

Rapport GT “Physique des Particules sur Accélérateur”

Synopsis

Le groupe de travail a réuni 32 collaborateurs, dont 24 du LAL, 3 du LPT et 5 de l'IPN. La thématique couvre la physique sur collisionneurs présents (**LHC**^{*1}, DaΦNE, BEPC-II, VEP-2000, VEP-), futurs à court terme (**HL-LHC**, KEKb, RHIC), futurs à moyen terme (**ILC**, CepC, LHeC et PERLE, EIC), futures à long terme (VE-LHC, FCC-ee, FCC-eh, FCC-hh, muon collider, photon collider), la physique sur accélérateur (non collisionneurs) hors neutrinos (SPS pour la physique des K avec NA62 et SHiP, et J-Parc pour KOTO, UA9 et AFTER pour la physique des ions lourds en cible fixe) et des expériences dédiées (Muon g-2, MEG at PSI and Mu2E at Fermilab).

Les engagements des groupes expérimentaux portent sur trois expériences en cours : ATLAS, LHCb et ALICE auprès du LHC, un projet à court terme sur Belle II et un projet à moyen terme sur ILC, dépendant de la date t_0 d'approbation du projet. Les groupes ATLAS, LHCb, Belle II et ILC sont au LAL et le groupe ALICE est à l'IPN. Chaque groupe travaille sur les thématiques principales suivantes:

- 1- Physique du boson de Higgs (ATLAS et ILC au LAL)
- 2- Mesures de précision électrofaibles (ATLAS au LAL)
- 3- Mesures liées aux quarks top et bottom (ILC au LAL)
- 4- Recherches directes de nouveaux phénomènes, en particulier SUSY (ATLAS au LAL)
- 5- Mesures de violation CP dans les B (LHCb et Belle II au LAL)
- 6- Mesures de désintégrations rares et d'universalité leptonique (LHCb et Belle II au LAL)
- 7- Spectroscopie et quarkonia (LHCb au LAL et ALICE à l'IPN)
- 8- Physique des ions lourds (LHCb au LAL et ALICE à l'IPN)

Si les thématiques expérimentales principales peuvent être partagées entre groupes, les travaux spécifiques sont assez distincts et les collaborations formelles récentes entre les groupes de différents laboratoires ont été pour la plupart à travers P2IO. Il est important de noter que chaque groupe a une contribution importante soit au développement et la construction des détecteurs, à leur validation, soit au développement des outils, en particulier informatiques, ce travail constitue un aspect essentiel de la contribution des groupes. Cet aspect sera discuté principalement dans le GT « détecteurs ». On peut noter que les groupes LHCb et ALICE ainsi que le LPT sont aussi intéressés à la physique hadronique. Enfin les projets futurs concernent fortement le groupe de physique des accélérateurs.

Les thèmes théoriques principaux des membres du LPT, du LAL et de l'IPN couvrent du point de vue théorique ces thématiques expérimentales :

- 1- Physique du Modèle Standard
- 2- Physique au-delà du Modèle Standard²

¹ Les collisionneurs surlignés correspondent à ceux sur lesquels les laboratoires sont engagés.

² Supersymétrie, Higgs composite, dimensions supplémentaires, modèles de neutrinos massifs, nouveaux fermions lourds de type vectoriel, etc...

- 3- Physique de la saveur
- 4- Physique des quarkonia
- 5- Physique des effets collectifs dans le proton et dans les noyaux
- 6- Théories des champs effectives

Des collaborations fructueuses ont eu lieu entre les groupes expérimentaux et théoriques. Un rapprochement entre les deux communautés est souhaité mais n'est pas une priorité. On peut noter la forte intégration d'une collaboratrice théoricienne au LAL dans le programme Belle II (et ILC).

Les groupes expérimentaux sur accélérateur forment la base de la physique au LAL. Le groupe ALICE joue un rôle important à l'IPN, néanmoins, la thématique principale du laboratoire reste la physique nucléaire de plus basse énergie. On peut noter une collaboration fructueuse entre LHCb au LAL, ALICE à l'IPN et les groupes théoriques à l'IPNO et le LPT sur la production de charmonium et l'étude des productions exclusives en général. Ce projet commun a donné lieu à des échanges avec les laboratoires du plateau (au CEA et au LLR). Enfin, une réflexion commune entre ces laboratoires est en cours pour des éventuels programmes cible fixe au LHC utilisant un faisceau extrait à l'aide de cristaux courbés (AFTER@LHC, LHCb et ALICE).

Tous les groupes expérimentaux du LHC sont aussi dans le programme approuvé du HL-LHC avec des engagements sur une partie importante de développement de détecteur et/ou de l'électronique d'acquisition. Ce programme nécessite une contribution technique importante dans les cinq prochaines années.

Concernant le programme ILC, une décision pourrait être prise dans les toutes prochaines années (t_0). Si le projet est approuvé, le LAL aurait un rôle essentiel à la fois sur la construction de l'accélérateur (coupleurs RF) ainsi que sur la conception et la réalisation du détecteur, ce qui nécessiterait une contribution technique majeure à court et moyen terme, $t_0+O(10)$ ans .

Contexte, enjeux et conditions de réussite d'un projet de refondation

Pour les projets de la thématique de physique sur accélérateur, la nécessité d'une refondation ne semble pas évidente. L'IN2P3 a apporté le soutien structurel nécessaire à la réussite de grands projets jusqu'à présent. La complexité et la taille des projets de physique sur accélérateur, nécessitent une infrastructure considérable. Le GT a discuté de conditions qui lui semblent nécessaires à un projet de refondation (re-périmétrage ou fédération).

Dans un contexte où des projets majeurs pourraient voir le jour, il est essentiel de préserver, voire d'amplifier la capacité technique actuelle des laboratoires individuels. Un budget et des équipes consolidées avec un planning pluriannuel permettrait une organisation fiable de l'engagement du laboratoire dans ces projets. Dans le cas où le projet de refondation serait basé sur une grande structure unique, un statut dérogatoire pourrait être considéré.

La thématique de physique sur accélérateur est centrale pour le LAL et le LAL a un rôle important dans le contexte national, européen et international. Son directeur siège à la réunion des directeurs IN2P3 : En tant que membre permanent du groupe des grands

laboratoires européens il participe à l'élaboration de la stratégie européenne de la physique des particules. Le directeur est régulièrement invité aux réunions de l'ICFA et a des liens importants avec la direction du CERN. Il est fondamental qu'un projet de refondation évite le risque de perte d'influence du laboratoire et assure un même niveau de représentation à tous les niveaux par une personne compétente perçue comme décisionnaire.

La réussite des groupes expérimentaux au LAL et à l'IPN est fondée sur des grands projets dont la nécessité scientifique est indiscutable. L'ouverture sur des projets de plus petite taille dans une grande structure devra aussi être fondée sur une politique scientifique cohérente basée sur des nécessités scientifiques indiscutables.

Enfin pour tous les groupes expérimentaux dans cette thématique, les partenaires traditionnels sont les laboratoires de physique des particules de la région et en particulier du plateau (LLR, SPP, LPNHE, SPhN, CPhT et IPhT). Tous ces laboratoires y compris le LAL font déjà partie du département P2I de l'Université Paris-Saclay. Il est important que la stratégie de refondation tienne compte des initiatives de ce nouveau département.