



UMR 5821

Université Grenoble I - CNRS/IN2P3 - Grenoble INP

Documents préparatoires pour le quadriennal

Projet 2011-2014

Projet scientifique du LPSC (UMR 5821)

Introduction

Cette partie du document du quadriennal présente le projet scientifique porté par le Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie pour le quadriennal 2011-2014.

Nous y détaillerons les différents objectifs scientifiques ainsi que les réalisations et expériences qui devront être menées à bien pour y parvenir. Deux sections compléteront cette partie scientifique ; l'une sur le potentiel du laboratoire et l'autre décrivant les moyens requis en termes d'embauches, d'équipements et de budgets.

1. Evaluation du potentiel de l'Unité

Pour cette évaluation, le bilan du quadriennal 2007-2010 et la réflexion sur les structures du laboratoire, la gestion de ses programmes et les relations avec ses tutelles ont été considérées mais aussi l'historique du laboratoire au delà de ces simples 4 années.

Points forts

Pour ce qui est de l'émergence de nouveaux projets, leur gestion et le retour scientifique :

- **Adaptabilité.** Tout au long des 40 ans de son existence, le laboratoire aura démontré la faculté qu'ont ses chercheurs d'opérer des mobilités thématiques et de se rassembler au sein de nouveaux groupes, ainsi que la forte réactivité de ses services techniques et leur capacité à se réorganiser et acquérir de nouvelles compétences.
- **Fiabilité.** Les équipes de chercheurs et des services techniques du LPSC ont acquis une solide réputation quant à la réalisation de leurs missions, dans les temps et les budgets impartis. Ceci se traduit par des sollicitations de la part de grandes collaborations internationales et le fait que le LPSC se voit confier des missions par ses tutelles nationales.
- **Retour scientifique.** Les analyses des données et leur interprétation physique sont menées à terme assurant le retour scientifique des investissements techniques. Les taux de publication et de citation, sont élevés et la valeur scientifique de ses personnels est reconnue à travers l'attribution de nombreuses distinctions et de sollicitations pour participer à divers comités scientifiques.
- **Evaluations scientifique et Structure projet.** Le laboratoire possède une structuration qui permet l'évaluation scientifique des projets et de leurs besoins techniques tant au niveau local que national : conseil scientifique, cellule de revue technique de projets. A cela s'ajoutent des processus d'évaluation et de suivi aux différentes étapes du projet.
- **Collaborations et programmes.** Les compétences acquises par le LPSC dans l'organisation de grandes collaborations, ainsi que dans la gestion pluriannuelle (construction, budgets) de programmes de grande ampleur, sont clairement établis. Les groupes du LPSC ont aussi été porteurs de nombreux accords internationaux (PICS, LIA, MoU ...) et d'actions soutenues dans le cadre de l'ANR ou de l'Europe. Tout ceci nous a permis de bâtir de solides collaborations internationales qui peuvent être fondatrices pour de nouveaux projets.
- **Grands projets.** Nous avons participé à la construction d'expériences, souvent avec des développements clefs, auprès de très grands instruments (Large Hadron Collider au CERN, missions satellite Planck, Observatoire Pierre Auger, projet GUINEVERE en vue d'un démonstrateur d'un "Accelerator Driven System", JLab-6 GeV, AMS, ...). Ces réalisations permettront, durant le prochain quadriennal et souvent au delà, d'assurer les prises de données et leurs analyses pour atteindre les objectifs scientifiques fixés initialement.

- **Valorisation.** Les actions de valorisation sont en place depuis de nombreuses années, avec une organisation et un accompagnement pérennes.
- **Interdisciplinarité.** Plusieurs programmes interdisciplinaires ont été menés à bien dans nos domaines de compétences en direction du médical et de l'électronucléaire civil. Plusieurs réalisations sont issues de nos recherches dans le domaine des sources d'ions et cette compétence s'est renforcée avec l'arrivée d'un groupe travaillant dans le domaine de la physique des plasmas.

Pour ce qui est de l'organisation du laboratoire et de ses relations avec les tutelles :

- **EAOM.** Le laboratoire se place dans le cadre d'une structure UMR. Les Entretiens Annuels Objectifs Moyens nous permettent depuis plusieurs années une discussion des politiques scientifiques en présence de toutes les autorités de tutelles. Le LPSC a une politique établie de plans pluriannuels pour les budgets et les priorités d'embauche avec une coordination avec le CNRS et les universités.
- **Relations avec l'Université.** Elles sont fortes ; nous avons un effectif important d'enseignants chercheurs avec des responsabilités au niveau local et national, et un rôle central dans des enseignements et la mise en place et l'opération de plates-formes de TP (en particulier autour du nucléaire et de la physique du plasma)
- **Instances.** Le fonctionnement du LPSC implique plusieurs instances ; conseil d'unité, cellule de direction, conseil scientifique, Cellule de Revue Technique de projets, comités techniques, Comité Paritaire Local ...

Difficultés rencontrées et potentielles

Le LPSC a fait face à plusieurs difficultés lors de la réalisation de ses projets et la gestion du laboratoire lors du quadriennal 2007-2010 :

- Les départs en retraite de près de 20% de nos chercheurs et ITA d'ici 2014 sont concentrés dans certains secteurs et menacent le potentiel de recherche de certaines thématiques (astroparticules et cosmologie, théorie, pôle accélérateur et source d'ions)
- Un déficit d'Enseignants-Chercheurs pour l'enseignement de certaines disciplines propres au laboratoire (nucléaire, physique expérimentale et montage de TP)
- Les problèmes liés aux réductions de crédits de soutien de base qui depuis plusieurs années handicapent notre capacité à mener nos projets : manque d'argent pour les infrastructures, les missions ou l'aide aux groupes en cas d'imprévus.
- Le recours de plus en plus fréquents aux chercheurs ou Ingénieurs contractuels avec des périodes de temps bien inférieures à la durée de vie pluriannuelle des projets génère des pertes de compétences et de temps pour refaire des formations. Des problèmes pour l'insertion ultérieure de ces personnes sont aussi notées. En outre, cela génère une surcharge importante pour le service administratif.
- Nous expérimentons des situations administratives et financières de plus en plus ingérables. Elles sont générées par la profusion de nouveaux logiciels, et souvent leurs incompatibilités dans le cas de tutelles multiples. Il faut noter aussi une attribution de plus en plus tardive dans l'année (parfois en Juillet) de nos crédits alors que l'on demande aux projets de les dépenser en intégralité avant la fin de l'exercice (parfois dès mi-novembre).

Opportunités

- Plusieurs grands projets mondiaux, machines et détecteurs, liés aux activités actuelles du LPSC sont actuellement en gestation : Large Survey Sky Telescope, SPIRAL2 au GANIL, CRG GRANIT à l'ILL, projet AREA sur le site de l'Observatoire Pierre Auger, futures génération de

missions spatiales (BPOL), projet européen MYRRHA de démonstrateur d'ADS, scénarios pour des réacteurs nucléaires de Génération IV, projet Etoile de hadronthérapie,...

- Le LPSC travaille depuis plusieurs années sur des projets de machines qui en sont encore au niveau de la conception ou qui ne démarreront pas avant 2014 : futur collisionneur (ILC/CLIC) ou collisionneur à muons, upgrade du LHC, machine SUPER-B ...
- Plusieurs R&D originales sont menées au LPSC et peuvent déboucher sur des résultats qui ouvriraient la voie à de nouveaux projets au sein de grandes collaborations dont le LPSC assurerait un leadership : MIMAC et la détection de matière noire, projet NOYG pour la détection de neutrinos cosmiques de ultra haute énergie à Grenoble, source 60 GHz, projet de physique médicale pour la mesure en temps réel de la forme du faisceau d'irradiation de photons, ...
- Les appels à projets (ANR, 7^{ième} PCRD de l'Europe, les BQR Universités et CPER) pourraient permettre au LPSC de trouver des financements pour ses projets futurs.
- Une collaboration avec plusieurs laboratoires ou grands Instruments (LNCMI, ILL, LAOG, Institut Neel...) de la place grenobloise se développe depuis de nombreuses années. Elle touche des collaborations sur des projets de physique (Planck, ...) mais aussi sur l'instrumentation et le traitement des données en conditions extrêmes (technicité, taille des expériences et flux de données, ...). Cela pourrait conduire à la création d'une fédération au niveau de l'Université permettant de leur donner une meilleure visibilité et de coordonner ces actions instrumentales (compétences et postes) et le travail auprès des grands instruments au niveau Grenoblois.
- La construction d'une extension du bâtiment principal dans le cadre d'une opération CPER, Ecole Doctorale et Ecoles Européennes (CDEE), sera l'occasion de la réhabilitation de notre bâtiment principal : accès handicapés, normes ERP , rénovation de l'amphithéâtre ...
- Les travaux qui seront entrepris pour rénover le site de la presqu'île scientifique peuvent être l'occasion de rénover nos bâtiments en termes d'isolation phonique et thermique et d'optimiser son plan de circulation... si des crédits sont alloués.

Risques

Il s'agit ici d'une discussion sur des éléments externes de nature à empêcher la réalisation des projets du LPSC.

- Le risque majeur de nos grands projets reste bien sûr un incident grave sur un accélérateur ou un grand dispositif expérimental comme le montrent des exemples récents (incident 2008 sur le LHC, explosion de la navette spatiale en 2003...).
- L'aspect pluriannuel et le financement en grande partie par des fonds publics font que les grands projets menés au sein de collaborations internationales sont exposés aux risques des effets de crises économiques, avec une réduction drastique de crédits ou de postes, ou bien d'un retournement politique sur un sujet de recherche porteur (l'exemple de la recherche sur le nucléaire civil ou le projet Etoile en hadronthérapie peuvent servir de cas d'école).
- Plusieurs projets urbanistiques et immobiliers sont planifiés avec un fort impact sur le site du laboratoire. Ces travaux induiront des nuisances sur des périodes de près de 2 années difficilement compatibles avec un travail de recherche serein.
- Les problèmes et conflits potentiels entre les autorités de tutelles locales (Universités), ou bien entre le niveau local et national (CNRS/IN2P3 et Université) sont une source de difficultés pour la gestion du laboratoire. Toutefois les EAOM offrent un outil efficace qui a permis jusqu'à présent de contenir ce risque, hormis pour ce qui est des complications administratives.
- Nous observons depuis plusieurs années une inflation bureaucratique préoccupante. Avec la multiplication des agences et des tutelles, les personnels de l'Unité doivent faire face à une

montée des demandes de documents justificatifs ou de dossiers pour l'obtention du moindre crédit, mais aussi d'évaluations souvent non coordonnées et demandant de refaire le travail plusieurs fois. Le sentiment des personnels est que le temps pris à la recherche ou l'enseignement devient tel que la qualité de l'activité scientifique du laboratoire va s'en ressentir si l'on continue sur cette voie.

2. Le projet et les objectifs scientifiques de l'Unité

Introduction

La mission première du LPSC est une recherche axée sur les thématiques de l'IN2P3 de la physique des 2 infinis. Toutefois les activités d'enseignement et de valorisation ainsi que des thèmes de recherche interdisciplinaire font aussi partie des activités fortes du laboratoire.

Comme nous l'avons aussi dit dans la partie bilan, beaucoup de nos projets se font sur des périodes de temps qui excèdent largement les 4 ans d'un quadriennal. Nous distinguerons donc les programmes engagés, dont le retour scientifique doit être assuré lors de campagnes de prises de données et leur exploitation scientifique, des R&D qui pour leur part demandent un effort technique et de simulation instrumentale et de physique. Ensuite des programmes de taille moyenne verront leur périmètre tenir dans le cadre d'un quadriennal et leurs résultats conditionneront notre politique au delà de ces 4 ans.

A ce stade, il n'apparaît pas de besoins ni de changements majeurs nécessitant l'arrêt ou l'introduction de nouvelles thématiques. Par contre au sein de ces thématiques, de nouveaux projets et l'arrêt de certaines expériences sont probables, et la recherche de synergies en vue de futurs axes de recherche seront encouragés.

De la même façon que cela avait été fait dans la partie bilan, une présentation synthétique des objectifs scientifiques du laboratoire est présentée. Une discussion est faite de manière plus détaillée dans les sections dédiées des 7 thématiques actuelles du LPSC.

2.1 Projets engagés et démarrage/exploitation des expériences

La première catégorie des projets que portent le LPSC est donc celle dont les prises de données et leur exploitation couvrira les 4, voire les 8, prochaines années. Il s'agit des expériences menées auprès de centres de recherche internationaux ou de grands instruments mis en service ces dernières années et qui assureront le retour scientifique de l'investissement réalisé par les personnels du LPSC, parfois sur une décennie. Cet effort sera accompagné, au niveau de l'interprétation, par les activités des théoriciens du LPSC.

Les objectifs qui sont discutés dans la suite suivent un ordre qui est celui de la numérotation des thématiques du laboratoire.

- Le Large Hadron Collider au CERN délivrera sous peu ses faisceaux. L'objectif premier sera d'assurer le démarrage des prises de données avec les ensembles expérimentaux ATLAS et ALICE et d'assurer la maintenance des équipements fournis par le laboratoire. Pour ALICE, le LPSC devra terminer la construction et l'installation des Super Modules du calorimètre EMCal. Il s'agira ensuite de mener à bien les programmes de physique ; recherche du boson de Higgs et des particules supersymétriques et exotiques, mise en évidence et étude du plasma de quarks et de gluons. Ce travail sera soutenu par les activités du groupe de physique théorique du LPSC.
- La physique avec les neutrons Ultra-froids (UCN) est un axe de recherche bien établi. Les prises de données au PSI (Suisse) pour la mesure de nEDM permettront d'assurer le retour scientifique du développement du spectromètre RAL-SUSSEX. Pour le spectromètre GRANIT, l'objectif sera de créer une CRG pour mener à bien le programme de physique initial avec la

signature d'un MoU avec l'ILL. A terme, le groupe devra atteindre une taille critique lui permettant de développer une expertise de haut niveau sur ce type de mesures et des techniques associées. Cette activité se concentrera à l'ILL et devrait permettre à la fin du quadriennal d'y proposer de nouveaux programmes de physique.

- L'exploitation des données des instruments du satellite Planck est une priorité forte après des années de développements. L'objectif premier est de mener à bien les prises de données et d'assurer leur analyse pour extraire les informations physiques sur le rayonnement fossile (CMB).
- Au niveau de l'Observatoire Pierre Auger, il s'agira de continuer notre investissement technique et de prises de données sur cet instrument, et de développer des programmes de physique originaux (neutrinos). Si les budgets le permettent, une participation au projet AREA de radiodétection des Rayons Cosmiques d'Ultra Haute Energie permettra de valoriser les résultats et avancées des R&D menées sur CODALEMA et les antennes tests à Auger.
- L'exploitation des données sur les rayons cosmiques prises lors des vols ballon CREAM devra être menée à bien. De nouvelles prises de données CREAM sont possibles, mais si le vol AMS est confirmé, la priorité sera donnée à ce programme avec une participation aux prises de données et à leur analyse.
- Les faisceaux du JLab 6 GeV seront utilisés pour continuer sur le programme des GPD jusqu'en 2014. La décision sur une participation aux projets d'upgrade des détecteurs pour le projet JLab-12 GeV se fera durant le quadriennal. Les développements actuels sur les faisceaux de positrons ayant un intérêt pour d'autres programmes du LPSC, cette recherche doit se faire en synergie avec le groupe accélérateur du LPSC.
- L'exploitation des équipements de l'ILL (Lohengrin, potentiellement EXOGAM) et du GANIL permettront de continuer le programme en cours dans le domaine de la structure nucléaire. Un travail sera mené sur des propositions d'expériences pour SPIRAL2 à l'horizon 2012, ce qui conduira à un programme de physique pouvant potentiellement durer une dizaine d'années.
- L'installation GUINEVERE auprès du réacteur du SK-CEN à Mol en Belgique est prévue fin 2009. Le programme d'étude sera mené durant quelques années. Pour le futur de cette recherche, une proposition sera faite à l'appel 2010 du 7^{ème} PCRD pour poursuivre le travail en vue du démonstrateur ADS européen MYHRRA.
- Le travail de physique ou de simulation pour les réacteurs de Génération IV se continuera et un projet EVOL (Evaluation and Viability Of Liquid fuel fast reactor) sera soumis en réponse à l'appel d'offre 2010 du 7^{ème} PCRD d'Euratom : son objectif est d'explorer plus profondément le potentiel du Molten Salt Fast Reactor (MSFR) comme système nucléaire durable. Les R&D sur les boucles à sels fondus se poursuivront avec le projet FFER.
- Les activités de physique théorique seront renforcées et doivent atteindre une taille critique pour les 2 axes de recherche : QCD sur réseau et physique du Modèle Standard auprès des collisionneurs. Ces activités se feront en synergie avec les programmes expérimentaux, ceux du CERN auprès du LHC et ceux du Jefferson Laboratory en particulier.
- Les développements techniques confiés au LPSC pour SPIRAL2 (coupleurs, source ECR A-PHOENIX, charge breeder nucléarisé) seront poursuivis jusqu'à la livraison des équipements au GANIL.
- Le projet de plate-forme technologique SIRCE sera soumis à la région en septembre 2009. Les contacts avec les industriels seront poursuivis pour l'exploitation des développements de la source COMIC.

- Les activités du groupe CRPMN sur le physique des plasma et leurs applications seront poursuivies dans ses deux volets : académique et de valorisation. La recherche de la meilleure synergie possible avec les activités analogues du pôle accélérateurs et source d'ions sera poursuivie et une ouverture vers les problématiques liées à l'énergie encouragée. Les actions du LIA avec le Québec et les collaborations avec le Vietnam seront aussi poursuivies.
- Les activités sur la tomographie à Xénon liquide seront publiées et le projet ARCHITEP mené à bien d'ici fin 2010. Les activités sur la physique médicale seront regroupées avec un nombre plus réduit de projets.
- Les contributions du LPSC au projet italien CNAO se termineront en 2010 avec le démarrage de ce centre de traitement par hadronthérapie.

2.2 Projets futurs et R&D

L'ordre de ces projets ou R&D a été cette fois-ci choisi en fonction de leur état d'avancement.

- Les R&D sur MiMac (grande TPC) seront poursuivies. Les résultats sont très encourageants avec les prototypes actuels. Ils pourraient permettre de proposer cette technologie développée au LPSC comme la base d'un ensemble expérimental qui serait endossé cette fois par une collaboration à l'échelle européenne.
- Un nouveau projet en physique médicale voit le jour au LPSC. Il s'agit de réaliser un dispositif expérimental pour la mesure en temps réel des profils de faisceaux utilisés en radiothérapie. A terme, ce projet mené en collaboration avec le CHU de Grenoble pourrait déboucher sur un dépôt de brevet à l'échelle du quadriennal 2011-2014.
- Un projet de détection de neutrinos UHE avec la configuration des vallées de l'Y Grenoblois est en cours d'étude. Le LPSC étudie le principe d'un petit réseau de scintillateurs, R&D NOYG, installé à flanc de montagne et dont les premiers résultats sont prometteurs.
- Le travail sur le projet sources d'ions multichargées 60 GHz peut déboucher potentiellement sur un projet de grande envergure pour le futur. Les expériences seraient installées au LNCMI seul laboratoire disposant des équipements requis et perpétuant une collaboration établie depuis quelques années.
- Les activités et R&D sur les accélérateurs se poursuivront selon plusieurs directions : l'utilisation du concept FFAG pour les projets de faisceaux intenses de neutrinos, une participation au Technical Design Report du projet de machine Super B suivi éventuellement d'une participation à des R&D sur les faisceaux de positrons et des polarimètres, ...
- Pour l'upgrade de la luminosité du LHC, les missions confiées par l'IN2P3 et le CEA aux services accélérateur et électronique concernant le nouveau LINAC seront menées à bien.
- Le projet LSST espère prendre ses premières données vers 2015 avec comme objectifs des avancées sur l'énergie noire. D'ici là, le LPSC continuera sa participation au projet, et un renforcement du groupe sera nécessaire.
- Le projet majeur de la physique des hautes énergies sera un futur collisionneur (ILC) fruit d'une collaboration mondiale. Les développements sur l'électronique et la mécanique dans le cadre de la conception d'un calorimètre continueront au LPSC. Si l'échéance pour la construction de la machine est 2020, les R&D détecteurs et les choix technologiques doivent se finaliser d'ici 4 à 8 ans.
- Les prochaines missions CMB (mesures de polarisation après-Planck), sont en cours d'élaboration. A ce stade il s'agit de tests de matrices de bolomètres qui pourraient ensuite être embarquées sur ballon. Les partenaires sont le LAOG et l'Institut NEEL avec qui le LPSC avait travaillé sur le projet ARCHEOPS.

3. Adéquation des moyens de l'unité avec son projet scientifique

3.1 Le projet de structuration de l'unité

L'organigramme présenté dans la partie bilan de ce quadriennal a fait ses preuves, il ne devrait donc pas subir de modifications majeures dans le projet du laboratoire. Il y aura naturellement des changements de responsable de groupe, une nouvelle composition des conseils d'Unité et scientifiques du laboratoire et des correspondants avec la prise de fonction du directeur en charge de mener ce projet à bien. Il sera de sa prérogative d'impulser de nouvelles structures ou d'infléchir certaines actions si le besoin s'en fait sentir.

Les annexes qui sont présentées dans la partie bilan contiennent les éléments de prospective pour ce qui est des politiques de formation, d'évaluation des risques, de la valorisation et de la communication du laboratoire. Nous renvoyons donc le lecteur à ces sections pour plus de détails sur ces points.

3.2 Immobilier et infrastructures

Cette partie prendra une importance toute particulière dans la période du quadriennal 2011-2014. Plusieurs projets urbains à l'échelle du polygone scientifique, GIANT et plan 10 campus, impacteront fortement notre site en déplaçant ses limites actuelles et demandant de revoir nos entrées et plans de circulation. Un plan de financement serait nécessaire en particulier pour l'amélioration de l'isolation thermique et phonique des bâtiments (bureaux).

Plusieurs actions de réhabilitations ou mises aux normes devront être poursuivies lors du quadriennal. Il s'agit en particulier du hall principal de montages et de tests du laboratoire, qui permettra en outre d'optimiser les fonctions de réception/livraison du LPSC, et de travaux pour l'extraction d'air dans plusieurs locaux (atelier, ...). De plus les actions d'évacuation des déchets ou vieux équipements se poursuivront.

Dans le cadre du Contrat Plan Etat Région, le projet CDEE (voir l'annexe 1 de la partie bilan sur l'enseignement) impliquera la construction d'une nouvelle aile de notre bâtiment principal et une mise aux normes ERP. Ceci générera de nouveau de fortes nuisances mais à terme permettront une réhabilitation du bâtiment principal et une mise aux normes ERP des parties destinées aux enseignements, de l'amphithéâtre et des accès handicapés qui manquent actuellement. Il faut noter aussi que ce projet permettra une extension notable de la plate-forme de TP de physique nucléaire.

L'aménagements et la mise en place de locaux d'expériences et de bureaux sont nécessaires pour l'accueil d'industriels, si le projet de la plate-forme technologique SIRCE aboutit dans le cadre du CPER. Un lien avec les industriels pourrait émerger avec le projet de boucle à sels fondus FFER.

3.3 Besoins en moyens humains et financiers

Chercheurs et Enseignants Chercheurs

Les demandes en chercheurs et enseignants chercheurs sont explicitées dans les chapitres projets des 7 thématiques après une concertation avec les groupes concernés. Leur total excède un peu ce que l'on peut espérer si les taux d'embauche annuel observés ces dernières années (de l'ordre de 3 chercheurs ou enseignants-chercheurs, et de 1-2 postdoc ou CDD) sont maintenus. Une analyse globale

sera donc faite au niveau du laboratoire, en mettant en regard les départs programmés des chercheurs et enseignants-chercheurs et les besoins futurs des projets ou d'enseignement. Aussi il

Tableau des départs, établi par thématiques

Départs prévus 2009-2013	
Thématique	Nombre
2 : Astro-Cosmo	4 CNRS
5: Théorie	1 UJF + 1 CNRS
1 Quarks et Leptons	1 UJF
4: Physique Réacteurs	1 INPG
7 : Interdisciplinaire	1 CNRS
Total	9

faudra tenir compte de l'état d'avancement des projets et les forces libérées lors de leur achèvement. C'est à partir de cette analyse que les priorités de recrutement (Universités et CNRS) ont été ou seront établies pour le quadriennal 2011-2014. Elles seront présentées annuellement lors des EAOM du laboratoire, et discutées lors de journées de prospective organisées par l'Université et avec les Directeurs Adjointes Scientifiques de l'IN2P3.

L'analyse du tableau des départs, mais aussi celle des projets, fait apparaître clairement des besoins de recrutement prioritaires dans les thématiques des astroparticules et cosmologie et celle de la théorie. Il est aussi nécessaire de finaliser et de compléter l'action du quadriennal 2007-2010 avec des embauches dans la thématique physique des hadrons et structure nucléaire et par un poste dans le groupes des UCN pour les activités à l'ILL. Les autres départs dans les différentes thématiques devront aussi être compensés au cas par cas.

Une réflexion a aussi été menée avec les Enseignants-Chercheurs du LPSC. Ils forment une forte proportion (environ 30 %) des chercheurs du LPSC et assument d'importantes responsabilités d'enseignement. Certaines spécialités du LPSC sont uniques sur la place grenobloise : physique nucléaire et formations liées à l'électronucléaire civil, physique expérimentale avec la mise au point de plate-forme de TP (déportés ou non), etc. Parmi les critères pour des demandes de postes 2009-2013, nous avons retenu bien évidemment ceux associés aux besoins en recherche mais aussi pris en compte les besoins spécifiques des enseignements qui reposent sur notre unité. Ainsi le départ d'un professeur INPG assurant des enseignements clef dans le domaine de l'électronucléaire doit être compensé et cet axe d'enseignement renforcé. Toutefois, il apparaît important de laisser le choix au laboratoire de la définition de la partie recherche afin de ne pas concentrer tous les EC en physique nucléaire dans le même groupe de recherche.

Un point à noter sera l'ouverture de la thématique sur les accélérateurs et sources d'ions vers la recherche et l'enseignement ce qui demandera des postes de chercheurs ou d'enseignants chercheurs vers la physique des accélérateurs et des plasmas. L'enseignement fait par le groupe plasma du LPSC (Plate-forme I3AP, Master) apparaît en taille critique, ce point est analysé de manière plus globale par l'UFR de physique. De nouveau, cette situation milite pour une recherche de synergies (via la plate-forme SIRCE) entre ces 2 activités.

Un point crucial pour le bon fonctionnement du LPSC est le potentiel de recherche qu'apportent ses doctorants, postdoc et CDD. Pour les premiers, les thématiques du laboratoire sont attractives mais ils doivent faire face au manque de bourses ministères et à un certain manque de continuité dans les choix scientifiques de nos tutelles. Un soutien de la présidence de l'Université pour nos thématiques lors de l'attribution des bourses est souhaitée. Pour les seconds, après la phase d'expérimentation, la question des débouchés devient primordiale.

Ingénieurs, Techniciens et Administratifs

Cette partie fait l'objet d'un chapitre assez détaillé du fait de l'importance des réalisations techniques dans notre discipline pour laquelle la plupart des équipements sont innovants et demandent une conception et une construction supervisées au sein des laboratoires de recherche. Notre potentiel technique, et notre centaine d'ITA et IATOS regroupés en services, sont ainsi une spécificité du LPSC.

Tableau des départs, par services

Départs retraite 2009-2013	
Service	Nombre
Administration	2
Détecteurs Instrumentation	1
Electronique	3
Informatique	1
Mécanique	4
Pole accélérateur et SSI	4
Total	15

Pour mener à bien les projets présentés dans ce document, ainsi que le fonctionnement général du laboratoire et de ses infrastructures, il est nécessaire de conserver et faire évoluer notre potentiel

technique que cela soit par une politique d'embauche ou de formation. Cette dernière est décrite dans l'annexe 2 de la partie bilan, et le paragraphe suivant détaillera la politique pluriannuelle d'embauche qui est proposée et qui se base aussi sur le tableau des départs à la retraite programmés.

Evolutions structurelles

- *Pôle accélérateurs et sources d'ions*. Historiquement le LPSC a exploité l'accélérateur SARA jusqu'en 1998. Pour conserver et développer les compétences acquises, les services accélérateurs et sources d'ions ont été créés au moment de l'arrêt de SARA. Ce pôle permet aujourd'hui au laboratoire d'avoir une forte visibilité dans des projets importants tels que GUINEVERE et SPIRAL2 et se voit sollicité pour des missions nationales ou des études pour de nouveaux projets européens (SUPER-B) et international (upgrade du LHC au CERN). Il est important de renforcer cette activité par le recrutement de personnels permanents sur la période 2010 – 2013.
- *Service acquisition de données*. Le service acquisition de données a été réparti dans les services informatique et électronique en 2007. L'activité sous-jacente est fondamentale pour les projets. Une taille critique doit être atteinte pour cette expertise dans les deux services.
- *Service informatique*. Pour un laboratoire de la taille du LPSC, la mutualisation des agents de la BAP E à l'échelle de la délégation n'est pas adaptée. Aussi le laboratoire a la taille suffisante pour travailler plus efficacement avec des ressources locales pour l'administration système et réseau, l'exploitation et le support aux utilisateurs.
- *Service électronique*. Le service électronique a développé une expertise reconnue dans la conception de cartes et en CAO. L'activité microélectronique doit maintenir une taille critique et aussi se positionner dans les années à venir par rapport aux pôles nationaux.

Compensation des départs

- *Service mécanique*. Ce service subit de nombreux départs. Le laboratoire a choisi de mettre actuellement l'accent sur le renforcement du bureau d'étude. Des efforts de recrutement devront ensuite être faits pour les activités de montage et l'atelier dans la période 2010 – 2013
- *Service détecteurs et instrumentation*. Le besoin de développer des compétences pointues dans certaines R&D détecteurs et instrumentation requerront des CDD projets ou des embauches au niveau IR dans ce service.
- *Administration*. Ce service a vu son effectif décimé ces dernières années. Il a fait l'objet de plusieurs recrutements CDD et CDI et devrait retrouver sa taille fonctionnelle en 2010.
- *Services généraux*. Ce service joue actuellement un rôle clef du fait de l'importance du patrimoine du laboratoire et des travaux prévus : maintenance, réhabilitation du hall général de montage, modification du périmètre du site et de sa voirie. Il faudra le renforcer, éventuellement par des postes IATOS du fait de la construction et l'entretien du nouveau bâtiment Collège Doctoral et Ecoles Européennes et le fonctionnement des plates-formes d'enseignement.

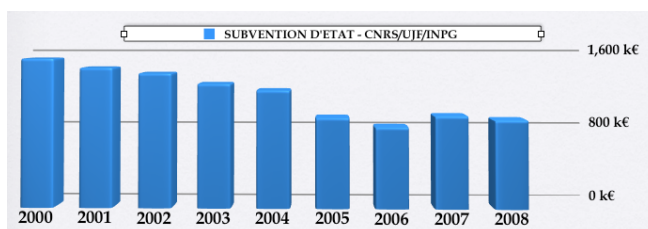
3.4 Demandes budgétaires

Cet exercice est difficile dans notre cas du fait de négociations en cours entre les autorités de tutelles du LPSC. Elles se font à plusieurs niveaux ; au niveau local entre les Universités (Tutelle Locale Unique, UJF, solution retenue pour le LPSC) et entre l'Université et le CNRS pour le choix de l'opérateur ou les modalités d'occupation des locaux. Aussi les règles de fonctionnement du CNRS viennent juste d'être établies avec la notion d'Instituts Opérateurs et Agences de Moyens et le choix des Instituts secondaires doit être fait pour notre laboratoire.

Nous nous en tiendrons dans ce document essentiellement à une discussion sur le budget Soutien de Base Non Affecté (SBNA) et sur les grandes lignes des processus de financements des projets du laboratoire.

SBNA et infrastructure

Pour cette partie du budget du laboratoire, qui sert à son fonctionnement de base (fluide, chauffage, contrats, informatique, maintenances...), nous observons une baisse récurrente de la dotation en Soutien de Base Non Affectées (figure) qui combinée avec une hausse des tarifs de gaz et électricité met le laboratoire en sérieuse difficulté. Le coût de fonctionnement est connu et il est nécessaire de rétablir le SBNA à ce niveau, et ceci de manière pérenne, lors du quadriennal 2011-2014.



Une discussion est en cours entre l'IN2P3/CNRS principale source de financement du laboratoire et de ses projets, et l'UJF qui héberge le laboratoire dans ses bâtiments. Elle concerne la proposition d'une formule d'hébergeur/payeur, ce qui demandera une renégociation de la convention de mandat entre le CNRS et l'Université. Cela adressera aussi un problème récurrent sur l'entretien et les réparations des locaux pour lesquels l'utilisation de crédits CNRS est fréquemment requise. La convention cadre qui sera trouvée devrait être pérenne et couvrir une période de plusieurs quadriennaux (>> 4 ans).

Projets

Les projets sont soutenus par des budgets demandés à nos autorités de tutelles (Université et IN2P3/CNRS) ou à des organismes partenaires (CNES, ...), et à des programmes transversaux (PACEN CNRS, ...) ou enfin des actions de type TGE. Cette partie est généralement associée avec des processus bien connus et sous contrôle. Il faut toutefois être attentif pour nos actions pluriannuelles, avec de nombreux déplacements et séjours à l'étranger, à mettre en place une programmation pérenne pour les budgets construction mais aussi pour ceux des missions.

Nos équipes et collaborations soumettent aussi des demandes de financement aux organismes comme l'Europe et à des agences comme l'ANR. La somme obtenue reste conditionnée aux décisions de ces organismes, qui sont parfois affectées par une certaine opacité. Le problème rencontré, en particulier avec l'ANR, reste la durée assez limitée des contrats et aussi pour notre discipline l'absence d'une section pour des projets se plaçant délibérément dans la construction de détecteurs ou de grands dispositifs expérimentaux. Il faut aussi noter la forte charge administrative liée à ce type de financement lors des phases de justification des dépenses et des contraintes sur l'utilisation de ces crédits.

Ressources propres.

Une politique volontariste de valorisation est menée depuis plusieurs années et permet au LPSC de bénéficier d'un budget additionnel en ressources propres. Cette action sera poursuivie mais trouve ses limites. Il s'agit en particulier de ne pas verser dans la simple sous-traitance pour pallier des manques de budget de soutien de base par cette voie.

Les nouvelles règles font qu'une discussion sera menée pour la gestion des contrats et brevets dans notre unité qui est multi-tutelles.

Projets de la thématique 1 : Quarks et Leptons – Interactions Fondamentales

1. Prospective Quarks et Leptons :

En 2011, le LPSC et cinq autres laboratoires rhône-alpins (IN, ILL, LAOG, IPNL et LAPP) organiseront à Grenoble la grande conférence biennale de physique des hautes énergies de la société européenne de physique (EPS-HEP2011). Cet événement sera associé au début de l'exploitation scientifique du LHC et probablement l'arrêt du Tevatron qui aura alors enregistré une luminosité intégrée située entre 8 et 10 fb⁻¹ par expérience. Avec cette masse de données, les membres de la collaboration DØ seront en bonne position pour réduire la précision de mesure de la masse du boson W à 25 MeV et mieux sonder l'existence du boson de Higgs.

Pour accompagner la montée en énergie et en luminosité progressive du LHC, le groupe LPSC impliqué dans l'expérience ATLAS s'emploiera à poursuivre son travail de maintenance et de suivi du calorimètre à argon liquide. Il maintiendra sa responsabilité dans le contrôle de la qualité des données fournies par cet appareil. Il devra par ailleurs remplir tous ses engagements pris sur le développement des logiciels de gestion des données et des versions de programmes, ainsi que sur la montée en puissance de son site local de grille de calcul.

L'exploitation scientifique d'ATLAS nécessitera au préalable un fort investissement dans la compréhension des algorithmes de reconstruction des particules-clés composant les signatures des événements recherchés : électrons, photons, muons, jets de quarks et de gluons, énergie manquante Dans ce domaine, les sujets d'intérêt du groupe sont en lien direct avec les objectifs de physique. Ils concernent principalement la reconstruction et l'étalonnage des électrons à très haute énergie, ainsi que l'étalonnage en énergie des jets hadroniques issus de quarks lourds.

Au-delà de 2011, l'objectif principal du groupe sera la mise en œuvre sur les données réelles des analyses de physique développées depuis plusieurs années, dans l'optique d'une mise en évidence d'une nouvelle physique au-delà de l'échelle de brisure électrofaible. Deux principaux axes de recherches seront ainsi développés.

La recherche de résonances lourdes (bosons de jauge, graviton de Kaluza-Klein, techniques scalaires...) fera partie des premières analyses réalisables couvrant un large champ de modèles de physique au-delà du modèle standard. L'analyse des états finals contenant des électrons et photons permettra également d'aborder l'étude de la supersymétrie ou à plus long terme la recherche de canaux de production rare du boson de Higgs. L'étude des modes de production et de décroissance du quark top constitue un domaine complémentaire, où on recherchera des signes de nouvelle physique via des déviations relativement au modèle standard (boson de Higgs chargé, modification des couplages de l'interaction faible...).

Une composante essentielle des analyses des expériences du LHC, sera la mesure des jets de particules hadroniques. Que ceux-ci soient un objet d'étude directe (par exemple, mesure de QCD) ou indirecte car manifestation du bruit de fond des collisions de protons, ils seront une part inévitable de toutes ces analyses. ATLAS vise une précision de mesure de l'énergie des jets de 1%. Nous participons aux efforts menés en ce sens en ayant la charge de la coordination des logiciels dédiés aux jets dans l'expérience. Nous participons également aux études portant sur le choix optimal des algorithmes de jets et de leurs paramètres dans l'environnement très fortement bruité d'ATLAS.

Une réflexion est également ouverte qui pourrait amener le LPSC à s'engager dans l'effort de mise à jour du détecteur de vertex d'ATLAS pour le programme Super LHC, dont la luminosité devrait être 10 fois supérieure à la valeur nominale actuelle. Cette activité d'instrumentation pourrait également bénéficier à la conception du détecteur ILD pour l'ILC.

Les résultats du LHC seront attendus à partir de 2012 pour fixer l'énergie initiale de fonctionnement du prochain collisionneur d'électrons et de positrons : l'ILC. Le LPSC poursuivra et intensifiera sa participation à la conception et au test du détecteur ILD dont le rapport technique conceptuel (écrit à l'issue du Technical Detector Project) devrait être achevé dans quelques années.

2. Prospective Interaction Fondamentales avec les UCN :

Les deux projets auxquels le groupe UCN contribue depuis 2005 se trouvent à des moments clés de leur développement. Du fait du départ d'un de ses membres, le groupe a toutefois décidé de resserrer ses activités en mettant la priorité sur le projet GRANIT pour le futur proche.

nEDM :

La réinstallation au PSI du spectromètre nEDM ouvre la perspective de prendre les premières données auprès de la nouvelle source d'UCN à partir de mars 2010 (sensibilité visée de 5×10^{-27} e cm après deux années de fonctionnement). Le LPSC participera à cette phase II pour un retour scientifique de ses réalisations et investissement passés.

GRANIT :

L'objectif prioritaire sera d'observer les transitions résonantes entre états quantiques, objectif que nous espérons atteindre dès 2010. Par ailleurs, des discussions sont en cours avec la direction de l'ILL afin de transformer le spectromètre GRANIT en CRG (Collaboration Research Group). Ce statut permettrait d'assurer la pérennité du dispositif expérimental et de bénéficier d'un support de l'ILL. En contrepartie, l'ILL demande qu'un physicien assure le fonctionnement de l'installation et l'assistance aux visiteurs. Un renfort du groupe du LPSC apparaît donc indispensable à court terme. Cette évolution s'inscrit naturellement dans notre volonté, fortement soutenue par le LPSC, l'UJF et l'IN2P3, de renforcer des liens déjà forts avec l'ILL. Ce renforcement pourrait aussi déboucher à terme sur la participation à de nouveaux projets comme le développement de méthodes innovantes de production d'UCN.

3. Demandes de Moyens

Le démarrage du LHC devrait pouvoir être assuré avec les moyens humains actuels. Le remplacement des départs à la retraite et un soutien aux activités en vue d'upgrade ou de futurs collisionneurs devront être assurés dans le domaine des quarks et Leptons. Les demandes seraient donc de 1 MCF ATLAS, 1CR SLHC ou ILC, 1 CDD SLHC ou ILC

Pour la partie Interactions Fondamentales avec les UCN, la taille du groupe est actuellement critique. Un recentrage en cours des activités sur l'ILL doit se doubler d'embauches pour permettre le développement d'axes de recherche sur GRANIT, mais aussi le développement de nos synergies scientifiques et techniques avec l'ILL. Ceci conduit à une demande de 1 MCF et 1 CR ou CDD.

Équipement : investissement dans le TIER3 (200 k€/4 ans)

Potentiel technique et financier (45 k€/an) pour le CRG GRANIT

Projets de la thématique 2 : Astroparticules et cosmologie

1. Prospectives

1.1 Physique du rayonnement cosmique– projet AMS et CREAM

L'expérience AMS (Alpha Magnetic Spectrometer) a pour objectif de mesurer très précisément la composition du rayonnement cosmique (RC) dont l'énergie se situe entre quelques centaines de MeV et un TeV. Le vol de la navette permettant d'installer AMS sur la station spatiale est aujourd'hui programmé pour juillet ou septembre 2010. Nous souhaitons participer à l'analyse des données de l'expérience AMS. Nous sommes particulièrement intéressés par l'analyse des données du sous-détecteur RICH que nous avons construit et sur lequel nous avons déjà une bonne expérience grâce aux tests effectués sur faisceau et par la reconstruction grâce au RICH des flux des éléments du RC et des rapports secondaires sur primaires et des rapports isotopiques.

L'expérience CREAM est une expérience embarquée sur ballon dont l'objectif est de mesurer le RC mais à plus haute énergie, c'est-à-dire entre environ 1 TeV et 1 PeV . Nous souhaitons participer aux prochaines campagnes de vol. La possibilité de participer au premier vol de très longue durée grâce à des nouveaux ballons en cours de développement (ULDB – Ultra Long Duration Balloon) peut aussi être envisagée, mais dépendra de notre implication dans le programme AMS. La priorité à moyen terme est de finaliser le programme de reconstruction de la charge associée au détecteur CherCam. En ce qui concerne l'analyse des données, nous souhaitons participer à la reconstruction des flux des éléments du RC et des rapports secondaires sur primaires.

Pour ce qui est du travail de phénoménologie associé à ce programme expérimental, nous pourrions étudier, grâce à l'ensemble des outils que nous avons développés, les contraintes que ces nouvelles mesures apportent sur les modèles de propagation. Compte tenu de la précision attendue des nouvelles mesures (en particulier grâce au détecteur AMS), on peut dans ce domaine s'attendre à des avancées très importantes.

1.2 Rayons cosmiques d'ultra haute énergie – Observatoire Pierre Auger

Depuis 2001, le LPSC mène des recherches sur la physique des rayons cosmiques d'ultra-haute énergie (RCUHE). Ces particules, d'énergie supérieure à 1 EeV et bien au-delà des possibilités des accélérateurs de particules existants ou en projet, sont très rares et leur étude demande la mise en œuvre de détecteurs couvrant de très grandes surfaces. Pour identifier la nature et l'origine de ce rayonnement, une statistique importante est nécessaire, ainsi qu'une approche de détection multimodale pour recueillir des informations complémentaires sur les caractéristiques des cascades atmosphériques.

Le groupe est impliqué depuis 2006 dans l'Observatoire Pierre Auger (PAO) qui étudie les RCUHE en combinant deux méthodes de détection adaptées à ces énergies : l'observation par des télescopes de fluorescence du passage de la gerbe initiée par le rayon cosmique dans l'atmosphère et son échantillonnage au sol par un réseau de détecteurs Tcherenkov. Pour permettre une étude complète du ciel, et pour obtenir la statistique nécessaire pour l'analyse des RCUHE, le projet Pierre Auger proposait dès l'origine la construction de deux observatoires ; l'un dans l'hémisphère sud en Argentine et l'autre au Colorado (USA). L'observatoire sud, inauguré en novembre 2008, est appelé à fonctionner pendant une dizaine d'années ; il a déjà produit des résultats importants concernant la coupure GZK, l'anisotropie des directions d'arrivée et la recherche de photons et de neutrinos. Il est actuellement le plus grand détecteur au monde de RC. Une sous partie du réseau sera plus dense et sera accompagnée de scintillateurs enterrés pour l'identification des muons, d'un télescope de fluorescence dédié, et d'un réseau d'antennes (AREA). Il devrait apporter des informations

complémentaires pour l'étude du domaine d'énergie de 10^{17} eV à 10^{19} eV qui correspond probablement à une transition entre les Rayons Cosmiques d'origine galactique et ceux d'origine extragalactique, ainsi probablement qu'à une modification de leur composition. Le site nord devrait quant à lui couvrir une surface 7 fois plus grande que le site sud avec quatre mille détecteurs de surface sur environ 20000 km², l'objectif étant l'étude détaillée des processus à l'origine des RCUHE.

L'observatoire Pierre Auger (PAO) offre la possibilité de détecter des neutrinos UHE (gerbes ayant interagissant profondément dans l'atmosphère ou induites par des ν_τ dans l'écorce terrestre). La collaboration a publié des limites sur les flux de ν_τ . L'analyse permettant la recherche des neutrinos descendants est en cours. Le groupe, déjà impliqué dans cette analyse ainsi que dans la simulation des flux de ν_τ , projette de continuer ce travail. L'outil performant qu'est le PAO rend ainsi possible l'astronomie des neutrinos.

Les expériences détectant les RCUHE, permettent d'étudier les interactions hadroniques aux énergies extrêmes, bien supérieures à celle du LHC. Afin de s'impliquer dans ces travaux d'analyse, le groupe a commencé une étude de la détermination de la composante en muons de la gerbe au sol et projette de poursuivre ce travail. Ces études sont également liées à celle de la composition du RC primaire qui reste un enjeu majeur. Elles pourront être affinées et validées à l'aide des données du sous-réseau multimodal d'Auger.

En tant que membre de la collaboration Auger, le groupe du LPSC doit assurer une partie de la maintenance de l'Observatoire. Un nouveau Memorandum Of Understanding doit être signé fin 2009 avec la collaboration afin de définir les engagements pour cette nouvelle période. L'équipe, déjà impliquée dans le développement des logiciels de contrôle en ligne du réseau de surface, assurera leur maintenance et leur évolution éventuelle. Elle restera également impliquée dans la maintenance des photomultiplicateurs (PM) du réseau. Le site nord n'étant pas encore financé, seules des R&D sont en cours et le LPSC a pris en charge l'étude d'enceintes étanches pour le PM et l'électronique associée. Le but est d'assurer une bonne protection vis-à-vis des cycles climatiques et de minimiser le travail de maintenance.

Suite au bilan scientifique des expériences de radio détection de gerbes, dont CODALEMA à laquelle le LPSC a participé, et des tests effectués sur le site du PAO, une partie de la collaboration Auger (Pays-Bas, Allemagne et France) propose la construction d'un démonstrateur de détection radio de 20 km² AERA (Auger Engineering Radio Array) sur le site sud du PAO. Ce projet, doit se mettre en place à partir de 2009 avec une première phase de validation technique à plus petite échelle (1 km²) afin de tester la technique d'un réseau de stations autonomes disposant de sa propre source d'énergie et de sa propre électronique de décision et de synchronisation. En effet, cette technique n'était pas utilisée sur les réseaux câblés tels que CODALEMA ou LOPES et seuls les trois prototypes construits par la composante française ont permis de la tester avec succès. Différents prototypes de deuxième génération sont en construction à SUBATECH et au LPSC. Le LPSC étudie aussi les solutions pour la transmission des données. L'installation actuelle de Nançay servira de laboratoire de tests pour ces nouveaux prototypes tout en assurant un programme de physique intéressant pendant les premières années de construction de l'AERA.

Notre intérêt pour la physique des neutrinos d'origine cosmique et les développements techniques autour de détecteurs autonomes nous ont naturellement conduits à nous intéresser à des solutions alternatives pour la détection de neutrinos UHE. Nous étudions le principe d'un petit réseau de scintillateurs, R&D NOYG, installé à flanc de montagne et observant les gerbes horizontales issues de neutrinos interagissant dans le relief avoisinant. Les performances d'un dispositif de ce type, même très simple et de taille modeste, nous sont apparues comme prometteuses.

1.3 Étude du rayonnement fossile

Analyse des données de Planck-HFI et études des avant-plans

La prise de données est prévue jusqu'à l'automne 2010, voire mi-2012. Notre engagement est d'analyser les données en temps réel et, même si les outils et l'organisation de base sont prêts, un travail conséquent consistera à optimiser notre compréhension du fonctionnement des détecteurs et apporter les corrections adéquates.

Nous sommes également impliqués dans les groupes de physique sur les avant-plans (Galaxie ou système solaire). Outre leur intérêt intrinsèque, l'objectif est de permettre une reconstruction plus propre des cartes du rayonnement fossile en température et en polarisation.

Études des anisotropies primaires et secondaires du rayonnement fossile

En parallèle de cette activité collective, chaque membre du groupe est impliqué dans un thème scientifique en lien avec les anisotropies primaires : spectre de puissance en température ou en polarisation, ou encore les anisotropies secondaires : distorsion par effet de lentille gravitationnelle ou interaction avec les amas de galaxies. Loin d'être une dispersion de nos forces, ce large spectre est enrichissant pour chacun.

Étude du rayonnement fossile après Planck

L'après-Planck se prépare d'ores et déjà avec la participation à la mise au point de la caméra bolométrique et du projet satellite B-pol, consacré à l'observation du mode tensoriel du rayonnement fossile. Les premiers essais de cette caméra auront lieu durant l'été 2009. Elle pourra rapidement être installée sur des télescopes au sol ou embarqués en ballon stratosphérique. La collaboration avec le LAOG et l'Institut Néel se poursuivra ainsi dans les années à venir.

1.4 Étude de l'énergie noire – projet LSST

L'expérience LSST (Large Synoptic Survey Telescope) entend apporter des éléments de réponse décisifs à l'une des énigmes majeures de la physique contemporaine : pourquoi l'expansion de l'Univers accélère-t-elle ? L'énergie, dite « noire », à l'origine de cette accélération est le contenu dominant de l'Univers et pourrait être associée aux fluctuations quantiques du vide ou à une théorie d'unification des forces fondamentales. Il s'agit donc d'un enjeu à l'intersection de l'astronomie, de la physique des particules et de la cosmologie. Au sein de ce projet novateur, le LPSC a la responsabilité de la conception et de la réalisation du banc d'étalonnage de la caméra (CCOB : Camera Calibration Optical Bench)).

Le programme de développement consiste à réaliser un premier prototype fonctionnel pour 2011 et un prototype complet du CCOB pour 2012. Le CCOB devra être construit pour une livraison à SLAC en 2014 pour la réception de la caméra de LSST. L'activité de simulation ZEMAX du système caméra +CCOB sera menée conjointement et doit permettre l'étude et la validation du design du banc.

En parallèle à cette activité instrumentale, nous souhaitons prolonger l'activité de phénoménologie des oscillations acoustiques baryoniques et renforcer notre participation aux groupes d'analyse de LSST. Les résultats théoriques novateurs obtenus sur les conséquences cosmologiques de la gravité quantique à boucles ont également vocation à être étendus et confirmés, en collaboration avec les meilleurs spécialistes du domaine.

1.5 Évolution du projet MIMAC

Les années qui viennent devront nous permettre de définir le grand détecteur directionnel pour la détection directe de matière sombre non baryonique. Cette définition passe naturellement par une collaboration internationale (CYGNUS) qui est en formation dans le cadre du réseau européen

ASPERA. Le projet MIMAC devra construire les deux modules bi-chambres avec des micromegas pixellisées de 200x200 mm² couplées à l'électronique MIMAC de deuxième génération dans le cadre du projet ANR. Les mesures du quenching du ¹⁹F doivent être effectuées avant fin 2009. Elles sont attendues par la communauté intéressée par l'utilisation du CF₄.

Dans le cadre de notre collaboration avec l'IRSN Cadarache, qui s'intéresse à une mesure métrologique (primaire) de l'énergie des neutrons de basse énergie, le prototype MIMAC devra montrer sa capacité à mesurer l'énergie de ces neutrons par la reconstruction de la trace.

2. Moyens demandés

Plusieurs départs à la retraite et l'ampleur des projets dans lesquels sont impliqués les groupes travaillant dans cette thématique font que des embauches seront impératives lors du prochain quadriennal.

Il faut ainsi renforcer la capacité du groupe engagé dans les expériences CREAM et pour l'analyse des données d'AMS qui a dû faire face à deux départs. Avec son implication sur le long terme dans le projet LSST, il est donc fondamental de renforcer l'équipe via des recrutements sur des postes de chercheur permanent (1 CR) et enseignant-chercheur (1 MCF). Une aide plus ponctuelle de type post-doc au CNRS, à l'université et à l'ANR doit aussi être mise en œuvre.

Le LPSC, grâce à ses chercheurs, ingénieurs et techniciens a acquis des connaissances et un savoir-faire dans de nombreux domaines des RCUHE. Ces acquis seront précieux pour la poursuite de l'expérience Auger et en particulier pour le projet AERA. Avec plusieurs départs à la retraite, le groupe doit impérativement être renforcé par de jeunes chercheurs (1 MCF et 1 CR) afin de consolider les activités d'analyse et sur la radiodétection.

Les activités du groupe Planck seront très intenses jusqu'en 2014. Un recrutement MCF ou CR ou d'un CDD très rapidement permettrait d'assurer le meilleur retour scientifique possible après l'investissement conséquent du laboratoire dans la préparation de l'instrument et de l'analyse de ses données.

Un poste de chercheur (CR2) ou un CDD haut-niveau nous paraît nécessaire pour la suite de la ligne de recherche originale MiMac.

Au niveau des besoins de recrutement d'enseignants-chercheurs, nous souhaitons proposer des demandes de postes avec des profils recherche indifférenciés « astroparticule-cosmologie » (INPG et UJF) de façon à assurer un recrutement de haut niveau.

Il faut mentionner la nécessité de soutenir ces activités par un budget de mission et de construction suffisant pour leur permettre de tenir leur place dans ces grandes collaborations internationales.

Projets de la thématique 3 : Physique des hadrons et de la matière nucléaire

1. Prospective physique hadronique

1.1 Physique au Jefferson Laboratory

Avec l'arrêt de l'activité GØ, ce programme de physique sera focalisé pour la durée de ce quadriennal sur l'étude des GPD, le LPSC étant engagé dans le programme DVCS à 6 GeV.

La détermination expérimentale des différentes GPD du nucléon requiert la mesure de plusieurs observables impliquant des faisceaux (électrons et/ou positrons) et des cibles polarisés. Cette problématique est simplifiée dans le cas d'un objet de spin nul, tel le noyau d'hélium, qui n'est représenté que par une seule GPD. Plusieurs campagnes de prises de données, avec le détecteur CLAS dans le Hall B de JLab, permettront de réaliser ces mesures sur le proton et le noyau d'hélium, toutefois dans un domaine limité de l'espace de phase. Le développement en liaison avec le service accélérateur du LPSC d'un nouveau concept de source polarisée de positrons, d'un intérêt commun pour l'étude des GPD, la physique du quark *b* (projet Super B), et la physique des matériaux pourrait également voir le jour. La réalisation et l'analyse de ces mesures mèneront notre équipe jusqu'en 2015, date à laquelle le programme de JLab à 12 GeV, dont l'étude des GPD est l'un des enjeux majeurs, débutera. Il faudra assurer un potentiel humain suffisant pour le déroulement de cette activité durant ce quadriennal. Une éventuelle participation à JLab 12 GeV ne sera discutée que dans un contexte national durant le prochain quadriennal.

1.2 ALICE au LHC

Avec le démarrage du LHC fin 2009, une grande partie de l'activité du LPSC en physique hadronique sera consacrée aux prises de données en collisions proton-proton et sera dédiée à la mise en œuvre du détecteur ALICE ainsi qu'aux premières analyses de physique. En outre un mois de prise de données en collisions Plomb-Plomb est actuellement prévu fin 2010, pour une première étape dans l'étude du plasma de quarks et de gluons.

Dans ce contexte le LPSC devra consacrer un effort important jusqu'à la fin de l'année 2010 pour finaliser la construction du calorimètre EMCal. En Juillet 2009 deux supermodules supplémentaires ont été insérés dans ALICE ce qui permettra de commencer des études de physique en 2010 avec 40% de l'acceptance finale. De Septembre 2009 à fin 2010, il est prévu de tester et calibrer 3 ou 4 autres supermodules dans notre laboratoire afin de compléter l'installation du calorimètre auprès du détecteur ALICE début 2011.

Durant cette même période, le groupe va développer ses activités relatives aux prises de données en collision proton-proton puis Plomb-Plomb au CERN, en participant à la fois au contrôle de l'expérience au CERN et aux efforts d'analyse des premières données. En cohérence avec notre investissement actuel, notre priorité portera principalement sur l'étude du déclenchement en photons et jets à l'aide du calorimètre EMCal (mesure de l'efficacité de détection, étude de réjection du bruit de fond...), mais également sur les premières études de reconstruction des saveurs lourdes à l'aide du couplage entre les informations données par le système de trajectographie et le calorimètre.

A moyen terme, l'investissement du groupe LPSC dans les diverses analyses de physique dépendra de notre capacité à libérer des forces de l'activité de calibration développée au laboratoire. C'est pourquoi nous demandons un renforcement afin de pouvoir prendre en charge la mise en place des outils d'analyse pour les premières données en Plomb-Plomb.

2. Prospective Structure nucléaire

La spectroscopie des gammas prompts produits par la fission spontanée est une des méthodes qui a obtenu le plus de succès pour les observations d'états excités dans des noyaux riches en neutrons, loin de la stabilité, de masse moyenne ou lourde. Cette méthode a permis l'observation d'états excités dans plus de 100 noyaux avec une seule expérience, mais elle est limitée du fait que seules deux sources de fission spontanée, ^{248}Cm et ^{252}Cf , sont disponibles. Dans ces conditions, des progrès avec cette méthode et ces deux sources ne sont pas possibles avant l'arrivée de la prochaine génération des détecteurs gamma de 4π , AGATA (Europe) et GRETA (USA).

Une réaction très proche de la fission spontanée est la fission induite par des neutrons thermiques. Avec cette méthode l'utilisation de cibles fissiles différentes, comme ^{235}U ou ^{241}Pu , devient possible. Elle permettent alors de produire une distribution des fragments considérablement différente en masse de celle produite par la fission spontanée. Deux régions en particulier sont peuplées plus fortement. Ces régions sont $A=80-90$ et $A=120-130$. Les noyaux dans la région $A=80-90$, riches en neutrons, sont proches du noyau ^{78}Ni , qui est présumé être doublement magique. Les noyaux de cette région sont très peu connus et peuvent être utilisés pour tester des calculs de modèle en couches avec un cœur de ^{78}Ni . Aujourd'hui, les calculs de modèles en couches ont des difficultés pour reproduire les états excités des noyaux trou-trou avec quelques nucléons loin d'un cœur doublement magique de ^{132}Sn ($A=120-130$). Des expériences seront donc proposées pour produire de nouvelles données dans cette région en masse. Pour les réaliser, le groupe du LPSC est à l'origine d'un projet (en tant que porte-parole) pour implanter le multidecteurs EXOGAM à l'ILL pendant les années 2011/2012, période d'arrêt du GANIL pour l'installation de l'accélérateur de SPIRAL-2. Les données obtenues seront complémentaires de celles que nous espérons produire à SPIRAL-2, lors de réactions de transfert et excitation Coulombienne. Cette expérience est non seulement intéressante pour la structure nucléaire, mais aussi pour produire des données très utiles pour le contrôle des réacteurs, comme le demande l'NEA (Nuclear Energy Agency). Nous pourrions extraire les rendements de produits de fission qui sont peu connus dans la région des fragments lourds et mesurer le spectre intégral des gammas prompts, utile pour des calculs de température dans les réacteurs.

Les noyaux de la région de la masse 150 ont des similitudes avec la région de la masse 100. Ils présentent une transition rapide d'une forme sphérique dans l'état fondamental vers une structure déformée autour de 87 neutrons. Dans le passé nous avons expliqué ce changement de forme dans la région de la masse 100 par l'importance du rôle joué par les orbites de Nilsson à parité unique $\nu g9/2[404]$. Une orbite de même nature, $\nu h11/2[505]$, est présente dans la région de la masse 150. Nous souhaitons étudier si le rôle de l'orbite $\nu h11/2[505]$ est aussi important que dans la région de la masse 100. La situation n'est pas aussi claire dans cette région de masse 150 à cause du plus grand nombre d'orbites présentes et de la présence des modes octupolaires. Les calculs de Nazarewicz prédisent que les modes octupolaires réduisent la déformation. Nous nous proposons de chercher des états isomériques et des bandes collectives qui contiennent l'orbite $\nu h11/2[505]$, soit comme orbite spectateur, soit présente dans le cœur. Ces données peuvent être interprétées avec le modèle particule-rotor pour d'extraire la déformation de chaque bande et voir les rôles joués par les différentes orbites. Des données complémentaires sur la déformation peuvent être aussi obtenues par des mesures de périodes d'états excités, peuplées par décroissance β . Le spectromètre Lohengrin à l'ILL est l'un des très rares instruments au monde capable de produire ces noyaux avec suffisamment d'intensité pour ces études.

Les mesures des périodes des états excités permettent de tester très précisément les prédictions de calculs de modèle en couches. Nous avons développé une technique pour mesurer les périodes des états excités dans la cascade isomérique en utilisant des scintillateurs rapides et le spectromètre Lohengrin. Nous avons fait une première expérience de test montrant que cette technique est praticable. Elle peut être utilisée avec des noyaux dans la région de ^{132}Sn pour tester de calculs de modèle en couche et aussi de la région de la masse 100 pour mieux comprendre les transitions de forme et tester les interprétations de modèle particule-rotor.

Notre groupe a enfin une expérience considérable dans l'utilisation des nouveaux scintillateurs LaBr_3 pour des mesures de périodes courtes (30 ps \rightarrow \sim 5 ns). Nous prévoyons de continuer l'optimisation de ces détecteurs scintillateur, notamment leur forme et dopage idéal, pour utiliser cette technique à SPIRAL-2, soit « in-beam », soit avec la décroissance β à DESIR.

3. Moyens demandés

Cet axe de recherche nécessite pour sa pérennité et pour faire face aux engagements pris, des renforts ou le maintien des effectifs selon les équipes

L'activité à JLab sera, fin 2009, concentrée sur les GPD et n'est formée que d'un CNRS et d'un CDD. La pérennité du programme à 6 GeV sur la durée de ce quadriennal requiert, au minimum, le maintien de ce CDD.

L'équipe ALICE demandera un renfort (1 CR2) dans le court terme pour la fin de la construction du calorimètre EMCal et pour assurer le retour scientifique par l'analyse des premières prises de données au LHC.

L'équipe Structure nucléaire vient de bénéficier d'un effort important d'embauches au niveau des universités. Elle nécessitera toutefois encore une embauche au CNRS (1 CR2) en vue du démarrage des faisceaux de SPIRAL2, projet auquel le laboratoire contribue également via ses services accélérateurs et sources d'ions.

Pour l'ensemble de cette thématique, il faudra aussi trouver les moyens (BDI, fléchage) permettant d'obtenir des bourses pour des thèses.

Projets de la thématique 4 : Physique des Réacteurs

1. Prospectives

Le projet EVOL ("Evaluation and Viability Of Liquid fuel fast reactor") sera soumis en avril 2009 en réponse au troisième appel d'offre du 7^{ème} PCRD d'Euratom: son objectif est d'explorer plus profondément le potentiel du Molten Salt Fast Reactor (MSFR) comme système nucléaire durable. Ce projet collaboratif européen de petite taille (budget estimé à environ 1 million d'euros) regroupe 12 instituts en France, en Allemagne, en République Tchèque, aux Pays-Bas, en Italie, en Angleterre et en Slovaquie. Ce projet est conçu dans le cadre d'une collaboration Euratom-Rosatom, en parallèle au projet russe MARS ("Molten Actinides Recycling molten Salt"). L'objectif scientifique, en plus de maintenir active une communauté européenne sur ce sujet, est d'émettre des recommandations sur un possible démonstrateur de MSFR après étude approfondie de plusieurs points clés tels que la thermohydraulique du cœur, le retraitement, la solubilité des transuraniens, les matériaux de structure. Le groupe Physique des Réacteurs s'impliquera principalement dans le Work Package "Physics of the core and Safety" dont il est porteur, ainsi que dans le WP concernant le retraitement.

Une boucle de circulation en convection forcée de sels fondus fluorés est en cours de construction au laboratoire (FFFER : Forced Fluoride Flow for Experimental Research). Elle devrait être opérationnelle fin 2010. Cette boucle a pour objectif l'étude du processus de nettoyage "en ligne" des fluorures fondus par bullage d'hélium avec notamment la mesure de l'efficacité de l'extraction des gaz rares qui sont les produits de fission gazeux majoritaires dans le MSFR. L'outil expérimental ouvre d'autre part tout un volet de validation de la modélisation hydrodynamique des milieux biphasés. Enfin, il constitue un banc de test idéal pour la mise au point des technologies adaptées à la mise en œuvre des caloporteurs sels fondus à hautes températures.

Dès début 2010 l'installation expérimentale dédiée au programme GUINEVERE sera opérationnelle. La période portant jusqu'à la fin du contrat européen du 6^{ème} PCRD (mars 2010) sera consacrée aux premières expériences du programme de recherche sur le monitoring des ADS. L'essentiel de ce programme sera réalisé dans la période qui suivra afin de disposer de réponses en 2012, échéance de la loi cadre du 28/06/2006 relative à la gestion des déchets nucléaires. Il pourra ensuite être étendu à l'étude de configurations de cœur plus variées, en particulier à d'autres matériaux réflecteurs, l'installation étant disponible jusqu'à 2013 (contrat de prêt du combustible CEA). Il est projeté d'intégrer la phase expérimentale postérieure à mars 2010 dans un projet porté par le SCK•CEN, à soumettre lors de l'appel 2010 du 7^{ème} programme cadre. La collaboration IN2P3 prendra une part importante de ces programmes. L'ensemble de ces études sont tournées vers l'objectif de construction d'une installation d'irradiation à neutrons rapides pilotée par accélérateur dans le but à la fois de démontrer la faisabilité d'un ADS et de disposer d'un outil expérimental pour les systèmes énergétiques du futur. Ce projet d'installation, MYRRHA, porté par le SCK•CEN, fait l'objet d'un accord de collaboration avec l'IN2P3 pour les cinq années à venir.

2. Moyens demandés

Les moyens humains en personnels permanents actuels semblent raisonnables si le départ prochain à la retraite du Professeur est remplacé. Toutefois le renforcement de la compétence en physico-chimie et couplage de la thermo-hydraulique avec la neutronique (sels fondus) est impératif dans le court terme sous forme de CDD haut niveau ou de postes MCF ou CR dans les sections correspondantes du CNU ou du CNRS.

Il serait bon de ne pas faire porter sur ce seul groupe la charge de l'enseignement de la physique nucléaire des filières spécialisées. Il faut noter les besoins en doctorants de ce groupe et la nécessité d'une politique volontaire de bourses ciblées sur cette thématique.

Projets de la thématique 5 : Théorie et phénoménologie

1. Prospective

Dans le cadre du renouvellement du groupe de physique théorique, ses anciennes activités phares en physique hadronique ont été remplacées d'une part par la QCD sur réseau, d'autre part par la physique au-delà du Modèle Standard et la phénoménologie auprès des collisionneurs à hautes énergies.

Le groupe souhaite donc poursuivre ses activités principales en QCD sur réseau et en physique au-delà du Modèle Standard. Il souhaite aussi les relier avec un nouvel axe de recherche autour de la physique des saveurs et de renforcer ainsi sa collaboration étroite avec les expériences à basse énergie (nEDM, JLAB), du LHC (ALICE, ATLAS) et en astrophysique (AMS, AUGER, PLANCK) présentes au LPSC, mais aussi (dans le cadre du CTPG) avec les autres théoriciens grenoblois s'intéressant aux théories effectives.

Physique au-delà du Modèle Standard

Cet axe de recherche est désormais bien engagé et devrait se poursuivre, en particulier dans l'étude du spectre et des fonctions de structure baryoniques (facteurs de forme, PDF, GPD) avec la collaboration ETMC et dans l'analyse globale des nouveaux modèles et la solution du problème inverse au LHC dans le cadre du « GDR Terascale » et de l'initiative « Théorie LHC France ».

Calcul sur Réseau

Les perspectives de l'équipe « Calcul sur Réseau » du LPSC sont bien définies dans les quatre années à venir. Elles s'inscriront toujours dans une dynamique nationale et européenne. Les thématiques que nous souhaitons développer sont celles déjà mentionnées dans le bilan : études des propriétés hadroniques en LQCD (spectre, et fonctions de structure), modèles nucléaires et HPC. Un nouvel axe semble s'imposer concernant la physique des saveurs, en particulier la physique du B, en étroite collaboration avec les projets expérimentaux en cours ou envisagés (LHCb, super B factory)

Physique des saveurs

Avec le départ progressif à la retraite des représentants de la physique hadronique, le lien entre les deux activités citées a presque disparu. Il devrait être assuré dans le futur par l'ouverture d'un troisième axe de recherche fédérateur, que représente de manière idéale la physique des saveurs.

Liée étroitement au problème du confinement et ancrée dans la QCD, la base théorique de la physique des saveurs est formée par les théories effectives des quarks chiraux (χ PT), lourds (HQET), non-relativistes (NRQCD) ou mous et colinéaires (SCET). Les théories effectives sont en même temps très utiles dans d'autres thèmes de recherche comme la matière condensée (théorie BCS), la physique atomique (NRQED), l'astrophysique (nucléosynthèse primordiale) et même la théorie des cordes (supergravité).

D'un autre côté, les observables impliquant la saveur, notamment des quarks lourds et des neutrinos, imposent aujourd'hui beaucoup de contraintes à la nouvelle physique et représentent ainsi un complément important pour la recherche directe auprès du LHC (ATLAS). Comme nombre de processus changeant la saveur sont interdits dans le Modèle Standard au niveau de l'arbre, les effets des particules standards et hypothétiques devraient se montrer en même temps au niveau des boucles, ce qui rend la comparaison avec les mesures de précision (BaBar, Belle, LHC-B) très importante.

Tertio, les saveurs lourdes représentent une sonde très efficace pour la formation d'un plasma de quarks et gluons, qui devrait avoir existé dans l'univers primordial et qui est recherché aujourd'hui dans l'expérience ALICE au LHC. Comme l'hadronisation des quarks lourds est très sensible au milieu les entourant, le taux de production des hadrons charmés devrait notamment être réduit dans les collisions d'ions lourds par rapport aux collisions de protons. Dans les deux cas, les calculs théoriques rencontrent encore des grandes difficultés, mais ont fait beaucoup de progrès ces dernières années.

2. Moyens demandés

Avec plusieurs départs à la retraite et une volonté de créer un nouvel axe fédérateur (entre théoriciens), mais aussi pour répondre aux demandes des expérimentateurs, des postes seront nécessaires : 1 poste MCF ou Professeur et un poste CR ou DR

Il faut aussi noter que la dotation financière de ce groupe théorique est trop faible ces derniers temps. Un budget qui reste constant alors que son dynamisme lui permet d'attirer de nombreux étudiants et postdocs le met dans une situation délicate et de dépendance vis-à-vis du laboratoire. Il est important que cette situation évolue vers un soutien de base plus fort.

Projets de la thématique 6 : Pôle accélérateurs et sources d'ions

1. Prospectives

Après le transfert de l'accélérateur GENEPI-3C en Belgique, les validations de sécurité devront permettre d'autoriser son couplage avec le réacteur. Après avoir formé les personnels SCK•CEN au fonctionnement de l'accélérateur, le LPSC en assurera le support technique jusqu'à ce que le laboratoire belge soit devenu autonome. Le programme expérimental de physique débutera à la fin 2009 et devrait se poursuivre jusqu'en 2013. Dans le cadre des programmes de recherche dédiés aux réacteurs pilotés par accélérateurs, le SCK•CEN propose la construction, à l'horizon 2020, d'un démonstrateur d'ADS : le projet MYRRHA. L'IN2P3 a la charge de conduire les développements de l'accélérateur linéaire de haute puissance. Dans ce cadre, une collaboration avec l'IPNO pour la définition de l'accélérateur pourrait être envisagée.

L'accélérateur SPIRAL2 doit démarrer en 2012 au GANIL. Notre laboratoire contribue à plusieurs aspects de ce projet : ligne basse énergie, coupleurs pour les cavités supraconductrice, sources et charge breeder. D'ici le démarrage de cette nouvelle facilité, des expériences seront menées de 2009 à fin 2010 au LPSC sur la Ligne Basse Energie (LBE) afin de valider l'ensemble des paramètres de pré-injection (stabilité, optique, contrôle commande, diagnostics...). Ensuite la LBE sera démontée pour être installée définitivement sur SPIRAL2 au GANIL, pour une mise en service à l'automne 2011. D'ici 2012, les 30 coupleurs RF pour le LINAC de SPIRAL2 auront été conditionnés, documentés et livrés. Un suivi sera alors assuré, et le pôle apportera ses compétences pour les tests des cryomodules de série (IPNO et CEA-Saclay) et pour leur mise en service finale sur l'accélérateur.

Concernant la source d'ions stables, le programme de développement de la source A-PHOENIX est en cours de redémarrage. Un ensemble d'améliorations techniques est en cours ; une fois ces modifications terminées, les expériences vont reprendre d'ici l'été 2009 en vue d'évaluer la faisabilité d'un faisceau de 1 mA d' $^{40}\text{Ar}^{12+}$. Il conviendra également d'éclaircir les relations contractuelles avec le projet SPIRAL2, l'objectif étant l'obtention de la responsabilité de la livraison de la source d'ions stables à l'accélérateur. L'installation du booster de charge nucléarisé (qui permettra au cyclotron CIME d'accélérer les faisceaux radioactifs) est prévue pour 2012. En 2009 et 2010, la conception détaillée devra être faite, de même que des expériences avec le booster du banc de test du LPSC. Le projet SPES à Legnaro (Italie) nécessite aussi un booster de charge, dans le cas où l'option Booster ECR serait retenue. Si les moyens financiers et en personnel sont suffisants, le LPSC est candidat pour prendre la responsabilité de ce projet.

Des discussions ont débuté concernant la prise en charge de la construction et des tests de la ligne n+ de SPIRAL2. Cette ligne est de topologie très proche de celle de la ligne GUINEVERE qui sera déménagée à l'automne 2009 : ligne horizontale, spectromètre de masse puis ligne verticale de 6,5 m. La construction et les tests de la ligne n+, qui serait accouplée au booster de charge développé au LPSC, constituerait un ensemble cohérent et essentiel pour SPIRAL2. Dans le cadre du pôle, ce projet aurait un rôle très structurant.

Dans le 7^{ème} programme cadre européen, nous nous engageons dans plusieurs collaborations et thèmes. Le pôle a pris en charge la coordination de l'activité de réseau RFTech qui englobe l'ensemble des développements radiofréquence au sein du programme EUCARD. Nous participerons à des développements (dynamique de faisceau, magnétisme) dédiés à l'augmentation de la luminosité du LHC (EUROLUMI). Les activités de R&D sur les usines à neutrinos pourront se poursuivre (ANAC) également dans le cadre d'EURO-Nu. Suite à la participation du pôle dans deux

Work Packages d'EURONS concernant les sources d'ions ECR et les activités de charge breeding, le LPSC a participé au montage du projet ENSAR qui sera soumis au prochain appel d'offre du FP7. En cas de succès, le LPSC sera coordonnateur de la tâche 'Intense n+ Radioactive Ion Beams'.

En continuation de nos activités sur LINAC4, nous avons pris, dans le cadre de la contribution exceptionnelle de la France aux projets du CERN (2009-2010), la responsabilité de la fourniture d'un amplificateur 352 MHz - 30 kW pour le groupeur de LINAC4 et de jeux d'enroulements magnétiques pour les unités principales du PS.

Outre ces engagements, l'étude du collisionneur SuperB (projet de collisionneur e^+e^- à Frascati) est en discussion auprès de la direction de l'IN2P3. Notre contribution pourrait porter sur la dynamique de faisceau, dont le transport de la polarisation du faisceau, et la source de positrons polarisés en collaboration avec le LAL. Cette activité pourra générer des thèses, avec pour objectif de créer un vivier de candidats pour de possibles postes de chercheur et d'enseignant-chercheur.

Pour les sources d'ions du futur, l'objectif est d'augmenter l'intensité et la charge des faisceaux et donc la densité du plasma. Le LPSC - Grenoble et le LBNL - Berkeley ont produit les premiers plasmas ECR à 28 GHz. Pour atteindre l'ECR à 60 GHz (densité *4), le LPSC et le LNCMI (Institut de Physique) collaborent depuis 3 ans pour réaliser une structure magnétique (à base de polyhelix) acceptant une telle fréquence, un brevet est en cours de dépôt. La mesure du champ magnétique doit être faite fin 2009. Un projet de collaboration a été déposé auprès de l'International Science and Technology Center à Moscou regroupant l'Institute of Applied Physics de Nizhny-Novgorod (Russie), le LPSC, le LNCMI et le CERN. L'objectif est l'étude des faisceaux extraits du plasma ECR à 60 GHz, ces expériences étant menées au LNCMI. Si elle est soutenue, cette activité nécessitera un Ingénieur de Recherche à mi-temps.

Pour les applications industrielles, la plateforme technologique SIRCE (Sources d'Ions et plasmas à la Résonance Cyclotronique Electronique) est en cours de déploiement. Le renforcement de la collaboration avec des industriels (PME et grands groupes) est prioritaire. Une ligne de faisceau haute intensité devra permettre d'optimiser et de tester des sources d'ions. La nouvelle technologie COMIC permettant de cibler différents processus aura été appliquée d'ici fin 2010 sur un démonstrateur semi industriel qui permettra de valider les concepts et de mener des études afin de propager la technologie dans les entreprises de traitement de surfaces, d'analyse par faisceaux d'ions, d'implantations spécifiques (nituration). Sur la période 2009-2013, l'objectif est de multiplier les contrats et cessions de licences auprès des industriels.

Les activités du pôle pour les applications médicales étant en cours d'achèvement, une réflexion est amorcée sur le renforcement de certaines activités sur les accélérateurs.

2. Demandes de moyens

Le rapport entre CDD et postes permanents est élevé dans le pôle (~30%). Cette situation, acceptable pour les postes T et AI du fait de réalisations spécifiques pour de gros projets, devrait être corrigée pour les postes à responsabilités. Des embauches d'Ingénieurs de Recherche, voire de chercheur CNRS (CR2) seront nécessaires si l'on souhaite finaliser et valoriser les objectifs du pôle comme nous l'avons vu dans la discussion des projets.

Un poste de Maître de Conférences spécialisé en simulations (plasma, magnétisme, électrostatique, transport de faisceau, HF/RF) serait très profitable aux futurs développements sur les sources d'ions ECR et/ou sur les accélérateurs. Un renforcement de notre équipe, en soutien au Professeur actuel, nous permettrait de nous positionner avec confiance sur des projets de grande envergure (R&D et construction). Cela nous apporterait en outre un vivier d'étudiants.

Projets de la thématique 7 : Activités Pluridisciplinaires

1. Prospective

1.1 Hadronthérapie et Tomographie

Ces activités devraient s'arrêter au LPSC très prochainement après avoir atteint leurs objectifs initiaux. Le projet Topase - très prometteur - sera poursuivi par le LETI, Biospace et les autres laboratoires participants. Passer à un prototype complet en taille réelle d'une caméra à xénon liquide complète demanderait l'investissement de plusieurs laboratoires et d'au moins un industriel, ce qui semble difficile dans le contexte actuel.

Nos contributions à la construction du CNAO devraient s'achever d'ici à la fin 2010. Ce thème pourrait renaître si la construction du centre ETOILE se décidait, et si l'IN2P3 faisait le choix d'y participer.

L'étude de l'accélération rapide de muons dans un FFAG destiné à une usine à muons ou à neutrinos sera poursuivie au niveau international et dans le cadre du FP7 au sein du service accélérateur.

1.2 Physique médicale

Étude d'un Profileur de Faisceau de Photons temps réel en Radiothérapie.

La mise en œuvre de nouvelles techniques d'irradiation en radiothérapie, comme le masquage dynamique du faisceau (IMRT) permet un dépôt de dose plus précis au niveau des tissus à traiter. Ces techniques pointues nécessitent la mise en place de nouveaux systèmes de contrôle, qui ne sont pas actuellement présents sur les machines commerciales. Face à la complexité croissante des traitements, et aux quelques accidents de sur-irradiations passés, l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire a imposé la mise en place de nouveaux contrôles de dosimétrie in vivo.

L'acte de radiothérapie doit être extrêmement précis. Il vise à délivrer de la manière la plus précise possible une dose prescrite de rayonnements ionisants au volume tumoral, en épargnant les tissus sains avoisinants. En pratique tout surdosage supérieur à 5 % est susceptible d'entraîner des complications cliniques sévères et tout sous-dosage au-delà de 5% peut rendre le traitement inefficace.

Dans ce contexte, nous proposons le développement d'un détecteur pour la mesure en temps réel de la forme du faisceau d'irradiation de photons en sortie d'accélérateur, en amont du patient. Il validera la conformité de l'irradiation au plan de traitement initialement prévu, aussi bien par l'aspect de la forme du faisceau en sortie du collimateur multi lames que par la mesure de la dose associée.

Le projet comporte une première série de mesures avec l'ancien profileur de faisceau de l'expérience Graal, en utilisant les accélérateurs du service de radiothérapie du CHU de Grenoble. La deuxième étape consistera en la conception d'une platine pour tester les différentes approches technologiques. Au vu des résultats, un prototype opérationnel sera réalisé et testé intensivement en conditions réelles au service de radiothérapie. S'en suivra le dépôt d'un brevet.

Le détecteur gazeux développé, qui sera glissé dans des supports standard existants sur les têtes d'accélérateurs, permettra la mesure en ligne du faisceau en amont du patient. Il devra répondre au cahier des charges exigeant.

L'équipe en cours de constitution comptera 4 chercheurs et enseignants chercheurs permanents. La présence de doctorants ayant des compétences en physique médicale nous permettra des relations étroites avec le service de radiothérapie du CHU de Grenoble, partenaire du projet.

Le développement du détecteur, de la phase de R&D jusqu'au prototype opérationnel, nécessite un support technique de haut niveau, qui sera pérennisé par le recrutement d'un IR spécialisé en détecteurs.

1.3 Plasmas-Matériaux-Nanostructures

Compte tenu de l'effectif limité de cette équipe, les projets 2011-2014 s'inscrivent dans le prolongement des études actuelles. Toutefois leur contenu devrait évoluer profondément compte tenu des percées scientifiques et technologiques prévisibles.

L'intérêt de sources plasma à conditions opératoires étendues (pression, densité, fréquence) est de pouvoir enchaîner dans le même réacteur des opérations élémentaires (nettoyage, gravure, dépôt, implantation) nécessitant des paramètres d'interaction plasma-surface et donc des caractéristiques du plasma (densité, pression, température électronique) très différentes. Dans ce contexte, l'étude et la modélisation de ce type de plasma, ainsi que la mise au point de sources micro-onde à état solide intégrées dans les applicateurs (thèse CIFRE dans le cadre du GIS THALES / CNRS / UJF) devrait permettre de lever un certain nombre de verrous scientifiques et technologiques pour leur essor au niveau des applications fondamentales et industrielles.

Suivant l'application, c'est la densité d'atomes H (dépôt diamant), le pourcentage d'ions positifs H^+ (implantation ionique par immersion plasma), ou le taux d'ions négatifs H^- (injection de neutres dans ITER) qu'il faut privilégier, d'où l'importance de bien connaître les mécanismes réactionnels de volume et/ou de surface conduisant à la production optimisée de ces espèces. Dans le cas des ions H^- (projet ANR ITER-NIS 2009-2011), il est envisagé de mettre en œuvre des diagnostics combinés comme le photo-détachement laser à deux impulsions pour la mesure de température des ions négatifs, la spectroscopie d'émission pour la mesure de la distribution spatiale des niveaux vibrationnels de H_2 inférieurs à 4 ($v'' < 4$), et la fluorescence induite par laser VUV (collaboration avec l'Université d'Eindhoven) pour les niveaux vibrationnels supérieurs à 4 ($v'' > 4$).

De manière générale, la concentration d'une espèce donnée dans un plasma dépend essentiellement des mécanismes de création et de pertes, eux-mêmes fortement dépendants de la fonction de distribution en énergie des électrons (FDEE). A titre d'exemple, à pression donnée, la production d'ions H^+ est favorisée par une température électronique T_e élevée, alors que, au contraire, les pertes en ions H^- par détachement électronique sont fortement réduites par une température électronique T_e faible. Le contrôle de la température électronique (qui définit la FDEE dans les plasmas maxwelliens) constituerait une percée majeure en physique des plasmas. Dans le cas des plasmas générés dans des structures magnétiques dipolaires ou multipolaires, le contrôle de la FDEE est envisagé par le biais de la fréquence micro-onde qui permet de piéger, dans le champ magnétique, plus ou moins efficacement les électrons accélérés à la RCE.

En ce qui concerne le second axe de recherche, les plasmas DMW permettront d'élaborer et d'étudier des matériaux pour l'énergie et l'environnement. En dehors des alliages thermoélectriques (thèses 2008-2011), d'autres matériaux d'avant-garde peuvent être envisagés par co-pulvérisation ou par procédés duplex PACVD-PAPVD, comme les matériaux nano-composites à forte permittivité diélectrique pour stockage de l'électricité, et matériaux composites à base de poudres ou de fibres (poudres magnétiques, polymères pour capteurs d'ammoniac, poudres pour le stockage d'hydrogène).

2. Moyens demandés

Pour les aspects de physique médicale, le regroupement de physiciens et l'achèvement de projets aura permis de dégager les forces initiales pour la mise en route d'un nouveau programme. À terme un renforcement de cette thématique pourrait être nécessaire. Ceci pourrait venir de besoins en enseignements ou d'une politique générale vis-à-vis de cet axe de recherche qui concerne une forte demande sociétale. Une aide sous forme de CDD apparaît nécessaire pour la phase initiale du projet de profileur. Pour la physique médicale (mesure de profil de faisceau en temps reel) la demande serait donc de 1 MCF ou Post-Doc/CDD.

Pour ce qui est de l'activité de l'équipe Plasma (CRPMN), il est important de conserver le potentiel de recherche après le départ à la retraite d'un chercheur. L'aide à la valorisation obtenue ces dernières années s'est révélée très efficace et doit être maintenue par des ITA en CDD. Les engagements dans plusieurs filières d'enseignement ne pourront pas être maintenus sans l'embauche d'un MCF. La demande pour le groupe Plasma est donc de: 1 MCF, 1 CDD chercheur et 1 CDD valorisation