du projet SPIRAL2 ou de projets FP7. Ils sont aussi très présents dans les comités d'expertise et les comités administratifs du CNRS/IN2P3. Ils jouent un rôle important dans les comités d'organisation de congrès et workshops nationaux et internationaux. Pendant le quinquennal, les activités du pôle ont été, en bonne partie, financées par des crédits du programme cadre de la communauté Européenne (EuroNu, EuCARD, CRISP). Bien qu'il ait eu moins de succès avec les projets de l'ANR (un seul contrat, obtenu avant 2009), il est clair que le pôle est suffisamment réputé pour obtenir des crédits non CNRS pour financer ses activités. Le pôle est doté des moyens expérimentaux offrant des possibilités d'expériences intéressantes (lignes des faisceaux, sources d'ions, banc d'essai HF, salle propre, blindage radiologique). Malgré les forts aspects techniques des activités du pôle, celui-ci a su recruter un jeune chercheur CR1 qui travaille au sein de l'équipe accélérateurs. Par contre on constate une difficulté pour attirer des doctorants.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le deux groupes du pôle sont très réputés dans leur domaine respectif et ils ont une très forte visibilité sur la scène internationale grâce au succès de leurs projets. On note qu'un membre de chaque équipe du pôle a reçu un Crystal du CNRS pendant le quinquennal.

Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Le pôle travaille avec plusieurs partenaires extra-académiques. Il a obtenu des contrats avec des industriels, vendu des licences d'exploitation, et a déposé des nombreux brevets (quatorze actifs à ce jour). On note la création d'une « start-up » en 2014, hébergée au LPSC, dans le domaine de l'implantation ionique et le dépôt des couches minces sur substrats. On peut citer également des contrats pour la production de rayons X à partir d'un accélérateur ou des irradiations par faisceau pour qualifier de la microélectronique.

Les membres du groupe participent chaque année à la fête de la science et accueillent le grand public pour des visites des installations.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le deux équipes du pôle ont un très fort niveau de compétence dans les domaines des sources d'ions et des accélérateurs ce qui leur permet de faire un excellent travail de valorisation à travers des contrats avec les industriels ou avec des organismes étrangers.

Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Le pôle est très fortement dépendant des services techniques du LPSC pour la réalisation des sources et des sous-ensembles des accélérateurs. Ceci est particulièrement vrai pour le service mécanique qui met à la disponibilité du pôle une part importante de ses effectifs. Le succès des projets démontre une bonne organisation entre les équipes projets et les services techniques. Cependant, on remarque que les deux équipes du pôle travaillent de manière quasi-indépendante, bien que l'« upgrade » de la source de neutrons GENEPI-2 puisse offrir l'occasion d'une collaboration plus rapprochée. L'équipe accueille régulièrement des chercheurs étrangers pour des séjours au LPSC.

Appréciation synthétique sur ce critère

Excellente organisation de la vie des groupes.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Le pôle compte un seul enseignant-chercheur dans l'équipe. Les membres du pôle sont néanmoins très sollicités pour donner des cours dans les écoles d'accélérateurs européennes et internationales, telles que les écoles du CERN et le JUAS « Joint Universities Accelerator School », ainsi que des cours dans le cadre de la formation permanente de l'IN2P3. Avec une seule personne habilitée à diriger les recherches au sein de l'équipe, il n'est pas étonnant que le nombre des thèses soutenues soit relativement faible. La prévision d'une deuxième HDR au cours de l'année 2015 est un point très positif.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le niveau d'activité du groupe dans la formation technique et scientifique « hors campus » est excellent.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le pôle entre dans une période qui marque l'achèvement de plusieurs projets de réalisation en accélérateurs. Ayant fourni le générateur de neutrons à Mol, les coupleurs de puissance et la ligne de basse énergie à GANIL et terminé sa contribution pour le CERN, le groupe accélérateur envisage de se lancer sur des études plus axées sur le R&D (hors projet), comme, par exemple les études expérimentales sur le phénomène de « multipactor » dans les lignes HF. Il prévoit aussi de faire un « upgrade » du générateur GENEPI-2 pour obtenir des faisceaux plus intenses et pour valoriser d'avantage cette source en attirant de nouveaux utilisateurs externes pour diverses applications (irradiation de microélectronique, tests des détecteurs). Il propose aussi de faire des études de faisceau de basse énergie, portant en particulier sur le phénomène de compensation de la charge d'espace sur la dynamique du faisceau. Ce dernier sujet est une activité de recherche en amont très importante pour la ligne de basse énergie du projet MYRRHA, projet soumis pour approbation dans le cadre du programme HORIZON 2020. Le groupe propose aussi la construction d'un banc de mesures magnétiques à partir des équipements disponible sur le site.

Il s'intéresse enfin à une éventuelle collaboration avec le laboratoire FZJ (Julich) sur un projet de la mesure des EDM hadroniques sur un anneau de stockage. Le LPSC participerait en étudiant des aspects de la dynamique du faisceau. A l'heure actuelle, ce projet n'est pas encore approuvé.

Suite à la livraison de la source d'ions lourds et de la ligne de basse énergie pour SPIRAL2, le groupe sources d'ions projette de se tourner vers des objectifs de R&D sur les futures sources d'ions à résonance cyclotronique électronique (RCE), de maintenir et renforcer ses collaborations avec des laboratoires en Europe et dans le monde, de poursuivre une politique de valorisation et de préparer des demandes de financement dans le cadre des projets de l'ANR et de la Communauté Européenne. La compétence acquise dans la conception et la construction du « Booster de Charge » pour SPIRAL2 lui permettra de réaliser le booster du projet SPES pour l'INFN et de le livrer en 2015. Le groupe prévoit également de valoriser encore sa compétence en répondant à la demande du projet « Rare Isotope Science Project » en Corée. Le R&D sur une source RCE à 60 GHz, en collaboration avec le Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses (LNCMI) et l'IAP-RAS en Russie, est un sujet particulièrement intéressant que le groupe souhaite développer d'avantage.

Appréciation synthétique sur ce critère

Le pôle profite d'une baisse d'activité sur les projets de réalisation pour augmenter son effort de R&D en amont, pour renforcer son excellent travail de valorisation, s'impliquer dans les projets HORIZON 2020 et maintenir, voire augmenter, ses collaborations avec le monde extérieur. Très bonnes perspectives d'avenir.

Conclusion

- **Avis global sur le thème**

Groupe fortement compétent et enthousiaste. La qualité des équipements déjà réalisés par le pôle, qui nécessite des compétences en plusieurs technologies, est très bonne, voir excellente.

- **Points forts et possibilités liées au contexte**

Les deux groupes du pôle sont très expérimentés. Ils disposent d'équipements et infrastructures leur permettant de répondre aux appels à projet et de travailler sur des projets ambitieux. Ils bénéficient d'un support important des services techniques du laboratoire. Le succès de leurs précédents projets fait qu'ils sont très réputés et trouvent donc facilement des collaborateurs. Avec la fin de certaines réalisations, l'occasion se présente pour les deux groupes du pôle de consacrer plus de temps aux activités de R&D, en relation avec leurs futurs activités (MYRRHA, sources d'ions à très haute fréquence, etc...).

- **Points faibles et risques liés au contexte**

Du fait que les financements des activités du pôle sont, en grande partie, des financements sur contrat, il y a des grosses incertitudes sur la pérennité des projets, surtout en ce qui concerne les projets de R&D. Enfin il y a le risque que le pôle se retrouve dispersé sur trop d'activités.

- **Recommandations**

Le pôle est encouragé à poursuivre sa stratégie consistant à rechercher des collaborations, surtout sur les thèmes qui sont intéressants pour les domaines de physique importants pour le LPSC. Il doit faire attention à trouver un équilibre entre le R&D propre et les activités de projets. Les moyens dont le pôle dispose sont vitaux pour ses groupes et on doit donc faire très attention à maintenir les équipements et infrastructures en bon état avec un budget de fonctionnement adéquat. Bien qu'il soit difficile d'attirer des doctorants, un effort doit être fait pour en recruter afin de maintenir une activité scientifique en plus de l'activité technologique.

Thème 7: Plasmas-Matériaux-Nanostructures, Applications Médicales

Nom du responsable : M^{me} Ana LACOSTE, M. Olivier MEPLAN, M. Olivier ROSSETTO

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3 (3)	
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	2 (1.8)	
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2 (2)	
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	3 (3)	
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
TOTAL N1 à N6	10 (9.8)	

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
Doctorants	6	
Thèses soutenues	15	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	4	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	6

Le thème « Plasmas-Matériaux-Nanostructures, Applications Médicales » recouvre deux équipes de recherche, Plasmas-Matériaux-Nanostructures (désignée par la suite par équipe « plasmas ») et Développement d'Applications pour le Médical (équipe DAME).

Les activités de recherche de l'équipe « Plasmas » relèvent des Sciences pour l'ingénieur (et de l'INSIS au CNRS) et sont centrées sur les plasmas haute fréquence (microondes) et leurs applications comme sources d'espèces et pour le dépôt de matériaux en couches minces. L'équipe « applications médicales » développe et met au point un détecteur de mesure des caractéristiques d'un faisceau de rayons X utilisé pour le traitement des cancers (détecteur à lames permettant de moduler dynamiquement l'intensité du faisceau). Hormis le fait d'avoir toutes deux une activité de recherche en forte interaction avec le monde socioéconomique, la santé pour l'équipe DAME et l'énergie pour l'équipe « plasmas », ces deux équipes de recherches mènent des recherches dans des domaines totalement différents et n'ont de ce fait aucune interaction.

• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe « Plasmas » (un Professeur, un CR, un DR émérite, un IR CNRS, quatre doctorants et un post-doctorant) étudie les sources de plasma haute fréquence (plasmas microondes) comme sources d'espèces et pour le dépôt de couches minces. Elle développe et optimise (depuis plus de 10 ans) des réacteurs plasmas microondes de grand volume basés sur la distribution de sources plasmas élémentaires selon des réseaux de 0 à 3 dimensions. L'activité de recherche, essentiellement expérimentale, comporte 3 axes : physique et ingénierie des sources plasmas, procédés pour l'énergie, procédés pour détecteurs. Sur le quinquennal, l'équipe a tout spécialement travaillé au :

- développement d'une nouvelle génération de réacteurs fonctionnant de 10^{-3} mbar à plusieurs mbar en passant de façon continue d'un couplage résonnant à basse pression un couplage collisionnel à plus haute pression et d'applicateurs microondes efficaces ne nécessitant pas d'adaptation d'impédance ;
- étude de la production d'ions H⁻ (pour ITER) par plasma d'hydrogène : optimisation de la densité d'ions négatifs H⁻ par le contrôle des populations d'électrons lents et rapides du plasma qui a fait l'objet d'études expérimentales approfondies et d'une modélisation en cours de développement avec l'Institut Topchiev de Moscou ;
- synthèse de couches minces d'hydrures de magnésium pour le stockage de l'hydrogène et de couches minces MgSiSn et V₂O₅ pour des dispositifs thermoélectriques miniaturisés ;
- ouverture et dépôt de contacts métalliques sur du diamant pour des détecteurs de particules énergétiques ;
- dépôt de couches minces de Bore sur substrats polymère pour des détecteurs à neutrons froids et ultra-froids.

Il s'agit d'une recherche originale et conséquente et l'équipe peut être considérée comme expert au niveau national de ce type de sources dont elle maîtrise la physique et qu'elle développe et valorise avec des industriels. Bien que sa thématique centrale de recherche (qui relève de l'INSIS) soit éloignée des autres activités de recherche du LPSC (qui relèvent toutes de l'IN2P3), l'équipe « plasmas » a collaboré avec d'autres équipes du LPSC dans le cadre de différents projets de recherche : le dépôt/gravure de matériaux en couches minces pour des détecteurs développés par les équipes ATLAS-ILC et UCN et l'étude de sources d'ions négatifs H⁻ avec l'équipe « source d'ions ». Elle travaille de plus en collaboration avec différentes équipes académiques régionales, nationales et internationales et entreprises (notamment du domaine des matériaux).

Sa production scientifique (appréciée par rapport à la communauté des plasmas froids de l'INSIS) est excellente avec 14 publications dans les revues les plus reconnues du domaine, 5 actes de congrès, 27 communications à des congrès et séminaires et 2 ouvrages de référence sur les décharges haute fréquence, écrits par deux auteurs dont un membre de l'équipe. L'équipe a développé de fortes collaborations internationales avec Montréal dans le cadre d'un LIA (dénommé LITAP puis STEP, Québec, Canada) dont l'équipe fait partie, avec le Viet Nam (1 projet PICS, 3 thèses en cotutelle) et avec l'Institut Topchiev de Moscou (Russie).

L'activité de recherche de l'équipe DAME (deux maîtres de conférence, un CR, deux doctorants et un post-doctorant) concerne le développement et la mise au point d'un détecteur de mesure des caractéristiques d'un faisceau de rayons X utilisé pour le traitement des cancers. L'objectif est de développer un nouveau système de contrôle de dosimétrie en temps réel sur les machines commerciales de radiothérapie pour éviter tout risque de sur-irradiation. L'équipe a initié en 2009 le développement d'un détecteur à transmission qui effectue une mesure en amont du patient en collaboration avec le service de radiothérapie du CHU de Grenoble. Elle a conçu et réalisé un profileur de faisceau 2D temps réel qui permet de moduler dynamiquement l'intensité du faisceau.

Elle a réalisé 3 prototypes de détecteur (en 2010, 2011 et 2013). Le premier a permis de valider la mesure des caractéristiques du faisceau par l'utilisation d'une matrice de chambres d'ionisation à air, sans zone morte. Afin de limiter la diaphonie, un second prototype à cloisons isolantes a été développé avec succès et a fait l'objet d'un dépôt de brevet. L'équipe a ensuite optimisé la transparence du faisceau et réalisé un détecteur compact en intégrant un circuit de codage de charge sous forme d'ASIC développé par le service Électronique du LPSC. Ce troisième prototype a fait l'objet du dépôt d'un deuxième brevet. Récemment, le détecteur a été testé, dans le cadre d'une collaboration entre le CHU de Grenoble et une équipe de l'INSERM, sur la ligne médicale de lumière ID17 de l'ESRF et la stabilité du détecteur sous très haut flux de photons a été prouvée.

L'équipe DAME a mené durant le quinquennal une activité de recherche conséquente et couronnée de succès. Elle a parfaitement répondu au challenge de développer un nouveau système de contrôle de dosimétrie in vivo et la clé de la réussite réside dans la collaboration directe qu'elle a réussi à mettre en place avec les médecins du CHU de Grenoble.

L'équipe DAME a publié 7 articles dans des RICL, 3 actes de congrès et présenté 6 communications à des congrès. Ce sujet de recherche étant hautement concurrentiel, elle a volontairement limité le nombre de publications par souci de protection des résultats obtenus au niveau du détecteur.

Appréciation synthétique sur ce critère

Excellente qualité scientifique et très grand dynamisme des deux équipes. Le niveau de publication est très bon, dans le contexte d'activités de recherche dans le domaine des plasmas froids (équipe « Plasmas ») et dans le cadre d'une recherche concurrentielle n'incitant pas à publier (équipe DAME). Un point marquant est la parution de deux ouvrages de référence sur les plasmas haute fréquence.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le rayonnement des deux équipes s'apprécie au travers de leur participation à un nombre très important de projets ANR ou « académique » : 6 ANR dont 1 en tant que porteur et plusieurs contrats avec le CEA Cadarache pour l'équipe « Plasmas », 1 ANR et un projet « plan cancer » pour l'équipe DAME. Il s'apprécie également au travers de leur participation à différentes structures de recherche : l'équipe Plasmas est membre du LIA STEP avec le Québec et l'équipe DAME fait partie du Labex PRIMES (Physique, Radiobiologie, Imagerie Médicale et Simulation) et du GDR MIZB (Modélisation et instrumentation pour l'Imagerie Médicale) dont elle bénéficie du soutien financier. Enfin, des membres de l'équipe « Plasmas » ont fait partie des Comités d'organisation ou scientifiques de nombreux congrès internationaux : CIP 2009, 2011 et 2015, Workshop Microwave Discharge (2012, 2014), Plasma Based Ion Implantation (2013) et International Conference on Physics of Low Temperature Plasmas (2014). Ils ont également présenté 8 conférences invitées dans des congrès nationaux et internationaux, et l'un des membres de l'équipe fait partie du comité de pilotage du Réseau Plasmas Froids de la Mission pour l'Interdisciplinarité du CNRS.

Appréciation synthétique sur ce critère

Les deux équipes ont une excellente visibilité et sont engagées dans de nombreuses collaborations fructueuses.

Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Les équipes Plasmas et DAME travaillent en très fort lien avec le monde socioéconomique. Ceci se traduit par un nombre important de contrats avec des industriels, de brevets déposés et des actions fortes de valorisation sur le quinquennal.

L'équipe « Plasmas » a développé ses activités de recherches dans le cadre d'un projet FUI (Peugeot), de contrats CIFRE (avec HEF, Thales, UGITECH) et d'un contrat de recherche avec Valeo. Elle a déposé 4 brevets, dont 2 sont exploités (Sairem et HEF).

L'équipe DAME a une activité de recherche focalisée sur un objectif d'application directe et concrète dans le domaine de la santé. Cette application est un véritable enjeu sociétal puisqu'elle concerne potentiellement 170.000 patients traités par radiothérapie/an en France. L'équipe a bénéficié d'un contrat OSEO et déposé 2 brevets (sur les 2^{ème} et 3^{ème} prototypes développés). Elle a récemment pris des contacts avec une entreprise et initié une démarche de maturation par la SATT en vue d'évaluer la commercialisation du détecteur et son intégration dans la chaîne d'assurance qualité en radiothérapie.

Appréciation synthétique sur ce critère

Les deux équipes de ce thème développent une activité de recherche très fortement couplée au monde socio-économique avec un fort engagement et beaucoup de succès : 6 brevets déposés dont 2 exploités et une action de maturation par la SATT démarrée récemment par l'équipe DAME.

Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Les deux équipes de ce thème sont de petite taille. Comme elles travaillent sur des thématiques scientifiques sans aucun lien, elles n'ont aucune interaction entre elles. L'équipe « Plasmas » comprend 1 enseignant-chercheur, un chercheur CNRS, un chercheur émérite et un Ingénieur de recherche. L'équipe DAME comprend 2 enseignant-chercheurs et 1 chercheur. Les personnes travaillent de façon très soudée et collective au sein de chacune des équipes. Les membres de l'équipe « Plasmas » travaillent en collaboration avec différentes équipes de recherche locales académiques et industrielles. Les membres de l'équipe DAME travaillent en étroite collaboration avec des physiciens médicaux du CHU de Grenoble et des chercheurs de l'INSERM. Cette collaboration bénéficie actuellement de la présence au sein de l'équipe DAME d'une post-doctorante qui a une formation dans le domaine de la physique médicale et qui a un rôle primordial dans l'excellent dialogue établi entre physiciens et médecins. Les deux équipes s'appuient sur les services techniques du LPSC pour leurs développements expérimentaux respectifs.

Appréciation synthétique sur ce critère

Les équipes « Plasmas » et « DAME » sont des équipes de petite taille, soudées qui savent travailler en collaboration avec des chercheurs de disciplines différentes aux niveaux régional, national et international.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Les deux équipes ont attiré un nombre très important de doctorants et post-doctorants : 5 thèses soutenues, 4 thèses en cours et 3 post-doctorants pour l'équipe « Plasmas » et 3 thèses soutenues, 2 thèses en cours et 1 post-doctorant pour l'équipe « DAME » lors du dernier quinquennal.

Elles sont fortement impliquées dans la formation par la recherche. Plusieurs membres de l'équipe DAME ont des responsabilités importantes d'enseignement à l'UJF et Grenoble INP : responsabilité du master 2 mention EEATS spécialité nanoélectronique et nanotechnologies, forte implication dans le M2 de Physique Médicale. Des membres de l'équipe plasma sont aussi responsables de formations continues (Traitements de Surface par plasma de Grenoble INP, ateliers du Réseau Plasmas Froids du CNRS...).

Appréciation synthétique sur ce critère

Les deux équipes sont très impliquées dans la formation par la recherche et sont très attractives pour les doctorants et post-doctorants.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Les deux équipes présentent des projets en continuité avec leurs activités de recherche actuelles et fortement liés aux actions de valorisation en cours.

L'équipe « plasma » souhaite développer des synergies avec le pôle « accélérateur et sources d'ions », notamment en poursuivant le montage d'un dispositif d'extraction des ions négatifs H⁻ sur la ligne existante au pôle « accélérateur et sources d'ions » et développer ses activités procédés pour détecteurs en lien avec les équipes du LPSC.

L'équipe DAME a pour objectif de développer une solution complète de dosimétrie (en radiothérapie) en amont (finalisation des études précédentes) et en aval (activités futures) du patient. Elle envisage aussi d'adapter son détecteur pour la protonthérapie et pour la radiothérapie par rayonnement synchrotron dans le cadre de collaborations qu'elle vient de mettre en place. Elle a également pour objectif de formaliser la relation entre le profil du faisceau et la dose reçue par le patient. Enfin elle envisage d'aborder un nouveau type de traitement par photoactivation de nanoparticules métalliques afin d'augmenter le dépôt de dose.

Appréciation synthétique sur ce critère

Les deux équipes présentent des projets en continuité des projets en cours et des actions de valorisation en cours.

Conclusion

▪ Points forts et possibilités liées au contexte

Les deux équipes, de petite taille (3 chercheurs et enseignants-chercheurs dans chaque équipe) sont très soudées et dynamiques. Chacune développe une thématique de recherche qui présente de vraies spécificités dans le paysage national et est reconnue comme experte de son domaine au niveau national et international.

Un second point fort réside dans leur capacité à travailler en collaboration avec d'autres équipes de recherche. Dans le cas de l'équipe DAME le fait de travailler en collaboration étroite avec le service de radiothérapie du CHU de Grenoble et d'une équipe de recherche de l'INSERM est remarquable. Cette collaboration étroite, qui se traduit par la présence d'un post-doctorant avec une formation dans le domaine médical et la possibilité de faire des mesures en environnement hospitalier, est source de synergie et permet de développer un détecteur qui répond aux besoins du monde médical.

Enfin, leur démarche de valorisation est remarquable et couronnée de succès.

▪ Points faibles et risques liés au contexte

La petite taille de ces équipes les rend vulnérables en cas de départ de l'un de ses membres. De plus, toutes deux développent des activités avec une forte contribution technique des services du LPSC, si bien qu'elles pourraient être affectées en cas de départs (en retraite) d'ITA ayant des compétences spécifiques primordiales pour leurs développements expérimentaux. Ceci est particulièrement vrai pour l'équipe DAME dont l'objectif de recherche est le développement de détecteurs pour lequel les compétences des services du LPSC, et tout particulièrement du Service Électronique, sont primordiales. Enfin, l'activité de l'équipe DAME pourrait être fragilisée si l'équipe ne réussissait à pérenniser la présence d'un physicien médical en son sein à la fin du contrat CDD du post-doctorant qui a joué jusqu'ici un rôle clé dans le dialogue entre physiciens des détecteurs et médecins.

▪ Recommandations

Pour les deux équipes : ne pas se « contenter » de valoriser les résultats de recherches « passées » mais aussi développer des activités de recherche qui seront à la base des valorisations de demain. Veiller à conserver un axe thématique clair et ne pas multiplier les sujets de recherche.

Équipe « Plasmas » : renforcer ses activités de recherches en collaboration avec d'autres équipes du LPSC, telles que le dépôt de couches minces pour détecteurs développés au LPSC (équipes ATLAS et UCN) ou l'extraction d'ions H- (pôle accélérateur et sources d'ions).

5 • Déroulement de la visite

Dates de la visite

Début : Lundi 12 Janvier 2015 à 10 heures
Fin : Mercredi 14 Janvier 2015 à 15 heures 30

Lieu de la visite : Laboratoire de Physique Subatomique & Cosmologie
Institution :
Adresse : 53 rue des Martyrs
 Grenoble

Locaux spécifiques visités

Laboratoire et plateforme technique du pôle Accélérateurs et Sources d'Ions.

Déroulement ou programme de visite

lundi 12 janvier 2015

10h00 - 10h30 :	Huis clos du comité d'experts
10h30 - 11h30 :	Session Plénière - Bilan et projets
11h30 - 12h30 :	Session Plénière - Highlights scientifiques
12h30 - 13h30 :	Déjeuner (Cafétéria)
13h30 - 14h45 :	Session à huis clos - Quarks et leptons et symétries fondamentales
13h30 - 14h15 :	ATAS-ILC-D0
14h15 - 14h45 :	UCN
14h45 - 15h45 :	Session à huis clos - Physique hadronique & nucléaire
14h45 - 15h20 :	ALICE-JLab
15h20 - 15h45 :	Structure Nucléaire
15h45 - 16h00 :	Pause
16h00 - 16h45 :	Session à huis clos - Théorie
16h45 - 17h45 :	Session à huis clos - Pôle Accélérateurs et Sources d'Ions
16h45 - 17h20 :	Accélérateurs
17h20 - 17h45 :	Sources d'ions
17h45 - 18h00 :	Pause

18h00 - 19h00 :	Huis clos du comité d'experts
mardi 13 janvier 2015	
09h00 - 10h30 :	Session à huis clos - Astroparticules et cosmologie (Grande salle du conseil)
09h00 - 09h20 :	Auger
09h20 - 09h35 :	Neutrino
09h35 - 09h55 :	Planck-Nika
09h55 - 10h15 :	AMS-CREAM-LSST
10h15 - 10h30 :	MIMAC
10h30 - 10h45 :	Pause (Petite salle du conseil)
10h45 - 11h45 :	Interdisciplinaire
10h45 - 11h15 :	Plasma et matériaux
11h15 - 11h30 :	Physique Médicale
11h45 - 12h45 :	Physique des réacteurs
12h45 - 14h00 :	Déjeuner (Cafétéria)
14h00 - 15h00 :	Rencontre avec les équipes techniques / ITA
15h00 - 16h30 :	Visite des installations
15h10 - 15h30 :	Pôle Accélérateurs et Sources d'Ions
15h35 - 15h55 :	Plasmas/CRPMN
16h00 - 16h20 :	Hall montage STEREO
16h30 - 17h00 :	Pause (Petite salle du conseil)
17h00 - 17h45 :	Session à huis clos - Rencontre avec les tutelles
17h45 - 18h30 :	Session à huis clos - Rencontre avec le conseil d'unité
18h30 - 19h00 :	Session à huis clos - Rencontre avec les doctorants/postdoctorants
19h00 - 20h00 :	Session à huis clos - Rencontre avec le directeur d'unité
mercredi 14 janvier 2015	
08h30 - 09h15 :	Session à huis clos - Rencontre avec les écoles doctorales
09h15 - 09h30 :	Pause
09h30 - 15h30 :	Huis clos du comité d'experts

6 • Observations générales des tutelles



**DIRECTION POUR
LA RECHERCHE ET
LA VALORISATION**

Grenoble, le 11 mai 2015

Affaire suivie par :
Isabelle ALLEGRET,
Directrice

Téléphone :
04 76 63 59 21

Courriel :
Isabelle.allegret@ujf-
grenoble.fr

BP53
38041 Grenoble
Cedex 9

**Monsieur le Professeur Philippe BLOCH,
Président du Comité de visite HCERES du
laboratoire de Physique Subatomique et
Cosmologie (LPSC)**

**Objet : Visite HCERES - Laboratoire de Physique Subatomique et Cosmologie
(LPSC)**


**Réf. : S2PUR160009544 - LABORATOIRE DE PHYSIQUE SUBATOMIQUE ET
COSMOLOGIE - 0381838S**

Monsieur,

Au nom de toutes les tutelles du laboratoire de Physique Subatomique et
Cosmologie (LPSC), nous tenons à remercier l'ensemble des membres du Comité
de visite HCERES dont vous êtes le Président, pour son travail d'analyse
approfondie.

Nous vous remercions pour le temps que vous avez bien voulu nous consacrer et
vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de notre considération distinguée.

L'Administrateur Général de Grenoble
INP,


Didier BOUVARD
vice-président
du conseil scientifique
de l'Institut polytechnique de Grenoble

Le Président de l'Université Joseph Fourier,


Pour le Président,
Par délégué
Le Vice-président du Conseil Scientifique
de l'Université Joseph Fourier - Grenoble 1
Patrick LEVY
Yassine LAKHNECH

Copie : *Professeur Cristinel DIACONU, délégué scientifique représentant du HCERES*
Professeur Arnaud LUCOTTE, Directeur du LPSC

Paris, le 04 JUIN 2015



Institut national de physique nucléaire
et de physique des particules

www.in2p3.fr

Campus Gérard-Mégie
3, rue Michel-Ange
75794 Paris cedex 16

T. 01 44 96 40 00

Monsieur Didier Houssin
Président du HCERES
Haut Conseil de l'Evaluation de la
Recherche et de l'Enseignement
Supérieur
20, rue Vivienne
75002 Paris

Objet : Observations de portée générale sur le rapport d'évaluation de l'unité UMR
5821

Référence : S2PUR160009544 – Laboratoire de Physique Subatomique et
Cosmologie - 0381838S

Monsieur le Président,

J'ai pris connaissance avec le plus grand intérêt du rapport concernant le Laboratoire de Physique Subatomique et Cosmologie (LPSC). Je tiens à remercier le HCERES ainsi que le comité de visite pour la qualité du travail d'évaluation réalisé et prends acte des recommandations formulées. Ce rapport n'appelle aucun commentaire particulier de ma part.

Je reste à votre disposition pour toute information complémentaire et je vous prie de croire, Monsieur le Président, à l'expression de mes salutations distinguées.


Jacques MARTINO
Directeur de l'IN2P3