

Avant propos

J'ai de nouveau le plaisir d'écrire le préambule du rapport d'activité du Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie (LPSC) qui couvre les années 2008-2009. Elles auront été une période riche en événements scientifiques, en réformes organisationnelles et en évaluations tous azimuts. Pour ces dernières, il faut souligner que la qualité de la recherche au LPSC aura de nouveau été reconnue via l'attribution de plusieurs distinctions scientifiques, et par les évaluations positives de différents comités formés de personnalités extérieures ou par les agences de financements. Une réflexion sur le bilan de ces dernières années et notre projet pour les années à venir a enfin été menée lors de la préparation du prochain quadriennal.

Le LPSC est une Unité Mixte de Recherche (UMR) du CNRS, de l'Université Joseph Fourier et de l'Institut Polytechnique de Grenoble qui compte maintenant plus de 215 personnes dont une trentaine de doctorants et une vingtaine de CDD. Le LPSC est un acteur majeur de la recherche grenobloise, et il est présent dans plusieurs projets scientifiques ou techniques de dimension mondiale. Les thèmes de recherche développés au sein de notre laboratoire sont liés aux plus

grandes énigmes de la physique et notre domaine d'investigation s'étend de l'infiniment petit à l'infiniment grand.

Depuis sa création en 1967, le laboratoire aura su évoluer et mener de profondes mutations en termes d'organisation et de thématiques. Cela a encore été le cas ces deux dernières années avec la fin maîtrisée de plusieurs programmes (G0 au Jefferson Laboratory, imagerie médicale, GRAAL à l'ESRF, projet RACCAM de hadronthérapie...) et l'émergence de nouvelles expériences ou études (LSST, SuperB, interface médecine...). À ces évolutions naturelles se sont ajoutés de nouvelles règles administratives, des changements au niveau de nos autorités de tutelles et une lourdeur accrue dans les recherches de crédits et la justification de leur utilisation. Ces deux dernières années auront également été pourvues en évaluations diverses dont l'accumulation est une charge de travail supplémentaire pour les groupes de recherche et les services techniques et administratifs. Il faut noter que, dans notre discipline, toute une série de processus extérieurs existent déjà naturellement (comités d'expériences internationaux, conseils scientifiques, collaborations internationales...) et que les résultats de ces évaluations sont positifs pour notre

laboratoire. Malgré ces complications, qui peuvent induire des retards dans une compétition mondiale que nous devons affronter avec des moyens humains au mieux constants, les moissons de résultats et les succès des réalisations sont restés à des niveaux très élevés comme vous le verrez dans ce rapport.

Ces dernières années auront en effet été riches en succès pour les équipes du LPSC avec l'aboutissement d'efforts expérimentaux menés depuis de nombreuses années et avec en ligne de mire des résultats de physique cruciaux. J'ai extrait de ce rapport quelques faits marquants, tendances ou rendez-vous proches. Tout d'abord il faut noter les jalons scientifiques majeurs qu'ont été le démarrage du LHC au CERN, en deux temps il faut le reconnaître, et le lancement du satellite Planck en 2009. Au niveau du LHC, le LPSC participe à deux grandes expériences (ATLAS, et plus récemment ALICE) dont les programmes de physique devraient commencer en 2010. Un effort théorique important accompagnera au sein du laboratoire les équipes d'expérimentateurs dans ces domaines dont les objectifs sont, entre autres, la mise en évidence du boson de Higgs et

l'étude du plasma de quarks et de gluons. Pour les instruments du satellite Planck, nos réalisations techniques fonctionnent parfaitement et l'objectif d'une mesure ultime du bruit de fond cosmologique est espérée d'ici à 2012. La réussite des vols stratosphériques en Antarctique du détecteur CREAM pour des mesures de rayons cosmiques auront permis de réaliser un programme de physique avant le lancement par la navette spatiale du détecteur AMS, maintenant officiellement programmé durant l'été 2010. Nous sommes dorénavant bien intégrés dans l'expérience Pierre Auger en Argentine pour la détection des rayons cosmiques d'ultra-haute énergie, et impliqués dans des R&D liées à leur détection par des techniques radio. Un rapprochement stratégique se poursuit avec l'ILL dans le domaine de la physique fondamentale en structure nucléaire, ou encore dans des expériences avec les neutrons ultra-froids (programme GRANIT et nEDM). Le projet GUINEVERE, qui se place dans le cadre des études innovantes en électro-nucléaire, a vu la finalisation de sa phase de construction et vise le couplage d'un faisceau de particules avec un réacteur sous-critique en Belgique durant le printemps 2010. Les développements

menés au LPSC pour le projet d'accélérateur international SPIRAL2 auront connu, pour leur part, plusieurs succès et abouti à la production et l'accélération basse énergie de premiers faisceaux à Grenoble. Les retours scientifiques des programmes menés aux États-Unis auprès du Jefferson Laboratory (physique du nucléon) et du Fermilab (DØ, physique des particules), et en Europe auprès de l'ILL ou de ISOLDE au CERN (structure nucléaire) concrétisent la réussite de la mise en œuvre de détecteurs, de prises de données et de leur analyse et interprétation par nos équipes. L'activité théorique de QCD sur réseau d'une part, et les mises en service de réalisations du LPSC au Centre de hadronthérapie italien CNAO d'autre part, sont aussi à noter. Nous poursuivons enfin plusieurs actions de R&D et de perspectives pour les futures générations d'accélérateurs (ILC, SuperB, faisceaux de neutrinos), ou pour des projets dans le domaine des astroparticules et de la cosmologie (MIMAC, AERA, LSST...). Le projet SIRCE (sources RCE avec une ouverture vers la valorisation), soutenu dans le cadre d'un Contrat de Plan État Région, devrait se concrétiser en 2010 avec le soutien d'industriels.

Il est évident que les pôles et les services techniques et administratifs sont pleinement engagés dans la mission de recherche fondamentale du laboratoire. Ils ont un rôle essentiel dans les activités des groupes de chercheurs et le choix a été fait pour ce rapport de rassembler les contributions décrivant les activités de physique et les réalisations techniques dans un même chapitre. Les parties traitant du support général et des compétences du LPSC sont pour leur part regroupées dans une section séparée. Nous pouvons souligner l'importance des retombées de nos activités dans la création de filières d'enseignements de pointe, la mise en place de contrats de valorisation et les dépôts de brevets. Enfin, le nombre de nos productions scientifiques (articles, exposés) et leur impact demeurent élevés. Il me reste à remercier toutes les personnes ayant contribué à la réalisation de ce document, et, au nom de tout le laboratoire, de vous en souhaiter une bonne lecture. J'espère que nous saurons à travers ce rapport susciter votre curiosité et votre intérêt pour notre travail, et de manière plus large pour la recherche scientifique.

Serge Kox,
Directeur du LPSC

Présentation générale du laboratoire

Serge Kox, directeur du LPSC

This section of the LPSC biannual report describes the main features of the organization and functioning of the laboratory. After a short reminder of its scientific goals, it includes a flow chart and details how is organized the work of the scientific and technical staffs.

Missions

Le Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie est actuellement une UMR tripartite entre le CNRS (IN2P3 et ST2I) et deux Universités de Grenoble (UJF et INPG). L'effectif du laboratoire se situe ces dernières années autour de 210 agents (90 ITA, 65 chercheurs – CNRS et Universitaires –, une trentaine de doctorants et une trentaine de postdocs/ATER et CDD). Outre leur travail en recherche fondamentale qui est la première de leurs missions, nos personnels assument de nombreuses responsabilités dans l'enseignement universitaire et mènent une action importante de formation par la recherche (accueil d'environ 60 stagiaires par an). Notre budget annuel avoisine les 13 M€ (masse salariale incluse) dont en moyenne 4 M€ financent les besoins de fonctionnement et les projets scientifiques du laboratoire. Ces dernières années, une quinzaine de nos projets ont été soutenus par l'ANR et plusieurs programmes ont été menés dans le cadre de programmes de l'Europe et de la région. Des actions de valorisation sont menées, et plusieurs ont atteint le seuil de création de start-up ou le dépôt de brevets. Notre implication est aussi forte pour la diffusion de la connaissance scientifique.

Activités de recherche

Le laboratoire, créé en 1967, a connu une évolution constante de ses thématiques scientifiques.

Les axes de recherche et les études menées au LPSC recouvrent dorénavant l'essentiel des thématiques de l'IN2P3, que l'on regroupe sous l'appellation Physique des 2 infinis. Notre domaine d'investigation s'étend en effet de l'infiniment petit à l'infiniment grand et étudie des processus ayant pris place tout au long de l'histoire de l'Univers, du Big-Bang à nos jours. Dans le domaine de l'infiniment petit, nous recherchons les propriétés des constituants les plus élémentaires de la matière et de leurs interactions à des échelles bien plus petites que celle des noyaux d'atomes. Nous étudions également la structure interne d'objets aussi fondamentaux que les nucléons qui forment les noyaux d'atomes, et les limites extrêmes de stabilité de ces derniers. Nous recréons et étudions auprès de grands instruments des états de la matière qui existaient lors des premiers instants de l'Univers, comme le plasma de quarks et de gluons. Notre champ d'investigation s'étend vers l'infiniment grand lorsqu'il s'agit de com-

prendre l'organisation des structures de l'Univers, ses caractéristiques et son évolution depuis le Big-Bang ou encore les processus cosmiques créant des particules d'énergie extrême. Ces domaines ont beaucoup de points communs, puisque la physique des constituants élémentaires joue un rôle primordial dans les premiers instants de l'univers. Nous sommes confrontés en fait à plusieurs grandes énigmes de la physique : citons par exemple l'unification des forces, l'origine de la masse des particules, l'asymétrie matière-antimatière dans l'univers, la recherche de la matière noire et la compréhension de la nature de l'énergie noire. Une activité de recherche théorique est également menée au sein du LPSC, en lien avec ses programmes expérimentaux.

Pour mener à bien ses projets, le laboratoire s'appuie sur les compétences et les réalisations de ses services techniques. Ainsi ces derniers offrent le support nécessaire pour les phases de conception, de construction et de maintenance de nos dispositifs expérimentaux. Ils apportent en outre une aide pour la réalisation des codes de simulation ou d'analyse. Tout cela se déroule dans le cadre d'une organisation de type projet, avec des revues techniques qui évaluent les besoins, suivent leur déroulement et leur permettent de faire face aux demandes liées à de possibles imprévus. Une autre mission des services support est d'assurer la maintenance et le fonctionnement des infrastructures du laboratoire, et ceux de plateformes expérimentales ou d'enseignement.

Nos projets se réalisent dans le cadre de collaborations internationales, parfois de taille mondiale. Des déplacements fréquents sont nécessaires auprès des laboratoires et sites en France et à l'étranger pour installer nos détecteurs, réaliser les prises de données et enfin pour participer aux réunions. Plusieurs de nos projets ont des durées proches de la dizaine d'années et peuvent impliquer des collaborations de plusieurs centaines de personnes, une spécificité de notre thématique de recherche.

Fort de ses compétences scientifiques et techniques, le LPSC participe à plusieurs programmes interdisciplinaires qui répondent à une demande sociétale. Nous travaillons sur des sujets touchant à l'énergie (électro-nucléaire) ou reliés aux demandes de la médecine en particulier dans le domaine de la lutte contre le cancer. L'accueil récent d'un groupe du département ST2I ouvre notre domaine de compétences au traitement des surfaces par plasmas ou à l'implantation ionique.

Formation et enseignement

Les enseignants chercheurs du laboratoire, et plusieurs de nos chercheurs et ingénieurs, ont une action forte d'enseignement et de formation par la recherche. En plus des enseignements de base, nous participons avec une forte visibilité à des actions de formation spécifiques comme l'électronucléaire civil (plateforme de TP, Masters) et dans les autres domaines de l'IN2P3 comme la physique des particules, la physique nucléaire et hadronique, la cosmologie et les astroparticules (Master PSA). À cela s'ajoutent des formations dans le domaine des accélérateurs et sources d'ions (JUAS), et enfin, récemment, dans ceux de la micro-électronique et de la physique des plasmas.

Le LPSC participe également avec une bonne visibilité à la mise en place et la vie de nombreux Masters ou plateformes expérimentales d'enseignement (physique nucléaire, plasma, informatique). Nous pouvons noter que dans le cadre de la formation par la recherche nous accueillons de nombreux stagiaires de différents niveaux, et que le nombre de nos doctorants reste élevé ces dernières années. Enfin, nos personnels assument de nombreuses responsabilités administratives et pédagogiques au sein de l'Université au niveau local et national.

Interdisciplinaire et valorisation

Les activités interdisciplinaires et de valorisation sont traditionnelles dans notre laboratoire.

Pour ce qui est de l'interdisciplinaire, nous utilisons et appliquons des champs de physique ou de techniques d'autres domaines dans nos axes de recherche ou, en sens inverse, mettons en œuvre nos compétences pour apporter des réponses à des problèmes sociétaux ou de la recherche des autres disciplines. C'est le cas, assez exemplaire, du développement d'activités orientées vers les problématiques du traitement du cancer et utilisant nos expertises sur les accélérateurs, détecteurs et mesures de doses... Nous travaillons aussi sur des solutions pour le problème énergétique et environnemental, avec une contribution remarquée de notre laboratoire dans le nucléaire civil et des solutions innovantes pour son développement futur (cycle, combustibles et systèmes) au niveau académique et de la recherche. Ces activités sont soutenues dans le cadre d'un Institut Carnot à Grenoble, et par une action transversale PACEN au CNRS.

L'arrivée d'une équipe travaillant sur la thématique des plasmas a ouvert récemment notre champ de compétences et permis la création d'un Laboratoire International Associé (LITAP) avec le Québec.

La valorisation de nos acquis scientifiques ou technologiques est réalisée via plusieurs actions. Elles concernent l'utilisation de nos compétences techniques pour des études ou des réalisations pour d'autres instituts, des actions de prestations autour de certains équipements du laboratoire (comme les mesures de basse activité), et enfin la valorisation de compétences pro-

pres aux équipes du LPSC (Plasma, accélérateurs et sources d'ions, micro-électronique...) qui donnent lieu à des dépôts de brevets et à des créations de start-ups. Le laboratoire est en outre porteur d'une action dont l'objectif est de créer une plateforme technologique (SIRCE, technologies sources d'ions et plasma) soutenue par le CNRS et des industriels dans le cadre du Contrat Plan État Région (CPER).

Communication scientifique

Proche de la mission d'enseignement, nous menons aussi une action volontaire dans la communication et la diffusion de la connaissance scientifique. Ceci se traduit par des actions en direction du grand public sous forme de participations aux événements scientifiques type Fête de la Science ou journées portes ouvertes, ainsi que la mise au point d'expositions et d'actions itinérantes (LHC, Planck), de visites et exposés dans les lycées. Plus proche du travail scientifique, on peut noter un nombre important d'interventions de nos personnels dans différents media (interviews radio, journaux et magazines), structures (MJC, café des sciences) ou laboratoires extérieurs. Enfin une remise à niveau complète de notre site web et une refonte de nos outils de communication (plaquettes, rapport d'activité...) ont été entreprises ces dernières années.

Structuration et vie du laboratoire

L'organigramme du LPSC (Fig. 1) illustre le mode de fonctionnement du laboratoire et sa structuration. De nombreuses informations sont par ailleurs disponibles sur notre site web : <http://lpscwww.in2p3.fr/>

Groupes et services

Le laboratoire est structuré en groupes de recherche qui sont constitués de chercheurs et d'enseignants-chercheurs travaillant autour de projets communs. Les axes de recherche et les projets de ces groupes, ainsi que certaines synergies, font que l'activité du LPSC est déclinée en six thématiques de physique : quarks&leptons et symétries fondamentales, astroparticules et cosmologie, physique hadronique et matière nucléaire, physique des réacteurs, théorie et phénoménologie et enfin interdisciplinaire. Une septième thématique de recherche autour des accélérateurs et des sources d'ions est une spécificité du laboratoire.

L'organisation du travail des personnels du laboratoire s'articule également en un ensemble de services techniques et administratifs dont on peut classer les activités en deux catégories. Tout d'abord celles qui sont dédiées au fonctionnement général du laboratoire (administration, informatique de réseau, services généraux, sécurité, documentation et communication) mais aussi à la mise en œuvre de plateformes expérimentales (PEREN neutronique et chimie), de support (Tier 3) et d'enseignement (nucléaire, plasma). Ensuite le sup-

port technique indispensable aux projets scientifiques portés par le laboratoire. Ceci comprend la conception et la réalisation des divers dispositifs expérimentaux et codes informatiques dont le laboratoire aura pris la responsabilité (instrumentation, mécanique, électronique, informatique d'acquisition et d'analyse de données). Cette contribution est essentielle dans nos projets pour lesquels des solutions industrielles sont souvent inexistantes Certains services développent des compétences et une technicité qui leur permettent de mener des activités de R&D autonomes.

Fonctionnement du LPSC

Plusieurs modifications de l'organisation du LPSC ont eu lieu ces dernières années. La direction s'appuie dorénavant sur une Cellule de direction composée des correspondants du laboratoire (communication, valorisation...), de la responsable administrative et du responsable technique du laboratoire et de physiciens chargés de missions scientifiques.

Pour la gestion et la vie du laboratoire, la direction s'appuie statutairement sur les délibérations et l'avis d'un conseil d'unité. Pour la définition de la politique scientifique du laboratoire, elle s'appuie sur les avis et recommandations d'un conseil scientifique qui est formé pour moitié de membres extérieurs et qui se réunit actuellement environ 2 fois par an. Les projets du LPSC sont de plus examinés au niveau national par le conseil scientifique de l'IN2P3 et par les comités scientifiques des laboratoires internationaux auprès desquels se déroulent les expériences.

Le responsable technique aide et conseille la direction et supervise les aspects liés au potentiel technique (projets, personnels et embauches, technicité...). Pour la gestion des carrières des ITA, la direction travaille avec un comité paritaire local.

Vie du laboratoire

Pour améliorer la communication en direction des personnels, des réunions entre la direction et les chefs de service et de groupes de physique sont organisées régulièrement. Elles sont complétées par des assemblées générales annuelles.

Le LPSC a vécu un fort renouvellement de ses personnels et s'est montré attractif pour ce qui est des candidatures en thèses et pour les positions postdoctorales. Il est à noter que l'âge moyen du laboratoire a ainsi globalement diminué de 3 ans lors de ces dernières années!

Le taux de nouveaux entrants (permanents et non permanents) est maintenant de l'ordre de 20-25 personnes chaque année. Une journée d'accueil et de visite du laboratoire, des présentations des services et l'écriture de livrets spécifiques permettent dorénavant leur accueil et leur intégration. Un ensemble de présentations mêlant les activités passées et celles du présent permettent aux personnels de voir l'évolution du laboratoire depuis sa création vers 1967.

Formation permanente: Cette action fait l'objet d'une attention particulière au sein de notre laboratoire du fait du nombre important d'ITA (Ingénieurs, Techniciens, Administratifs) dans notre unité. Leur métier requiert de fortes actions pour conserver leurs compétences, en acquérir de nouvelles. Du fait des conditions de travail et des risques encourus (travail sous rayonnement ionisant par exemple) une action volontariste de sécurité est nécessaire. Des actions sont aussi menées en direction des chercheurs et doctorants, et il faut souligner les actions de formation menées par nos personnels et la mise en place au LPSC d'une salle de formation polyvalente ouverte vers l'extérieur. Un Plan de Formation de l'unité est établi chaque année.

Infrastructures et patrimoine: Le laboratoire, implanté sur un terrain de 5 hectares propriété dorénavant de l'UJF, est composé de 10 bâtiments (20000 m² de locaux) qui abritent des bureaux et plusieurs aires expérimentales.

Plusieurs réalisations et projets initiés ces quatre dernières années ont permis une amélioration notable des infrastructures du laboratoire. Le remplacement de l'ensemble de nos transformateurs au pyralène aura été un événement fort de l'année 2009. De nombreuses actions ont permis de réhabiliter ou de rénover des aires de montage expérimental: hall ARIANE de grande capacité (volume, levage) et d'un bâtiment pour l'accueil d'un projet de boucle à sels fondus. Enfin, un projet innovant (Ecoclim) pour la climatisation de notre informatique a permis un accroissement notable des capacités CPU et disques de stockage de notre Tier 3 tout en réduisant la consommation électrique.

Hygiène et Sécurité: Plusieurs de nos bâtiments contiennent des expériences et des équipements à risques. Aussi notre domaine de recherche et les activités de notre laboratoire sont exigeants en terme de sécurité (sources et matériaux radioactifs, risques électromagnétiques et radiofréquence, chimie, plasmas, accélérateurs...). De nombreuses actions ont donc été menées pour sensibiliser les agents vis-à-vis des risques et plusieurs points critiques de sécurité été récemment résolus. Par ailleurs, une action volontariste aura été mise en œuvre en direction des conditions de travail. Les missions du Comité Hygiène et Sécurité local se sont orientées vers ces aspects.

Infrastructures de recherche et plateformes

Le LPSC a développé et fait fonctionner, dans ses locaux et avec ses personnels, un certain nombre d'équipements ou de plateformes.

- deux plateformes à vocation d'enseignement (physique subatomique et plasma);
- deux Plateformes d'Étude et de Recherche sur l'Énergie Nucléaire (PEREN neutronique et chimie);
- deux plateformes à vocation de recherche et valorisation autour des technologies plasma (I3AP et SIRCE: Sources d'Ions et plasmas à la Résonance Cyclotronique Électronique);

- un Laboratoire de Basse Activité à vocation de prestations pour des entreprises extérieures ;
- un nœud de grille de calcul (Tier 3) opérationnel depuis 2008 pour le traitement des données et la simulation des expériences du LHC et du calcul QCD sur réseau.

Organisation et déroulement des projets scientifiques

Le laboratoire a une tradition de mobilité thématique depuis de nombreuses années. Pour faire émerger de nouveaux axes de recherche et mener à bien les missions dont il est en charge, il s'appuie maintenant sur une organisation « projet ».

Les projets du laboratoire sont examinés à deux niveaux : intérêt scientifique et faisabilité technique (compétences et ressources). Pour ce qui est de l'éva-

luation scientifique, ce rôle est dévolu aux conseils scientifiques du LPSC et de celui de l'IN2P3 du fait de l'aspect collaboratif entre les laboratoires de cet institut. La valeur du cas scientifique, les forces disponibles (en local et dans la collaboration) et l'impact scientifique des équipes de recherche du LPSC sont évalués.

Pour ce qui est de la faisabilité technique, des revues sont organisées au LPSC par la Cellule de Revue Technique de Projet du laboratoire. Cette structure mise en place en 2007 examine les besoins en compétences et/ou personnels techniques des projets, mais aussi les aspects organisationnels et financiers. Une fois le projet validé, les équipes mises en place font intervenir des physiciens et des personnes des services techniques et sont coordonnées par un responsable scientifique et un coordinateur technique.

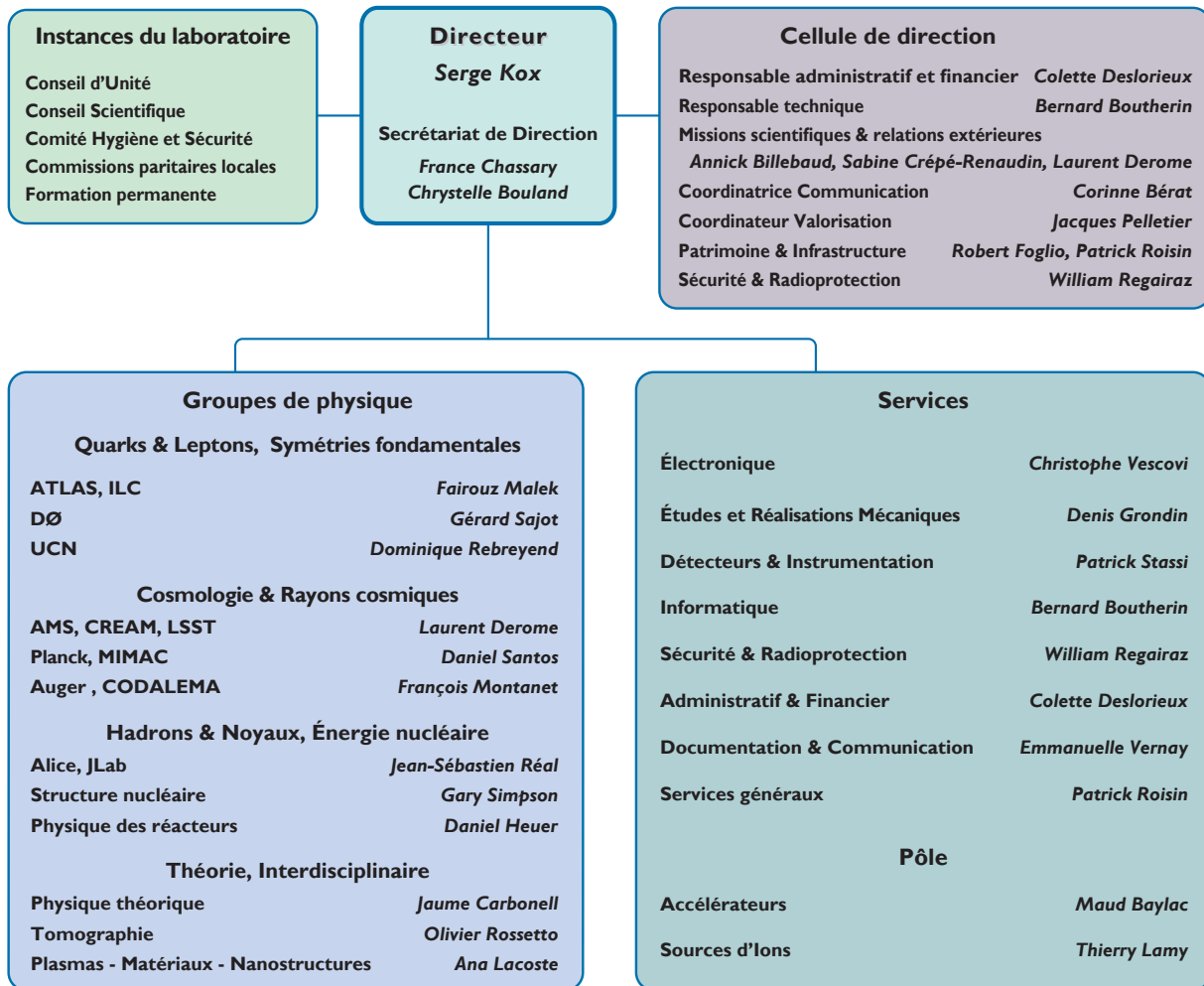


Fig. 1 : Organigramme du LPSC.