

# GT Prospective Physique des Particules

Coordinateurs : Patrick Robbe, Laure Massacrier

- But de la Phase 2 de la refonte des laboratoires:
  - Aboutir à la définition d'un projet scientifique commun
  - Elaboration d'un plan de recrutement et financement (acquisition d'équipement / infrastructures) pluriannuel basé sur une hypothèse de laboratoire sans-murs par chaque GT
  - Délivrable ? Deadline ?
  
- Champs couverts par le Groupe de Travail 7 "Prospectives Physique des particules"
  - Prospectives sur les prochaines manips de physique des particules (à 5-10 ans): expériences cible-fixe (SHIP ou au LHC) et/ou futures usines (Belle II / usine à tau-charme / K rares)
  
- Mailing list du groupe de travail : [orsaywg2-prospective-hep-l@in2p3.fr](mailto:orsaywg2-prospective-hep-l@in2p3.fr)

# Listing des projets / intérêts scientifiques

# SHIP

- Expérience sur un nouveau beam dump du SPS (à construire) au CERN
- Recherche de “secteurs cachés” : détecteur optimisé pour chercher de nouvelles particules légères ( $\sim 10$  GeV), à grand temps de vie, avec des sections efficaces de production petites et interagissant très peu avec la matière.
- Détecteur de 150m de long: challenges intéressant pour le timing
- Pour l’instant LAL impliqué dans l’électronique:
  - coordination générale par Jihane Maalmi et Dominique Breton
  - définition de l’architecture Front-End et DAQ
  - (petite aide par 1 physicien)
- Décision de construire ou non en 2019/2020, et prise de données en  $\sim 2026$  si feu vert.

# Cibles fixes au LHC : AFTER@LHC (ALICE/LHCb)

- AFTER@LHC est une proposition pour poursuivre un programme d'expérience(s) cible(s) fixe(s) au LHC (faisceaux de protons et Plomb). Fonctionnement "en parallèle" de la physique collisionneur au sein d'une expérience existante (ALICE ou LHCb)
- 3 objectifs principaux de physique (développement avec l'aide de théoriciens):
  - Avancer notre compréhension du contenu en gluons, antiquarks, quarks lourds à grand-x dans le nucléon et le noyau
  - Avancer notre compréhension de la dynamique et du spin des gluons dans les nucléons polarisés
  - Etudier les collisions d'ions lourds (QGP) à grandes rapidités à des énergies entre SPS et RHIC
- IPNO pionnier dans le développement du projet (3 physiciens impliqués + 1 ingénieur)
- Synergie avec le LAL pour les développements sur les cibles gazeuses (SMOG@LHCb) et sur les cristaux courbés (UA9)

# Cibles fixes au LHC : SMOG2 (LHCb)

- De nombreuses données “cible-fixe” déjà collectées durant le Run2 (pHe, pNe, pAr, PbAr) grâce à l'injection de gaz nobles de faibles densités dans LHCb
- Programme de physique actuellement concentré sur:
  - la production de charme (compréhension des effets nucléaires froids, charme intrinsèque)
  - la section efficace de production d'antiprotons en collisions pHe pour la physique des rayons cosmiques
- Implication du LAL (~2 FTE): analyse et prise de données
- Plusieurs propositions en cours d'évaluation par LHCb pour améliorer la système SMOG:
  - Durant LS2: cible non-polarisée avec possibilité d'injecter le gaz à plus grande pression (augmentation de la luminosité), installée par INFN Frascati
  - ~ 2023: installation d'une cible gazeuse polarisée (pour la physique du spin, TMDs, AN,...)
- Intérêt de la part du LAL et de l'IPNO (dans le contexte de AFTER@LHC), possibles contributions hardware

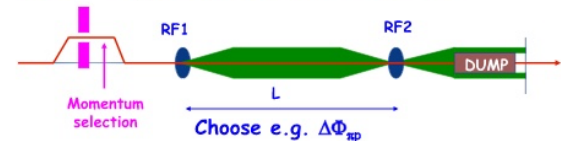
# Cibles fixes au LHC : expériences avec cristaux courbés (UA9/ALICE/LHCb)

- Utilisation de cristaux courbés au voisinage d'une expérience existante (ALICE/LHCb) pour défléchir le faisceau du LHC sur une cible fixe solide
- Motivé principalement par l'étude des moments magnétiques et électriques dipolaires des baryons charmés (dans LHCb)
- Aussi un moyen de réaliser un setup de cible-fixe dans ALICE au plus proche du point d'interaction
- Intérêt du LAL (LHCb + UA9 ~ 3 physiciens + 2 ingénieurs) et de l'IPNO (dans le contexte de AFTER@ALICE ~ 2 physiciens + 1 technicien)
- Technologie des cristaux étudiées dans le contexte de UA9 au LAL
- Quelques études d'intégration mécanique débutées à l'IPNO pour ALICE
- Développement du Physics case (avec aide de théoriciens)

# Cibles fixes au SPS : futur de COMPASS

- COMPASS-II (2012-2018) : structure en 3D des hadrons (TMDs, GPDs, décompositions en spin) avec les mesures de Drell-Yan polarisées, DVCS, SIDIS
- Proposition pour un upgrade de COMPASS au-delà de 2020 (utilisation de faisceaux de kaons/antiprotons séparés par RF et faisceaux existants de muons/pions/protons):
  - Spectroscopie et structure des hadrons (structure en gluons des kaons, polarisabilité des kaons, Drell-Yan, GPDs, TMDs, SIDIS)

## RF-separated beams



K- and anti-protons @  $\sim 10^7/s$

- Intérêts exprimés?

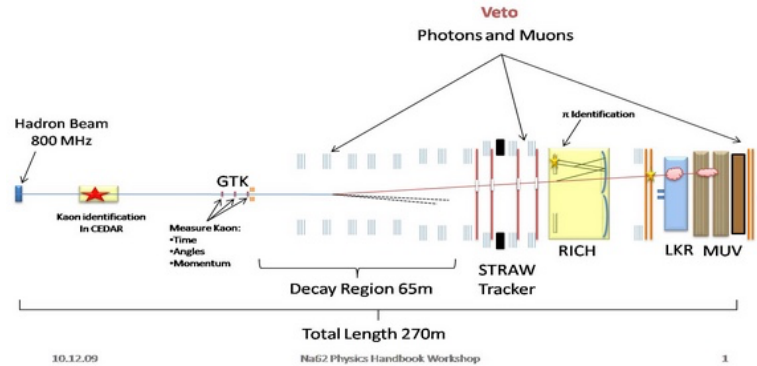


# Cibles fixes au SPS : NA60+, NA61/SHINE

- NA60+:
  - Etudes de précision du diagramme de phase de la QCD : Existence du point critique et ordre de la transition de phase, restauration de la symmétrie chirale, spectre des hadrons. Nouvelles mesures de précision de la production de dimuons avec un scan en énergie du faisceau ( $\sqrt{s} \sim 4.5 - 17.3$  GeV)
- NA61/SHINE (2021/2024):
  - Mesures de la production de charme ouvert en collisions d'ions lourds : mécanisme de production du charme ouvert et charmonia / impact du déconfinement sur la production de charme ouvert / charmonia
  - Mesure pour les expériences de rayons cosmiques et neutrinos : production d'anti-noyaux; section efficace de fragmentation des noyaux légers...
- Intérêts exprimés?

# Cibles fixes au SPS : NA62++

- NA62 proposé initialement pour mesurer les désintégrations rares  $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$  pour mesurer le paramètre CKM  $|V_{td}|$  avec une précision de 10%
- Approuvés jusqu'à LS2



- Proposition de continuer la prise de données au Run3 → recherche de violation de saveur/nombre leptonique , désintégration de kaons en particules “cachées” (neutrinos droits, ...)
- Intérêt exprimé ? (FTE?)

# FAIR au GSI

- Etude de la QCD dans différents régimes d'énergie :
  - Structure du spectre des hadrons
  - Explorer les différentes phases de la matière nucléaire
- 3 expériences :
  - CBM / PANDA : Exploration de la matière dense créée dans les collisions d'ions lourds, Spectre des hadrons dans le domaine des quarks étranges et charmés
  - HADES : Etude de la matière nucléaire à température modérée et mesures de physique hadronique en réactions élémentaires pour étudier les propriétés des résonances baryoniques

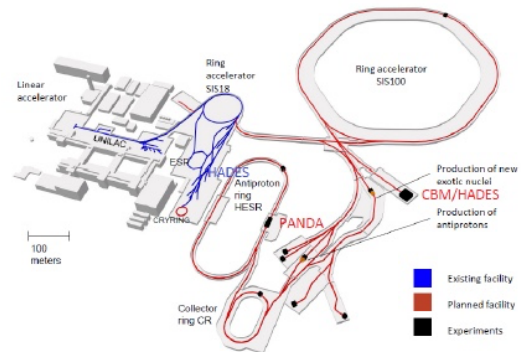


FIGURE 1 – dispositif FAIR avec la partie existante en bleu et la partie à construire en rouge. L'emplacement des expériences HADES, CBM et PANDA est indiqué.

# FAIR au GSI

- Division Accélérateur de l'IPNO contribue beaucoup au linac de FAIR (système RF complété par la construction de cavités au CENBG)
- Equipe HADES à l'IPNO (1.4 EFT + 2 PhD)
  - Un volet matière hadronique et un volet étude de résonances baryoniques en réactions élémentaires sur l'accélérateur existant de GSI
  - Expérience poursuivie sur FAIR (collaborations existantes avec CBM + PANDA : développements technologiques et préparation à la physique)
- PANDA a aussi été une activité forte de l'IPNO (technique + physique) pendant 10-12 ans (jusqu'en 2017)
  - Activité arrêtée par la direction de l'IN2P3 par manque de moyen humain et financier
  - Pas exclu qu'une activité modeste renaisse au LAL au niveau du slow control
- Intérêt de l'IPHC pour la conception de capteurs pour le MVD de CBM
- Ces 3 contributions peuvent servir de germe pour une activité sur FAIR qui devrait attirer des physiciens au moment des premiers faisceaux (2025)

# PANDA

- Horizon 2025
- Faisceaux anti-protons sur cible fixe: energie dans centre de masse de 2.25 à 5.46 GeV, luminosité de  $2 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , taux d'interaction de 20 MHz
- Spectroscopie charme, charmonium ( $h_c$ ) et états exotiques (X, Y, Z), en particulier ceux avec des photons. De 85000 à 850000 X(3872) reconstruits
- Interaction charme et étrangeté dans la matière
- Processus électromagnétiques: facteurs de forme, TMD

# Belle II

- Démarrage en cours
- Groupe établi au LAL avec liens avec théorie
- Physique du B (du charme possible aussi)
- Implications dans l'électronique, informatique, hardware (LAL)
- Upgrade du détecteur en 2020-2021: contributions hardware possibles

# Tau-charme / K-rares

- un projet en Chine, basé sur un nouvel accélérateur (HIEPA):
  - e+e- collisions, énergie dans centre de masse entre 2 et 7 GeV
  - Grande luminosité:  $10^{35} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
  - Physique t et D: spectroscopie, violation CP, états X, Y, Z.
  - Production de baryons charmés possible: mesure de MDM (via désintégrations radiatives par exemple)
- Intérêt exprimé au LAL:
  - contributions hardware pour détecteur de PID (FTOF) ou en électronique
  - physique du charme
- Une fois la décision prise, ~5 ans pour construire accélérateur et détecteur

# Listing des besoins techniques et humains

## Besoins techniques:

- Informatique:
- Electronique:
- Mécanique:
  - Cibles fixes au LHC:
    - Intégration mécanique de la cible dans une expérience existante (ALICE/LHCb)
    - Support cible/crystal ou intégration d'une cible à technologie gazeuse
- Accélérateur:
  - FAIR:
    - Système RF complété par la construction de cavités au CENBG

## Besoins humains: A discuter