

Rapport sur la visite tourniquet du LLR – UMR 7638

Période examinée par l'HCERES : 2019 – 2024
Visite du tourniquet : 18, 19 et 20 novembre 2024

Comité de visite : Amélie Fournier, Benoît Guillon, Frédéric Machefert (section 01 du CoNRS)

TABLE DES MATIÈRES

1. PRÉAMBULE : DÉROULEMENT DE LA VISITE	2
2. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU LABORATOIRE	3
2.1 TUTELLES, ORGANISATION ET AXES DE RECHERCHE	3
2.2 PERSONNEL	4
2.3 BUDGET	4
2.4 SITUATION ET LOCAUX	5
2.5 FONCTIONNEMENT GÉNÉRAL DU LABORATOIRE	6
2.6 ENSEIGNEMENT	6
3. ENTRETIENS AVEC LES DIFFÉRENTES COMPOSANTES DU LABORATOIRE	6
3.1 COMPOSANTES TRANSVERSES GÉNÉRALES	6
3.1.1 <i>Structuration de l'Unité</i>	6
3.1.2 <i>Le Conseil de Laboratoire (CL)</i>	6
3.1.3 <i>Le Conseil Scientifique (CS)</i>	7
3.1.4 <i>Le Comité Technique de Revues de Projet (CTRP)</i>	8
3.2 LES ÉQUIPES DE PHYSIQUE	8
3.2.1 <i>Physique des Hautes énergies</i>	8
3.2.2 <i>Physique hadronique et des Ions Lourds</i>	10
3.2.3 <i>Multidisciplinaire</i>	12
3.2.4 <i>Physique des neutrinos</i>	14
3.2.5 <i>Astroparticules</i>	15
3.3 LES SERVICES TECHNIQUES	17
3.3.1 <i>Service d'électronique et d'instrumentation</i>	17
3.3.2 <i>Service informatique</i>	18
3.3.3 <i>Service mécanique</i>	19
3.3.4 <i>Service administratif</i>	20
3.4 NON PERMANENTS, DOCTORANTS ET POST-DOCTORANTS DU LABORATOIRE	21
3.5 ENTRETIENS INDIVIDUELS	22
4. CONCLUSIONS DU COMITÉ DE VISITE	22

1. Préambule : déroulement de la visite

Mandatée par l'IN2P3, la section 01 du CoNRS a envoyé trois de ses membres pour évaluer le fonctionnement du LLR (UMR7638). Leur visite s'est déroulée les 18, 19 et 20 novembre 2024.

Après une présentation générale du laboratoire, les rapporteurs ont rencontré les équipes de recherche et les services de l'unité.

Le programme de la visite était le suivant :

Lundi 18 novembre

- 11h00-11h15 : Accueil et Présentation (15')
- 11h15-11h45 : Présentation générale du DU (15'+15')
- 11h45-12h00 : Rencontre avec la direction (15')
- *12h00-13h00 : Déjeuner (60')*
- *13h00-14h00 : Visite Mécanique (60')*
- 14h00-15h30 : Physique des Hautes Energies
 - 14h00-14h40 : CMS LHC – Higgs / EW (40')
 - 14h40-15h10 : CMS HL – LHC (HGICAL) (30')
 - 15h10-15h30 : R&D e+e- / FCC (20')
- *15h30-16h00 : Pause (30')*
- 16h00-17h00 : Physique hadronique et des Ions Lourds
 - 16h00-16h30 : LHCb (30')
 - 16h30-17h00 : CMS & EIC (30')
- 17h00-18h00 : Multidisciplinaire
 - 17h00-17h20 : Applications biomédicales (PEPITES) et GEANT 4 (20')
 - 17h20-17h40 : Accélération de particules (GALOP & SMILEI) (20')
 - 17h40-18h00 : Science et Jeu Vidéo (20')
- 18h00-19h00 : Rencontres individuelles (60')
- 19h00-20h00 : Discussion interne du comité (60')

Mardi 19 novembre

- 08h30-09h00 : Rencontres individuelles (30')
- 09h00-10h00 : Physique des Neutrinos
- 10h00-11h00 : Astroparticules
- *11h00-11h20 : Pause (20')*
- *11h20-11h50 : Visite des salles de tests électronique et robots (30')*
- 11h50-12h35 : Service Électronique et Instrumentations (45')

- *12h35-13h30 : Déjeuner (35')*
- *13h30-14h00 : Visite de la salle de calcul (30')*
- 14h00-14h45 : Service Informatique (45')
- 14h45-15h30 : Service Mécanique (45')
- 15h30-16h15 : Service Administratif (45')
- *16h15-16h45 : Pause (30')*
- 16h45-17h00 : Rencontre Non Permanents (15')
- 17h00-17h15 : Rencontres Doctorants (15')
- 17h15-17h30 : Rencontre Post-Doctorants (15')
- 18h00-19h00 : Rencontres individuelles (60')
- 19h00-20h00 : Discussion interne du comité (60')

Mercredi 20 novembre

- 08h15-09h00 : Rencontres individuelles (45')
- 09h00-09h25 : Rencontre avec le conseil de laboratoire (25')
- 09h25-09h50 : Rencontre avec le conseil scientifique (25')
- 09h50-10h10 : Rencontre avec le comité technique de revue de projets (20')
- 10h10-11h00 : Debriefing interne (50')
- 11h00-12h00 : Feedback à chaud du comité avec la direction (60')

La direction a souhaité assister à la plupart des présentations des groupes de recherche, mais a quitté la salle au moment des discussions. La revue a été bien préparée par la direction, qui nous a donné un très bon accueil, ainsi que l'ensemble des personnels du laboratoire.

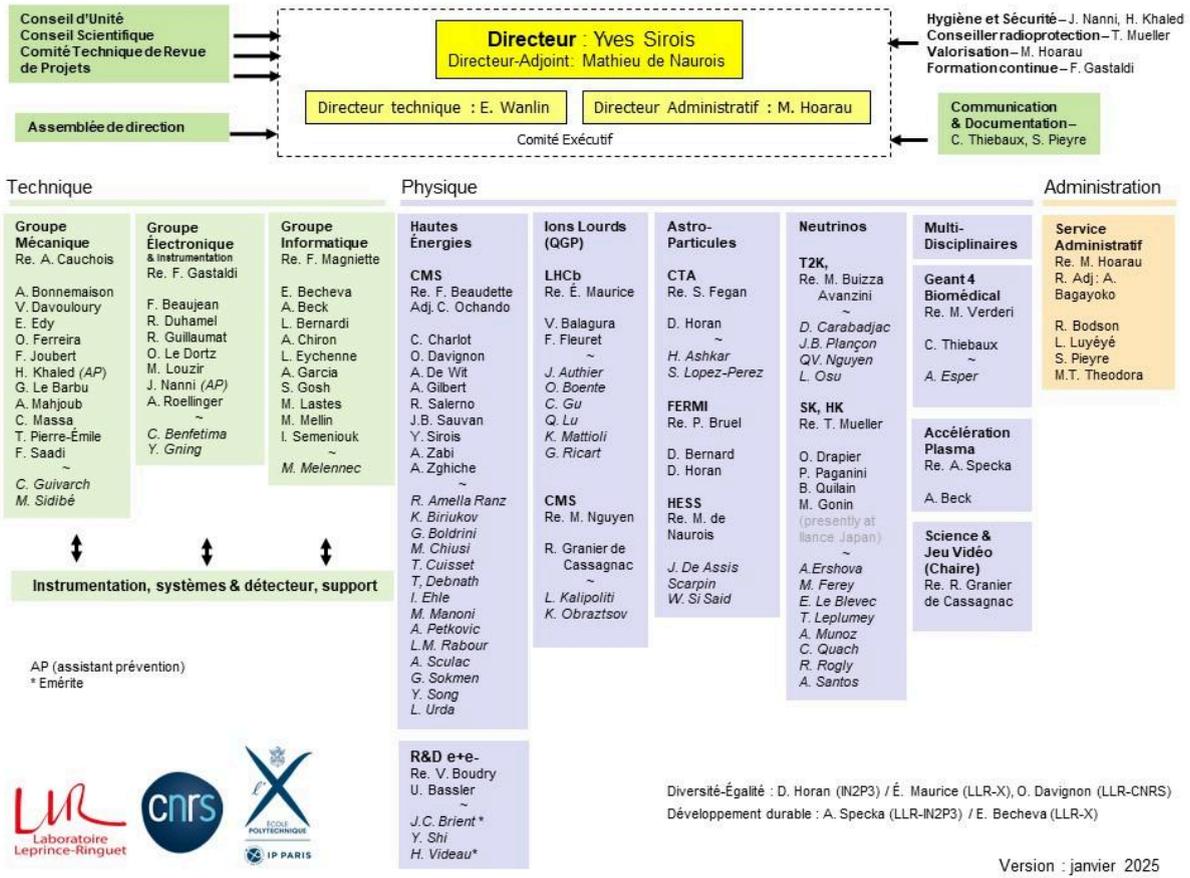
2. Présentation générale du laboratoire

2.1 Tutelles, organisation et axes de recherche

Le Laboratoire Leprince-Ringuet (LLR) est une unité mixte de recherche (UMR 7638) du CNRS et de l'École Polytechnique à Palaiseau.

Le LLR s'organise autour de quatre thématiques scientifiques de recherche en physique des particules au sens large (physique des hautes énergies, physique hadronique et des ions lourds, physique des neutrinos et astroparticules) et d'activités multidisciplinaires (bio-médicale, Accélération Plasma, Science et Jeu Vidéo et Machine Learning).

Les groupes de recherche sont accompagnés par un service administratif et trois services techniques : mécanique, informatique et électronique & instrumentation.



Au niveau des chargés de missions, le LLR dispose d'une personne attachée à la formation continue, d'une personne pour Europe et Valorisation, de deux personnes au Développement durable, de deux personnes à l'Égalité et Diversité et de deux personnes pour la Communication.

La sécurité est quant à elle composée de quatre personnes : deux assistants de prévention, une personne compétente en radioprotection et une personne pour la sécurité informatique.

2.2 Personnel

Le laboratoire est composé 118 membres (hors stagiaires) : 31 physicien(ne)s permanent(e)s dont un CPJ et une professeure, 37 ingénieurs et techniciens (IT) dont 2 CDD et 3 apprenties, 13 post-doctorant(e)s, 30 doctorant(e)s et 2 émérites.

La pyramide des âges reflète une inégalité entre les IT et les chercheurs, la moyenne d'âges chez les chercheurs étant supérieure à celle des IT.

50% du plan de charge IT en 2023 était destiné aux projets CMS et Neutrinos.

2.3 Budget

Le Laboratoire Leprince-Ringuet dispose de ressources allouées par ses tutelles, le CNRS et l'École Polytechnique, ressources de deux types : pour le fonctionnement, les équipements, les investissements (FEI) du laboratoire et pour les projets spécifiques.

Les FEI laboratoire s'élèvent à environ 350 k€ fournis aux trois quarts par le CNRS. Ces moyens servent à 30% au fonctionnement courant, à l'animation scientifique, à l'organisation de colloques, l'accueil de jurys, ... et pour 20% au soutien des groupes de recherche (projets innovants ou qui n'ont pas encore de moyens auprès de l'IN2P3). Entre 50 et 60 k€ permettent l'achat des licences et la maintenance des équipements des services techniques. Approximativement 20% de ce budget est alloué à la formation par la recherche (stagiaire, apprentis), et au renouvellement du parc informatique (ordinateurs personnels, salle de calcul, grille). Le reste du budget est utilisé pour des actions spécifiques et exceptionnelles (biennale, investissements ponctuels et impondérables, par exemple). La marge de manœuvre de la direction du laboratoire pour lancer de nouvelles actions ou en cas d'imprévus est relativement faible.

Outre les FEI laboratoire, le LLR dispose de FEI projets, à hauteur d'environ 400 k€, dont un quart provient des fonds TGI/IR, et de financements TGI (spécifiques aux projets CTA et HGICAL) à hauteur de 1 M€. Enfin, le laboratoire bénéficie de différents contrats (Europe, ANR ou Plan Investissements d'Avenir), pour plus de 2 M€ en 2023.

La masse salariale liée au laboratoire provient essentiellement du CNRS (à 80%), l'autre part de l'École Polytechnique et s'élève au total à plus de 7 millions d'euros.

2.4 Situation et locaux

Le LLR est situé dans la zone "laboratoires" du site de l'École Polytechnique, non loin des amphithéâtres et de la zone campus. Il est distribué sur deux étages et deux ailes. Une cafétéria, très centrale et visiblement populaire, offre la possibilité aux gens de se réunir et contribue aux échanges, et à une vie collective plutôt apaisée.

Des groupes de physique se sont plaints de la promiscuité de certains bureaux (neutrinos et LHCB), ou bien de la climatisation défectueuse, qui en fonction de l'orientation peuvent rendre certains espaces "invivables" en été. L'accès des locaux pour les personnels handicapés ou à mobilité réduite n'est pas toujours aisée. La direction a été active sur ce sujet, mais dépend des décisions prises par l'école, responsable des locaux.

Un projet de déplacement du service mécanique dans un nouveau bâtiment avait déjà été évoqué dans le précédent rapport du comité CoNRS, mais restait flou. Le projet est visiblement mature. Le service mécanique, avec ses machines, devrait déménager en 2026-2027, après la fin des réalisations pour HGICAL. L'adéquation du nouveau bâtiment avec les besoins du service a été questionnée par certains membres du service. Il semble que ces craintes ont précédé le choix récent (printemps 2025) et définitif du projet, qui satisferait davantage les exigences du service. La distance entre la mécanique et le laboratoire sera plus importante. À plus long terme, sans que le projet soit actuellement bien défini, le LLR pourrait néanmoins également déménager et se rapprocher à nouveau de son service mécanique.

2.5 Fonctionnement général du laboratoire

Le laboratoire dispose de plusieurs instances :

- Conseil de Laboratoire se réunit 3 à 4 fois par an
- Conseil Scientifique
- Comité technique de Revue de Projets
- Assemblée de direction, composée des responsables de groupes et équipes, se réunit une fois par mois
- Comité de direction, composé de l'exécutif et des responsables techniques, se réunit une fois par semaine
- Le jeudi, c'est biscuit, tous les jeudis à 16h

Une assemblée générale a lieu une fois par an.

2.6 Enseignement

L'enseignement sur le site de l'Ecole Polytechnique (X) et à l'Institut Polytechnique de Paris (IPP) est largement assuré par des professeurs chargés de cours. Environ un tiers des physiciens et physiciennes du laboratoire sont impliqués dans la vie académique pour des cours à temps partiel (Bachelor de l'IPP ou cycle ingénieur de l'X), l'organisation du concours d'entrée de l'X, ou encore les cours et la codirection du master de Physique des Hautes Énergies.

3. Entretiens avec les différentes composantes du laboratoire

3.1 Composantes transverses générales

3.1.1 Structuration de l'Unité

Le directeur d'Unité (DU), son adjoint (DU-adjoint), le directeur technique (DT) et le responsable administratif (RA) forment la direction du LLR.

La direction du LLR et les responsables des trois groupes techniques (Mécanique, Électronique et Instrumentation, Informatique et Calcul) forment l'exécutif appelé bureau de direction. Le bureau de direction se réunit de façon hebdomadaire et se joint à une assemblée de direction une fois par mois réunissant tous les responsables de projets de physique pour faire un point sur les engagements et les dépenses, les nouvelles tutelles, les avancées techniques et progrès scientifiques.

3.1.2 Le Conseil de Laboratoire (CL)

Huit membres sont présents lors de notre entrevue.

Le conseil de laboratoire est composé de 12 membres : 3 membres élus parmi les personnels enseignants-chercheurs et chercheurs ou assimilés ; 3 membres élus parmi les personnels ingénieurs, techniciens, administratifs ; 4 membres nommés par le directeur en raison de leurs compétences complètent le conseil ; le DU et le DU-adjoint du LLR sont membres de droit. Le DT et le RA assistent aux séances avec voix consultatives.

Le CL est présidé par le DU. Il se réunit au moins 3 fois par an.

Tous les sujets et décisions sont discutés de façon très transparente. Il y a eu récemment quelques tensions au niveau du télétravail où les usages préconisés par le CNRS ne sont parfois pas suivis, la direction mettant l'accent sur la cohésion d'équipe.

3.1.3 Le Conseil Scientifique (CS)

Six membres sont présents lors de notre entrevue.

Le Conseil Scientifique est composé de 14 membres : le DU, DU-adjoint et DT ; 4 physicien(ne)s élus, 2 physicien(ne)s nommé(e)s, 3 ITA nommé(e)s, 2 membres extérieurs nommé(e)s.

Les missions consistent à :

- évaluer l'intérêt scientifique et technique des nouveaux projets scientifiques proposés par des membres ou des équipes du laboratoire et fournir un avis à la direction du LLR ;
- assurer un suivi des projets et expériences en cours au laboratoire (contenu scientifique, visibilité nationale et internationale, etc.) ;
- assurer un suivi et conseiller la direction du LLR concernant les demandes contractuelles engageantes (environnement, soutien technique) auprès d'organismes de financement (P2IO, ANR, ERC, ...) ;
- contribuer au suivi de doctorants et post-doctorants du laboratoire.

Le CS se réunit une fois par an en moyenne (une fois en 2021, 2 fois en 2022, et une fois en 2024). Avec ce rythme de réunions, il semble que seule la première mission soit réellement assurée, le suivi de projet étant plutôt la fonction du CTRP (voir ci-dessous). La réunion s'étend normalement sur une journée, avec en matinée une session ouverte à tous les membres du laboratoire, un repas collectif, puis en après-midi une session fermée. Les orateurs sont en général présents pendant le repas pour continuer les discussions et préciser certains points. Les sujets proposés, en général, par le directeur, sont discutés par le CS, avant d'établir l'ordre du jour et d'organiser la journée. Des « rapporteurs » (internes) écrivent un compte-rendu sur un document partagé avant l'envoi à la direction pour d'éventuelles suggestions de corrections mineures. Il n'y a pas de doublon avec la CTRP. Le CS juge la pertinence scientifique pour le labo de s'engager et conseille la direction en ce sens, qui ensuite discute de l'affectation possible de ressources humaines en CTRP.

Concernant la composition du CS, le conseil se questionne quant à la participation de seulement deux membres externes. Il ne semble pas y avoir consensus parmi les membres du CS sur ce point.

3.1.4 Le Comité Technique de Revues de Projet (CTRP)

Trois personnes sont présentes durant notre entrevue.

La CTRP est composée du directeur d'unité, du directeur technique, des responsables des groupes techniques concernés, des responsables scientifiques du projet, des responsables techniques du projet et de toutes autres personnes susceptibles d'être concernées.

Le Comité Technique de Revue de Projets est chargé d'organiser les revues de projets techniques du laboratoire, d'évaluer la pertinence et l'ampleur des engagements, de veiller à la bonne adéquation des demandes en ressources humaines des projets en tenant compte des échéances, des plans de charge et des risques associés. Elle a lieu en début de projet, après avis favorable du conseil scientifique et en cours de projet selon les besoins, les évolutions et le contexte du projet.

Sur la période de 2019-2024, il y a eu 9 CTRP.

Le CTRP est indispensable pour le laboratoire, car l'engagement y est formalisé. En moyenne, au LLR, chaque agent travaille sur deux projets. La direction est très à l'écoute et favorise la recherche de compromis.

3.2 Les équipes de Physique

3.2.1 Physique des Hautes énergies

▪ CMS - Physique des Hautes Énergies

Le groupe CMS "Hautes Énergies" est le plus grand groupe de recherche du LLR, avec plus d'une dizaine de permanents (4 CR, 7 DR) et quatre post-doctorants. Le groupe est très dynamique dans le recrutement des thésards, avec, en moyenne, 4 nouveaux étudiants en thèse chaque année. Le laboratoire, en général, et l'équipe en particulier, bénéficient du master PHE local, et des financements fournis par l'École Polytechnique, en plus de ceux de l'IN2P3. Le nombre des HDR ne semble pas poser de difficultés pour ce groupe.

Les activités de CMS sont, d'une part, l'analyse des données enregistrées aux cours des trois premiers runs du LHC (l'objectif étant de conclure les analyses run 2, d'ici à un an), ainsi que le suivi des performances, le déclenchement et l'opération du détecteur. Et d'autre part, la conception du nouveau calorimètre à haute granularité HGAL pour le HL-LHC.

Les analyses auxquelles participent CMS-LLR s'articulent tout d'abord autour de l'étude des états à quatre leptons dans l'état final, lors de la désintégration du boson de Higgs, ou de particules scalaires lourdes, en deux bosons Z. Les deux coordinateurs consécutifs du groupe HZZ pour CMS sont, depuis 2018, des membres de l'équipe du LLR. Après ses travaux sur les données run 2 (mesures de plusieurs observables et de la section-efficace), le groupe a

produit la première analyse $H \rightarrow ZZ$ au run 3. L'expertise dans le mode $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4l$ a tout naturellement conduit l'équipe à étendre son travail dans la recherche de résonances scalaires lourdes dans le canal $X \rightarrow ZZ \rightarrow 4l$. Le groupe CMS-LLR participe aux travaux sur la recherche de paires de bosons de Higgs par le canal $bbTT$, dans les modes résonants et non résonants, et participe aux combinaisons des mesures des propriétés du Higgs. Le coordinateur du "LHC Higgs combination group" de CMS au CERN est membre du LLR. Les activités de CMS-LLR couvrent également des analyses di-bosons de type ZZ , ou $W\gamma$ qui utilisent les outils de type "Effective Field Theory".

Ces travaux d'analyses montrent une importante cohérence entre les différents domaines couverts par l'équipe.

Le groupe CMS-LLR est fortement engagé dans l'opération et l'étude des performances du détecteur, notamment du ECAL dont l'un des membres a été "run coordinator". Il participe aux travaux sur le déclenchement de niveau 1 (calibration), afin par exemple de maintenir la qualité des données malgré l'augmentation de l'empilement. Le responsable du projet L1 Trigger au CERN est un membre du LLR. L'équipe contribue aussi au déclenchement de plus haut niveau et à la reconstruction des données (électrons et photons par exemple).

Ces travaux sur l'analyse de physique ainsi que les performances du détecteur sont remarquables. Les membres du groupe bénéficient d'une très grande reconnaissance et visibilité au sein de CMS, ce qui se traduit par de grandes responsabilités officielles et une forte participation aux conférences internationales.

Le groupe CMS Hautes Énergies travaille, en parallèle, sur l'électronique et la mécanique du prochain calorimètre à haute granularité HGAL de CMS qui couvre la partie "endcap" du détecteur. Le détail des activités est le suivant :

- La réalisation des cassettes intégrant les plaques de cuivre servant à la structure et au refroidissement du détecteur, des éléments d'interconnexion et des supports de ces plaques, ainsi que des outillages pour l'intégration et le montage des modules. Trois physiciens permanents sont impliqués, avec la plus grande partie du service mécanique du laboratoire, qui est actuellement tourné vers cette activité.

- La caractérisation et les tests, en collaboration avec le pôle Oméga, d'environ 150000 ASIC de lecture HGROC des capteurs silicium de HGAL : un banc test complet et automatisé a été monté dans les locaux du laboratoire (un autre doit entrer en fonctionnement dans les salles du groupe Oméga). Trois physiciens, dont une doctorante et deux membres des services techniques, collaborent sur ce travail.

- L'élaboration du système de déclenchement du détecteur (design et définition de certains firmwares, intégration) ainsi que la conception des PCB, appelé Wagons, insérés dans les modules et permettant d'extraire des données pour le déclenchement. Neuf physiciens, dont quatre étudiants en thèse, sont engagés dans ces activités, conjointement avec trois ingénieurs/techniciens.

En dehors de ces activités, 5 physiciens et deux IT du laboratoire contribuent à développer les outils de reconstruction du futur détecteur (reconstruction et identification des électrons).

Ces travaux sont très importants pour le futur de CMS et sont la preuve de la confiance que porte la collaboration dans les équipes du LLR. Ces équipes nous ont parues solides, structurées autour d'une collaboration entre les physiciens et les ingénieurs, fructueuse et saine.

Pourtant, plusieurs inquiétudes ont été exprimées, d'abord par les physiciens. Elles portent essentiellement sur les ressources et notamment sur le recrutement de post-doctorants pour le projet HGICAL, ainsi que sur les difficultés rencontrées pour monter les dossiers de marchés publics (avec la DR04) et les amener dans de bonnes conditions à leur terme.

Enfin, certaines difficultés sont apparues dans les activités mécaniques pour HGICAL et seront couvertes dans la section dédiée à ce service.

- **R&D e+e- / FCC**

Le groupe R&D e+e- / FCC vient d'être rejoint par une nouvelle physicienne. Il est constitué maintenant de deux physiciens (1 CR, 1 DR) qui s'ajoutent à deux émérites, avec des contributions ponctuelles de membres du groupe CMS. Les activités concernent le détecteur CALICE (type SiW), l'étude des objets calorimétriques (particle flow) et la conception du détecteur ILD, prévu à l'origine pour un collisionneur linéaire, mais dont le groupe a adapté le design pour répondre aux exigences d'un futur collisionneur circulaire tel que le FCC-ee.

Le groupe a une expérience reconnue dans le design de calorimètres associant une forte granularité, une mesure temporelle précise, une reconstruction sophistiquée. Il s'agit d'un atout important pour le laboratoire, qui aura l'occasion de contribuer aux futurs projets à venir qui seront très probablement basés sur certaines des techniques développées, depuis longtemps, au LLR, par ce groupe. HGICAL a déjà bénéficié de ces travaux.

Néanmoins, certains points de vigilance sont à noter ici. Le groupe est de taille très limitée, avec des personnels "sénior" uniquement. En raison du déficit de HDR, le groupe ne peut pas recruter de jeunes doctorants, et n'a pu attirer de post-doctorants récemment. Les retards et mises en cause du projet de collisionneur linéaire au Japon, ont porté préjudice à ce groupe et ont peut-être réduit son attractivité. L'équipe souffre, à l'évidence, de cette situation. Nous avons pu percevoir une certaine désillusion, certainement liée à un manque de visibilité, sur le long terme. Une participation, encore plus active, à un futur collisionneur circulaire pourrait sans doute ouvrir de nouvelles perspectives à cette équipe et l'aider à porter de nouvelles idées et à mettre en œuvre celles qu'elle a déjà apportées.

3.2.2 Physique hadronique et des Ions Lourds

- **LHCb**

Tout d'abord, membre associé avec IJCLab (anciennement LAL), le groupe LHCb du LLR est, depuis quelques années, membre à part entière de la collaboration et a vu sa taille

s'accroître de manière importante, signe d'un fort dynamisme et d'une bonne attractivité. Encore cette année, une nouvelle recrue, avec un poste permanent du CNRS, portera les effectifs du groupe à quatre physiciens permanents (2 DR, 1 CRCN et 1 MdC-X), trois post-doctorants et deux doctorants. Pour autant, les membres du groupe ont mis en avant la difficulté à recruter de jeunes chercheurs non permanents.

Le groupe a une double spécificité au sein de la collaboration, et il s'est rendu indispensable dans deux domaines particuliers : l'étude des collisions à cible fixe sur LHCb par l'injection d'un gaz au niveau du point d'interaction du détecteur (système SMOG) et la mesure de la production des particules J/ψ , ψ' , D^0 ; la mesure de la luminosité sur LHCb. Les membres du groupe ont été pionniers dans ces deux domaines et occupent systématiquement des responsabilités de haut niveau dans la collaboration.

Le groupe exprime le souhait de développer, dans le futur, ses travaux dans LHCb, en ajoutant une activité technique, dans le cadre d'une prochaine jouvence du détecteur et du projet de trajectographe pour le HL-LHC. Ces travaux devraient être réalisés en collaboration avec d'autres laboratoires français. Mais le contour de ce projet n'est pas encore bien défini et dépendra aussi des engagements de l'IN2P3 pour LHCb. Le groupe a atteint une masse critique qui devrait lui permettre de se développer, de participer à de nouvelles activités, instrumentales cette fois-ci, et de gagner encore en visibilité au sein de la collaboration.

▪ CMS & EIC

Le LLR a, de longue date, participé à l'étude du plasma de quark et gluons et certains membres du laboratoire ont choisi de contribuer aux activités ions lourds de CMS. Actuellement, ce groupe comprend un physicien permanent (CR), deux post-doctorants et un étudiant en thèse. Les domaines de recherche sont le "jet quenching", la sous-structure des jets, les effets nucléaires sur la production du quarkonium, en parallèle à une participation forte dans la prise de données pour le run 3 du LHC.

Le groupe a pu bénéficier par le passé de financements importants via des contrats de type ERC et ANR qui ont permis de recruter de nombreux non-permanents. Mais la durée de ces contrats n'a pas toujours été adaptée aux travaux du groupe. Un contrat ANR récent a été interrompu par le départ du porteur de projet et a eu un impact sur les activités. La liste des responsabilités des membres et des résultats obtenus par cette équipe au cours des dernières années est impressionnante, malgré une taille restée réduite.

Un membre permanent a quitté le groupe en 2024 et son avenir dans CMS à plus long terme reste très incertain. Le dernier permanent commence une activité EIC, à 50%, qui risque de ne plus laisser beaucoup de place pour les activités ions lourds CMS au LLR. La poursuite des travaux sur le "jet quenching" semble assurée, l'avenir des autres aspects du programme de recherche dépendra des ressources humaines disponibles et est plus incertain.

Les travaux pour l'EIC se développent dans le cadre d'une collaboration avec IJCLab, et de la conception du détecteur ePIC. Avec la participation de post-doctorants et de doctorants sur une fraction de leur temps et d'un ingénieur du laboratoire, l'idée est de contribuer à l'électronique de lecture pour le calorimètre EMCal. Le pôle Oméga devrait fournir l'ASIC

autour duquel sera bâtie le système. On imagine dans ces développements, une synergie avec les travaux actuels sur l'électronique de HGICAL, synergie qui devrait s'avérer positive.

3.2.3 Multidisciplinaire

▪ Applications biomédicales (PEPITES) et GEANT 4

L'équipe du projet PEPITES est constituée de deux chercheurs permanents (1 CR, 1 DR), ainsi qu'un chercheur post-doctoral, financé par l'IN2P3 jusqu'à fin 2025, et un CDD ingénieur jusqu'en septembre 2025. En outre, l'équipe bénéficie d'un soutien des services électronique, informatique et mécanique.

Le projet PEPITES vise à développer un moniteur ultra-mince pour les faisceaux de particules. Récemment, il a impliqué un consortium composé du LLR, du CEA/DEDIP et d'ARRONAX. Le projet a bénéficié du soutien du LPICM et du LSI de l'École Polytechnique, qui ont contribué aux dépôts d'or et aux tests de résistance aux radiations. Un prototype complet a été installé à ARRONAX en mai 2022 et reste en opération, permettant un retour d'expérience. Un brevet a été déposé en 2018 et est en cours d'instruction internationale. Les résultats montrent une durée de vie d'environ 10 ans en thérapie. PEPITES suscite l'intérêt également du CNAO en Italie, où un partenariat CNRS-CNAO est en cours de signature. Un premier test en faisceau de carbone a été réalisé en novembre 2023 avec PEPITES Nomade, une version portable du moniteur. Parallèlement, l'essor de la thérapie FLASH (irradiation ultra-rapide) a mis en évidence les limites des moniteurs classiques. PEPITES a démontré sa capacité à fonctionner en mode FLASH lors de tests à ARRONAX. En réponse à la demande croissante pour des outils capables de mesurer les doses en mode conventionnel et FLASH, un projet de pré-maturation avec la SATT Paris-Saclay a été lancé pour développer SPLIF, un moniteur portable sans segmentation. Enfin, une étude exploratoire, MITI PEPITES UltraFlash, en collaboration avec le LOA, explore l'application de PEPITES aux faisceaux ultra-courts issus de l'accélération laser-plasma.

L'un des points de vigilance est que le projet PEPITES repose sur une toute petite équipe, qui manque de renouvellement. Des opportunités existent, notamment la possibilité d'obtenir un doctorant via la MITI, mais les perspectives de postes après la thèse sont limitées. Bien que l'IN2P3 affiche un intérêt stratégique, un manque de visibilité à long terme freine les perspectives de développement. Il faut noter que le départ d'une seule personne compromettrait très sérieusement le bon fonctionnement de l'équipe. Un soutien solide de la part du laboratoire, voire de l'IN2P3, apparaît donc essentiel au maintien du projet.

L'équipe GEANT4 est constituée de deux chercheurs permanents (1 DR, 1 DRHC) ainsi qu'un IR en informatique.

Le LLR est impliqué dans le développement de GEANT4 depuis presque ses débuts. En ce qui concerne les travaux récents, l'équipe a développé un modèle 5D de conversion photon en paire électron-positron, modèle qui a été étendu à la conversion en paire de muons. Un nouveau générateur de la désintégration de l'ortho-positronium au repos a également été implémenté. Ce mode est utile notamment dans les systèmes d'imagerie PET. L'équipe a en parallèle continué ses développements sur les méthodes de réduction de variance, démarrés

il y a plusieurs années. L'équipe LLR participe aussi à la formation à travers de nombreux tutoriels et écoles.

Un des membres de l'équipe a été élu porte-parole de GEANT4 en 2020 et réélu en 2022. Durant cette période, GEANT4 a participé à la revue du HL-LHC Computing Review, mettant en avant ses avancées en IA et son exploration du portage sur GPU, bien que ce dernier présente encore des défis liés à la complexité géométrique.

La situation autour de GEANT4 est préoccupante : il manque une collaboration internationale structurée et un cadre de mutualisation des ressources. De surcroît, un désintérêt grandissant pour le développement et le maintien de GEANT4 dans la communauté se fait ressentir. Un manque de moyens et l'absence de recrutement post-doctoral accentuent encore cette difficulté. La situation soulève donc des inquiétudes quant à la pérennité de certaines expertises (5D et ortho-positronium) qui, après un départ à la retraite en 2025, risquent de disparaître au sein du laboratoire.

- **Accélération de particules (GALOP & SMILEI)**

Le groupe GALOP & SMILEI est actuellement composé de deux membres permanents. Il a accueilli ces dernières années 2 Post-Docs et un étudiant en thèse. Elle bénéficie en outre du soutien des services techniques, mécanique et informatique.

Les activités de cette équipe portent sur l'accélération laser-plasma d'électrons et ses applications. Elle inclut en premier lieu le développement du code de simulation SMILEI. Ce code de type Particle-In-Cell (PIC) permet de simuler les plasmas au niveau cinétique dans des conditions extrêmes et hors équilibres. L'équipe est notamment chargée de l'implémentation de toutes les fonctionnalités relatives à la simulation d'accélération d'électrons dans les accélérateurs plasmas. Elle coordonne également les efforts pour améliorer les performances du code en collaboration avec la Maison de la Simulation. Parallèlement, l'équipe a grandement participé aux expériences menées sur l'installation APOLLON et LOA-SJ. Elle a joué un rôle clé dans la conception de la salle longue focale et a assuré la coordination des premières expériences. Un travail important est également consacré au développement de l'instrumentation associée, incluant les aimants, les détecteurs, les bancs de test et les codes de traitement en ligne. Par ailleurs, les membres contribuent grandement à la coordination nationale et internationale à travers EuPRAXIA et le CERN-LDG Expert Panel.

L'équipe se distingue donc par son expertise reconnue en simulation, instrumentation et expérimentation, ainsi que par sa bonne intégration dans la communauté scientifique nationale et internationale. Pour le futur, elle bénéficie de plusieurs opportunités, telles que sa participation à des collaborations internationales avec des installations laser de premier plan (RAL/CLF, ELI Beamlines), son implication dans la réalisation d'une future infrastructure de recherche européenne (EuPRAXIA), et son ouverture vers des thématiques connexes comme la QED non linéaire. Toutefois, l'équipe est de petite taille, limitant notamment sa capacité à conduire des campagnes de mesures auprès d'installations. Elle dit également souffrir d'une valorisation insuffisante au sein de l'École Polytechnique. Parmi les risques, on note l'inconstance de l'orientation scientifique des installations, le risque d'épuisement lié à

un opportunisme thématique, ainsi que le poids croissant des activités secondaires. Notons également qu'aucun des membres de l'équipe n'a de HDR, ce qui limite les possibilités de recrutement et d'encadrement doctoral. L'effectif de cette équipe devrait cependant être renforcé très prochainement par le recrutement de deux post-doctorants financés partiellement par EuPRAXIA et PACRI.

▪ **Science et Jeu Vidéo**

Les activités Science & Jeu Vidéo sont portées par un seul physicien permanent (DR). Celles-ci ont été financées par la chaire X/IPP « Science et Jeu vidéo » avec le soutien d'un mécénat UBISOFT de 2019 à 2023. La chaire, prolongée jusqu'à fin 2024, a permis d'embaucher des profils issus du jeu vidéo (ingénieurs de recherche ou d'études) et de développer une forte composante d'enseignement, comprenant de nombreux projets étudiants. Elle a également permis de financer une thèse au CNAM alliant sciences humaines, sociales et informatique. Parmi les réalisations marquantes : le jeu de vulgarisation scientifique sur la physique des particules « Exographer » est sorti en septembre 2024. La transition est en cours avec la création d'un spin-off, SciFunGames, entreprise de valorisation scientifique, que préside le physicien impliqué. La recherche de financements se poursuit, avec un fort soutien de la direction. Cependant, si la communication de l'IN2P3 joue le jeu, le service de valorisation du CNRS reste encore en retrait. La mise à disposition vers le privé, du physicien responsable, rend incertain l'avenir de cette activité à l'Ecole Polytechnique.

3.2.4 Physique des neutrinos

Le groupe Neutrino est le deuxième plus grand groupe de recherche du LLR. Au cours de ces dernières années, il a été renforcé par le recrutement d'un CR tandis que l'un des membres a quitté l'équipe pour prendre la direction du laboratoire de recherche international ILANCE (IRL) au Japon. À ce jour, le groupe est composé de 5 membres permanents (3 CR, 2 DR) ainsi qu'un nombre très important de membres non-permanents : neuf doctorants et trois post-doctorants. À cet égard, l'équipe bénéficie de financements variés (École Polytechnique, IN2P3 et CNRS MITI) et dispose de quatre HDRs. En outre, elle profite d'un soutien conséquent des services techniques du laboratoire (2 à 4 FTEs).

L'équipe participe depuis plus d'une décennie aux principales expériences de physique des neutrinos au Japon : T2K (Tokai to Kamioka) depuis 2006, Super-Kamiokande (SK) depuis 2016 et Hyper-Kamiokande (HK) depuis 2020. À noter que c'est le seul laboratoire français membre de ces trois expériences au Japon. Cette équipe dynamique est très visible à travers ces nombreuses responsabilités au niveau national et dans chacune de ces trois collaborations.

▪ **T2K**

L'expérience T2K est une expérience dite de longue portée qui exploite les faisceaux de neutrinos muoniques produits par l'accélérateur JPARC (Tokai) dirigés vers le détecteur lointain Super-Kamiokande (SK), l'objectif principal étant la recherche de la violation de CP.

Historiquement, le groupe a très grandement participé à la réalisation des détecteurs proches de T2K avec des contributions majeures en électronique et en mécanique : INGRID, et WAGASCI. Depuis 2018, elle participe très activement à la préparation du ND280-Upgrade, en particulier à travers la conception, avec l'Université de Genève, des cartes électroniques frontales de lecture du SuperFGD, qui comprennent des ASICS développés par le laboratoire Omega. L'installation et la mise en route des cartes a eu lieu à l'automne 2023.

L'équipe joue également un rôle clé dans les analyses de données et les études de sensibilité de T2K. Elle compte parmi ses membres l'un des responsables du groupe de travail sur l'analyse des oscillations, qui produit les résultats emblématiques de T2K, ainsi qu'une des responsables du groupe de travail dédié à la mesure des sections efficaces.

▪ SK et HK

Le groupe a rejoint la collaboration SK avec pour objectif principal la détection du fond diffus de neutrinos de supernova (DSNB). L'équipe a alors pris le leadership des deux analyses de recherche du DSNB. Elle a, entre autres, développé l'algorithme d'identification des captures neutroniques basé sur les techniques d'apprentissage machine, étudié les bruits de fond de spallation et mis en place des techniques de réjection des bruits de fond. Les premières analyses de recherche du DSNB sans Gd ont fait l'objet d'une publication, dont deux des "corresponding authors" sont membres du groupe. Le groupe garde à l'heure actuelle son leadership sur cette analyse phare pour laquelle on attend une sensibilité accrue de par l'ajout d'un dopage en gadolinium à 0.03%. Notons que la prolongation de SK jusqu'en 2027 a été validée par le ministère Japonais.

L'équipe neutrino du LLR, en continuité avec T2K et SK, participe activement à HK aux côtés des laboratoires LPNHE, OMEGA et du CEA Saclay. Grâce au soutien de l'École Polytechnique, le groupe a pris le leadership sur le développement de l'électronique frontale HK, en particulier le circuit ASIC HKROC, une solution innovante pour la lecture des photomultiplicateurs. Cette solution n'a finalement pas été retenue par la collaboration, mais ces avancées renforcent la visibilité des équipes françaises et pourraient profiter à d'autres expériences sur le long terme. En parallèle, le groupe développe les algorithmes de reconstruction des événements basés sur l'utilisation d'un Graph Neural Network (GNN) et fournit les analyses de sensibilité officielles de HK.

Il est à souligner que la création d'ILANCE en 2021, dirigé par un ancien membre de l'équipe, renforce la coopération scientifique franco-japonaise, et facilite la présence prolongée sur place tout en limitant l'empreinte carbone des déplacements. Toutefois, une inquiétude se fait ressentir quant au budget mission pour 2025.

3.2.5 Astroparticules

L'équipe Astroparticules est actuellement composée de cinq membres permanents (3 CR, 2 DR), un émérite, deux chercheurs post-doctoraux et quatre doctorants. L'équipe contribue très fortement à deux expériences en cours, Fermi-LAT et H.E.S.S., ainsi qu'au projet CTA, tout en menant des recherches sur la polarimétrie gamma, notamment avec l'expérience

HARPO. Ses activités couvrent un large domaine d'énergies, allant d'environ 20 MeV à plusieurs dizaines de TeV, offrant ainsi une vision globale de l'astronomie gamma.

▪ **Astroparticules FERMI**

Les activités Fermi-LAT sont portées par 3 permanents, 1 Post-Doc et un doctorant. Cette équipe a eu des contributions essentielles au développement des algorithmes de reconstruction et de sélection des événements. Elle a ainsi très fortement contribué au traitement et à l'analyse des données (classification des sources, étude des pulsars et des phénomènes transitoires). Cette équipe est de plus en plus impliquée dans l'élaboration du catalogue général de sources de Fermi. La mission FERMI est reconduite par la NASA tous les trois ans, avec des indications claires en faveur d'une prolongation sur le long terme, bien au-delà des prévisions initiales. Cette extension repousse d'autant la préparation des legacy papers.

Les membres de cette équipe sont très visibles avec des responsabilités importantes. L'une de ses membres a été coordinatrice de l'analyse, co-coordinatrice du groupe « Extragalactic / Multimessenger » et est actuellement membre du 'publication board'. Le responsable de l'équipe est quant à lui co-coordonateur du groupe Calibration et Analyse depuis 2019, membre du *publication board* depuis 2014 et est le responsable national Fermi-IN2P3.

▪ **Astroparticules HESS**

Les activités HESS sont portées par un physicien permanent, un Post-Doc et deux doctorants. Le groupe a participé à la conception et à la réalisation des structures mécaniques des caméras, au système d'acquisition, ainsi qu'aux prises de données, à l'étalonnage, à l'analyse et à l'interprétation de ces dernières. L'équipe a ainsi grandement participé à l'exploitation des données de H.E.S.S. Elle a, entre autres, développé des méthodes de simulation réaliste de chaque observation individuelle, des outils de recherche de sources transitoires ainsi qu'une méthode d'étalonnage utilisant un drone émettant des flashes de lumière au-dessus du réseau de télescopes. Parmi leurs résultats majeurs, on peut citer la première mise en évidence de l'émission étendue associée aux jets d'une radiogalaxie proche, Centaurus A, l'étude de la variabilité temporelle de divers systèmes binaires dont LS 5039 et PSR B1859-63, la première mise en évidence d'une émission diffuse dans le grand nuage de Magellan, ou l'étude du magnétar SGR 1806-20.

Cette équipe est très visible avec des responsabilités de premier plan. L'un de ses membres a dirigé et codirige la collaboration HESS depuis 2016, est responsable du département IT (systèmes d'information) et coordonne le développement et la maintenance de l'un des deux logiciels d'étalonnage et d'analyse de données. Un autre membre, à présent émérite, fut vice-président du comité de pilotage.

▪ **Astroparticules CTA**

Les activités CTA sont portées par deux permanents et un postdoc avec un fort support du groupe mécanique. Les activités se concentrent sur la conception et la réalisation de la mécanique des caméras NectarCAM. Un ingénieur assure la responsabilité du groupe de

travail ‘mécanique et refroidissement’ et est membre du comité de projet de NectarCAM. Le LLR a aussi pris la responsabilité de l’assurance qualité des caméras. Le projet a pris du retard et la mise en route de NectarCAM à La Palma est en cours. Dans le même temps, l’équipe prépare le key-science project (KSP) sur les clusters de galaxie. Elle a notamment mis au point une suite logicielle open-source permettant de modéliser les interactions des rayons cosmiques avec le gaz chaud et dense du milieu intra-cluster. Elle prépare également le KSP sur les sources transitoires, comme les sursauts gamma et les ondes gravitationnelles.

Encore une fois, cette équipe est très visible avec des responsabilités importantes. L’un de ses membres co-coordonne le groupe de travail ‘Analysis and simulations’. Une autre membre préside le ‘publication board’ (SAPO).

Le groupe Astroparticules bénéficie donc d’une expertise reconnue dans la fabrication et l’exploitation des observatoires gamma, couvrant une large gamme d’énergies, du MeV au TeV. Il se distingue par ses compétences en analyse des données multi-longueurs d’onde (GeV-TeV, X, UV) et en polarimétrie au MeV. Son champ scientifique est vaste, englobant l’instrumentation ainsi que l’étude des sources galactiques et extragalactiques. Il est extrêmement visible avec de nombreuses et importantes responsabilités.

À l’avenir, des opportunités s’ouvrent avec le développement de l’astronomie multi-messagers (ondes gravitationnelles, neutrinos) et la mise en service de CTA. Cependant, la structuration historique du groupe, les intérêts scientifiques personnels et les collaborations extérieures limitent le travail en commun entre ses membres. Enfin, la pérennité de toutes ces activités est fragilisée par la relative faible taille du groupe. Il est à noter qu’en 2025, il y aura un départ en retraite et les deux contrats post-doctoraux arriveront à leur terme. Les quatre thèses en cours se termineront également en 2026. Soulignons, enfin, qu’un seul de ses membres a obtenu son HDR, ce qui peut freiner le recrutement et l’encadrement doctoral.

3.3 Les services techniques

3.3.1 Service d’électronique et d’instrumentation

Le service d’électronique et d’instrumentation est composé de 10 personnes, 6 Ingénieurs de Recherche dont 1 ingénieur CDI de l’X, 3 Assistants Ingénieurs et un apprenti ingénieur. De plus, le service collabore également avec 2 ingénieurs du groupe “online” du service informatique pour l’étude et le développement du contrôle / commande des cartes électroniques.

Le service contribue à un large éventail de sujets, allant de la conception matérielle en électronique numérique, au développement de logiciels pour l’acquisition, en passant par le traitement des données, jusqu’au contrôle-commande des systèmes.

Les ingénieurs du groupe s’impliquent par une prise de responsabilité complète dans les projets, de la définition des fonctionnalités d’un système et des choix technologiques associés jusqu’à la mise en route de ces systèmes. Les cartes électroniques sont conçues par

les assistants ingénieurs du groupe qui ont la capacité de concevoir des circuits imprimés multicouches, compacts et à haute densité.

C'est une équipe très dynamique et soudée qui possède une grande diversité des compétences : maîtrise d'une chaîne d'acquisition de lecture de détecteur, codage sur FPGA, intégration d'ASIC (OMEGA/IRFU). Ce contexte est très formateur pour les nouvelles recrues, l'équipe se forme régulièrement pour s'adapter à l'évolution des métiers en électronique numérique (FPGA) et en conception de carte (intégrité du signal).

Le budget fonctionnement du service est de 8 k€.

Le service se réunit 2 à 3 fois par an afin de partager les informations transmises par la direction et de faire le point sur les projets. En outre, la proximité des agents facilite les échanges au quotidien.

Aujourd'hui, l'effectif du service est très limité pour faire face au nombre important de projets. Les agents se retrouvent donc fragmentés sur de nombreuses activités et ont peu de temps à consacrer à la veille technologique. Un CDD est en cours de recrutement et une NOEMI d'hiver va être ouverte, mais il est très difficile de recruter un électronicien ces dernières années de par les salaires peu attractifs en Île-de-France notamment. Pour le service, il serait très critique de passer sous le seuil des 6 agents.

3.3.2 Service informatique

Le groupe informatique est composé de 11 ingénieurs (4 Ingénieurs de Recherche polytechnique, 5 Ingénieurs de Recherche et 2 Ingénieurs d'Etudes CNRS) et de deux doctorants. Un ingénieur possède une HDR.

Le groupe informatique a pour mission de faire évoluer et maintenir les infrastructures du laboratoire ainsi que de développer des codes de pilotage, d'acquisition des données, de simulations et d'analyse pour les expériences du laboratoire.

Le service s'organise autour de quatre pôles :

- « Calcul et Données » qui assure la dimension opérationnelle des différentes infrastructures de calcul.
- « Analyse offline et simulations » qui est responsable de la production de programmes de simulations pour les différentes expériences du laboratoire
- « Online » qui assure le développement des programmes de pilotage des détecteurs ainsi que de l'acquisition et l'analyse temps-réel des données
- « Machine Learning » qui est responsable du développement de programmes d'analyse de données basés sur l'intelligence artificielle.

Il existe un référent par pôle.

L'équipe est bien soutenue par la direction. Au niveau des postes, il y a eu deux arrivées en 2023. Le service a un budget alloué. Les demandes spécifiques sont défendues lors des

EAOM. Les déplacements sont financés par les Master Projets ou les ANR. Une réunion avec les référents des pôles a lieu une fois par semaine. Une réunion de groupe a lieu 5-6 fois par an.

Le service est un atout pour le laboratoire. Il est visiblement bien structuré et bénéficie de la qualité des équipements à disposition (notamment via le centre de calcul de l'École Polytechnique). Les personnels nous ont paru très compétents et dynamiques, cultivant des liens avec les groupes de recherche.

3.3.3 Service mécanique

Le service mécanique est composé de 14 personnes, 5 Ingénieurs de recherche, 2 Ingénieurs d'Études, 4 Assistants Ingénieurs, 2 Techniciens et 1 Apprenti.

Le service a pour mission de prendre en charge l'ensemble des développements techniques, des études à la réalisation mécanique, de détecteurs et d'appareillages de physique, ceci pour différents projets du laboratoire. Il assure également la maintenance des équipements nécessaires aux activités de recherche du laboratoire.

Le service s'organise autour de trois pôles :

- Bureau d'Études et projets, composé de 9 personnes dont un alternant. Le BE utilise le logiciel CATIA V6 (3D experience) pour la conception mécanique et le logiciel ANSYS pour les calculs par éléments finis. Un poste IE CDD est en cours de recrutement.
- Atelier de fabrication (700 m²), composé de 4 personnes. Il dispose d'un parc machine impressionnant par sa modernité et le niveau de technologie. Une grande partie des machines a été renouvelée ou mise à niveau durant les 5 dernières années. Ce pôle dispose aussi d'un hall de montage permettant l'assemblage des détecteurs et de leurs outillages.
- Service Général, composé d'une seule personne en charge de la logistique, des transports de matériels sensibles, de la gestion des chantiers de travaux internes et de la gestion des stocks et approvisionnements du magasin interne.

Le service se réunit 5 à 8 fois par an en fonction du besoin afin de dresser un bilan sur l'avancée des projets, transmettre les informations générales, ... Le pôle atelier se réunit de façon hebdomadaire pour faire un état de l'avancement des fabrications et des assemblages.

Les relations avec la direction technique sont bonnes. Une réunion hebdomadaire est organisée avec la direction.

Le service fonctionne avec un budget annuel entre 55 k€ et 60k€ (Fonctionnement 15k€ ; Maintenance 5-10k€ ; Logiciel 12k€ ; Contrat 18k€ ; Investissement 5-10k€).

Le service mécanique est une équipe jeune et dynamique. L'atelier est très bien équipé, les agents se sont très bien adaptés aux nouvelles technologies (logiciel et machine) et

possèdent une réelle motivation pour la formation des jeunes recrues. Les agents ont pu élargir leurs différentes compétences poussées par le projet HGICAL.

L'atelier devrait déménager d'ici mi-2027, le futur bâtiment semble prendre en compte les réels besoins du service, bien que cela ait été remis en question par certains personnels du laboratoire.

Néanmoins, quelques points de vigilance ont été observés :

- Il y a beaucoup de pression sur le projet HGICAL surtout durant la phase de production des cassettes.
- Des craintes quant à la pérennisation des postes CDD et apprentis. L'équilibre entre le nombre d'agents au Bureau Etudes et à la Fabrication mécanique doit être maintenu. On compte 4 agents à l'atelier mécanique qui est trop peu face à la charge de travail.
- Le manque de visibilité sur le plan de charge de « l'après » HGICAL et CTA
- Quelques agents du service possèdent de réelles compétences dans le domaine des composites. Aujourd'hui, la demande est faible : il serait dommage de perdre cette compétence.
- Des dysfonctionnements concernant l'organisation du service ont été identifiés, et semblent conduire à un mal-être pour les personnels, voire à une situation conflictuelle. Une aide pourrait venir de la nomination d'un chef d'atelier dans le service mécanique du LLR. Le service bénéficierait sans doute d'une meilleure distribution des responsabilités, responsabilités qui pourraient être définies de manière officielle, afin de clarifier, de manière tangible, les fonctions et les tâches de chacun.

3.3.4 Service administratif

L'équipe administrative regroupe six personnes et s'organise autour des cinq pôles suivants : gestion financière et achats, gestion des ressources humaines (RH), communication et événements scientifiques, gestion des missions et veille 'appel à projet' et valorisation. La polyvalence des personnes du service et le travail en mode binôme contribuent à une organisation efficace et résiliente. Il a également été souligné lors d'un audit interne du CNRS que l'équipe administrative présente des compétences solides sur les aspects financiers ainsi qu'en recrutement RH.

Cependant, certains points faibles ont été évoqués. En premier lieu, la taille réduite voir insuffisante de l'équipe. À ce jour, la veille sur les AP, la préparation des contrats et le suivi des négociations ne peuvent être pleinement assurés. Parmi les risques identifiés figurent également l'impact d'une absence prolongée d'un membre de l'équipe, étant donné l'effectif déjà tendu, ainsi que le risque de retrait de la tutelle sur le BAP J du fait de la DGG (Délégation Globale de Gestion). Depuis 3 ans, une demande de poste est en cours auprès de l'École Polytechnique pour renforcer l'équipe. Les difficultés liées au recrutement et à

l'affectation des postes (notamment les contrats de 3 à 4 ans) restent un enjeu majeur, bien que certains recrutements aient été très réussis malgré des départs pour raisons personnelles.

En ce qui concerne les relations avec l'École Polytechnique, l'intégration a été complexe, surtout en raison du manque de clarté sur les interlocuteurs au sein de l'École Polytechnique et de l'IPP, ainsi que d'un intranet obsolète. De même, la transition vers une gestion dématérialisée des demandes de mission (logiciels Étamine et Notilus) a été compliquée et demeure lourde en raison des arbitrages quotidiens nécessaires. Elle a entraîné une perte de temps significative. Toutefois, sur ces deux aspects, la situation s'améliore progressivement.

Enfin, des besoins en formation, particulièrement en langue, ont été identifiés pour renforcer les compétences de l'équipe et faire face à l'accueil d'un nombre important de personnes non francophones au sein du laboratoire.

Concernant les promotions, aucun problème majeur de classement n'a été rencontré avec la nouvelle direction, et des propositions sont faites, notamment pour le BAP J, où les effectifs sont réduits. Cependant, une attention particulière doit être portée à la reconnaissance des carrières longues, comme en témoigne le cas d'une personne avec 40 ans d'ancienneté n'ayant pas été promue.

3.4 Non permanents, doctorants et Post-Doctorants du laboratoire

Aucun post-doctorant ne s'est présenté au créneau qui avait été prévu dans l'agenda. La presque totalité des étudiants en thèse est venue à la réunion organisée pour eux. Certains post-doctorants se sont greffés à ce second créneau. Une discussion dense, informelle et conviviale a pu avoir lieu. Aucun permanent du laboratoire n'était bien évidemment présent.

Les étudiants sont globalement contents du fonctionnement du laboratoire et mettent en avant un environnement propice à un travail de qualité ; des moyens suffisants (missions, locaux, ordinateur, etc) ; la possibilité de participer à des écoles, des conférences ; un encadrement bienveillant et soucieux ; leur participation dans certaines instances du laboratoire ; une ambiance générale agréable et apaisée. Pour ceux ayant une activité technique, la collaboration avec les services techniques a été vantée. Les non-permanents du laboratoire organisent des activités communes, régulières, qui créent du lien et qu'ils plébiscitent. Les étudiants partagent en général leurs bureaux et sont rassemblés par thématiques plus que par expérience. Ce qu'ils semblent apprécier.

Quelques difficultés ont néanmoins été exprimées.

La première concerne les étudiants étrangers qui, pour certains, doivent attendre très longtemps avant d'obtenir les documents légaux (visas, etc), ou doivent réitérer les démarches administratives, auprès de la sous-préfecture, afin de poursuivre en toute sérénité leur activité en France. Nous avons évoqué ce point avec la direction qui prend le problème très au sérieux. Un étudiant du LLR a récemment porté plainte contre la sous-préfecture, en raison des manquements constatés et a d'ailleurs gagné en justice. Mais la mauvaise foi des autorités paraît évidente dans ce domaine et reste préoccupante.

La seconde difficulté concerne la possibilité pour les étudiants de donner des enseignements pendant leur doctorat. L'accès à l'enseignement paraît beaucoup dépendre du responsable de thèse et de sa proximité avec les formations dispensées à l'École Polytechnique, ce qui laisse un sentiment d'injustice et d'inégalité, ressenti par une partie des doctorants avec lesquels nous avons pu discuter.

Outre les salaires trop peu élevés, la durée souvent inappropriée des contrats de post-doctorants, et leur nombre trop faible, les non-permanents ont mis en avant le manque d'information sur les possibilités de contrats qui sont offerts (post-doctorats, CDD), ainsi que sur leurs conditions.

La qualité des cours de français proposés aux doctorants étrangers a été également mise en question.

3.5 Entretiens individuels

Nous avons eu quatre entretiens individuels.

4. Conclusions du comité de visite

Le comité souhaite remercier l'ensemble du personnel du LLR, pour son accueil, le travail de préparation des entretiens et des présentations.

Le comité souhaite aussi féliciter l'ensemble du personnel, pour le travail scientifique et technique réalisé au LLR, qui se manifeste par une forte visibilité, des contributions, des responsabilités, et publications du plus haut niveau et une excellence reconnue internationalement.

Depuis la dernière visite du comité, de nombreuses améliorations ont eu lieu, conduisant à une atmosphère apaisée et agréable. La transparence des décisions, sans nuire au travail de la direction, semble être bien appréciée par le personnel, et la fracture ingénieur/chercheur paraît s'être en partie dissipée. Les réunions régulières, et certaines actions plus ponctuelles, ont pu créer des liens plus étroits, toujours dans le but de produire des résultats scientifiques plus pertinents et d'avoir un impact et une visibilité plus forts dans la communauté.

La cohésion des personnels s'étend aux plus jeunes dont l'encadrement est de qualité. Les membres des services techniques nous ont impressionnés par leur dévouement et leur dynamisme, notamment autour de certains projets fédérateurs.

Le comité souhaite néanmoins soulever certaines difficultés.

- L'engagement extrêmement fort pour le projet HGAL est une chance pour le laboratoire, mais il semble nécessaire de préparer la suite, afin d'éviter un éventuel trou d'air, après l'achèvement des réalisations pour CMS. Des pistes ont été mentionnées par la direction et certains groupes prévoient de potentiels développements techniques à moyen terme.

- Certains groupes, de petite taille, ont paru souffrir d'un manque de visibilité, qui ne provient pas de la gouvernance du laboratoire, mais plutôt d'un contexte négatif ou fluctuant. La direction est consciente de ces difficultés. Le déficit des HDR, dans certains de ces groupes, pénalise le recrutement de jeunes doctorants, et freine les possibilités de développement de certaines de ces équipes.
- Une réelle souffrance nous a été rapportée par les personnels du service mécanique. La direction technique est au courant et a une action positive, afin de résoudre ces difficultés, qui affectent un service fortement impliqué dans le projet HGAL. Une clarification des responsabilités au sein de ce service est une piste envisagée par la direction technique, ce qui semble également être le souhait d'une partie des membres du service.

Enfin, parmi les évolutions positives, depuis le dernier rapport, le comité souhaite mentionner l'équité homme-femme au sein du LLR, avec une forte progression du nombre de femmes parmi les plus jeunes (doctorants et post-doctorants), et une progression significative parmi les permanents. Cette évolution devrait se traduire, dans les années à venir, par un partage plus équitable des responsabilités, au sein des instances, des services et des groupes du laboratoire.