

Rapport du tourniquet du LLR - UMR 7638

Période examinée par le HCÉRES : 2014-2018

Visite du 5 au 7 novembre 2018

Version finale, 30 janvier 2019

Préambule: déroulement de la visite

Mandatée par la direction de l'IN2P3, la section 01 a désigné Jaime Dawson (CR), Mohamed El Khaldi (IR) et Lydia Roos (DR) pour évaluer le fonctionnement du Laboratoire Leprince-Ringuet (LLR). La visite s'est déroulée sur quatre demi-journées, du 5 au 7 novembre 2018.

Le présent compte rendu repose sur le rapport d'auto-évaluation produit par le LLR en vue de son évaluation par l'HCÉRES, les présentations faites pendant la visite et les entretiens qui les ont accompagnées. Le comité regrette toutefois l'absence de rapport d'activité, en cours de rédaction au moment de la visite. Celui-ci aurait apporté une documentation complémentaire au rapport d'auto-évaluation dans lequel les services techniques, par exemple, ne sont pas décrits.

Le programme complet est donné ci-dessous.

Lundi 5 novembre

- 13h30-13h50 : présentation générale en présence de tout le personnel
- 13h50-14h30 : rencontre avec l'assemblée de direction
- 14h30-15h30 : équipe CMS (composante proton-proton)
- 15h30-15h45 : *pause*
- 15h45-16h30 : équipe physique des neutrinos
- 16h30-17h15 : équipe astronomie γ
- 17h15-17h45 : entretiens individuels
- 17h45-18h15 : *pause*
- 18h15-18h40 : équipe ILC/CALICE
- 18h40 : discussion interne du comité

Mardi 6 novembre

- 09h00-09h45 : équipe ions lourds
- 09h45-10h10 : équipe PEPITES/GEANT4
- 10h10-10h35 : équipe GALOP
- 10h35-11h00 : *pause*
- 11h00-12h15 : rencontre avec les doctorants et post-doctorants
- 12h00-13h30 : déjeuner
- 13h30-14h15 : service administratif
- 14h15-15h00 : service mécanique
- 15h00-15h30 : entretiens individuels
- 15h30-16h00 : *pause*
- 16h00-16h45 : service électronique

- 16h45-17h30 : service informatique
- 17h30-18h00 : rencontre avec le comité de direction
- 18h00-19h00 : discussion interne du comité

Mercredi 7 novembre

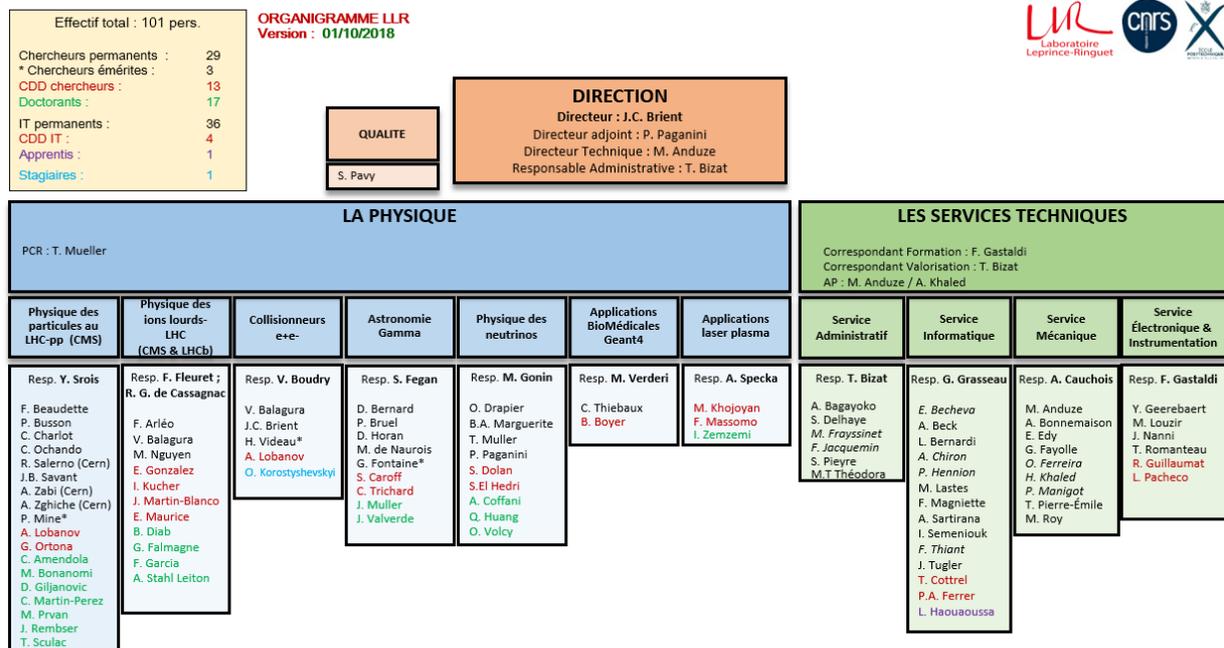
- 09h00-09h30 : rencontre avec le conseil scientifique
- 09h30-09h45 : entretien individuel
- 09h45-10h30 : rencontre avec le conseil de laboratoire
- 10h30-10h45 : rencontre avec la commission primes et avancements
- 10h45-12h00 : entretiens individuels
- 12h00-12h30 : discussion interne du comité
- 12h30-12h45 : entretien individuel
- 12h45-13h15 : discussion avec la direction

I. Présentation générale du laboratoire

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 où il est implanté. Fondé en 1936 par Louis Leprince-Ringuet, c'est le plus ancien laboratoire de l'École.

Les activités de recherche sont structurées en sept équipes : physique des particules au LHC, ILD/CALICE, astronomie γ , physique des neutrinos, applications biomédicales et Geant4, applications laser-plasma (expérience GALOP) et physique des ions lourds.



Ces groupes de recherche sont accompagnés par un service administratif et trois services techniques : mécanique, informatique, et électronique & instrumentation. Les services techniques comprennent un correspondant de formation, un correspondant de valorisation et deux assistants de prévention (AP). Une personne compétente en radioprotection (PCR) est rattachée aux groupes de physique et une ingénieure qualité à la direction (voir organigramme fonctionnel ci-dessus).

2. Personnel

L'effectif total du laboratoire à la date du tourniquet est de 101 personnes, correspondant à :

- Chercheurs permanents : 29
- Chercheurs émérites : 3
- CDD chercheurs : 13
- Doctorants : 17
- ITA permanents : 36 (dont 11 agents de l'École polytechnique et 1 du ministère de la défense)
- CDD ITA : 4
- Apprentis : 1
- Stagiaires¹ : 1

Il est à noter qu'il y a autant de chercheurs non permanents (doctorants et post-doctorants) que de permanents au sein du laboratoire. L'effectif de ces derniers est resté stable sur la période examinée. En revanche, l'effectif d'ITA a diminué durant ces dernières années (-9 personnes entre 2014 et 2018), principalement du fait de départs successifs non remplacés.

L'incertitude sur le statut des agents de l'École polytechnique qui avait été soulignée lors de la précédente visite du comité en 2014 demeure mais ne semble plus susciter une forte inquiétude.

Le déséquilibre entre le nombre de femmes et d'hommes est important chez le personnel IT, criant chez les chercheurs. Il entraîne mécaniquement une sous-représentation des femmes aux postes de responsabilité. En revanche, il est intéressant de souligner que celles-ci représentent 40% des effectifs chez les CDD, doctorants et post-doctorants.

3. Budget

Le budget géré directement par le laboratoire est resté relativement stable au cours des cinq dernières années, à environ 3,5 millions d'euros par an. Environ un million d'euros (soutien de base et financements projets, hors personnels CDD) proviennent des deux tutelles, le CNRS (majoritaire) et l'École polytechnique. En 2018, les ressources reçues via le plan d'investissement d'avenir (labex P210, équipex) atteignaient un montant

¹ Les effectifs sont ceux au moment de notre visite. Au cours de l'année 2018, 28 stagiaires ont été accueillis. En revanche, il y a eu une seule apprentie sur l'année.

analogue². Le reste du budget provient essentiellement de contrats ANR et de projets européens. Le succès du LLR auprès de ces différents programmes est tout à fait remarquable. Le LLR bénéficie enfin des financements TGIR pour les projets CTA et HL-LHC.

Généralement, près de la moitié de ces dépenses est consacrée aux achats, un quart est utilisé pour des missions et un autre quart pour des emplois en CDD.

La masse salariale gérée directement par les tutelles, majoritairement le CNRS, était de 5,5 millions d'euros en 2017. Ce chiffre inclut les postes permanents ainsi que les CDD hors ressources propres tels que les bourses Marie Curie ou les financements P2IO.

4. Situation et locaux

Le laboratoire est situé sur le campus de l'École polytechnique à Palaiseau, au sein du centre de recherche de l'école. Les bureaux sont distribués sur deux ailes perpendiculaires, sur un même étage. Une salle café a été aménagée au cœur du laboratoire.

Le service mécanique occupe un bâtiment séparé de 700 m² qui abrite les bureaux, l'atelier, un hall de montage de 120 m² et une salle blanche de 55 m². Dans le cadre de la réorganisation du campus, un nouveau bâtiment a été prévu pour accueillir le service. Le projet paraissait cependant incertain au moment de notre visite.

5. Fonctionnement général

L'équipe de direction est composée du directeur d'unité (DU), Jean-Claude Brient, de son adjoint (ADU), Pascal Paganini, de la responsable administrative (RA), Thu Bizat et du directeur technique (DT), Marc Anduze. Le fonctionnement du laboratoire repose en outre sur plusieurs instances.

- L'assemblée de direction (AD) est composée de la direction (DU, ADU, RA, DT), des responsables de service, des responsables d'équipe, du président du conseil scientifique et du président de la section 01. Elle se réunit une fois par mois pour échanger des informations.
- Le comité de direction (CD) réunit environ six fois par an le DU, l'ADU, la RA, le DT et les trois responsables de service technique. Il s'agit de l'instance de décision concernant les primes et avancements du personnel ITA, et les investissements du laboratoire.
- Le comité technique de revue des projets (CTRP) est composé des mêmes personnes que le comité de direction. Il se réunit sur demande de la direction ou des équipes scientifiques pour arbitrer les demandes de personnels techniques par les projets scientifiques.
- La commission des primes et avancement (CPA) est composée de la direction et de huit membres ITA élus (six titulaires et deux suppléants). C'est devant cette

² Ces budgets (plan d'investissement d'avenir, ANR, Europe) sont le plus souvent pluriannuels et incluent le salaire de personnels non permanents (doctorants et post-doctorants).

instance que le CD justifie ses décisions sur les primes et avancements, deux à quatre fois par an.

- Le conseil de laboratoire (CL) est formé par six membres élus (trois chercheurs, trois ITA), cinq nommés (trois chercheurs et deux ITA), et du DU. Les autres membres de la direction (ADU, RA, DT) sont invités permanents. Il se réunit deux à trois fois par an.
- Le conseil scientifique (CS) se réunit également deux à trois fois par an. Il est composé de quatre membres élus, tous chercheurs, de cinq membres nommés (deux chercheurs, trois ITA) et de trois chercheurs externes au LLR. Le DU et son adjoint sont membres de droits tandis que le DT et la RA sont invités permanents.

6. Enseignement

Le personnel du laboratoire est impliqué dans l'enseignement, à l'École polytechnique et à l'extérieur. Dans le cadre de l'École polytechnique, plusieurs membres du LLR enseignent dans le cycle ingénieur et participent à l'organisation du concours d'admission (le directeur scientifique du concours appartient au LLR). Un membre du laboratoire est co-responsable du master de Physique des hautes énergies (PHE), conjoint entre l'École polytechnique et l'École de physique de l'ETH à Zürich, et plusieurs y assurent des cours. Par ailleurs, le laboratoire est impliqué dans l'école doctorale PHENICS par l'enseignement et la direction ajointe de l'ED assurée successivement par deux physiciens du LLR. Enfin, certains personnels sont impliqués à titre individuel dans plusieurs autres structures de l'enseignement supérieur.

Au moment de notre visite, l'organisation future en terme d'école doctorale était floue, l'École polytechnique ayant quitté le projet de l'Université Paris-Saclay à laquelle étaient inscrits les étudiants en thèse au LLR. On peut espérer qu'il s'agisse d'une situation temporaire qui devrait être réglée avant la prochaine rentrée universitaire. Cependant, elle pose problème pour des étudiants, notamment étrangers, amenés à s'inscrire dans cette période transitoire.

II. Entretiens avec les différentes composantes du laboratoire

1. Composantes transverses générales

i. Assemblée de direction

Lors de ce premier entretien de notre visite, nous avons rencontré la quasi totalité des membres de l'assemblée de direction, y compris la direction elle-même. L'AD se réunit une fois par mois, après la réunion des directeurs d'unité de l'IN2P3, de sorte que le directeur du LLR puisse transmettre les informations aux services administratifs et techniques ainsi qu'aux équipes de physique. Les informations venant de l'École polytechnique sont également transmises lors de ces réunions.

La composition de l'AD est restée essentiellement stable sur la période évaluée. La discussion a essentiellement porté sur le sous-effectif en personnel IT, ressenti fortement par nos interlocuteurs. Certaines équipes soulignent la difficulté de s'engager dans de très grands projets dans ces conditions. En effet, le LLR a dû faire face à un

déficit net de neuf ITA sur la période 2014-2018. Cela a entraîné une fragmentation du travail des personnels qui ont le sentiment de devoir changer de projets trop souvent ou travailler sur plusieurs projets en parallèle, au détriment de la qualité. Ce mode de fonctionnement est en général peu apprécié, voire mal vécu par les personnels. Selon nos interlocuteurs, il contribue également à la difficulté de recrutement lorsque des postes sont ouverts, les salaires peu compétitifs par rapport au secteur privé n'étant plus compensés par le défi intellectuel et la satisfaction d'explorer une technologie jusqu'au bout.

Par ailleurs, il ressort de la discussion que le nombre d'étudiants en thèse est jugé satisfaisant tandis qu'une augmentation des financements pour les contrats post-doctoraux serait la bienvenue. Au moment de la visite du comité, le rapport du nombre de chercheurs en CDD sur celui de chercheurs permanents était environ de 30%.

Enfin, les responsables ont voulu marquer leur inquiétude face à une charge administrative accrue qui fragmente leur temps de recherche et espèrent une attention de la part de la direction de l'IN2P3 quant à cette question.

ii. Comité de direction

Le comité de direction est composé de la direction et des responsables des services techniques. C'est l'organe de décisions collectives de la direction en matière de définition des priorités de recrutement, proposition des primes annuelles et des avancements pour les personnels ITA, gestion des dépenses effectuées sur les soutiens de base du laboratoire (SBNA) et arbitrage des moyens mis au service des expériences. Les propositions de primes et la gestion des carrières ITA concernent à la fois les agents CNRS (majoritaires) et les onze agents de l'École polytechnique. De plus, le LLR accueille depuis cette année une fonctionnaire du ministère de la défense. Les primes sont proposées par le CD selon des critères de mérite. Les chefs de services en bénéficient systématiquement par décision du DU. Le CD se réunit environ six fois par an.

Le comité de direction est également en charge de l'organisation des comités techniques de revue de projets (CTRP) au sein desquels est décidée l'allocation des ressources techniques. Les CTRP sont organisés sur demande de la direction ou des équipes scientifiques (entre deux et quatre fois par an sur les dernières années).

iii. Commission des primes et avancements

Cette commission est composée des représentants de la direction, ainsi que de membres élus. C'est l'instance devant laquelle la direction présente ses décisions sur les primes et les promotions ITA au sein du laboratoire. La CPA ne prend pas elle-même de décision. Elle représente les agents du CNRS et de l'École polytechnique. Elle se réunit environ deux fois par an.

iv. Conseil de laboratoire

Neuf personnes, sur les onze membres élus et nommés du conseil de laboratoire, étaient présentes à cet entretien.

Plusieurs points ont été abordés.

- Le rôle et le fonctionnement du CL : nos interlocuteurs ont regretté à la fois que le CL se réunisse peu (deux à trois fois par an) et qu'il ne soit pas systématiquement consulté sur les points statutaires, tels que le budget, qui s'avèrent discutés en fin de compte à leur propre demande.
- La question des départs de personnels ITA du laboratoire dans les dernières années est un sujet de préoccupation dont le CL s'est saisi à plusieurs reprises. Il s'avère toutefois difficile de tirer des enseignements clairs tant les situations personnelles peuvent être diverses. Cependant, le mal-être des agents soumis à une fragmentation de leur tâche et le manque de proximité entre chercheurs et ingénieurs pour nombre d'entre eux sont mis en avant. Le CL considère que les personnels ITA travaillent dans une ambiance dégradée, qu'il s'agit là d'un point crucial pour l'avenir du laboratoire qui demande la vigilance de tous, direction comme personnels.
- Au-delà de la question spécifique des personnels ITA, le CL souligne un manque de lien au sein du laboratoire. Si les séminaires se déroulent bien, il regrette l'absence de réunion régulière de l'ensemble du laboratoire. Il souligne le manque de salle adéquate, l'absence d'amphithéâtre, non seulement dans les locaux du LLR mais également à l'échelle du centre de recherche dont fait partie le laboratoire.
- Le CL a rappelé la motion adressée à la direction de l'Institut au sujet de l'appel à candidature pour le poste de directeur du LLR. Lors de notre entretien, la discussion a surtout porté sur le processus de nomination. Le CL juge que le processus manque de clarté et met ses deux représentants, désignés pour faire partie du comité de recherche, dans une situation délicate. Il souhaiterait des préconisations claires de la part de la direction de l'IN2P3, par exemple sur l'organisation d'assemblées générales et leurs modalités. Si un cadrage strict n'est pas souhaité, une information sur les bonnes pratiques permettrait de mener le processus d'une manière plus apaisée. Le CL s'interroge par ailleurs sur le statut et le rôle du futur directeur pendant la période entre sa désignation et la fin du mandat du directeur actuel, soit près d'un an. Il demande que le fonctionnement de la direction pendant cette période soit clarifié par l'IN2P3.
- Interrogés sur le projet de fédération de l'APC, du LLR et du LPNHE, nos interlocuteurs ont mentionné que celui-ci avait fait l'objet de discussions constructives au sein du CL. Un groupe de travail a été constitué et a rendu des conclusions écrites en 2016. Le sujet reste en suspens depuis.
- Enfin, il a été noté l'absence de représentant étudiant ou post-doctorant au sein du CL. Si cette représentation n'est pas obligatoire, elle a cependant existé dans le

passé et a montré son intérêt. Le siège n'a cependant pas été renouvelé depuis le départ de sa titulaire en fin de thèse en 2017³.

v. Conseil scientifique

Cet entretien a eu lieu avec sept des neuf membres internes, élus et nommés, du conseil scientifique. Les trois membres externes avaient été informés de notre visite par le président du CS mais n'étaient pas présents.

Les missions et le fonctionnement du CS sont régis par une charte qui nous a été transmise. La durée du mandat des membres a été fixée à quatre ans : elle passe de fait à cinq ans avec l'allongement du contrat d'association des UMR au CNRS. Les membres nommés le sont pour la mandature du DU. Les membres élus sont renouvelés par moitié à mi-mandat. Le travail du CS est organisé par son président et les comptes rendus de séances rédigés par le secrétaire scientifique. Tous deux sont élus par les membres du CS pour un demi mandat, renouvelable une fois.

Les réunions du CS se déroulent sur une journée avec une séance ouverte le matin et une séance fermée l'après-midi. Elles s'articulent en général autour d'un sujet majeur et d'une à deux questions supplémentaires. L'agenda est discuté préalablement entre le président du CS et le DU. Il peut être établi sur demande des équipes elles-mêmes. Les documents préparatoires et les présentations sont fournis à l'avance. La publication des comptes rendus est annoncée généralement quelques semaines après la tenue du conseil. L'organisation est jugée peu formelle mais satisfaisante pour un laboratoire de la taille du LLR, tout comme la fréquence des réunions (deux à trois fois par an).

Nos interlocuteurs regrettent cependant qu'une des équipes du laboratoire n'ait pas été examinée par le CS depuis 2013. Par ailleurs, ils insistent sur l'importance que la direction participe au CS mais qu'elle observe une réserve lors des débats et la rédaction des comptes rendus. Ils souhaitent en outre une articulation plus forte entre leurs travaux et ceux du CTRP en étant informés des décisions de celui-ci concernant les projets discutés en CS. Ils regrettent également que du personnel IT puisse être affecté à des projets sans que ceux-ci aient été examinés récemment par le CS. Pour améliorer le fonctionnement, ils proposent qu'un membre du CS soit invité aux réunions du CTRP dont les comptes rendus doivent être rendus publics.⁴

Interrogés sur le projet de fédération de laboratoires, les membres du CS rencontrés se sont exprimés en faveur de la tenue de conseils scientifiques communs lorsque cela est pertinent et souhaitent rester attentifs à ne pas ajouter des procédures superflues.

³ À la suite de notre visite, un nouveau représentant a été élu et a participé à un premier CL en décembre.

⁴ Ces propositions étaient en discussion dans la période autour de notre visite et ont été acceptées par la direction.

vi. Service administratif

Le service est composé de six personnes couvrant les activités suivantes : ressources humaines (RH), achats et suivi budgétaire, accueil et accompagnement RH des étrangers, communication et événements, contrats de recherche et valorisation. Les agents sont organisés en binôme voire en pôle pour couvrir toutes les activités et assurer une réelle continuité de service.

Les discussions ont porté sur la difficulté de gérer les nouveaux outils et le peu d'accompagnement pour se former et s'y adapter. C'est un point d'inquiétude important qui avait déjà été soulevé lors de la précédente visite en 2014. Il a été signalé que le travail de veille des appels à projets et d'aide administrative au montage des dossiers était assuré par la responsable du service, la personne en charge du calcul des coûts ayant quitté le laboratoire. Enfin, les activités de communication et diffusion de la culture scientifique étaient organisées en binôme avec un physicien qui n'est aujourd'hui plus responsable de cette tâche et n'a pas été remplacé.

Comme dans d'autres services du laboratoire, il y a une difficulté à recruter et à pérenniser les CDD.

vii. Responsable qualité

Une responsable qualité est arrivée en 2013, en partie en raison des besoins du projet CTA NectarCAM. Son rôle est double : le pilotage d'actions qualité-projets pour le laboratoire et l'assurance qualité pour un produit.

Les actions qualité-projets pour le laboratoire incluent la révision des procédures administratives internes, l'écriture du premier livret d'accueil et la restructuration du service informatique. La responsable qualité peut en outre répondre à des demandes ponctuelles de la part des projets, en particulier en termes de gestion. Néanmoins, son activité principale est l'assurance qualité de la caméra de CTA NectarCAM. Elle est également impliquée au niveau national (réseau qualité de l'IN2P3, centre de compétences techniques du CNES) et contribue à des enseignements.

Au-delà de l'assurance qualité pour un produit, la présence d'une qualitiennne dans le laboratoire nous a semblé un atout qui pourrait être utilisé sur les questions de gestion au sein de l'unité.

2. Les groupes de physique

i. CMS

L'équipe CMS est la plus grande du laboratoire. Elle est composée de onze permanents, deux post-doctorants, sept doctorants et un émérite. Elle couvre deux activités relativement distinctes : la physique des collisions proton-proton d'une part, celle des ions lourds d'autre part. Le responsable de l'équipe est impliqué dans la première tandis que son adjoint coordonne la seconde. Nous rapportons ici l'entretien que nous avons eu avec la composante proton-proton de l'équipe, constituée de neuf permanents (quatre

DR et cinq CR), d'un post-doctorant, et de six doctorants. L'entretien avec les membres de la composante ions lourds est rapporté dans la section vii.

La composante proton-proton de l'équipe CMS est spécialisée dans l'étude du boson de Higgs et de la diffusion de bosons vecteurs. Elle a joué un rôle central dans la découverte du boson de Higgs en 2012, puis dans l'étude de ses propriétés. Elle a contribué à la mise en évidence de sa désintégration en une paire de leptons τ et l'observation du mode de production associée à une paire de quarks top. Elle est également active dans la recherche de la production de paires de Higgs et dans l'étude de la diffusion des bosons vecteurs. Ces analyses de physique sont faites de concert avec des activités sur les algorithmes de reconstruction des électrons, des leptons τ , et de flux de particules. Dans la suite de ses responsabilités sur le calorimètre électromagnétique (système de déclenchement, monitoring des cristaux, etc.), l'équipe s'est impliquée dans les améliorations de phase I et II du détecteur dont le nouveau calorimètre à haute granularité, HGCal. Ses responsabilités concernent la mécanique et le système de déclenchement.

L'activité de cette équipe est remarquable par ses réalisations en physique, études de performance et détecteur, par la cohérence de l'ensemble, et par sa visibilité au sein de la collaboration CMS et à l'extérieur. Les membres de l'équipe exercent de nombreuses responsabilités dans la collaboration et le nombre de présentations en conférence est impressionnant. Nos interlocuteurs expriment cependant plusieurs inquiétudes.

- Dans le cadre des engagements dans HGCal et face à un planning tendu, ils ont voulu nous alerter sur la fragilité des ressources en personnel IT qu'ils estiment à environ un quart des capacités des services mécanique et électronique. Ils considèrent que les décisions prises en CTRP ne sont pas toujours traduites fidèlement dans la réalité et dans le temps. Ils regrettent que le TGIR HL-LHC ne puisse permettre l'embauche ni d'IR, ni de post-doctorants.
- De façon générale, au-delà des engagements dans HGCal, ils souhaitent pouvoir recruter plus de post-doctorants (un seul aujourd'hui).
- Si les jeunes physiciens du groupe sont fortement engagés dans la préparation du HL-LHC et devraient ainsi assurer l'avenir du groupe, un tiers des physiciens partiront à la retraite avant le démarrage. L'équipe demande donc l'anticipation de ces départs. De même, un transfert d'expertise est aujourd'hui engagé sur le firmware du système de déclenchement en prévision du départ en retraite d'un IR. Toutefois, ce transfert ne sera assuré que si la personne actuellement en CDD voit son contrat pérennisé.

ii. ILD/CALICE

L'équipe ILD/CALICE est composée de trois physiciens permanents (deux DR dont le DU et un CR) et un émérite. Un post-doctorant a contribué au groupe mais au moment de notre visite, la majorité de son temps de travail était consacrée au projet HGCal. Cinq ingénieurs participent au projet pour un total estimé à 1,6 équivalent temps plein. Deux thèses ont été soutenues en 2018 ; il n'y a actuellement pas de doctorant.

Cette équipe se consacre à la R&D pour les calorimètres de haute granularité pour de futurs collisionneurs électron-positon. Au sein de la collaboration CALICE, le groupe joue

un rôle important dans la conception mécanique du calorimètre électromagnétique silicium-tungstène (SiW-ECAL), la simulation paramétrique de la réponse du calorimètre, les algorithmes de reconstruction de flux de particules (PFA) et l'évaluation des performances pour la reconstruction des leptons τ . Le niveau et le nombre des responsabilités des membres de l'équipe au sein des collaborations CALICE et ILD sont remarquables. Enfin, il est intéressant de noter la synergie entre les projets SiW-ECAL et HGCal, le second ayant bénéficié à son démarrage des études sur le premier. Le développement des algorithmes PFA dans HGCal a en retour profité au projet SiW-ECAL.

Bien que l'équipe ait développé également une collaboration sur le projet chinois CEPC (par une thèse en co-tutelle notamment), son avenir dépend fortement de la décision du gouvernement japonais concernant le financement de l'ILC, décision non publique au moment de la rédaction de ce rapport. Dans le cas d'une décision positive, elle espère qu'une politique de recrutement ambitieuse sera mise en place à tous les niveaux, doctorants, post-doctorants, permanents, ainsi qu'un renforcement du soutien en personnels IT. Nos interlocuteurs soulignent que ce renforcement est nécessaire pour assurer simultanément les projets SiW-ECAL et HGCal qui reposent largement sur les mêmes compétences.

iii. Astronomie γ

L'équipe astronomie γ est actuellement composée de cinq membres permanents (trois CR et deux DR), un émérite, deux chercheurs post-doctoraux et deux doctorants qui se répartissent dans différents projets. Les activités de l'équipe couvrent une gamme d'énergie allant du MeV jusqu'à plusieurs dizaines de TeV, idéale pour les études des objets émettant dans une large bande spectrale comme les noyaux actifs de galaxie (AGN). Elle a acquis une renommée internationale dans la construction et l'exploitation de données de télescopes à rayons γ sur Terre (HESS) et dans l'espace (Fermi). Elle a été impliquée dans la conception d'une expérience dans le domaine de la polarimétrie des rayons γ , HARPO. Elle s'est également engagée dans Cherenkov Telescope Array (CTA), l'observatoire au sol de la prochaine génération pour l'astronomie par rayons γ aux très hautes énergies.

L'équipe est très visible dans l'expérience HESS (un de ses membres en est le porte-parole). Après avoir contribué à la construction des caméras, elle continue à assurer aujourd'hui la maintenance annuelle de la partie mécanique de celles-ci. Elle contribue également aux étalonnages, simulations, méthodes de reconstruction et analyses, qui ont permis entre autres la détection des sources de très faible intensité.

L'équipe astronomie γ a apporté des contributions significatives à Fermi, en particulier la révision complète de la reconstruction et de la sélection des événements (pass8). Le nouveau catalogue, comprenant la classe de photons améliorée (SOURCE), a été rendu public en 2018.

L'expérience HARPO a eu pour but de démontrer la faisabilité d'un télescope et polarimètre basé sur une chambre à projection temporelle (TPC). Soutenu par un projet ANR et en collaboration avec l'IRFU, le laboratoire a construit un prototype et l'a caractérisé en faisceau γ , ce qui a prouvé le fonctionnement de cette technique dans la

gamme en énergie applicable aux sources cosmiques. Les membres de l'équipe regrettent que, bien que le projet ait été considéré comme réussi, aucune collaboration internationale n'ait pu être établie autour du concept technique de HARPO.

Des membres de l'équipe participent également à la construction de CTA. Le LLR est responsable de la structure mécanique de la caméra NectarCAM et de sa calibration. À travers cette activité, le groupe CTA inclut également un ingénieur en mécanique et la responsable qualité du laboratoire. La mise en route de NectarCAM à La Palma est prévue à la fin de 2020.

L'avenir proche de l'équipe comprendra également la continuation de HESS et Fermi. La durée de vie du projet HESS sera probablement prolongée, avec la possibilité d'une mise à niveau de la caméra du plus grand télescope. L'équipe considère également que la poursuite de Fermi est très importante puisqu'aucun projet au GeV n'a encore été approuvé. Alors que l'avenir de ces deux projets est incertain, le groupe est cependant confiant de pouvoir les poursuivre sans nuire à leurs activités sur CTA.

iv. Physique des neutrinos

L'équipe neutrinos est composée de cinq chercheurs permanents (trois DR et deux CR), trois doctorants et deux post-doctorants. L'équipe s'intéresse aux oscillations des neutrinos sur longue distance, avec l'expérience sur faisceau T2K, au Japon, que le LLR a rejoint 2006. En 2015, l'équipe a rejoint la proto collaboration HyperKamiokande. Intéressés par le programme cosmologique de SuperKamiokande, certains ont décidé en outre de rejoindre cette collaboration en 2016. Le LLR est aujourd'hui le seul laboratoire français impliqué dans SuperKamiokande. L'équipe est très visible, avec de nombreuses présentations en conférence, et des responsabilités au niveau national et dans les collaborations.

Dans le but de réduire une des sources d'erreurs systématiques principales de T2K, à savoir la connaissance imprécise des sections efficaces d'interactions neutrino-noyau, et en cohérence avec son intérêt et son expertise dans les détecteurs proches de T2K, le LLR participe fortement à l'expérience WAGASCI depuis 2015. Les mesures des sections efficaces, fondamentales pour les expériences d'oscillations sur longue distance, sont devenues une priorité pour l'équipe, avec une forte participation aux analyses de données des détecteurs proches de T2K. Par ailleurs, elle a contribué activement aux analyses d'oscillations.

En 2014, le laboratoire a rejoint l'expérience JUNO, sur des neutrinos de réacteurs, visant, entre autres, à mesurer la hiérarchie de masse. Un recrutement CR avait alors été affecté au LLR sur ce projet. L'équipe s'est toutefois retirée de l'expérience en 2017, après discussion avec la direction de l'IN2P3, afin de renforcer son engagement sur les expériences japonaises. Un problème particulier qui a été soulevé concerne la thèse de leur étudiant de doctorat, resté sur le projet, et qui désormais travaille avec des collègues de l'IPHC. L'équipe a mentionné qu'il n'était pas facile de diriger un étudiant travaillant sur une expérience qu'elle ne suivait plus, et a souligné en particulier les problèmes rencontrés pour financer ses missions en France et en Chine.

L'équipe suit une stratégie cohérente : son projet est de participer aux mises à niveau de T2K (2021-2026), d'exploiter les données de SuperKamiokande et de participer à HyperKamiokande.

v. Applications biomédicales et Geant4

PEPITES

L'équipe PEPITES consiste en deux chercheurs permanents, un CR à 75% et un DR à 60%, et trois membres du personnel technique avec des contributions de 10% d'un IR électronique, de 5% d'un IR informatique et de 75% d'un IE mécanique. Un chercheur post-doctoral est associé à plein temps au projet. Il a été financé pendant trois ans par l'IN2P3 et a été prolongé pour 18 mois grâce à un projet ANR.

L'objectif de l'équipe est le développement d'un moniteur ultra-mince pour faisceaux de particules chargées. Le projet a été initié en 2012 ; il est financé depuis 2017 par une ANR ainsi qu'un financement du labex P2IO. L'équipe travaille en collaboration avec ARRONAX et le CEA. Elle assure plusieurs tâches comme la conception et la réalisation de la zone sensible, la mesure du taux d'émission d'électrons secondaires, la réalisation du système d'insertion sur la ligne et son intégration. Après des tests en faisceau de protons à ARRONAX qui ont démontré la viabilité de l'approche, les tests au Laboratoire des solides irradiés de l'École polytechnique ont permis de caractériser avec succès la tenue aux radiations. En février 2018, l'équipe a déposé un brevet, puis présenté le projet pour la première fois en conférence en octobre. La prochaine étape est de réaliser un moniteur entièrement fonctionnel et de le faire fonctionner sur une ligne d'ARRONAX. Ce retour d'expérience sera nécessaire pour l'adoption éventuelle de la technique dans le domaine médical.

Ces succès scientifiques reposent sur un effectif restreint, à la fois en chercheurs mais également en ingénieurs, en particulier en électronique. L'équipe regrette par ailleurs de ne pas accueillir actuellement d'étudiant en thèse.

GEANT4

Jusqu'en 2018, cette activité était l'œuvre d'un seul chercheur, impliqué dans le développement de GEANT4 depuis le début et aujourd'hui porte-parole adjoint de la collaboration. Depuis 2013, le principal développement réalisé au LLR concerne l'incorporation de méthodes de réduction de variance. En 2018, deux membres permanents ont rejoint l'équipe, dont un IR en informatique, amenant avec eux le générateur 5D développé dans le cadre de l'expérience HARPO pour le porter dans GEANT4.

L'effectif de l'équipe reste cependant faible. Les membres actuels estiment qu'un demi équivalent-temps-plein sur les méthodes de réduction de variance et 25% sur le générateur 5D seraient suffisant pour assurer la pérennité de ses activités si ces engagements en personnel peuvent être tenus sur la durée.

vi. GALOP

L'équipe est composée de cinq personnes dont un CR, un IR, deux post-doctorants (IN2P3 et P2IO), et un doctorant. Elle bénéficie en outre de soutien technique en mécanique (40% d'un IR en CDD et 20% d'un IR permanent) et en informatique (40% d'un IR).

L'équipe est impliquée dans le développement de techniques d'accélération laser-plasma des électrons, auprès du laser APOLLON du Centre interdisciplinaire lumières extrêmes (CILEX). Elle a joué un rôle important dans la conception de la salle longue focale et assure aujourd'hui la coordination des premières expériences prévues fin 2018 ou début 2019. Elle est également au cœur du développement du logiciel de simulation plasma SMILEI. Elle participe au GDR APPEL et aux projets européens EuPRAXIA (coordination adjointe) et ARIES (coordination d'un groupe de travail).

Malgré de belles réalisations, une grande visibilité et un soutien reconnu de la part de l'IN2P3, l'équipe GALOP apparaît comme fragile. L'unique chargé de recherche doit répondre à de lourdes charges administratives en raison de ses responsabilités au sein des projets européens. La prise de fonction d'un CDD IR mécanique du groupe comme ingénieur de salle sur CILEX-APOLLON a réduit encore les effectifs. Un nouveau poste est ouvert au recrutement mais il n'a pas été encore pourvu.

vii. Ions lourds

L'équipe est actuellement composée de cinq permanents (trois DR et deux CR), trois post-doctorants et quatre doctorants, répartis sur trois composantes : CMS, LHCb et théorie. Du point de vue de la collaboration CMS, les composantes ions lourds et proton-proton du LLR forment une seule équipe. La composante LHCb a rejoint la collaboration en tant qu'équipe associée à celle du LAL. En raison du démarrage de la prise de données ions lourds au CERN, une partie des membres s'est jointe par téléconférence à la discussion.

La composante CMS joue un rôle de leader dans plusieurs analyses phare de la physique des ions lourds : étude du plasma de quarks et de gluons (QGP) avec les quarkonia et les jets, dont les jets de quarks beaux, et caractérisation des fonctions de densité de partons dans les nucléons au sein des noyaux par l'étude de la production de bosons vecteurs W . Les membres de la collaboration LHCb font partie des initiateurs du programme ions lourds utilisant le système SMOG d'injection de gaz nobles au point d'interaction de l'expérience, et mènent l'analyse de données sur ce sujet actuellement. En cohérence thématique avec les études expérimentales, l'activité théorique concerne la compréhension des pertes d'énergie partonique dans le QGP et la production des bosons vecteurs W .

Dans toutes les activités couvertes par l'équipe, son impact dans la communauté est excellent. Il y a une forte synergie entre les composantes expérimentales et théorique que les membres de l'équipe apprécient particulièrement. S'il n'y a pas d'activité technique ni dans CMS ni dans LHCb, pour des raisons différentes, l'implication des jeunes dans la prise de données est forte, ce qui leur offre une expérience proche du

détecteur. Dans CMS, un travail en collaboration avec la composante proton-proton pourrait être envisagé, par exemple dans le cadre du projet HGCal.

L'équipe est très volontaire dans la recherche de financements extérieurs (ERC, ANR, P2IO, etc.) et connaît un certain succès. Elle note cependant aujourd'hui un véritable tarissement des sources et souhaiterait l'arrivée d'un nouveau permanent (recrutement ou mobilité) pour permettre de postuler à nouveau. Au-delà de cette équipe, l'expérience de l'ERC pose la question de comment poursuivre une activité après la fin de la bourse, dès lors que ce type de financements est accordé à des projets originaux, parfois en décalage avec les grandes lignes prioritaires de l'Institut.

3. Les services techniques

i. Informatique

Ce service comporte douze permanents (dix IR et deux IE) dont quatre agents de l'École polytechnique (EP), deux IT CDD et un apprenti (EP). Le travail est organisé autour de quatre principaux types d'activités :

- exploitation et support,
- exploitation et soutien au calcul,
- développement offline,
- développement online,

et deux cellules transverses : une cellule calcul sur grille et HPC et une cellule développeurs.

L'activité *Exploitation et support* concerne le support de l'activité informatique générale du laboratoire (postes individuels, services, réseau, etc.). À travers les trois autres activités, le service informatique contribue fortement aux projets de physique portés par les physiciens du LLR. On peut citer par exemple la contribution à GRIF dans le cadre de LCG, le développement de logiciels HPC pour GALOP (SMILEI) et CMS (méthode des éléments de matrices), de simulation pour HARPO (GEANT4) et l'ILC (Mokka), le développement du logiciel de contrôle-commande et d'acquisition PYRAME, les systèmes de déclenchement pour CMS et HGCal, l'acquisition de données pour WAGASCI, HARPO, PEPITES, etc.

Le service est composé très majoritairement d'ingénieurs de recherche (dix IR sur douze permanents), leurs participations aux congrès et colloques sont considérées comme des éléments importants pour leur formation et leur carrière. Un IR va soutenir son HDR en 2019, une seconde HDR est prévue plus tard. Les membres du service informatique ont exprimé, à juste titre, une certaine fierté des projets développés, soulignant le niveau des contributions aux logiciels et aux calculs des expériences. Cependant, la composante *Exploitation et support* est sous-critique, et le déséquilibre dans la répartition des corps contraint les IR à des tâches pour lesquelles ils sont surqualifiés. La difficulté à recruter a été une fois de plus soulignée et reliée à la différence de salaire avec le secteur privé.

ii. Électronique et instrumentation

Le service électronique et instrumentation est composé de huit personnes (quatre IR, un IE, un AI, deux CDD). L'ingénieur d'étude est un agent de l'École polytechnique. Les trois personnes du pôle on-line du service informatique sont également rattachées à ce service.

Les activités couvrent l'électronique générale, la métrologie et la caractérisation des détecteurs silicium, la conception des cartes pour le déclenchement, la conception de fonctions électroniques en langage HDL et leur implémentation dans les composants programmables FPGA, etc.

La composition du service présente un net déficit en techniciens et certaines tâches qui devraient être assurées par des techniciens sont donc effectuées par des ingénieurs.

D'une façon générale, le service est en effectif critique, avec autant de projets que d'agents. Les discussions ont une fois encore porté sur la difficulté à pérenniser les CDD. Le départ à la retraite dans trois ans d'un IR expert en systèmes de déclenchement et FPGA a été évoqué. Le LLR a recruté une jeune IR pour assurer le transfert de ces compétences qui ne pourront être cependant conservées que si cette personne voit son contrat transformé en recrutement permanent. Le service souhaite que les physiciens soient plus impliqués dans les développements hardware. Lors de cet entretien, les excellentes relations avec l'unité Omega, avec laquelle le service a conservé des contacts étroits après son déménagement hors des murs du LLR, ont également été mentionnées.

iii. Mécanique

Le service mécanique est constitué d'une équipe de neuf personnes (quatre IR, deux IE, un AI, deux T), réparties entre le bureau d'études et les projets, l'atelier, et le service général. Les agents conçoivent, réalisent et installent des ensembles mécaniques prototypes destinés à être utilisés dans le cadre des projets de physique portés par les physiciens du LLR. Sur la période examinée, le service a contribué à neuf projets du laboratoire. Au moment de la visite du comité, deux d'entre eux, HESS et HARPO, étaient terminés en ce qui concerne les activités mécaniques. Les engagements les plus importants en 2018 sont ceux sur les structures mécaniques de la partie électromagnétique de HGCal pour CMS et de la caméra NectarCam de CTA, ainsi que le développement du profileur de faisceau de PEPITES.

Les discussions ont porté sur les départs successifs, et les pertes d'expertise et la déstabilisation de l'organisation du service qui en découlent. Il y a actuellement un seul technicien à l'atelier. Cette baisse d'effectif engendre une montée de la pression sur les agents, avec encore une fois une moyenne d'un agent par projet.

Le service nous a signalé l'arrivée de deux AI CDD en 2019 qui vont travailler dans l'atelier mécanique. En outre, dans les deux ans qui viennent, le laboratoire recrutera par concours deux IT (un IR et un IE). La modernisation du parc de machines-outils plus complexes impose une formation. Le service mécanique semble à un moment charnière de ses activités.

4. Les doctorants et post-doctorants

Le comité a rencontré les étudiants en doctorat et les chercheurs post-doctoraux. La discussion était dynamique et enthousiaste.

Les doctorants ont expliqué leurs interactions avec l'école doctorale PHENIICS : la recommandation de se choisir un mentor, les rapports d'avancement annuels et, en deuxième et troisième année, un entretien annuel. Les étudiants se montrent plutôt satisfaits de ce dispositif et regrettent seulement de ne pas avoir de retour sur leurs rapports d'avancement. Ils participent également à la PHENIICS Fest, qui est très appréciée, mais ils ne bénéficient pas, comme dans d'autres laboratoires, d'un comité de suivi de thèse, ni de mini-soutenance.

Tous ont bénéficié ou bénéficieront d'au moins une école et comptent présenter au moins dans une conférence internationale. Cependant, l'expérience des étudiants semble fortement dépendante de leur groupe et de leur directeur de thèse. Alors que certains ont été activement encouragés à suivre des cours sans lien direct avec leur travail, par exemple en vue d'une insertion professionnelle en dehors du milieu académique, d'autres ont estimé qu'il leur serait difficile d'en faire la demande car cela irait à l'encontre de l'esprit de leur équipe.

Les doctorants et post-doctorants n'organisent pas de forum de discussion sur des sujets de physique, type *journal club*. D'une manière générale, ils disent interagir peu d'une équipe à l'autre. Cependant, ils communiquent ensemble par WhatsApp. L'entretien avec le comité de visite a été parfois l'occasion pour les doctorants et post-doctorants d'échanger des informations sur les questions soulevées et de prendre conscience de l'intérêt de se rencontrer plus souvent. Ils souhaiteraient avoir à nouveau un représentant au conseil de laboratoire, le poste étant vacant depuis 2017⁵.

En ce qui concerne leur avenir, toutes les personnes présentes ont le sentiment d'être soutenues par leurs groupes. De manière générale, une aide supplémentaire dans la préparation du concours CNRS et l'obtention de la qualification de maître de conférence serait la bienvenue.

Un problème important pour les étudiants et les post-doctorants étrangers est la difficulté de trouver des informations à leur arrivée, malgré le livret d'accueil du laboratoire que tous ne connaissaient pas. Un exemple est la difficulté de louer un appartement sans garant ou d'obtenir un compte bancaire français rapidement. La plupart de ces problèmes ont des solutions connues et il existe des organisations spécifiques qui peuvent aider, les liens pertinents ne sont tout simplement pas centralisés ni diffusés.

Tous les non-francophones ont exprimé le souhait d'améliorer leurs compétences linguistiques. Cependant, le nombre de cours de français de niveau intermédiaire ou avancé proposés par l'école doctorale est désormais réduit.

⁵ Voir la note de bas de page dans la section consacrée au CL.

5. Entretiens individuels

Le comité a organisé treize créneaux de 15 minutes pour des entretiens spécifiques : onze entretiens individuels et deux entretiens avec deux personnes. Environ un tiers de ces discussions a porté sur des points spécifiques concernant nos interlocuteurs, tels que des interrogations sur leur carrière ou des retours d'expérience particuliers. Les deux tiers des entretiens cependant ont concerné des difficultés importantes rencontrées par ces personnels dans le cadre de l'exercice de leur métier au sein du laboratoire.

Ces rencontres ont nourri différentes parties de ce rapport lorsque cela s'avérait pertinent.

6. Fédération des laboratoires APC, LLR et LPNHE

Comme mentionné dans la section relatant l'entretien avec le CL, un groupe de travail avait été mis en place en 2016 pour recueillir les opinions des membres du laboratoire sur la constitution d'une fédération avec l'APC et le LPNHE. Les conclusions écrites, que nous avons pu consulter après notre visite, constituent un document intéressant, résumant les points de vue du personnel et rapportant les idées qui ont émergé lors de cette consultation.

Si nous avons abordé le sujet de façon quasi systématique au cours des entretiens avec les agents du LLR, ce court compte rendu ne saurait se substituer à ce document qui résulte de discussions plus approfondies que celles que nous avons pu mener.

Les avis que nous avons entendus sur la fédération APC-LLR-LPNHE sont divers. Pour certains, la mise en place de cette fédération va ouvrir des perspectives de renforcement des projets déjà en cours et peut-être de démarrage de nouveaux axes communs. Cependant, une grande partie du personnel nous a semblé indifférente. Il y a d'ailleurs une certaine incompréhension sur la stratégie, les objectifs et les modalités de cette fédération.

7. Attentes du personnel vis-à-vis de la future direction

Le mandat du DU actuel arrive à terme à la fin de l'année 2019. Au moment de notre visite, le processus de désignation du futur directeur avait démarré, les candidats étaient connus. Lors des entretiens avec les divers groupes, nous avons interrogé le personnel sur ses attentes vis-à-vis de la future direction. Il en ressort les points suivants.

- Le personnel est dans son ensemble très attaché à un fonctionnement démocratique à travers les structures existantes, et notamment à ce que le CL et le CS jouent pleinement leur rôle de conseils auprès de la direction. En particulier, il leur est important que le CL soit consulté sur les points statutaires tels que le budget. La CPA est également une instance représentative d'importance aux yeux du personnel.

- La transparence et le suivi des décisions du CTRP sont considérés comme cruciaux dans un contexte de baisse du nombre de personnels techniques.
- Le rôle de la direction dans la gestion des ressources humaines est souligné. Cette gestion doit être attentive et équitable. Pour les questions administratives, il est attendu de la direction qu'elle joue un rôle de facilitateur de sorte de soulager le personnel dont le cœur de métier est la science ou la technique.
- Enfin, une rigueur dans la gestion du laboratoire et un soutien enthousiaste aux thématiques développées par les équipes sont les principales qualités attendues.

III. Conclusions du comité de visite

Le comité de visite félicite les équipes et les services pour leurs réalisations scientifiques et techniques dont l'excellence est internationalement reconnue. La production scientifique est de très haut niveau et couvre une large gamme. Elle s'appuie sur la qualité des équipes de recherche et la grande compétence des services techniques et administratif.

La baisse du personnel technique a été une préoccupation constante dans presque tous les entretiens. Elle représente parfois un danger pour la survie des activités, dans tous les cas une réelle difficulté. Dans ce contexte, une adaptabilité des forces est nécessaire mais elle crée un sentiment de frustration par des changements de cap jugés trop fréquents ou un manque de continuité dans les tâches.

Certaines équipes, malgré des réalisations scientifiques de premier plan, souffrent également d'un très faible effectif en chercheurs, ce qui fragilise leur activité.

Le comité recommande par ailleurs la vigilance sur les points suivants.

- L'utilité des comités en place devrait être réaffirmée par une meilleure réponse aux recommandations qu'ils émettent ; la transparence des décisions du CTRP est à améliorer.
- Les doctorants et post-doctorants peuvent être mieux accompagnés et intégrés au fonctionnement du laboratoire : aide renforcée à l'accueil, notamment des étrangers ; représentation permanente dans le CL ; soutien aux initiatives pour la structuration de cette communauté.
- Certains chargés de recherche, suffisamment expérimentés pour obtenir leur HDR, peuvent avoir besoin de soutien de la part de leur équipe pour consacrer du temps à cet objectif.
- Le personnel féminin est très sous-représenté parmi les permanents. Ce déséquilibre peut nuire à la qualité de l'ambiance de travail comme le comité a pu le percevoir lors de sa très courte visite.
- Plusieurs personnes semblent être en situation de mal-être, voire de souffrance au travail. Le comité recommande vivement que la direction se montre attentive aux difficultés de ces personnels et prenne toutes les dispositions nécessaires pour apporter des réponses de nature à améliorer leurs conditions de travail⁶.

⁶ Suite au retour de ce comité de visite auprès de la direction, il a été décidé de créer une cellule d'écoute sur la qualité de vie au travail.

Le comité renouvelle ses félicitations à l'ensemble du laboratoire pour le travail réalisé et remercie chaleureusement tout le personnel pour son accueil, en particulier la direction pour l'organisation pratique de la visite.