

- Physique du boson de Higgs
 - canaux avec des photons et avec des jets de b
 - études de performances reliées : LAr, électron-photon, Jets+MET
 - di-Higgs
- Recherches de nouveaux phénomènes, potentiellement liés à la matière noire
 - signatures en production associée au Higgs ("mono-Higgs")
 - nouvelles résonances en diphoton
 - ALPs (particules de type axion), aussi bien de courte et de longue durée de vie (prompt vs. LLP)
- Physique avec les jets
 - mesures de sections efficaces
 - études de performances reliées : étalonnage et résolution des jets
 - études de la sous-structure des jets (Lund-jet plane)
- Aussi : mesures de la masse du quark top, mesure de l'impulsion transverse du boson W, détermination des PDFs du proton
- Le groupe est actif dans 3 projets ANR en cours :
 - LEAP-physics (LPNHE, porté par B. Malaescu)
 - DMwithLLPatLHC (LPSC Grenoble avec LPC Clermont, LPTHE Paris, LPNHE, coordinateur local B. Laforge)
 - DIVE (IJCLab Orsay avec CPPM Marseille, LPNHE, coordinatrice locale R. Camacho Toro)
- Parmi nos programmes de coopération internationale :
 - CAPES-COFECUB avec le cluster ATLAS-Brésil, porté par B. Laforge
 - COPIN-IN2P3 avec l'IFJ-PAN de Cracovie, porté par F. Derue

R&D pour la phase à haute luminosité du LHC

- ITk : futur trajectographe
 - développement de détecteurs pixel, assemblage
 - tests en faisceau
 - électronique de front-end
- HGTD : nouveau détecteur à haute résolution temporelle
 - études de performance
 - tests en faisceau
 - assemblage

Autres activités :

- Calice
 - activités terminées depuis 2021
 - dernières contributions au cours de la période avec l'assemblage de plan de détecteur Si
- Début des activités FCC/futurs collisionneurs
 - réflexion en cours sur les engagements de l'équipe
 - en lien avec les projets de DRD du CERN et les master-projets de l'IN2P3

Des membres de l'équipe sont aussi fortement impliqués dans d'autres projets :

- Activités pour le g-2 du muon (B. Malaescu) : ANR HVP4NewPhys, CPT Marseille, avec IJCLab et LPNHE
- Autres activités :
 - LA-CoNGA physics, porté par UPCité, J. Ocariz coordinateur international, R. Camacho coordinatrice adjointe
 - Ikigai, porté par B. Laforge
 - Intelligence Artificielle et applications à la phénoménologie en HEP (A. Butter, B. Malaescu, B. Laforge)

Composition, organisation, etc...

Composition actuelle de l'équipe MIF (physique)

4 CR CNRS (2 HDR) :

Stéphanie Beauceron (CR HDR) ATLAS-ITk
→ depuis 01/10/2023
Anja Butter (CR) ATLAS / phénoménologie
→ depuis 01/10/2022
Reina Camacho Toro (CR HDR) ATLAS-ITk
Bogdan Malaescu (CR) ATLAS-HGTD / FCC et g-2

7 DR CNRS (2 HDR) :

Alain Blondel (DR émérite) FCC
Giovanni Calderini (DR) ATLAS-ITk
Frédéric Derue (DR) ATLAS-ITk
Mieczyslaw Krasny (DR) ATLAS
→ émérite en 2024
Didier Lacour (DR) ATLAS-HGTD
Lydia Roos (DR) ATLAS
L. Poggioli (DR émérite) ATLAS / FCC

6 Universitaires (4 HDR) :

Mélissa Ridel (MCF SU HDR) ATLAS
Bertrand Laforge (PR SU) ATLAS-ITk-HGTD
Sophie Trincaz-Duvoid (PR SU) ATLAS-HGTD
Tristan Beau (MCF UPcité) ATLAS-HGTD
Irena Nikolic (MCF UPcité) ATLAS-HGTD
José Ocariz (PR UPcité) ATLAS
→ resp. du groupe depuis 06/2023

4 Post-doctorant.e.s :

Lata Panwar, ANR LEAP-physics
→ depuis 06/2022
Edmar Purcino de Souza, ANR DMwithLLPatLHC
→ depuis 06/2022
→ Professeur à Salvador de Bahia en 2024
Christophe Roland, ANR DIVE
→ depuis 06/2023
Yahya Khwaira, IN2P3 ITk + AidaINNOVA
→ à partir de 12/2023

Aussi :

- **Léonard Polat**, ANR g-2
→ depuis 03/2023

6 Doctorant.e.s :

Artur Cordeiro Oudot Choi (B. Laforge) 2021-2024
contrat doctoral SU
Laura Boggia (A. Butter, B. Malaescu, M. Ridel) 2022-2025
co-financée par ETN SMARHEP et IBM
Paul Chabrilat (G. Calderini) 2022-25
contrat doctoral IN2P3
Line Delagrance (L. Poggioli, B. Malaescu) 2022-2025
contrat doctoral SU
Romain Van Den Broucke (J. Ocariz) 2022-2025
contrat doctoral UPCité
Thiziri Amezza (R. Camacho Toro) 2023-2026
contrat doctoral SU

4 codirections COFECUB (France-Brésil)

Marton Sandes
(B. Laforge codir.)
Mateus Hufnagel
(B. Laforge codir.)
Luiz Eduardo Balabram Filho
(B. Laforge, J. Ocariz codirs.)
André Malvezzi Lopes
(B. Laforge, J. Ocariz codirs.)

Composition de l'équipe : projets upgrade

HGTD

ITA : 5 pour 1.7 FTE (mécanique, électronique)

G. Daubard IR 0.1
M. Dhellot élec AI 0.1
C. Georget AI : 0.2
A. Lantheaume méca AI 0.7
D. Laporte méca IR 0.6

1 apprenti mécanique

J-C. Monroe (pour 2 ans)

demandes CDD construction TGIR

1 AI septembre 2024
1 AI 2025

1 CNRS, 3 Universitaires

T. Beau (0.3)
D. Lacour (0.8)
I. Nikolic (0.5)
S. Trincaz-Duvoid (0.3)

2 Doctorants sur la période

A. Leopold (2017-2020)
V. Raskina (2020-2023)

demande contrat doctoral IN2P3

1 pour 2024 (S. Trincaz-Duvoid)

ITk

ITA :

J. Coridian T élec 0.24
R. Cornat IR 0.1
P. Corona IE élec 0.9
F. Crescioli IR élec 1.0
M. Dhellot AI élec 0.4
D. Martin IE élec 0.3
E. Pierre élec 0.3
Y. Orain AI méca 0.6
H. El Haj élec 1.0

1 apprenti

T. Carcone (0.5)

2 CDD TGIR

Lina Zaraoui AI 1.0
(depuis 01/2023 pour 3 ans)
1 autre attendu fin 2023 pour 3 ans)

5 CNRS, 1 Universitaire

S. Beauceron (0.66 depuis 10/2023)
G. Calderini (0.9)
R. Camacho Toro (0.05)
F. Derue (0.2)
B. Laforge (0.2)
L. Poggioli (0.2)

1 post-doc

Y. Khwaira (1.0 à partir de 12/2023)

3 Doctorants

P. Chabrilat (0.95 en 2023)
A. Cordeiro (0.5 en 2023)
T. Amezza (0.95 depuis 11/2023)

GRID

A. Bailly-Reyre IE info
V. Mendoza IR info

Gestion

C. Carvalhais

Arrivées de permanents

Luc Poggioli

depuis 2019, mutation IJCLab → LPNHE

Anja Butter

depuis 2022, recrutement Section 55 CNRS

experte phénoménologie et intelligence artificielle / machine learning
(avant-dernier recrutement CNRS : Reina Camacho Toro en 2017)

Stéphanie Beauceron

depuis 10/2023, mutation IP2I Lyon → LPNHE
travaillera sur ITk

Départs de permanents

G. Bernardi (DR) jusqu'en 2021 (maintenant à l'APC)

M. Bomben (MCF UPCité) jusqu'en 2021 (maintenant à l'APC)

S. De Cecco (MCF UPCité) jusqu'en 2016 (maintenant à Rome)

G. Marchiori (CR) jusqu'en 2021 (maintenant à l'APC)

S. Laplace (CR) jusqu'en 2018

Départs de post-doctorants :

P. Francavilla postdoc ILP en 2014/2017 ([poste permanent à l'INFN](#))

R.J. Wang postdoc ILP en 2016/19, "MonoHiggs + DM" ([post-doc ATLAS à Mainz](#))

K. Liu postdoc ANR en 2017/18, "Etudes ITk + Hbb" ([poste junior à Shanghai](#))

I. Nomidis postdoc ANR en 2018/20, "Higgs en diphoton" ([data Engineer](#))

M. Khandoga CDD IN2P3 en 2020/22 ([data Engineer](#))

W. Spolidoro Freund Contrat COFECUB en 2018/19 ([poste permanent au Brésil](#))

16 thèses soutenues en 2017-2022 :

Yajun He 2022 G. Calderini, R. Camacho Toro post-doc DESY

Luis Pascual Domínguez 2021 J. Ocariz post-doc TAU basé au CERN

Reem Taibah 2021 M. Bomben privé

Yufeng Wang 2020 Cotutelle Y. Liu (USTC) et L. Roos post-doc T-D Lee Institute

Jad Zahreddine 2020 F. Derue post-doc Arizona State

Alexander Leopold 2020 B. Laforge ATLAS Thesis Award, post-doc Stockholm

Ilaria Louise 2019 G. Bernardi post-doc Stony Brooke

Ahmed Tarek 2019 S. Laplace et G. Marchiori ATLAS Thesis Award, post-doc Michigan

Louis d'Eramo 2019 G. Calderini CR CNRS depuis 2022

Robert Hankache 2019 M. Ridet et B. Malaescu privé

Changqiao Li 2019 Cotutelle Y. Liu (USTC) et G. Marchiori post-doc Shanghai

Ducourthial Audrey 2018 M. Bomben Data scientist

Dilia Portillo 2018 S. De Cecco post-doc TRIUMF

Yee-Chin Yap 2017 L. Roos post-doc DESY

Stefano Manzoni 2017 G. Marchiori CERN fellow

Álvaro López-Solís 2017 B. Laforge post-doc DESY

Stagiaires :

Environ 10 à 15 stages par an, majoritairement de la L3 au M1
Sorbonne Université, UPCité, École des Mines, LA-CoNGA physics, autres

- Responsable de groupe / ATLAS Team Leader :
 - D. Lacour jusqu'en juin 2023, J. Ocariz depuis
- Réunions de groupe :
 - fréquence typique : 1 à 2 par mois
 - animées par F. Derue jusqu'en janvier 2023, J. Ocariz depuis
 - coordination, exposés d'étudiants et/ou de seniors, compte-rendus de conférences
- Réunions des permanents (~1 ou 2 par an)
- Dans le cadre du programme COFECUB (France-Brésil) :
 - animé par B. Laforge, ~5-8 personnes au LPNHE, ~15 personnes au Brésil
 - recouvre les activités photon
 - réunions hebdomadaires

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) pour ~5 FTE (chiffres 2022)
 - 1 CDD TGIR en 2023, 1 autre arrivera sous peu
 - réunions de groupe hebdomadaires
 - HGTD
 - coordinateur D. Lacour, coordinateur technique D. Laporte
 - 5 ITA (services Mécanique et Électronique) pour ~2 FTE (chiffres 2023)
 - réunions hebdomadaires
- Projet futur :
 - FCC
 - coordinateur L. Poggioli
- Activité computing :
 - GRID
 - coordinateur F. Derue

- 20 thèses ATLAS au LPNHE sur la physique du boson de Higgs
 - 2005 Marc Escalier
 - 2011 Li Yuan
 - 2013 Olivier Davignon, Camila Rangel-Smith, Heberth Torres, Liwen Yao
 - 2014 Kun Liu
 - 2016 Carlo Pandini
 - 2017 Yee-Chin Yap, Álvaro López Solís, Stefano Manzoni
 - 2018 Dilia Portillo, Changqiao Li
 - 2019 Louis d'Eramo, Ilaria Luise, Ahmed Tarek
 - 2020 Yufeng Wang, Alexander Leopold
 - 2021 Luis Pascual Domínguez
 - 2022 Yajun He

Optimisation des performances du LAr pour le canal $H \rightarrow \gamma\gamma$
 Préparation des analyses $H \rightarrow \gamma\gamma$, études de sensibilité Run 1
 Contributions du LPNHE à l'observation du Higgs en 2012

Mise en valeur de l'expertise $H \rightarrow \gamma\gamma$:

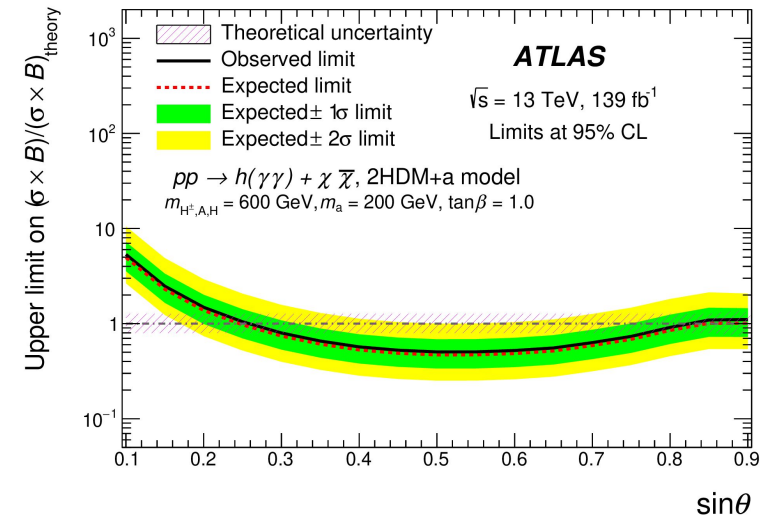
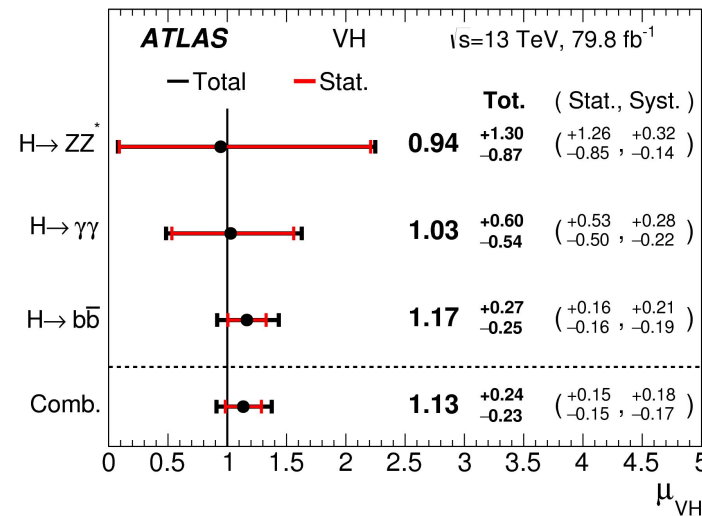
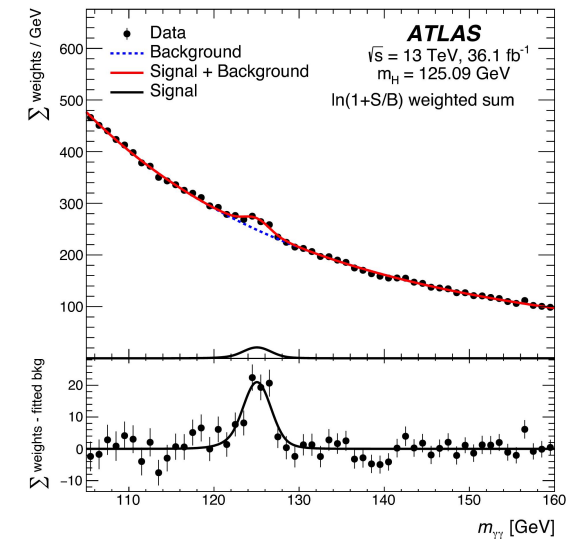
études de propriétés et couplages

(VBF, spin, sections efficaces différentielles...)

pour la recherche de signatures BSM

$H \rightarrow \gamma\gamma + MET$, nouvelles résonances en diphoton...

Exploration d'autres canaux de désintégration ($H \rightarrow Z\gamma$, $H \rightarrow b\bar{b}$)



[Phys.Rev.D 98 \(2018\) 052005](#)

Ahmed Tarek, ATLAS Thesis award 2019

[Phys. Lett. B 786 \(2018\) 59](#)

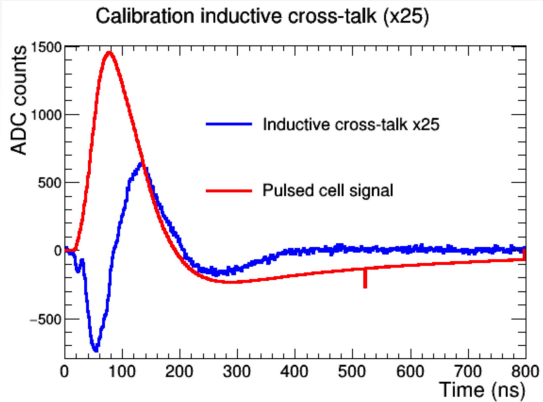
[JHEP 10 \(2021\) 013](#)

Alexander Leopold, ATLAS Thesis award 2022

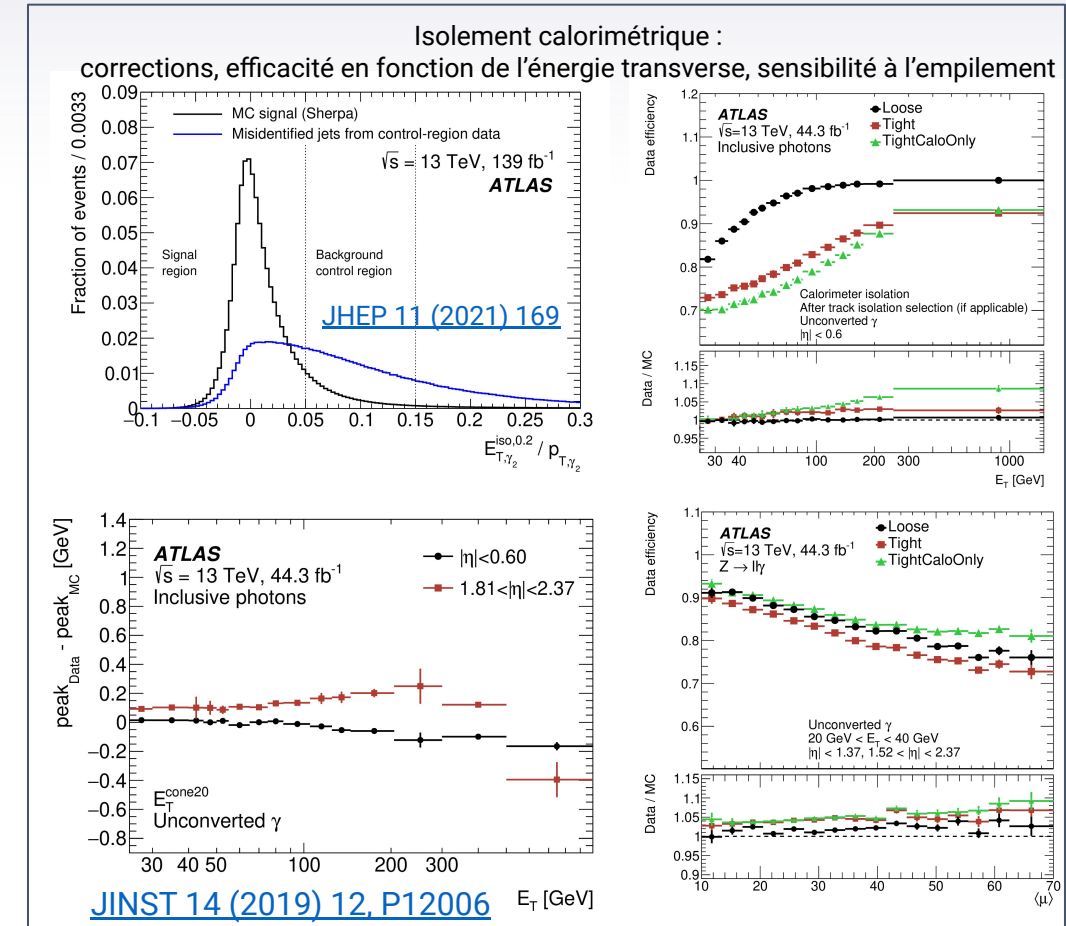
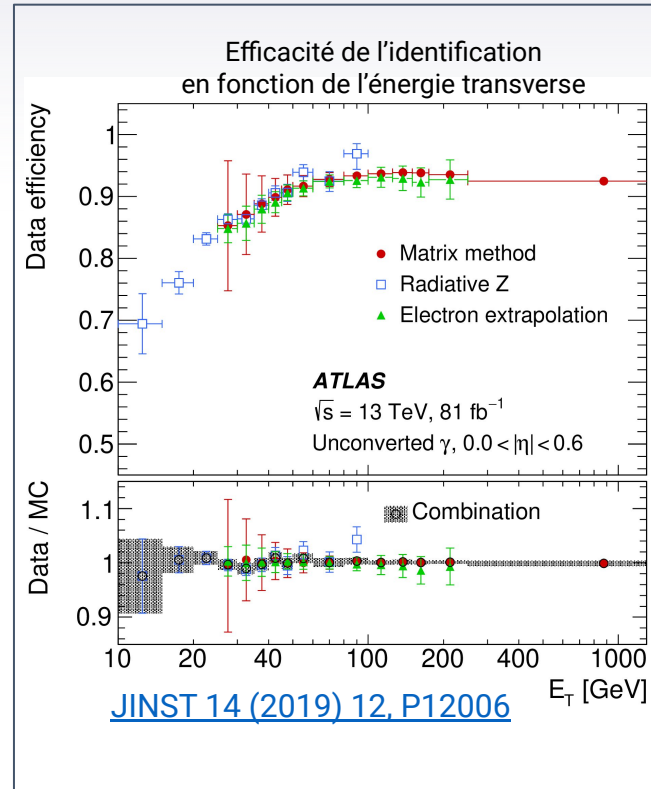
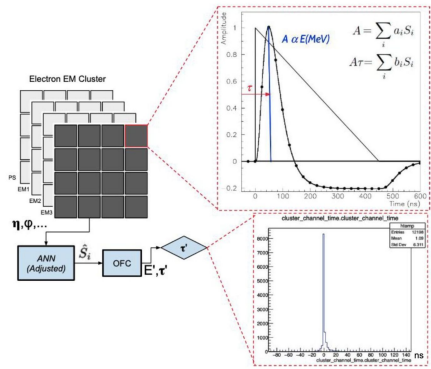
- Performances et physique avec des photons
- Performances et physique avec des jets
- Recherches de nouveaux phénomènes, potentiellement liés à la matière noire
- Contributions aux études du $g-2$ du muon
- Phénoménologie et intelligence artificielle
- Projets pour la phase à haute luminosité HL-LHC : HGTD et ITk
- FCC/Futurs collisionneurs

Photons

- Nombreuses activités liées au calorimètre électromagnétique LAr et à la reconstruction d'objets électromagnétiques :
 - déclenchement sur électrons et photons → développement de l'algorithme "Ringer" au niveau HLT
 - études de la diaphonie (cross-talk) entre cellules du LAr, impact sur la mesure de l'énergie et du temps
 - étalonnage du LAr → réduction des systématiques sur la mesure de la masse du Higgs
 - identification et isolement des photons → rejet des "fakes" (très majoritairement des jets avec des π^0)



Thèses de A. López Solís (2017)
et M. Hufnagel (en cours)



(digression au-delà de ATLAS) : le projet Lorenzetti

- *Lorenzetti Showers* - A general-purpose framework for supporting signal reconstruction and triggering with calorimeters
 - publication dans [Comput.Phys.Commun. 286 \(2023\) 108671](#)
 - produit de lca collaboration CAPES-COFECUB (avec le cluster ATLAS Brésil)
- Main features :
 - a general- purpose framework for signal reconstruction and triggering strategies from segmented calorimeter information
 - fully incorporates developments down to the signal processing chain level
 - signal shaping, energy estimation, and noise mitigation technique
 - flexible tool for the phenomenology community
 - to go beyond the usual detector design and physics process generation approaches

M.V. Araújo^a, M. Begalli^b, W.S. Freund^a, G.I. Gonçalves^b, M. Khandoga^c, B. Laforge^c, A. Leopold^d, J.L. Marin^e, B.S.-M. Peralva^b, J.V.F. Pinto^a, M.S. Santos^e, J.M. Seixas^a, E.F. Simas Filho^{e,*}, E.E.P. Souza^c

^a Signal Processing Laboratory - COPPE/Poli - Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), Brazil

^b Rio de Janeiro State University, Brazil

^c LPNHE - CNRS/IN2P3 - Sorbonne Université, Paris, France

^d Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden

^e Digital Systems Laboratory - PPGEE - Federal University of Bahia, Brazil

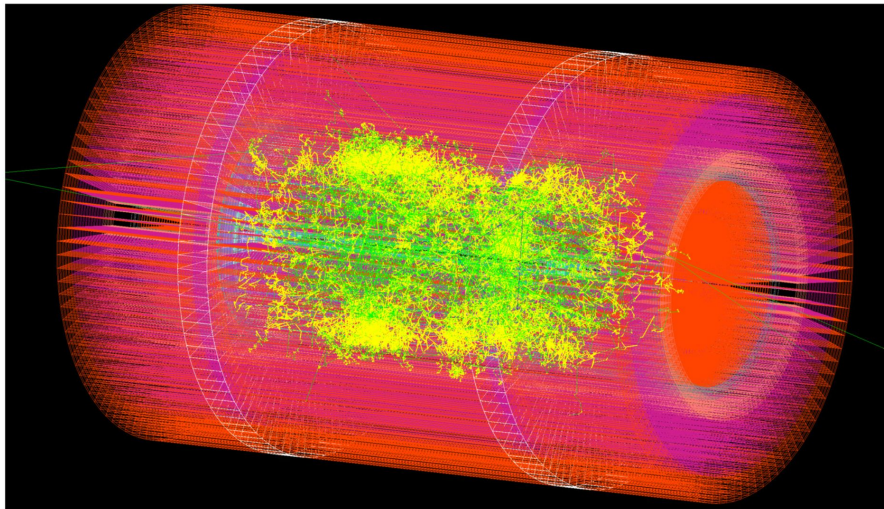
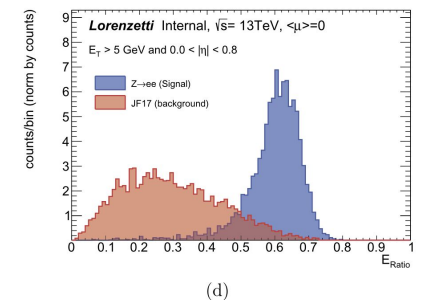
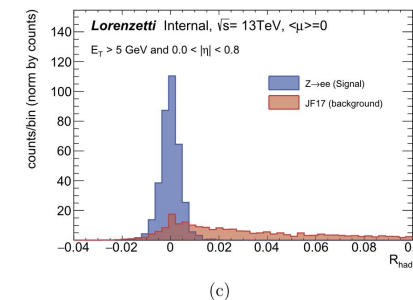
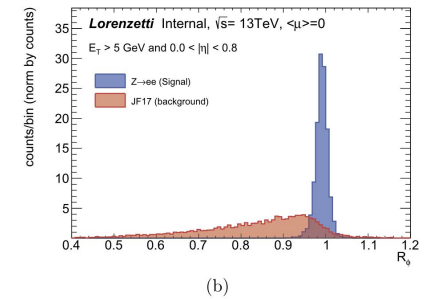
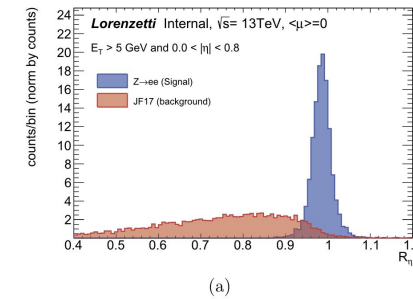
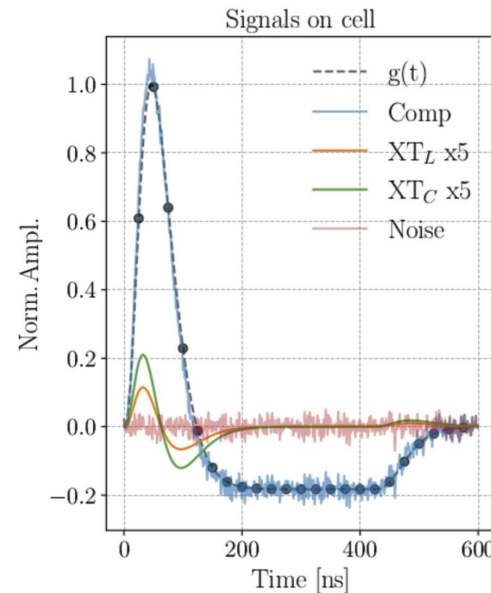


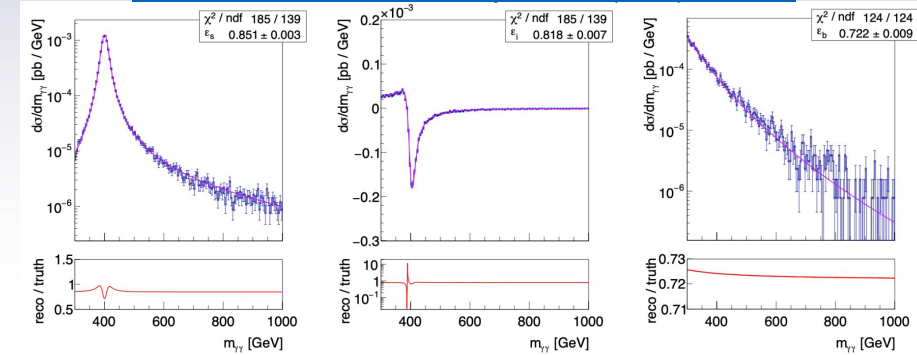
Fig. 6. Front view of the general-purpose calorimeter (G4Hits) after an event propagation.



Recherche de nouvelles résonances en diphoton (I)

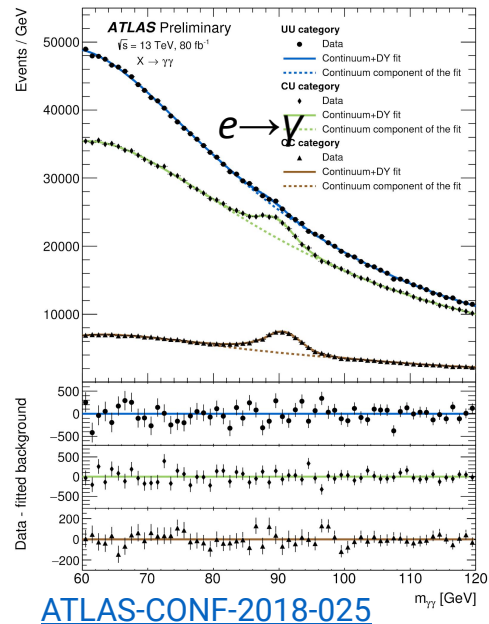
- Stratégie générale d'analyse similaire à celle utilisée pour $H \rightarrow \gamma\gamma$
 - déclenchement, reconstruction, identification et isolement de deux photons
 - bruits de fond dominant : diphotons QCD, photon+jet QCD
- performances du LAr et de la reconstruction e-gamma cruciaux
- systématique importante : contrôle de la forme du bruit de fond
 - ("spurious signal")

S. Frixione, L. Roos et al, Eur.Phys.J.C 80 (2020) 12, 1174

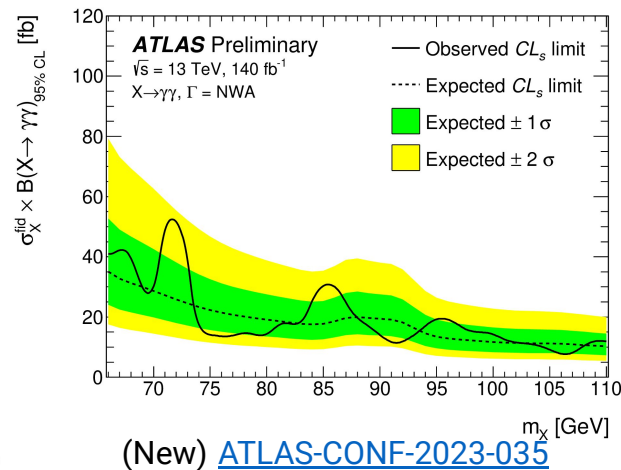


recherche "à basse masse" :

- le seuil de déclenchement $E_T > 20$ GeV limite la sensibilité au-dessous de 60 GeV
- important bruit de fond $Z \rightarrow ee$:



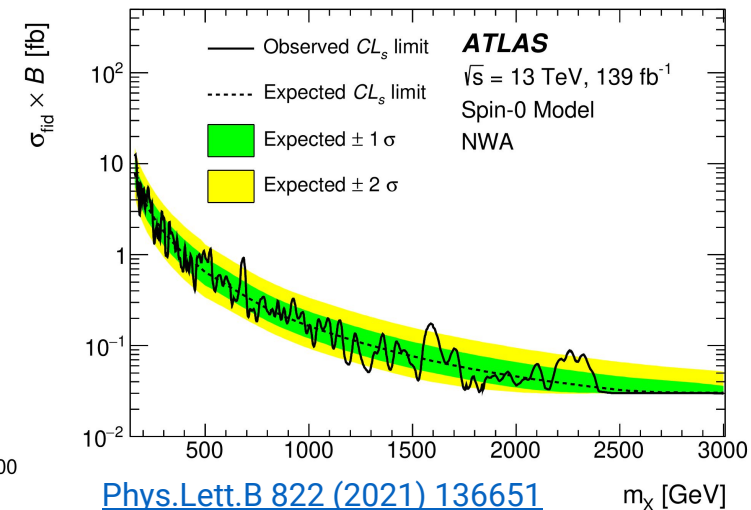
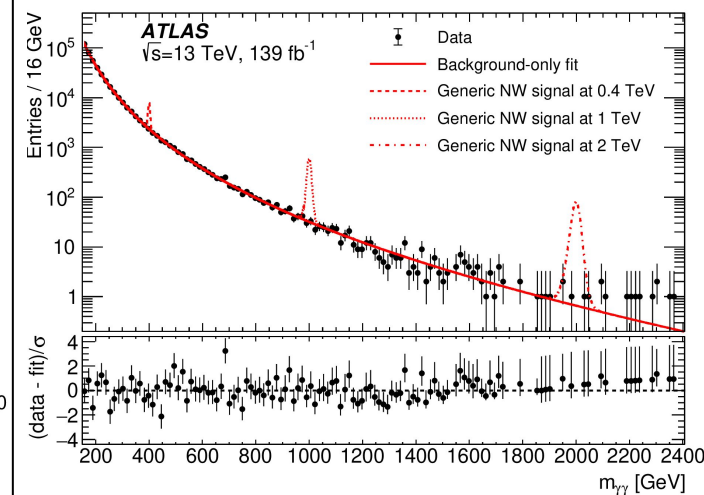
maîtriser les fakes



ATLAS-CONF-2018-025

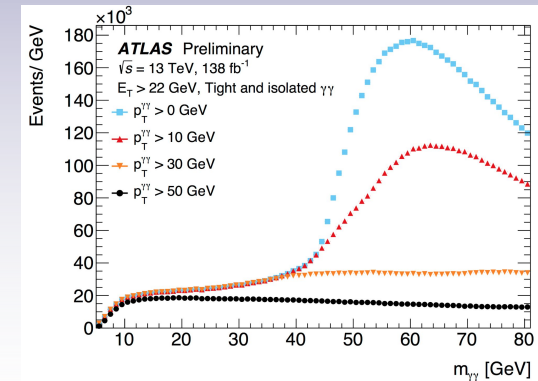
(New) ATLAS-CONF-2023-035

recherche "à haute masse" :
modélisation de l'interférence signal/fond sous un pic résonant



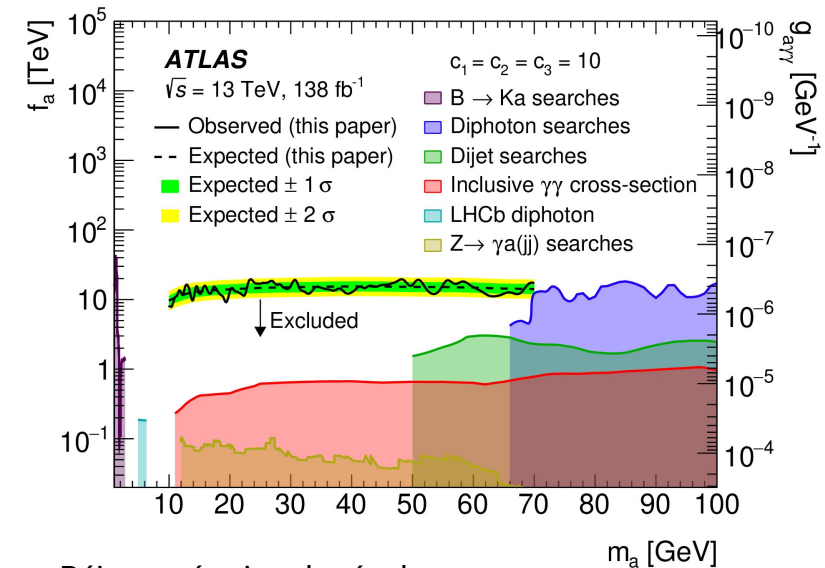
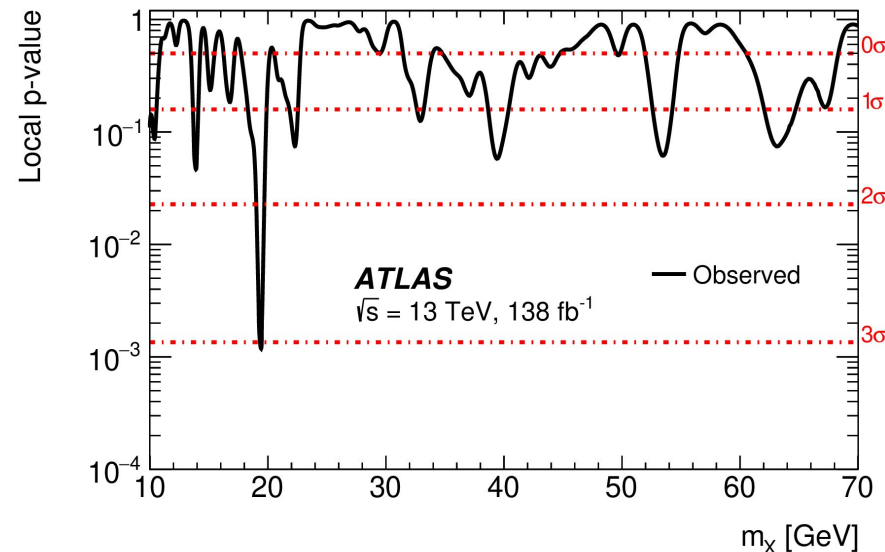
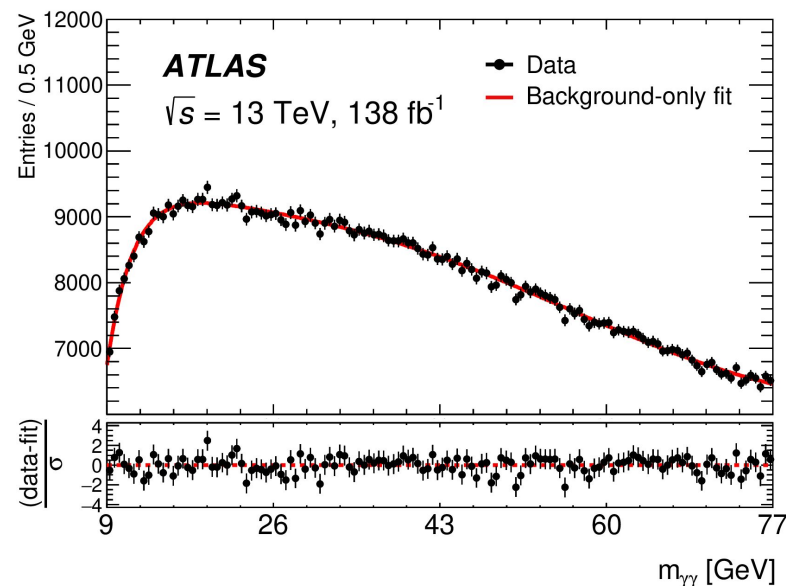
Phys.Lett.B 822 (2021) 136651

- Motivation pour une recherche “à très basse masse” :
 - particule de type axion (ALP) se couplant aux photons et gluons, à très courte durée de vie
- Sélection : paires de photons hautement collimatées
 - déplace la contrainte du seuil de déclenchement à plus basse masse, jusqu’à 10 GeV
 - la forme atypique du bruit de fond gérée avec une technique de Gaussian Process Regression



Thèses en cours : recherche de ALPs à courte et longue durée de vie

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

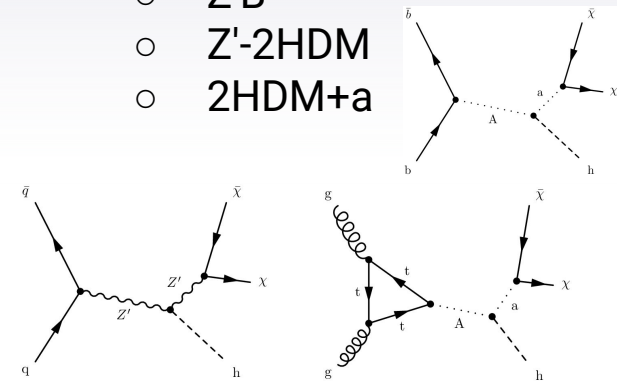


Réinterprétation du résultat
en contraintes sur l'espace des paramètres de l'ALP

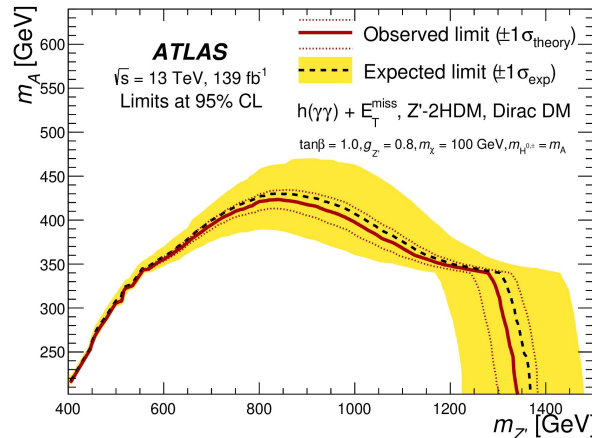
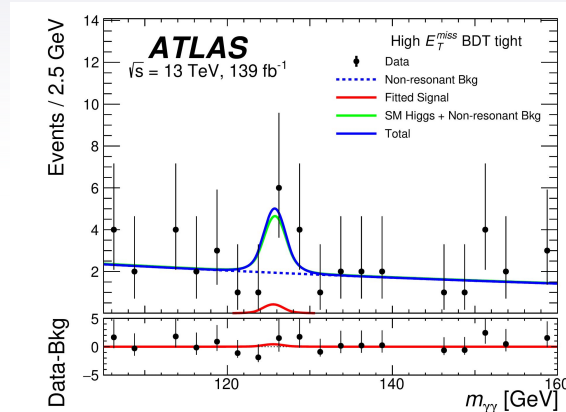
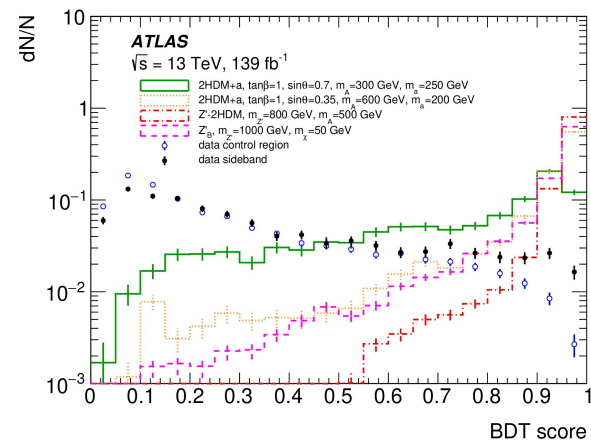
- Modèles ciblés : médiateurs vectoriels ou pseudoscalaires se couplant au Higgs et à la matière noire
- Signature expérimentale : Higgs à 125 GeV dans le canal diphoton, importantes quantités d'énergie transverse manquante
- Composition du bruit de fond : continuum QCD, mais aussi le Higgs du Modèle Standard

Trois modèles testés :

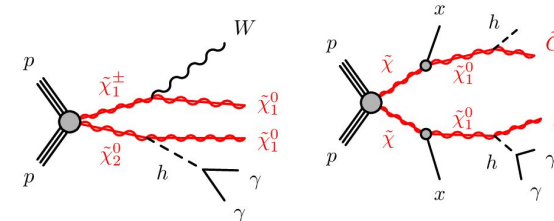
- Z'B
- Z'-2HDM
- 2HDM+a



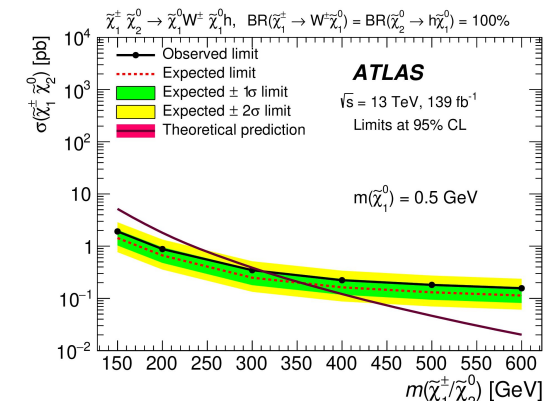
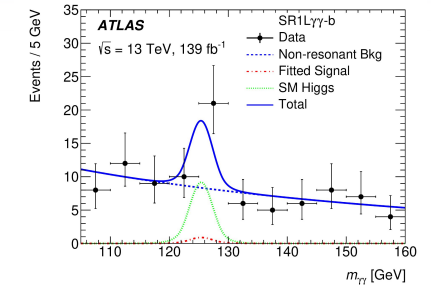
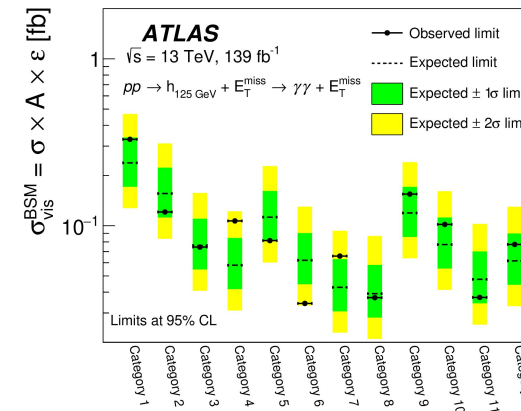
JHEP 10 (2021) 013



Recherche directe de electroweakinos en association avec un Higgs en diphoton et énergie transverse manquante

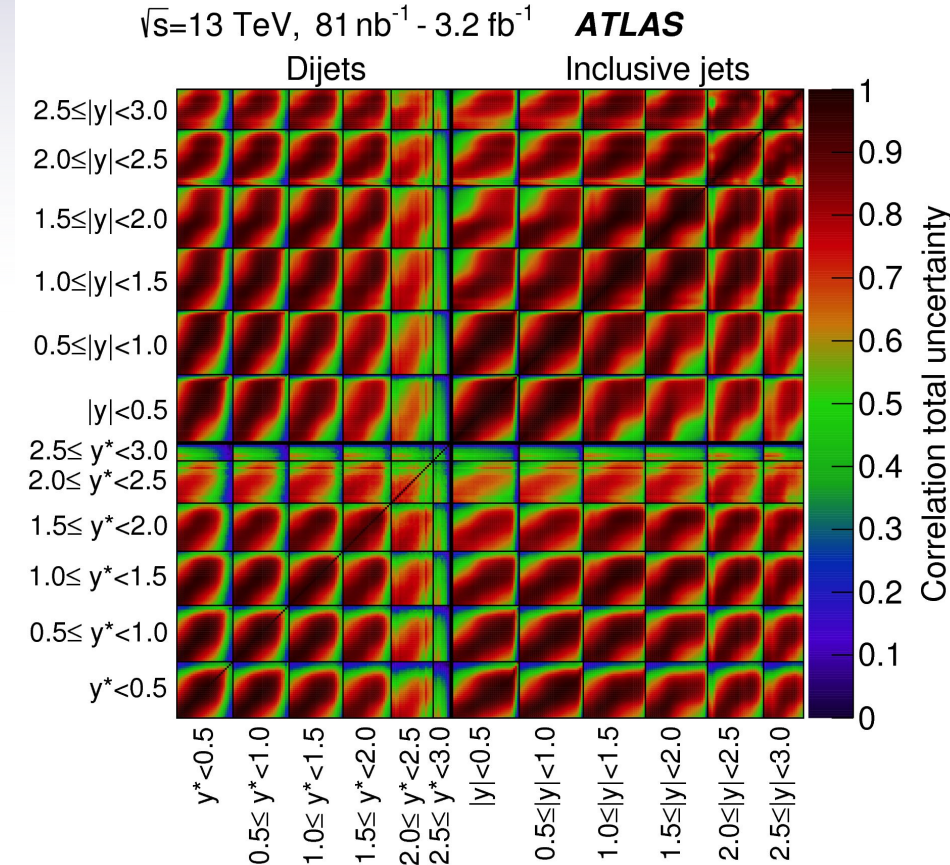
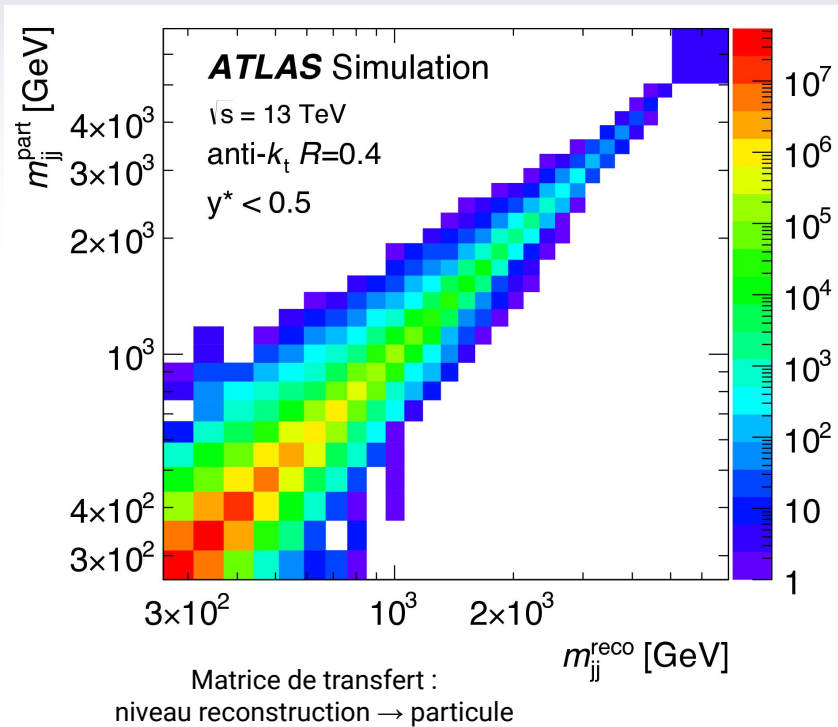


JHEP 10 (2020) 005



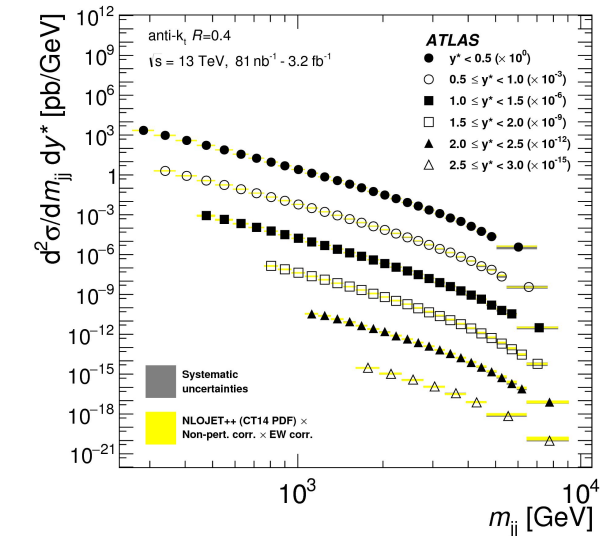
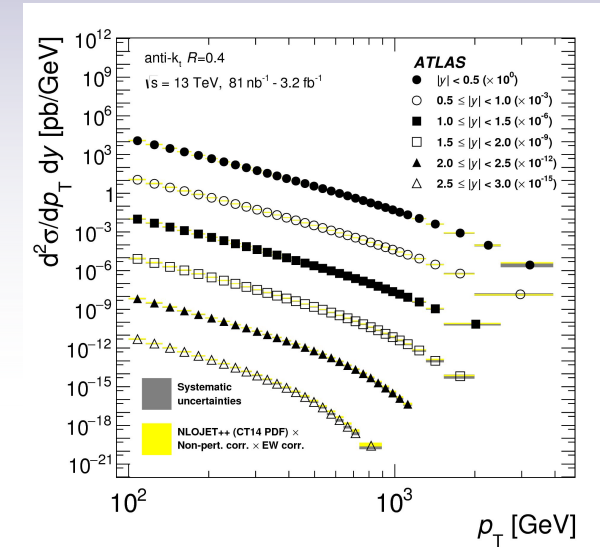
Jets

- Activités liées aux performances de jets : étalonnage en impulsion transverse, étalonnage des jets de b, unfolding
- Mesures physiques : sections efficaces doublement différentielles pour les jets et les dijets

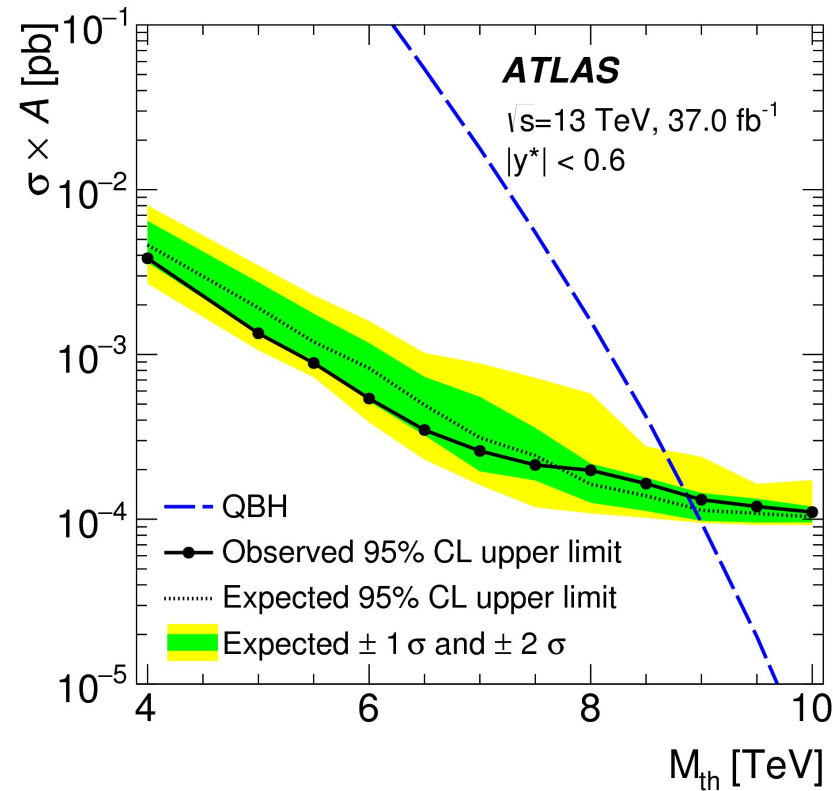
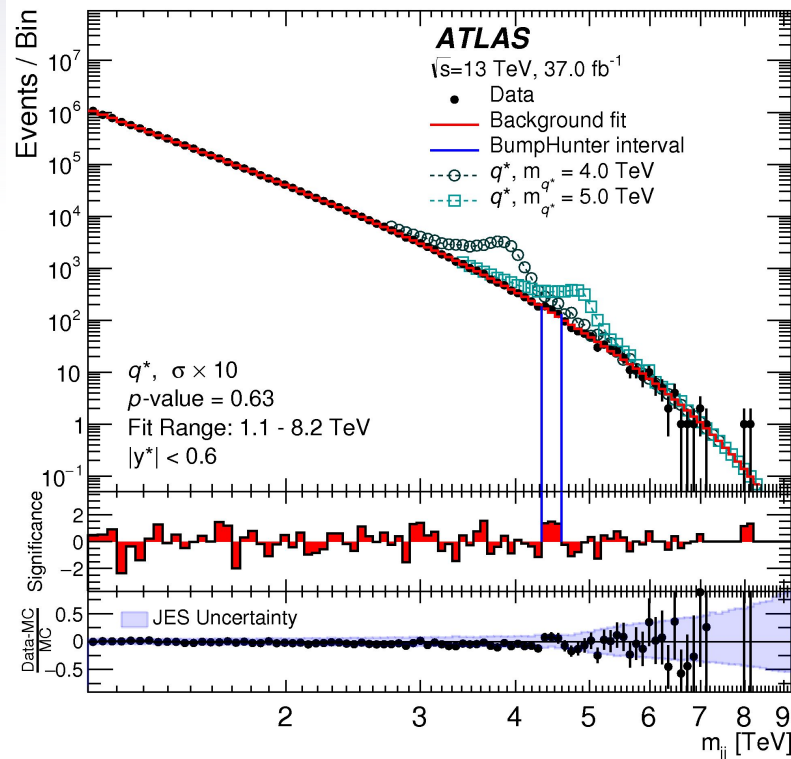


Corrélations bin-à-bin de l'incertitude totale
 sur les mesures de section efficaces
 pour les jets et les dijets

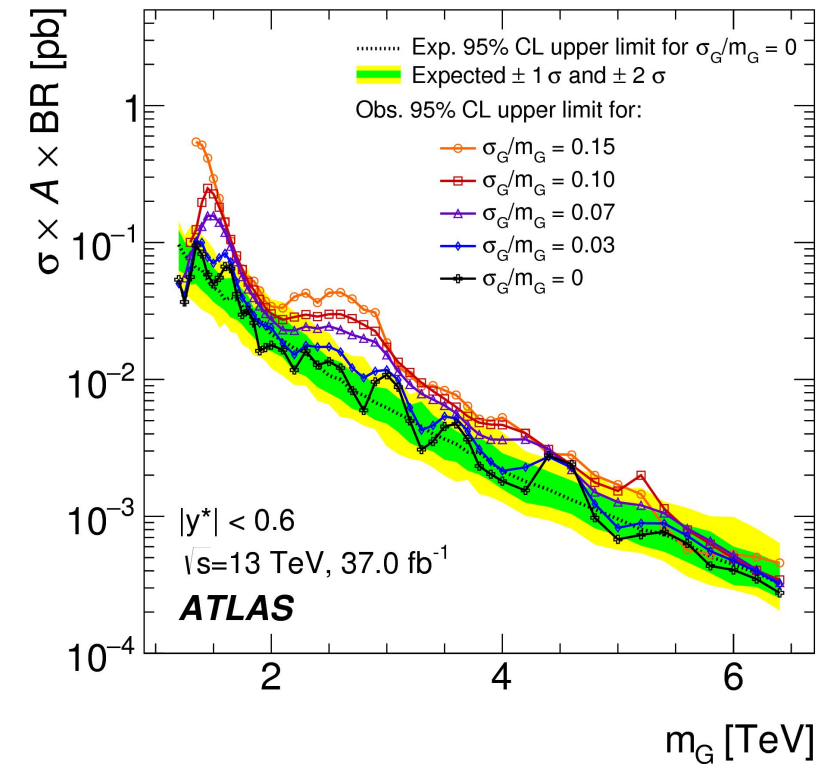
[JHEP 05 \(2018\) 195](#)



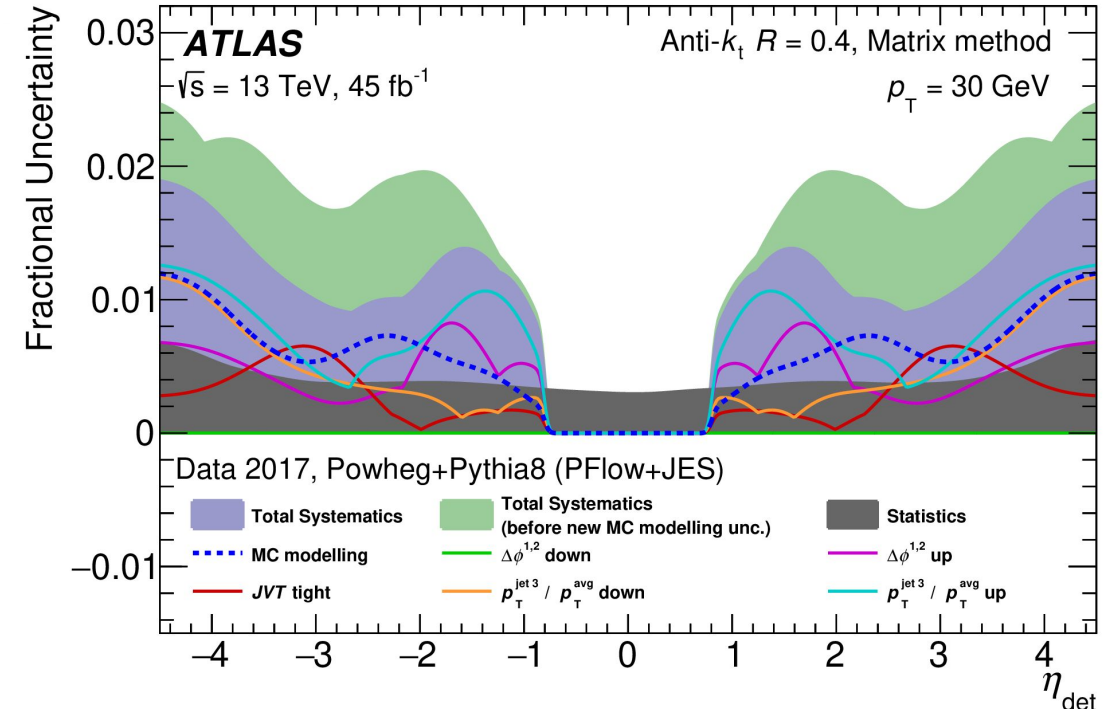
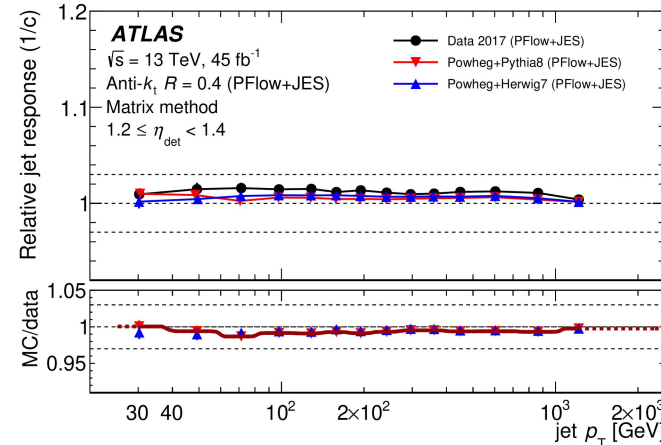
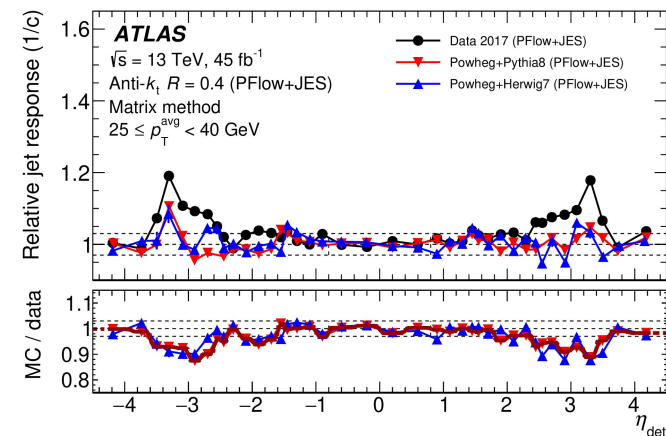
- Spectre en masse invariante dijet jusqu'à plusieurs TeV
- Interprété en termes de modèles théoriques :
 - trous noirs quantiques, bosons W' et W^* , modèles avec un Z' médiateur avec le secteur de matière noire, résonance générique Gaussienne en masse dijet au niveau particules



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

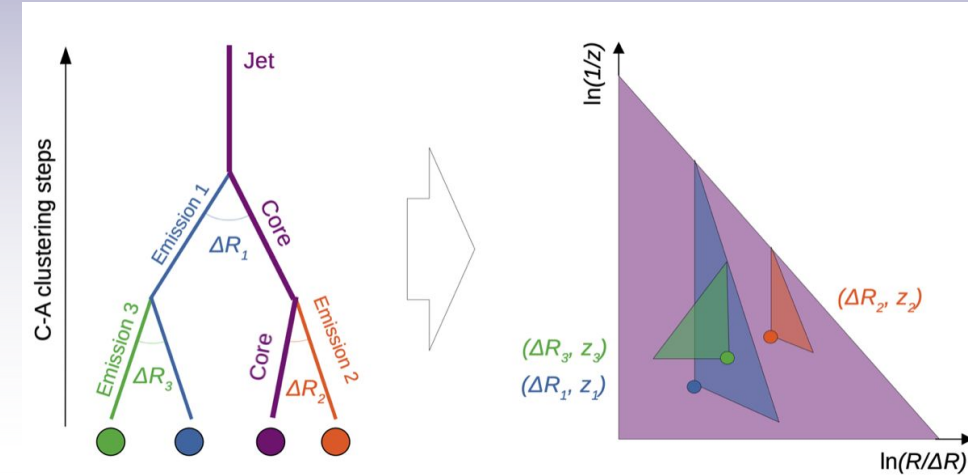


- New techniques for jet calibration with the ATLAS detector
 - publiés dans [Eur. Phys. J. C 81 \(2021\) 689](#) puis [Eur. Phys. J. C 83, 761 \(2023\)](#)
- Réduction importante des systématiques dominantes, notamment dans la direction avant (forward)
 - basée sur une séparation améliorée des effets de physique et instrumentaux de l'intercalibration en η
 -

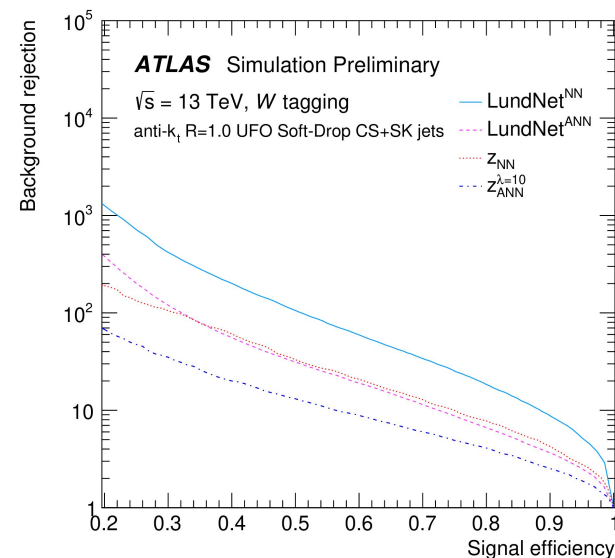


Les Jets dans le plan de Lund

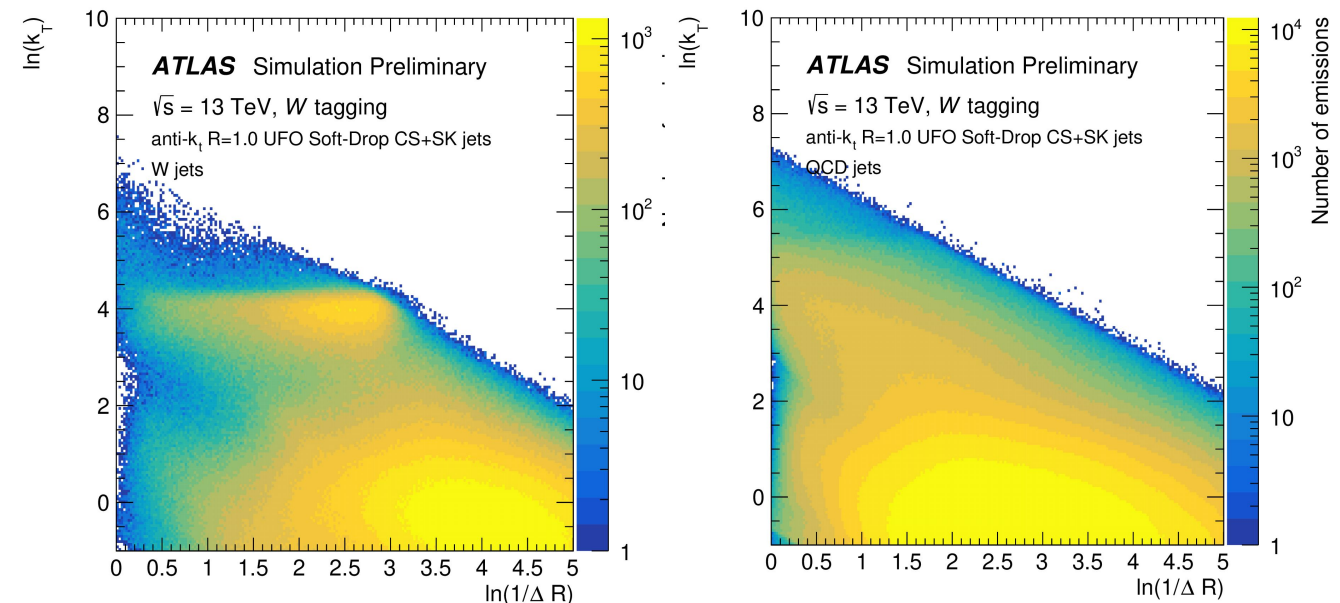
- outil pour séparer les effets perturbatifs et non-perturbatifs liés à la QCD
- produit une représentation bidimensionnelle de la formation des jets
- permet d'étudier la sous-structure des jets
 - en utilisant les angles et les énergies d'émission à l'intérieur des jets



Premier résultat préliminaire du groupe :
étiquetage de bosons $W \rightarrow qq'$ boostés, reconstruits en un seul jet à grand rayon
information du LJP exploitée à l'aide de "LundNet", réseau de neurones
graphique

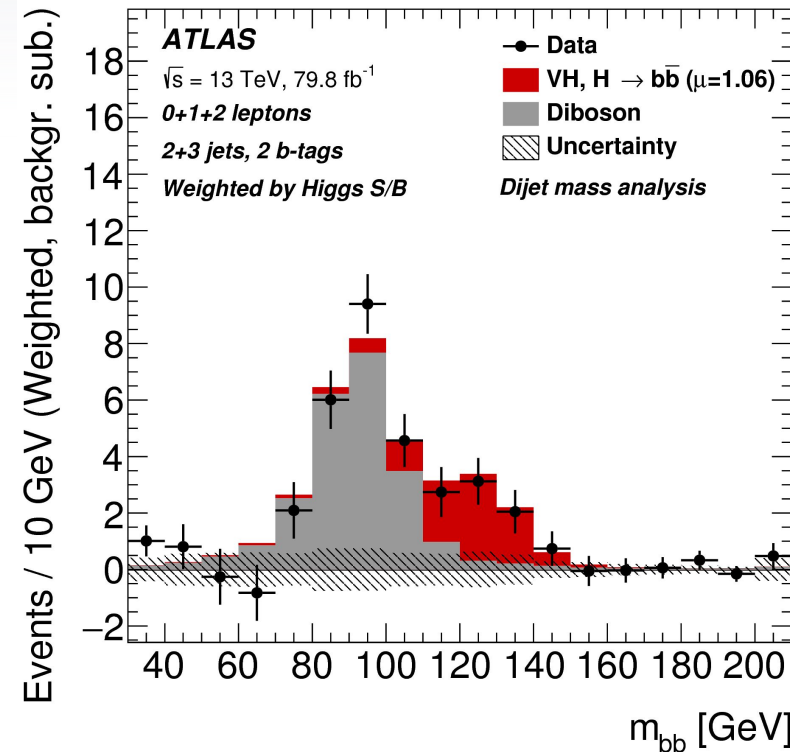
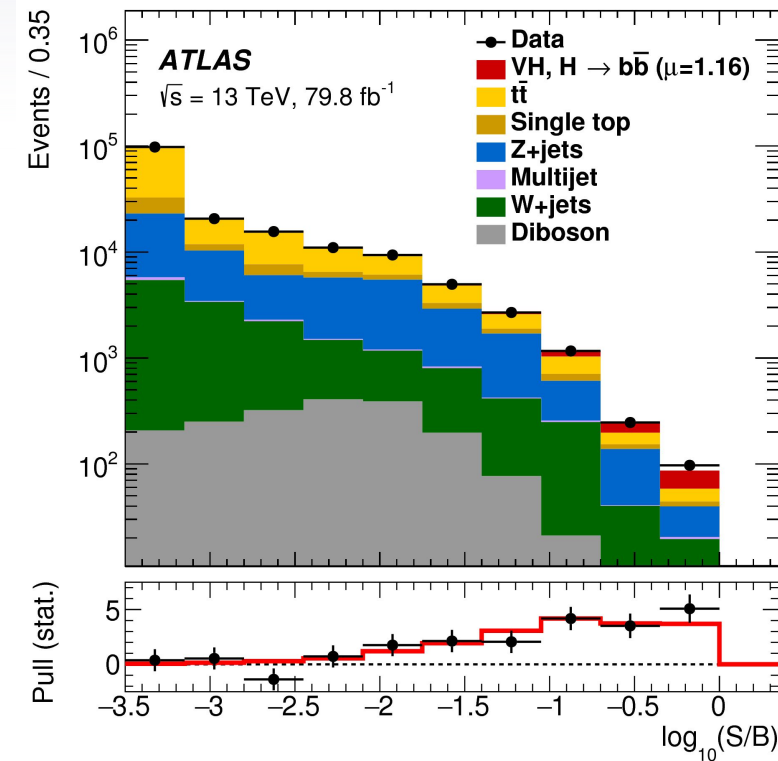


[ATL-PHYS-PUB-2023-017](#)

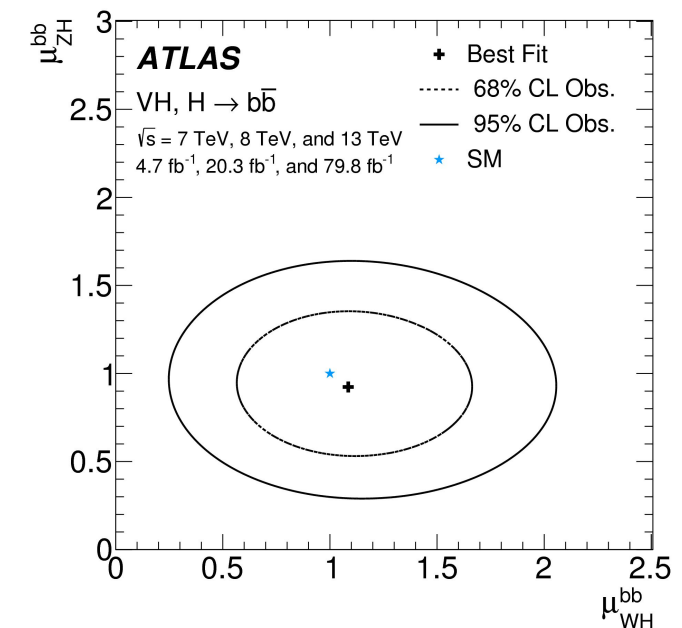
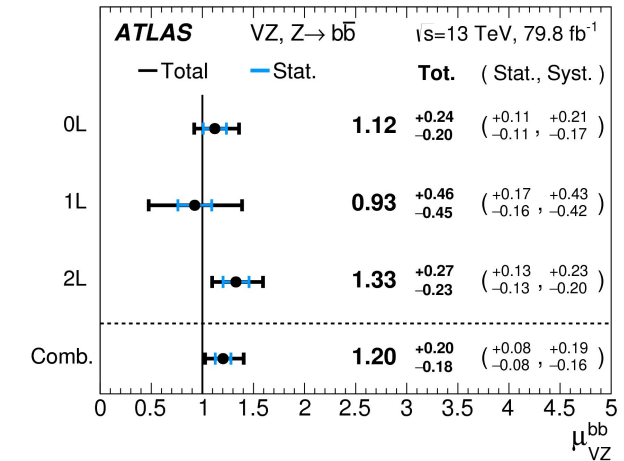


Higgs avec des Jets : observation de $H \rightarrow b\bar{b}$ avec VH

- Défis pour la recherche de $H \rightarrow b\bar{b}$
 - faire face à un immense taux de bruit de fond en dijet
 - malgré un rapport d'embranchement très favorable
 - cibler la production associée VH
 - définir des BDT optimisés pour plusieurs régions : 2 b-tags, 0L, 1L, 2L avec 2 ou 3 jets

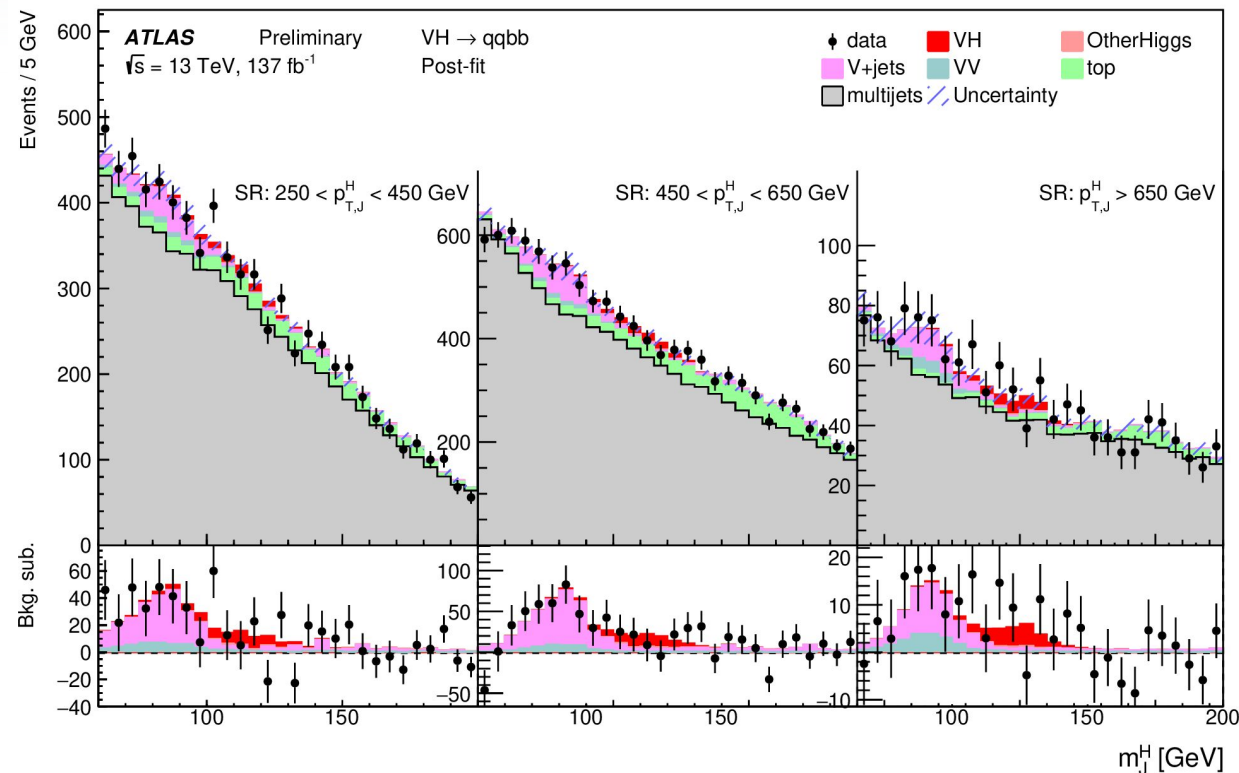


[Phys. Lett. B 786 \(2018\) 59](#)

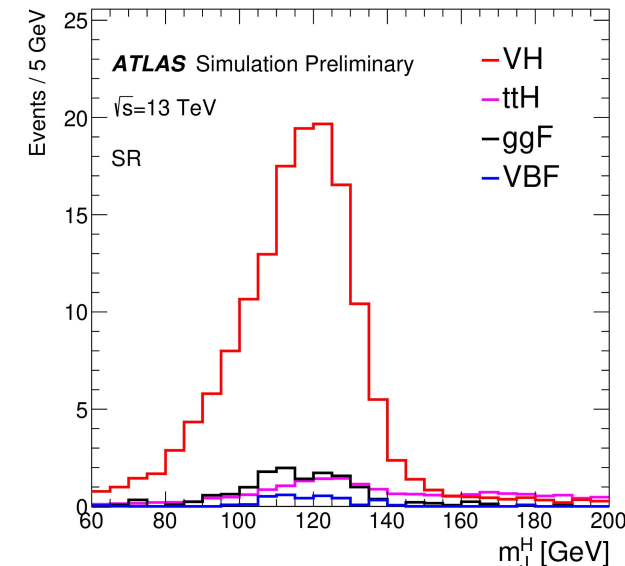


Higgs avec des Jets : $V(H \rightarrow bb)$ en mode boosté

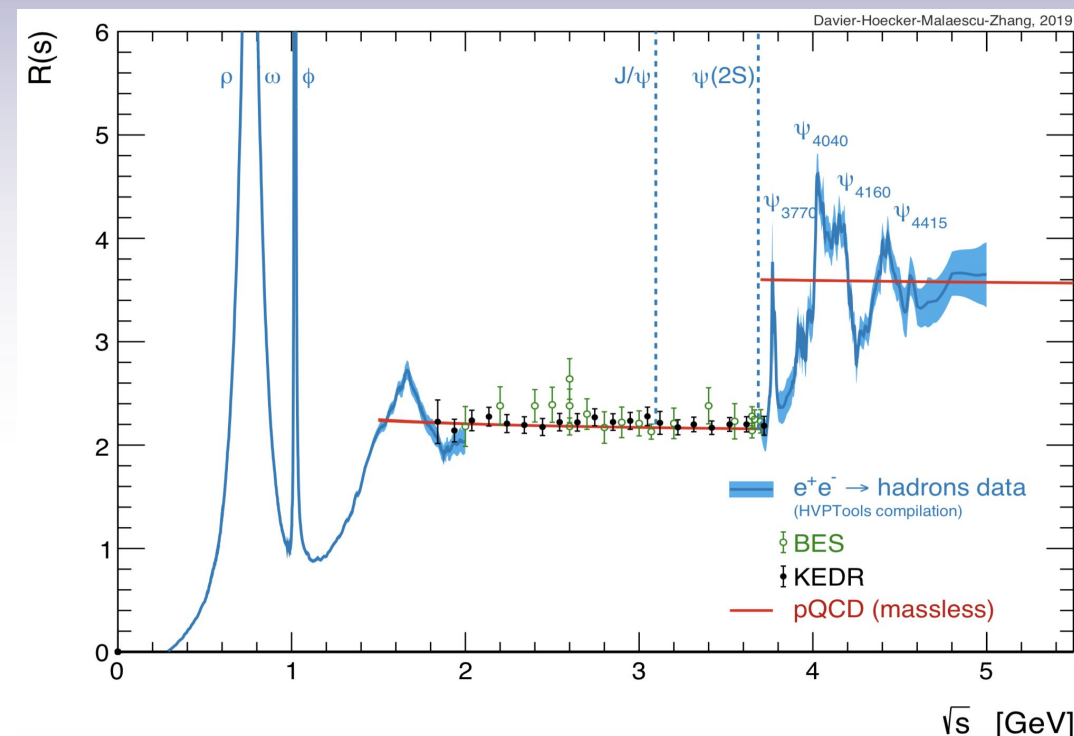
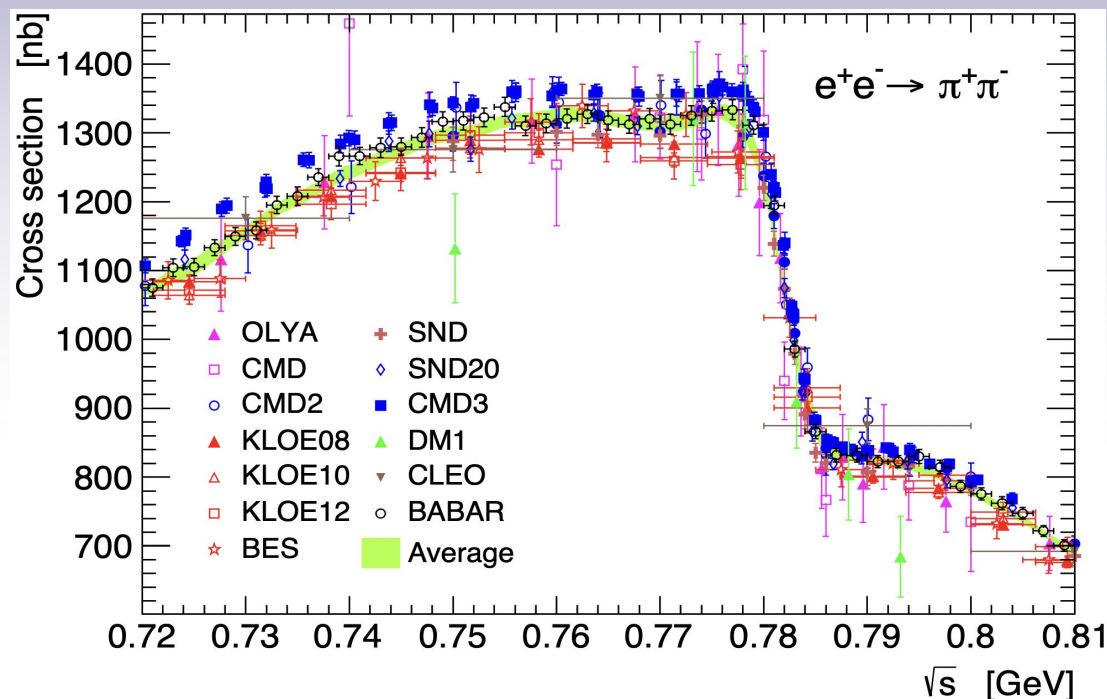
- Résultat préliminaire [ATLAS-CONF-2023-067](#), publication en cours de revue interne
 - Aussi bien le Higgs que le boson vectoriel
 - reconstruits avec des jets à grand rayon using large-radius jets
 - étiquetés avec des techniques de sous-structure des jets
 - algorithmes d'étiquetage utilisant les propriétés du b-tagging
 - pour identifier des jets compatibles avec la signature $H \rightarrow bb$



signal strength : $\mu = 1.39^{+1.02}_{-0.88}$



g-2

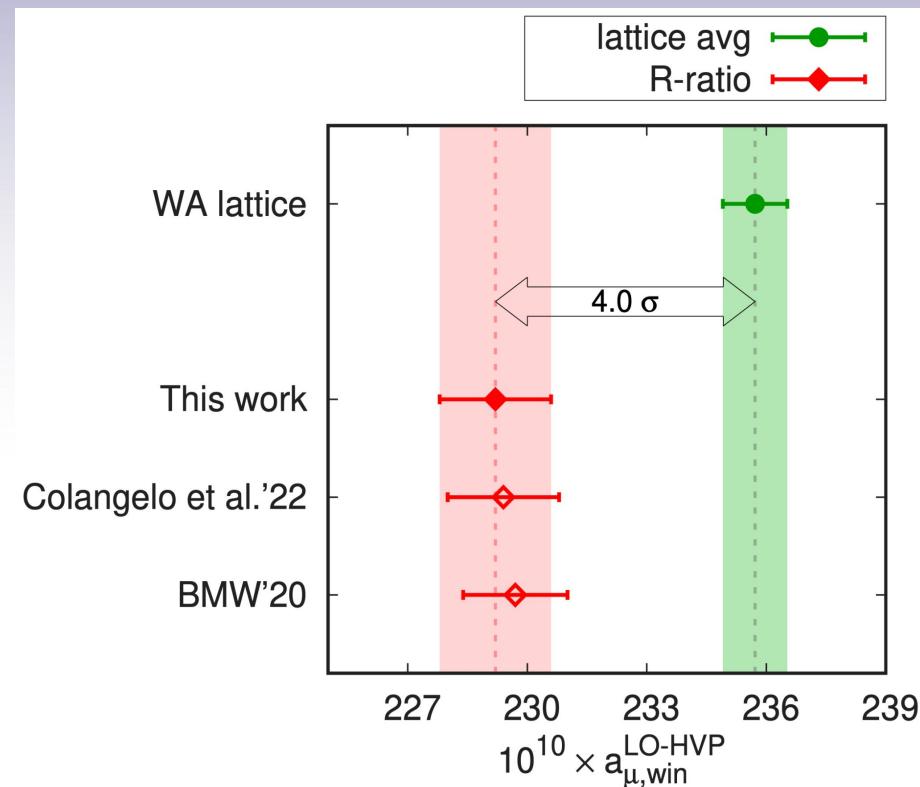
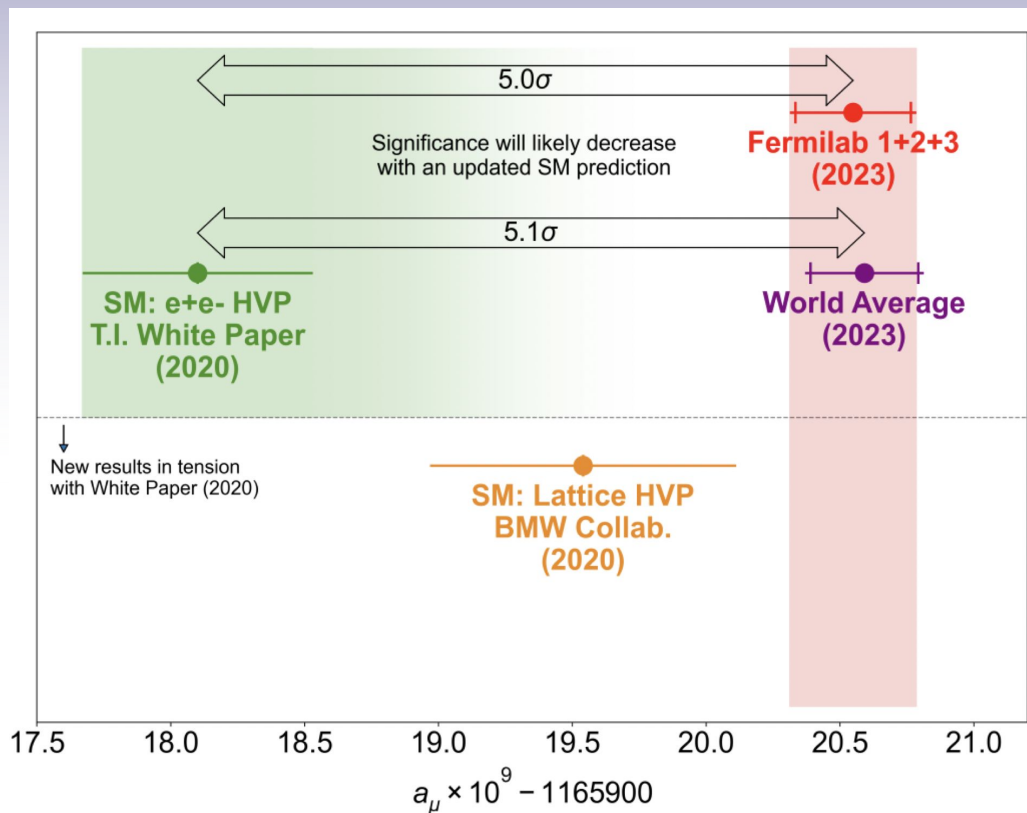


→ Long term (15+ years) work on

- $e^+e^- \rightarrow \text{hadrons}$ ISR measurements, for the dominant $\pi^+\pi^-(\gamma)$ and $K^+K^-(\gamma)$ channels (BaBar)
 - unique measurements with N(N)LO extra radiation
- data-driven predictions for $(g-2)_\mu$ employing dispersive integrals of experimental data (full treatment of uncertainties and correlations for >30 hadronic channels)
- QCD phenomenological studies (DHMZ + collaborators)

→ Work within the g-2 Theory Initiative since the beginning (2017)

- Providing baseline inputs and driving the developments of the methodology used for the nominal result
- Coordination of the newly created subgroup for the data-driven prediction (2023)



→ **Tensions between:** data-driven prediction / g-2 Experiment; data-driven prediction / lattice QCD; e⁺e⁻ → hadrons measurements

We have an interesting, long standing, multifaceted problem to solve...

→ **ANR funding for collaboration with IJCLab** (PostDoc: Léonard Polat) **and with CPT Marseille** (BMW lattice QCD collaboration)

Recent publications:

« Study of additional radiation in the initial-state-radiation processes e⁺e⁻ → μ⁺μ⁻γ and e⁺e⁻ → π⁺π⁻γ in the BABAR experiment », the BaBar Collaboration, [arXiv:2308.05233](https://arxiv.org/abs/2308.05233).

« Hadronic vacuum polarization : comparing lattice QCD and data-driven results in systematically improvable ways », M. Davier et al., [arXiv:2308.04221](https://arxiv.org/abs/2308.04221).

Phénoménologie, intelligence artificielle

Activités menées par A. Butter, en collaboration avec plusieurs membres de l'équipe

In ATLAS

- Jet calibration
- Improvement of electron identification and photon triggers with ATLAS Egamma Trigger
- Development of ML techniques for the CrossTalk mitigation problem at ATLAS LAr calorimeter
- Identification of promptly boosted photon pairs for Long Lived Axion Like Particles search

Outside ATLAS

- Development of new methods for unfolding (proof of concept)
 - future: to be applied to ATLAS data
- Generative models for event generation
- Generative models for detector simulation (with Rio)

Responsabilities & Funding

- IML (Interexperimental Machine Learning) working group co-coordinator
- ML4jets conference: Together with colleagues from LPNHE, LPTHE and IJCLab, 5 day conference (around 400 registered participants, 150 on-site) next year in Jussieu
- France-Berkeley Fund: with Benjamin Nachman from Berkeley, "Unbinned Deconvolution for Particle/Nuclear Physics"
- DataMATTER Project: with Sabine Kraml (Grenoble), "ML for statistical models and likelihood analyses"

Scientific production since joining LPNHE :

- 2 papers in 2022 (+2 under review), 1 paper in 2023 (+3 under review), 2 contributions à des WP ou proceedings

FCC / Futurs collisionneurs

- Groupe du Laboratoire (Conseil Scientifique 11/2020)
- 3 permanents :
 - **Luc Poggioli** (Em, ATLAS/FCC), **Alain Blondel** (Em, FCC/T2K), **Bogdan Malaescu** (CR, ATLAS/FCC/g-2)
 - **Départs**
 - **G. Bernardi** (DR) jusqu'en 2020 (maintenant à l'APC sur FCC)
 - **G. Marchiori** (CR) jusqu'en 2020 (maintenant à l'APC sur FCC)
- 1 doctorante :
 - **Line Delagrangé**
 - 2/3 ATLAS, 1/3 FCC
 - soutenance prévue en 2025 (Mesure de α_s dans ATLAS et études d'optimisation QCD au FCC-ee)
- 1 postdoctorante :
 - **Lata Panwar** (postdoc ANR-LEAP de 3 ans depuis juillet 2022)
 - 2/3 ATLAS, 1/3 FCC
 - Etude du Lund Jet Plane dans ATLAS. Utilisation dans FCC-ee et optimisation des paramètres des détecteurs

• Historique

- **Implication depuis 2011 dans CALICE pour ILC**
 - Si/W calorimètre pour CLD (Baseline)
 - Contributions (2017-2020) sur assemblage de plan de détecteur
 - Depuis mi-2021, plus d'activité : Aujourd'hui en mode Legacy
- **Mise en place d'un groupe de réflexion** sur les collisionneurs post-LHC (Octobre 2019)

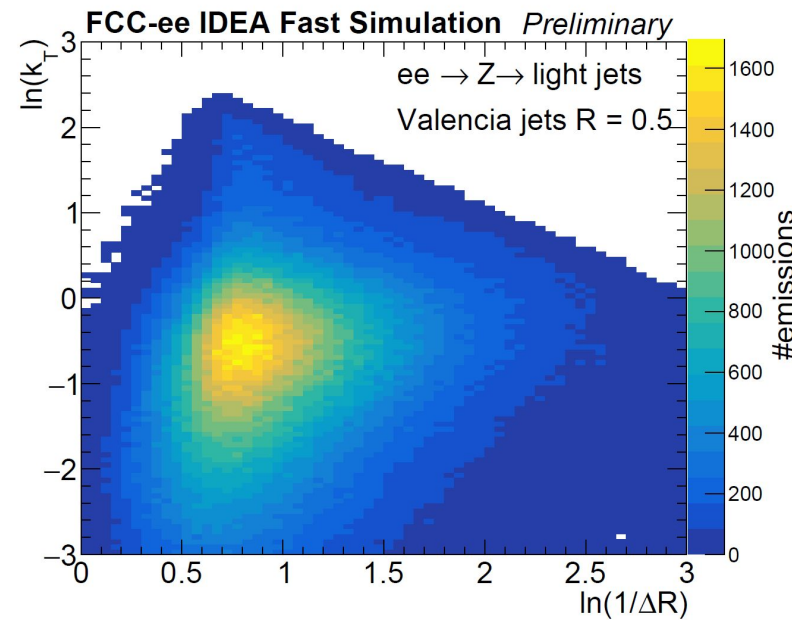
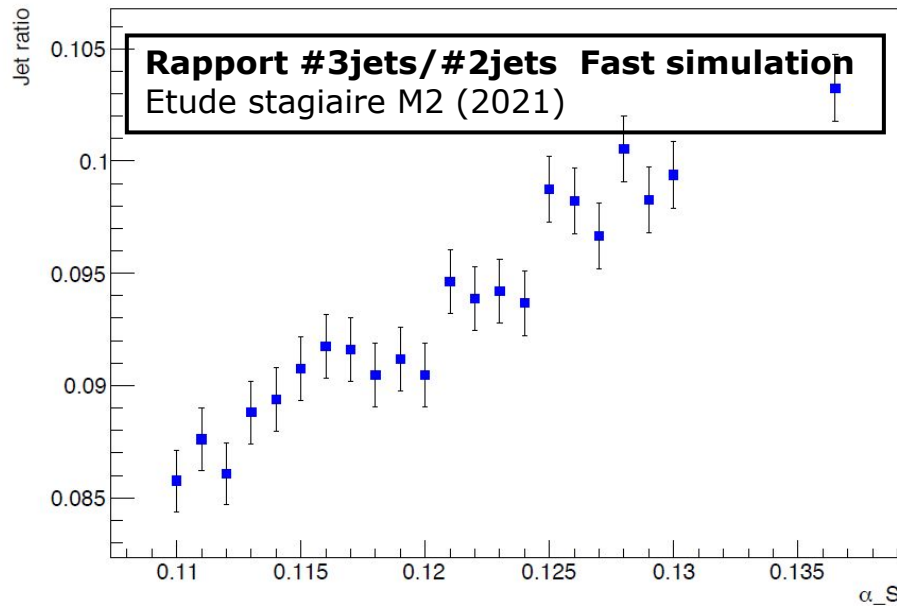
• Productions FCC

- **Signature des FCC Conceptual Design Reports**
- **Toutes de A. Blondel (pilier du projet FCC depuis son début)**
 - Potentiel de physique, performances, mesure de la luminosité

• Organisation

- **Discussions informelles internes**
- **Présentations régulières au Labo**
 - Réunions du vendredi
 - Biennale
- **Organisation ½ journée R&D pour la physique des particules (06/2023)**
 - Directions possibles :
 - Calorimétrie (Si/W & Liquides nobles)
 - Détecteurs de vertex pixels Si,
 - Electronique pour pixels

- Implication dans physique/performances
 - **Etudes QCD (α_s , Lund Jet Plane)**
 - **But**
 - Sensibilité potentielle à α_s au FCC-ee
 - Implications sur le design du détecteur (eg calorimètre)
 - **Etudes**
 - Historiquement autour de l'étude de la multiplicité en #jets
 - Maintenant centré autour du LJP (synergie avec les études dans ATLAS)



- Suivi des développements R&D pour futurs détecteurs

- Equipe
 - **Besoin de renforcer l'équipe**
 - Depuis ATLAS, LHCb
 - peu de disponibilités, car priorité actuelle étant les upgrades LHC
- Physique
 - **Maintenir implication dans études QCD**
 - **Elargir à d'autres domaines (eg physique des Saveurs)**
- R&D détecteurs
 - **Actuellement**
 - Travail de suivi et d'évaluation des différentes options
 - Directions où le Laboratoire a intérêts et expertise
 - Détecteur de vertex au silicium
 - Calorimétrie (Silicium & Liquides nobles)
 - **A mettre en regard des échéances proches**
 - 2024 : Convergence des projets DRD
 - Proto-collaborations DRD 01/2024
 - MoU mi-2024
 - 2025
 - Feasibility report du FCC
 - Expression of Interest pour détecteurs/sous-détecteurs

HGTD

ITA : 5 pour 1.7 FTE
(mécanique, électronique)

G. Daubard IR 0.1
M. Dhellot élec AI 0.1
C. Georget AI : 0.2
A. Lantheaume méca AI 0.7
D. Laporte méca IR 0.6

demandes CDD construction TGIR
1 AI septembre 2024
1 AI 2025

1 CNRS, 3 Universitaires

T. Beau (0.3)
D. Lacour (0.8)
I. Nikolic (0.5)
S. Trincaz-Duvoid (0.3)

demande contrat doctoral IN2P3
1 pour 2024 (S. Trincaz-Duvoid)

Stagiaire LA-CoNGA physics
A. Vásquez (3 mois)

Doctorants : 2

Alexander Leopold (2017-2020) Lauréat du "ATLAS Thesis Award 2021"

Improvement of the Measurement of missing transverse energy at ATLAS and search for Dark Matter candidates in the Higgs to two photon channel, B. Laforge (dir)

Valentina Raskina 2020-2023

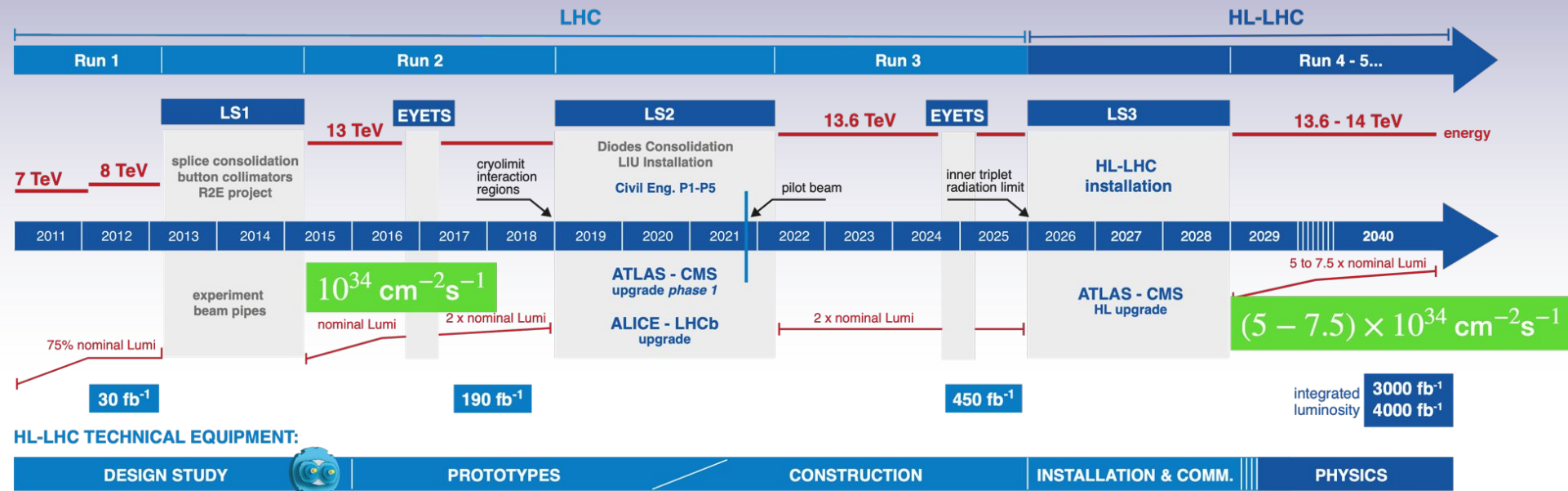
Étude et réalisation du détecteur de temps hautement granulaire (HGTD) pour le détecteur ATLAS en preparation de la phase de haute luminosité du LHC, S. Trincaz-Duvoid et T. Beau (dir)

Fonctions dans HGTD

D. Lacour : coordinateur « detector units »

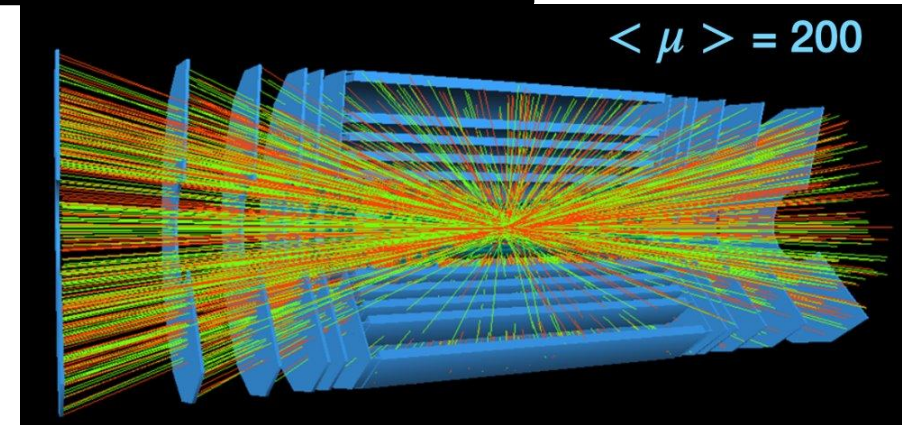
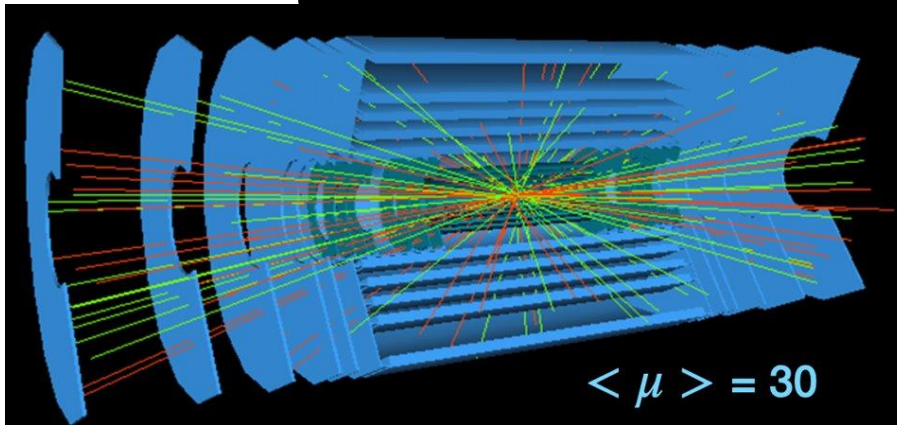
I. Nikolic : membre du Speakers Committee

La phase à Haute Luminosité du LHC



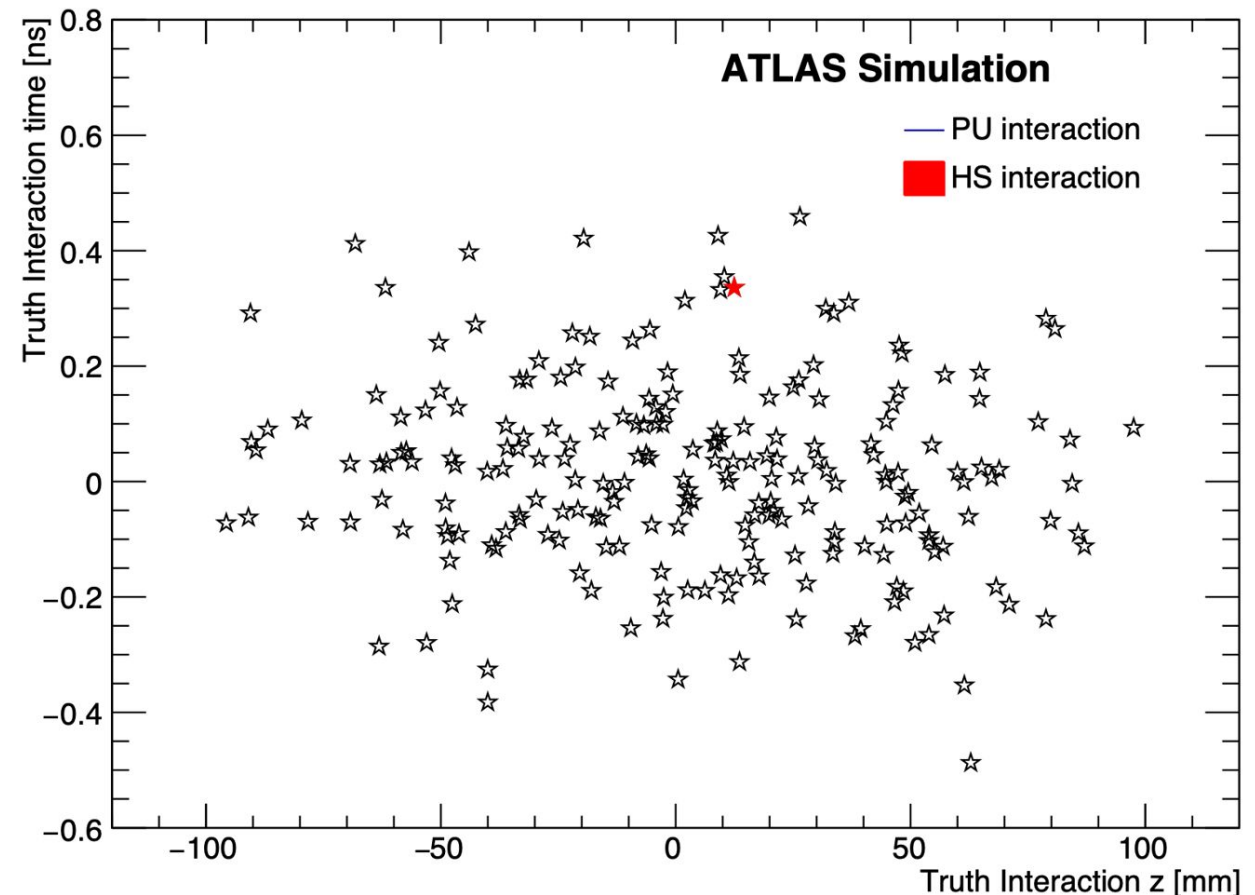
Augmentation de l'empilement jusqu'à 200 vertex / interaction

Augmentation de l'intensité par x5, de la quantité de données par x10

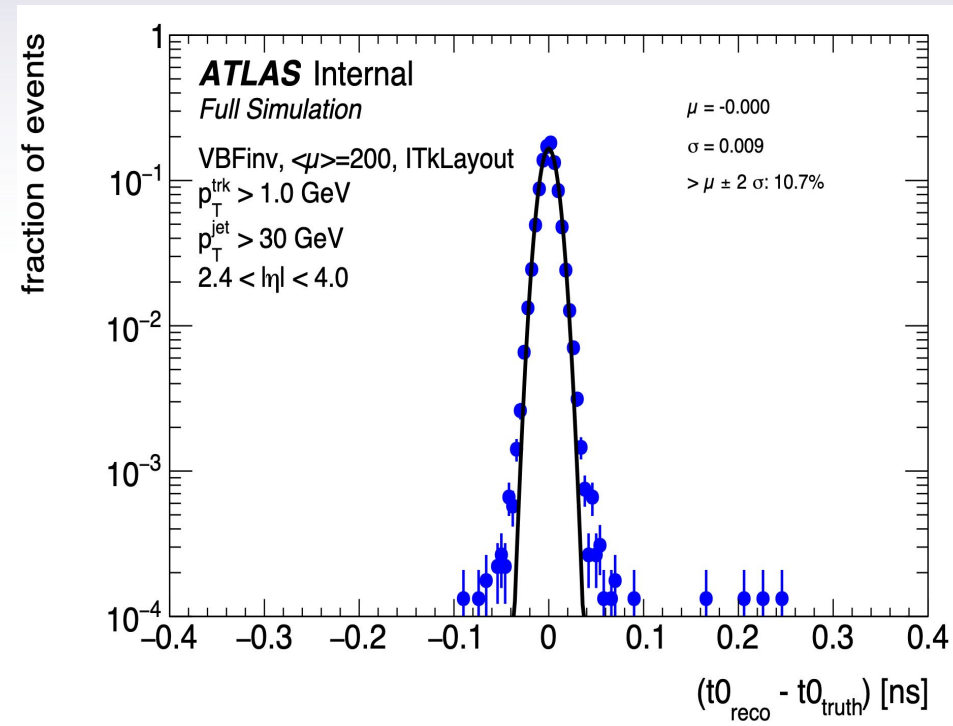


Utilisation des informations spatiales et temporelles pour associer traces et vertex dans les régions avant

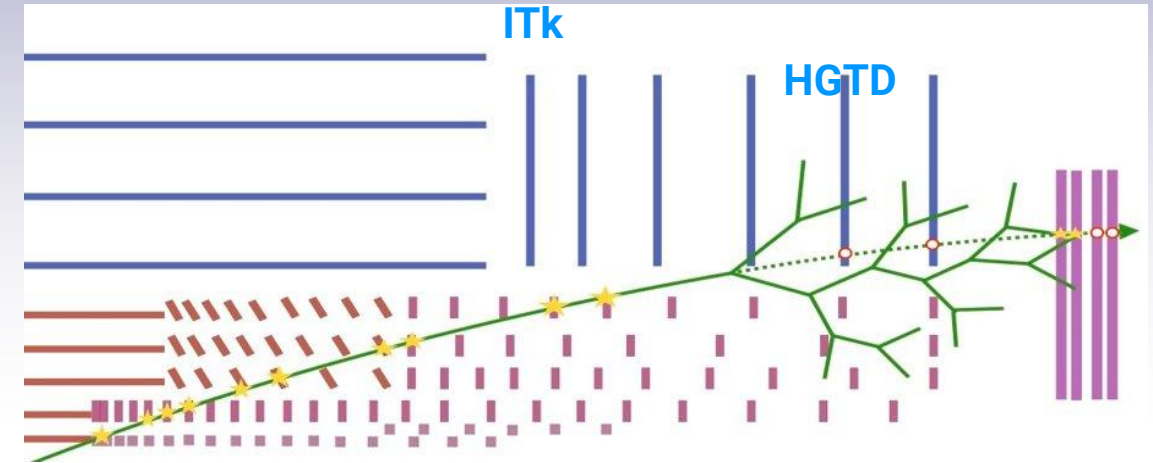
- Résolution spatiale ITk à l'avant de l'ordre de 2 mm
- Besoin d'une très bonne résolution en temps pour HGTD
 - entre 30 et 50 ps par trace jusqu'à 4000 fb⁻¹
- HGTD $2.4 < \eta < 4$ ($120 \text{ mm} < R < 640 \text{ mm}$)
- Radiation hardness up to $2.5 \times 10^{15} n_{eq} \text{ cm}^{-2}$
- Minimum required charge collection: 4 fC (threshold: 2 fC)
- Time resolution per hit:
 - < 35 ps for unirradiated
 - < 70 ps at maximum irradiation
- Hit efficiency: > 99% for unirradiated
 - > 95% at maximum irradiation



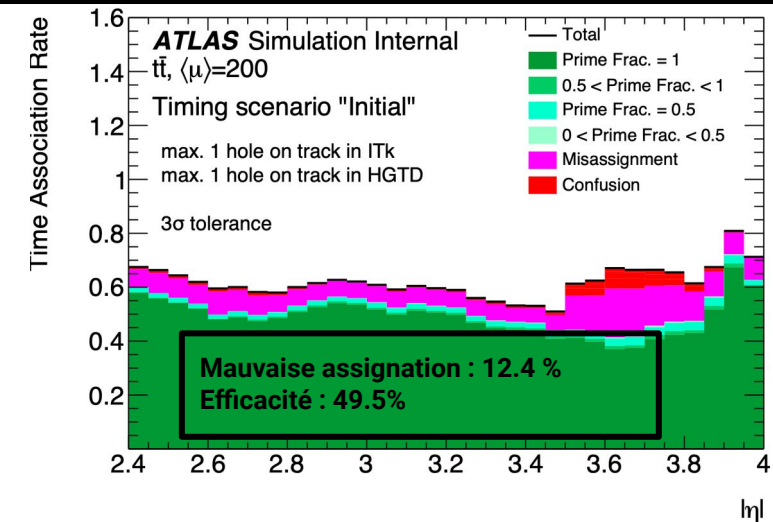
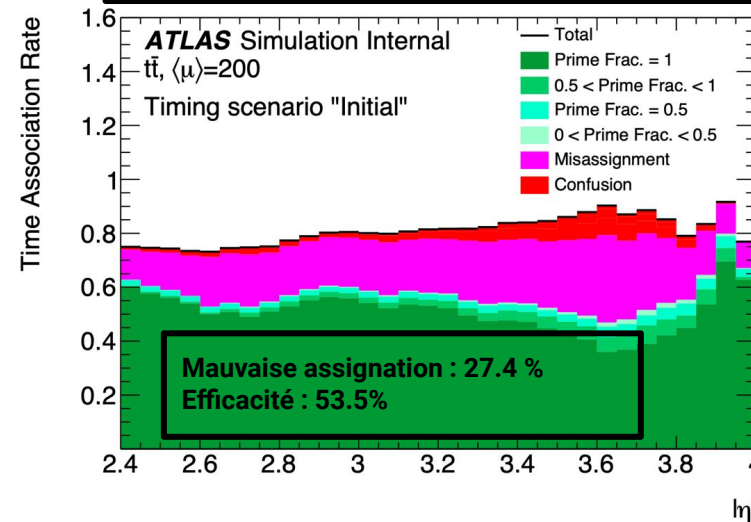
- Définition du t_0 des événements - thèse A. Leopold (2020)
- reconstruction des traces - thèse V. Raskina (2023)

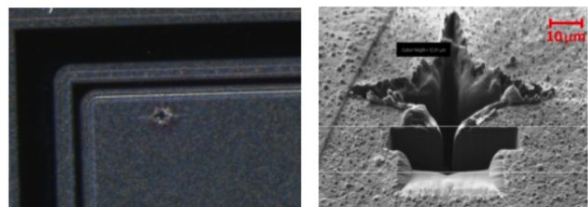


Resolution of the reconstructed hard-scatter vertex time : 9 ps

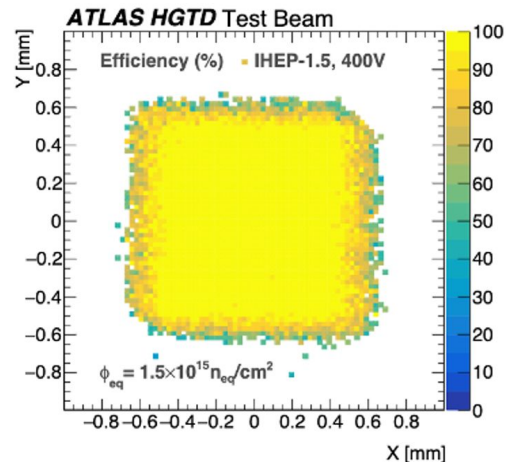
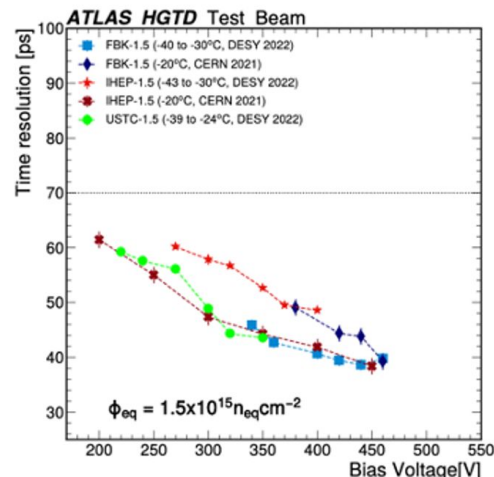


Sans hit associé à l'extrapolation de la trace dans HGTD : « hole on track »
coupure sur le nombre de trous par trace





Dommage sur LGAD observé en TB 2018



S. Trincas-Duvold (éditrice)

Jinst

PUBLISHED BY IOP PUBLISHING FOR SISSA MEDIALAB

RECEIVED: February 14, 2023

ACCEPTED: April 3, 2023

PUBLISHED: May 2, 2023

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

S. Ali,^a H. Arnold,^b S.L. Auwens,^c L.A. Beresford,^d D.E. Boumediene,^e A.M. Burger,^e L. Cadamuro,^f L. Castillo García,^{g,*} L.D. Corpe,^e M.J. Da Cunha Sargedas de Sousa,^h D. Dannheim,ⁱ V. Dao,ⁱ A. Gabrielli,^j Y. El Ghazali,^j H. El Jarrari,^k V. Gautam,^g S. Grinstein,^{g,l} J. Guimarães da Costa,^m S. Guindon,ⁱ X. Jia,^{m,q} G. Kramberger,ⁿ Y. Liu,^h K. Ma,^h N. Makovec,^f S. Manzoni,ⁱ I. Nikolic,^o O. Perrin,^e V. Raskina,^o M. Robles Manzano,^p A. Rummler,ⁱ Y. Tayalati,^k S. Trincas-Duvold,^o A. Visibile,^b S. Xin,^m L. Xu,^h X. Yang^h and X. Zheng^h

Jinst

PUBLISHED BY IOP PUBLISHING FOR SISSA MEDIALAB

RECEIVED: June 22, 2023

ACCEPTED: June 26, 2023

PUBLISHED: July 14, 2023

Destructive breakdown studies of irradiated beam tests for the ATLAS HGTD

L.A. Beresford,^a D.E. Boumediene,^{b,*} L. Castillo García,^c L.D. Corpe,^b M.J. Da Cunha Sargedas de Sousa,^d H. El Jarrari,^e A. Eshkevarvakili,^f S. Grinstein,^{g,h} S. Guindon,^f A. Howard,^g G. Kramberger,^g O. Kurdysh,ⁱ M. Missio,^j M. Morenas,^k O. Perrin,^b V. Raskina,^j G. Saito^m and S. Trinc

Jinst

PUBLISHED BY IOP PUBLISHING FOR SISSA MEDIALAB

RECEIVED: June 16, 2023

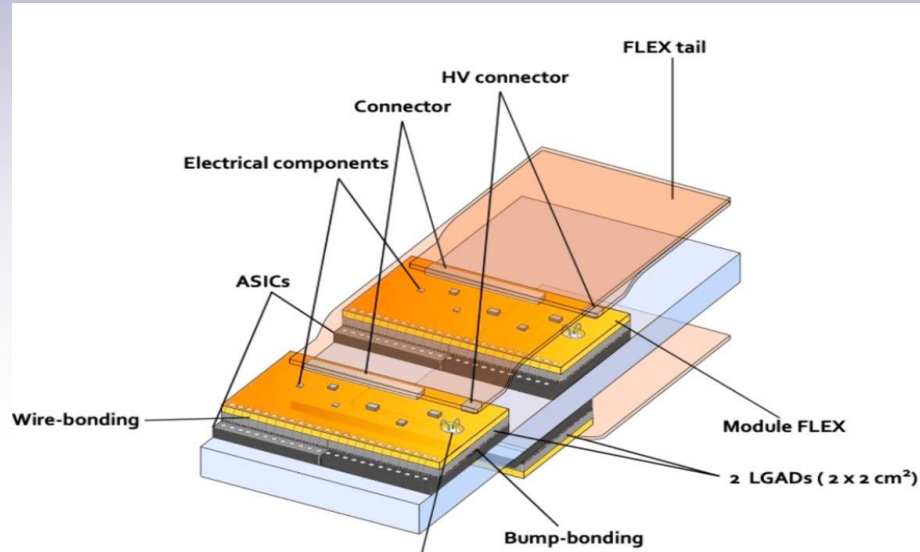
ACCEPTED: July 27, 2023

PUBLISHED: August 21, 2023

Performance of a front-end prototype ASIC for the ATLAS High Granularity timing detector

C. Agapopoulou,^a L.A. Beresford,^b D.E. Boumediene,^c L. Castillo García,^d S. Conforti,^e C. de la Taille,^f L.D. Corpe,^g M.J. Da Cunha Sargedas de Sousa,^h P. Dinscourt,ⁱ A. Falou,^j V. Gautam,^k D. Gong,^l C. Grieco,^m S. Grinstein,^{n,o} S. Guindon,^p A. Howard,^q O. Kurdysh,^r E. Kuwertz,^s C. Li,^t N. Makovec,^{u,v} B. Markovic,^w G. Martin-Chassal,^x R. Mazini,^y C. Milke,^z M. Morenas,^{aa} O. Perrin,^{ab} V. Raskina,^{ac} C. Rizzi,^{ad} L. Ruckman,^{ae} A. Rummler,^{af} S. Sacerdoti,^{ag} G. Saito,^{ah} N. Seguin-Moreau,^{ai} L. Serin,^{aj} X. Yang,^{ak} J. Ye^{al} and W. Zhou^{am}

- Dommage sur les LGAD observé en 2018
- Tests en faisceaux en 2022
- Démontrer que les SEB (Single Event Burnouts) sont compris et résolu
- Sélectionner les meilleurs fabricants (IME, CNM, ...)
- Performance des LGAD retenus pour la pré-production
- Résolution en temps, efficacité, charge, uniformité
- Performance de l'ASIC ALTIROC1



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

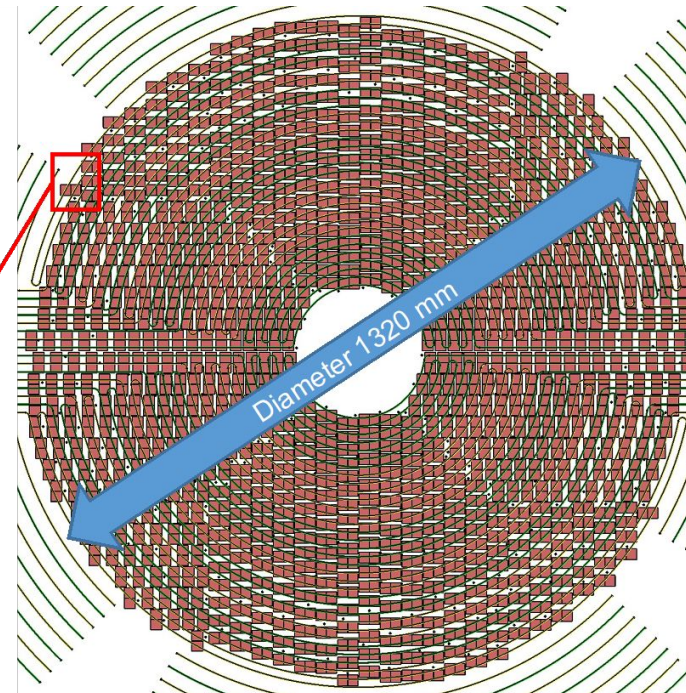
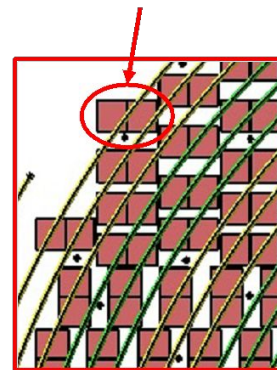
Detector unit = Support unit + Modules

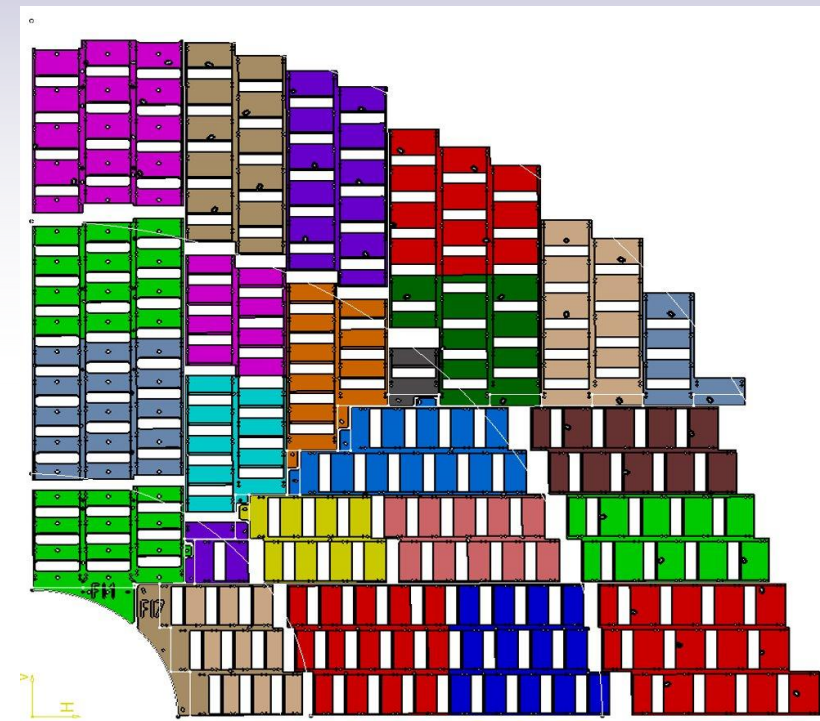
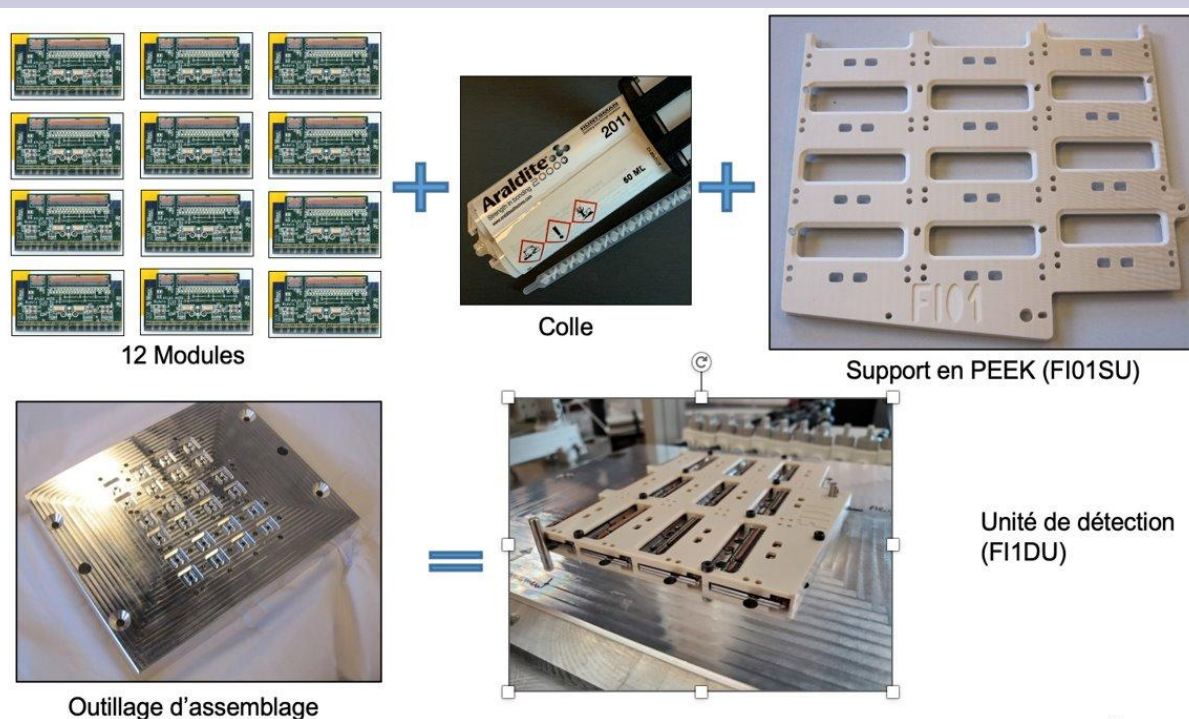
1004 modules par face

450 pads par module

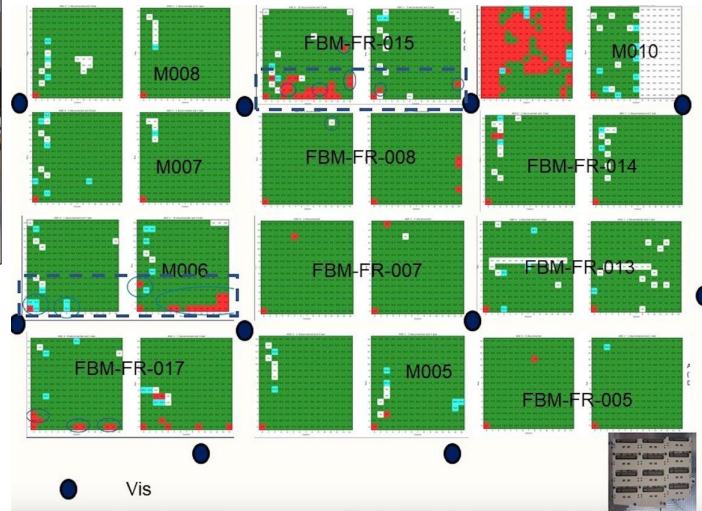
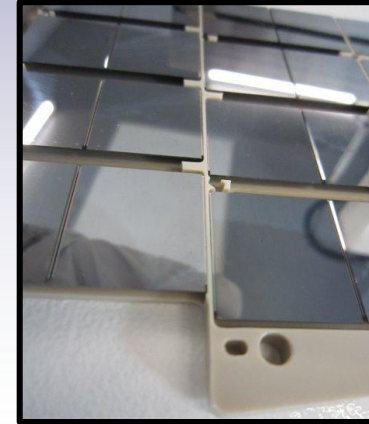
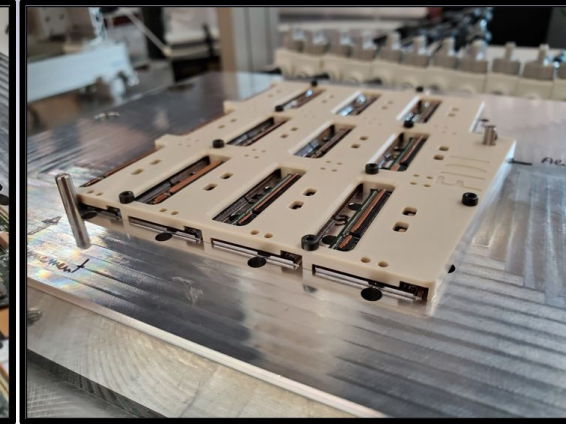
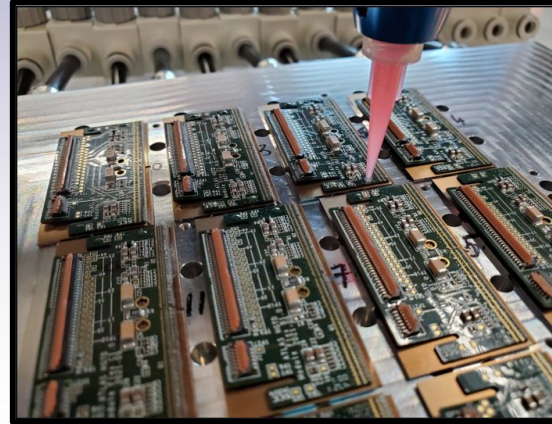
8032 modules

768 « Detector Units »





- Le LPNHE a en charge le design des « Support Units » et la responsabilité du suivi de 50% de la production, soit 384 SU
- 24 types différents de support par face sont à dessiner - plusieurs prototypes conçus et réalisés - Les supports pour le démonstrateur sont en cours.
- Le LPNHE a en charge le développement de la procédure d'assemblage et la production de 20% des « Detector Units », soit 154 DU. Le premier Detector Unit du démonstrateur a été réalisé en juillet 2023.



- 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

En 2024

- Design des 3 supports démonstrateur et des 48 supports finaux et des outillages
- Assemblage (loading des modules) du second detector unit du démonstrateur
- Amélioration de la procédure de collage - mise en service de nouveau robot
- Mise en place de la métrologie
- Préparation de la pré-production (2 Detector Units par semaine pour la production)

Final Design Review : février 2024

Coordination pour la production des detector units pour les 6 sites (Allemagne, Chine, Espagne, France, Allemagne, Maroc)

Implémentation de la procédure d'assemblage, installation des outillages et des systèmes de tests
Apprentissage et préproduction

Detector unit pre-production 07/2024 - 02/2025

Production Readiness Review : mars 2025

Detector unit production 06/2025 - 12/2026

HGTD-A prêt pour installation 08/2026

HGTD-C prêt pour installation 03/2027

ILD / Calice

Composition de l'équipe :

- **1 chercheur**

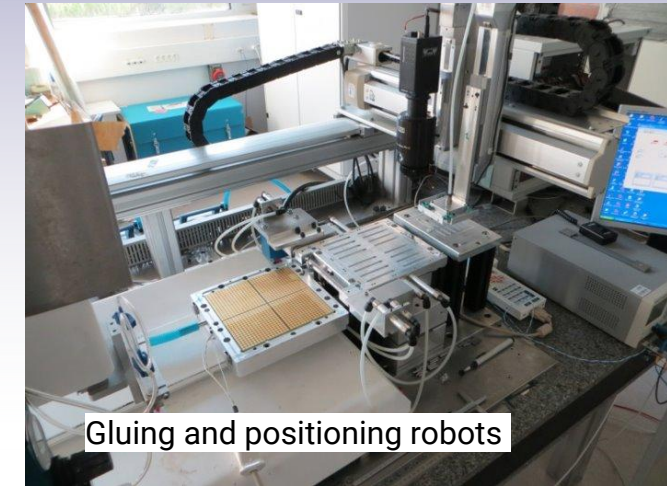
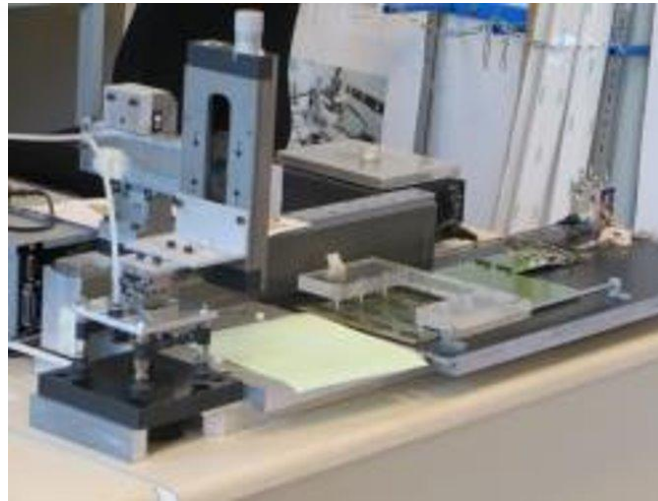
Didier Lacour DR HDR

- **1 ingénieur-chercheur**

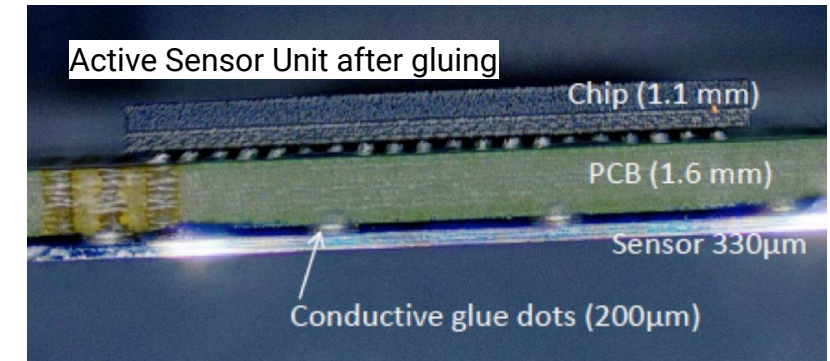
Rémi Cornat IRHC HDR

Projet actif jusqu'en 2021

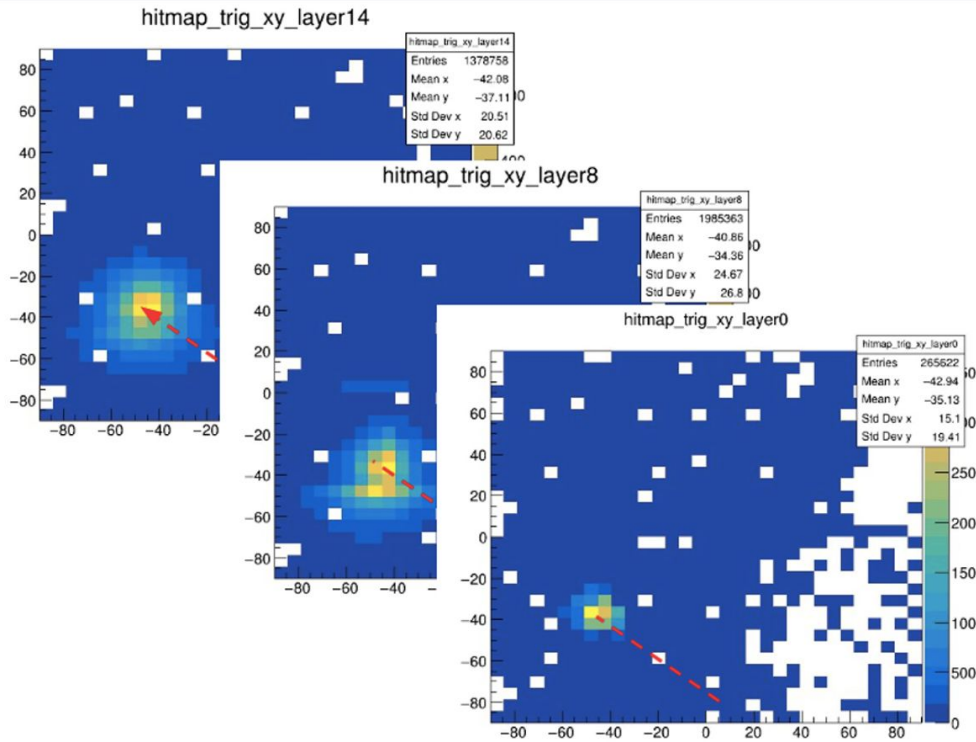
- Assembly done with gluing and positioning robots: automated system developed in the framework of the Calice R&D program for ILD SiW EM calorimeter
- Assembly of the ultra flat active sensor unit (Chip On Board design) in 2019, 2020, 2021
- Electrical tests to control the sensors before gluing, to check the short cuts immediately after gluing, to measure the I(V) curves
- PCB Metrology using a coordinate measuring machine (tri-dim machine)



Gluing and positioning robots



- The LPNHE expertise on gluing used for HGTD developed in this R&D activity for Calice



- Ensemble du système d'assemblage des plans de détecteur Calice en cours d'opération.
- La partie collage et la partie positionnement sont visibles sur la photographie ainsi que la carte électronique COB "Chip on Board" en bas à gauche.

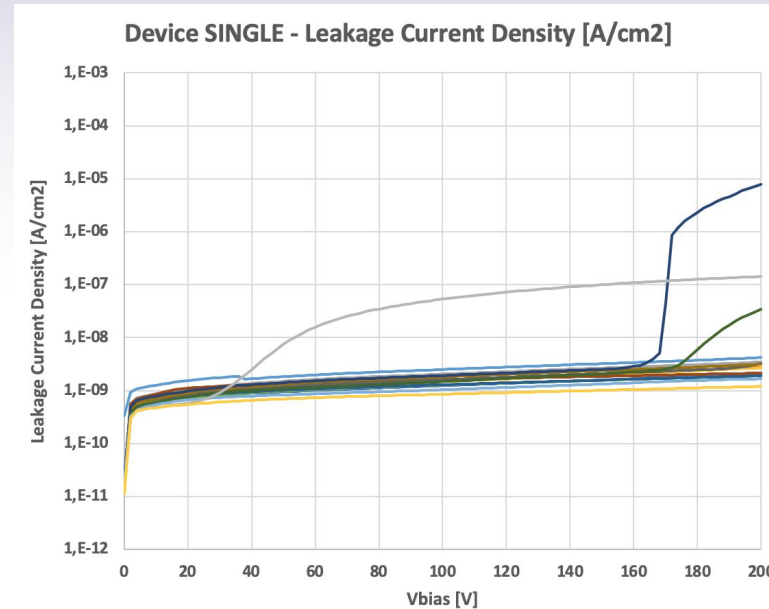
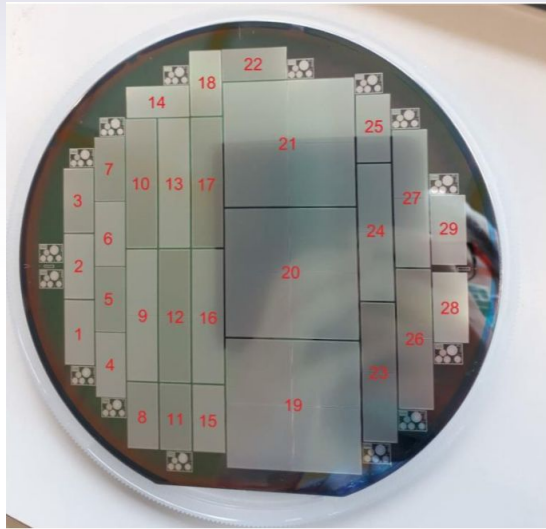
- Event display d'une gerbe électromagnétique dans un module de calorimètre Silicium-Tungstène Calice enregistré lors du test en faisceaux à DESY en novembre 2021.
- Trois plans du détecteur sont représentés parmi les quinze testés.
- Ces plans ont été assemblés au LPNHE, par collage conducteur des senseurs silicium sur les cartes électroniques.



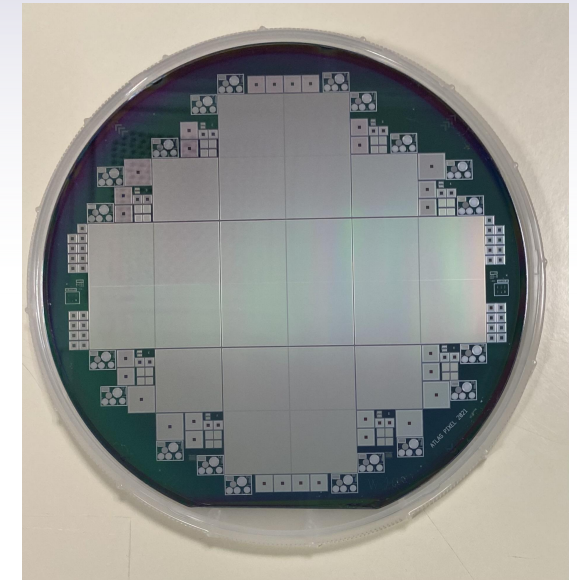
ITk

Pixel sensor development (completed, for ITk)

- In the last 5 years the LPNHE ATLAS group has worked improve and produce the design of planar pixel sensors produced by one of the three foundries which will produce them for the ITk



Pre-production layout



Production used in 2019 to qualify the company (FBK, Trento)

6" 50-100-150 μm thick n-on-p sensors

- Single RD53a sensors, Double RD53a, Quad ITk sensors
- Different biasing schemes:
 - Temporary Metal
 - Punch through (with different designs)

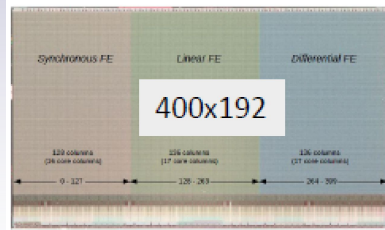
Good electrical properties

- Breakdown voltage before irradiation typically larger than 200V
- Guard-ring regions of 250 and 450 μm
- Depletion voltage in the 10-15V (for 100 μm) and 20-30V range (for 150 μm)

G. Calderini, P. Charbillat, F. Crescioli

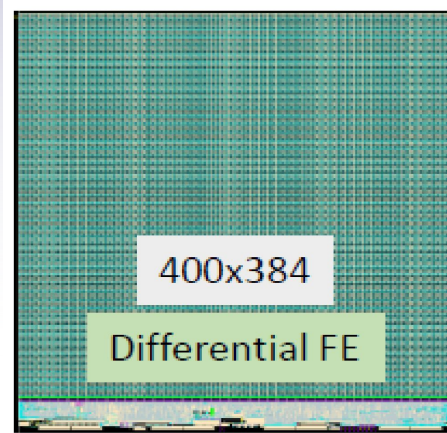
Front-end design (via RD53 Collaboration)

- Large implication in the design of the FE generation (RD53A, ITkPixV1, ITkPixV2) F. Crescioli



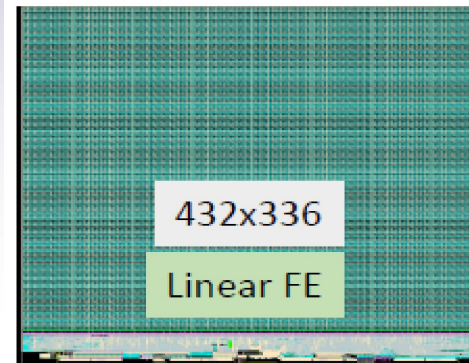
RD53A

Size: 20 x 11.5 mm²
submitted in August 2017



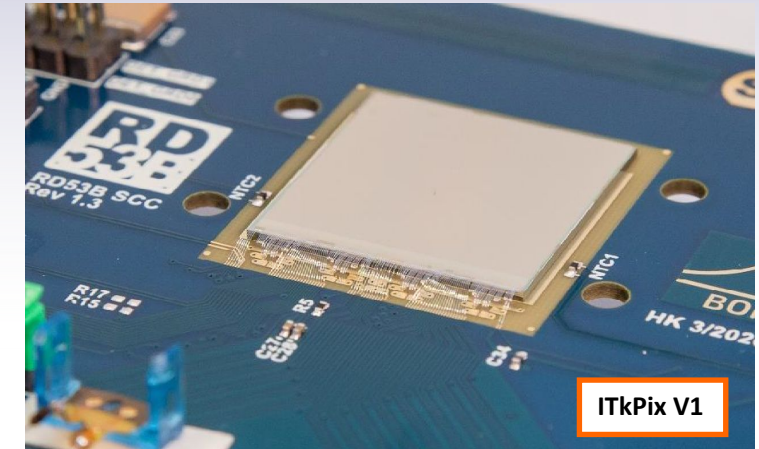
RD53B-ATLAS (ITkPix_V1)

size: 20 x 21 mm²
submitted in March 2020



RD53B-CMS (CROC_V1)

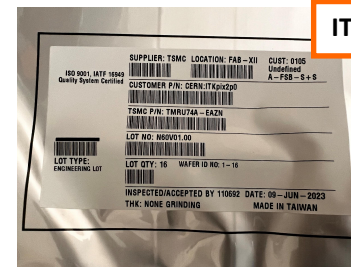
size: 21.6 x 18.6 mm²
Submitted in May 2021



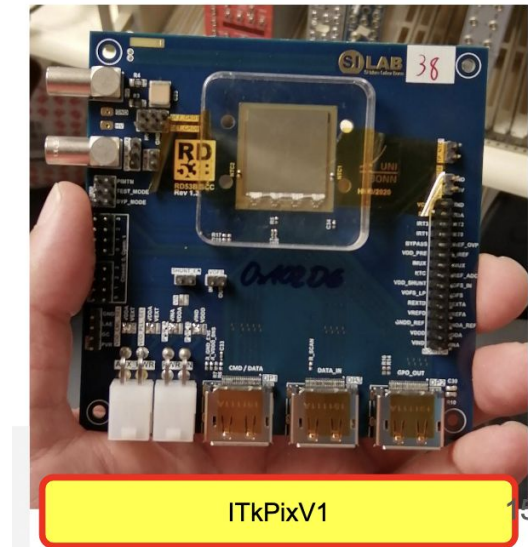
ITkPix V1

ITkPixV2

- Submitted in March 2023, received at CERN June 2023
- Under test since July 2023
- V2 architecture very similar to V1
- LPNHE contribution to end-of-column, Aurora transmission protocol and data merging
- Chip simulation and debug

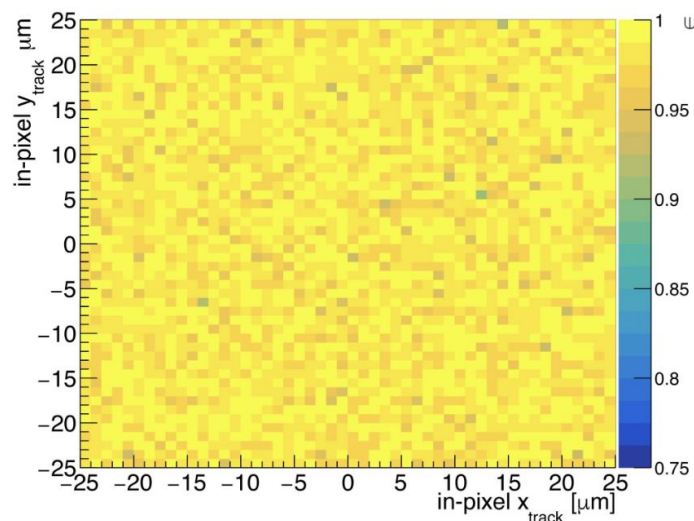


ITkPix V2

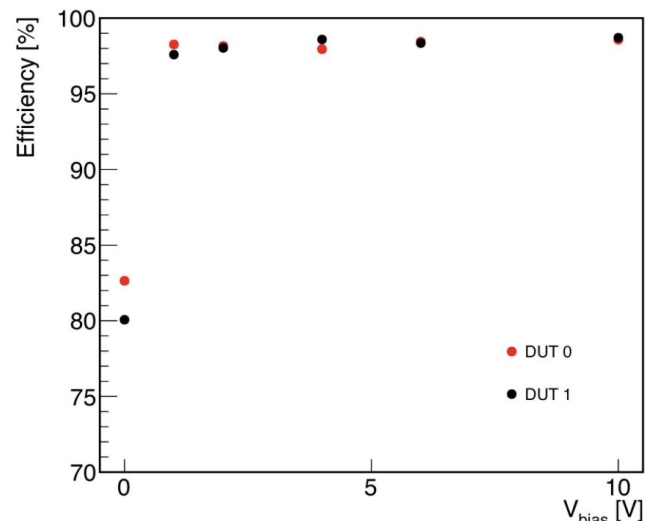


ITkPixV1

Since many years, our group has been one of the most involved in ITk testbeam operations (DESY and CERN) and irradiations (CERN IRRAD).

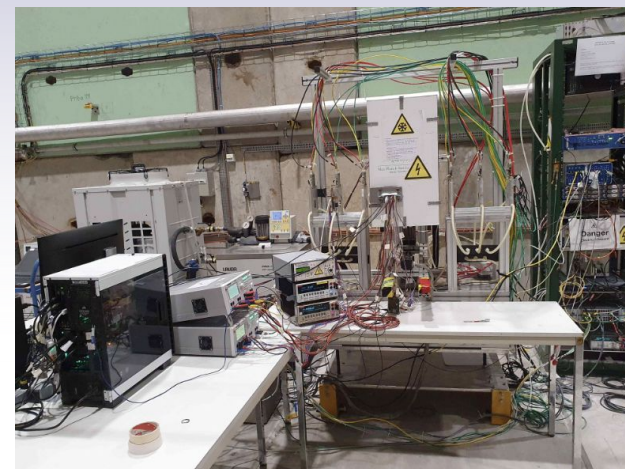


Efficiency map of a single cell
of a 50x50um 3D pixel

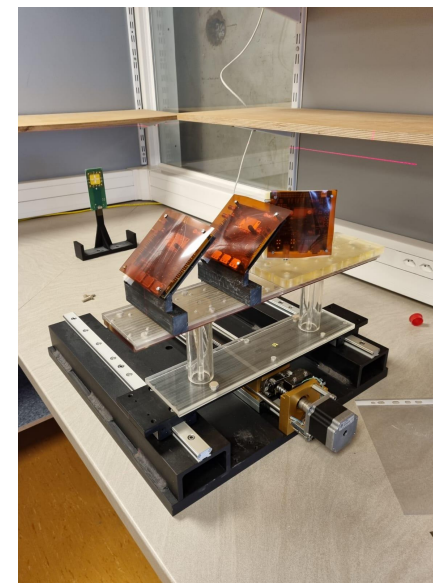


Efficiency as function of
bias voltage for two 3D modules
(efficiency > 98% already at some volts)

G. Calderini, T. Carcone, P. Chabrilat, A. Cordeiro, F. Crescioli



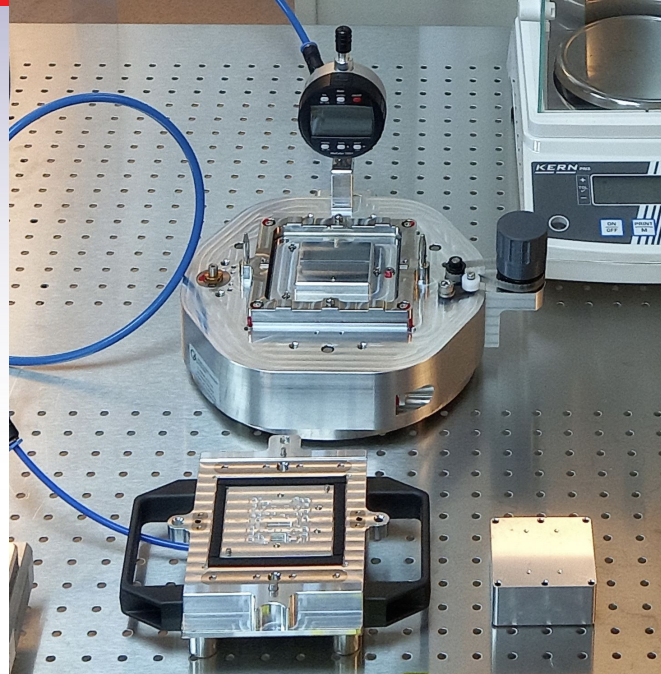
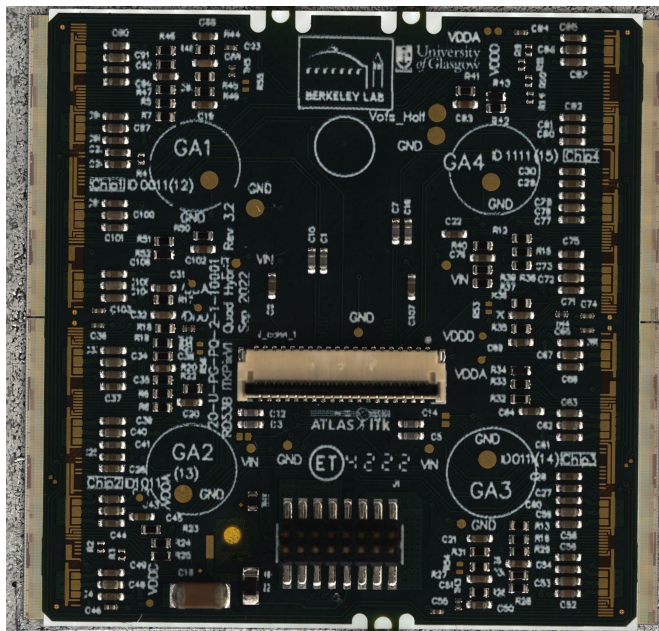
Setup at SPS
H6 with
ACONITE telescope



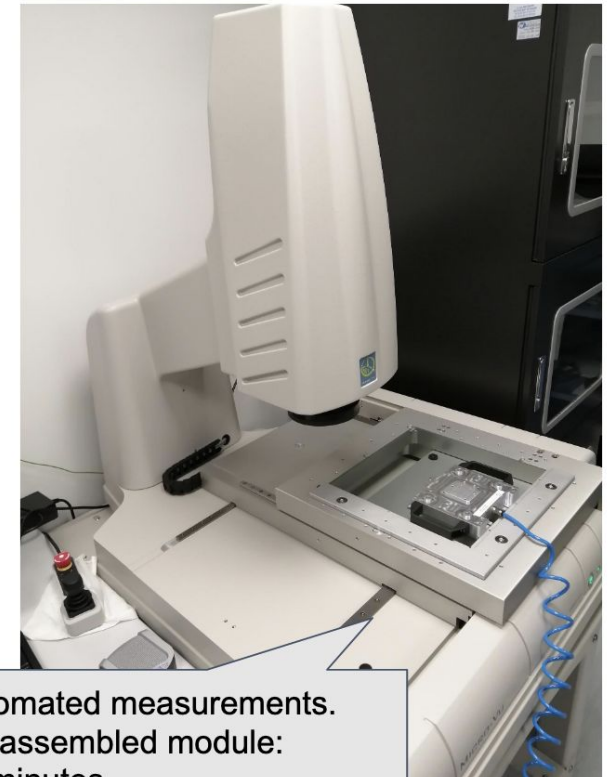
Setup for IRRAD
irradiation run
(May 2022)

Gluing and assembly of modules
at LPNHE

R, Camacho, T. Carcone, P.
Chabrilat, F. Crescioli, Y. Orain,

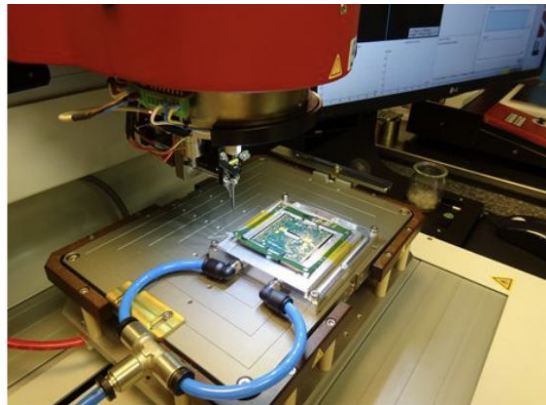
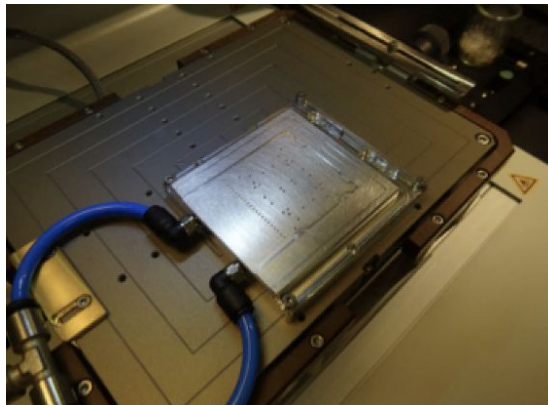
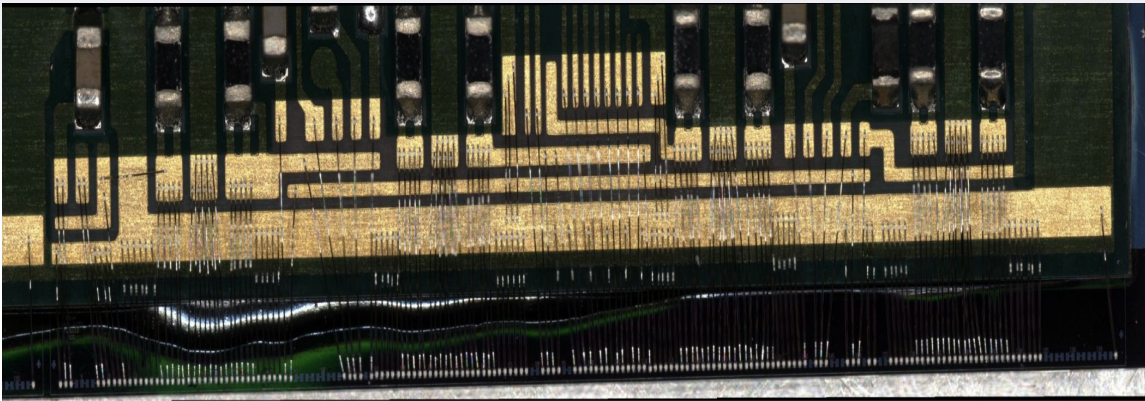


Full automatic
metrology suite
(done also on
individual
components at
the beginning
of the process)

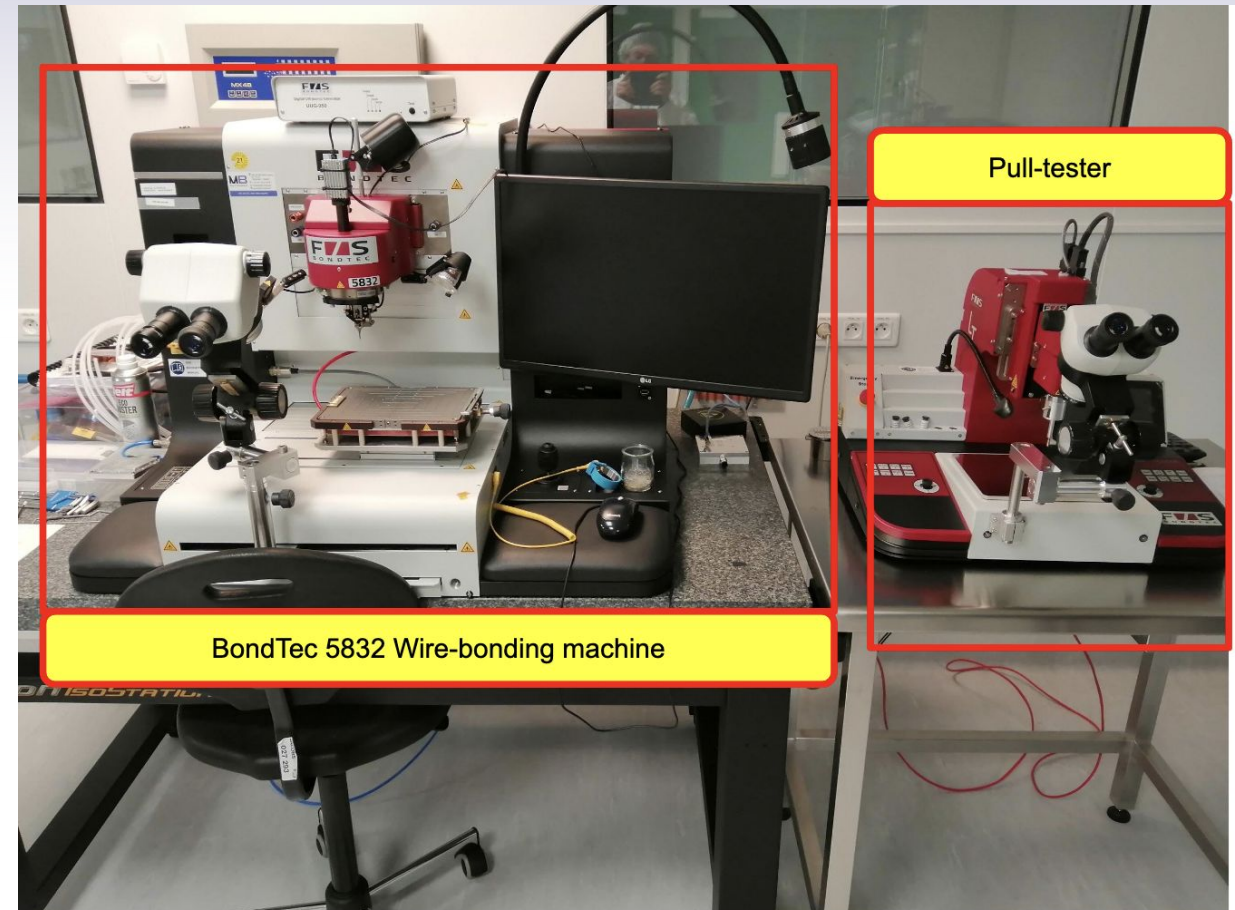


Automated measurements.
Ex. assembled module:
~5 minutes

Wirebonding of about 700 pads on the flex pcb to the corresponding pads of the four front-end chips in the module



P. Corona / M. Dhellot / J. Coridian / L. Zaraoui



BondTec 5832 Wire-bonding machine

Pull-tester

Climats EXCAL 5423-HA
(-70,+180C)

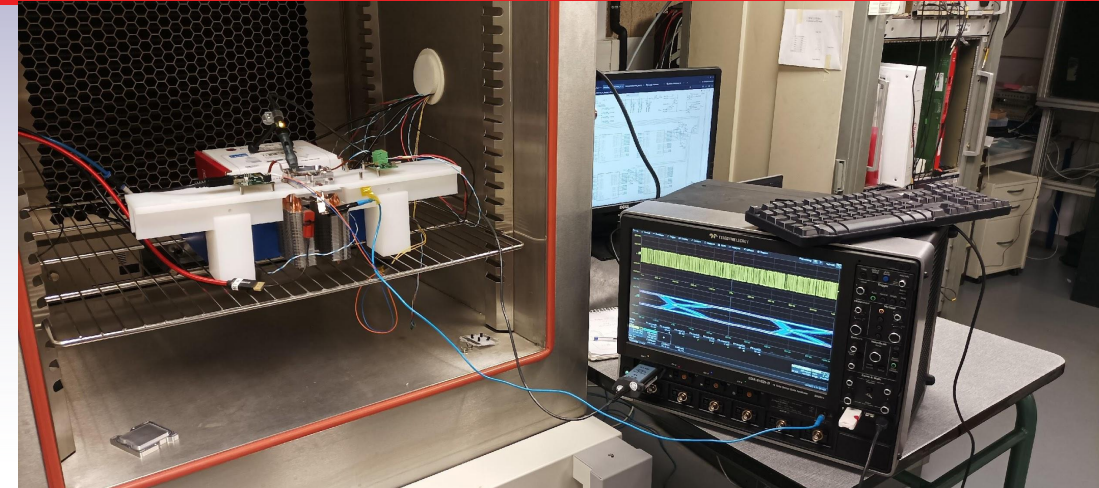


Program of QA/QC

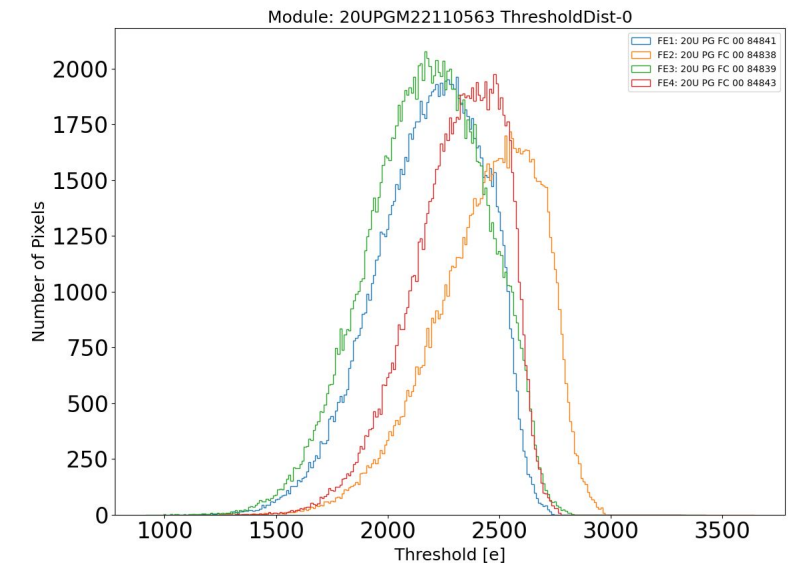
Thermal cycling
-55C <-> +60C
to probe the
bond quality

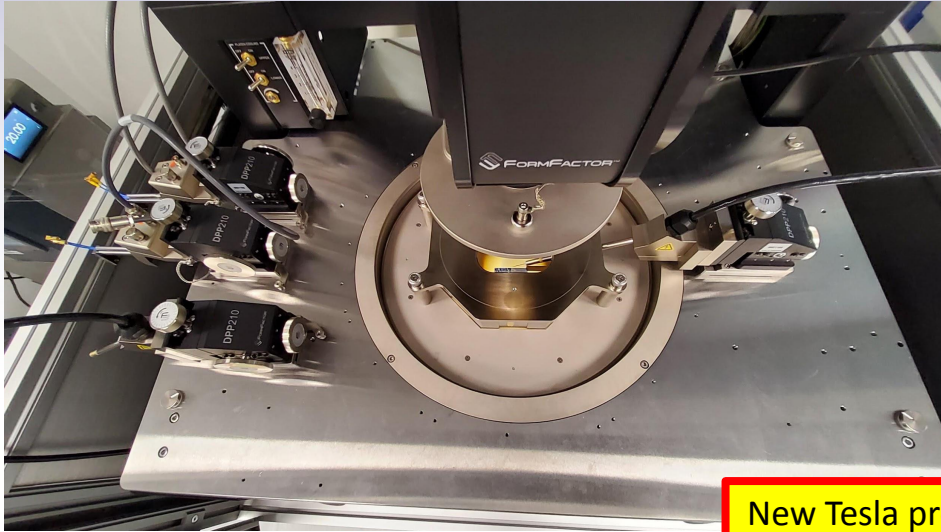
FE tuning at our
test-stand

X-ray scan (to be
setup) and stability
burn-in

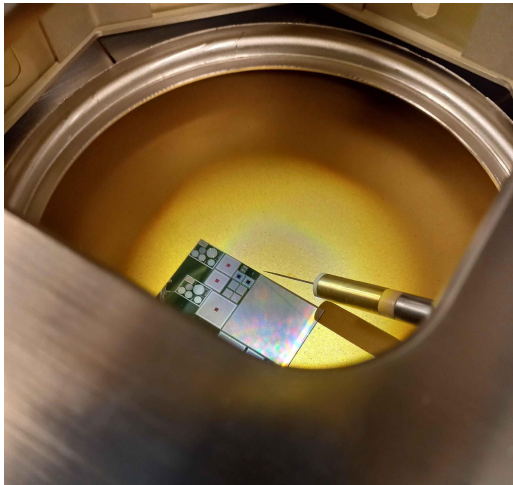


T. Carcone, P. Chabrilat, F. Crescioli, F. Derue, D. Martin,
Y. Orain, L. Poggioli,





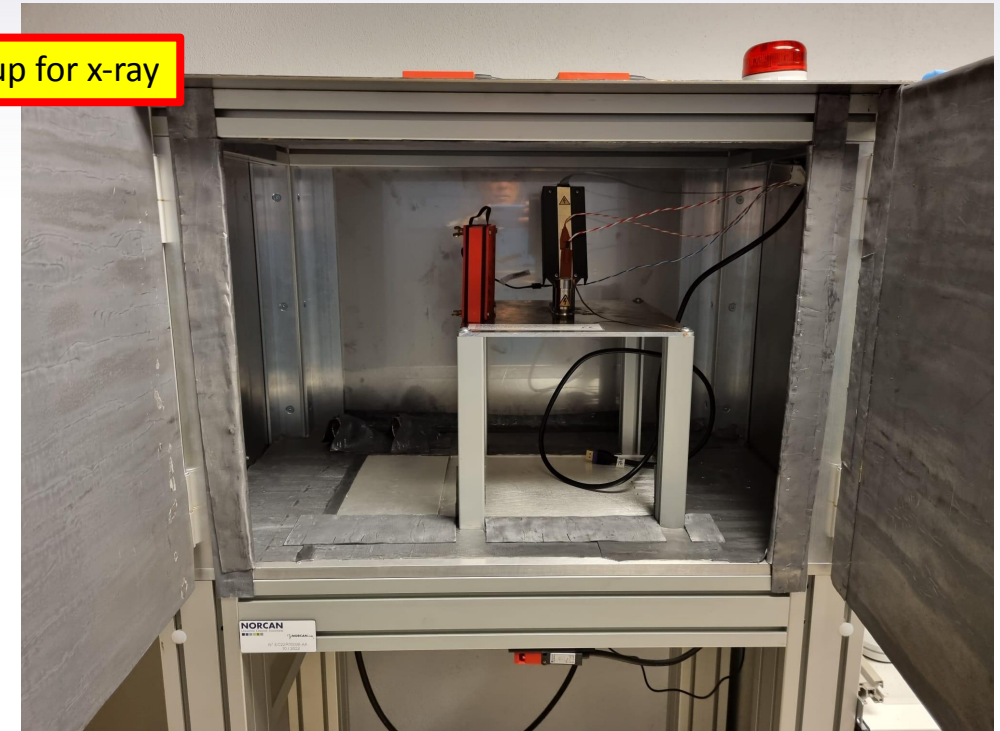
New Tesla probestation



New cryogenic probestation
allows to do measurements
in controlled temperature in
much easier conditions than
with the old PA200

x-ray setup for faster testing of modules

Setup for x-ray

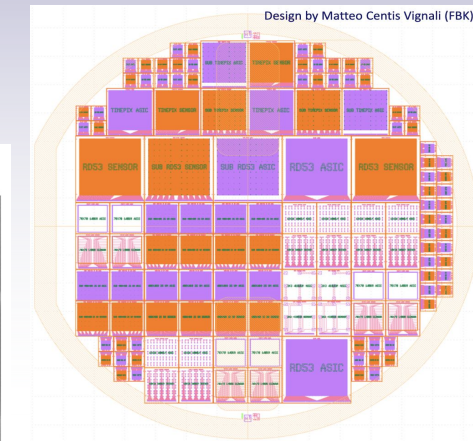
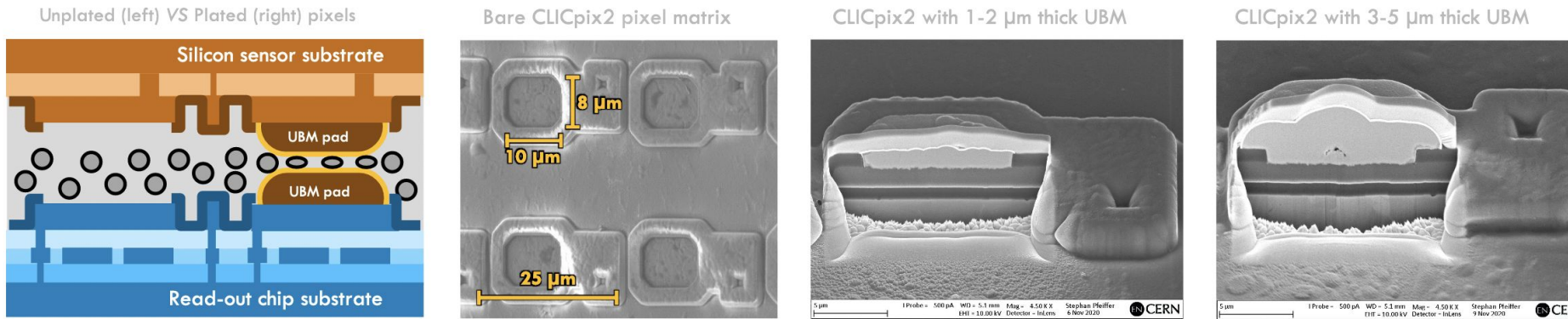


Beyond ITk : new R&D activities

Anisotropic conductive films (ACF) to replace bump-bonding in pixels (AIDAInnova)

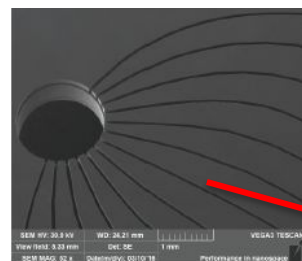
Very cost-effective technology for interconnection of FE and sensors

In-house post-processing (ENIG), mask-less

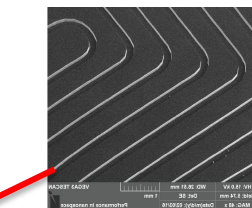
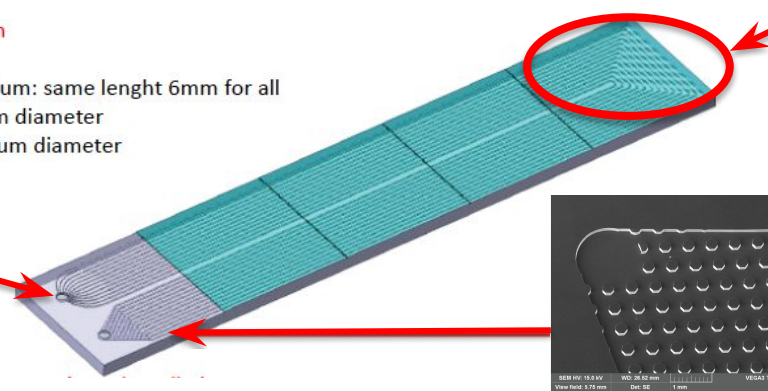


Microchannel blocks for cooling at future detectors

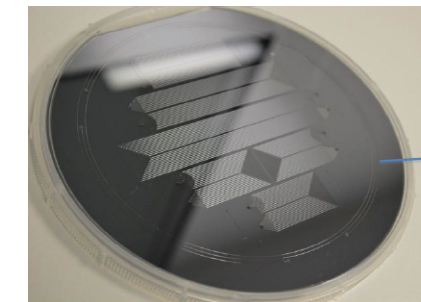
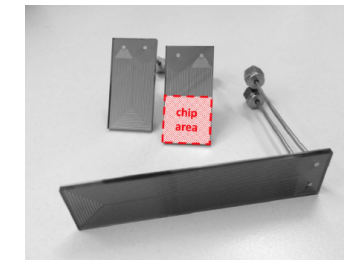
Prototypes produced by LPNHE with FBK



13 channels 200x120 μm
Silicon walls 500 μm
Inlet restrictions 60x120 μm: same length 6 mm for all
Inlet outlet holes 1.6 mm diameter
Pillars in the outlet: 350 μm diameter



Details of the channel design



Integration at CERN will require expertise in each field

Two people

(for the time being identified G. Calderini, F. Crescioli with intermittent presence)

Responsabilités et visibilité

- **Tristan Beau**
 - coordinateur local des activités détecteur HGTD
- **Giovanni Calderini**
 - membre de l'Institute Board - Planar pixels ATLAS
 - ITk Pixel procurement coordinator
 - ITk France Coordinator at IN2P3
- **Reina Camacho Toro**
 - co-responsable du groupe de travail performances Jet/ETMiss (depuis 2021)
 - représentante du LPNHE dans le groupe de travail "Physique ATLAS France" (depuis 2019)
 - co-convenir of the flavour tagging calibration subgroup (2019-2021)
 - member of the Early Career Scientist Board (2019-2021)
- **Frédéric Derue**
 - représentant du LPNHE et chair du groupe de travail "Calcul ATLAS France" (depuis 2017)
 - représentant ATLAS-IN2P3 à l'International computing Board (ICB) (depuis 2019)
- **Didier Lacour**
 - coordinateur HGTD detector units (depuis 2021)
- **Sandrine Laplace**
 - co-resonsable du groupe de travail performances egamma (2016-2018)
- **Bertrand Laforge**
 - co-responsable de l'organisation du groupe Data Quality Calo-Combined
 - co-organisation des shifts associés pendant la prise de données
 - responsable du développement du logiciel Data Quality (DQ) egamma
 - et de l'organisation des shifts de Data Quality egamma
- **Chairs de Editorial Boards :**
 - R. Camacho Toro, B. Laforge, B. Malaescu, L. Roos, J. Ocariz
- **Editeurs de papiers / contacts d'analyse :**
 - R. Camacho Toro, B. Laforge, B. Malaescu, L. Roos, J. Ocariz, S. Trincaz-Duyvoid

Représentations institutionnelles :

ATLAS coll. board : D. Lacour (puis J. Ocariz)

ATLAS Pixels : G. Calderini

ATLAS LAr : I. Nikolic

ATLAS HTT : F. Crescioli

ATLAS ITk : G. Calderini

ATLAS HGTD : D. Lacour

ATLAS ICB : F. Derue

RD53 et RD50 : G. Calderini

Bogdan Malaescu

- co-responsable du groupe de physique Standard Model (jusqu'en 2019)
- convenir du Comité de Statistique (jusqu'en 2022)
- convenir du LHC EW Working Group (faisant partie du LPCC), en tant que représentant ATLAS (2019-2021)
- représentant ATLAS dans le « Steering group » du projet HERAFitter
- co-éditeur des recommandations ATLAS pour l'unfolding

Irena Nikolic

- représentante du LPNHE au LAr Group Rep (depuis 2013)
- membre du HGTD speakers committee

José Ocariz

- responsable de la production de MC pour le groupe de performance egamma (depuis 2012)

Dans le laboratoire

- Tristan Beau
 - directeur adjoint du LPNHE depuis 2022
- Frédéric Derue
 - responsable du projet GRIF au LPNHE
 - contact pour la formation permanente
 - contact pour les projets européens
- Didier Lacour
 - ancien responsable du groupe ILD/Calice au LPNHE
- Bogdan Malaescu
 - représentant du LPNHE à la FRIF (depuis 2021)
 - comité d'organisation de deux biennales du LPNHE
- Sophie Trincas-Duvoid
 - responsable du site Web du LPNHE
 - membre élue du conseil scientifique du LPNHE
 - Responsable de l'accueil et du suivi des doctorants
 - référente égalité et discriminations du LPNHE

Participation à des jurys de thèse et HDR

- Giovanni Calderini : 7 thèses (rapporteur)
- Frédéric Derue : 1 HDR (président)
- Didier Lacour : 3 thèses (2 rapporteur)
- Bertrand Laforge : 7 thèses (4 président)
- B. Malaescu : 2 thèses
- Giovanni Marchiori : 2 thèses (1 rapporteur)
- José Ocariz : 3 thèses (2 président, 1 rapporteur)
- Lydia Roos : 3 thèses (1 présidente, 1 rapporteure)
- Sophie Trincas-Duvoid : 1 HDR (présidente),
2 thèses (1 présidente, 1 rapporteure)

- Giovanni Calderini : deputy scientific coordinator d'AIDAInnova
- Reina Camacho Toro : membre du Latin-American Strategy Forum for Research Infrastructures LASF4RI
coordinatrice scientifique adjointe de LA-CoNGA physics depuis 2019
- Bertrand Laforge : membre élu du comité national CNRS section 01
coordinateur national du réseau IDPASC
coordination développement plateforme de jeux sérieux (IKIGAI) pour SU
membre de la commission HDR de l'UFR de physique SU
- Bogdan Malaescu : membre du comité d'organisation de Moriond QCD (depuis 2021)
coordinateur du sous-groupe "data-driven HVP" de la "Muon g-2 Theory Initiative"
- Irena Nikolic : membre du CNU section 29 (2015-2019)
responsable des formations de l'ED 560 (2019-)
responsable UPCité à NPAC depuis 2023
- José Ocariz : coordinateur international de LA-CoNGA physics depuis 2019
membre élu de la 29ème section du CNU (2019-2023)
membre invité du CS de l'IPHC (2020-)
membre élu du CS de l'UFR de physique UPCité (2021-)
membre invité du High Level Steering Committee de LASF4RI
membre nommé du comité de pilotage du laboratoire franco-japonais TYL-FJPPL
- Mélissa Ridet : Vice doyenne Faculté des sciences SU
membre du conseil de l'école doctorale PHENIICS
- Lydia Roos : membre élue du CoNRS section 01 jusqu'en 2018
directrice adjointe scientifique IN2P3 "Sites" (2018-2021)
chargée de mission à la DERC-CNRS (2022)
- Sophie Trincas-Duvoid : chargée de suivi de la politique de recherche en physique pour la FSI de SU
membre élue au conseil d'UFR et au conseil de département de Master
membre de la commission des personnels enseignants de l'UFR
référénte égalité et discrimination de l'UFR
membre du comité de pilotage de l'Initiative IPI de SU

- 38 articles de la collaboration ATLAS depuis 2018, auxquels se rajoutent les publications upgrade, les TDR

Run 2 Data Quality	Submission is Finished	HGam very low-mass resonance search	Submission is Finished
EGamma performance with 2015-2017 data	Submission is Finished	HGam STXS+coupl. 2015-2018 (paper)	Submission is Finished
JDM - TLA dijet search	Submission is Finished	Pixel Radiation Damage Modeling	Submission is Finished
DBL - VV/VH and ll/lv Combination 2016	Submission is Finished	Large-R Jet In-Situ Calibration	Submission is Finished
JDM - Mono-S to VV (had)	Submission is Finished	Jet Energy Scale and Resolution in run 2	Submission is Finished
DiHiggs HGam HH bbgammagamma 2015-2018	Submission is Finished	R21 Precision Jet Reco and Calibration	Submission is Finished
HZZ High mass search 2015+2016	Submission is Finished	2012 JES and JER	Submission is Finished
HGam couplings+cross-section 2015+2016	Submission is Finished	Electron efficiency 2015-2016	Submission is Finished
HZZ Couplings 2015+2016	Submission is Finished	Egamma Calibration 2015-2016	Submission is Finished
HZZ and HGam mass combination 2015+2016	Submission is Finished	X to bb tagging at 13 TeV	Submission is Finished
HZZ Higgs off-shell 2015+2016	Submission is Finished	Inclusive jets and dijets 2015 data	Submission is Finished
HLep Higgs to tau tau 2015+2016	Submission is Finished	Unfolded 4-lepton mass, 13 TeV	Submission is Finished
Hbb Vh to bb 2015-2017	Submission is Finished	Z($\rightarrow$ bb) + photon at 13 TeV	Submission is Finished
HGam high-mass resonance search 2015-2018	Submission is Finished	Precision WW	Submission is Finished
Hbb Vh to bb STXS 2015-2017	Submission is Finished	Differential WW+1jet	Submission is Finished
Hbb VH to bb STXS (resolved) 2015-2018	Submission is Finished	Global PDF fit	Submission is Finished
Hbb VH to bb boosted 2015-2018	Submission is Finished	SUSY EW Wh	Submission is Finished
HGam H $\rightarrow$ gamgam + MET 2015-2018	Submission is Finished	SUSY WH(gammagamma)	Submission is Finished
HGam H $\rightarrow$ gammagamma diff. xs 2015-2018	Submission is Finished	FTK Performance	Submission is Finished

- Sur la période : 42 exposés en conférence internationale au nom de la collaboration ATLAS

Année	Doctorants	Postdocs	Permanents	Total
2023	2	1	6	9
2022	1		2	3
2021	3		4	7
2020			4	4
2019	3	2	3	8
2018	4	2	5	11

Points forts

- Analyses de physique
 - Sujets de physique avec forte visibilité dans la collaboration
 - Expertise dans les domaines des performances utilisés par les analyses
 - photons+électrons, LAr
 - jets, b-jets, MET
 - Intégration dans la collaboration
 - avec des rôles d'encadrement de groupes d'analyse et de performance
 - Fort réseau de collaborateurs au sein d'ATLAS et au-delà
 - Participation à 3 ANR, projets binationaux (COFECUB, Uni Chicago FACCTS jusqu'en 2019)
- R&D upgrades
 - ITk :
 - longue expérience dans le domaine des détecteurs à silicium
 - l'arrivée de S. Beauceron est bénéfique
 - R&D sur la technologie active-edge n-in-p
 - prometteuse pour la réalisation des couches externes du détecteur pixels
 - HGTD :
 - valorisation de compétences existantes
 - assemblage/connexions de Calice, senseurs à silicium de ITk
 - bénéfice de l'expertise ITk pour les tests en faisceaux

Points faibles

- Analyses de physique
 - Présence au CERN / prise de responsabilités importantes parfois limitée
 - en particulier pour le personnel universitaire
 - Postdocs via ANRs et financements non-perennes
 - Besoin d'amplifier nos sources de financement au-delà des contrats MESRI
 - Nombre limité de chercheurs sur certaines analyses
 - en particulier : top/jets
- R&D upgrades
 - ITk :
 - nombre relativement limité de FTE de physiciens permanents
 - surtout depuis 2021
 - un effort collectif de cibler des QTs pour compenser les départs
 - contributions d'étudiants et postdocs assez importantes
 - durées de contrats inférieures à celle du projet
 - ITk et HGTD :
 - ressources techniques du laboratoire actuellement limitées

Risques

- Analyses de physique
 - Baisse du nombre de financements de thèses
 - non-pérennisation de certaines sources (p.e. pour postdocs)
- R&D upgrades
 - ITk : délais dans le dessin et la fabrication de certains composants essentiels
 - HGTD : tension sur les ressources techniques → absence de redondance

Opportunités

- Analyses de physique
 - Synergies avec les laboratoires français et étrangers
 - Continuer d'explorer les pistes de collaboration (ANR, projets bi- et/ou multinationaux)
- R&D upgrades
 - ITk :
 - développements techniques intéressants au-delà du projet en soi
 - nombreux pays et fournisseurs impliqués
 - redondance, réduction des risques de défaillance d'un partenaire
 - HGTD :
 - proximité avec les laboratoires français impliqués, synergie des activités

- Physique du boson de Higgs
 - finaliser la publication de l'analyse $VH \rightarrow bb$ boosté
 - di-Higgs : montée en puissance avec l'ANR DIVE
- Recherches de matière noire au LHC
 - ALPs de courte durée de vie $X \rightarrow \gamma\gamma$ et LLPs avec $H \rightarrow Za$, $a \rightarrow \gamma\gamma$
 - dans le cadre de l'ANR DMwithLLPatLHC
- Physique du quark top : mesure de la masse du top : finaliser la publication
- Physique avec les jets
 - mesures de sections efficaces
 - études de la sous-structure des jets (Lund-jet plane) dans le cadre de l'ANR LEAP-physics
- Fin du projet de coopération CAPES-COFECUB avec le cluster ATLAS-Brésil
 - nouveau projet déposé, réponse attendue pour fin 2023
- HGTD et ITk : finalisation de la R&D, passage à la production puis intégration
 - suivant le calendrier d'installation lors du LS3 et commissioning pour le démarrage du Run-4 en 2029
- FCC / Futurs collisionneurs : renforcer l'équipe, développer les analyses de physique, et les activités de R&D

Groupe ATLAS, LPNHE Paris (novembre 2023)



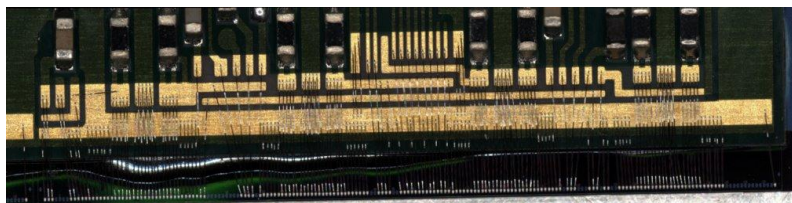
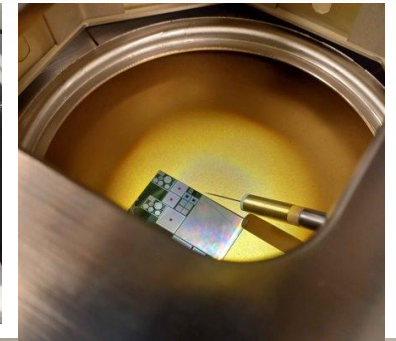
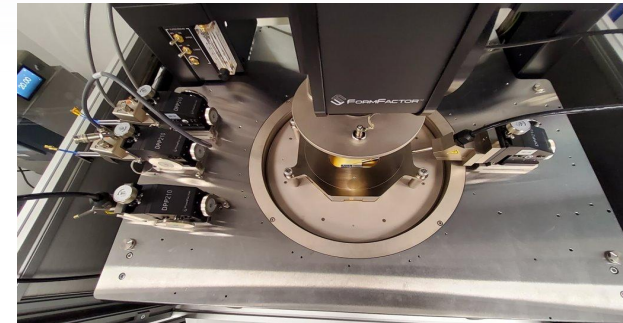
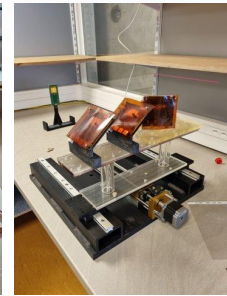
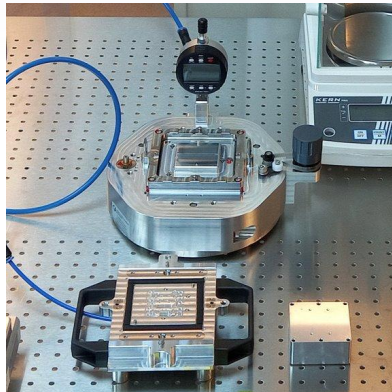
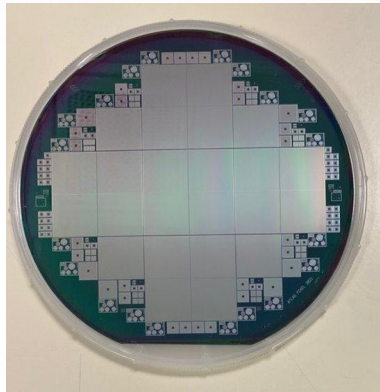
ITk backup

Points marquants sur l'année dernière : ITk

- (Pré)-production des senseurs terminée
 - dessin du senseur d'une des foundries
 - en collaboration avec l'équipe du LPNHE
- Pre-production des modules au labo
 - collage
 - wirebonding
- ITkPixV2 livrée et testée OK

- Nouvelle machine à pointes en modalité production
- Wirebonder maintenant en mode préproduction
- Nouvelle installation pour X-rays

New Tesla probestation	x-ray setup	wirebonding (BondTec 5832)
------------------------	-------------	----------------------------



6" wafer from FBK with planar pixel sensors designed in collaboration with LPNHE

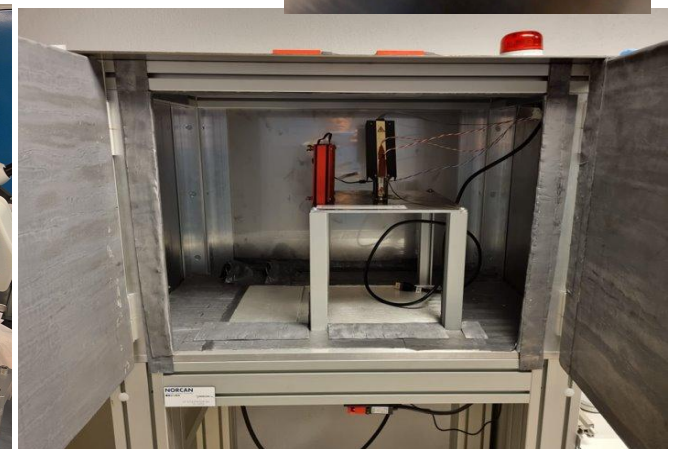
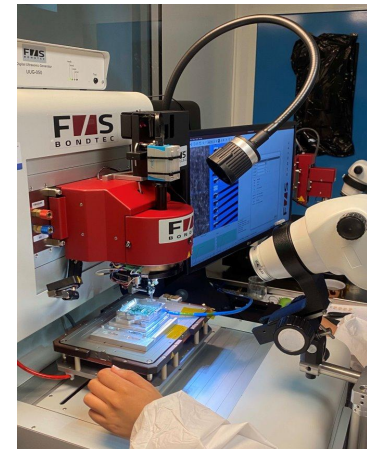
new gluing tool for module assembly

Testbeams and irradiations

wirebonding (BondTec 5832)

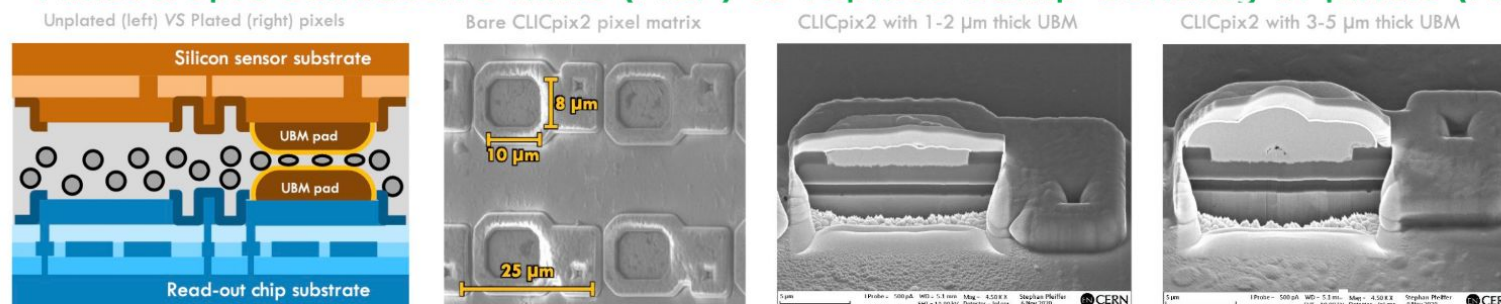
Setup at IRRAD for irradiation run

Setup at SPS H6 with ACONITE telescope



Faits Marquants ATLAS R&D extra

Anisotropic conductive films (ACF) to replace bump-bonding in pixels (AIDAInnova)



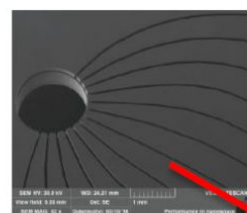
See: https://indico.cern.ch/event/1104064/contributions/4789884/attachments/2416826/4135907/svihra_AIDA2022_ACF_update.pdf

Very cost-effective technology for interconnection of FE and sensors

In-house post-processing (ENIG), mask-less

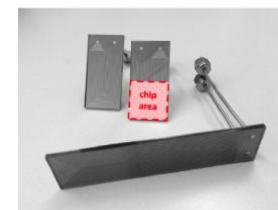
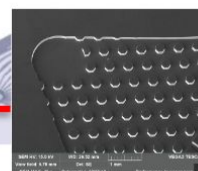
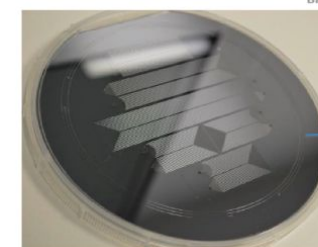
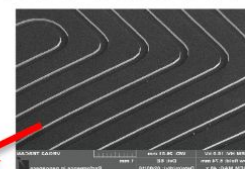
Microchannel blocks for cooling at future detectors

Prototypes produced by LPNHE with FBK



13 channels 200x120 μm
Silicon walls 500 μm
Inlet restrictions 60x120 μm : same length 6mm for all
Inlet outlet holes 1.6 mm diameter
Pillars in the outlet: 350 μm diameter

Details of the channel design



See: D. Hellenschmidt et al,
Nucl. Instrum. Meth. A 958 (2020) 162535

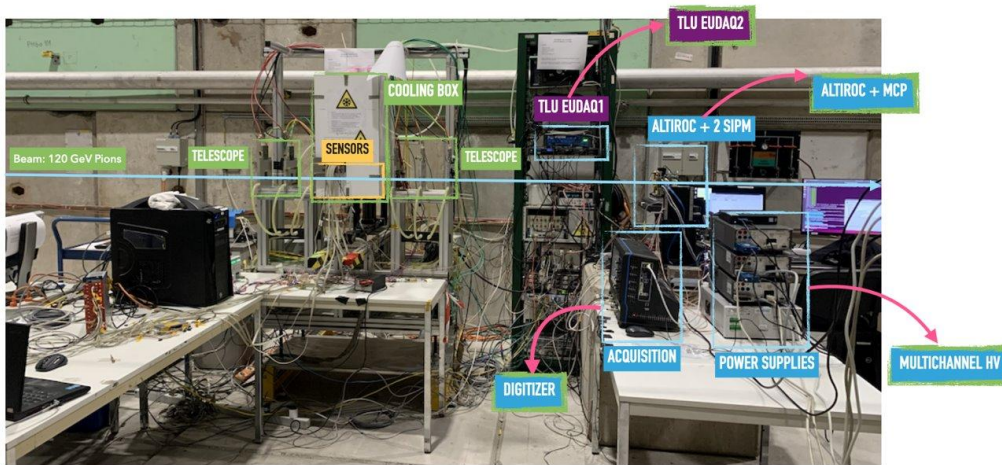
HGTD backup

Support units MoU : 50% LPNHE

- Pré-production 48 pièces (une de chaque type d'une face)
- Production totale 768 pièces – LPNHE 50% = 384 pièces
- LPNHE responsable du suivi de 50% de la production, réception, contrôles (vérification des critères d'acceptance) et envois aux sites de montage
- Contrôles séquencés en 8 batches (1 batch = 1 HGTD disk = 152 = 4x 48 types différents de support)
- Plan de définition des 48 plaques d'aspiration et de contrôle

Detector units MoU : 20% LPNHE = 154 DU

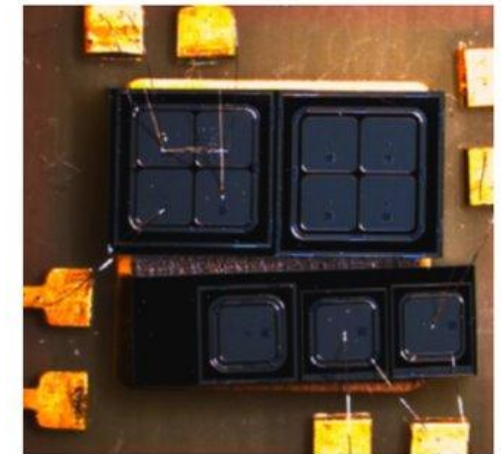
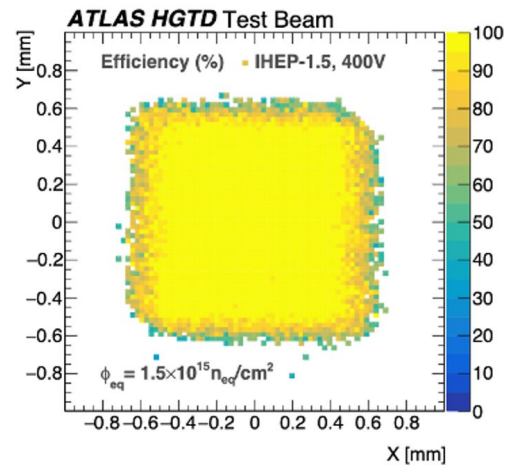
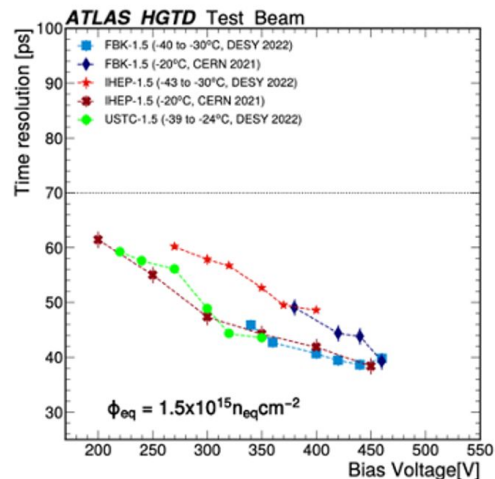
- Pré-production (5%) = 8 detector units
- 8 batches de production
- Production LPNHE totale = 154 DU soit 1600 modules à loader
- Deux CDD construction + supervisions + maintenance



Développements sur le setup en 2023

- Mise en œuvre des tests en faisceau
- Développement du setup
- Participation à la prise de données
 - (IN2P3 : ¼ shifts + coordination)
- Reconstruction des données
- Production des résultats :
 - Performance des LGAD
 - ASIC ALTIROC2

IME LGAD en juin 2023

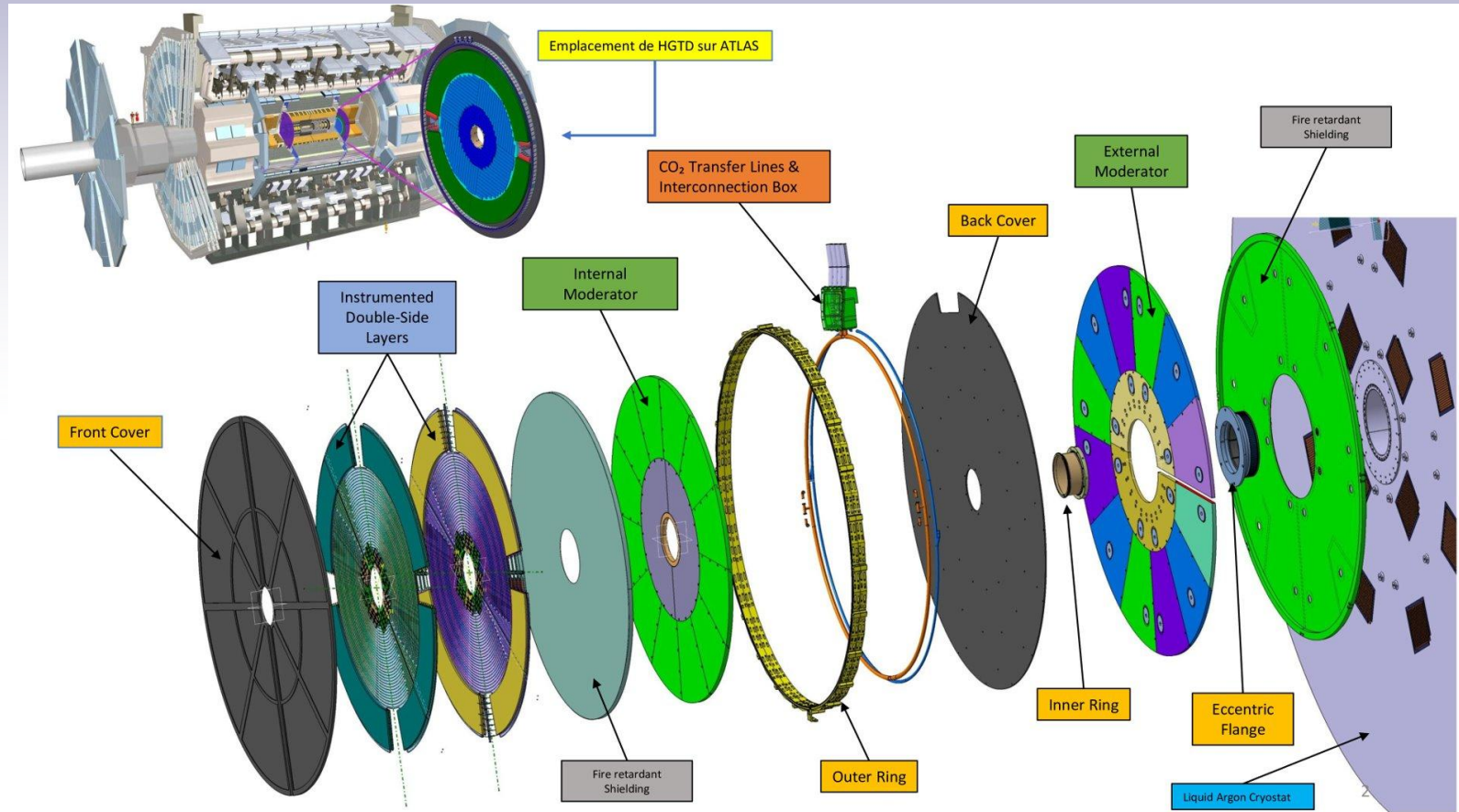
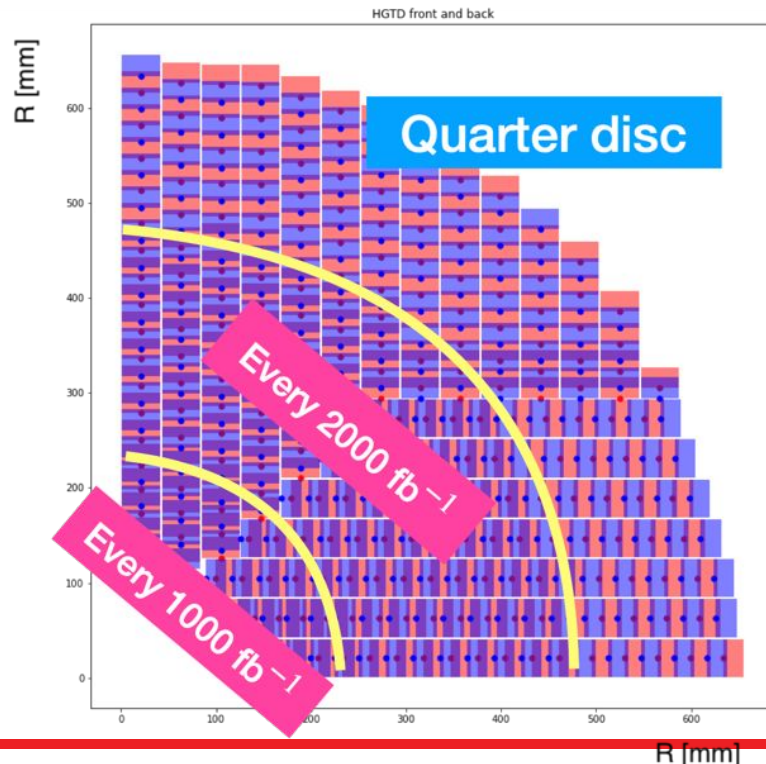


$$2.4 < \eta < 4$$

$$120 \text{ mm} < R < 640 \text{ mm}$$

$$z : \pm 3.5 \text{ m}$$

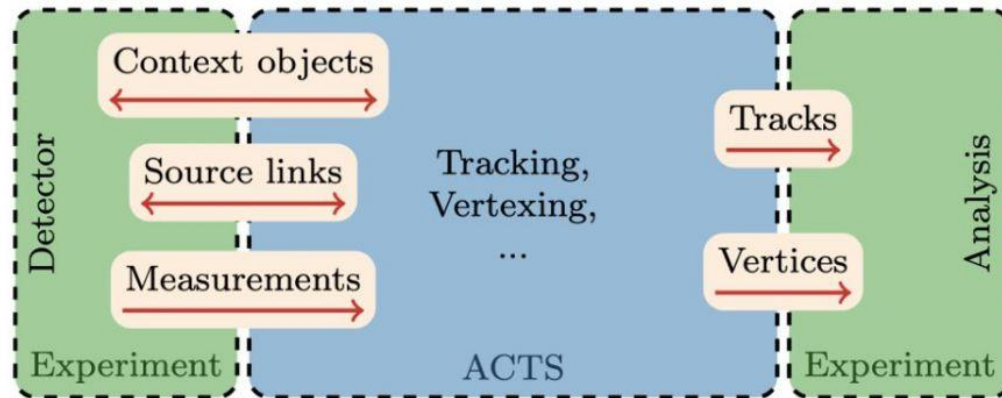
2 disques double face par end-cap



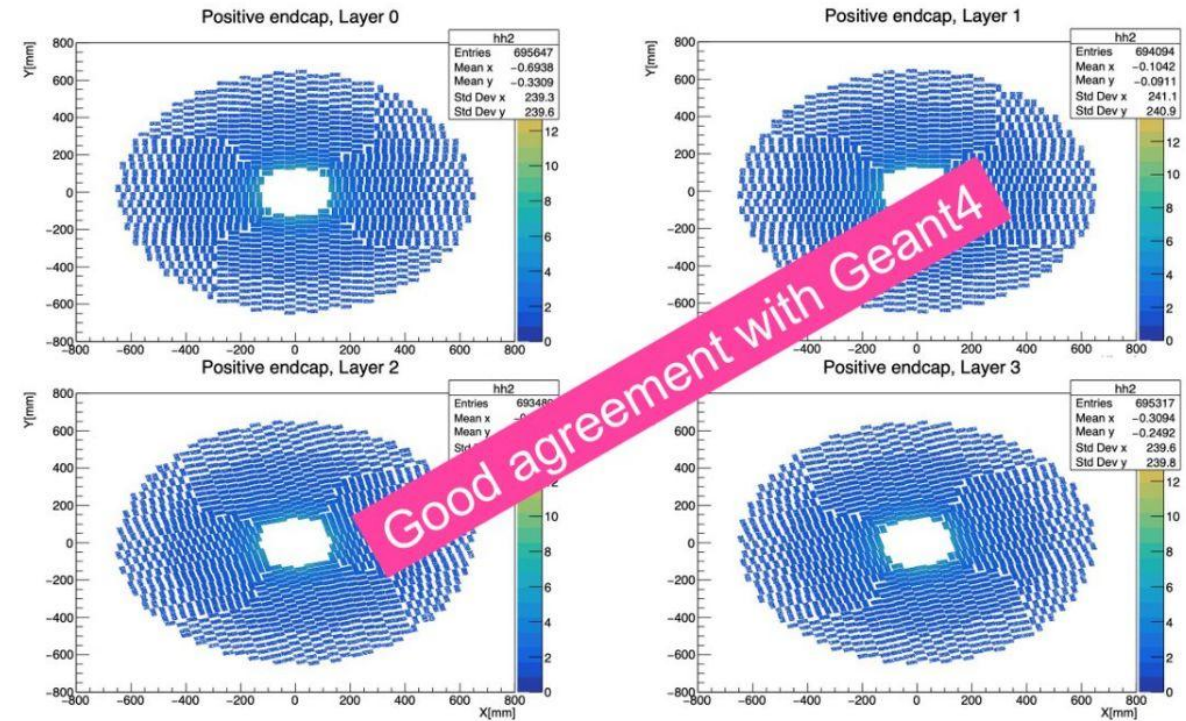
Expected fluence: $8.3 \times 10^{15} n_{eq} \text{ cm}^{-2}$ (w. safety factor 1.5)

=> **Replacement strategy** of the inner and middle ring:
maximum fluence of $2.5 \times 10^{15} n_{eq} \text{ cm}^{-2}$ per module

- Athena: large software project that gradually became **less maintainable** over time **especially for tracking!**
- In 2016, **tracking code extracted from Athena** => a basis of A Common Tracking Software (**ACTS**)
- Current ACTS: **experiment-independent toolkit** for **particle track reconstruction** implemented in **modern C++**, uses the industrial software standards



- Will be used in the **HL-LHC operation of ATLAS** : possibility to exploit modern computing architectures (GPUs); the **4D-tracking** algorithms (including timing provided by HGTD)
- ACTS compatible tracking geometry of ATLAS (including HGTD) needs to be constructed



Etudes du cross-talk dans le LAr

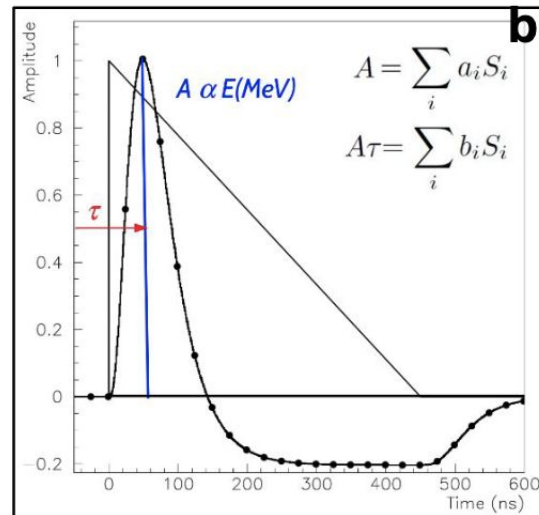
XT corrections in LAr Calorimeter for energy and time

M. Hufnagel, B. Laforge, M. Santos, E. de Souza

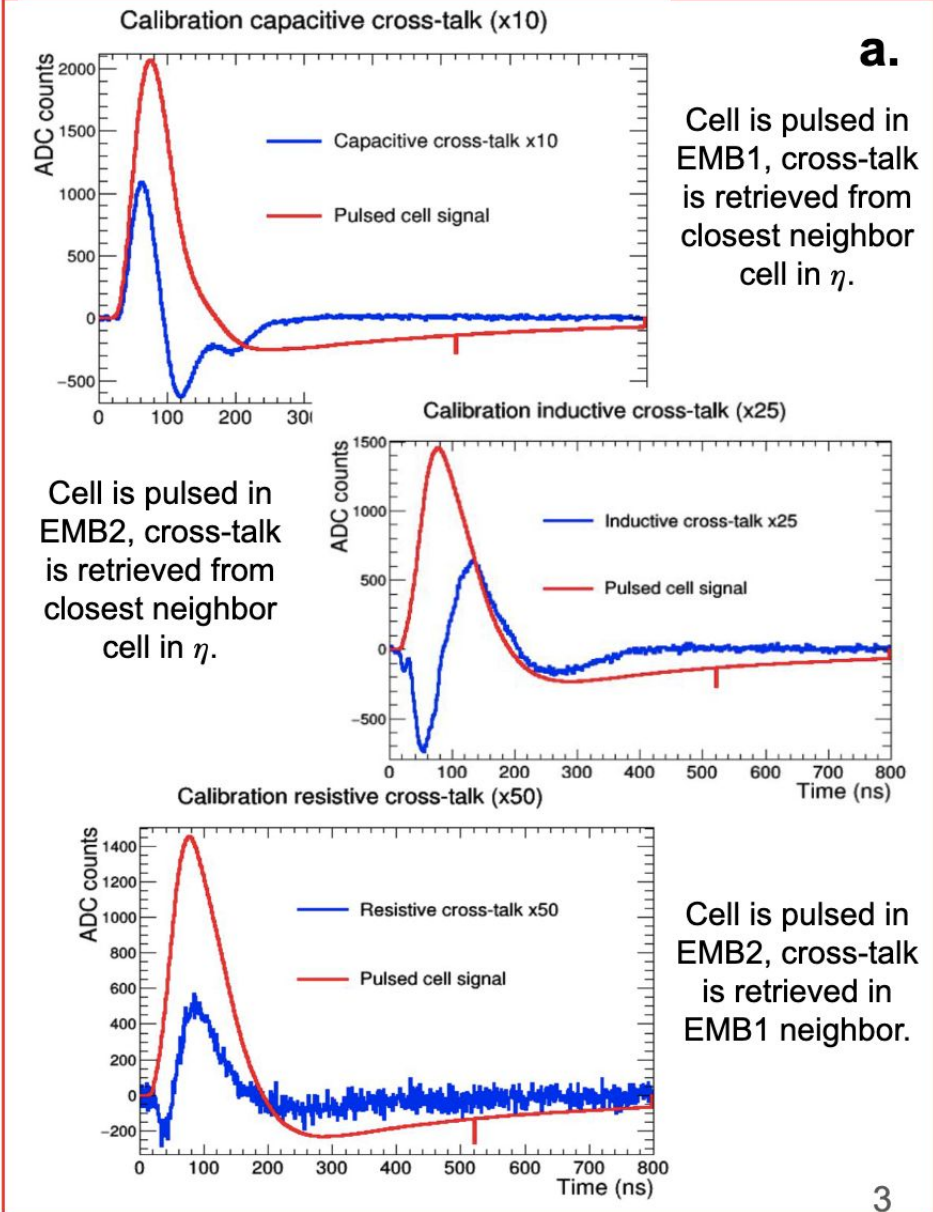
Cross-talk effects in the LAr EM barrel

The ATLAS performance could still be improved by correcting several undesired effects in the detector that spoil the measurement accuracy.

- Among all possible effects that could reduce these performances, the cross-talk¹ can affect reconstruction of shower variables.
 - a. It can occur at electrode level between cells belonging to the same region of the calorimeter or directly somewhere along the electronic readout chain.
 - b. This distortion of the shape thereby induces a certain bias on energy and time because OFCs are estimated using a known signal shape (without cross-talk) in each cell.
 - c. Inducing lateral and longitudinal distortions, can affect some shower shapes reconstruction.

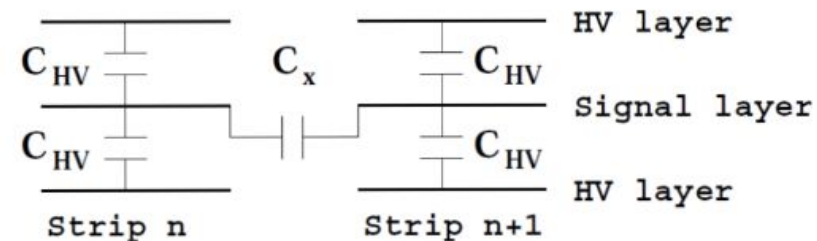
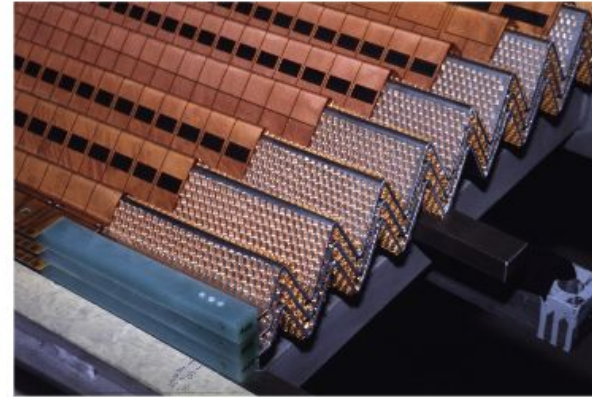
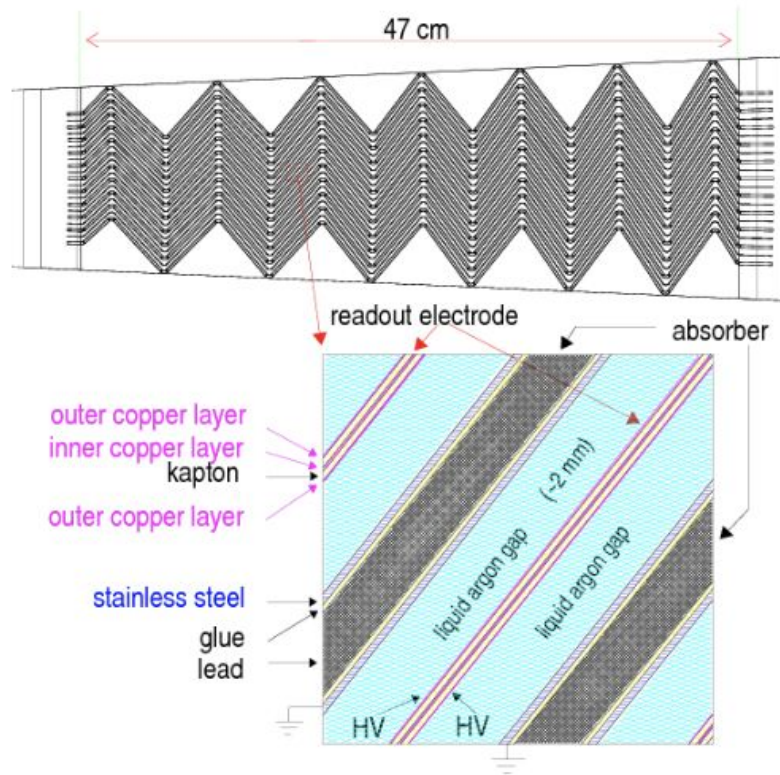


¹Cross-talk is the charge sharing among different electronic cells of the calorimeter due to non-desired connections in the readout chain



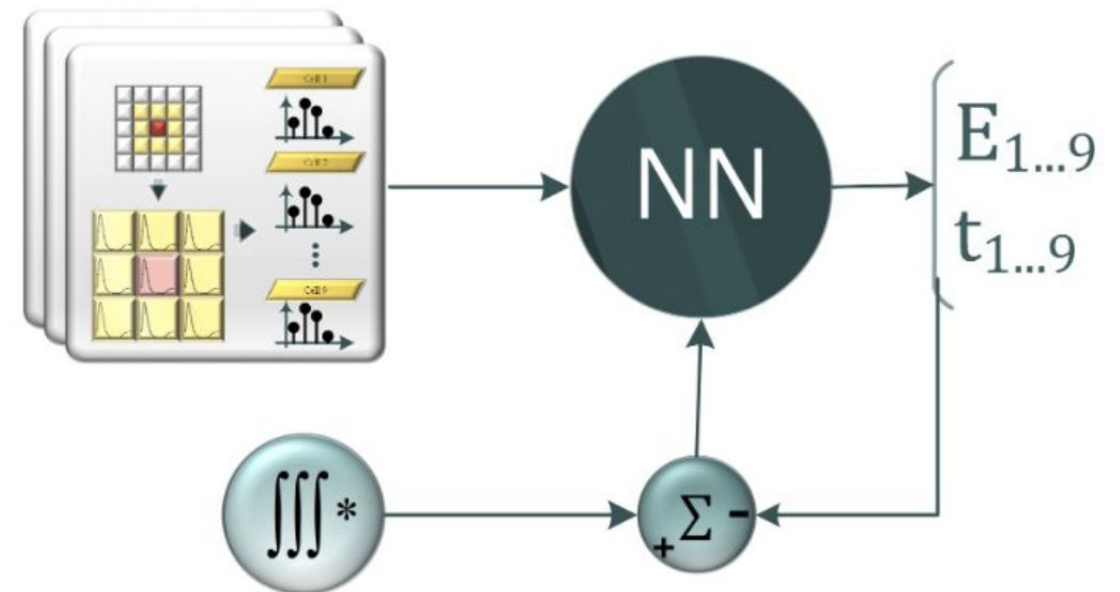
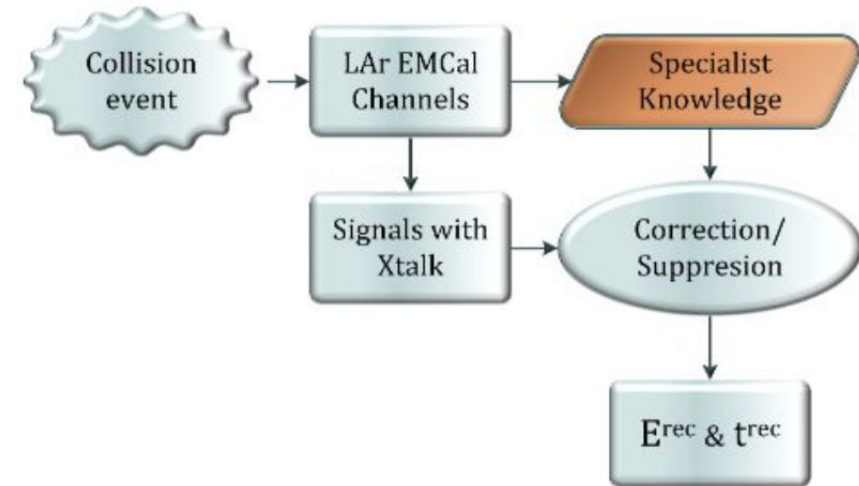
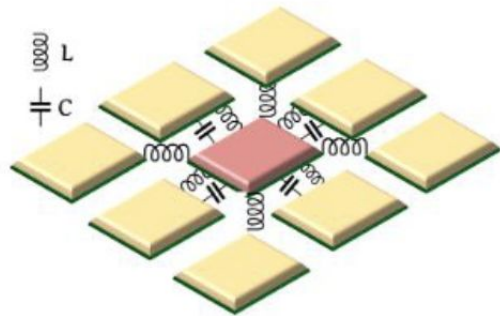
- There are three types/sources of interference (Xtalk) between cells on EMCal:

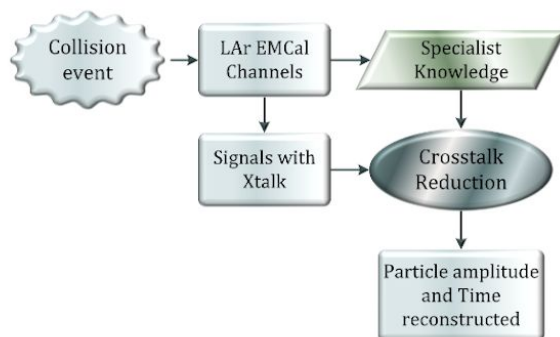
- Resistive: 0.41% of $G(t)$;
- Inductive: 2.36% of $G(t)$;
- Capacitive: 7.4% of $G(t)$.



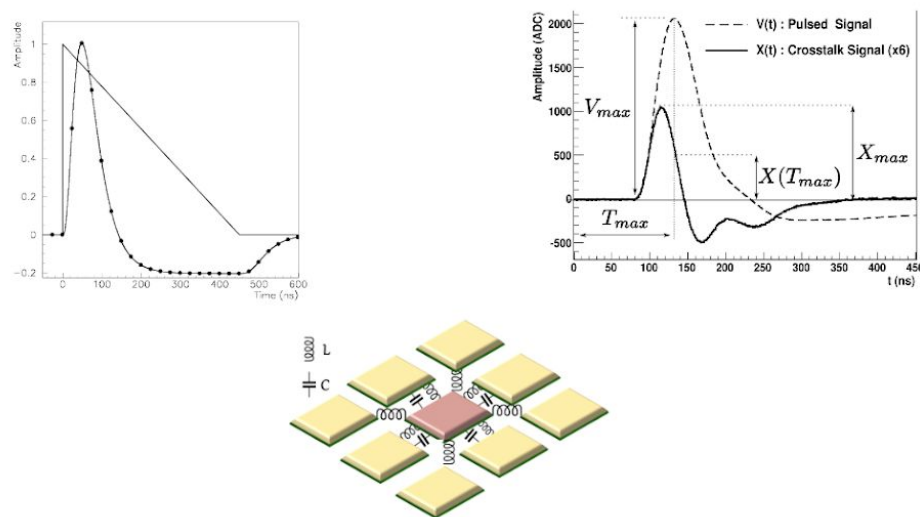
ML Techniques can learn the Cross-talk?

- A calorimeter cluster simulator with cross-talk model was built by Marton[\[a,b,c\]](#) and Mykola[\[d,e,f,g\]](#) in order to study ML approaches in energy and time correction.
- It were applied supervised methods regarding the truth time and energy as targets.
- Results shown that the network could improve both time and energy reconstruction for the cells, in the presence of a cross-talk model.



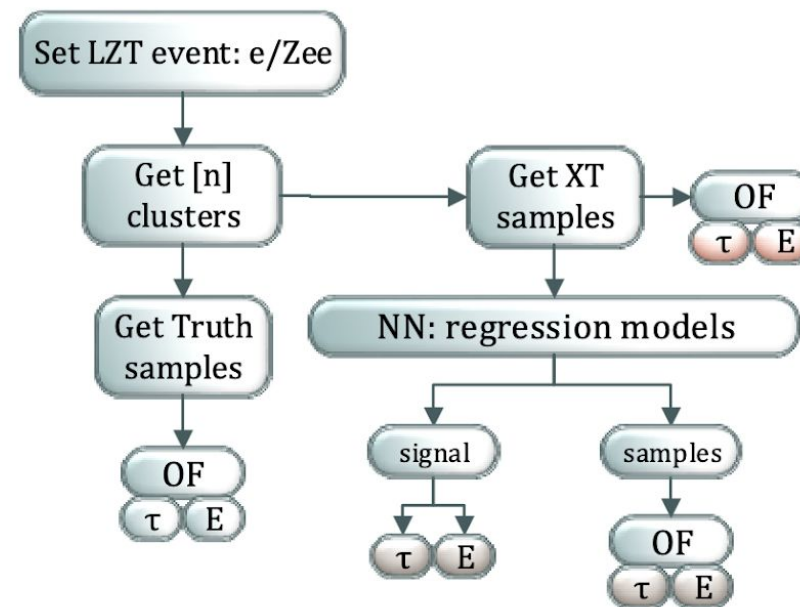


- XT insert a peak time-shifting and changing the amplitude of calibration signal of a cell;
- First-order XT coupling on the interest cell (RED) by the first neighborhood:



$$S_i^k = E_i^k + \sum_{m=1}^4 XT_{Ci}^{m \rightarrow k} + \sum_{n=1}^8 XT_{Li}^{n \rightarrow k} + n_i^k$$

- S_i^k is the sample signal i on the k cell; E_i^k is the true energy; XT_{Ci} , sample i for capacitive coupling; XT_{Li} , sample i for inductive coupling, and n_i : sample noise on the k cell.



- **Goal:** Mitigate the XT influence on the ATLAS LAr calorimeter cells using EMshower simulator.

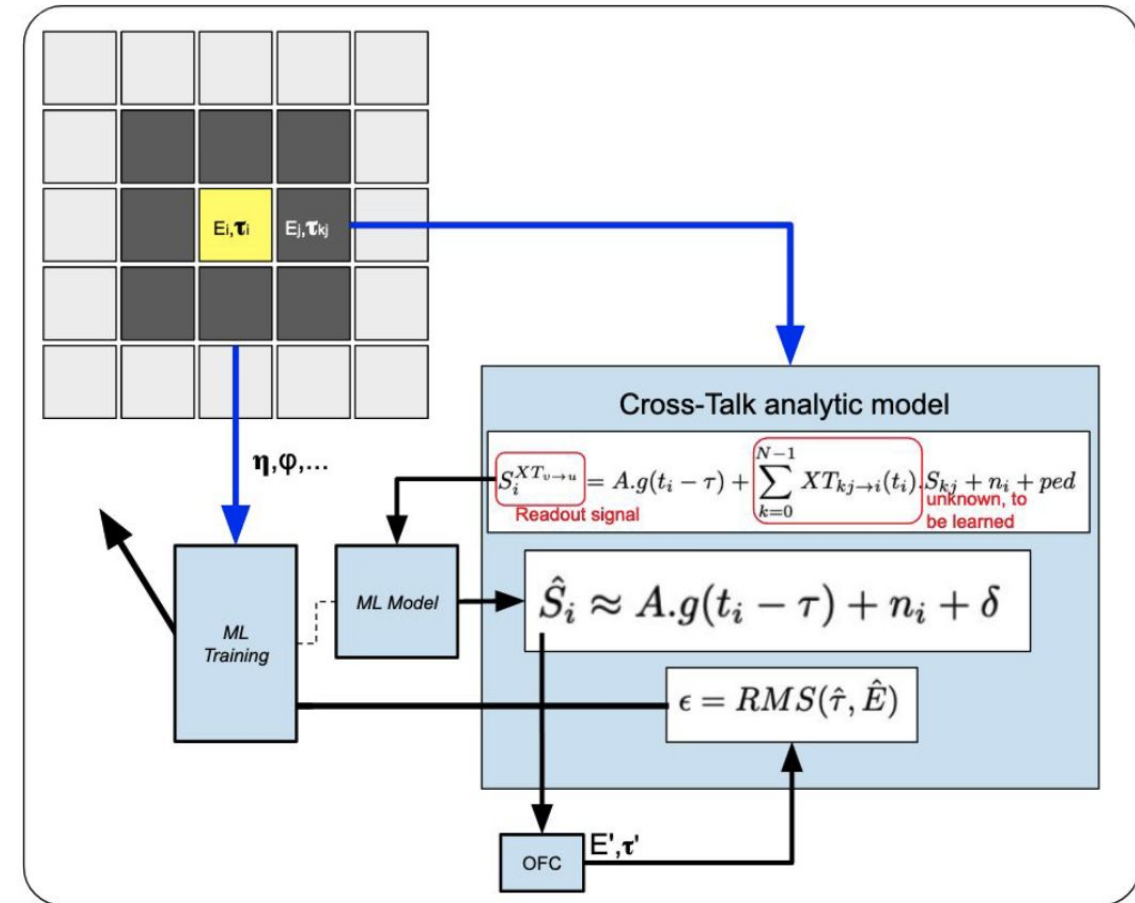
Very optimistic since we do not have a XT model !

Using Lorenzetti simulated Data with XT and applying a supervised learning **with truth samplings** to correct the measured samples, one can show that **NN have the power to learn how to correct time reconstruction**:

LZT - Regression using a NN to get time					
	Target	OF		[100 – 43–34–26–18 – 25] Neur.	
	Time	Time	RMSE	Time	RMSE
Cell 11	0.51 ± 0.50	$116.64 \pm 1.17\text{e}+02$	116.64	0.50 ± 0.49	$9.29\text{e}-02$
Cell 12	0.51 ± 0.50	$140.50 \pm 1.40\text{e}+02$	140.50	0.50 ± 0.49	$8.88\text{e}-02$
Cell 13	0.51 ± 0.50	$577.73 \pm 5.78\text{e}+02$	577.73	0.50 ± 0.49	$9.47\text{e}-02$
Cell 21	0.51 ± 0.50	$2.85 \pm 2.80\text{e}+00$	2.79	0.50 ± 0.49	$9.20\text{e}-02$
Cell 22	0.51 ± 0.50	$0.54 \pm 5.14\text{e}-01$	0.15	0.50 ± 0.49	$8.02\text{e}-02$
Cell 23	0.51 ± 0.50	$2.18 \pm 1.61\text{e}+00$	2.06	0.50 ± 0.49	$9.43\text{e}-02$
Cell 31	0.51 ± 0.50	$69.39 \pm 6.94\text{e}+01$	69.38	0.50 ± 0.49	$9.36\text{e}-02$
Cell 32	0.51 ± 0.50	$105.10 \pm 1.05\text{e}+02$	105.09	0.50 ± 0.49	$8.90\text{e}-02$
Cell 33	0.51 ± 0.50	$205.50 \pm 2.05\text{e}+02$	205.50	0.50 ± 0.49	$9.46\text{e}-02$
	EMshower	RMSE	17.5 ns	RMSE	$7.34\text{e}-02$ ns = 73 ps !
Huge improvement !					

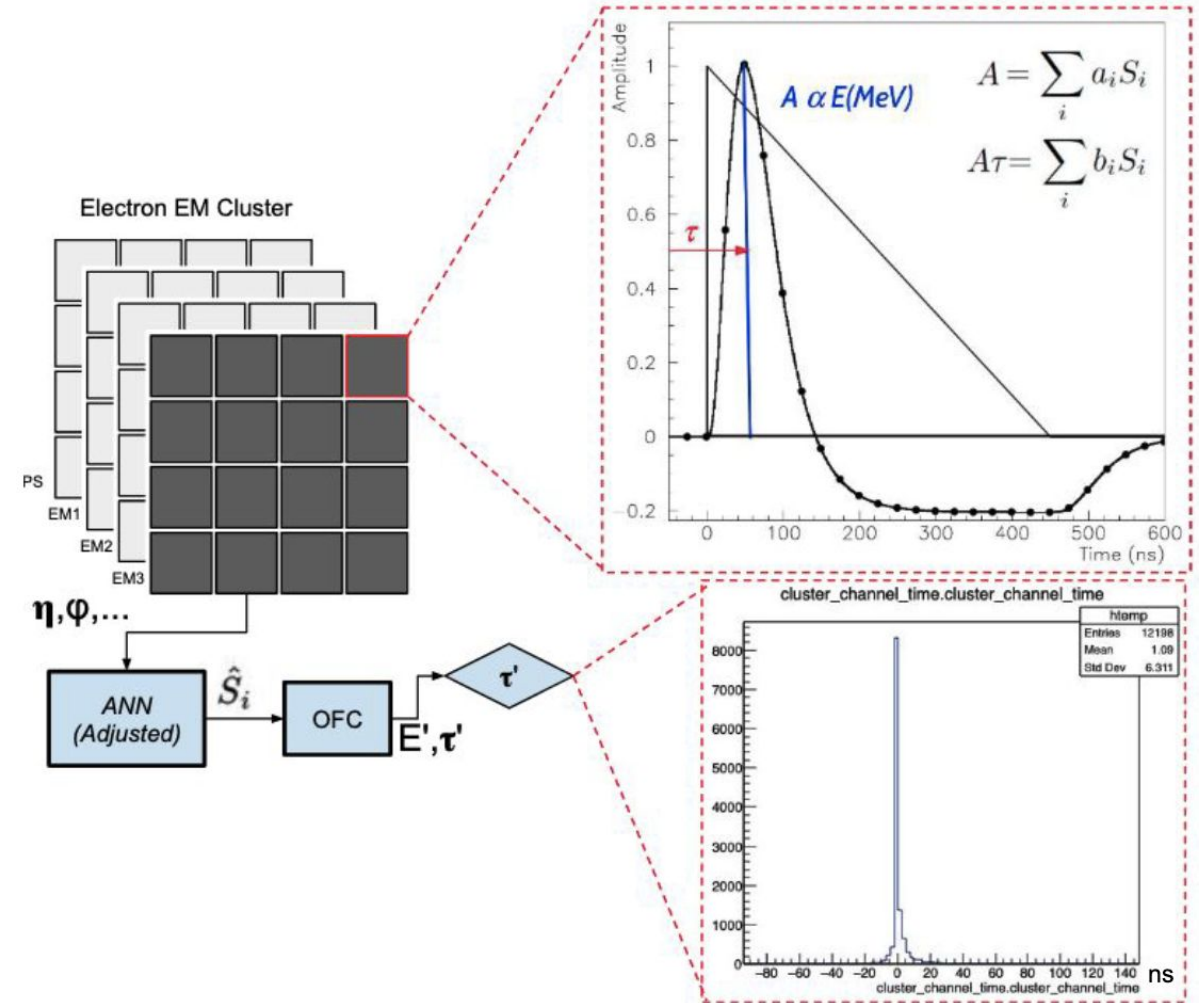
ML Techniques can learn the Cross-talk?

- Proposal to learn directly from the data:
 - The XT term is a highly complex function, which can be approximated by a ML algorithm.
 - It could learn the cross-talk contribution part in the overall distortion of the EM cluster timing and energy.
 - The training process can be done by minimizing the spread of the timing distribution in a cluster.
 - A correction sample-by-sample should be performed to minimize the digitized counterpart of the cross-talk waveform which is superimposed to the readout signal.



ML Techniques can learn the Cross-talk?

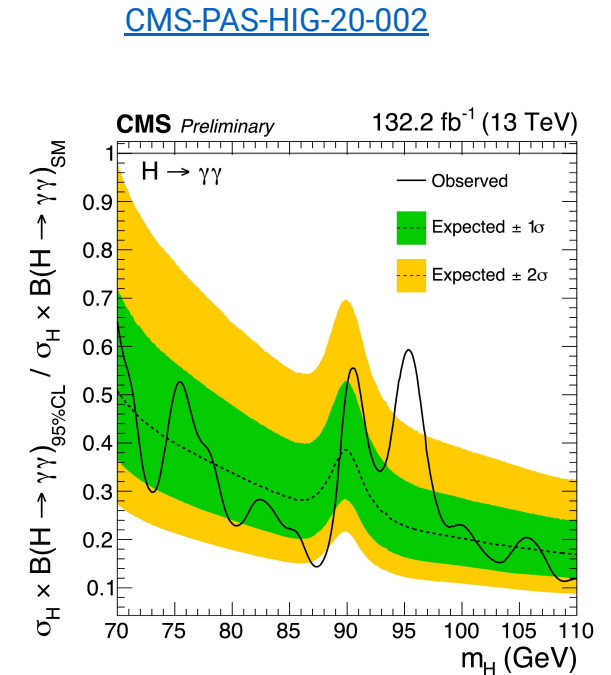
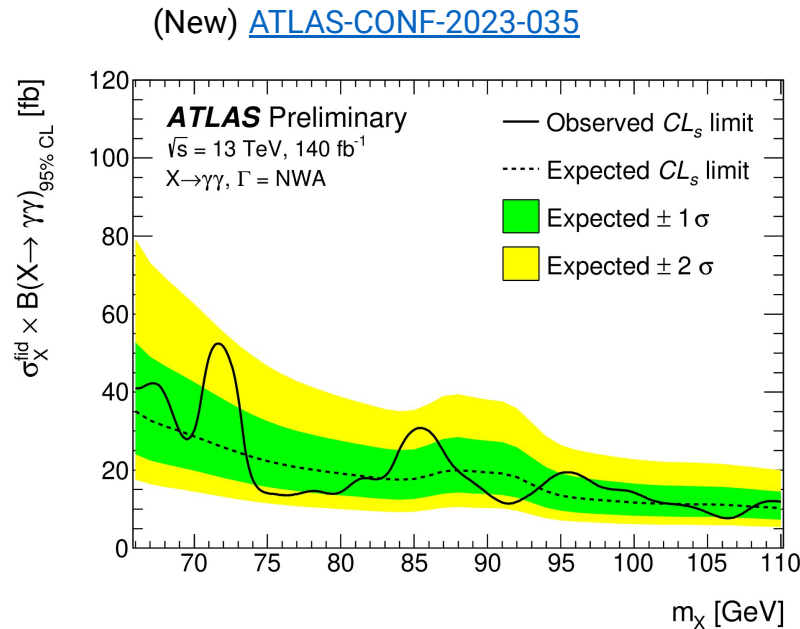
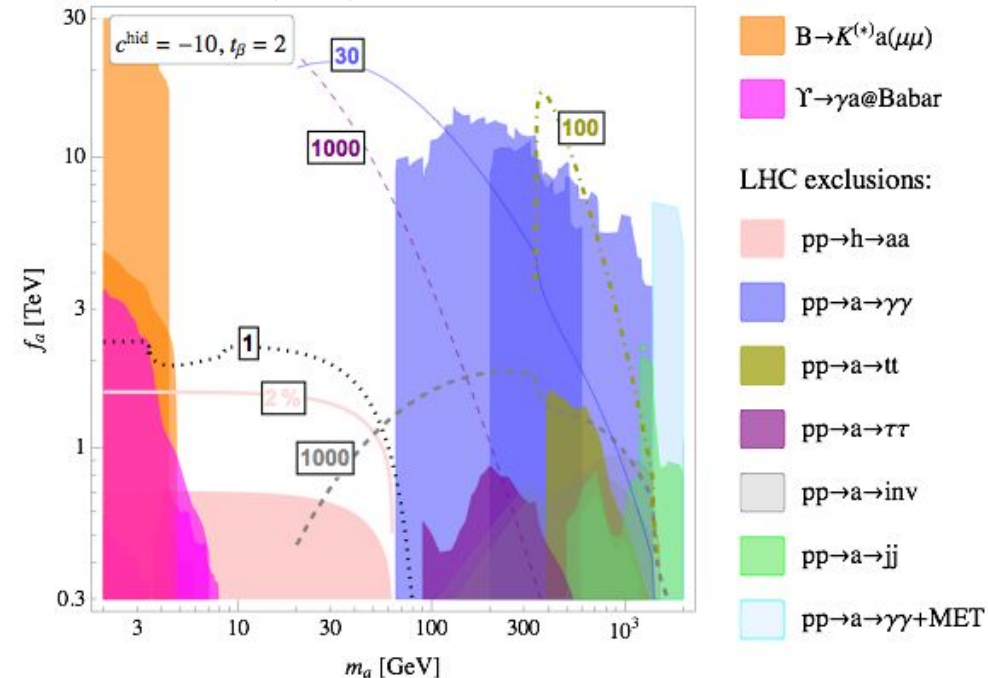
- After the training process, the ANN can be applied with the OFC's or even absorb them inside its own weights.
- Other variables as η and ϕ can be used by the model in order to help to correlate the cross-talk effects and the cell position inside the cluster.



- Several proposals for resonant Axion-Like Particles within the LHC mass reach
 - pNGBs associated to a spontaneously broken approximate symmetry above the TeV scale
- main interest as a possible DM mediator due to its weakly interacting nature
- ALPs below the Higgs mass would couple predominantly to gluons and photons
 - LHC is the natural laboratory to search for them !
- existing search gap in $\gamma\gamma$ channel resonance searches
- goal: push the current 65 GeV limit towards lower masses, close the gap as much as possible !

[Phys.Rev.Lett. 119 \(2017\) 14, 141804](#)

[Phys.Lett.B 783 \(2018\) 13-18](#)



Equipe MIF :

Masses et Interactions Fondamentales

Bilan 2017-2022

Visite HCERES au LPNHE, 4 et 5 décembre 2023

José Ocariz, Université Paris Cité and LPNHE

on behalf of the MIF group