

Atelier Perspectives R&D en instrumentation

Conclusions GT phase 1:

**particules sur accélérateurs,
physique hadronique**

Sergey Barsuk - LAL

1) La frontière en énergie et en intensité:

- Recherche de nouvelle physique au delà du Modèle Standard
 - Recherches directes
 - Recherches indirectes
- Mesures de précisions du Modèle Standard
- Projet principal: LHC et HL-LHC
- Projets futurs à la frontière en énergie: HE-LHC, FCC-hh (long terme)
- Projets futurs à la frontière en intensité: NA62 et SHiP

2) Collisions e^+e^-

- A l'échelle électrofaible et au delà

- Mesures de haute précision et production directes des nouvelles particules: ILC, CLIC, CepC, FCC-ee, Muon Collider (long terme)

- Aux basses énergies

- Haute luminosité: SuperKEKB et expériences dédiées sur les désintégrations rares, violation CP, violation saveur leptonique

3) Tests QCD et électrofaible dans les collisions ep

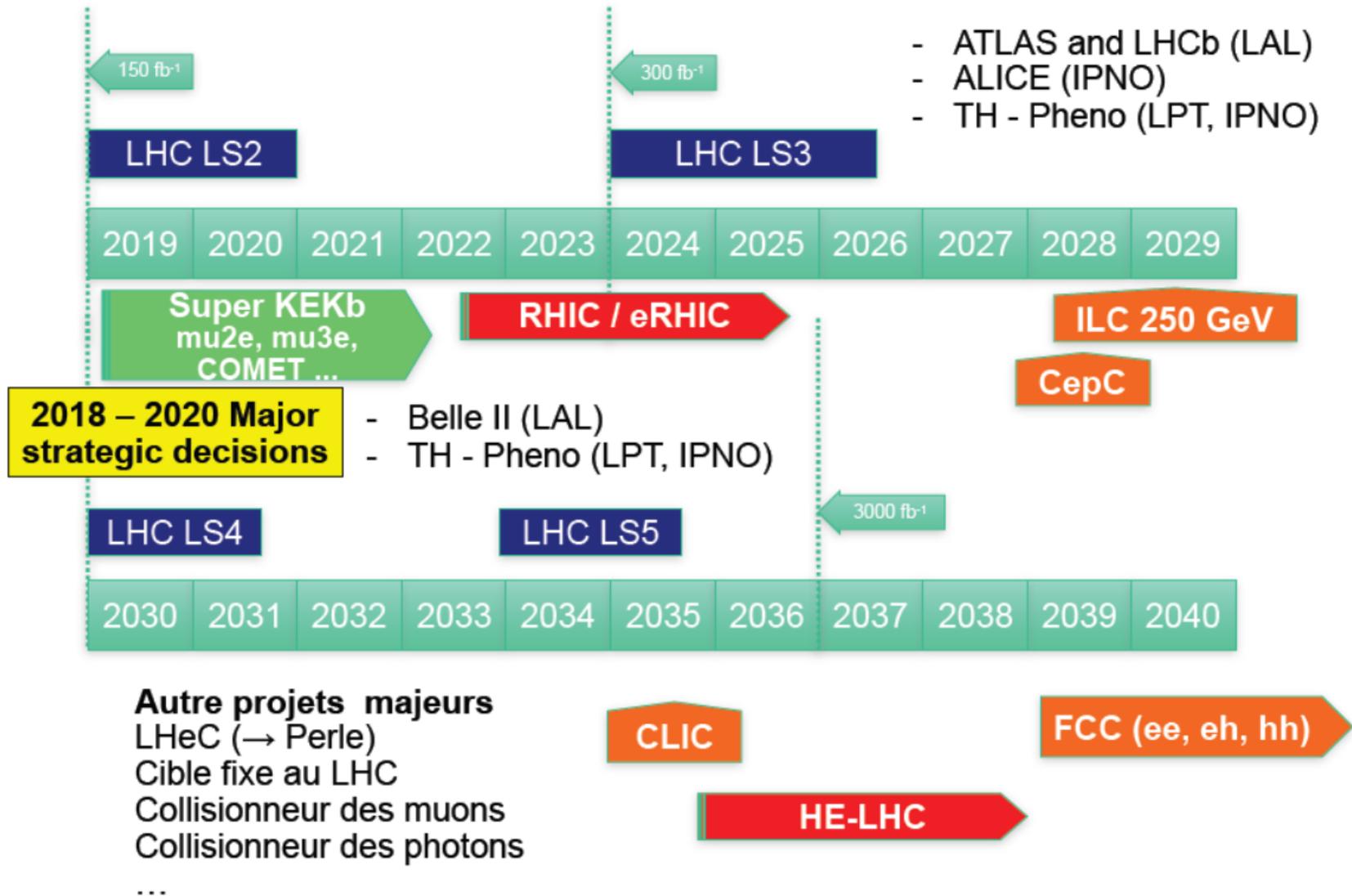
→ LHeC (PERLE), EIC

4) Tests de la matière en conditions extrêmes en collisions ou en cible fixe

Collisions ions lourds au LHC (LHCb, ALICE, AFTER), RHIC

5) Projets périphériques KOTO, MEG, Mu2e, Muon (g-2)

Calendrier des (grands) projets



GT Particules sur accélérateurs – 27/6/17

- 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)

- Tous les projets sont fondamentalement internationaux
 - Partenaires internationaux: cf. CERN, DESY, KEK, FERMILAB, SLAC etc.
- Partenaires nationaux IN2P3
- Collaborations naturelles locales élargies au plateau (P2IO - P2I):
 - Partenaires naturels expérimentaux: SPP, LLR, OMEGA
 - Partenaires naturels théoriques: IPhT, CPhT
- Collaborations locales vallée:
 - Collaborations ponctuelles entre groupes de physique et LPT
 - Collaboration IPNO-LAL physique hadronique/lons lourds

Objectifs

Court terme

- Analyse de données et mise à jour des détecteurs du LHC après LS2
- Démarrage SuperKEKB/Belle II
- Finalisation de la R&D pour un collisionneur e+e- y compris élaboration du programme de physique

Court-Moyen terme (2-3 ans)

- Analyse de données LHC (pp et ions lourds)
- Commissioning et prise de données LHCb après upgrade (lecture complète à 40 MHz)
- Mise à jour de l'électronique du tracker des muons (ALICE)
- Construction sous-détecteurs pour la phase HL-LHC (cf. ATLAS: HGTD, Vertex, LAr, Software)
- Détecteurs e+e-: Module 0 de l'Ecal et préparation de la construction du détecteur (ILD)
- Adaptation du programme de physique e+e- selon progrès au LHC, Belle II, Astro ...
- Sondage de la participation à une expérience de LFV selon résultats LHCb, Belle II

Moyen-Long terme (10-15 ans)

- Analyse de données HL-LHC (pp et ions lourds) et préparation d'un projet CERN "après LHC"
- Construction de l'accélérateur ILC et ses détecteurs
- Site pour conditionnement des coupleurs (>> que site pour XFEL)
- Site pour assemblage Ecal (va occuper ~50% de la Halle IN2P3)

Les objectifs s'appuient sur les compétences acquises dans le passé par les contributions fortes du LAL et de l'IPNO aux expériences cf. au LEP, HERA, LHC et serviront à maintenir ces compétences

- Détecteurs (Contributions fortes, essentielles à l'implantation des groupes dans les collaborations):

Conception, trajectométrie, calorimètres, Identification des particules, détecteurs de vertex

Les projets futurs sont préparés dans les instances internationales avec la participation du directeur du LAL (Stratégie européenne, ICFA, CERN, ...)

Une visibilité à préserver

La plupart des projets sont organisés dans les grandes collaborations internationales

- Soutien assuré par les TGIR de la France avec une politique de recrutement centralisée
- Contribution substantielle requiert une implication dans les fondamentaux (construction, électronique, computing, ...)
- Très souvent proche collaboration avec labos de voisins (typiquement hors vallée) - **d'où la nécessité d'une structure telle que l'IN2P3 avec des engagements nationaux (e.g. Calorimètre d'ATLAS).**

La R&D Détecteur est organisée dans

- ... dans les collaboration des grandes expériences
- ... les collaborations R&D CALICE, RDXX,
- ... les projets locaux (cf. P2IO HIGHTEC), nationaux (cf. ANR)
- ... les projets internationaux (AIDA-2020, LIA, Campus France)

Elements statistiques

Grace au HL-LHC et Belle II

la taille totale des groupes de la physique des particules va rester constante sur 10 ans

Taille des groupes expérimentaux (permanents)

ALICE: 3.5 FTE

LHCb: 7 FTE

Belle II: 1 FTE

ILC: 4.5 FTE

ATLAS: 23 FTE

Théorie: 12 FTE (physique hadronique et particules)

Démarrage de cf. l'ILC susceptible d'augmenter le nombre de personnes travaillant sur la thématique

HL-LHC et Belle II fera appel au soutien technique soutenu entre maintenant et ~2025

Un ILC (ou projet pareil) ferait appel à des forces techniques considérables (~40 ITA)
Besoin croissant entre t_0 et t_0+3 et stable entre t_0+3 et t_0+10 ans

Physique hadronique

Points communs :

- Comprendre la **QCD** dans ses différents régimes
- Grandes **collaborations internationales**, travail à l'étranger
- Grands **accélérateurs, détecteurs** « multi-purpose », **techniques de détection et d'analyse similaires**
- Effectif publiant (EP) : 39.75 (25.75 permanents, 11 étudiants, 3 post-doc)

JLab :

- Etude de la **structure du nucléon** avec mesures de Distributions de Partons Généralisées (GPDs)
→ moment angulaire des quarks, tomographie du nucléon (réactions d'**électroproduction** exclusive)
- Développement de détecteurs, prise et analyse des données, modèles de GPDs, fits pour extraire les GPDs
- EP : 9.5 (IPNO)

HADES :

- Etudes des manifestations de QCD dans la **matière hadronique fortement couplée**
- Etudes de **résonances baryoniques** en réactions élémentaires, informations spectroscopiques inédites
- EP : 4 (IPNO)

PANDA :

- Etudes de physique hadronique en réactions d'annihilation **antiproton-proton**: spectroscopie et structure du nucléon
- EP : 5 (IPNO – overlap avec HADES) – activité finie en 2017

ALICE/LHCb :

- Etude des **effets nucléaires froids** dans un environnement à densité d'énergie intermédiaire (**proton-plomb** ou **photo production**)
- Pour ALICE : étude la nature du **Plasma Quark Gluon** à **haute température** et **haute densité d'énergie**
- EP : 6 ALICE (IPNO), 1.5 LHCb en physique hadronique (LAL) (**AUSSI DANS GT PARTICULES**)

AFTER et UA9 dans LHCb:

- structure du noyau et nucléon à grand x, QGP et physique du spin
- EP : 3 (IPNO – overlap avec ALICE), 1 LHCb LAL, 1.25 UA9 LAL

Théorie :

- **approches non perturbatives**: QCD sur réseau, dynamique de QCD, théories effectives
- **approches perturbatives**: processus exclusifs et physique du spin, physique des quarkonia, QCD perturbative, QCD à haute énergie et haute densité, étude du QGP, comportement asymptotique de diagrammes
- EP : 13.5 (IPNO, LPT)

Objectifs

JLab :

- Programme à **12 GeV** viens de démarrer : une dizaine d'expériences avec porte-paroles de l'IPN dans les Halls A, B, et C (2016 → ~2025)
- Plusieurs projets techniques de détecteurs associés à l'upgrade sont en cours à l'IPN
- Futur à long terme : **Electron Ion Collider**, R&D détecteurs déjà en cours, soutien IN2P3 pas encore officiel

HADES :

- Continuer les expériences sur **SIS18**, l'accélérateur actuel de **GSI** (~5 prochaines années) avec un détecteur amélioré (calorimètre électromagnétique, détecteur à l'avant)
- Futur au long terme : participer aux expériences sur **SIS100** (**FAIR**, accélérateur en construction à GSI)

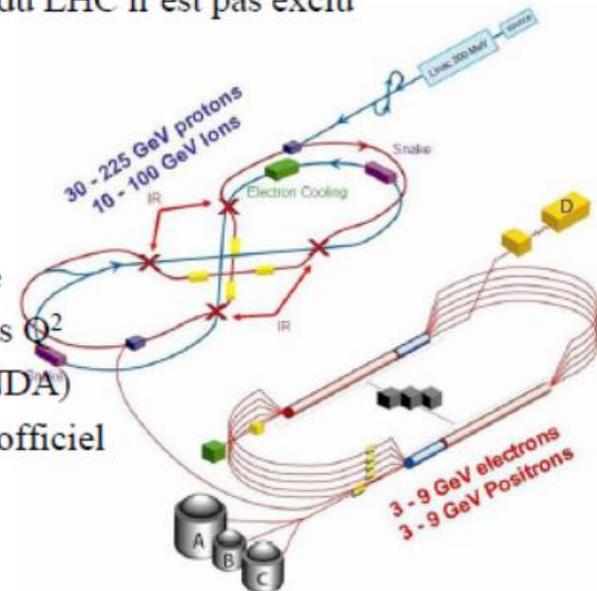
ALICE/LHCb :

- Prise de données dans **ALICE** et **LHCb** approuvée pour les prochaines **10 années**
- Physique des saveurs et physique des ions lourds font partie de la stratégie européenne pour la physique des particules
- Futur à long terme (~15 ans) :
- Plans après 2029 pas encore définis, prolonger les expériences à haute luminosité du LHC n'est pas exclu
- Nouveaux axes possibles ou évolutions (> 10/15 ans) :

→ **Electron Ion Collider, FCC, Cibles fixes au LHC, BELLE2**

ProRad@PRAE :

- **PRAE** : projet « fédérateur » (**LAL+IPNO+IMNC**), plateforme pluridisciplinaire
- ProRad : mesure du rayon de charge du proton par diffusion élastique $ep \rightarrow ep$ à bas Q^2
- Etudes pour cible et détecteur en cours à l'IPN (membres de l'équipe JLab et PANDA)
- Financement P2IO (projet emblématique) et SESAME, soutien IN2P3 pas encore officiel
- Expérience prévue en ~2020



Statistiques – RH (par projet)

