

Groupe ALICE-JLab

Bilan 2009-2004 & Perspectives ...

HCERES – 12-14 janvier 2015

Composition actuelle du groupe

- 6 permanents :
 - ALICE : G. Conesa-Balbastre (CR), J. Faivre (MdC), C. Furget (PR), R. Guernane (CR), C. Silvestre-Tello (CR)
 - JLab : E. Voutier (DR), J.-S. Réal (DR, 10%)
- 1 doctorante :
 - ALICE : A. Vauthier (2014-2017). Persp. de thèses en cotutelle (Tzukuba)

Evolution sur la période 2009-14 :

- ALICE :
 - Permanents : 2 arrivées (G. Conesa-Balbastre en 2010 et C. Silvestre-Tello en 2012) et 2 départs (S. Kox (DR), J-S. Réal (DR) en 2014).
 - Non permanents : 2 post-doc (S. Gadrat et G. Conesa-Balbastre) et 2 thèses (Y. Mao et N. Arbor)
- JLab :
 - Permanents : départ d'E. Voutier à l'IPN Orsay (début 2015)
 - Non permanents : 3 post-doc (A. El Alaoui, C. Maieron, E. Fanchini), 1 visiteur (V. Angelov) et 2 doctorants (J. Dumas-2011 et Y. Perrin-2012)

Expérience ALICE auprès du LHC

Etude du plasma de quarks et de gluons à l'aide de collisions d'ions lourds ultra-relativistes

– Motivations physiques :

- Production d'un milieu nucléaire déconfiné de haute densité/température
- Caractérisation de ce milieu en termes de degrés de liberté partoniques (QGP) dans le cadre de la théorie de l'interaction forte (QCD)

– Méthodes expérimentales :

- Etude de nombreuses signatures pour contraindre les modèles (production de particules, hadronisation au sein des jets, etc ...)
- Comparaison des systèmes p-p, p-Pb avec Pb-Pb.

Run 1 : 2010 : p-p @ 0,9-7 TeV, Pb-Pb @ 2,76 TeV
2011 : p-p @ 2,76-7 TeV, Pb-Pb @ 2,76 TeV
2012-13 : p-p @ 8 TeV, p-Pb @ 5.02 TeV

Expérience ALICE auprès du LHC

Etude du plasma de quarks et de gluons à l'aide collisions d'ions lourds ultra-relativistes

– Activités instrumentales :

- Construction et mise en œuvre du calorimètre électromagnétique EMCal/DCal
- Construction et mise en œuvre du système de déclenchement d'EMCal
- Programme d'upgrade pour les runs 2 et 3 d'ALICE

Forte implication des services techniques du LPSC : instrumentation, électronique, mécanique et informatique (grille de calcul).

– Analyses de physique :

- Etude des mésons neutres et des corrélations photon/ π^0 -hadron
- Production inclusive de jets et étude des saveurs lourdes

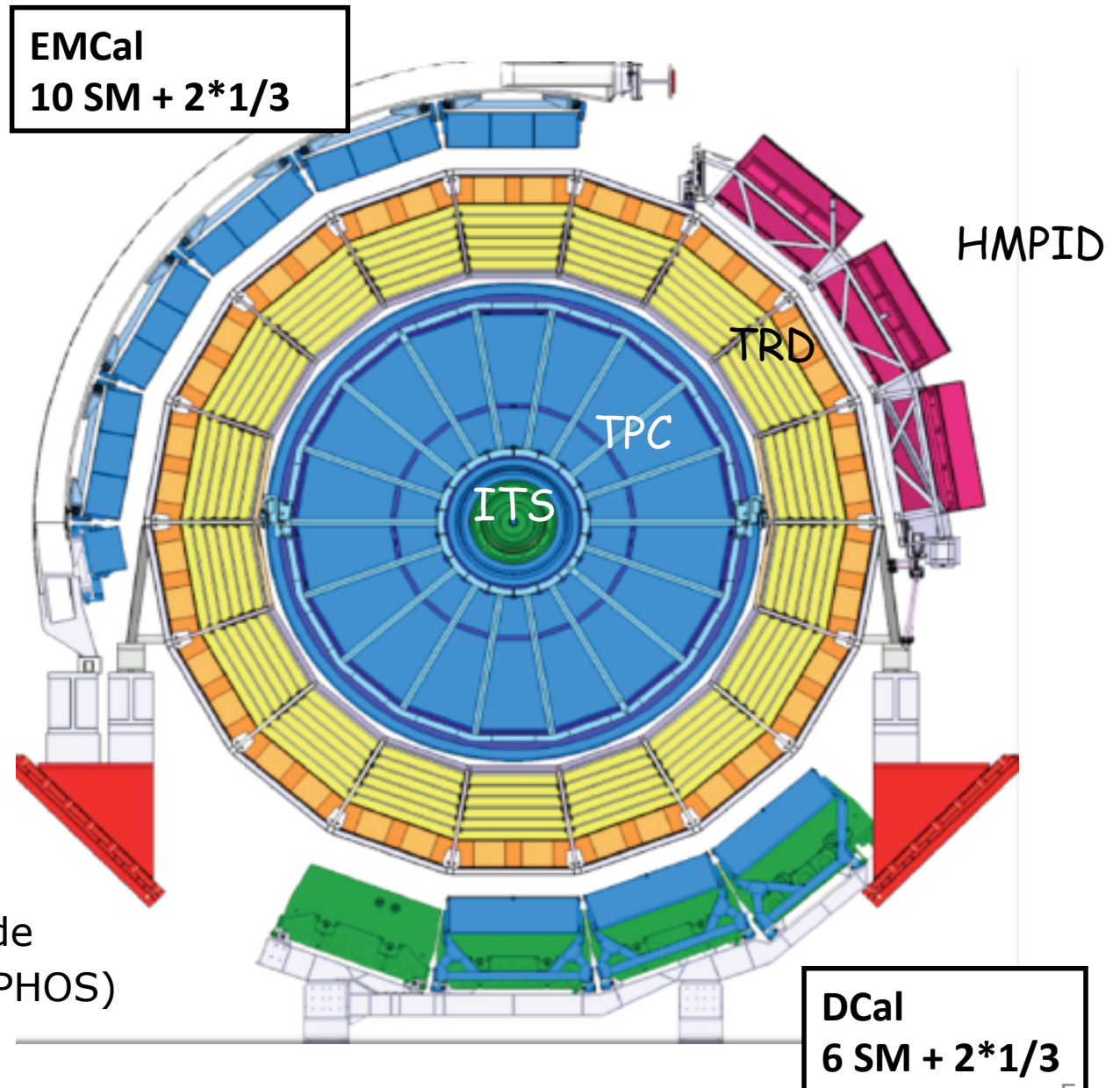
ALICE en 2015

Contribution majeure du LPSC sur la construction des calorimètres EMCal et DCal

Financement ANR/EMCal
(Subatech, LPSC, IPHC)
Montant = 550 k€

Installation durant LS1

- ✓ 5 modules TRD
 - ✓ 8 modules DCal
 - ✓ 1 module PHOS
- + amélioration électronique de lecture (TPC, TRD, EMCal et PHOS)



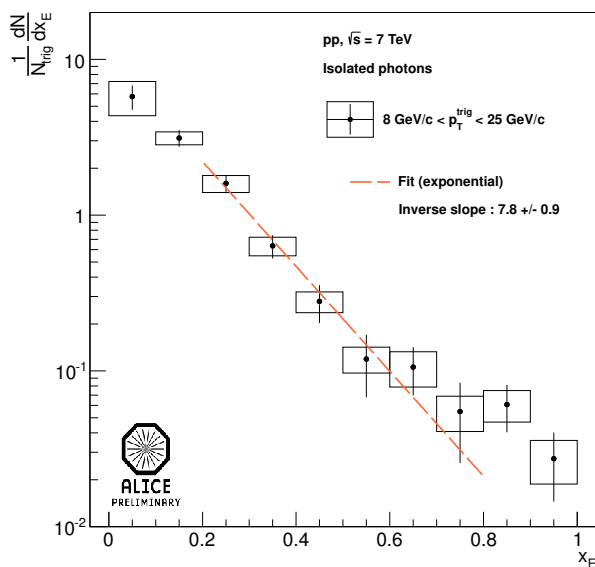
- Construction et mise en œuvre du calorimètre EMCal/Dcal
 - Assemblage et calibration de 8 + 7 SMs EMCal/Dcal entre 2009 à 2013 (collaboration des services instrumentation et d'électronique avec une implication forte du groupe de physique)
 - Activités d'assemblage et d'intégration de l'électronique (~15000 APDs)
 - Calibration en cosmique (banc de test dédié + outils de contrôle)
 - Développement du système de déclenchement de niveau 1 (coll. service d'électronique + groupe de physique)
 - Construction carte + contrôle commande
 - Simulation et mise en œuvre du dispositif
 - Tests sous faisceau
 - Développements offline du calorimètre (resp. de coordination d'EMCal-offline)
 - Calibration π^0 du calorimètre (resp. LPSC)



Activités d'assemblage
d'EMCal/Dcal au LPSC

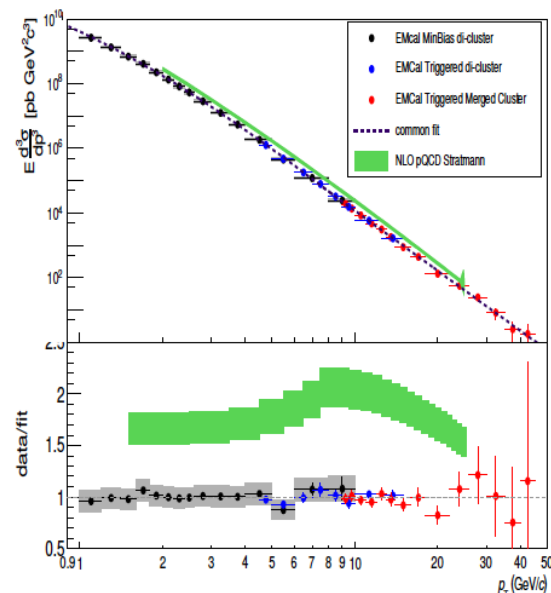
- Activités autour des analyses de physique
 - Nouvelles méthodes d'identification des photons et des pions neutres à l'aide du calorimètre EMCal (WG-EMCal)
 - Mesure de la production des pions neutres et du facteur d'atténuation
 - Etude de la fonction de fragmentation en corrélations gamma-hadron en p-p et p-Pb
 - Mesure de la production inclusive de jets et étiquetage de la beauté en p-p

(G. Conesa-Babastre resp. coordination du PWG-GA pour 2015-16)



ALI-PREL-34327

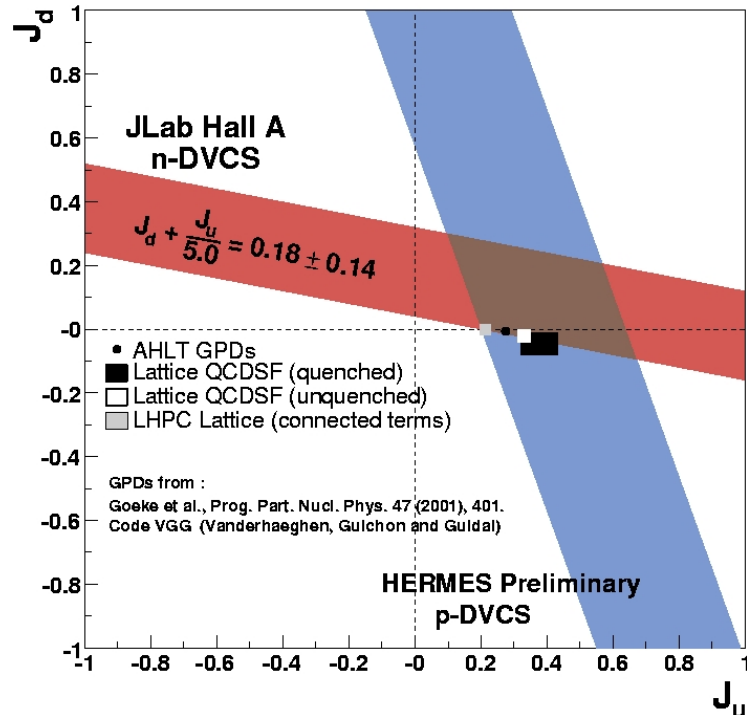
Corrélations photon-hadron



Production des π^0 en collision p-p

- **Implication pour le run 2 (2015-17)**
 - Prises de données du run 2 (2015-17)
 - Différents systèmes : p-p, p-Pb et Pb-Pb
 - 10 x plus de statistique que pour le run 1
 - Mise en œuvre du calorimètre Dcal
(calibration, système de déclenchement, contrôle des données ...)
 - Analyses de physique
 - Etude des corrélations photon-hadron (p-p, p-Pb et Pb-Pb)
 - Etiquetage des quarks de b au sein des jets (coll. avec le groupe théorie du LPSC)
- **Upgrade dans le cadre des runs 3-4 (>2019)**
 - Programme de physique :
 - Etude des corrélations et physique des saveurs lourdes
 - Contributions techniques :
 - Mécanique de l'ITS : moulage des échelles (synergie possible avec le ATLAS ITK)
 - ...

- Mesure des distributions généralisées de partons (GPD) à JLab



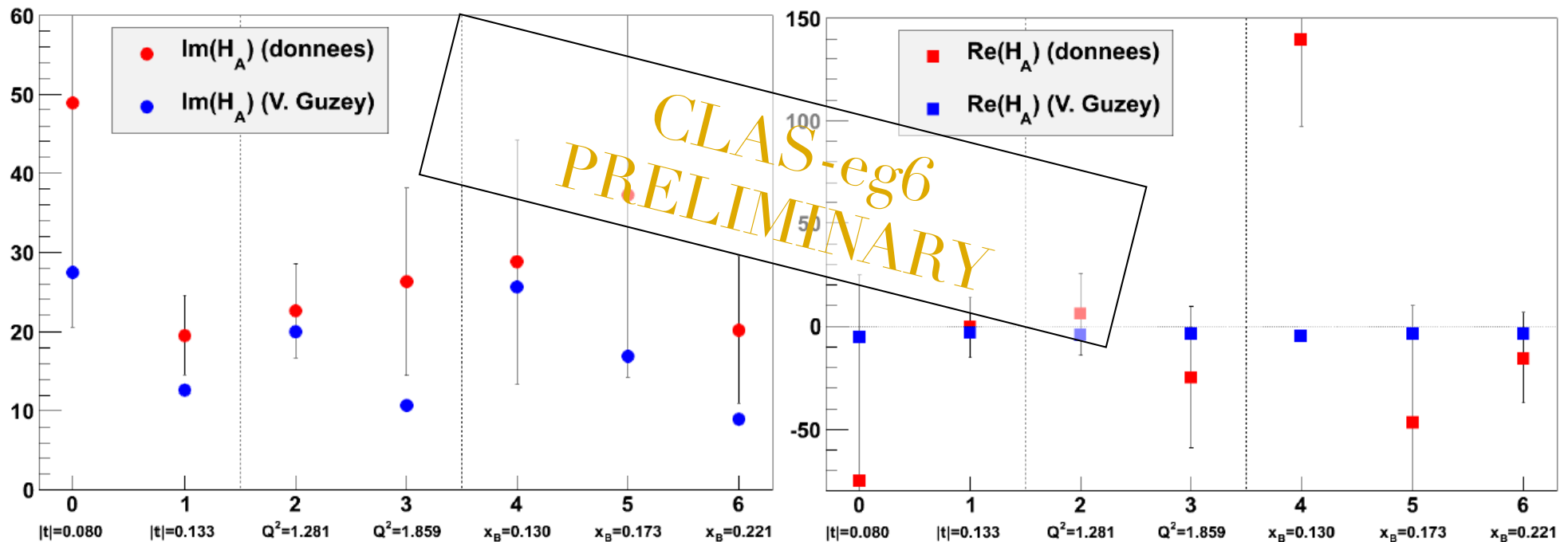
- Poursuite d'un programme débuté en 2003 avec les premières mesures du DVCS sur le neutron
(n-DVCS @ Hall A - co-porte-parole)
- Développement et démonstration de nouvelles méthodes expérimentales pour la mesure des GPD des noyaux
(He-DVCS @ CLAS - co-porte-parole)
- Développement de nouveaux outils pour la mesure des GPD
(PEPPo @ Injector - co-porte-parole)

58 Publ. 24 Conf. 11 Jury Th. Co-organisation 3 Ecoles 6 Workshops
 Direction GDR Nucléon, GDR PH-QCD, Membre UGBoD @ JLab

- Fin programmée de l'activité JLab au LPSC
- Poursuite de l'activité à l'IPNO (mutation en cours de traitement)

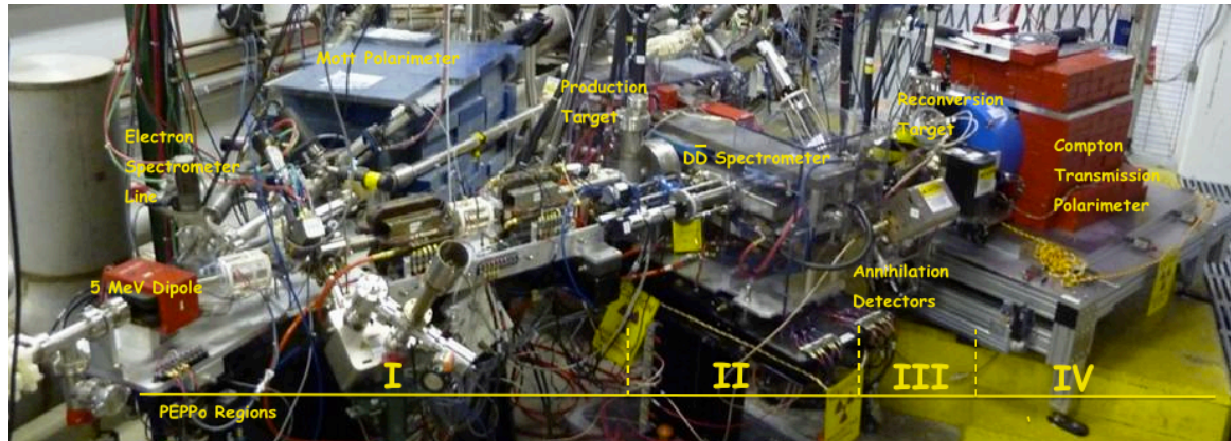
- Première mesure mondiale de la GPD du noyau d'hélium à partir de l'asymétrie de spin du faisceau.

$$A_{LU}^{4\text{He}}(\varphi) = \frac{\alpha_0(\varphi) F_A(t) \Im[\mathcal{H}_A]}{\alpha_1(\varphi) F_A^2(t) + \alpha_2(\varphi) F_A(t) \Re[\mathcal{H}_A] + \alpha_3(\varphi) \Re[\mathcal{H}_A]^2 + \alpha_4(\varphi) \Im[\mathcal{H}_A]^2}$$

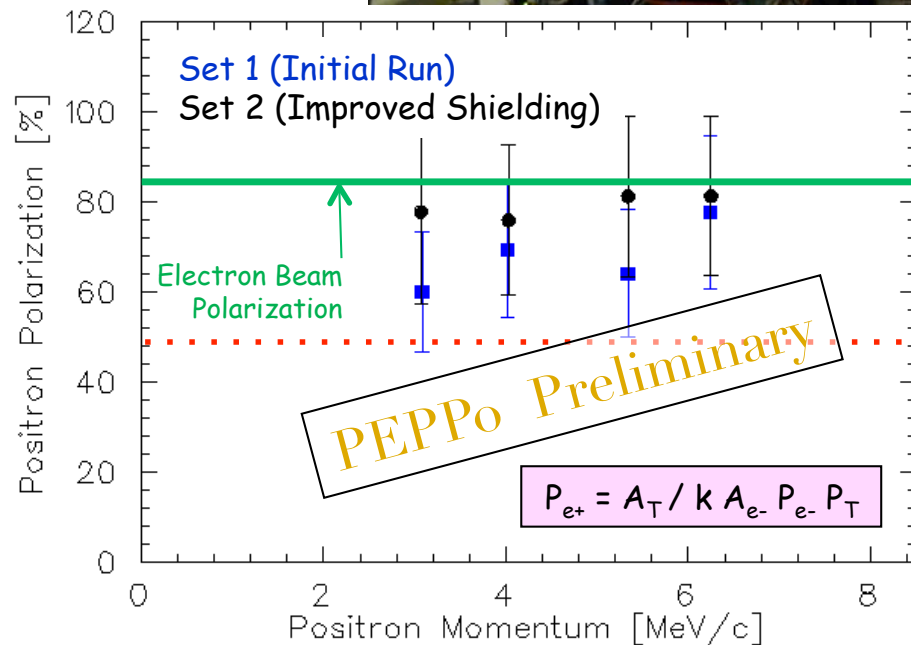


DIS 2013, Marseille (France)

- Démonstration du concept PEPPo de production de positrons polarisés, avec un faisceau initial d'électrons de 8.25 MeV/c.



IPAC 2013
 Shanghai (China)



- SDI / SE / SERM
 - Conception et mise à jour du polarimètre à transmission Compton de PEPPo
- Pôle Accélérateur
 - Modélisation du champ magnétique et de la polarisation de la cible d'analyse du polarimètre
- Analyse des données e+

Backup

Analyse SWOT

Forces

- Groupe jeune avec un recrutement soutenu entre 2007 et 2012 (1 MCF +2 CNRS+1 mutation)
- Nombreuses activités instrumentales et d'analyse au sein du WG EMCal.
- Leadership sur les analyses de corrélations gamma-hadron
- Programme cohérent sur 10 ans.

Faiblesses

- Difficulté récurrente dans le recrutement des étudiants en thèse.
- Groupe en évolution avec une perte de compétences instrumentales.
- Analyse des corrélations plus longue que prévue
- Faible implication sur les upgrades

Opportunités

- Nouvelle responsabilité de coordination au sein de PWG-GA (Gamma et mésons neutres)
- Démarrage d'une nouvelle thèse en septembre 2014. Travail en cours pour la mise en place thèses en co-tutelle.

Menaces

- L'implication sur les upgrades et les analyses des saveurs lourdes dépendra de l'état d'avancement des analyses en cours.
- Possibilités de recrutement (postdoc) en soutien aux activités.

Synthèse des activités au LPSC

Assemblage/tests des Stripmodules en Supermodules (Mécanique, SDI, Electronique)

- ✓ Assemblage, câblage, transport de 8 SM EMCAL + 7 SM DCal
- ✓ Tests et calibration des super-modules (LED, cosmiques)

Construction et mise en service du trigger EMCal de niveau L1 (DAQ, Electronique)

- ✓ Elaboration d'une carte de déclenchement de niveau L1 (FPGA)
- ✓ Développement des codes offline et analyses des performances online.

Simulation et analyse (Physique, Informatique)

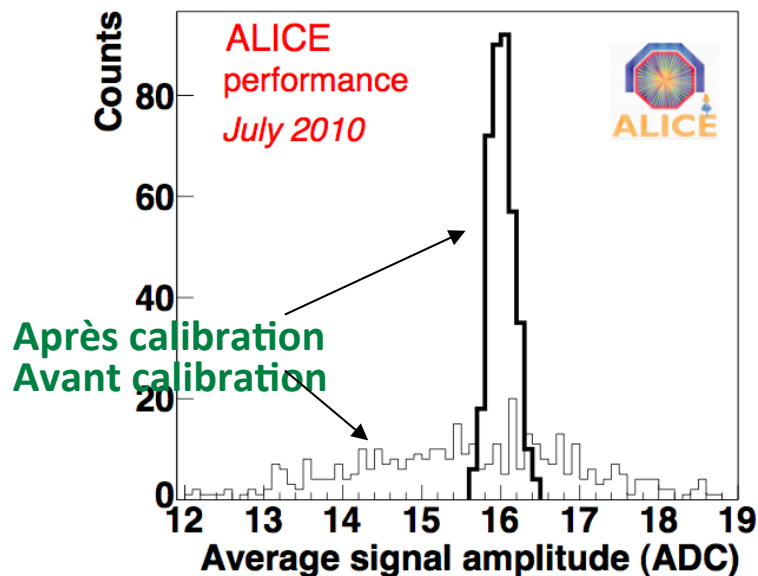
- ✓ Tests sous faisceau du calorimètre en 2007 et 2010
- ✓ Calibration du calorimètre en cosmique (Electronique, DAQ et analyse de données)
- ✓ Analyses des données p+p et Pb+Pb (PICS Russie, Liban soumis)
- ✓ Développement des outils de reconstruction des π^0 et photons, puis calibration final
- ✓ Analyses de physique en π^0 , corrélations π^0 /photon-hadron et saveurs lourdes

Construction et calibration d'EMCal/DCal

Assemblage et calibration réalisées au LPSC :

- ✓ Réception des stripmodules, assemblage, câblage et intégration de l'électronique d'une supermodule + transport des SMs au CERN.
- ✓ Calibration des supermodules en cosmiques
 - Banc de test dédié
 - Développement d'outils de contrôle et d'analyse

Hall ARIANE du LPSC (2012)



En résumé :

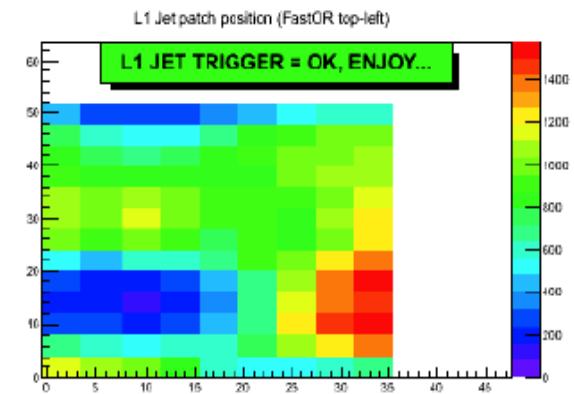
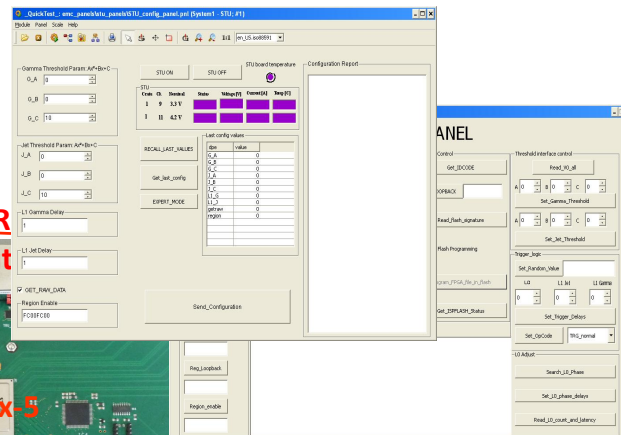
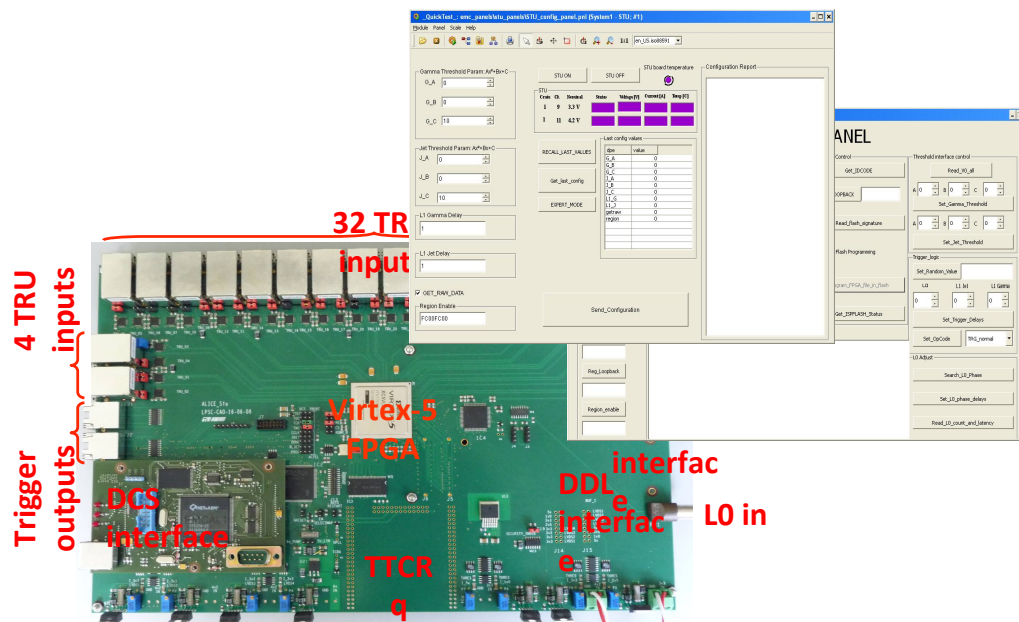
- ✓ Assemblage et calibration de 8 SMs EMCAL en 2009-11 puis 7 SMs DCal en 2012-13.
- ✓ Calibration avec cosmiques relative à mieux que 3% après 3 itérations
- ✓ Participation à l'intégration dans ALICE

Trigger de niveau L1 d'EMCal

Développement du trigger de niveau L1 (photons et jets de grands pT)

- ✓ Construction de la carte STU (EMCal+DCal) et du contrôle commande
- ✓ Développement offline (simulation complète, reconstruction des données)
- ✓ Mise en œuvre et validation lors des prises de données Pb-Pb et p-Pb

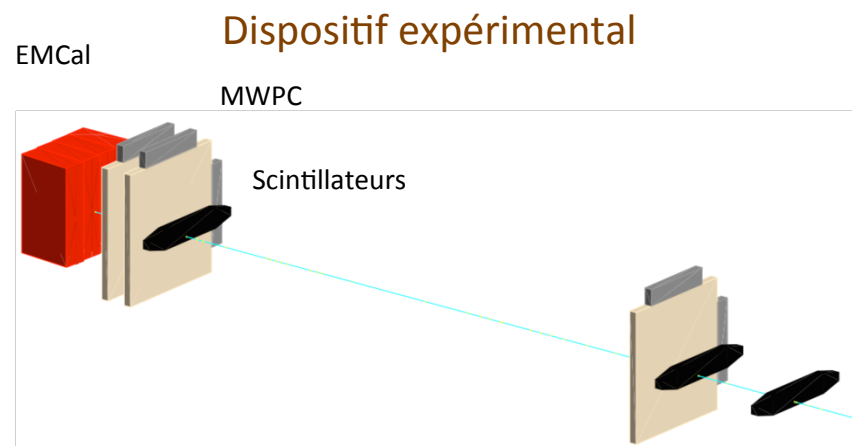
→ Transfert des compétences en cours pour Dcal (LPSC en charge du hardware)



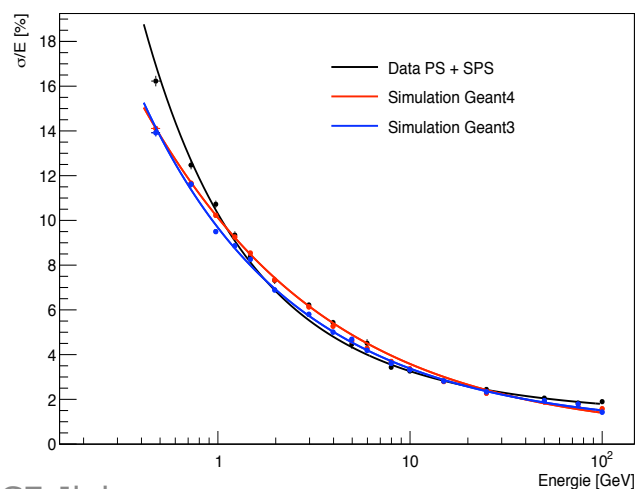
Tests sous faisceaux

Etude des performances du calorimètre EMCal à l'aide de tests sous faisceaux

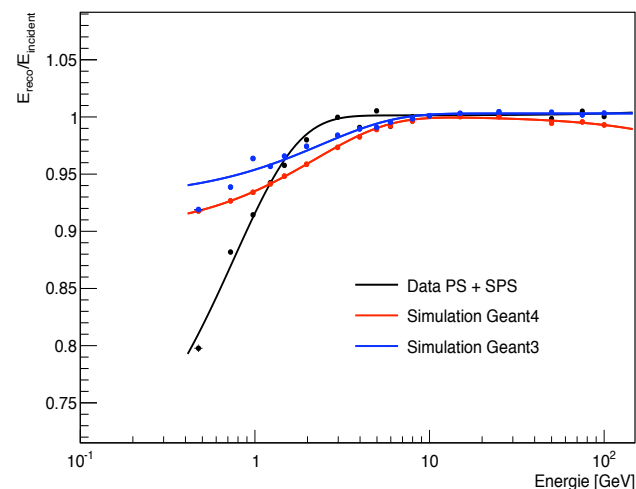
- ✓ Tests sous faisceau réalisés en 2011 au CERN
- ✓ Participation au montage expérimental (MWPC)
- ✓ Participation aux analyses des données et de simulations



Résolution en énergie



Linéarité



Développements offline

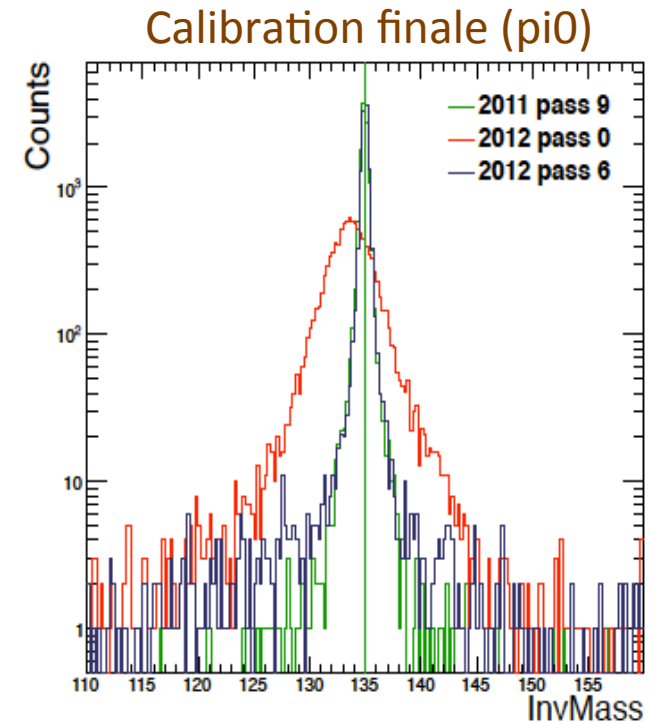
Activités offline autour d'EMCal:

- ✓ Validation des données reconstruites
- ✓ Correction en énergie à l'aide des pions neutres
- ✓ Etude sur la clusterization

➔ Responsabilité de la gestion du code d'analyse du calorimètre EMCal/Dcal (G. Conesa-Balbastre)

Calibration finale du calorimètre

- ✓ Développement de la procédure à l'aide des pions neutres
- ✓ Mise en œuvre complète pour les deux jeux de données de 2011 et 2012



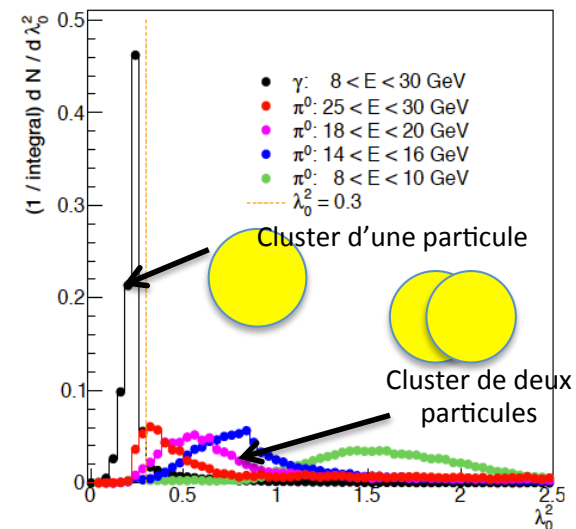
Analyses photons/pi0

Deux analyses en cours

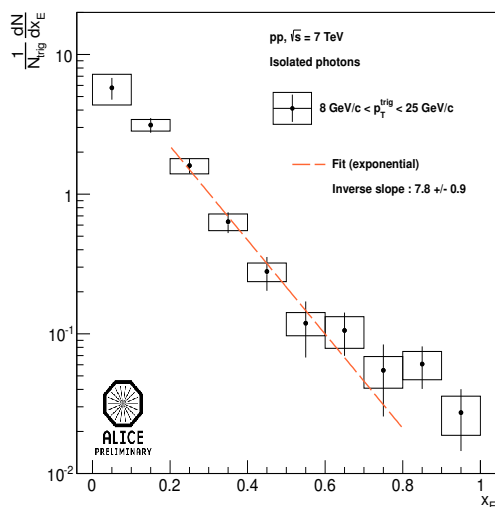
✓ Méthodes d'identification des photons et pi0 à l'aide du calorimètre EMCal

1. Mesure de la fonction de fragmentation dans les corrélations photon-hadrons
2. Mesure du facteur d'atténuation nucléaire pour les pions neutres

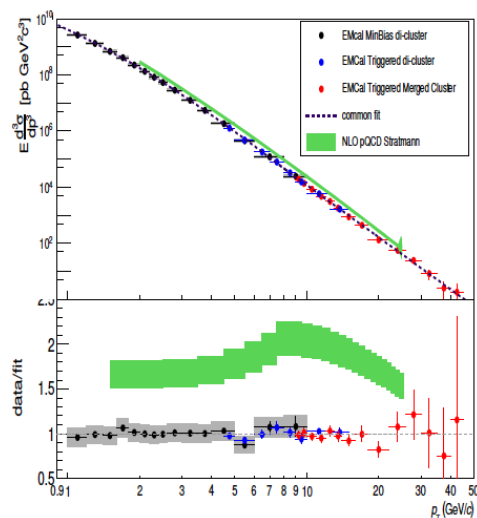
Cluster shape ID



Corrélations photon-hadron



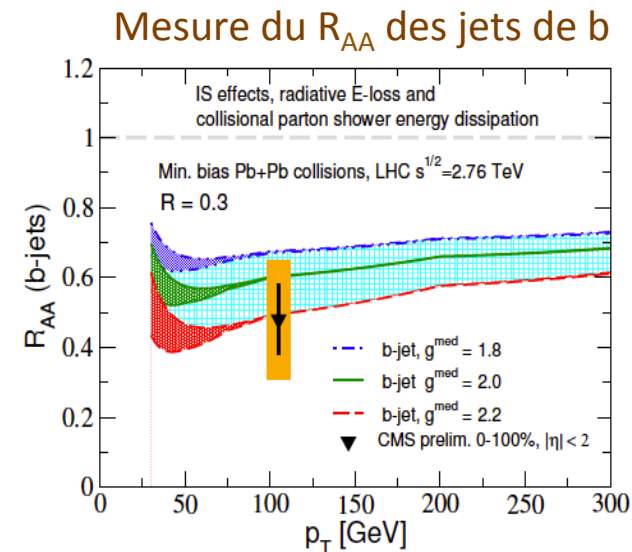
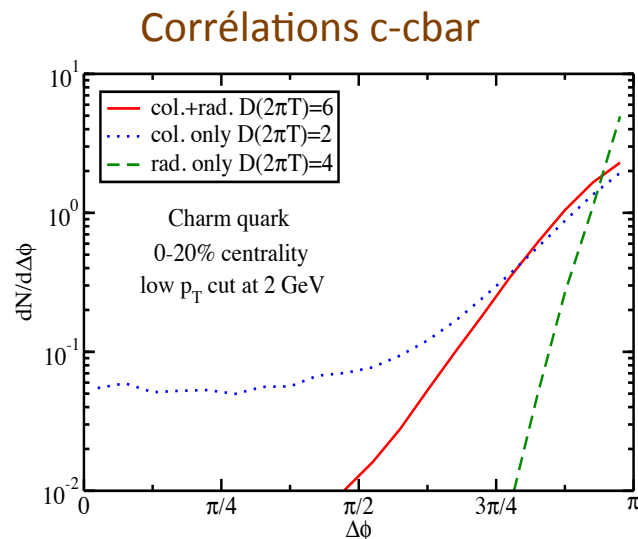
Spectre pion neutre



Saveurs lourdes

Mesure de la perte d'énergie des quarks b dans le QGP :

- ✓ Test de calculs de pQCD et contraintes sur les propriétés du milieu
 - ✓ Développements de méthodes d'identification de B et de jets de b
 - ✓ Mesure de la fonction de fragmentation du b et de sa modification par le milieu
 - ✓ Mesure des corrélations gamma-D/B ou gamma-jets de b (étude de faisabilité)
- Mise en œuvre sur les données du run 1 et 2 puis statistique intéressante après 2018



Perspectives des runs 2 & 3

LS1 : Installation 5 modules TRD, 8 DCal, 1 PHOS + upgrade électronique (TPC, TRD, EMCal, PHOS)

2015 : pp @ 13 TeV (MB & rare) ; même NN L que Pb-Pb

Pb-Pb @ 5,1–5,5 TeV (MB); $L_{\text{int}} = 0,5 \text{ nb}^{-1}$

2016 : pp @ 13–14 TeV (MB & rare)

Pb-Pb @ 5,1–5,5 TeV (MB); $L_{\text{int}} = 0,5 \text{ nb}^{-1}$

2017 : pp @ 13-14 et 5,1-5,5 TeV (MB & rare); ; même NN L que Pb-Pb

p-Pb @ 5.1 ou 8 TeV (MB & rare); $L_{\text{int}} \times 10$

LS2 : Upgrade ITS & TPC, Muon, MFT, DAQ & HLT, GRID

> 2018 : pp @ 14 TeV (MB & rare)

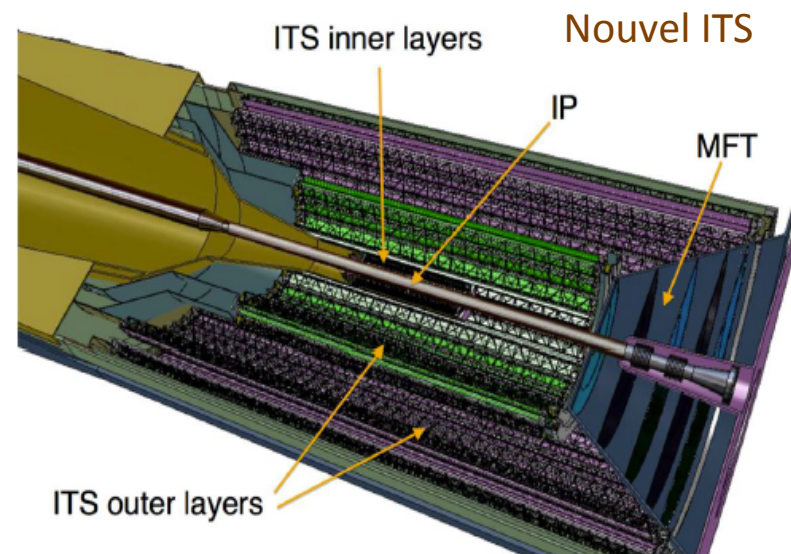
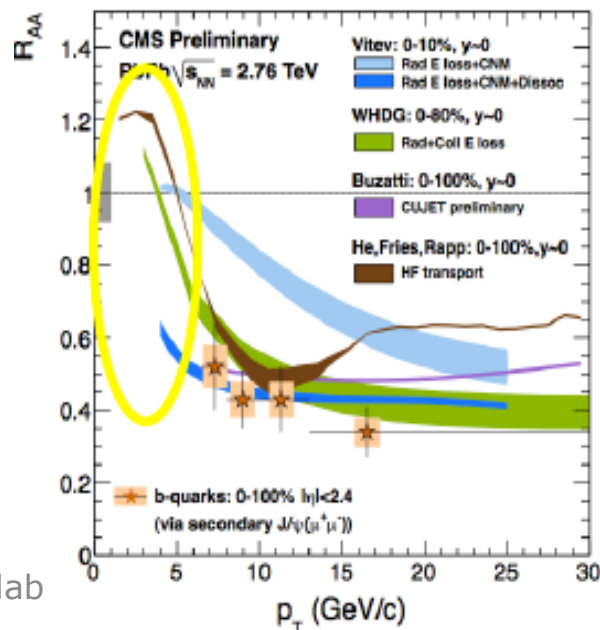
Pb-Pb @ 5,5 TeV (MB & rare); $L_{\text{int}} = 10 \text{ nb}^{-1}$

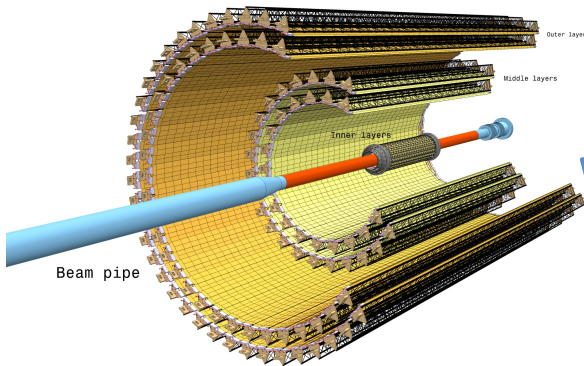
p-Pb ou AA ou pp @ ? TeV (MB & rare); $L_{\text{int}} \times 10$

Upgrade d'ALICE (après LS2)

Stratégie définie par la collaboration :

- ✓ Physique des saveurs lourdes c et b (hadrons et quarkonia) et identification des particules dans les corrélations gamma/jet-jet à bas p_T , di-électrons à basse masse, ...
- Amélioration de l'électronique d'acquisition (50 kHz en Pb-Pb – x100) :
- Amélioration du système de vertexing et de tracking à bas p_T (ITS, MFT)
- ✓ **Implications du LPSC** : Fonctionnement du calorimètre EMCal/Dcal et Implications dans la physique des saveurs lourdes avec une contribution technique à l'ITS (à préciser)





New ALICE ITS (Inner Tracking System)

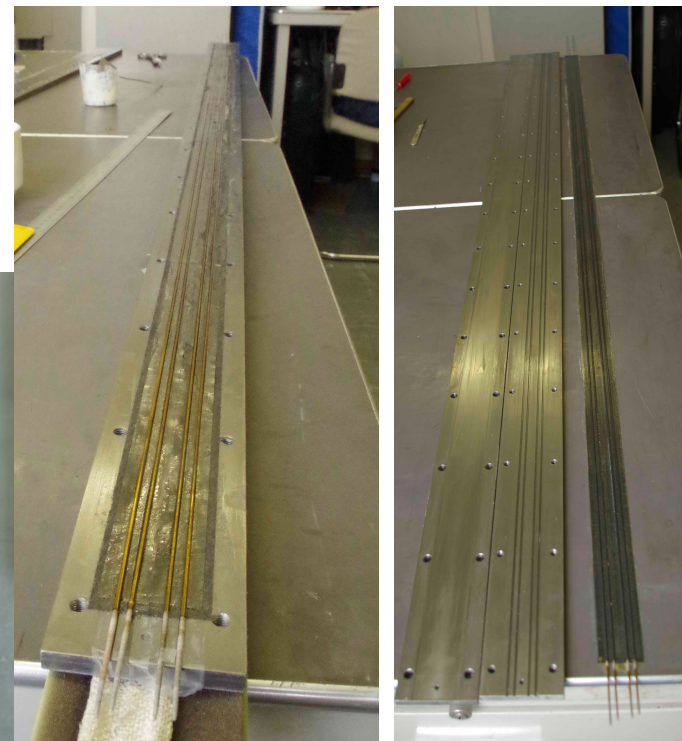
WP9 mechanics & cooling



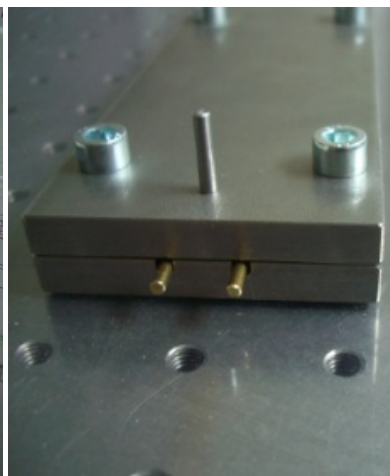
Implication du service mécanique (SERM)

- Entrée dans la collaboration au printemps 2013 (WP9 – Mechanics & Cooling)
- Réalisation de 4 moules pour le moulage de précision de pièces en composite:
 - des "cooling panel" et des "space frames » internes et externes
(jusqu'à 1540 mm x 60 mm x 34 mm)
- 4 moules de qualification ont été réalisés

ETP 1 IR (5%) – 1 Al+ 1 T (5%) : Atelier: 54 J



Moule pour space frame (Inner Barrel)



Moule pour cooling panel 1540*60 Ep 0.23 (Outer Barrel)



New ALICE ITS (Inner Tracking System) Perspectives 2015

Pour process de production – toujours pas confirmé!

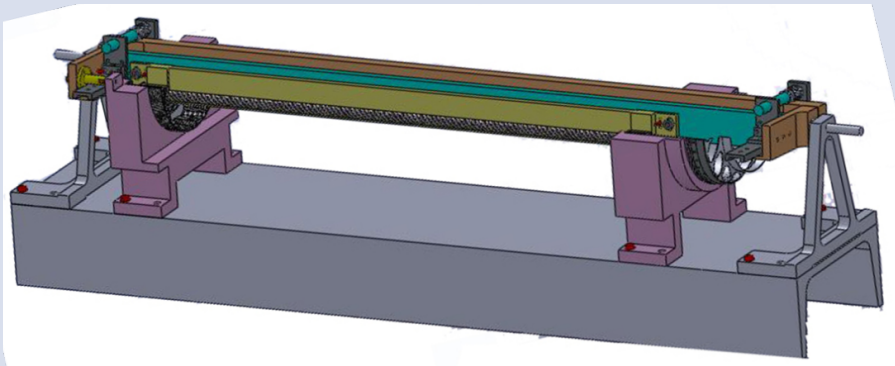
Moules de production



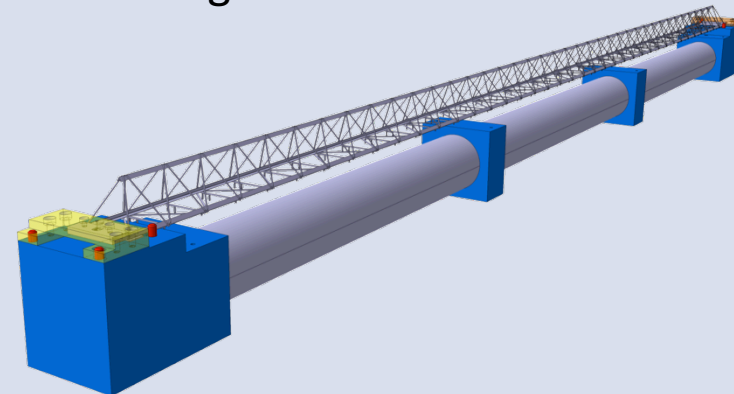
Inner Barrel : moules pour End-Wheels



Inner Barrel Stave :
gabarit collage des connecteurs



Outer Barrel Stave :
gabarit collage des connecteurs



Intérêt commun / ATLAS ITK



Service mécanique: Impliqué dans IBL + expérience structures composites CALICE
(Calorimètre ILD) – Implication amont dans le projet d'upgrade du détecteur pixel d'ATLAS

Technologies

Structures Composites / choix

(enroulement filamentaire, prepreg, carbon fleece, fibre de verre, polyimide...)

Process de production

Thermalisation

Cooling périphérique

Outils (moules, gabarits) et intégration

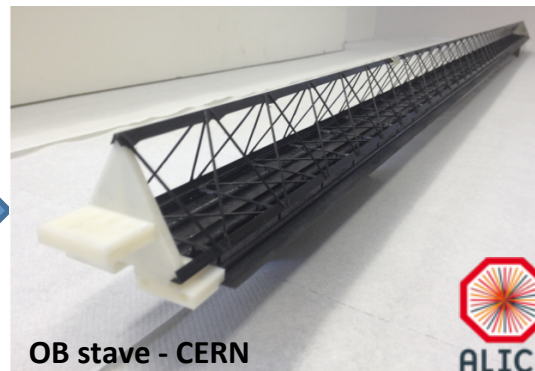
Programme de tests

Caractérisations mécaniques et thermiques

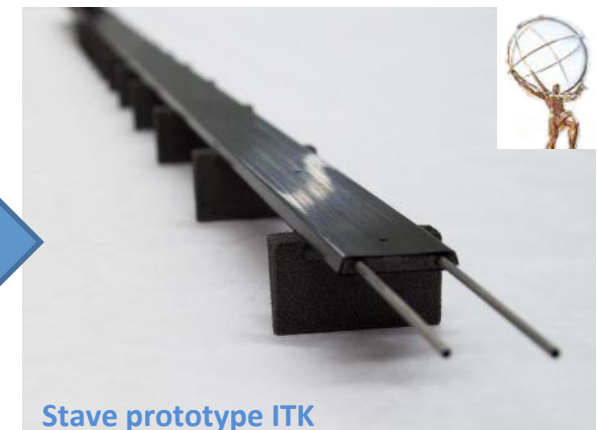
Procédures



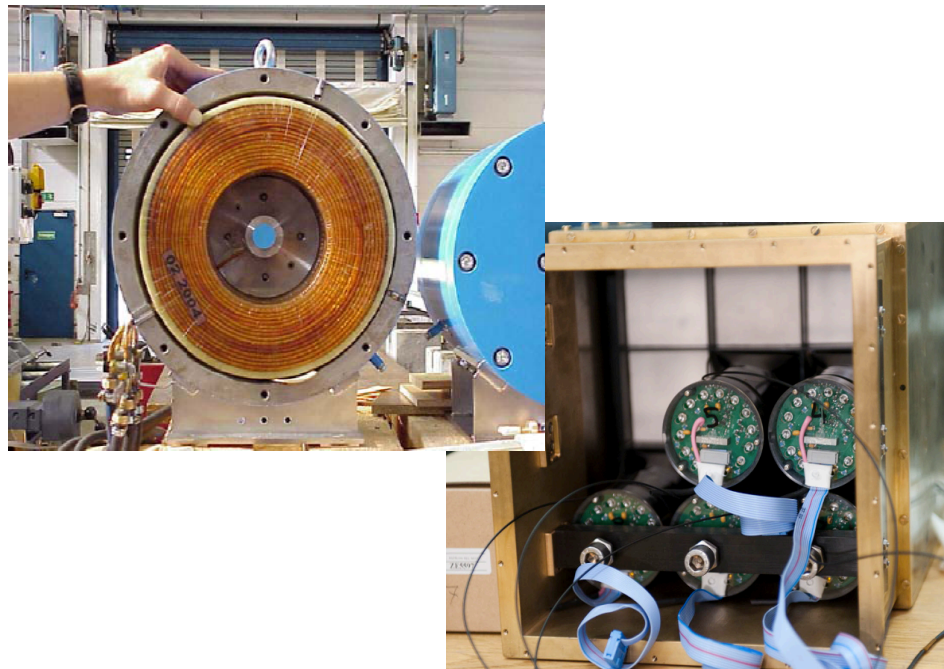
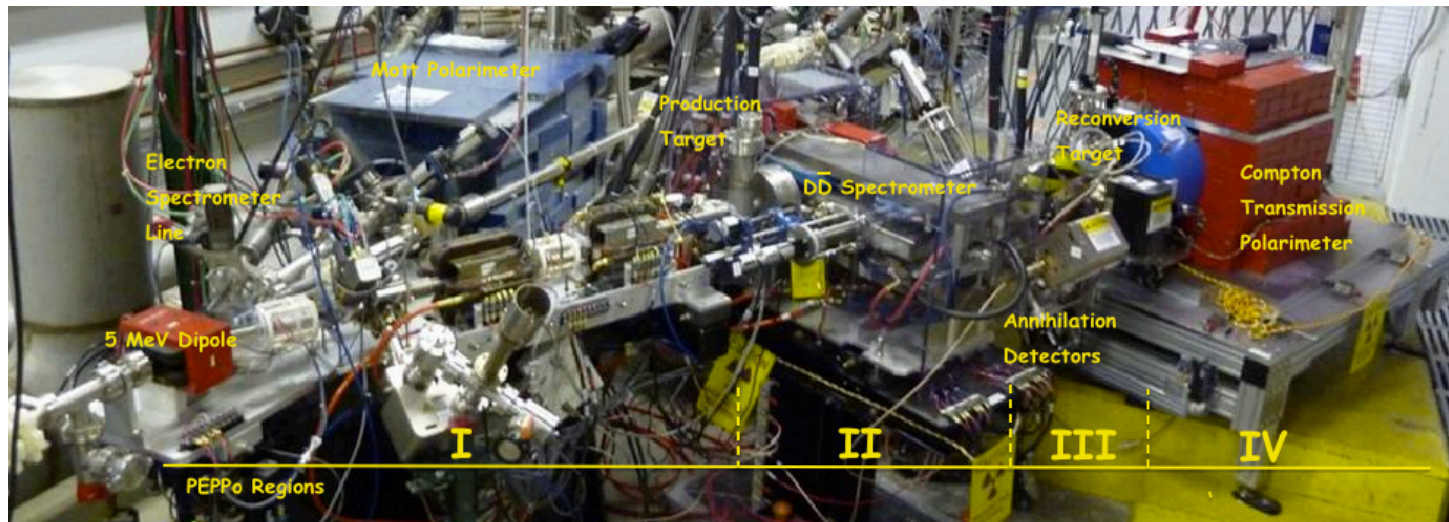
Moulding of one layer / 3 alveoli
L = 2.490 m wall thick. = 0.5mm



OB stave - CERN



Stave prototype ITK



- **SERM / SDI / SE**
 - Conception et mise à jour du polarimètre à transmission Compton de PEPPo
- **SA**
 - Modélisation du champ magnétique et de la polarisation de la cible d'analyse du polarimètre