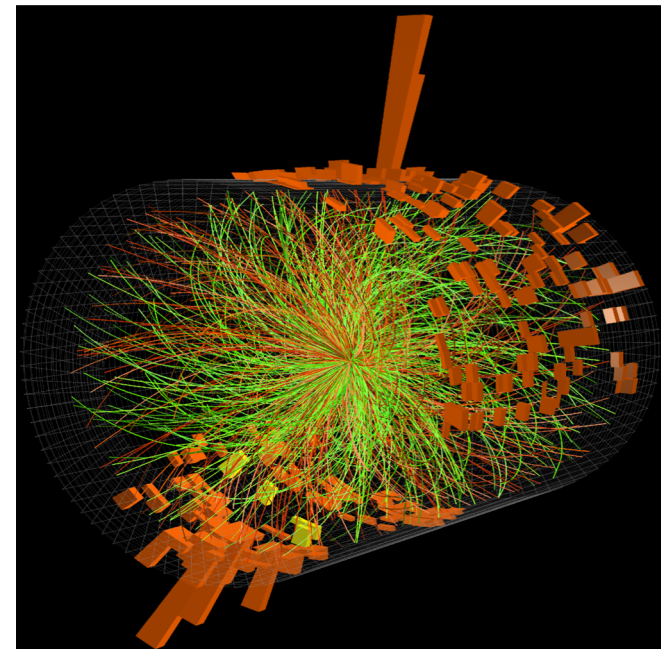


# Groupe ALICE

---

Faits marquants / projets



# Composition du groupe ALICE

---

## Composition actuelle:

- 4 permanents :
  - G. Conesa-Balbastre, CR, HDR, 100%,
  - J. Faivre, MCF, HDR, 50%,
  - C. Furget, PR, 40%, dir. adjoint d'une composante de l'UGA depuis 2015.
  - R. Guernane, CR, 100%,
- 0 doctorant depuis mars 2019
- 0 postdoc depuis sept. 2019

## Evolution entre 2015 et 2019 :

- Le groupe a perdu 1 membre permanent (congé parental depuis fin 2014).
- Deux membres du groupe ont passé l'HDR durant cette période.
- Accueil d'un CDD et 4 doctorants (dont 3 co-tutelles avec financement extérieur).
- Depuis 2015, le groupe a accueilli 10 étudiants en stage de master (M1 et M2). Aucun des 5 étudiants français accueillis durant cette période n'a pu obtenir de financements pour une poursuite en thèse dans notre groupe.

# Responsabilités (2015-2020)

---

## Responsabilités au sein de la collaboration ALICE:

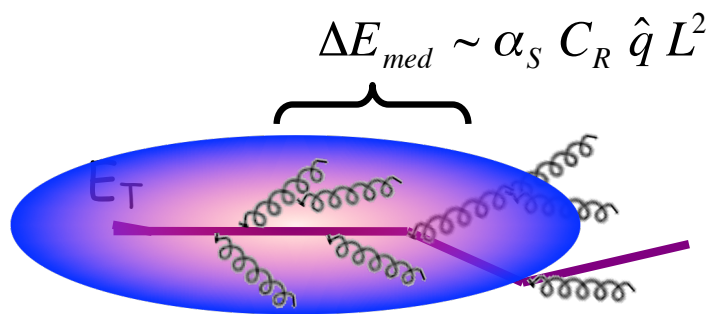
- R. Guernane, Run Manager durant 2 périodes (15 jours) des prises de données
- G. Conesa-Balbastre, coordinateur offline du calorimètre EMCal/DCal
- J. Faivre, resp. de la calibration en énergie du calorimètre EMCal/DCal
- R. Guernane, resp. du système de déclenchement de niveau 1 du calorimètre EMCal/DCal
  - G. Conesa-Balbastre, coordinateur du groupe de physique Photons et  $\pi^0$  en 2015 et 2016.
  - G. Conesa-Balbastre, coordinateur du DPG MC (Data preparation group) depuis 10/2019.
  - G. Conesa-Balbastre, membre du conference committee d'ALICE depuis 09/2018.
- C. Furget, resp. du groupe ALICE du LPSC et membre du col. board d'ALICE.
- G. Conesa-Balbastre, représentant du LPSC au sein du projet « Study of QCD matter with ALICE » du programme France-Chine
- R. Guernane, responsable au sein du programme France-Japon et France/Corée d'un programme sur les jets.

# Expérience ALICE

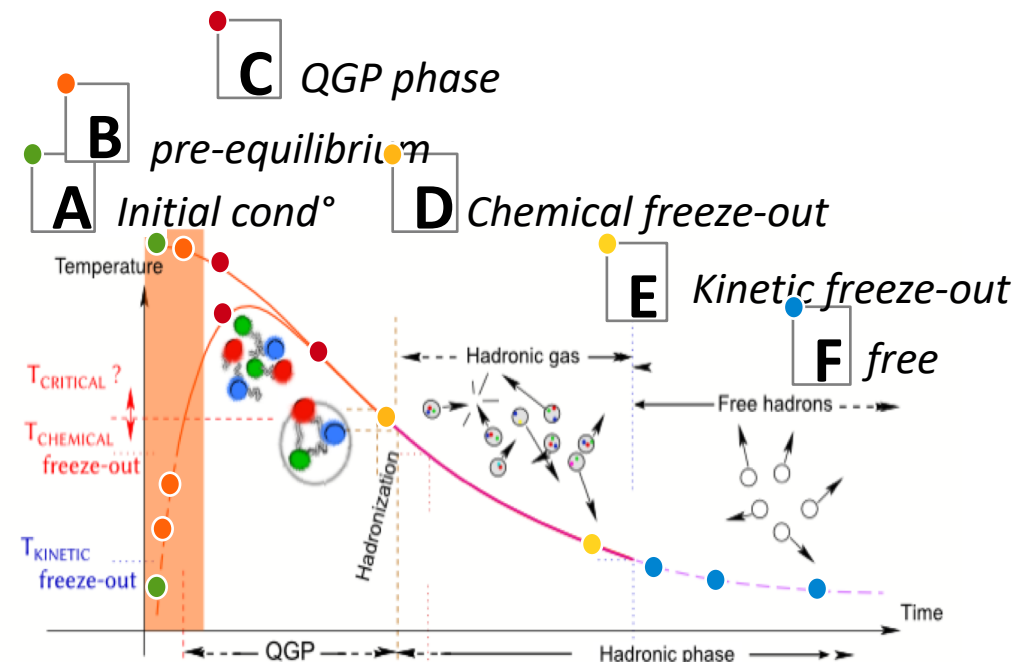
Etude du plasma de quarks et de gluons (QGP) à l'aide des collisions d'ions lourds ultra-relativistes auprès du LHC

- Transition de phase d'un système hadronique vers le QGP constitués de quarks et de gluons déconfinés ( $T_c \sim 170-180$  MeV) → Etude de l'interaction forte (QCD)
- Evolution en temps du système déconfiné avec une phase de thermalisation puis d'hadronisation

**Caractérisation complète du QGP** : état initial, degré de thermalisation + évolution du QGP; propriétés de transport; mécanismes d'interaction et processus d'hadronisation, évolution de la phase hadronique, ...



Perte d'énergie de parton de grande impulsion transverse dans le QGP (sonde dure)

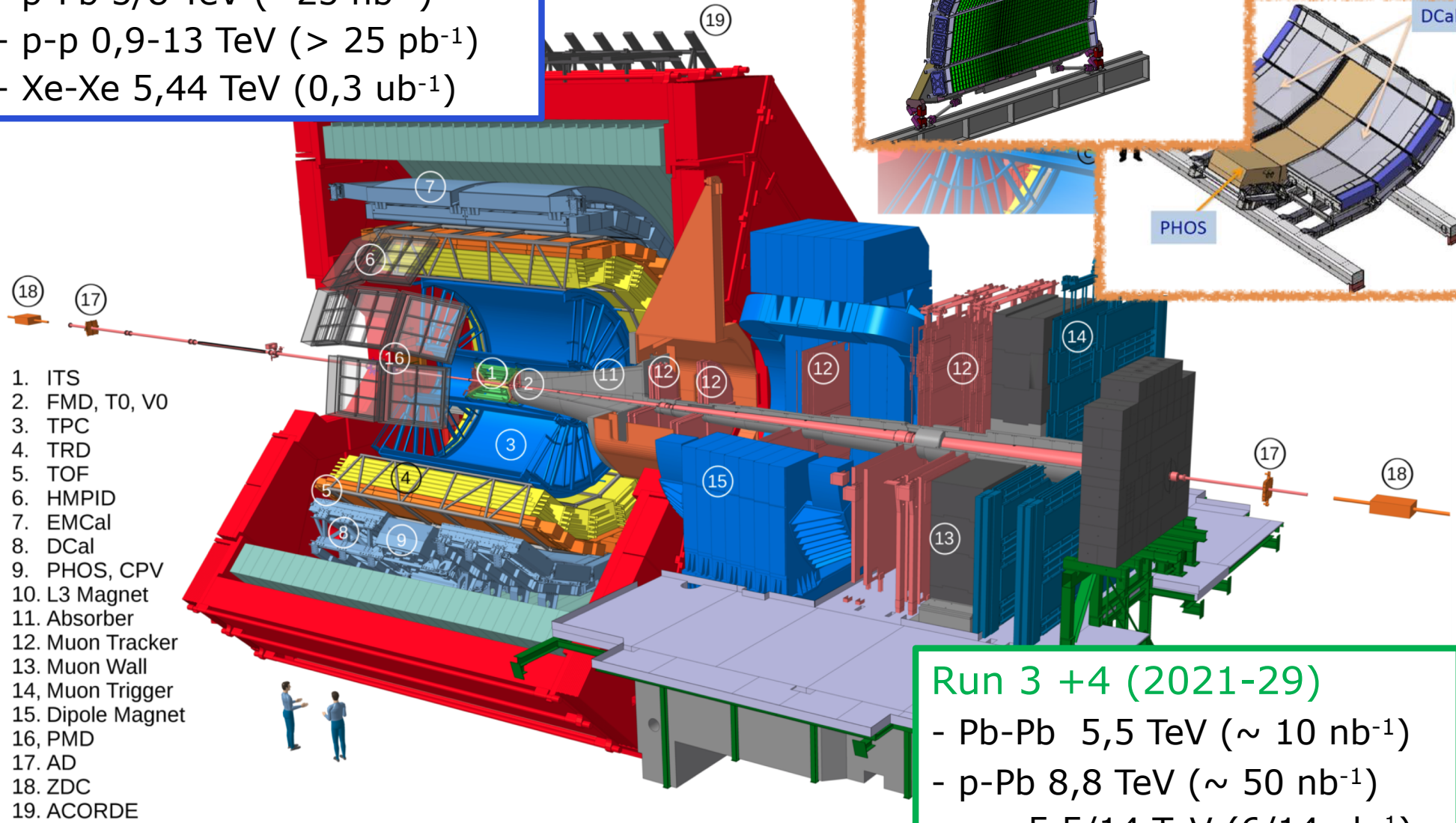
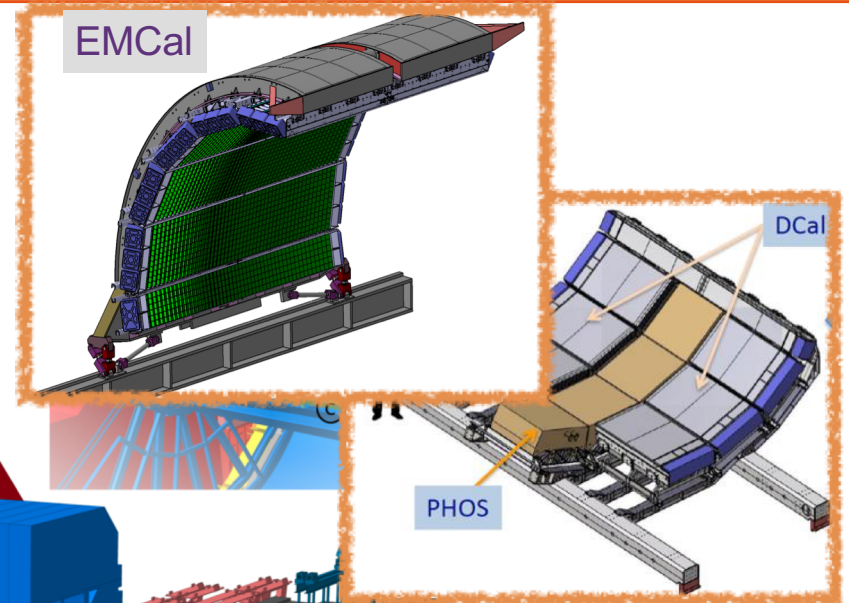




# Expérience ALICE au LHC

## Run 1+2 (2010-18)

- Pb-Pb 2,76/5 TeV ( $\sim 1 \text{ nb}^{-1}$ )
- p-Pb 5/8 TeV ( $\sim 25 \text{ nb}^{-1}$ )
- p-p 0,9-13 TeV ( $> 25 \text{ pb}^{-1}$ )
- Xe-Xe 5,44 TeV ( $0,3 \text{ ub}^{-1}$ )



1. ITS
2. FMD, T0, V0
3. TPC
4. TRD
5. TOF
6. HMPID
7. EMCal
8. DCal
9. PHOS, CPV
10. L3 Magnet
11. Absorber
12. Muon Tracker
13. Muon Wall
14. Muon Trigger
15. Dipole Magnet
16. PMD
17. AD
18. ZDC
19. ACORDE

## Run 3 +4 (2021-29)

- Pb-Pb 5,5 TeV ( $\sim 10 \text{ nb}^{-1}$ )
- p-Pb 8,8 TeV ( $\sim 50 \text{ nb}^{-1}$ )
- p-p 5,5/14 TeV ( $6/14 \text{ pb}^{-1}$ )

# Faits marquants (2015-19)

---

Participation du groupe à la construction d'un calorimètre EMCal/DCal, puis aux runs 1 et 2 du LHC entre 2009 à 2018 et à la préparation des runs 3 et 4 prévus entre 2021 et 2029.

- Calorimètre EMCal/Dcal

- Maintenance du calorimètre EMCal/DCal incluant le démontage/remontage des détecteurs. De la conception à l'installation du système de refroidissement des cartes de lecture SRU.
- Développement et mise en service d'un nouvel algorithme de déclenchement de niveau 1 associé à EMCAL, DCAL et PHOS et les logiciels de simulation et d'analyse.
- Développement des logiciels de reconstruction, simulation, contrôle qualité et analyse de données du Calorimètre.

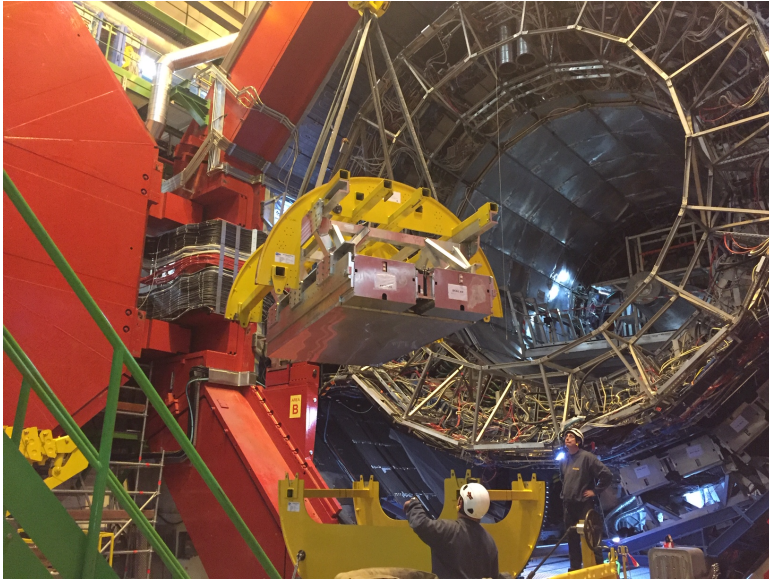
- Upgrade ITS pour les runs 3 et 4 (>2019)

- Conception et production de l'outil d'assemblage des staves du Middle Barrel.

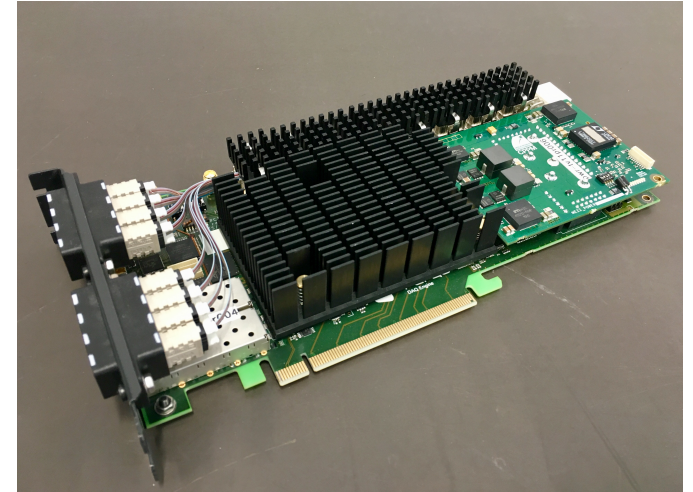
- Upgrade du système d'acquisition (projet O2-CRU)

- Conception et mise en oeuvre du firmware pour le fonctionnement des cartes de lecture du système d'acquisition et de traitement des données dans le cadre de l'upgrade d'ALICE.

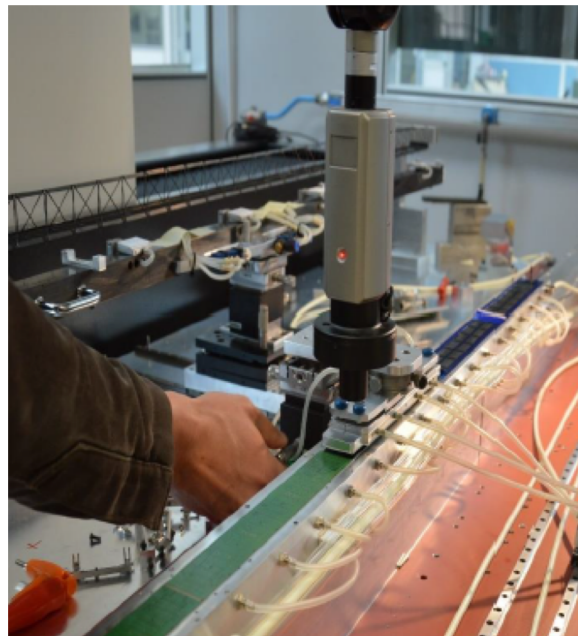
# Faits marquants (2015-19)



Intégration d'un module DCal dans le détecteur ALICE



Développement du firmware du CRU (carte PCIe40 du CPPM)



Machine d'assemblage des staves du Middle Barrel de l'ITS



# Faits marquants (2015-19)

---

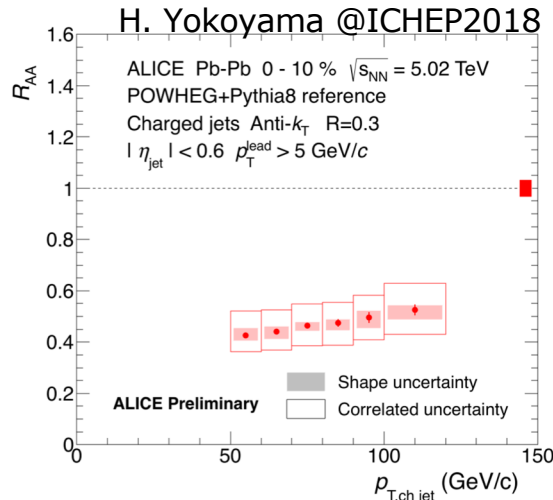
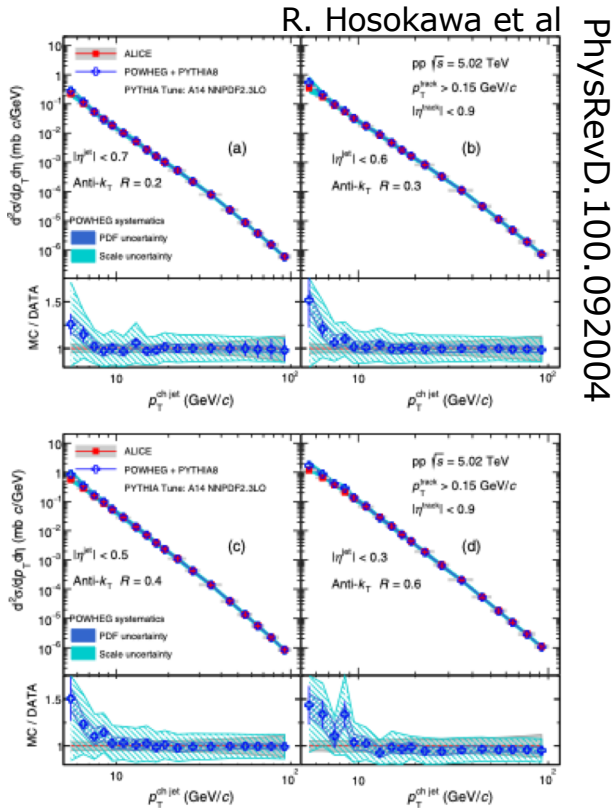
Thématiques du groupe en lien avec l'étude des sondes dures (particules de grands moments transverses et jets), qui permet d'accéder à la perte d'énergie des partons dans le QGP.

- Etude des performances du calorimètre EMCal/DCal
  - Etude approfondie liés à la calibration (compréhension du détecteur, procédures)
  - Simulation des effets de cross-talks pour différentes analyses de physique
- Analyses de physique
  - Spectre en  $p_T$  des photons isolés à 7 TeV (papier publié) et 13 TeV (analyse en cours)
  - Corrélations photon-hadron: étude des systématiques en p-p, étude préliminaires en p-Pb
  - Mesure de la production inclusive de jets en pp (papier publié).
  - Mesure de la production inclusive des jets en Pb-Pb et mesure du  $R_{AA}$  des jets chargés en collision Pb-Pb à 5 TeV (analyse en cours de finalisation)
  - Mesure de l'étiquetage de la beauté en p-p & p-Pb à 5 TeV (analyse bien avancée)
  - Étude des corrélations hadron-jets et jet-hadrons en collisions Pb-Pb à 5 TeV (analyse en cours)

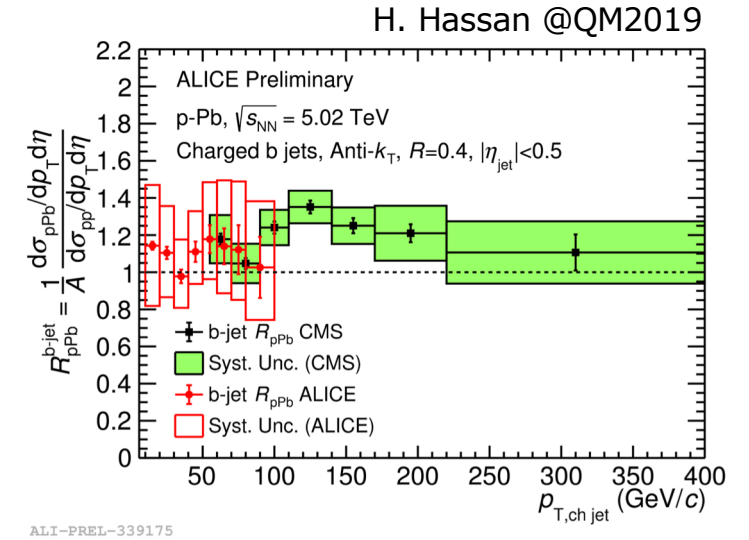


# Faits marquants (2015-19)

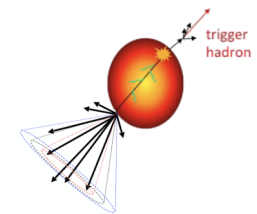
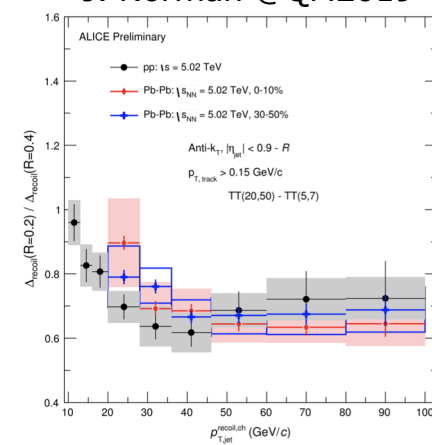
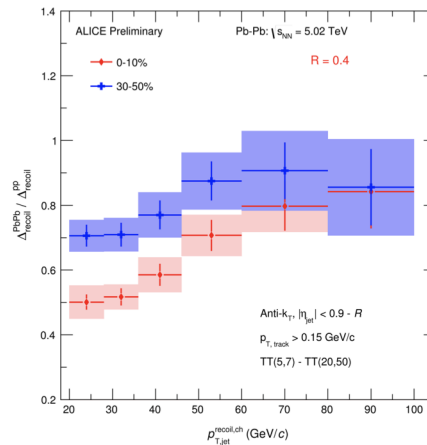
Mesures inclusives de jets : spectre en p-p et Pb-Pb et mesure du facteur d'atténuation  $R_{AA}$



Mesures de jets de saveur lourde (étiquetage des jets de b)



Etude des corrélations hadron-jets



# Projet scientifique

---

Le projet scientifique du groupe s'articule autour de 2 axes:

- Continuité des analyses de physique portant sur l'étude de la perte d'énergie des partons dans le milieu à travers les mesures des sondes dures (photons,  $\pi^0$ , jets, saveurs lourdes) et leur corrélations,
- Ouverture possible vers le domaine de cinématique des petits  $x$  avec le projet FOCal pour étudier de nouveaux effets (corrélations à longue portée ou l'étude du quenching à grande rapidité).

Le projet implique de poursuivre les collaborations internationales déjà existantes (Universités de Tsukuba, Wuhan, ...)

# Evolution anticipée (3-5 ans)

---

## Activités à court terme:

- Activités associées au calorimètre EMCal/DCal réduites (publication en projet sur les performances)
- Implication technique sur le projet O2-CRU d'ALICE pour l'upgrade du système d'acquisition (au moins jusqu'en 2021 à la reprise du run 3)
- Etude des corrélations photon/ $\pi^0$ -hadrons en collision p-A et A-A
- Poursuite des analyses de physique concernant la production des jets (sous-structure des jets) et des saveurs Lourdes.

## Activités envisagées à moyen terme:

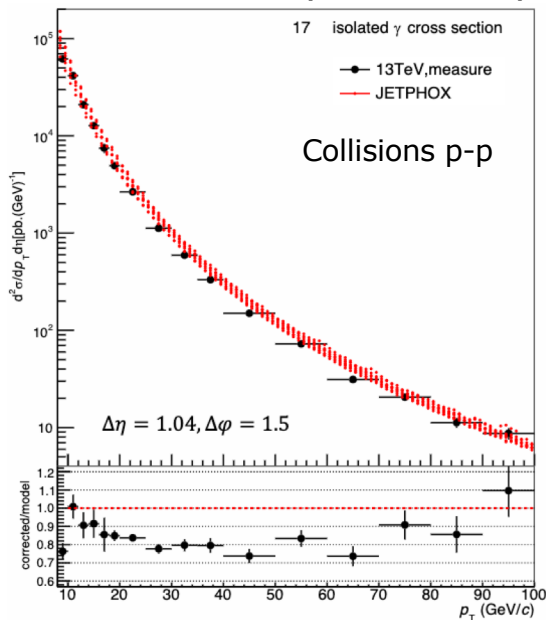
- Etude des jets en collisions d'ions lourd pour l'étude de la perte d'énergie dans le QGP (corrélations entre les jets et les hadrons, électrons, photons, ... , jets) dans un domaine à bas  $p_T$  avec possibilité d'étudier la structure des jets à travers de nouvelles observables (radial momentum, N-subjetiness).
- Utilisation de technique de Machine Learning pour l'étude des jets et des saveurs lourdes.
- Proposition pour une contribution technique et scientifique sur le calorimètre FOCAL et la physique associée des nPDF et des conditions initiales (synergie possible avec l'U. de Tsukuba)
- Développer des liens avec le groupe de théorie sur l'impact des données FOCAL sur les PDFs.



# Evolution anticipée (3-5 ans)

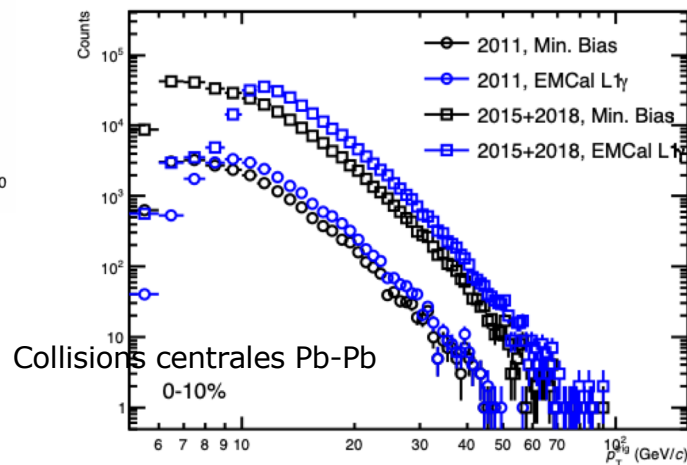
## Analyse préliminaire des photons isolés à 13 TeV

R. Xu (Wuhan-LPSC)



Mesures des photons, mésons neutres et des corrélations

Corrélations  $\pi^0$ -hadron en Pb-Pb (analyse exploratoire) (spectre en  $p_T$ , gain en statistiques (2015+18) versus 2011)

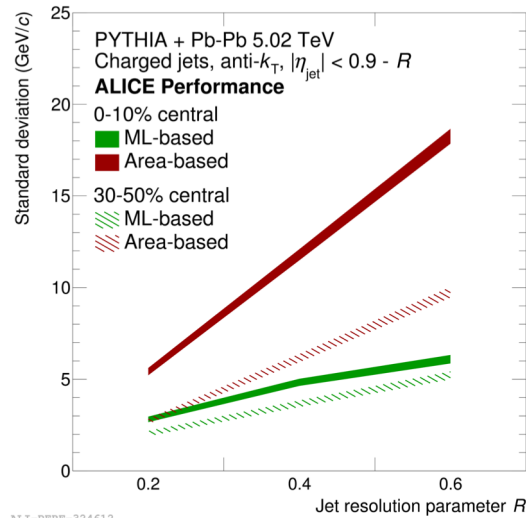


Centralité	0-10%	10-30%	50-80%
MB data	7,7	7,6	45
EMCal/DCal Trigger	7,6	5,9	2

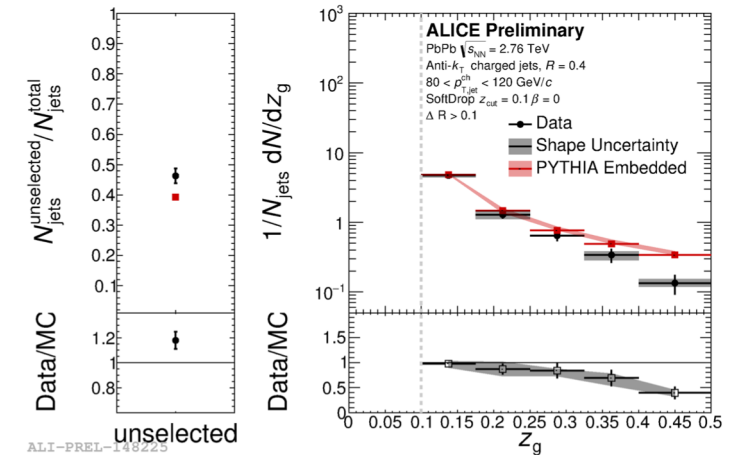
# Evolution anticipée (2015-19)

## Etude des jets et des saveurs lourdes

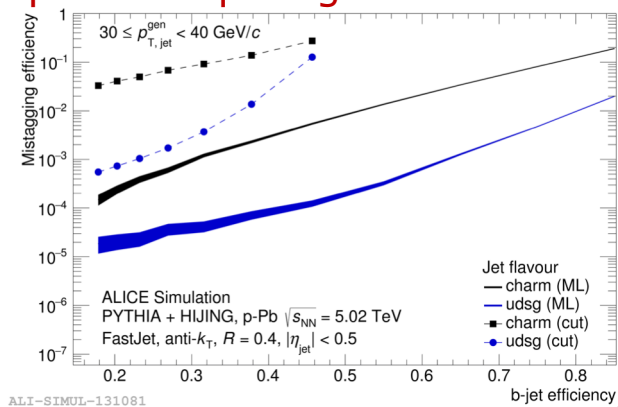
### Utilisation du Machine Learning pour la reconstruction de l'impulsion des jets



### Etude de la sous-structure des jets



### Utilisation du Machine Learning pour l'étiquetage de la saveur



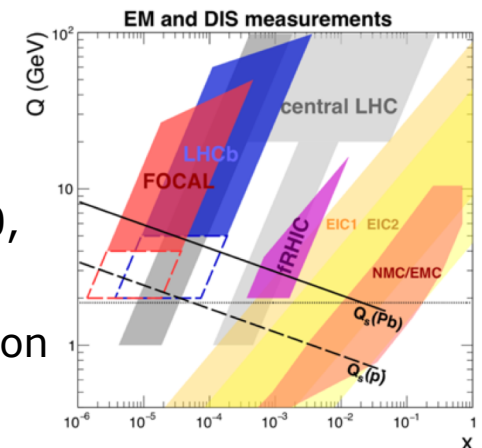
# Evolution anticipée (2015-19)

## Projet émergent: le calorimètre Focal

- Projet de construction d'un nouveau calorimètre situé aux angles avant ( $3,2 < \eta < 5,8$ ) dans le cadre d'un upgrade du détecteur ALICE pour le run 4 du LHC (2026-28)
- Combinaison d'un calorimètre EM Si-W pour une reconstruction de la gerbe des photons et  $\pi^0$  combiné à un calorimètre hadronique Cu-Sc pour les photons isolés et jets
- Projet en cours de discussion au sein de la collaboration ALICE, du LHCC et de l'IN2P3

## 1/ Contributions scientifiques envisageables

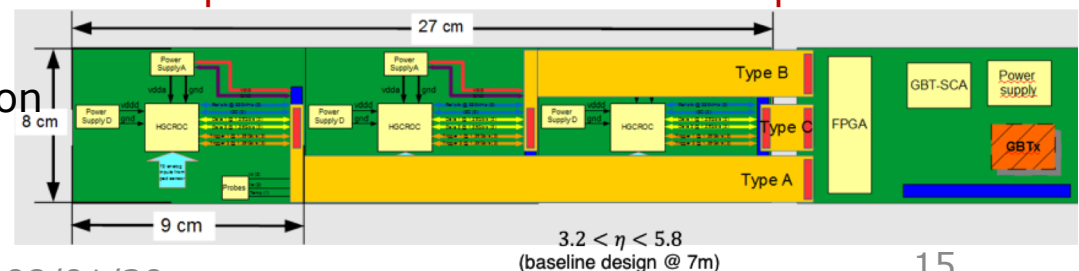
- Modification nucléaire de la densité de gluons à petits  $x$  à l'aide des photons isolés (en lien avec le groupe Théorie du LPSC)
- Etude de l'évolution non linéaire de QCD à l'aide des corrélations  $\pi^0$ - $\pi^0$ , photon- $\pi^0$  (ou jets)
- Etude des corrélations à longue portée à l'aide des corrélations  $\pi^0$ -hadron



## 2/ Contribution technique envisagée

- Développement du système de lecture (amplification, mise en forme et digitalization du signal analogique) basé sur le chip HGCROC développé pour HGCal CMS

## Proposition du service électronique du LPSC



# Auto-analyse du groupe ALICE

---

## *Points forts :*

- Expertise reconnue sur la calorimétrie et sur la physique des jets et photons,
- Capitalisation du travail réalisé avec plusieurs articles publiés ou à venir: performance, photons isolés, mesures des jets légers et des b-jets, ...
- Compétences des services du LPSC (instrumentation, mécanique, électronique)
- Mise à profit de collaborations existantes (Japon, Corée, Chine).

## *Points à améliorer :*

- Réduire l'investissement sur EMCal pour une implication plus forte sur les analyses
- Incertitude sur le futur proche du groupe (sujets de thèse, projet FOCal),
- Difficultés à attirer des étudiants en thèse et à obtenir les financements associés.

## *Possibilités :*

- Evolution des activités du groupe en lien avec d'autres laboratoires français (Strasbourg),
- Apprentissage de nouvelles techniques d'analyse (machine learning),
- Nouvelles collaborations (Tsukuba, Théorie) dans le cadre du projet FoCal.

## *Risques :*

- Perte d'une expertise instrumentale pour le groupe/laboratoire si le projet FoCal n'aboutit pas,
- Perte de visibilité du groupe de travail photon et mésons neutres sauf si une thèse démarre sur les corrélations,
- Niveau d'engagement à définir sur de nouveaux projets comme FoCal .