

LHC

FRANCE SUISSE

FCC

Anancy

Masses et Interactions Fondamentales

Stéphanie Beuceron pour le groupe
Biennale LPNHE 2024

Plan

Présentation du groupe

Activités de recherche

- Performance
- Les détails du modèle standard
- Les recherches au delà du modèle standard
- Outils nécessaires de la recherche

Les projets en cours et futurs

- Les améliorations sur Atlas pour HL-LHC
- Les travaux sur FCC
- Evolution des projets et des chercheurs

Forte implication dans les financements ANR (4 en cours) + autres projets internationaux (2 coopérations internationales + IEA)

→ **Beaucoup de 'convenerships' liés aux activités**

→ **Organisation de workshops/colloques au laboratoire (~5 en 2023 et 4 en 2024)**

→ **Forte visibilité du groupe au niveau national et international**

+ Forte implication dans nos tutelles (universités/CNRS)

COLLABORATION

Collaboration internationale en dehors des grandes expériences

MIF: Les gens



Thiziri Amezza Aurélien Bailly-Reyre Tristan Beau Stéphanie Beauceron Laura Boggia Anja Butter Giovanni Calderini Reina Camacho Toro Thibaud Carcone Carla Carvalhais Paul Chabrilat Sébastien Colinot



Artur Cordeiro Julien Coridian Rémi Cornat Pascal Corona Francesco Crescioli Olivier Dadoun Guillaume Daubard Line Delagrangue Frédéric Derue Marc Dhellot Karim El Aj Hussein



Cyrille Goulet Witek Krasny Yahya Khwaira Didier Lacour Bertrand Laforge Alexandre Lantheaume Didier Laporte Bogdan Malaescu David Martin Victor Mendoza Jean-Charles Monroe



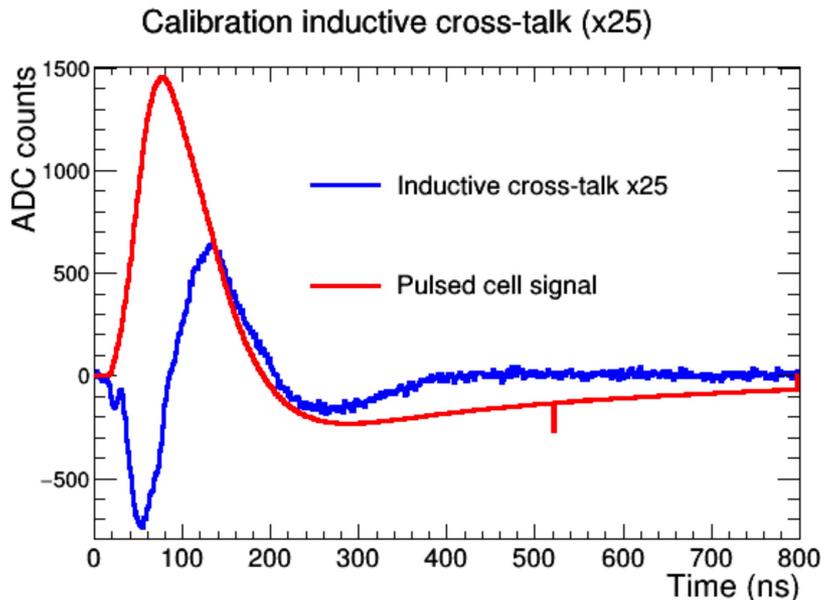
Irena Nikolic José Ocariz Yann Orain Lata Panwar Luc Poggioli Mélissa Ridel Christophe Roland Lydia Roos Sophie Trincaz-Duvoid Romain Van Den Broucke

Photons

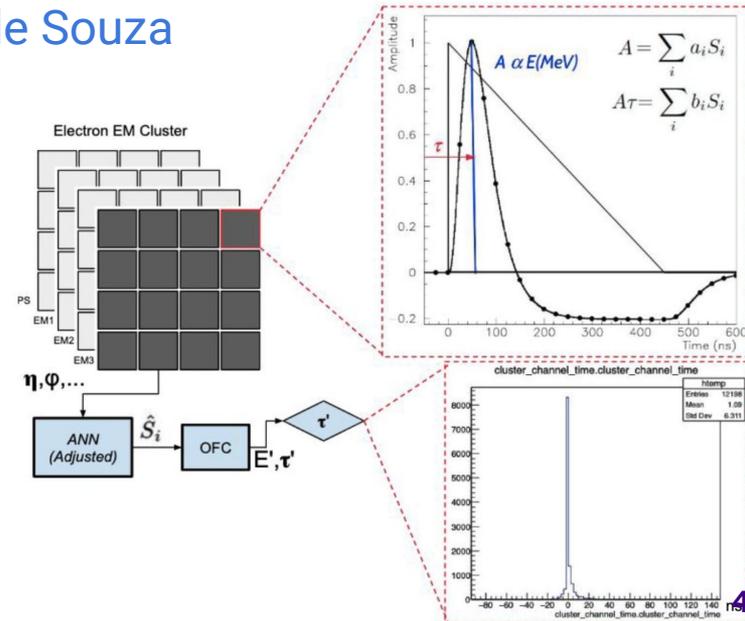
Expertise sur la calorimètre:

- déclenchement sur électrons et photons (méthode ringer aussi offline)
- études de la diaphonie (cross-talk) entre cellules du LAr, impact sur la mesure de l'énergie et du temps et réjection de l'empilement
- identification et isolement des photons
→ rejet des "fakes" (très majoritairement des jets avec des π^0)

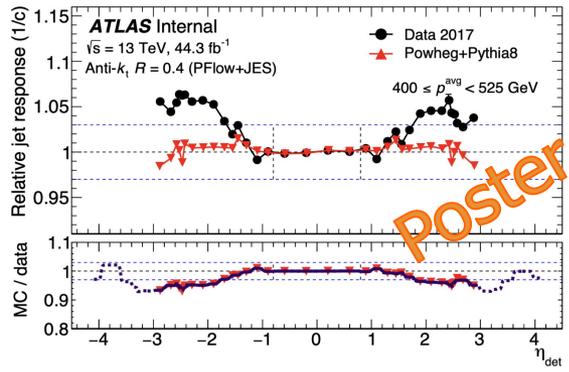
Thèses co-direction Brésil de
M. Sandes (2024) et M. Hufnagel
Post Doc E. de Souza



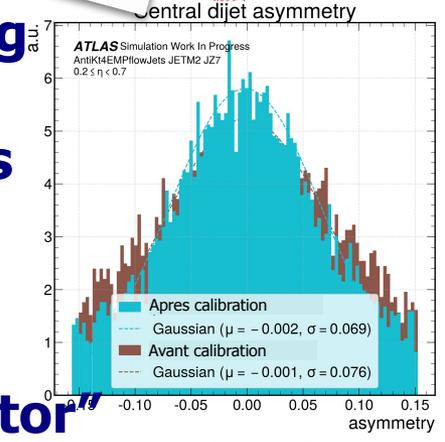
COLLABORATION



Jets



- Etalonnage en p_T , étalonnage des b-jets, unfolding
- Amélioration → séparation de la physique et des effets détecteurs
- ⇒ réduction des systématiques vers l'avant
- ⇒ Pub: "New techniques for jet calibration with the ATLAS detector"

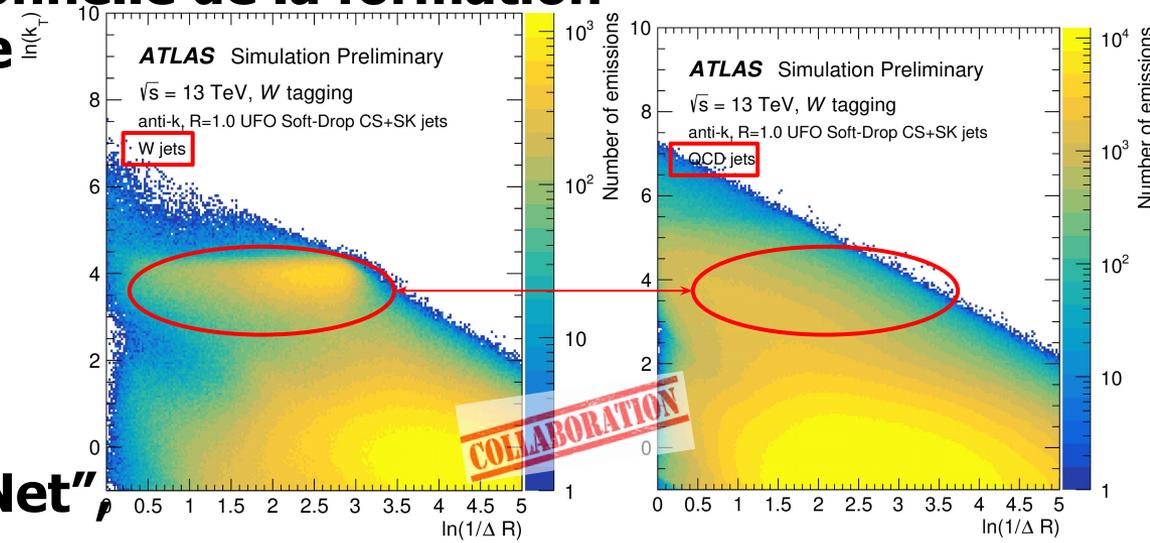


[Eur. Phys. J. C 83, 761 \(2023\)](#)

- Plan de jet de Lund :
- séparer les effets perturbatifs et non-perturbatifs liés à la QCD
- représentation bidimensionnelle de la formation
- Etude de la sous-structure

⇒ étiquetage de $W \rightarrow qq'$ boostés ⇒ 1 seul jet

Variables du plan de jet de lund utilisées dans le "LundNet" réseau de neurones graphique



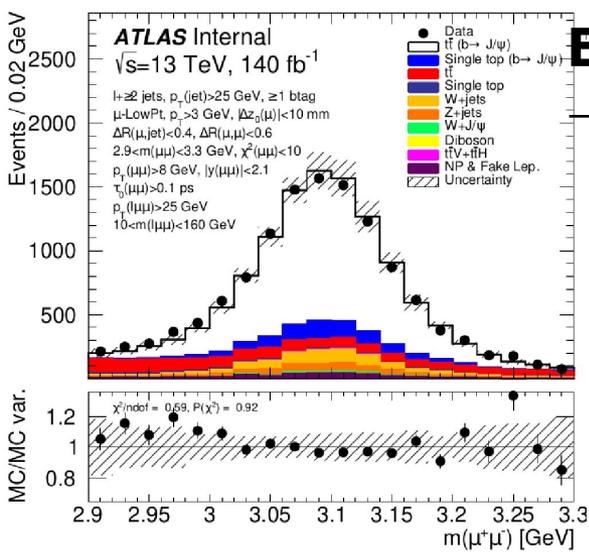
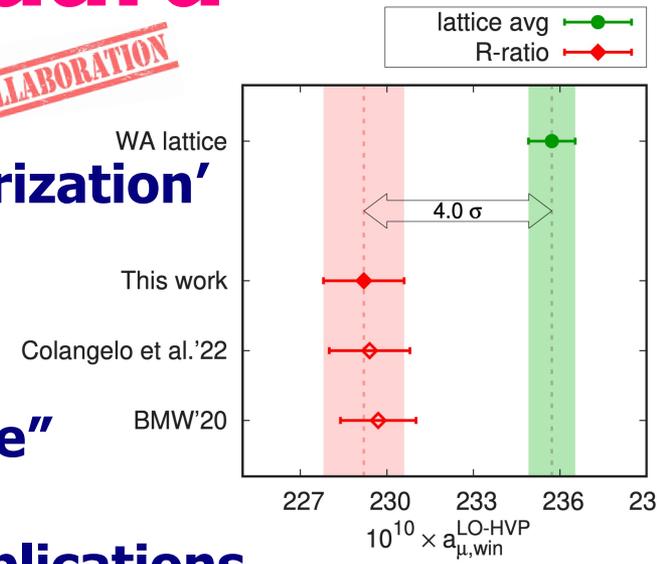
[ATL-PHYS-PUB-2023-017](#)

Mesure de précision g-2 et Modèle Standard

Utilisation des données de Babar:

- Mesure de $\sigma(e^+e^-) \rightarrow$ hadrons avec ISR pour réduire l'incertitude sur 'Hadron Vacuum Polarization'
- Analyse sans le particle ID
 - augmenter statistique
- Etudes phénoménologiques QCD
 - Travail avec le groupe "g-2 Theory Initiative"
- Développement de méthodologie
 - Prise de responsabilités et plusieurs publications

COLLABORATION



Etude dans tt des hadrons B via J/ψ ($b \rightarrow J/\psi \rightarrow \mu\mu$)
 → Méthode alternative pour $m(\text{top})$ → lien $m(J/\psi)$

Faible BR ($\sim 7 \cdot 10^{-4}$) mais faible dépendance à la calibration des jets

MAIS: dépendance à l'hadronisation et la fragmentation des b-jets

Analyse données Run2 (papier fin 2024)

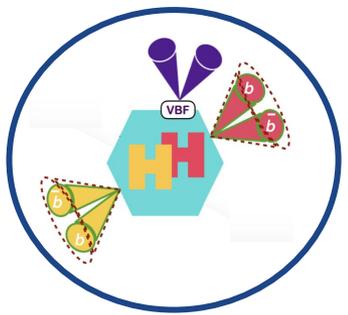
→ réduction des systématiques

COLLABORATION

Physique du Higgs

V+(H→bb) en mode boosté
Etat final: tout hadronique avec des jets larges

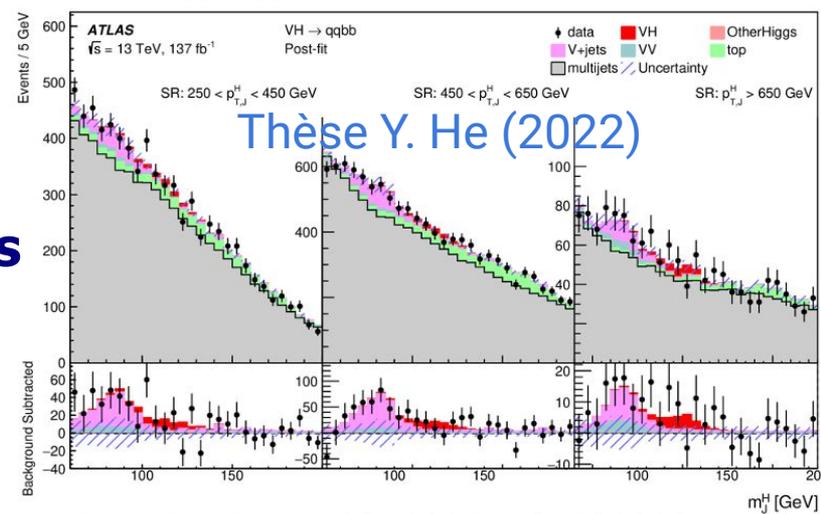
- techniques de sous-structure des jets
- + étiquetage des b-jets pour H→bb



Thèse T. Amezza
 Post Doc C. Roland

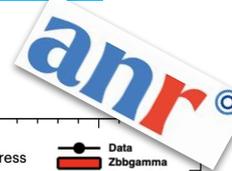
Production double Higgs
Etude HH en mode VBF (jets vers l'avant) avec HH→ 4b boostés

- calibration des algorithmes de sous-structure des jets bb
- échelle en énergie et en masse pour le H→ bb reconstruit dans un seul jet

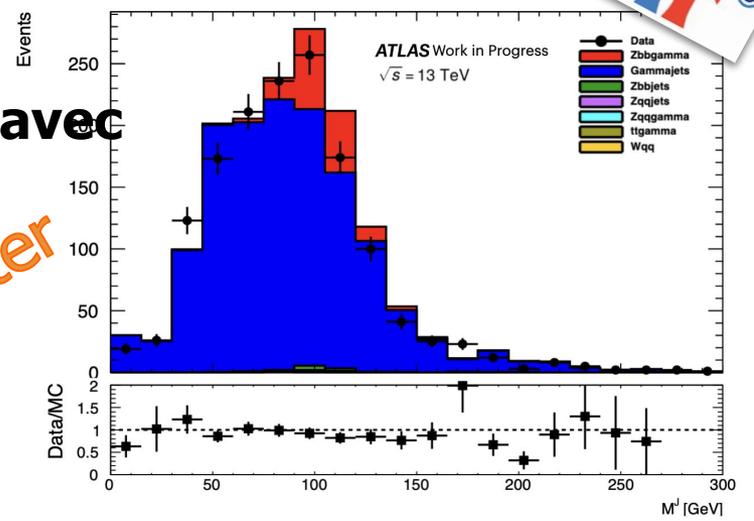


Thèse Y. He (2022)

Phys.Rev.Lett. 132 (2024) 13, 131802



Poster



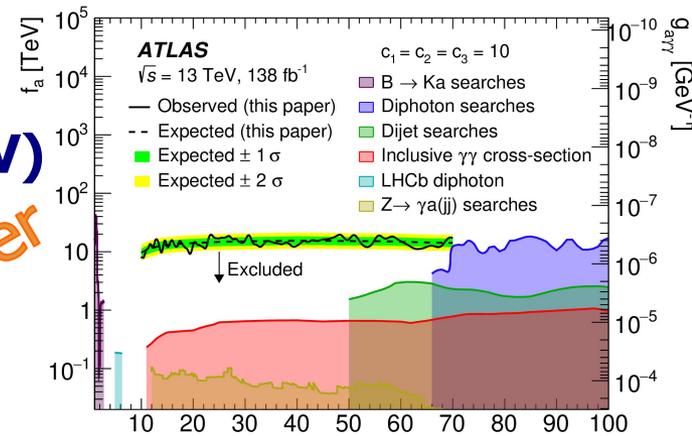
Recherches avec une paire $\gamma\gamma$

Thèse R. Van de Broucke

Résonances en $\gamma\gamma$ à basse masse : type ALP

- Continuité analyse very-low-mass (<10 GeV)
- Particules de type axion se couplant aux photons et aux gluons
- paire de photons très collimatée, isolation des photons pas optimale

→ ML sur les variables décrivant le développement de la gerbe m_a [GeV] électromagnétique pour augmenter la sensibilité

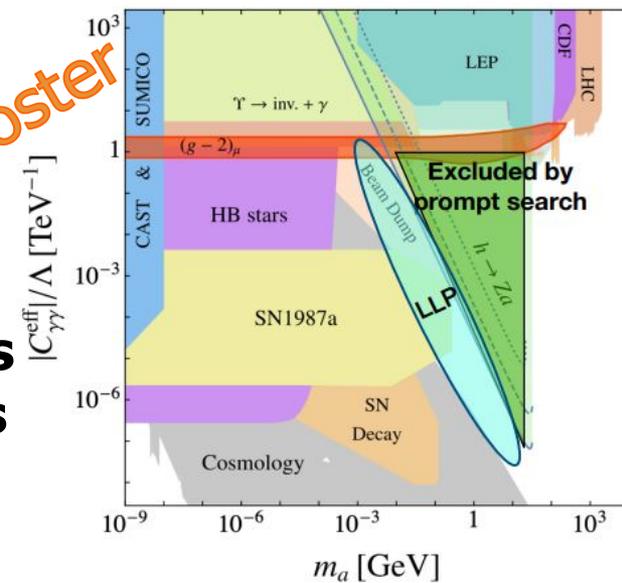


Poster

Thèse A. Cordeiro Oudot Choi

Recherche d'ALP aux longues durées de vie :

- Production via désintégration Higgs ($\rightarrow Z\alpha$)
- Durée de vie compatible avec des gerbes créées après le tracker
- Extension de l'espace des paramètres sondés
- Développement de techniques ML calo. à bas niveau pour identifier ces gerbes exotiques



Poster

Phénoménologie :

Dévelop. ML dans Madanalysis → Réinterprétation analyse SUSY Run2

Outils

1. Intelligence Artificielle (<https://indico.in2p3.fr/event/32013/contributions/134307/>) : Dans ATLAS

- Performance : Jet calibration, Système de déclenchement électron/photon, mitigation du cross talk dans le calorimètre,
- Analyses : Identification de paires de photons collimatés etc

En dehors ATLAS

- Nouvelle méthode d'“unfolding” → à tester sur les données d'ATLAS
- Production d'événements via modèles génératifs
- Simulation détecteur et reco via modèles IA génératifs (projet PSC X 2024, collab. Lorenzetti avec le Brésil)
- Prise en compte des incertitudes des variables d'entrée en IA (Stage puis Thèse de Zacharie Waysenson, collab IMPMC)

2. Calcul (<https://indico.in2p3.fr/event/32013/contributions/134299/>) :

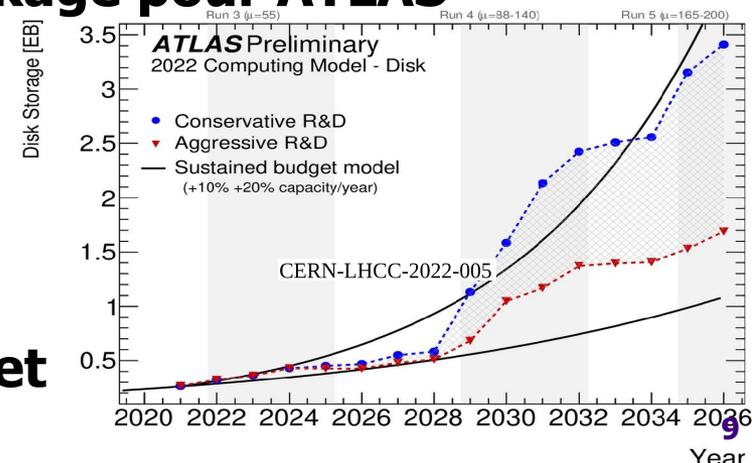
- Grille au LPNHE : ~2-3k CPU, ~ 3 PB stockage pour ATLAS

- Ressources locales : 1 (vieux) serveur
+ ~100 TB stockage (Ceph)

- Cloud au LPNHE: pour la database d'ITK

- Autres: CC-IN2P3, CERN, Heidelberg, Rio

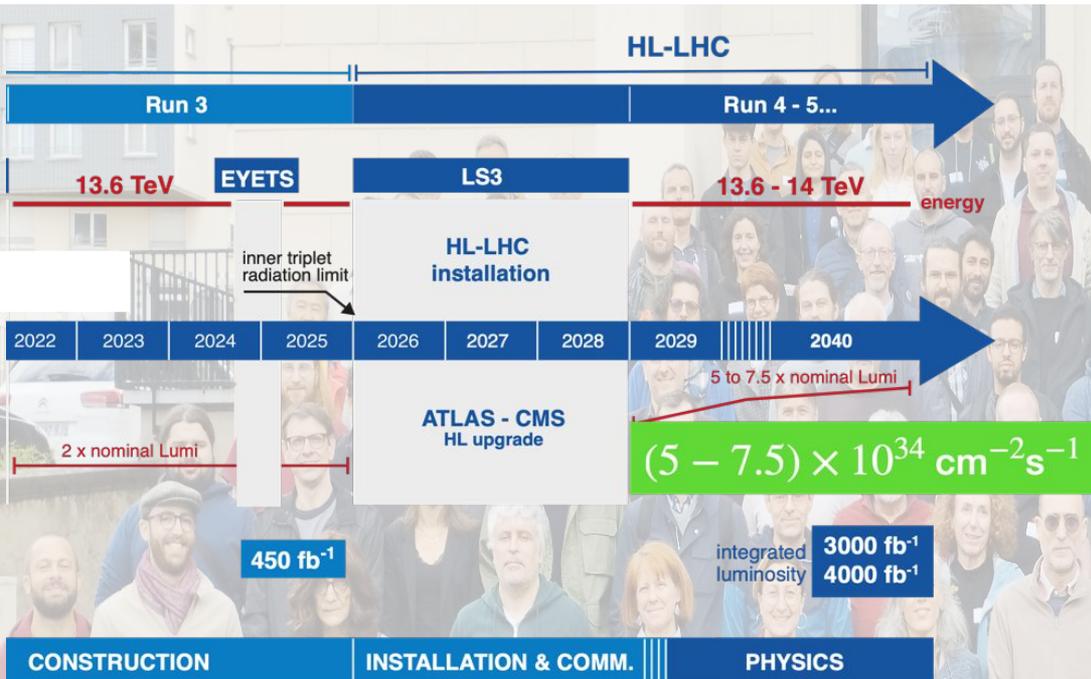
→ A moyen terme, le défi principal est de suivre l'augmentation de CPU, stockage et de réseau pour HL-LHC



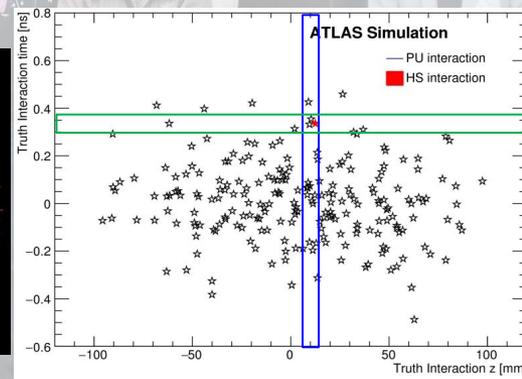
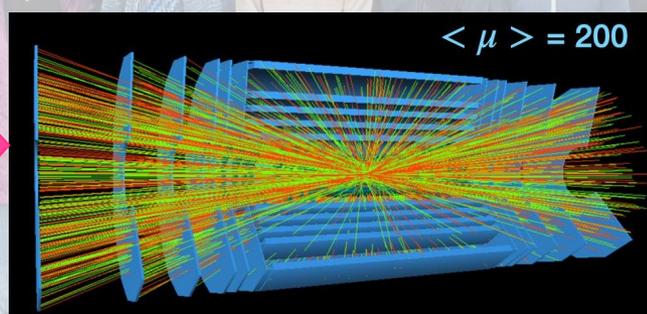
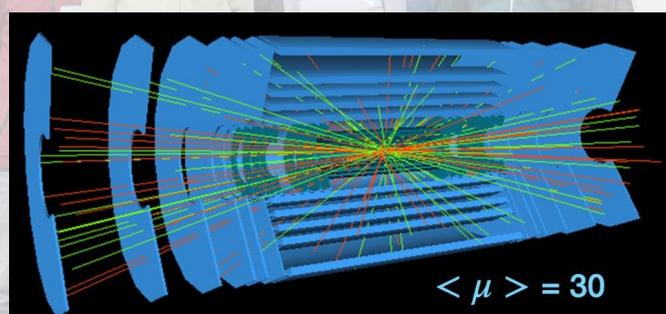
Futur

**Projets en cours (Itk, HTGD, FCC)
Evolution des projets**

HL-LHC en 2 mots

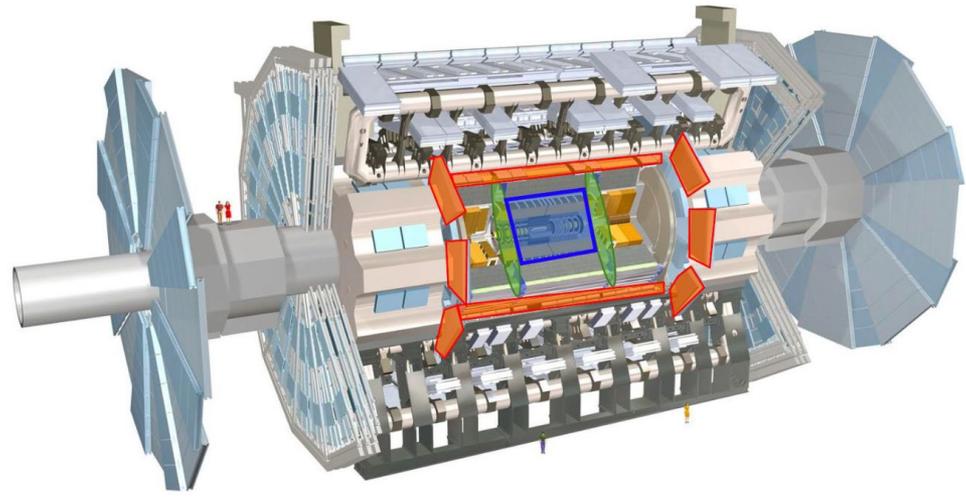


Augmentation de l'intensité x5, de la quantité de données x10
⇒ Augmentation de l'empilement jusqu'à 200 vertex / interaction



⇒ Maintenir les performances du détecteur malgré l'augmentation de l'empilement

ITk et HGTD



Upgraded Trigger and Data Acquisition System

- Single Level Trigger with 1 MHz output
- Improved 10 kHz Event Farm

Electronics Upgrades

- On-detector/off-detector electronics upgrades of LAr Calorimeter, Tile Calorimeter & Muon Detectors
- 40 MHz continuous readout with finer segmentation to trigger

High Granularity Timing Detector (HGTD)

- Precision time reconstruction (30 ps) with Low-Gain Avalanche Detectors (LGAD)
- Improved pile-up separation and bunch-by-bunch luminosity

New Muon Chambers

- Inner barrel region with new RPCs, sMDTs, and TGCs
- Improved trigger efficiency/momentum resolution, reduced fake rate

New Inner Tracking Detector (ITk)

- All silicon with at least 9 layers up to $|\eta| = 4$
- Less material, finer segmentation

Additional small upgrades

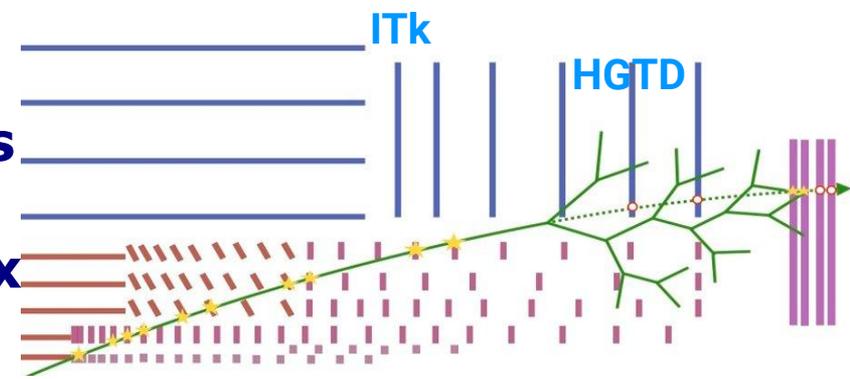
- Luminosity detectors (1% precision)
- HL-ZDC (Heavy Ion physics)

ITk : Inner Tracker dans Atlas

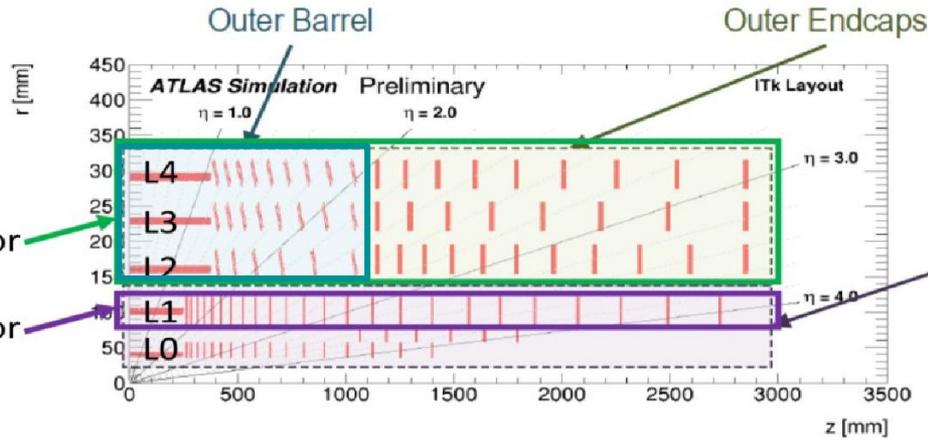
HGTD : High Granularity Timing Detector

⇒ 2 éléments complémentaires : l'un détecte les points d'interaction des collisions, l'autre contrôle que le temps d'arrivée de la particule dans le détecteur est compatible avec le vertex primaire

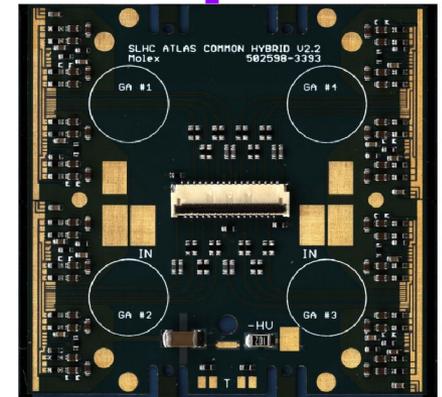
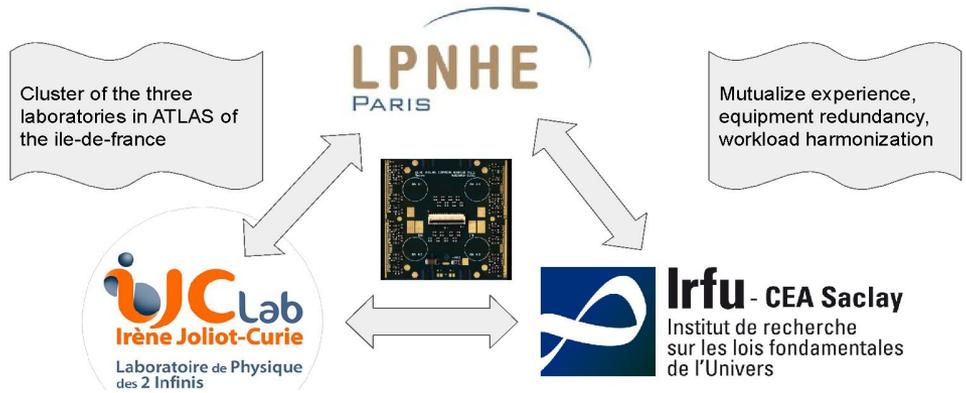
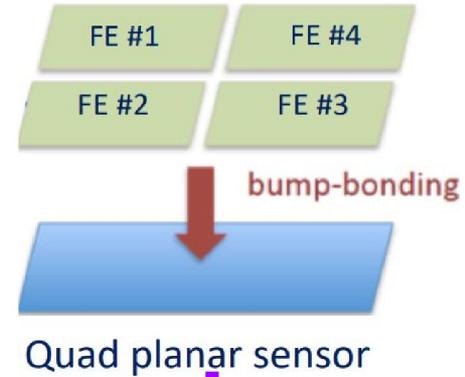
⇒ Limitation de l'empilement



ITk @ LPNHE

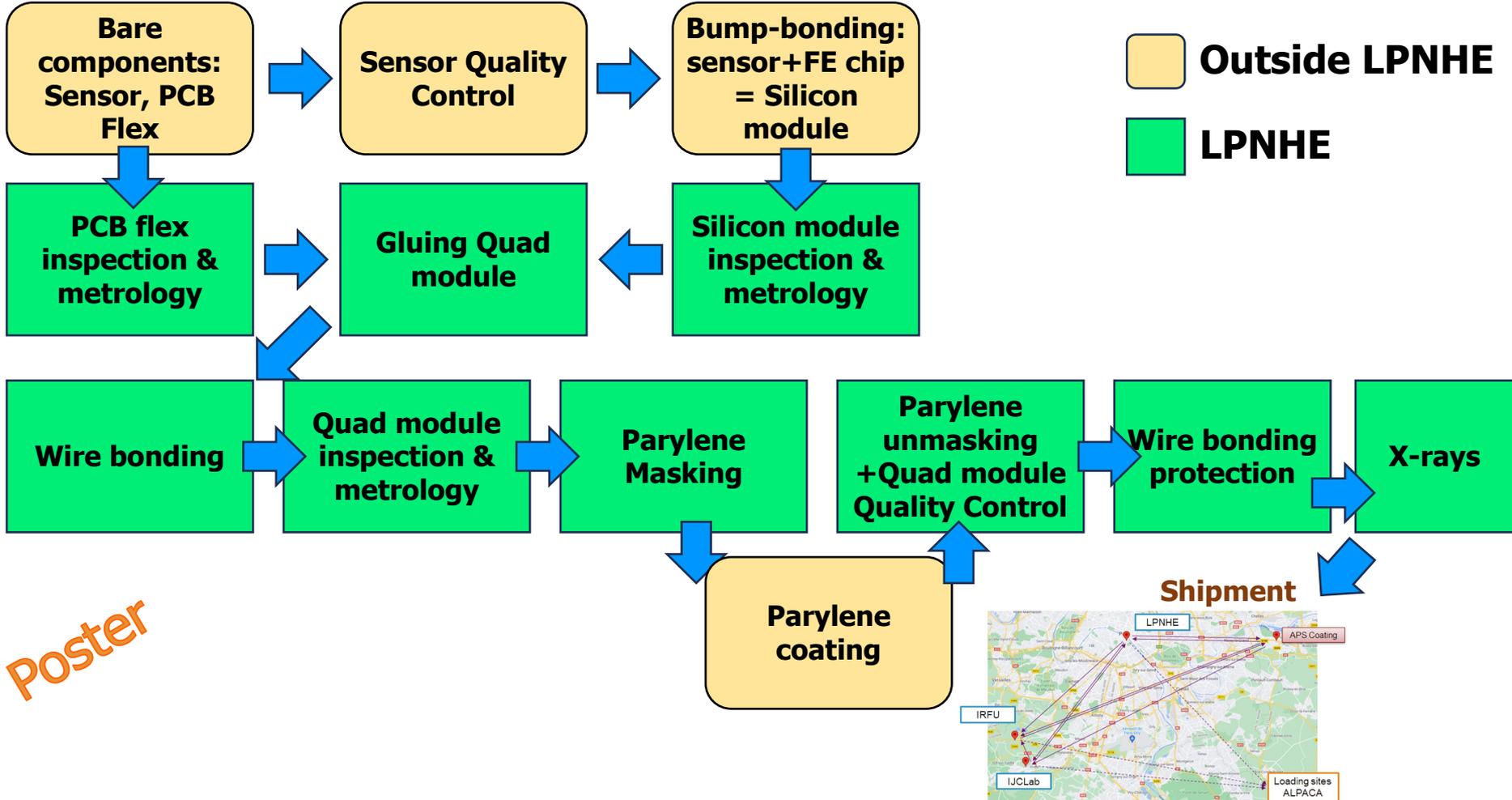


Un module:



3 labo parisiens = $\frac{1}{3}$ production Outer Barrel Pixel
LPNHE = chaîne de production complète, IJCLab+IRFU = partage la chaîne mais $\frac{2}{3}$ des modules par rapport au LPNHE
Modules envoyés à ALPACA (Grenoble+Marseille) pour intégration
 $\Rightarrow \sim 900$ modules vont être produits au LPNHE dans les 2 ans à venir

Procédure de Production



Poster

Beaucoup d'étapes faites au LPNHE
→ **Nécessite beaucoup d'expertises diverses**

Mise en faisceau

Thèse P. Chabrilat

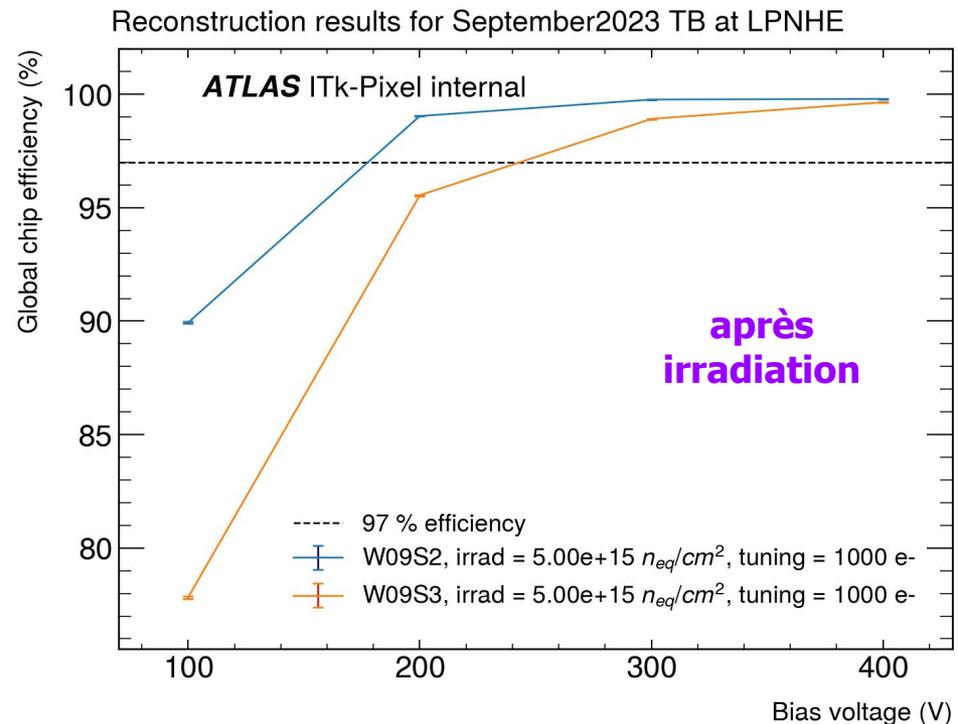
Mise en faisceau de pions 120 GeV

→ Mesure de l'efficacité de détection de traces en comparant aux autres détecteurs (télescope détecteur dédié)

Etude de 2 modules planaires de 50 μm après irradiation (les quad modules → test beam en cours)



⇒ Résultats obtenus en accord avec les attentes



Personnel

Liste des personnels contribuant à la production (Aut. 24 → ~Aut. 26):

Thiziri Amezza → PhD sur la production jusqu'à ~mi-2025

Stephanie Beauceron

Giovanni Calderini

Thibaud Carcone → apprenti, jusqu'à **Sep 2024**

Paul Chabrilat → PhD, jusqu'à ~**Oct 2025** (sur la production jusqu'à début **2025**)

Julien Coridian

Pascal Corona

Francesco Crescioli

Frederic Derue

Marc Dhellot

Cyrille Goulet

Karim El haj hussein → **CDD jusqu'à 12/2024**

Yahya Khwaira

Bertrand Laforge → à partir de l'été 2025

David Martin

Yann Orain

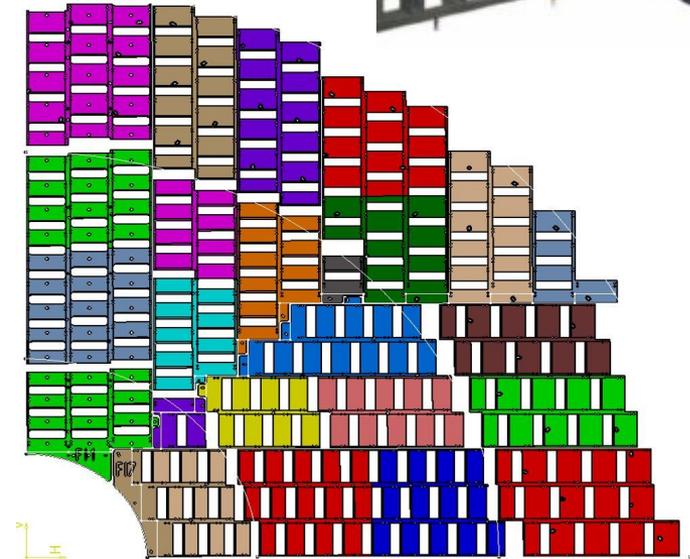
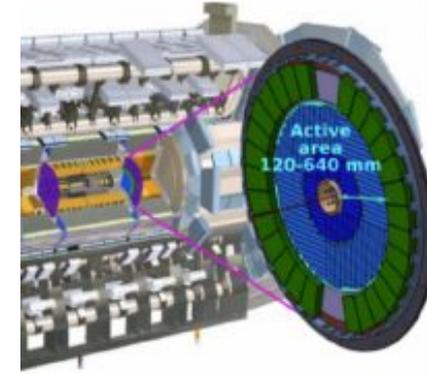
Luc Poggioli

+ stagiaires potentiels + **second CDD?**

HGTD @LPNHE

**Le LPNHE a en charge le design des « Support Units »
et la responsabilité du suivi de
50% de la production, soit 384 Support Units**

**24 types différents de support par face
sont dessinés
plusieurs prototypes conçus et réalisés**



**Le LPNHE a en charge le développement de la procédure d'assemblage
et la production de 20% des « Detector Units »,
soit 154 DU dans les 2 ans à venir**

Pre-production: démarrage fin 2024 et la production: démarrage 2025

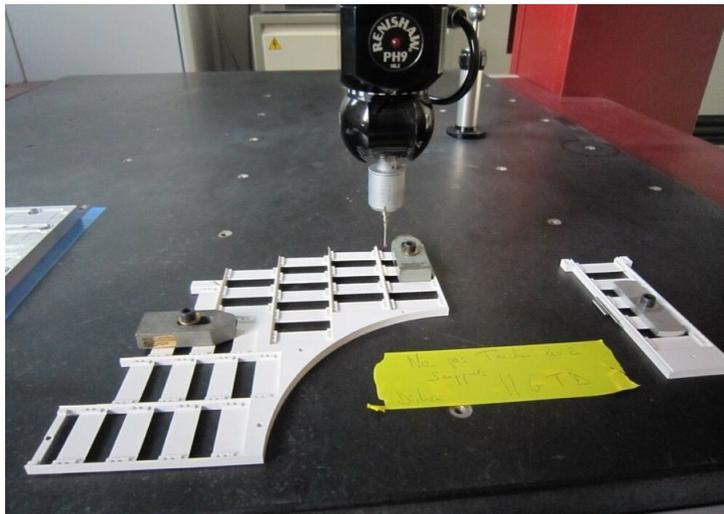
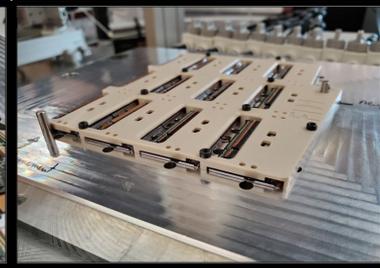
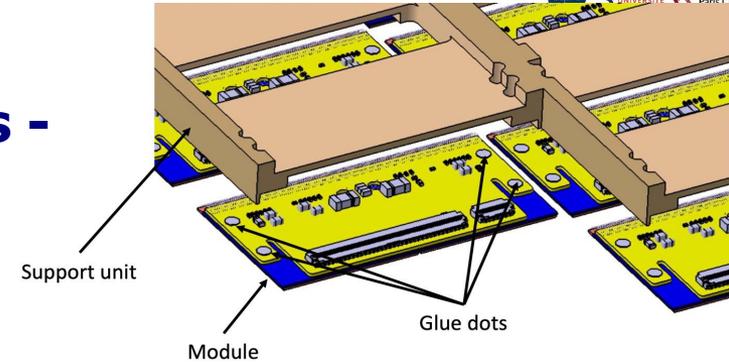
Procédure de Production

Equipement : nouveau robot « Festo » -
dispenser colle – manipulation des modules -
amélioration de l'ergonomie et des
procédures...

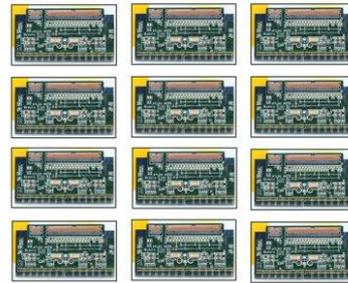
Collage : nombreux tests sur prototypes +
réalisation des premiers DU du d

Retour

d'expérience ⇒ correctifs -
Tests électriques des modules
- Métrologie



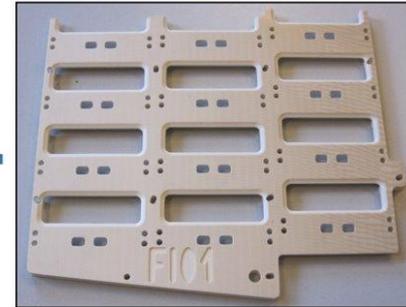
Metrologie des support units @LPNHE



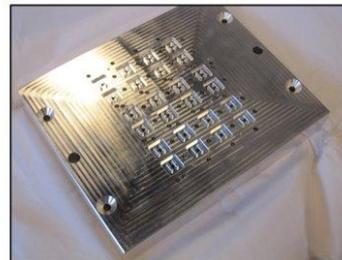
12 Modules



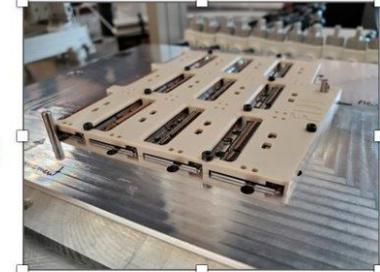
Colle



Support en PEEK (F101SU)



Outillage d'assemblage



Unité de détection
(F11DU)

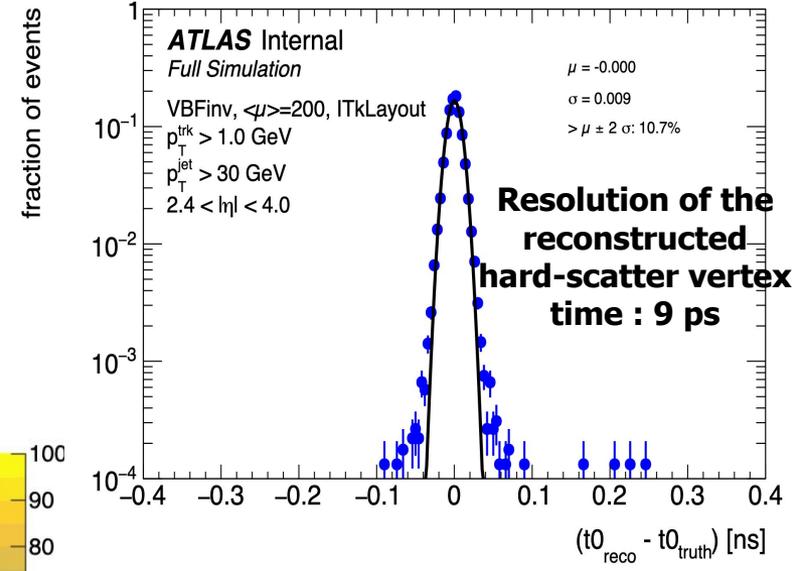
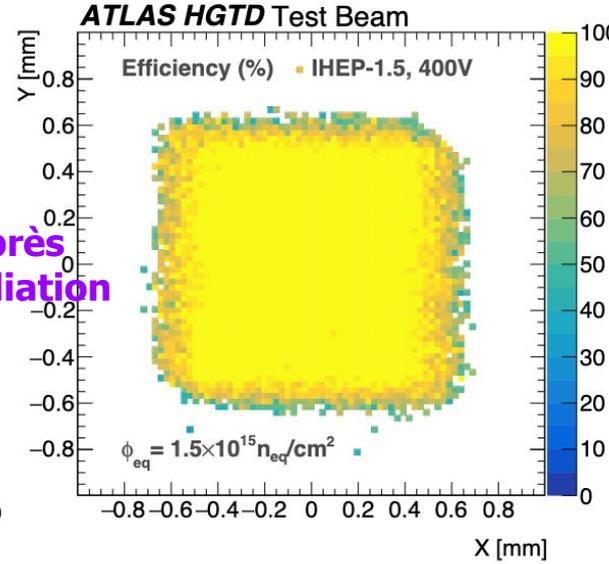
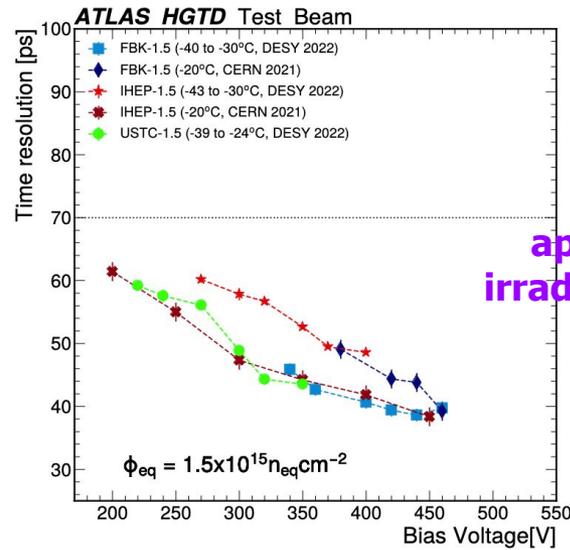
Performances et tests en faisceaux

Thèse V. Raskina (2023)

Simulation: résolution du vertex dans un processus VBF + invisible

→ 9ps

Mise en faisceaux: Résolution temporelle et efficacité



Performance in beam tests of carbon-enriched irradiated Silicon Avalanche Detectors for the ATLAS High Granularity Timing Detector

Jinst PUBLISHED BY IOP PUBLISHING FOR SIKA MISHALAN
 Received: February 14, 2023
 Accepted: April 1, 2023
 Published: May 2, 2023

S. Ali,¹ H. Ali,² S. Ali,³ S. Ali,⁴ S. Ali,⁵ S. Ali,⁶ S. Ali,⁷ S. Ali,⁸ S. Ali,⁹ S. Ali,¹⁰ S. Ali,¹¹ S. Ali,¹² S. Ali,¹³ S. Ali,¹⁴ S. Ali,¹⁵ S. Ali,¹⁶ S. Ali,¹⁷ S. Ali,¹⁸ S. Ali,¹⁹ S. Ali,²⁰ S. Ali,²¹ S. Ali,²² S. Ali,²³ S. Ali,²⁴ S. Ali,²⁵ S. Ali,²⁶ S. Ali,²⁷ S. Ali,²⁸ S. Ali,²⁹ S. Ali,³⁰ S. Ali,³¹ S. Ali,³² S. Ali,³³ S. Ali,³⁴ S. Ali,³⁵ S. Ali,³⁶ S. Ali,³⁷ S. Ali,³⁸ S. Ali,³⁹ S. Ali,⁴⁰ S. Ali,⁴¹ S. Ali,⁴² S. Ali,⁴³ S. Ali,⁴⁴ S. Ali,⁴⁵ S. Ali,⁴⁶ S. Ali,⁴⁷ S. Ali,⁴⁸ S. Ali,⁴⁹ S. Ali,⁵⁰ S. Ali,⁵¹ S. Ali,⁵² S. Ali,⁵³ S. Ali,⁵⁴ S. Ali,⁵⁵ S. Ali,⁵⁶ S. Ali,⁵⁷ S. Ali,⁵⁸ S. Ali,⁵⁹ S. Ali,⁶⁰ S. Ali,⁶¹ S. Ali,⁶² S. Ali,⁶³ S. Ali,⁶⁴ S. Ali,⁶⁵ S. Ali,⁶⁶ S. Ali,⁶⁷ S. Ali,⁶⁸ S. Ali,⁶⁹ S. Ali,⁷⁰ S. Ali,⁷¹ S. Ali,⁷² S. Ali,⁷³ S. Ali,⁷⁴ S. Ali,⁷⁵ S. Ali,⁷⁶ S. Ali,⁷⁷ S. Ali,⁷⁸ S. Ali,⁷⁹ S. Ali,⁸⁰ S. Ali,⁸¹ S. Ali,⁸² S. Ali,⁸³ S. Ali,⁸⁴ S. Ali,⁸⁵ S. Ali,⁸⁶ S. Ali,⁸⁷ S. Ali,⁸⁸ S. Ali,⁸⁹ S. Ali,⁹⁰ S. Ali,⁹¹ S. Ali,⁹² S. Ali,⁹³ S. Ali,⁹⁴ S. Ali,⁹⁵ S. Ali,⁹⁶ S. Ali,⁹⁷ S. Ali,⁹⁸ S. Ali,⁹⁹ S. Ali,¹⁰⁰ S. Ali,¹⁰¹ S. Ali,¹⁰² S. Ali,¹⁰³ S. Ali,¹⁰⁴ S. Ali,¹⁰⁵ S. Ali,¹⁰⁶ S. Ali,¹⁰⁷ S. Ali,¹⁰⁸ S. Ali,¹⁰⁹ S. Ali,¹¹⁰ S. Ali,¹¹¹ S. Ali,¹¹² S. Ali,¹¹³ S. Ali,¹¹⁴ S. Ali,¹¹⁵ S. Ali,¹¹⁶ S. Ali,¹¹⁷ S. Ali,¹¹⁸ S. Ali,¹¹⁹ S. Ali,¹²⁰ S. Ali,¹²¹ S. Ali,¹²² S. Ali,¹²³ S. Ali,¹²⁴ S. Ali,¹²⁵ S. Ali,¹²⁶ S. Ali,¹²⁷ S. Ali,¹²⁸ S. Ali,¹²⁹ S. Ali,¹³⁰ S. Ali,¹³¹ S. Ali,¹³² S. Ali,¹³³ S. Ali,¹³⁴ S. Ali,¹³⁵ S. Ali,¹³⁶ S. Ali,¹³⁷ S. Ali,¹³⁸ S. Ali,¹³⁹ S. Ali,¹⁴⁰ S. Ali,¹⁴¹ S. Ali,¹⁴² S. Ali,¹⁴³ S. Ali,¹⁴⁴ S. Ali,¹⁴⁵ S. Ali,¹⁴⁶ S. Ali,¹⁴⁷ S. Ali,¹⁴⁸ S. Ali,¹⁴⁹ S. Ali,¹⁵⁰ S. Ali,¹⁵¹ S. Ali,¹⁵² S. Ali,¹⁵³ S. Ali,¹⁵⁴ S. Ali,¹⁵⁵ S. Ali,¹⁵⁶ S. Ali,¹⁵⁷ S. Ali,¹⁵⁸ S. Ali,¹⁵⁹ S. Ali,¹⁶⁰ S. Ali,¹⁶¹ S. Ali,¹⁶² S. Ali,¹⁶³ S. Ali,¹⁶⁴ S. Ali,¹⁶⁵ S. Ali,¹⁶⁶ S. Ali,¹⁶⁷ S. Ali,¹⁶⁸ S. Ali,¹⁶⁹ S. Ali,¹⁷⁰ S. Ali,¹⁷¹ S. Ali,¹⁷² S. Ali,¹⁷³ S. Ali,¹⁷⁴ S. Ali,¹⁷⁵ S. Ali,¹⁷⁶ S. Ali,¹⁷⁷ S. Ali,¹⁷⁸ S. Ali,¹⁷⁹ S. Ali,¹⁸⁰ S. Ali,¹⁸¹ S. Ali,¹⁸² S. Ali,¹⁸³ S. Ali,¹⁸⁴ S. Ali,¹⁸⁵ S. Ali,¹⁸⁶ S. Ali,¹⁸⁷ S. Ali,¹⁸⁸ S. Ali,¹⁸⁹ S. Ali,¹⁹⁰ S. Ali,¹⁹¹ S. Ali,¹⁹² S. Ali,¹⁹³ S. Ali,¹⁹⁴ S. Ali,¹⁹⁵ S. Ali,¹⁹⁶ S. Ali,¹⁹⁷ S. Ali,¹⁹⁸ S. Ali,¹⁹⁹ S. Ali,²⁰⁰ S. Ali,²⁰¹ S. Ali,²⁰² S. Ali,²⁰³ S. Ali,²⁰⁴ S. Ali,²⁰⁵ S. Ali,²⁰⁶ S. Ali,²⁰⁷ S. Ali,²⁰⁸ S. Ali,²⁰⁹ S. Ali,²¹⁰ S. Ali,²¹¹ S. Ali,²¹² S. Ali,²¹³ S. Ali,²¹⁴ S. Ali,²¹⁵ S. Ali,²¹⁶ S. Ali,²¹⁷ S. Ali,²¹⁸ S. Ali,²¹⁹ S. Ali,²²⁰ S. Ali,²²¹ S. Ali,²²² S. Ali,²²³ S. Ali,²²⁴ S. Ali,²²⁵ S. Ali,²²⁶ S. Ali,²²⁷ S. Ali,²²⁸ S. Ali,²²⁹ S. Ali,²³⁰ S. Ali,²³¹ S. Ali,²³² S. Ali,²³³ S. Ali,²³⁴ S. Ali,²³⁵ S. Ali,²³⁶ S. Ali,²³⁷ S. Ali,²³⁸ S. Ali,²³⁹ S. Ali,²⁴⁰ S. Ali,²⁴¹ S. Ali,²⁴² S. Ali,²⁴³ S. Ali,²⁴⁴ S. Ali,²⁴⁵ S. Ali,²⁴⁶ S. Ali,²⁴⁷ S. Ali,²⁴⁸ S. Ali,²⁴⁹ S. Ali,²⁵⁰ S. Ali,²⁵¹ S. Ali,²⁵² S. Ali,²⁵³ S. Ali,²⁵⁴ S. Ali,²⁵⁵ S. Ali,²⁵⁶ S. Ali,²⁵⁷ S. Ali,²⁵⁸ S. Ali,²⁵⁹ S. Ali,²⁶⁰ S. Ali,²⁶¹ S. Ali,²⁶² S. Ali,²⁶³ S. Ali,²⁶⁴ S. Ali,²⁶⁵ S. Ali,²⁶⁶ S. Ali,²⁶⁷ S. Ali,²⁶⁸ S. Ali,²⁶⁹ S. Ali,²⁷⁰ S. Ali,²⁷¹ S. Ali,²⁷² S. Ali,²⁷³ S. Ali,²⁷⁴ S. Ali,²⁷⁵ S. Ali,²⁷⁶ S. Ali,²⁷⁷ S. Ali,²⁷⁸ S. Ali,²⁷⁹ S. Ali,²⁸⁰ S. Ali,²⁸¹ S. Ali,²⁸² S. Ali,²⁸³ S. Ali,²⁸⁴ S. Ali,²⁸⁵ S. Ali,²⁸⁶ S. Ali,²⁸⁷ S. Ali,²⁸⁸ S. Ali,²⁸⁹ S. Ali,²⁹⁰ S. Ali,²⁹¹ S. Ali,²⁹² S. Ali,²⁹³ S. Ali,²⁹⁴ S. Ali,²⁹⁵ S. Ali,²⁹⁶ S. Ali,²⁹⁷ S. Ali,²⁹⁸ S. Ali,²⁹⁹ S. Ali,³⁰⁰ S. Ali,³⁰¹ S. Ali,³⁰² S. Ali,³⁰³ S. Ali,³⁰⁴ S. Ali,³⁰⁵ S. Ali,³⁰⁶ S. Ali,³⁰⁷ S. Ali,³⁰⁸ S. Ali,³⁰⁹ S. Ali,³¹⁰ S. Ali,³¹¹ S. Ali,³¹² S. Ali,³¹³ S. Ali,³¹⁴ S. Ali,³¹⁵ S. Ali,³¹⁶ S. Ali,³¹⁷ S. Ali,³¹⁸ S. Ali,³¹⁹ S. Ali,³²⁰ S. Ali,³²¹ S. Ali,³²² S. Ali,³²³ S. Ali,³²⁴ S. Ali,³²⁵ S. Ali,³²⁶ S. Ali,³²⁷ S. Ali,³²⁸ S. Ali,³²⁹ S. Ali,³³⁰ S. Ali,³³¹ S. Ali,³³² S. Ali,³³³ S. Ali,³³⁴ S. Ali,³³⁵ S. Ali,³³⁶ S. Ali,³³⁷ S. Ali,³³⁸ S. Ali,³³⁹ S. Ali,³⁴⁰ S. Ali,³⁴¹ S. Ali,³⁴² S. Ali,³⁴³ S. Ali,³⁴⁴ S. Ali,³⁴⁵ S. Ali,³⁴⁶ S. Ali,³⁴⁷ S. Ali,³⁴⁸ S. Ali,³⁴⁹ S. Ali,³⁵⁰ S. Ali,³⁵¹ S. Ali,³⁵² S. Ali,³⁵³ S. Ali,³⁵⁴ S. Ali,³⁵⁵ S. Ali,³⁵⁶ S. Ali,³⁵⁷ S. Ali,³⁵⁸ S. Ali,³⁵⁹ S. Ali,³⁶⁰ S. Ali,³⁶¹ S. Ali,³⁶² S. Ali,³⁶³ S. Ali,³⁶⁴ S. Ali,³⁶⁵ S. Ali,³⁶⁶ S. Ali,³⁶⁷ S. Ali,³⁶⁸ S. Ali,³⁶⁹ S. Ali,³⁷⁰ S. Ali,³⁷¹ S. Ali,³⁷² S. Ali,³⁷³ S. Ali,³⁷⁴ S. Ali,³⁷⁵ S. Ali,³⁷⁶ S. Ali,³⁷⁷ S. Ali,³⁷⁸ S. Ali,³⁷⁹ S. Ali,³⁸⁰ S. Ali,³⁸¹ S. Ali,³⁸² S. Ali,³⁸³ S. Ali,³⁸⁴ S. Ali,³⁸⁵ S. Ali,³⁸⁶ S. Ali,³⁸⁷ S. Ali,³⁸⁸ S. Ali,³⁸⁹ S. Ali,³⁹⁰ S. Ali,³⁹¹ S. Ali,³⁹² S. Ali,³⁹³ S. Ali,³⁹⁴ S. Ali,³⁹⁵ S. Ali,³⁹⁶ S. Ali,³⁹⁷ S. Ali,³⁹⁸ S. Ali,³⁹⁹ S. Ali,⁴⁰⁰ S. Ali,⁴⁰¹ S. Ali,⁴⁰² S. Ali,⁴⁰³ S. Ali,⁴⁰⁴ S. Ali,⁴⁰⁵ S. Ali,⁴⁰⁶ S. Ali,⁴⁰⁷ S. Ali,⁴⁰⁸ S. Ali,⁴⁰⁹ S. Ali,⁴¹⁰ S. Ali,⁴¹¹ S. Ali,⁴¹² S. Ali,⁴¹³ S. Ali,⁴¹⁴ S. Ali,⁴¹⁵ S. Ali,⁴¹⁶ S. Ali,⁴¹⁷ S. Ali,⁴¹⁸ S. Ali,⁴¹⁹ S. Ali,⁴²⁰ S. Ali,⁴²¹ S. Ali,⁴²² S. Ali,⁴²³ S. Ali,⁴²⁴ S. Ali,⁴²⁵ S. Ali,⁴²⁶ S. Ali,⁴²⁷ S. Ali,⁴²⁸ S. Ali,⁴²⁹ S. Ali,⁴³⁰ S. Ali,⁴³¹ S. Ali,⁴³² S. Ali,⁴³³ S. Ali,⁴³⁴ S. Ali,⁴³⁵ S. Ali,⁴³⁶ S. Ali,⁴³⁷ S. Ali,⁴³⁸ S. Ali,⁴³⁹ S. Ali,⁴⁴⁰ S. Ali,⁴⁴¹ S. Ali,⁴⁴² S. Ali,⁴⁴³ S. Ali,⁴⁴⁴ S. Ali,⁴⁴⁵ S. Ali,⁴⁴⁶ S. Ali,⁴⁴⁷ S. Ali,⁴⁴⁸ S. Ali,⁴⁴⁹ S. Ali,⁴⁵⁰ S. Ali,⁴⁵¹ S. Ali,⁴⁵² S. Ali,⁴⁵³ S. Ali,⁴⁵⁴ S. Ali,⁴⁵⁵ S. Ali,⁴⁵⁶ S. Ali,⁴⁵⁷ S. Ali,⁴⁵⁸ S. Ali,⁴⁵⁹ S. Ali,⁴⁶⁰ S. Ali,⁴⁶¹ S. Ali,⁴⁶² S. Ali,⁴⁶³ S. Ali,⁴⁶⁴ S. Ali,⁴⁶⁵ S. Ali,⁴⁶⁶ S. Ali,⁴⁶⁷ S. Ali,⁴⁶⁸ S. Ali,⁴⁶⁹ S. Ali,⁴⁷⁰ S. Ali,⁴⁷¹ S. Ali,⁴⁷² S. Ali,⁴⁷³ S. Ali,⁴⁷⁴ S. Ali,⁴⁷⁵ S. Ali,⁴⁷⁶ S. Ali,⁴⁷⁷ S. Ali,⁴⁷⁸ S. Ali,⁴⁷⁹ S. Ali,⁴⁸⁰ S. Ali,⁴⁸¹ S. Ali,⁴⁸² S. Ali,⁴⁸³ S. Ali,⁴⁸⁴ S. Ali,⁴⁸⁵ S. Ali,⁴⁸⁶ S. Ali,⁴⁸⁷ S. Ali,⁴⁸⁸ S. Ali,⁴⁸⁹ S. Ali,⁴⁹⁰ S. Ali,⁴⁹¹ S. Ali,⁴⁹² S. Ali,⁴⁹³ S. Ali,⁴⁹⁴ S. Ali,⁴⁹⁵ S. Ali,⁴⁹⁶ S. Ali,⁴⁹⁷ S. Ali,⁴⁹⁸ S. Ali,⁴⁹⁹ S. Ali,⁵⁰⁰ S. Ali,⁵⁰¹ S. Ali,⁵⁰² S. Ali,⁵⁰³ S. Ali,⁵⁰⁴ S. Ali,⁵⁰⁵ S. Ali,⁵⁰⁶ S. Ali,⁵⁰⁷ S. Ali,⁵⁰⁸ S. Ali,⁵⁰⁹ S. Ali,⁵¹⁰ S. Ali,⁵¹¹ S. Ali,⁵¹² S. Ali,⁵¹³ S. Ali,⁵¹⁴ S. Ali,⁵¹⁵ S. Ali,⁵¹⁶ S. Ali,⁵¹⁷ S. Ali,⁵¹⁸ S. Ali,⁵¹⁹ S. Ali,⁵²⁰ S. Ali,⁵²¹ S. Ali,⁵²² S. Ali,⁵²³ S. Ali,⁵²⁴ S. Ali,⁵²⁵ S. Ali,⁵²⁶ S. Ali,⁵²⁷ S. Ali,⁵²⁸ S. Ali,⁵²⁹ S. Ali,⁵³⁰ S. Ali,⁵³¹ S. Ali,⁵³² S. Ali,⁵³³ S. Ali,⁵³⁴ S. Ali,⁵³⁵ S. Ali,⁵³⁶ S. Ali,⁵³⁷ S. Ali,⁵³⁸ S. Ali,⁵³⁹ S. Ali,⁵⁴⁰ S. Ali,⁵⁴¹ S. Ali,⁵⁴² S. Ali,⁵⁴³ S. Ali,⁵⁴⁴ S. Ali,⁵⁴⁵ S. Ali,⁵⁴⁶ S. Ali,⁵⁴⁷ S. Ali,⁵⁴⁸ S. Ali,⁵⁴⁹ S. Ali,⁵⁵⁰ S. Ali,⁵⁵¹ S. Ali,⁵⁵² S. Ali,⁵⁵³ S. Ali,⁵⁵⁴ S. Ali,⁵⁵⁵ S. Ali,⁵⁵⁶ S. Ali,⁵⁵⁷ S. Ali,⁵⁵⁸ S. Ali,⁵⁵⁹ S. Ali,⁵⁶⁰ S. Ali,⁵⁶¹ S. Ali,⁵⁶² S. Ali,⁵⁶³ S. Ali,⁵⁶⁴ S. Ali,⁵⁶⁵ S. Ali,⁵⁶⁶ S. Ali,⁵⁶⁷ S. Ali,⁵⁶⁸ S. Ali,⁵⁶⁹ S. Ali,⁵⁷⁰ S. Ali,⁵⁷¹ S. Ali,⁵⁷² S. Ali,⁵⁷³ S. Ali,⁵⁷⁴ S. Ali,⁵⁷⁵ S. Ali,⁵⁷⁶ S. Ali,⁵⁷⁷ S. Ali,⁵⁷⁸ S. Ali,⁵⁷⁹ S. Ali,⁵⁸⁰ S. Ali,⁵⁸¹ S. Ali,⁵⁸² S. Ali,⁵⁸³ S. Ali,⁵⁸⁴ S. Ali,⁵⁸⁵ S. Ali,⁵⁸⁶ S. Ali,⁵⁸⁷ S. Ali,⁵⁸⁸ S. Ali,⁵⁸⁹ S. Ali,⁵⁹⁰ S. Ali,⁵⁹¹ S. Ali,⁵⁹² S. Ali,⁵⁹³ S. Ali,⁵⁹⁴ S. Ali,⁵⁹⁵ S. Ali,⁵⁹⁶ S. Ali,⁵⁹⁷ S. Ali,⁵⁹⁸ S. Ali,⁵⁹⁹ S. Ali,⁶⁰⁰ S. Ali,⁶⁰¹ S. Ali,⁶⁰² S. Ali,⁶⁰³ S. Ali,⁶⁰⁴ S. Ali,⁶⁰⁵ S. Ali,⁶⁰⁶ S. Ali,⁶⁰⁷ S. Ali,⁶⁰⁸ S. Ali,⁶⁰⁹ S. Ali,⁶¹⁰ S. Ali,⁶¹¹ S. Ali,⁶¹² S. Ali,⁶¹³ S. Ali,⁶¹⁴ S. Ali,⁶¹⁵ S. Ali,⁶¹⁶ S. Ali,⁶¹⁷ S. Ali,⁶¹⁸ S. Ali,⁶¹⁹ S. Ali,⁶²⁰ S. Ali,⁶²¹ S. Ali,⁶²² S. Ali,⁶²³ S. Ali,⁶²⁴ S. Ali,⁶²⁵ S. Ali,⁶²⁶ S. Ali,⁶²⁷ S. Ali,⁶²⁸ S. Ali,⁶²⁹ S. Ali,⁶³⁰ S. Ali,⁶³¹ S. Ali,⁶³² S. Ali,⁶³³ S. Ali,⁶³⁴ S. Ali,⁶³⁵ S. Ali,⁶³⁶ S. Ali,⁶³⁷ S. Ali,⁶³⁸ S. Ali,⁶³⁹ S. Ali,⁶⁴⁰ S. Ali,⁶⁴¹ S. Ali,⁶⁴² S. Ali,⁶⁴³ S. Ali,⁶⁴⁴ S. Ali,⁶⁴⁵ S. Ali,⁶⁴⁶ S. Ali,⁶⁴⁷ S. Ali,⁶⁴⁸ S. Ali,⁶⁴⁹ S. Ali,⁶⁵⁰ S. Ali,⁶⁵¹ S. Ali,⁶⁵² S. Ali,⁶⁵³ S. Ali,⁶⁵⁴ S. Ali,⁶⁵⁵ S. Ali,⁶⁵⁶ S. Ali,⁶⁵⁷ S. Ali,⁶⁵⁸ S. Ali,⁶⁵⁹ S. Ali,⁶⁶⁰ S. Ali,⁶⁶¹ S. Ali,⁶⁶² S. Ali,⁶⁶³ S. Ali,⁶⁶⁴ S. Ali,⁶⁶⁵ S. Ali,⁶⁶⁶ S. Ali,⁶⁶⁷ S. Ali,⁶⁶⁸ S. Ali,⁶⁶⁹ S. Ali,⁶⁷⁰ S. Ali,⁶⁷¹ S. Ali,⁶⁷² S. Ali,⁶⁷³ S. Ali,⁶⁷⁴ S. Ali,⁶⁷⁵ S. Ali,⁶⁷⁶ S. Ali,⁶⁷⁷ S. Ali,⁶⁷⁸ S. Ali,⁶⁷⁹ S. Ali,⁶⁸⁰ S. Ali,⁶⁸¹ S. Ali,⁶⁸² S. Ali,⁶⁸³ S. Ali,⁶⁸⁴ S. Ali,⁶⁸⁵ S. Ali,⁶⁸⁶ S. Ali,⁶⁸⁷ S. Ali,⁶⁸⁸ S. Ali,⁶⁸⁹ S. Ali,⁶⁹⁰ S. Ali,⁶⁹¹ S. Ali,⁶⁹² S. Ali,⁶⁹³ S. Ali,⁶⁹⁴ S. Ali,⁶⁹⁵ S. Ali,⁶⁹⁶ S. Ali,⁶⁹⁷ S. Ali,⁶⁹⁸ S. Ali,⁶⁹⁹ S. Ali,⁷⁰⁰ S. Ali,⁷⁰¹ S. Ali,⁷⁰² S. Ali,⁷⁰³ S. Ali,⁷⁰⁴ S. Ali,⁷⁰⁵ S. Ali,⁷⁰⁶ S. Ali,⁷⁰⁷ S. Ali,⁷⁰⁸ S. Ali,⁷⁰⁹ S. Ali,⁷¹⁰ S. Ali,⁷¹¹ S. Ali,⁷¹² S. Ali,⁷¹³ S. Ali,⁷¹⁴ S. Ali,⁷¹⁵ S. Ali,⁷¹⁶ S. Ali,⁷¹⁷ S. Ali,⁷¹⁸ S. Ali,⁷¹⁹ S. Ali,⁷²⁰ S. Ali,⁷²¹ S. Ali,⁷²² S. Ali,⁷²³ S. Ali,⁷²⁴ S. Ali,⁷²⁵ S. Ali,⁷²⁶ S. Ali,⁷²⁷ S. Ali,⁷²⁸ S. Ali,⁷²⁹ S. Ali,⁷³⁰ S. Ali,⁷³¹ S. Ali,⁷³² S. Ali,⁷³³ S. Ali,⁷³⁴ S. Ali,⁷³⁵ S. Ali,⁷³⁶ S. Ali,⁷³⁷ S. Ali,⁷³⁸ S. Ali,⁷³⁹ S. Ali,⁷⁴⁰ S. Ali,⁷⁴¹ S. Ali,⁷⁴² S. Ali,⁷⁴³ S. Ali,⁷⁴⁴ S. Ali,⁷⁴⁵ S. Ali,⁷⁴⁶ S. Ali,⁷⁴⁷ S. Ali,⁷⁴⁸ S. Ali,⁷⁴⁹ S. Ali,⁷⁵⁰ S. Ali,⁷⁵¹ S. Ali,⁷⁵² S. Ali,⁷⁵³ S. Ali,⁷⁵⁴ S. Ali,⁷⁵⁵ S. Ali,⁷⁵⁶ S. Ali,⁷⁵⁷ S. Ali,⁷⁵⁸ S. Ali,⁷⁵⁹ S. Ali,⁷⁶⁰ S. Ali,⁷⁶¹ S. Ali,⁷⁶² S. Ali,⁷⁶³ S. Ali,⁷⁶⁴ S. Ali,⁷⁶⁵ S. Ali,⁷⁶⁶ S. Ali,⁷⁶⁷ S. Ali,⁷⁶⁸ S. Ali,⁷⁶⁹ S. Ali,⁷⁷⁰ S. Ali,⁷⁷¹ S. Ali,⁷⁷² S. Ali,⁷⁷³ S. Ali,⁷⁷⁴ S. Ali,⁷⁷⁵ S. Ali,⁷⁷⁶ S. Ali,⁷⁷⁷ S. Ali,⁷⁷⁸ S. Ali,⁷⁷⁹ S. Ali,⁷⁸⁰ S. Ali,⁷⁸¹ S. Ali,⁷⁸² S. Ali,⁷⁸³ S. Ali,⁷⁸⁴ S. Ali,⁷⁸⁵ S. Ali,⁷⁸⁶ S. Ali,⁷⁸⁷ S. Ali,⁷⁸⁸ S. Ali,⁷⁸⁹ S. Ali,⁷⁹⁰ S. Ali,⁷⁹¹ S. Ali,⁷⁹² S. Ali,⁷⁹³ S. Ali,⁷⁹⁴ S. Ali,⁷⁹⁵ S. Ali,⁷⁹⁶ S. Ali,⁷⁹⁷ S. Ali,⁷⁹⁸ S. Ali,⁷⁹⁹ S. Ali,⁸⁰⁰ S. Ali,⁸⁰¹ S. Ali,⁸⁰² S. Ali,⁸⁰³ S. Ali,⁸⁰⁴ S. Ali,⁸⁰⁵ S. Ali,⁸⁰⁶ S. Ali,⁸⁰⁷ S. Ali,⁸⁰⁸ S. Ali,⁸⁰⁹ S. Ali,⁸¹⁰ S. Ali,⁸¹¹ S. Ali,⁸¹² S. Ali,⁸¹³ S. Ali,⁸¹⁴ S. Ali,⁸¹⁵ S. Ali,⁸¹⁶ S. Ali,⁸¹⁷ S. Ali,⁸¹⁸ S. Ali,⁸¹⁹ S. Ali,⁸²⁰ S. Ali,⁸²¹ S. Ali,⁸²² S. Ali,⁸²³ S. Ali,⁸²⁴ S. Ali,⁸²⁵ S. Ali,⁸²⁶ S. Ali,⁸²⁷ S. Ali,⁸²⁸ S. Ali,⁸²⁹ S. Ali,⁸³⁰ S. Ali,⁸³¹ S. Ali,⁸³² S. Ali,⁸³³ S. Ali,⁸³⁴ S. Ali,⁸³⁵ S. Ali,⁸³⁶ S. Ali,⁸³⁷ S. Ali,⁸³⁸ S. Ali,⁸³⁹ S. Ali,⁸⁴⁰ S. Ali,⁸⁴¹ S. Ali,⁸⁴² S. Ali,⁸⁴³ S. Ali,⁸⁴⁴ S. Ali,⁸⁴⁵ S. Ali,⁸⁴⁶ S. Ali,⁸⁴⁷ S. Ali,⁸⁴⁸ S. Ali,⁸⁴⁹ S. Ali,⁸⁵⁰ S. Ali,⁸⁵¹ S. Ali,⁸⁵² S. Ali,⁸⁵³ S. Ali,⁸⁵⁴ S. Ali,⁸⁵⁵ S. Ali,⁸⁵⁶ S. Ali,⁸⁵⁷ S. Ali,⁸⁵⁸ S. Ali,⁸⁵⁹ S. Ali,⁸⁶⁰ S. Ali,⁸⁶¹ S. Ali,⁸⁶² S. Ali,⁸⁶³ S. Ali,⁸⁶⁴ S. Ali,⁸⁶⁵ S. Ali,⁸⁶⁶ S. Ali,⁸⁶⁷ S. Ali,⁸⁶⁸ S. Ali,⁸⁶⁹ S. Ali,⁸⁷⁰ S. Ali,⁸⁷¹ S. Ali,⁸⁷² S. Ali,⁸⁷³ S. Ali,⁸⁷⁴ S. Ali,⁸⁷⁵ S. Ali,⁸⁷⁶ S. Ali,⁸⁷⁷ S. Ali,⁸⁷⁸ S. Ali,⁸⁷⁹ S. Ali,⁸⁸⁰ S. Ali,⁸⁸¹ S. Ali,⁸⁸² S. Ali,⁸⁸³ S. Ali,⁸⁸⁴ S. Ali,⁸⁸⁵ S. Ali,⁸⁸⁶ S. Ali,⁸⁸⁷ S. Ali,⁸⁸⁸ S. Ali,⁸⁸⁹ S. Ali,⁸⁹⁰ S. Ali,⁸⁹¹ S. Ali,⁸⁹² S. Ali,⁸⁹³ S. Ali,⁸⁹⁴ S. Ali,⁸⁹⁵ S. Ali,⁸⁹⁶ S. Ali,⁸⁹⁷ S. Ali,⁸⁹⁸ S. Ali,⁸⁹⁹ S. Ali,⁹⁰⁰ S. Ali,⁹⁰¹ S. Ali,⁹⁰² S. Ali,⁹⁰³ S. Ali,⁹⁰⁴ S. Ali,⁹⁰⁵ S. Ali,⁹⁰⁶ S. Ali,⁹⁰⁷ S. Ali,⁹⁰⁸ S. Ali,⁹⁰⁹ S. Ali,⁹¹⁰ S. Ali,⁹¹¹ S. Ali,⁹¹² S. Ali,⁹¹³ S. Ali,⁹¹⁴ S. Ali,⁹¹⁵ S. Ali,⁹¹⁶ S. Ali,⁹¹⁷ S. Ali,⁹¹⁸ S. Ali,⁹¹⁹ S. Ali,⁹²⁰ S. Ali,⁹²¹ S. Ali,⁹²² S. Ali,⁹²³ S. Ali,⁹²⁴ S. Ali,⁹²⁵ S. Ali,⁹²⁶ S. Ali,⁹²⁷ S. Ali,^{928</}

Personnel

Liste des personnels contribuant à la production (2025 → ~2027) :

Tristan Beau

Sebastien Colinot

Guillaume Daubard

Marc Dhellot

Didier Lacour

Alexandre Lantheaume

Didier Laporte

Jean-Charles Monrose → apprenti, jusqu'à août 2025

Irena Nikolic

Sophie Trincaz-Duvoid

Demandes CDD :

1 AI septembre 2024

1 AI 2025

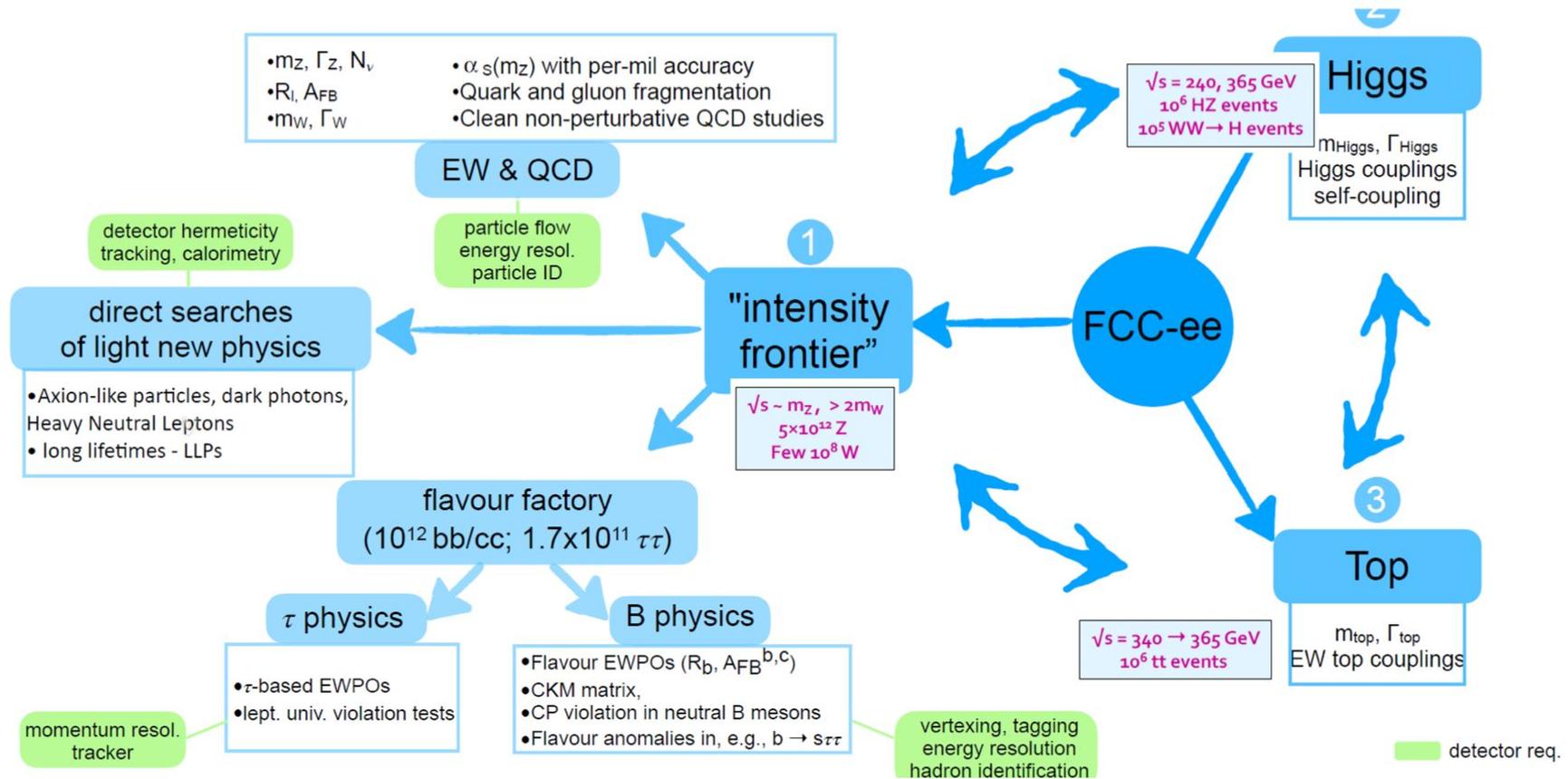
1 PhD pour 2024

+ Stagiaires potentiels

Future Circular Collider (FCC)

FCC-ee physics program

C. Grojean



Couvre tous les domaines avec les mesures de précision et les recherches au delà du Modèle Standard!

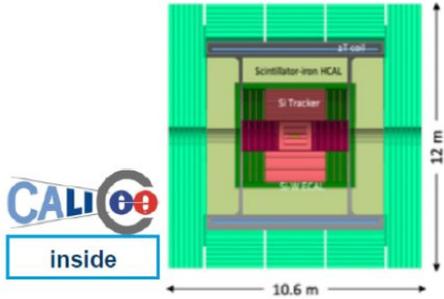
FCC-hh après FCC-ee

Idées de détecteur...

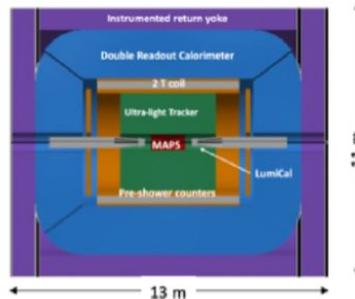
Detector concepts

F. Sefkow,
Cracow, 01/2023

CLD



IDEA



Noble Liquid ECAL based



- Well established design
 - ILC -> CLIC detector -> CLD
- Engineering needed to make able to operate with continuous beam (no pulsing)
 - Cooling of Si-sensors & calorimeters
- Possible detector optimizations?
 - σ_p/p , σ_E/E
 - PID ($\mathcal{O}(10\text{ ps})$ timing and/or RICH)?
 - ...
- Robust software stack
 - Now ported (wrapped) to FCCSW

- Less established design
 - But still ~15y history: 4th Concept
- Developed by very active community
 - Prototype construction / test beam campaigns
 - Italy, Korea,...
- Is IDEA really two concepts? Or will it be?
 - w, w/o crystals
- Software under active development
 - Being ported to FCCSW

- A design in its infancy
- High granular Noble Liquid ECAL is the core
- Very active Noble Liquid R&D team
 - Readout electrodes, feed-throughs, electronics, light cryostat, ...
 - Software & performance studies
- Full simulation of ECAL available in FCCSW

Mogens Dam

⇒ Important de garder en ligne de mire et comprendre où l'on peut ajouter notre expertise

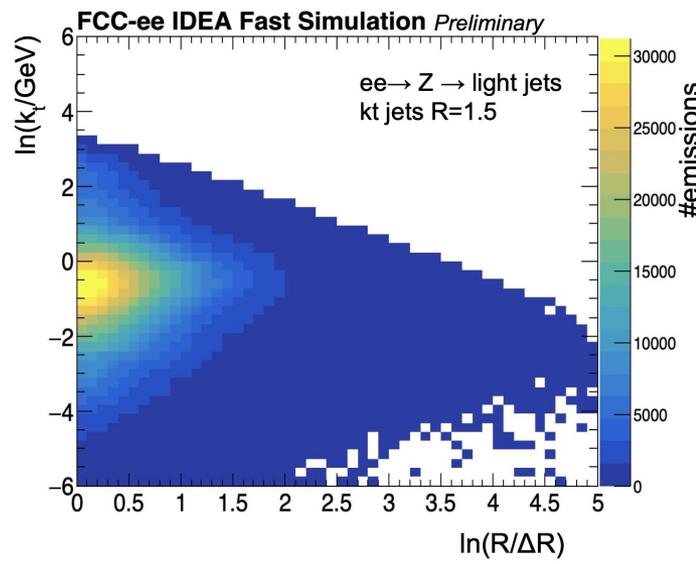
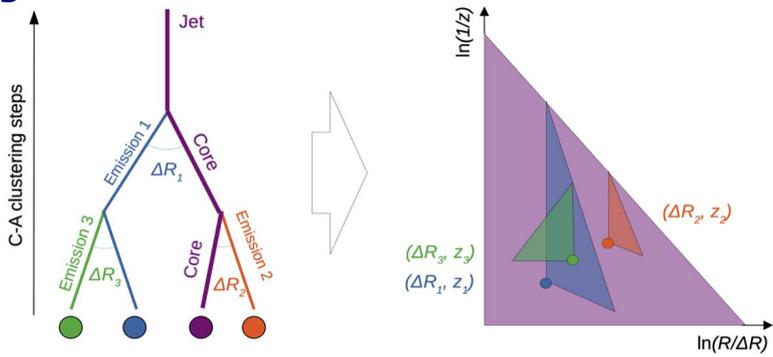
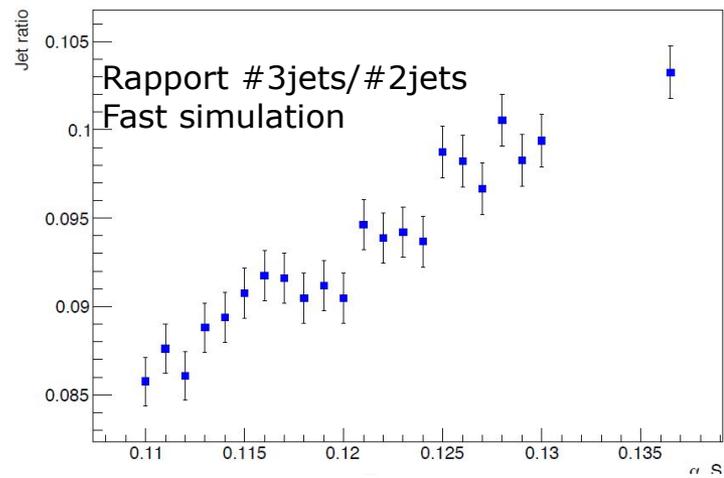
Implications sur les performances/physique :

Etudes QCD (α_s , Lund Jet Plane) :

- Sensibilité potentielle à α_s au FCC-ee
- Implications sur le design du détecteur (eg calorimètre)

Variables :

- étude de la multiplicité en jets
- étude du plan de jet de Lund (synergie avec les études dans ATLAS) :
- représentation bidimensionnelle de la formation des jets



⇒ Les études des processus de physique sont cruciaux pour définir les futurs détecteurs (lien avec les R&D pour futurs détecteurs)

Personnel

Liste des personnels contribuant à FCC :

Alain Blondel

Line Delagrangue → PhD, jusqu'à **~Oct 2025**

Bogdan Malaescu

Lata Panwar → post doc, jusqu'à **~Juil 2025**

Luc Poggioli

Au delà des projets en cours...

Atlas Commissioning

2 projets ATLAS, après production :

- mise en place et premières données...
- **Nécessité de garder une fraction des physiciens**

⇒ Exploitations des données → travail sur les performances:

- ITk : amélioration de la reconstruction des traces, des vertex primaires et secondaires, identification des vertex de pile up...
- HGTD: amélioration des performances dans les end-cap et forward régions
== performances à la région centrale pour jets, leptons et b/c-tagging
+ détermination offline et online de la luminosité

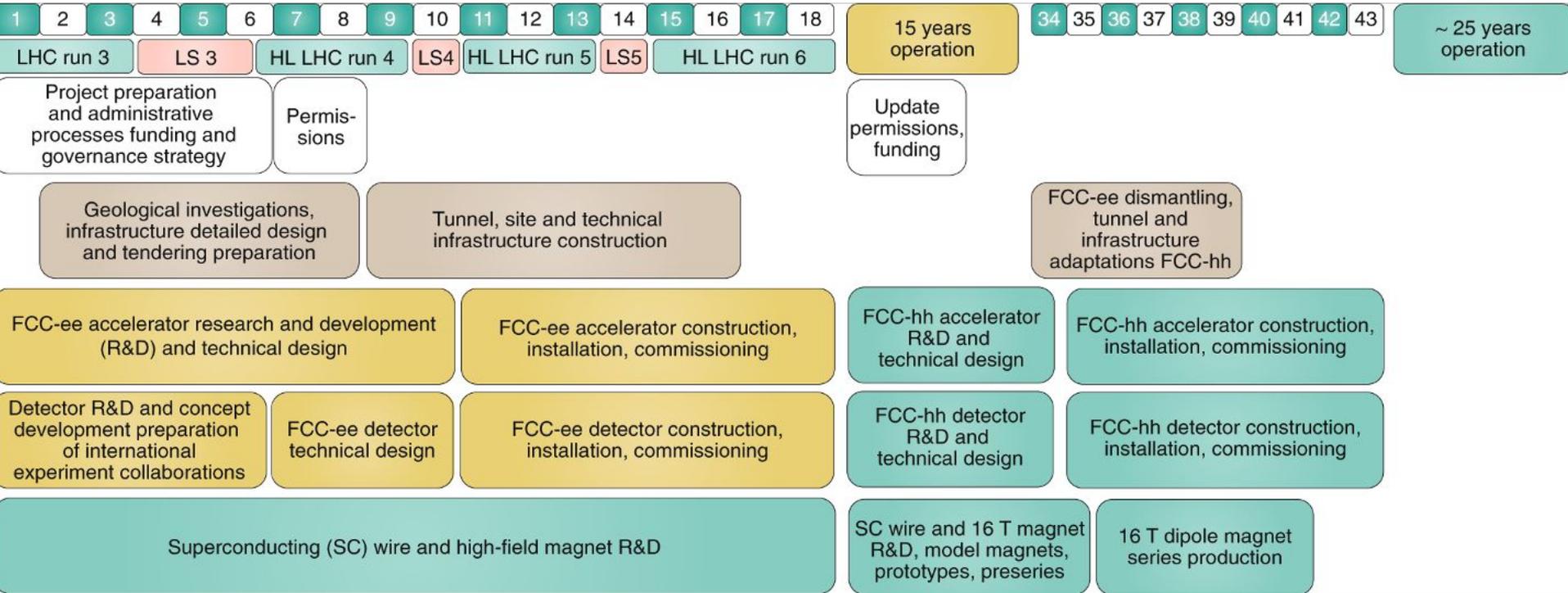
HGTD complète ITk :

- diminution du pile up jusqu'à $\eta < 4$, région importante pour VBF
- détermination du "timing" pour les particules chargées

⇒ Impact sur les analyses de physique

- VBF $H \rightarrow WW^*$ ou $H \rightarrow bb$
- Forward b-jets et mesure de tH production
- $\sin^2(\theta_{\text{eff}})$...

FCC



FCC a 2 phases : FCC(ee) puis FCC(hh)

- **European Strategy doit donner un signal en 2026 (1 an d'avance!)**
- **La communauté FCC doit présenter des avancées**
- ⇒ **Possibilité d'y contribuer**

Des groupes de R&D sur le détecteur sont en place

Detector R&D (=DRD)

DRDs in a Nutshell

DRD1 - Gaseous Detectors

- **WG1** : technologies MPGDs, RPC, Wires, TPC, DCH
- **WG2** : applications (Muon systems, Inner & Central Tracking with PID, Calorimetry, Photo-detectors, Timing, TPC for rare event searches)
- **WG3** : gas and material studies
- **WG4** : modelling and simulation
- **WG5** : electronic
- **WG6** : production & technology transfer
- **WG7** : common test facilities
- **WG8** : knowledge transfer

Draft - June

DRD2 - Liquid Detectors

- **WG1** : charge readout
- **WG2** : light readout
- **WG3** : target properties

Draft - June

DRD3 - Solid State Detectors

- **WG1** : Monolithic CMOS sensors
- **WG2** : sensors for tracking and calorimetry (Hybrid, LGADs)
- **WG3** : radiation damage and ultrahigh fluence
- **WG4** : simulation
- **WG5** : characterization techniques, facilities
- **WG6** : non silicon based detectors
- **WG7** : Interconnect and device fabrication
- **WG8** : dissemination and outreach

Draft - June

DRD5 - Quantum and Emerging Technologies

- **WG1** : clocks, clock networks
- **WG2** : kinetic detector
- **WG3** : superconducting spin based sensors
- **WG4** : optomechanical sensors
- **WG5** : atoms, molecules, ions, interferometry
- **WG6** : meta materials 0-1-2D materials

September 1st community workshop
Final proposal January 2024

DRD7 - Electronics

- **WG1** : data density and power efficiency
- **WG2** : intelligence on the detector
- **WG3** : 4D and 5D techniques
- **WG4** : extreme environments
- **WG5** : backend systems and cots
- **WG6** : complex imaging ASICs and technologies

Now collecting expressions of interest
September 2nd community workshop
Final proposal - December

DRD4 - Photon Detectors & PID

- **WG1** : photodetector (SiPM, SPADs, PMT/MCP-PMT, Gas)
- **WG2** : particle ID (RICH/DIRC/TOP/TORCH/ToF)
- **WG3** : technologies (radiators, optical elements, readout, cooling, software)
- **WG4** : emerging technologies (novel materials and concepts...)

Draft - June

DRD6 - Calorimeters

- **WG1** : full integrated sampling calorimeters
- **WG2** : liquified Noble Gas calorimeters
- **WG3** : optical calorimeters
- **WG4** : transversal activities

Draft - June

MIF dans les DRD

Dans un premier temps, expression d'intérêt de personnes MIF dans DRD3 (détecteur silicium), DRD6 (calorimétrie silicium + liquides nobles) et DRD7 (électronique)

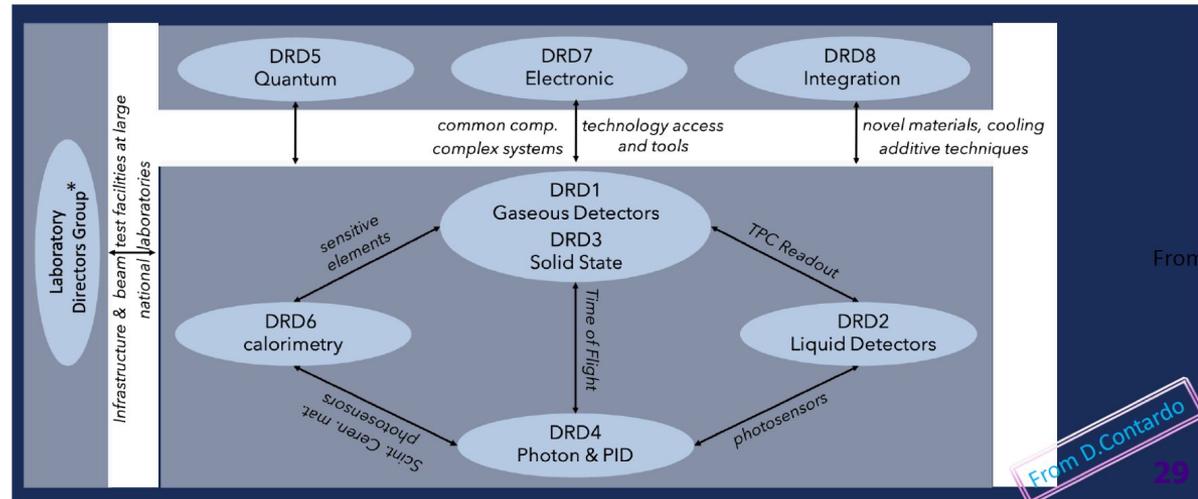
[cf: <https://indico.in2p3.fr/event/30247/>]

+ discussions avec Michael Doser (DRD5 [quantum detector])

→ MAIS ~80% des personnes sont déjà impliquées sur les upgrades d'ATLAS...

⇒ ~0.5-1 FTE au total devraient s'investir dans les collaborations à venir dans les premières années, la première priorité étant de finir les upgrades (jusqu'aux 1ères données HL-LHC)

Interplay entre différents DRD (exemple DRD3/DRD1)

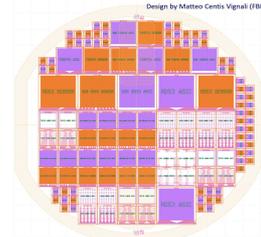


Exemple DRD3

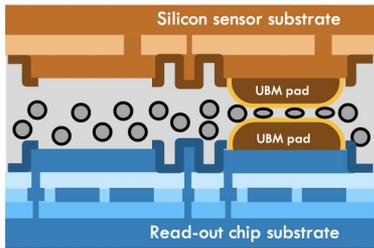
Film conducteur anisotrope (ACF) pour remplacer le bump-bonding des pixels (AIDAInnova)

Technologie très rentable pour l'interconnection des FE et des sensors

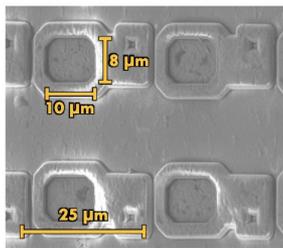
Post-processing en interne (ENIG), sans masque



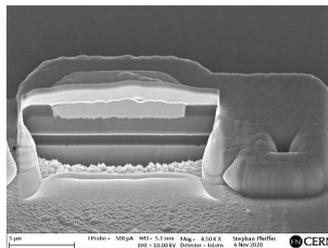
Unplated (left) VS Plated (right) pixels



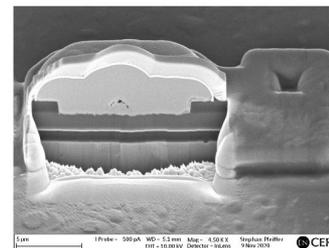
Bare CLICpix2 pixel matrix



CLICpix2 with 1-2 μm thick UBM



CLICpix2 with 3-5 μm thick UBM



Bloc de micro canaux pour le refroidissement des détecteurs futurs
Prototypes produits par le LPNHE avec FBK

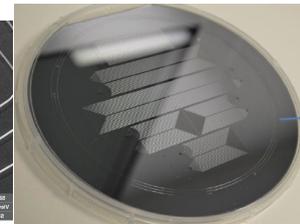
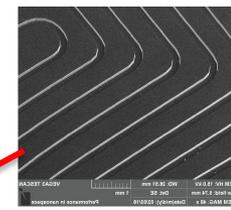
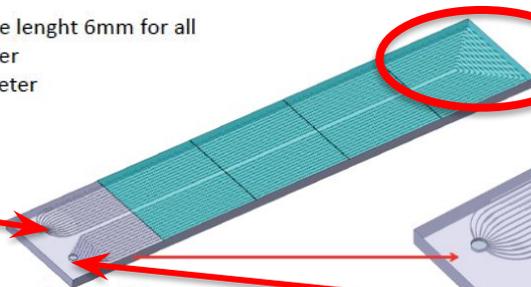
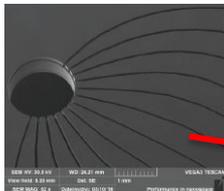
13 channels 200x120 μm

Silicon walls 500μm

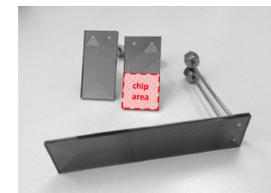
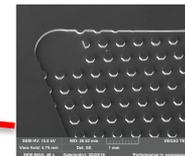
Inlet restrictions 60x120μm: same length 6mm for all

Inlet outlet holes 1.6 mm diameter

Pillars in the outlet: 350μm diameter



Detail du design des canaux



HL-LHC et FCC

Le groupe souhaite :

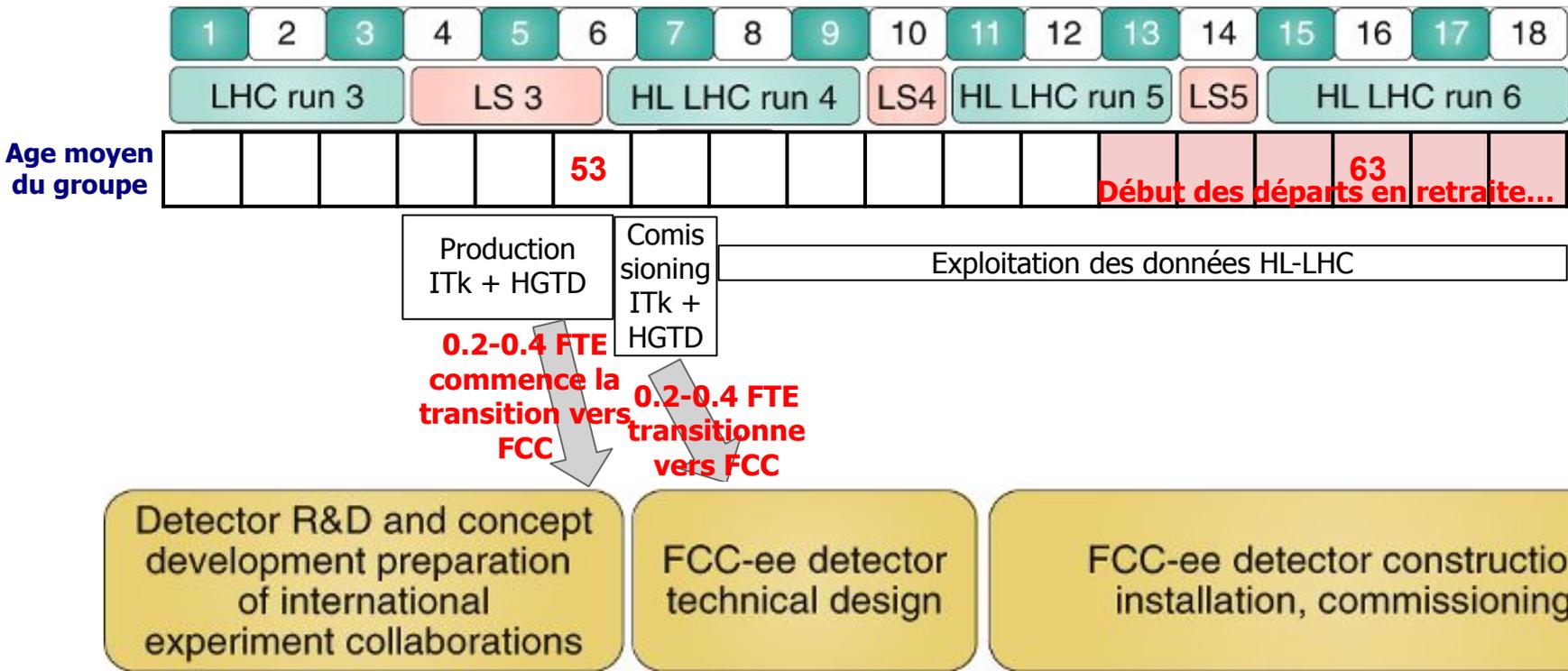
- Utiliser l'IA pour améliorer les performances du détecteur
- Utiliser ITk + HGTD pour réduire l'empilement
- Mesures de précision dans le secteur du top sur HL-LHC
- Exploiter les runs bas PU pour des mesures $p_T(W)$ sur HL-LHC
- Continuer les recherches de matière noire (ALP)
- Continuer à exploiter le secteur du Higgs sur HL-LHC et FCC
- Mesures de sections efficaces et de sous-structure des jets
- Travail dans le secteur de la QCD
- Lien potentiel avec la physique des saveurs (en dehors de MIF)

En dehors, des collisions :

- Continuer le travail sur g-2
- IA pour unfolding/QCD lattice etc

⇒ Prévoit de privilégier les thèses + post docs sur 2 activités :
Upgrade HL-LHC ou FCC + Analyse

Evolution chercheurs



L'équipe MIF a une gaussienne d'âge avec un sigma plutôt restreint (évaluer à ~4 ans)

⇒ Départs potentiels en retraite groupés!

⇒ Les gens qui font le commissioning du Run4 → plus vraiment présent pour commissioning FCC

⇒ Penser à injecter du 'sang' neuf pour éviter la perte d'expertise...

Des gens vont finir leur carrière sur le LHC

Conclusion

MIF = Atlas + FCC (+pheno, g-2, IA)

→ **Expertise sur le calorimètre (argon) + tracking**

⇒ **exploitation dans les groupes de performances (JEC, Egamma) et les analyses de physiques ($H \rightarrow bb$, état final $\gamma\gamma$, jets boostés etc)**

→ **2 gros projets hardware : HGTD + ITk**

⇒ **Une partie du groupe est 'occupée' jusqu'en ~ 2030**

→ **Etude sur les simulations FCC en lien avec celles d'Atlas**

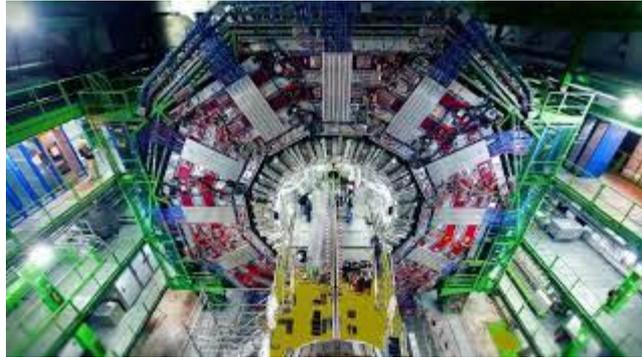
→ **Intérêts pour les DRD (Réunion du vendredi pour discuter?)**

⇒ **Difficulté du groupe d'avoir une implication plus forte avant la fin de la production des projets Atlas**

⇒ **Volonté globale du groupe de mettre en place thèse/post doc avec une partie Atlas-Upgrade/FCC + analyse Atlas**

→ **La distribution d'âge du groupe à prendre en compte pour assurer les projets futurs**

Video



BackUp

People

<p><u>4 CR CNRS (2 HDR) :</u></p> <p>Stéphanie Beauceron (CR HDR) ATLAS-ITk → depuis 01/10/2023</p> <p>Anja Butter (CR) ATLAS / phénoménologie → depuis 01/10/2022</p> <p>Reina Camacho Toro (CR HDR) ATLAS-ITk</p> <p>Bogdan Malaescu (CR) ATLAS-HGTD / FCC et g-2</p>	<p><u>7 DR CNRS (2 HDR) :</u></p> <p>Alain Blondel (DR émérite) FCC</p> <p>Giovanni Calderini (DR) ATLAS-ITk</p> <p>Frédéric Derue (DR) ATLAS-ITk</p> <p>Mieczyslaw Krasny (DR) ATLAS → émérite en 2024</p> <p>Didier Lacour (DR) ATLAS-HGTD</p> <p>Lydia Roos (DR) ATLAS</p> <p>L. Poggioli (DR émérite) ATLAS / FCC</p>	<p><u>6 Universitaires (4 HDR) :</u></p> <p>Mélissa Ridel (MCF SU HDR) ATLAS</p> <p>Bertrand Laforge (PR SU) ATLAS-ITk-HGTD</p> <p>Sophie Trincaz-Duvoid (PR SU) ATLAS-HGTD</p> <p>Tristan Beau (MCF UPcité) ATLAS-HGTD</p> <p>Irena Nikolic (MCF UPcité) ATLAS-HGTD</p> <p>José Ocariz (PR UPcité) ATLAS → resp. du groupe depuis 06/2023</p>
<p><u>4 Post-doctorant.e.s :</u></p> <p>Lata Panwar, ANR LEAP-physics → depuis 07/2022</p> <p>Christophe Roland, ANR DIVE → depuis 06/2023</p> <p>Yahya Khwaira, IN2P3 ITk + AidaINNOVA → à partir de 01/2024</p> <p><u>Aussi :</u></p> <p>Léonard Polat, ANR g-2 → depuis 03/2023</p>	<p><u>6 Doctorant.e.s :</u></p> <p>Artur Cordeiro Oudot Choi (B. Laforge) 2021-2024 contrat doctoral SU</p> <p>Laura Boggia (A. Butter, B. Malaescu, M. Ridel) 2022-2025 co-financée par ETN SMARTHEP et IBM</p> <p>Paul Chabrilat (G. Calderini) 2022-25 contrat doctoral IN2P3</p> <p>Line Delagrange (L. Poggioli, B. Malaescu) 2022-2025 contrat doctoral SU</p> <p>Romain Van Den Broucke (J. Ocariz) 2022-2025 contrat doctoral UPcité</p> <p>Thiziri Amezza (R. Camacho Toro) 2023-2026 contrat doctoral SU</p>	<p><u>4 codirections COFECUB (France-Brésil)</u></p> <p>Marton Sandes (B. Laforge codir.)</p> <p>Mateus Hufnagel (B. Laforge codir.)</p> <p>Luiz Eduardo Balabram Filho (B. Laforge, J. Ocariz codirs.)</p> <p>André Malvezzi Lopes (B. Laforge, J. Ocariz codirs.)</p>

Organisation

Dans le laboratoire : relations avec les services, autres équipes :

Deux projets d'upgrade :

Itk:

coordinateur G. Calderini, coordinateur technique F. Crescioli

9 ITA (services Mécanique et Électronique)

2 CDD TGIR en 2023+2024

réunions de groupe hebdomadaires

HGTD:

coordinateur D. Lacour, coordinateur technique D. Laporte

5 ITA (services Mécanique et Électronique)

réunions hebdomadaires

Projet futur :

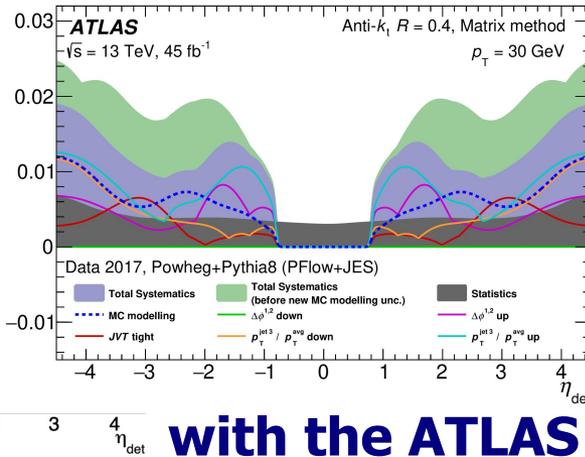
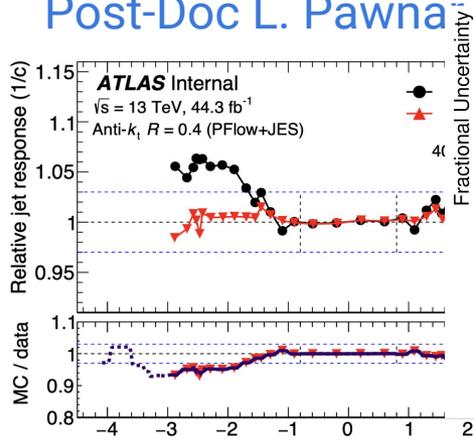
FCC

coordinateur L. Poggioli

Activité computing :

GRIF

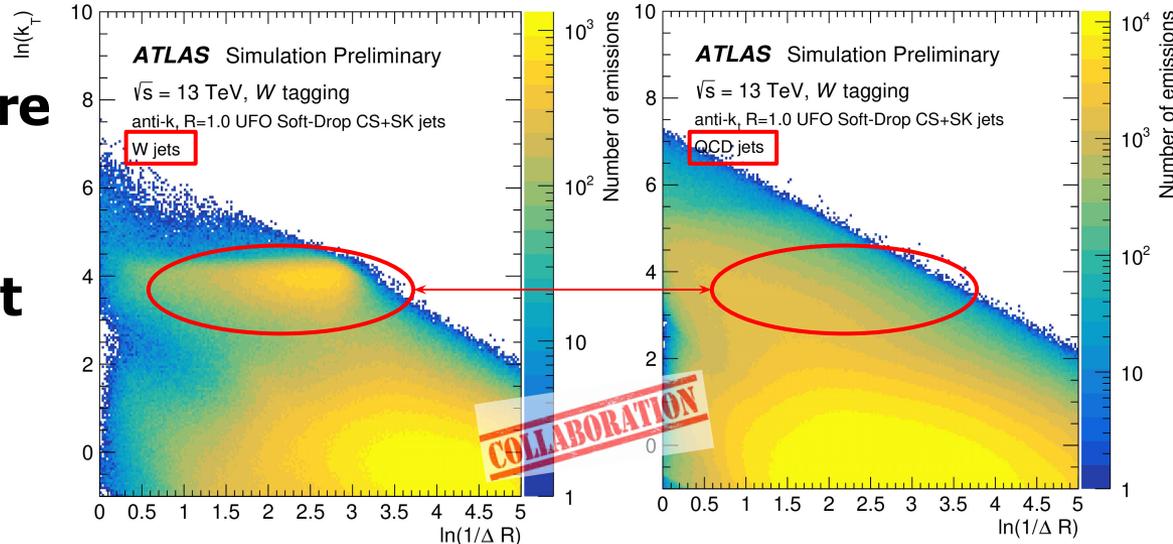
coordinateur F. Derue, coordinateur technique V. Mendoza



en impulsion transverse,
des b-jets, unfolding
meilleure séparation de la
effets détecteurs
systématiques vers l'avant
techniques for jet calibration
with the ATLAS detector” [Eur. Phys. J. C 83, 761 \(2023\)](https://arxiv.org/abs/2208.07311)

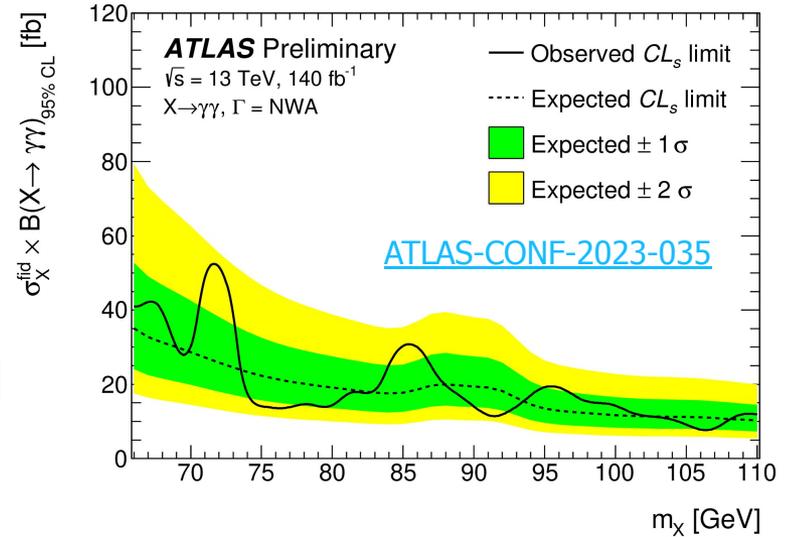
- Plan de jet de Lund :
- séparer les effets perturbateurs et non-perturbateurs liés à la QCD
- représentation bidimensionnelle
- de la formation
- Etude de la sous-structure

⇒ étiquetage de bosons
 $W \rightarrow qq'$ boostés ⇒ 1 seul jet
Variables du plan de jet de
lund utilisées dans le
“LundNet”, réseau de
neurones graphique



Recherches avec une paire $\gamma\gamma$

recherche "à basse masse" $X \rightarrow \gamma\gamma$,
 utilisation de l'analyse $H \rightarrow \gamma\gamma$:
 - performances du LAr et de la reconstruction e-gamma cruciaux
 - systématique importante
 ⇒ contrôle de la forme du bruit de fond



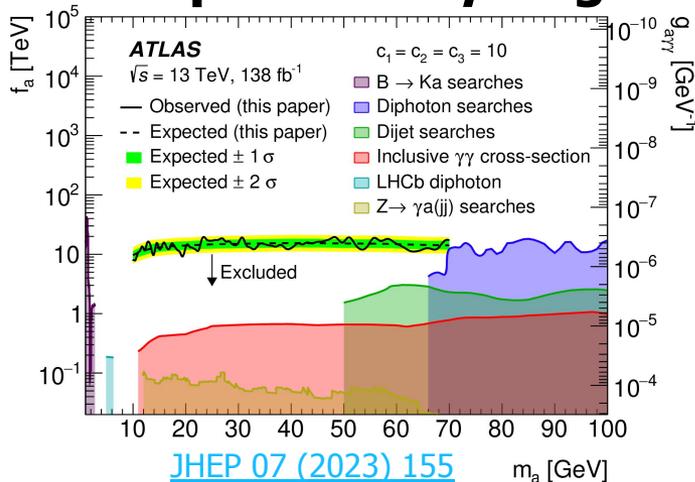
Thèse R. Van de Broucke
 Thèse A. Cordeiro Oudot Choi

Utilisation de l'état final $\gamma\gamma$: Particule de type axion (ALP)
 se couplant aux γ et gluons, courte durée de vie



- paires de photons collimatés
- Travail sur le déclenchement pour descendre à 10 GeV
- Forme atypique du bruit de fond
- technique de "Gaussian Process Regression"

Réinterprétation en contraintes sur l'espace des paramètres ALP9

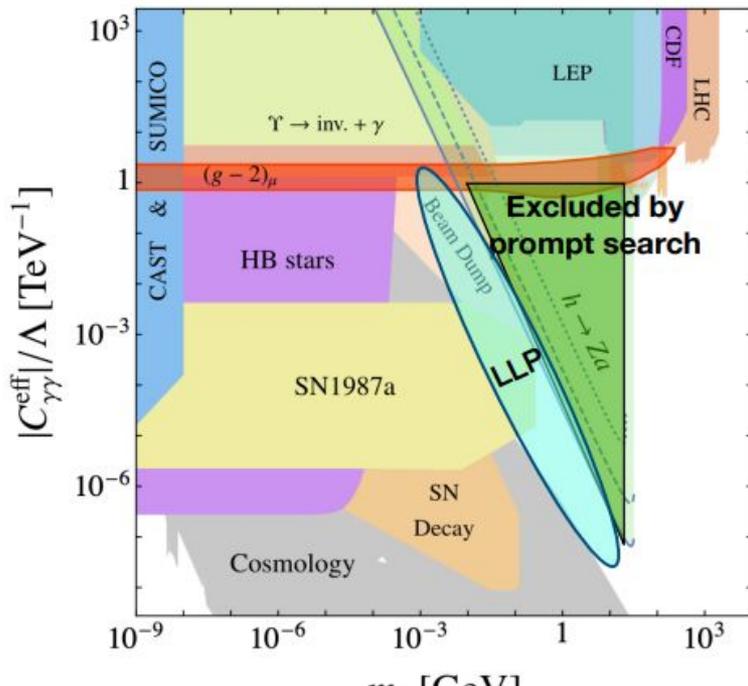


Recherches avec une paire $\gamma\gamma$

Thèse A. Cordeiro Oudot Choi

Extension de la recherche d'ALP aux longues durées de vie :

- **Production par désintégration du Higgs ($H \rightarrow Z\alpha$)**
- **Durée de vie compatible avec des gerbes créées après le tracker**
- **Extension de l'espace des paramètres sondé**
- **Développement de techniques calorimétriques à bas niveau pour lire ces gerbes exotiques**



Phénoménologie au LPTHE :
Développement de fonctionnalités ML dans l'outil de recasting Madanalysis

40

Réinterprétation d'une analyse SUSY du run2

Recherches BSM

Utilisation de l'état final $\gamma\gamma$

particule de type axion (ALP) se couplant aux photons et gluons, à très courte durée de vie

- paires de photons hautement collimatées
- Travail sur le déclenchement pour descendre à 10 GeV
- la forme atypique du bruit de fond □ technique de Gaussian Process Regression

• Médiateurs vectoriels ou pseudoscalaires se couplant au Higgs et à la matière noire

• Etat final $H \rightarrow \gamma\gamma + \text{large MET}$

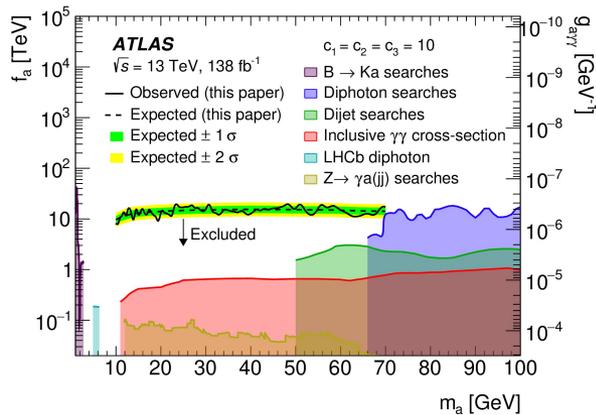
• Composition du bruit de fond : continuum QCD, mais aussi le Higgs du Modèle Standard

□ Trois modèles testés :

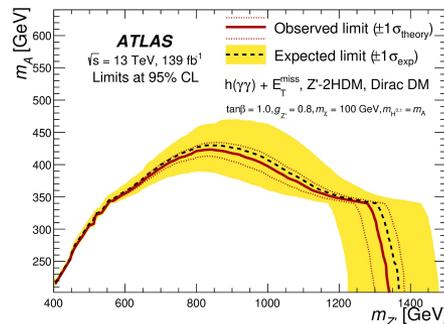
- Z'B
- Z'-2HDM
- 2HDM+a

□ Recherche directe de electroweakinos

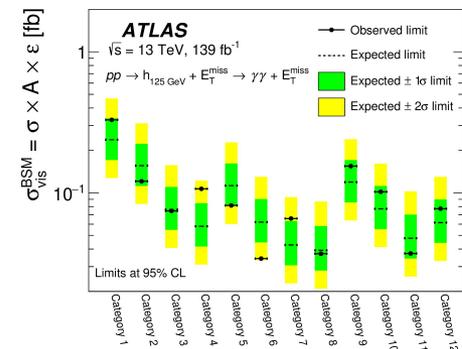
[JHEP 07 \(2023\) 155](#)



[JHEP 10 \(2021\) 013](#)



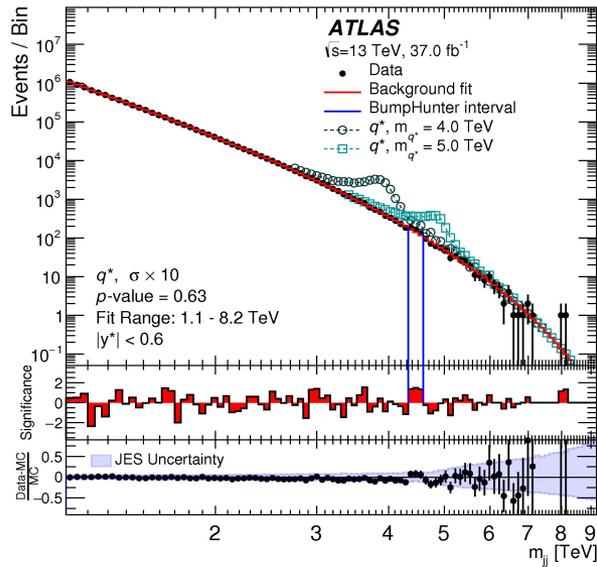
[JHEP 10 \(2020\) 005](#)



Réinterprétation du résultat en contraintes sur l'espace des paramètres de l'ALP

Recherches BSM

- Spectre en masse invariante dijet jusqu'à plusieurs TeV
- Interprétation : trous noirs quantiques, bosons W' et W^* , modèles avec un Z' médiateur avec le secteur de matière noire, résonance générique Gaussienne en masse dijet au niveau particules



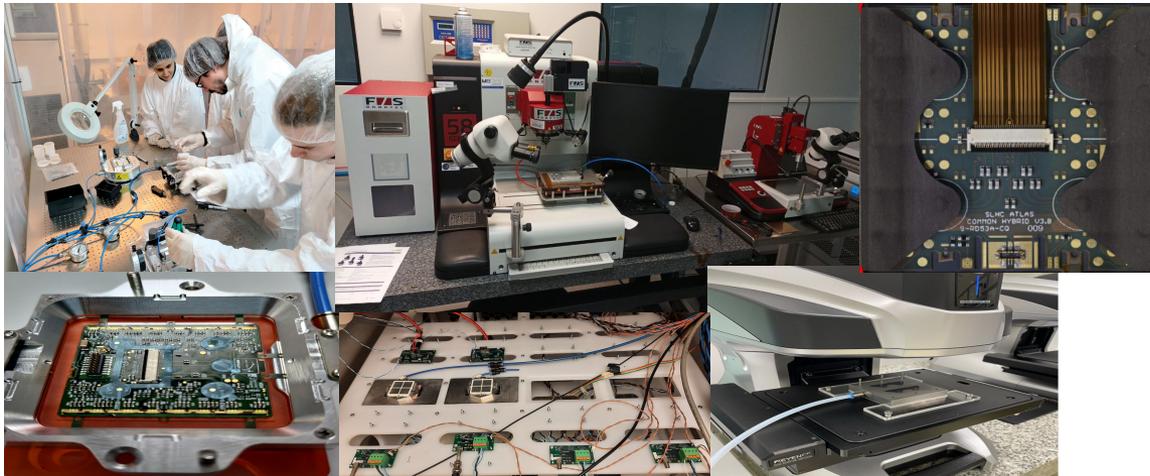
[Phys. Rev. D 96 \(2017\) 052004](#)

Production Mock-up

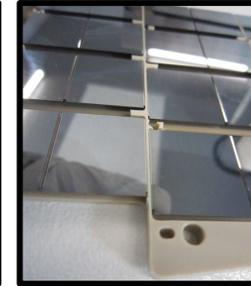
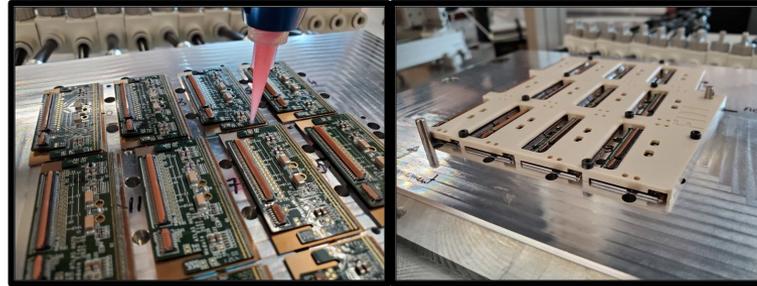
Current activities:

- Finishing pre-production activities:
assembled ~20 modules
- Integrate all pre-production results in database
⇒ Help largely debugging database interface (together with Paris Cluster, main current users of database ⇒ acknowledge by Atlas collaboration)
- Qualification of all production steps
- Document 'as operator actions' all production steps
- Train by pair potential operators
- Prepare planning for 'mass production' (9 modules per week)

MicroVu Coordinate Measuring Machine



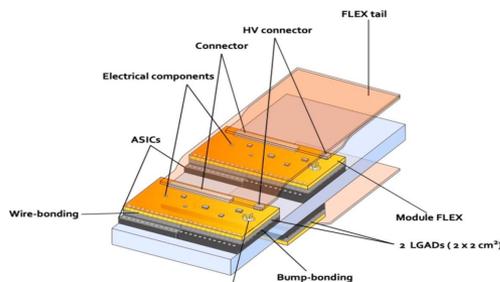
Mise en œuvre de la procédure d'assemblage et tests



- Equipement : nouveau robot « Festo » - armoire de stockage - dispenser colle - système de manipulation des modules - amélioration de la qualité de la salle - amélioration de l'ergonomie et des procédures.

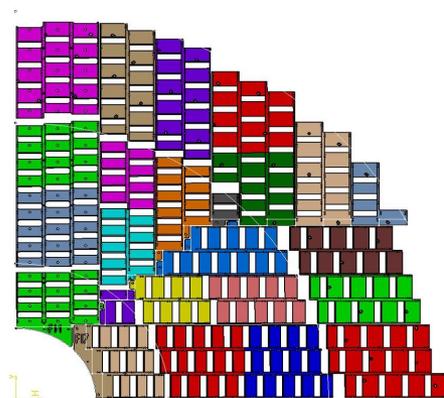
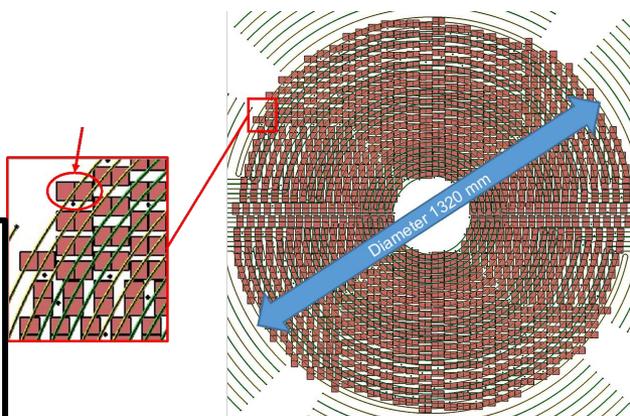
- Mise en œuvre du collage : nombreux tests sur prototypes et réalisation du premier DU du démonstrateur. Retour d'expérience et mise en œuvre de correctifs pour le second DU prévu d'ici la fin 2023.
- Métrologie des supports prototypes et du démonstrateur
- Cartographie des résultats des tests électriques sur le premier detector unit

HGTD : Structure du détecteur



24 supports différents par quart

- Inner : 3 supports; Middle : 11 supports; Outer : 10 supports
- Min : 3 modules/support; Max : 15 modules/support
- 3 row max; 7 modules max/row



1004 modules par face

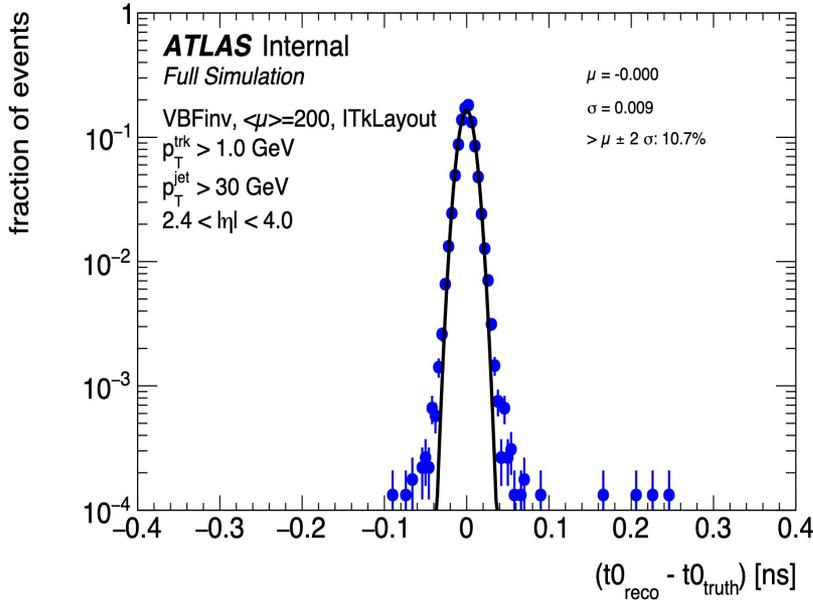
450 pads par module

8032 modules

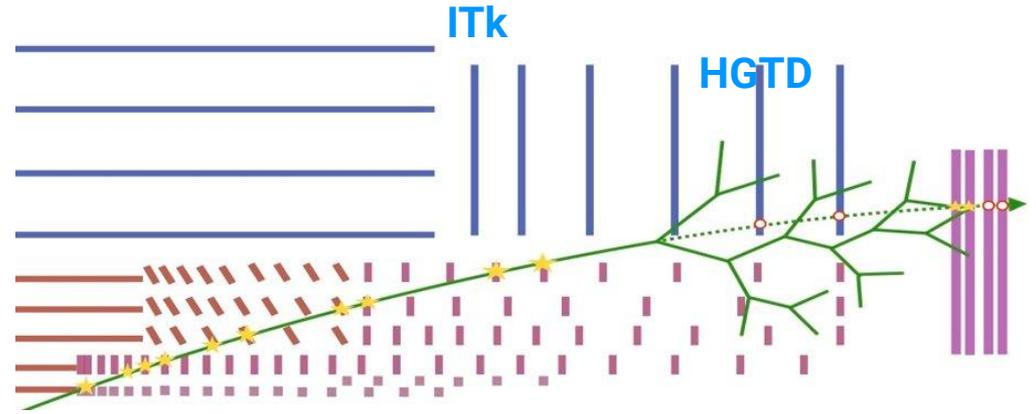
768 « Detector Units »

Detector unit = Support unit + Modules

HGTD Performances



Resolution of the reconstructed hard-scatter vertex time : 9 ps



Sans hit associé à l'extrapolation de la trace dans HGTD : « hole on track »
 coupure sur le nombre de trous par trace

Les jets dans le plan de Lund

- outil pour séparer les effets perturbatifs et non-perturbatif liés à la QCD

- produit une représentation bidimensionnelle de la formation des jets

- permet d'étudier la sous-structure des jets

- en utilisant les angles et les énergies d'émission à l'intérieur des jets

Premier résultat préliminaire du groupe :

étiquetage de bosons $W \rightarrow qq'$ boostés, en 1 jet à grand rayon information du LJP exploitée à l'aide de "LundNet", réseau de neurones graphique

