

Visite HCERES
4 décembre 2023



Dans cette présentation

- Organisation de l'équipe
 - Composition de l'équipe
 - D'autres informations sur l'équipe (contrats, collaborations...)
- Thèmes de l'équipe et faits marquants associés
 - *Science drivers* et résumé des thèmes
 - Activités d'analyse
 - Activités techniques pour les upgrades de LHCb
- Recommandations du dernier rapport HCERES
- Responsabilités
- Résumé de la production scientifique
- Trajectoire de l'équipe

Composition de l'équipe (1/10/23) (I)

Permanents

Prénom / Nom	Statut	Période	Commentaire	Activité
Eli Ben-Haïm	PR (HDR) – SU	07/2010 -	Responsable d'équipe	Ana Upgrade
Mat Charles	MdC (HDR) – SU	09/2013 -		Ana
Pascal Vincent	PR (HDR) – SU	01/2020 -		Ana
Luigi Del Buono	CRHC (75%)	02/2005 -		Upgrade
Vava Gligorov	DR2 (HDR)	02/2016 -	Resp. ERC RECEPT	Ana Upgrade
Francesco Polci	CRCN	10/2011 -	HDR en préparation	Ana Upgrade
Pierre Billoir	Emérite (50%) (HDR)	06/2015 -		Upgrade
Nabil Garroum	IR informaticien (90%)	07/2021 -	RTA	Upgrade
Jean-Luc Meunier	IR électronicien (20%)	01/2018 -	SciFi	Upgrade
Aurélien Rayre-Bailly	IR informaticien (40%)	01/2021 -	RTA	Upgrade

Doctorants

Prénom / Nom	Statut ; projet (ANR/ERC)	Période	Thèmes principaux	Activité	
Renaud Amalric	Doctorant (3 ^{ème} année) ENS (Directeurs: E. Ben Haïm, M. Charles)	09/2021 – 08/2024	BnoC **, analyse des 1 ^{ères} données du Run 3, SciFi	Ana Upgrade	
Aloïs Caillet	Doctorant (1 ^{ère} année) Bourse ED (Directeurs: F. Polci, P. Vincent)	10/2023 – 09/2026	LFU, Vub Scifi/RTA ?	Ana Upgrade	A
Anthony Correia	Doctorant (2 ^{ème} année) ANR ANN4EUROPE (Directeur: V. Gligorov)	10/2022 – 09/2025	LFU, RTA	Ana Upgrade	
Tommaso Fulghesu	Doctorant (3 ^{ème} année) IN2P3 (Directeurs: F. Polci, P. Vincent)	10/2021 – 09/2024	LFV, RTA	Ana Upgrade	
Edoardo Mariani	Doctorant (1 ^{ère} année) Bourse IPI (Directeurs: E. Ben Haïm, M. Charles)	11/2023 – 10/2026	BnoC**, RTA	Ana Upgrade	A

* Pourcentages valables pour la période 1- 6/2023

** désintégrations en trois corps sans charme

A = Arrivée à partir de 1/9/23 D = Départ d'ici la fin de l'année

Composition de l'équipe (II)

Un autre doctorant : **Fotis Giasemis**, un étudiant financé par ITN SMARTHEP, est arrivé en 10/2022. Il travaille au LIP6, co-encadrement par Vava, et Bertrand Granado

Départs 1/9/22-1/10/23

Prénom / Nom	Statut ; projet (ANR/ERC)	Période	Thèmes	Activité	Devenir
Marianna Fontana	CDD ERC RECEPT	09/2020 – 11/2022	LFU, RTA	Ana Upgrade	Poste permanent INFN
Cristina Agapopoulou	CDD ERC RECEPT	11/2020 – 12/2022	LFU, RTA	Ana Upgrade	(Cern Fellow), CRCN
Lukas Calefice	Doctorant ERC RECEPT Cotutelle avec TU Dortmund (Co-Dir: V. Gligorov)	10/2020 – 03/2022 Soutenance : 12/2022	(ERC)	Ana Upgrade	Postdoc LHCb, Barcelonne
Alessandro Scarabotto	Doctorant (3 ^{ème} année) ERC RECEPT (Dir: V. Gligorov)	09/2020 – 08/2023	LFU, RTA	Ana Upgrade	Postdoc LHCb, Dortmund
Olivier Le Dortz	IR HC électronicien (60%)	06/2013 – 04/2023	SciFi	Upgrade	→ LLR

D'autres membres du groupe (2017-2022)

- EC : Arnaud Robert (2017-2019)
- Postdocs ERC : Renato Quagliani (2017-2021), Dorothea vom Bruch (2017-2020), Sevda Esen (2021)
- Postdocs ANR : Giulio Dujany (2017-2018), Steffen Waber (2019-2020)
- Doctorants : voir page suivante
- Plusieurs visiteurs étrangers pour des périodes de plusieurs mois

Devenir des 9 postdocs qui sont passé.e.s par l'équipe (depuis 2010) :

6 postes permanents, 1 LD CERN, 1 secteur privé, 1 postdoc

Lauréats de plusieurs prix et distinctions parmi les postdocs et les doctorants (Dorothea x2, Giulio, Florian)

D'autres informations sur l'équipe

Résumé de la composition de l'équipe le 1/10/2023

- 3 EC, 3 CR, 1 émérite, 0 post-docs, 3 doctorants + 2 qui vont démarrer + 1 doctorant LIP6
- 12 signataires à présent, ~9 ETP (incluant Fotis)

Collaborations à souligner

- UNAL-Bogota (Colombie) – *Associate member* de LHCb
 - LIP6 (Sorbonne Université) sur le projet RTA – depuis 7/2020
- Contact : Bertrand Granado
Projet commun : ITN SMARTHEP

Résumé des projets depuis 2017

- **ANR ReViSaL 10/16-12/20** (Francesco)
- **ERC RECEPT 09/17- 9/23** (Vava)
- **ANR franco-allemand ANN4EUROPE** (Vava), entre LPNHE-FIAS (Francfort) autour de la reconstruction avec des NN, 2 thèses (1 pour LPNHE – Antony Correia). Le partenaire allemand travaille sur l'expérience CBM à Darmstadt.
- **ITN SMARTHEP** finance la thèse LHCb de Fotis Giasemis, en co-direction avec LIP6

Thèses soutenues depuis 2017

- Alessandro Scarabotto (8/2023)
- Lukas Calefice (12/2022)
- **2017-2022 : Thomas Grammatico (2022), Florian Reiss (2020), Da You Tou (2020), Emilie Bertholet (2019), Andrea Mogini (2018)**

Science drivers et résumé d'activités

- *Science drivers* :
 - Recherche de nouvelle physique dans la frontière de la haute intensité
 - Etude de la symétrie matière antimatière, des transitions entre saveurs et des désintégrations rares
 - Comprendre la structure et les origines des propriétés des hadrons
- Activités principales :
 - Analyse de données de LHCb
 - Electronique back-end du trajectographe SciFi pour l'Upgrade 1 de LHCb
 - Rôle fondateur et leader du projet Real Time Analysis (RTA) : nouveau système de déclenchement logiciel avec reconstruction de traces en temps réel, exploitant l'IA
 - R&D sur le futur upgrade 2 de LHCb
- Forte implication dans la collaboration LHCb
 - 7 L1, 3 L2, plusieurs autres rôles de responsabilité
 - Contribution à différents rôles dans la salle de contrôle : nous sommes systématiquement classés parmi les premiers contributeurs de la collaboration !
 - Participation au processus de revue d'analyse
- Forte implication dans l'université et la communauté scientifique

Activités Scientifiques (I)

Analyse

- Deux axes principaux d'analyse: LFV/LFU + désintégrations rares ; désintégrations hadroniques sans particule charmée investissement principal dans les analyses *core*
- Nous poursuivons la logique de nos analyses du Run I-II en allant dans la direction qu'elles indiquent pour la recherche de nouvelle physique avec les données du Run III

LFV/LFU + désintégrations rares + V_{ub} (10 analyses)

- Mesure des rapports $R(K^{(*)0}) = BF(B^{+0} \rightarrow K^{(*)0} \mu^+ \mu^-) / BF(B^{+0} \rightarrow K^{(*)0} e^+ e^-)$
- Recherche de violation de la saveur leptonique : $B^+ \rightarrow K^+ e^+ \mu^-$, $B^0 \rightarrow K^{*0} \tau^+ \mu^-$, $B^0 \rightarrow K^{*0} \tau^+ e^-$,
- Mesure du rapport $R(D^*) = BF(B^+ \rightarrow D^{*0} \mu^+ \nu) / BF(B^+ \rightarrow D^{*0} e^+ \nu)$
- Mesure du rapport $BF(D^0 \rightarrow h^+ h^- \mu^+ \mu^-) / BF(D^0 \rightarrow h^+ h^- e^+ e^-)$ ($h=K, \pi$)
- Mesure du rapport $BF(K^+ \rightarrow \pi^+ \mu^+ \mu^-) / BF(K^+ \rightarrow \pi^+ e^+ e^-)$
- Recherche de la désintégration $D^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$
- Mesure de V_{ub} dans $\bar{B}_s^0 \rightarrow K^- \mu^+ \nu_\mu$ (à terme avec d'autres leptons, test LFU)
- Recherche d'oscillations du Ξ_b^0 violant le nombre baryonique

$B^+ \rightarrow K^+ e^+ \mu^-$, (arXiv:1909.01010) publié dans PRL

→ Limite amélioré par 1 ordre de grandeur

$B^0 \rightarrow K^{*0} \tau^+ \mu^-$, (arXiv:2209.09846) publié dans JHEP

→ La meilleure limite pour une transition $b \rightarrow s \tau \mu$

$D^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$, (arXiv:2212.11203) PRL

→ La meilleure limite sur un processus FCNC dans le secteur du charme

$R(K^{(*)0})$, (arXiv: 2212.09152, arXiv: 2212.09153) publié dans PRL+PRD

→ Première mesure simultanée avec K^+ et K^{*0} .

Activités Scientifiques(II)

Analyse

Désintégrations « sans charme » (2 analyses)

- BF de $B_{d,s} \rightarrow K_S h^+ h^-$ ($h=K, \pi$)
- Analyse en amplitude de $B_d \rightarrow K_S K^+ K^-$

QCD et modèle standard (2 analyses)

- Recherche de $\Xi_{cc}^+, \Xi_{cc}^{++}$
- Section efficace de production de D^{*+} et D^0 : validation de la chaîne d'analyse avec les premières données de Run 3 (nos canaux: $D^0 \rightarrow K_S \pi^+ \pi^-$, $D^0 \rightarrow K_S K^+ K^-$)

Collaboration en France (pour l'ensemble des analyses) :
IJCLab, CPPM, Clermont-Ferrand

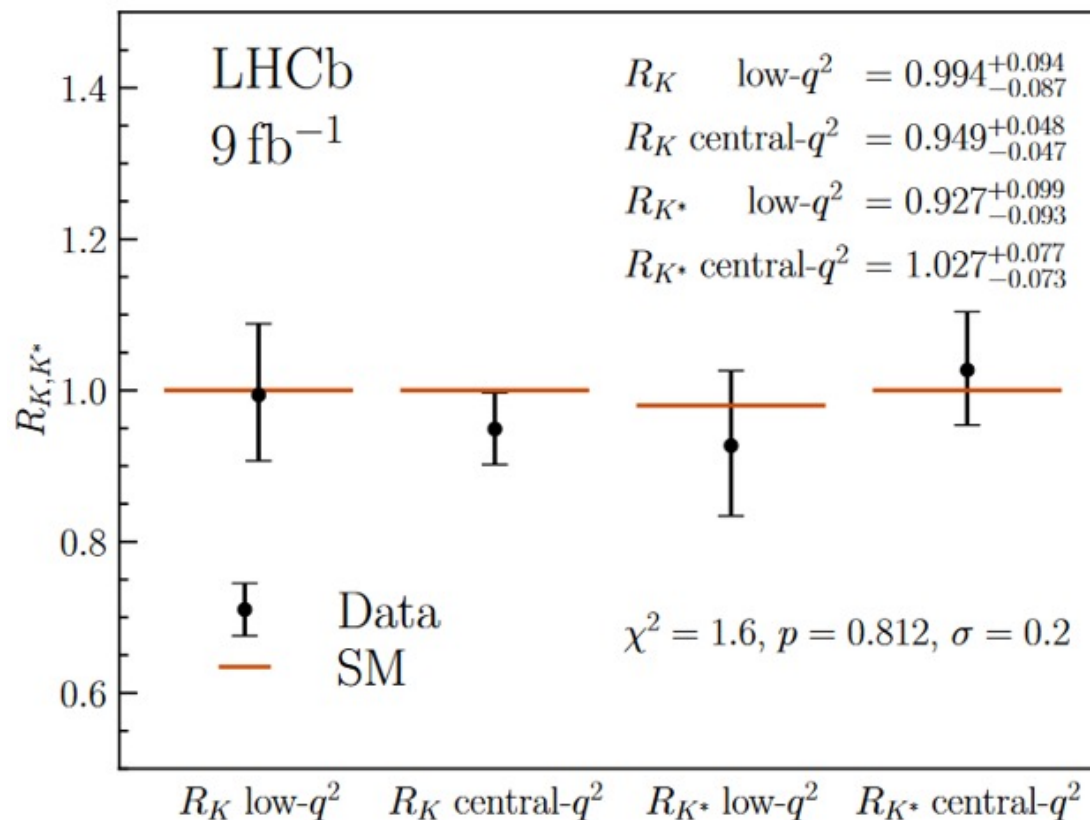
Collaboration à l'étranger (pour l'ensemble des analyses) :
Aachen, Birmingham, CERN, Cincinnati, Cracovie, Dortmund, Edimbourg, Heidelberg, Maastricht, Manchester, Milan, Tsinghua, UNAL-Bogota, Valencia, Warwick

Fait marquant : $R_{K(*)}$

Nouvelles mesures, les premières simultanées, des rapports R_K et R_{K^*} avec toutes les données des Runs 1+2 (2011-2018), dans deux intervalles de q^2 : “low- q^2 ” ($0.1 < q^2 < 1.1 \text{ GeV}^2$), et “central- q^2 ” ($1.1 < q^2 < 6.0 \text{ GeV}^2$). Les résultats sont compatibles avec les prédictions du modèle standard.

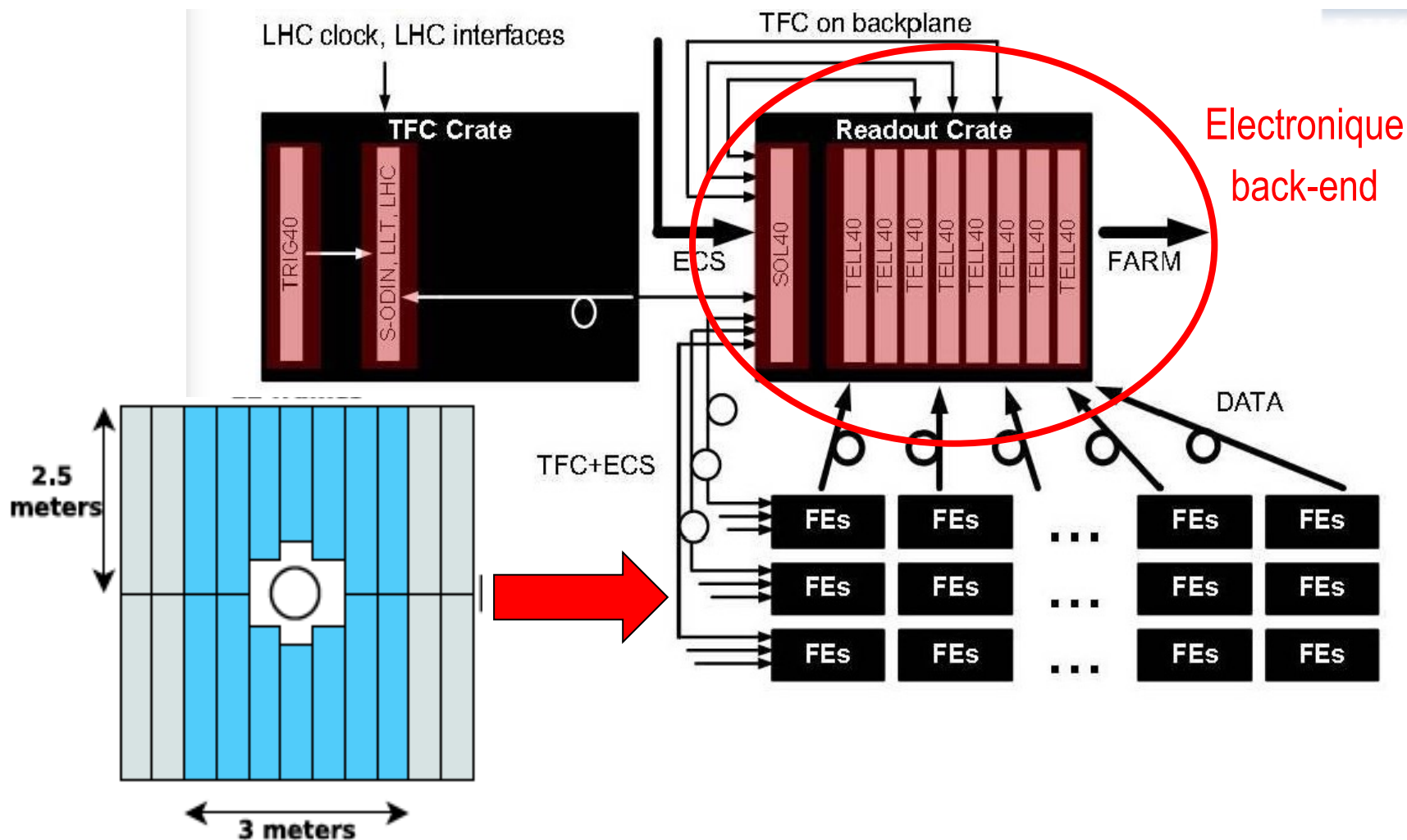
Phys.Rev.Lett. 131 (2023) 5, 051803 (131 citations)

Phys.Rev.D 108 (2023) 3, 032002 (135 citations)



Activités techniques pour les upgrades :

Le trajectographe à fibres scintillantes *SciFi*



Collaborations : Annecy, CERN, C-F, CPPM, NIKHEF

Electronique *back end* du SciFi

■ Engagements

- Gestion de l'achat des cartes TELL40, format PCIeexpress [2018]
- Développement des *firmwares* spécifiques pour le *back end* (BE) [2015 – 2023]
- Test (banc/faisceau) et déploiement des *firmwares* [2015 – 2023]
- Logiciel de pilotage des cartes et interface avec la DAQ [2017 – 2023]
- Installation et *commissioning* [2020 – 2024]
 - Responsabilité de coordination de l'électronique BE (Olivier)

■ Activités essentielles en 2021 – 2023

- Suivi des versions du *firmware* LHCb générique du BE, en continu
- Optimisation du *firmware* spécifique SciFi (performance, coût cartes BE) par l'implantation de deux formats de données (2 *firmwares*) : format fixe, format variable : zones à densité de traces élevée
- Validation du *firmware* spécifique sur émulateur *firmware* dédié (au LPNHE), sur banc de test, et sur le hardware *front end* réel [2022]
- Support aux tests d'électronique, des modules SciFi et du flux des données (au CERN)
- Dév. du logiciel de contrôle/debugging+monitoring spécifique BE SciFi (WinCC, Python)
- Calibration(s) de l'électronique (timing, seuils...) accélérée par l'implantation de registres spécifiques dans le BE, et extension du système WinCC pour les scans de calibration
- Début de prise de données faisceau [juillet 2022], découverte et debugging de problèmes liés au *firmware* générique LHCb
- Installation finale du *firmware* format variable [juin 2023]
- Mise en place d'un système de mesure SciFi de la luminosité par comptage de différents types de clusters dans le BE, et lecture/monitoring/stockage des données par processus WinCC dédié [Juin/Août 2023]

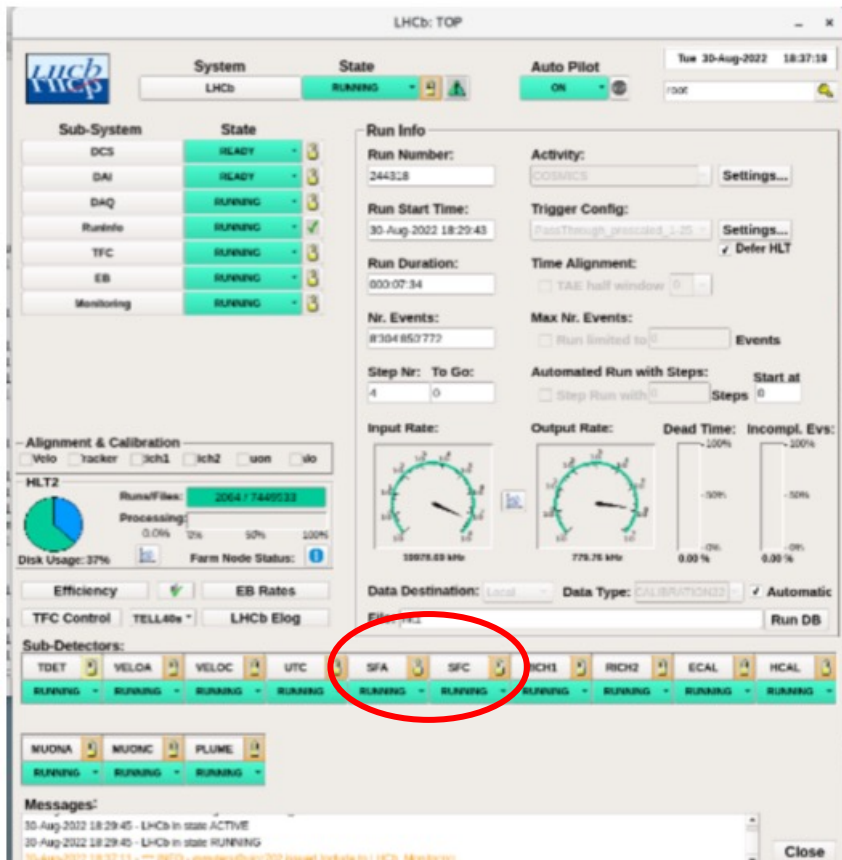
Et toujours : assurer la maintenance du BE, et être capable de réagir en cas de problème...

Electronique *back end* du SciFi

Fait marquant :

Le firmware *SciFi* que nous avons développé est en état de service

DAQ



Panneau de diagnostic et contrôle des cartes et des liens des données :
Aperçu du fonctionnement de toutes les cartes *backend SciFi*
(outil spécifique qui a été entièrement développé au LPNHE)

SADAQTELL40..Utility: SciFi TELL40 Summary (SADAQTELL40 - SADAQTELL40; #5)

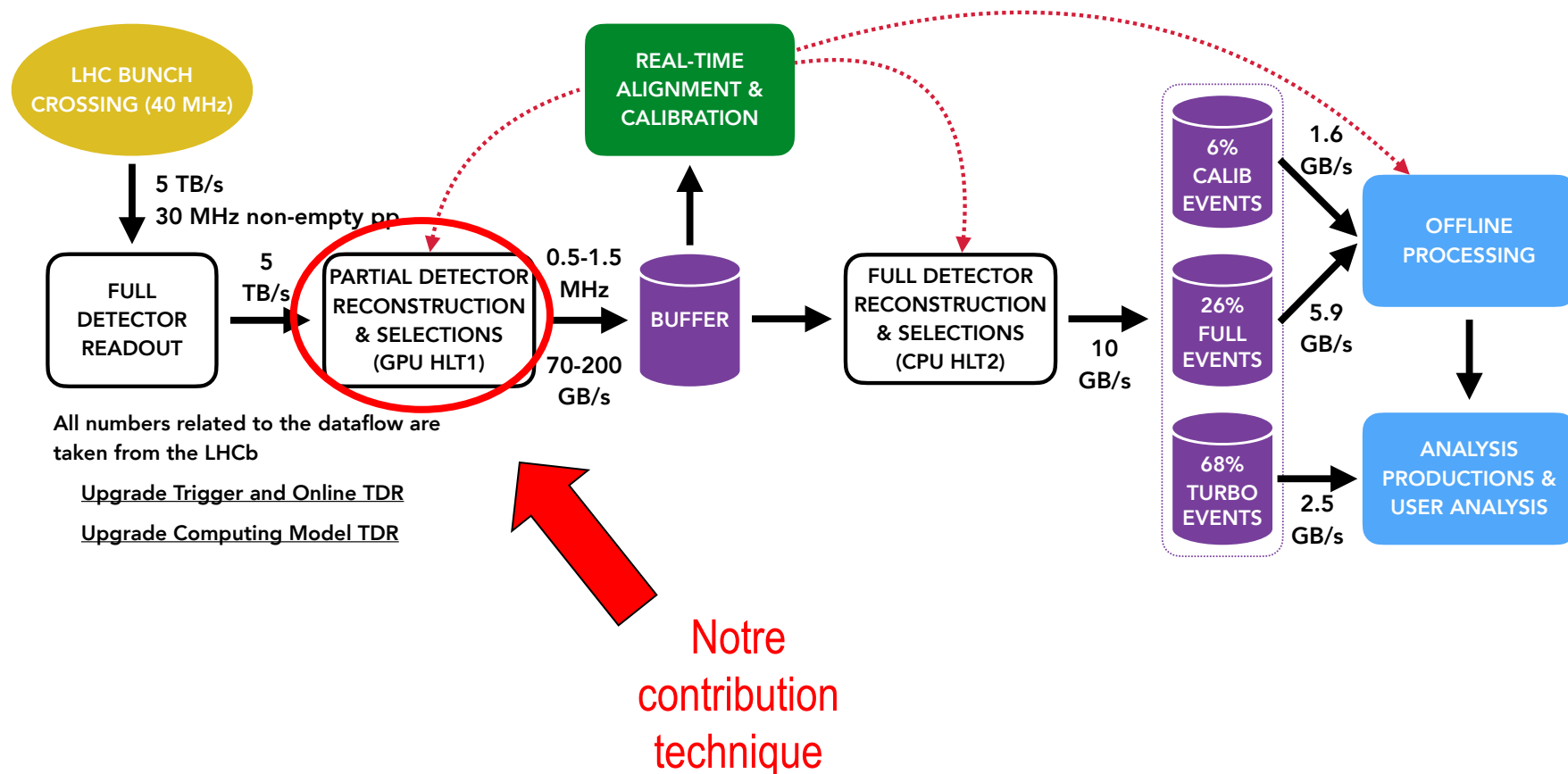
Refresh Show All Links Status Apply to Checked Exclude
☐ Any ☐ T1 ☐ T2 ☐ T3 Set all to default Report Summary
☐ Bad Rx ☐ Bad ID ☐ Bad Dec ☒ Modules

SD Name	Board	FF/IV	Links	Link	cLinks	FE Links	Rx #D	#C	#A	#P	#B	#R	#E	ID	MastID	RecID	DecWarn
SADAQTELL40				8			16	16					10				
TL001_D1	SATEL121	SCIFI FF	40	16	16	16											
TL001_D1_0	SATEL121_0		16														
TL001MOH000			00												537B	TL001MOH000	3025777572
TL001MOH001			01												537B	TL001MOH001	3024539816
TL001MOH002			02												537B	TL001MOH002	3026249491
TL001MOH003			03												537B	TL001MOH003	3027486433
TL001MOH004			04												537B	TL001MOH004	3024945046
TL001MOH005			05												537B	TL001MOH005	3024936722
TL001MOH006			06												537B	TL001MOH006	3025429515
TL001MOH007			07												537B	TL001MOH007	3027378510
TL001MOH100			12												4B3C	TL001MOH100	3026226040
TL001MOH101			13												4B3C	TL001MOH101	3027683618
TL001MOH102			14												4B3C	TL001MOH102	3025522772
TL001MOH103			15												4B3C	TL001MOH103	3027414907
TL001MOH104			16												4B3C	TL001MOH104	3026673686
TL001MOH105			17												4B3C	TL001MOH105	3027183353
TL001MOH106			18												4B3C	TL001MOH106	3026937895
TL001MOH107			19												4B3C	TL001MOH107	3028362748
TL001_D2	SATEL122	SCIFI FF	40	2	14	32											
TL001_D2_0	SATEL122_0		14														
TL001_D2_1	SATEL122_1		16														
TL001_D3	SATEL123	SCIFI FF	40	16	16	16											
TL001_D3_0	SATEL123_0		16														
TL001_D3_1	SATEL123_1		16														
TL003_D1	SATEL142	SCIFI FF	40	16	16	16											
TL003_D1_0	SATEL142_0		16														
TL003_D2	SATEL143	SCIFI FF	40	16	16	32											
TL003_D2_0	SATEL143_0		16														
TL003_D2_1	SATEL143_1		16														
TL003_D3	SATEL141	SCIFI FF	40	16	16	32											
TL003_D3_0	SATEL141_0		16														

Activités techniques pour les upgrades :

Le projet *Real Time Analysis* (RTA) avec Allen

Enjeu principal : LHCb a adopté un trigger complètement software à 30MHz
=> forte contrainte sur la vitesse des algorithmes de reconstruction des traces



Collaborations : CERN, Cincinnati, Cracovie, FIAS, Heidelberg, LIP6, MIT, NIKHEF, Valencia

Faits marquants (RTA et Allen)

En avril 2020 LHCb a fait le choix technique de baser son nouveau trigger L1 pour Run III sur Allen

Un TDR a été présenté au LHCC en juin 2020



Photo : CERN,
31 octobre 2021,
faisceaux test,
la première prise
de données avec
le trigger GPU

Octobre 2022 : pour la première fois avec le nouveau détecteur LHCb, reconstruction de traces et décisions de déclenchement basées sur leurs propriétés, tout ça à 18 MHz. Tous les sous détecteurs sont inclus.

RTA et Allen

■ Engagements

- Mise en service du système de déclenchement *Allen* [2021 – 2022]
- Reconstruction de traces sur GPU [2017 – 2023]
- Assurance qualité du système software RTA [en continu]
- Suivi des demandes de simulation dans le projet RTA [en continu]
- Pilotage du projet RTA dans LHCb [2019 – 2022]

■ Activités essentielles en 2021 – 2023

- Développement d'outils de simulation d'Allen [– 2021]
- Etude des cartes GPU NVIDIA et AMD, préparation du tender [fini]
- Achat, installation et contrôle de performance des cartes GPU [fini]
- Développement d'outils de test et d'assurance qualité des premières données [fini]
- Reconstruction *standalone* de traces (VELO, UT, SciFi) avec les GPU [fini]
- Gestion de *nightly builds*, *merge requests*, priorisation des demandes et des problèmes qui émergent [en continu]
- Suivi et livraison des demandes de simulation [en continu]
- Vava assure le pilotage du projet et les tâches dérivées [2019 – 2022]
- Coordination de la migration des lignes HLT2 *Rare Decays* [fini]
- Développement d'algorithmes pour les sélections – trigger ou offline (par ex. l'isolation) [fini]
- Suivi du fonctionnement d'Allen dans les conditions imprévues de prise de donnée (VELO ouvert, pas d'UT, instabilités dans le SciFi) [2023]
- Démonstration de la capacité de reconstruction *stand alone* du SciFi au premier niveau du trigger [2023]

Nous avons assuré une prise de données stable en 2023 ; les données sont disponibles pour analyse

D'autres activités (futurs upgrades...)

- D'autres études pour l'upgrade de phase 1a
 - Amélioration de la **description du champ magnétique** et études d'**alignement**
 - Etudes de l'efficacité de **reconstruction des électrons**
 - Critères d'**isolation des particules**
- R&D et d'autres activités liées à l'upgrade phase 2 : RTA, UT
 - Le CS du LPNHE a examiné ce projet le 30 novembre 2021 – retour positif. Suite au CS de l'IN2P3, LHCb-France rediscute le projet, notamment UT.
 - **RTA**: études de simulation, algorithmes de reconstruction, R&D et optimisation du système de trigger
 - **Upstream Tracker (UT)** : études de simulation et contribution à l'électronique
→ En cours de discussion dans LHCb-France, présenté comme une option à l'IN2P3

Collaborations : CEA, LLR, Subatech + les mêmes groupes que pour RTA

- CODEX-b
 - Détecteur dédié aux particules de longue durée de vie, à côté de LHCb (derrière un mur)
 - Il s'agit maintenant d'une collaboration à part entière
 - Le démonstrateur (2m x 2m x 2m) pour le Run 3 en cours de finalisation
 - LPNHE : conception et suivi, pour l'instant sans contributions techniques au R&D

Réaction aux recommandations

du dernier rapport HCERES

A - Recommendations on scientific production and activities (criterion 1)

Beyond the ANR and ERC financial supports ensuring a mid-term strong involvement of the LHCb group in Lepton Flavor Universality or Violation, the committee encourages the group to keep its expertise on charmless B decays.

→ Correspond au fonctionnement de notre groupe.

B - Recommendations on the team's organization and life (criterion 2)

The committee encourages the team to organize, one or two times per year, a general team meeting to stimulate cross discussions between groups of the team. Such meetings could still increase the scientific background of individual researchers, in particular for the formation of PhD students and post-docs.

→ Les différentes composantes discutent naturellement entre elles (réunions de vendredi, soutenance de thèses/HDR, biennale, comités de suivi de thèses, conseil scientifique, discussions de couloir...). Ce cadre nous semble adapté à notre activité et suffisant pour atteindre le but de cette recommandation.

C - Recommendations on scientific strategy and projects (criterion 3)

The committee recommends to the LHCb group to focus on a short term, with engineering resources, on the finalization of the LHCb upgrade. This step is crucial for the full involvement of the group in the experiment with key instrumental responsibilities.

→ Correspond au fonctionnement de notre groupe.

Responsabilités, fonctionnement de LHCb

(depuis 2017)

- **Shifts** : jusqu'au LSD nous avons contribué à plusieurs rôles dans la prise de données : Run chief, Shift Leader, Data Manager, L0-trigger Piquet, Alignement Piquet (*expert on call*).
Notre implication similaire pour le Run III a déjà commencé
- **Responsabilités dans la collaboration**
 - (L1) : - *Physics coordinator* (Mat, 07/2018 – 07/2020)
 - *ECGD officer* (Mat, 10/2016 – 06/2018)
 - *ECGD officer* (Eli, 10/2020 – 09/2022)
 - *Deputy Operations Coordinator* (Francesco, 9/2020-08/2022)
 - *Operations Coordinator* (Francesco, 9/2022-08/2024)
 - *Project leader du RTA* (Vava, 1/2019 – 12/2022)
 - *Coordinateur du Upgrade software group* (Vava, 11/2017 – 12/2018)
 - (L2) : - *Coordinateur du groupe Tracking, Alignment & Vertexing* (Francesco, 07/2016 – 03/2019)
 - *Coordinateur du groupe Tracking, Alignment & Vertexing (T&A)* (Giulio, 01/2018 – 12/2018)
 - *Coordinatrice du groupe Charm decays* (Marianna, 01/2021 – 12/2022)
 - (L3) : - *Coord. senior du groupe BnoC / Event Selection* (Eli, 01/2017 –)
 - *Responsable de l'électronique Back End du SciFi* (Olivier, 01/2016 -05/2023)
 - (autres) : - *Tracking Liaison pour le groupe de travail « Rare Decays »* (Andrea, 06/2016 – 04/2018)
 - *MC Liaison pour le groupe de travail « T&A »* (Da Yu, 04/2018 -)
 - *MC Liaison pour le groupe de travail « BnoC »* (Emilie, 04/2018 -)
 - *TurCal liaison pour les groupes de travail « T&A » et PID* (Florian, 04/2018 -)
 - *Deputy Migration Coordinator du le groupe Rare Decays* (Tommaso 06/22 – 06/24)
 - *Co-responsable des Masterclasses LHCb* (Vava, 2016-2019)
 - *Editeur du Yellow Report sur HL-LHC* (Vava, 2019)
 - *Membre de l'U2PG* (Vava 06/22 – 06/24)
 - *MC Liaison pour le groupe de travail BnoC* (Thomas, 06/2019 – 10/2021)
 - *MC Liaison pour le groupe de travail BnoC* (Renaud, 11/2021 –)
 - *Piquet RICH et SciFi* (Tommaso, 9/2023 –)

D'autres contributions

- Tiers2 – Data dans GRIF (avec IJClab)
- Participation active au processus de *revue d'analyses*, entre autres comme « chairs » de comité de revue.

Et en dehors de LHCb... (depuis 2017)

■ Responsabilités

- Eli : - coordinateur du groupe *Rare decays* de HFLAV (2013 -)
- co-directeur du M2 NPAC pour Sorbonne Université (2018–)
- Francesco : co-directeur du GDR Intensity Frontier (GDR-InF) (2017 - 2021)
- Pascal : - responsables du M2 CIMES
- responsable de l'enseignement de Physique en première année des études de santé de SU
- Vava : co-coordonateur du machine learning/AI work package dans ITN SMARTHEP (2021 – 2025)
- Mat : coordinateur du groupe « Heavy flavour production and spectroscopy » du GDR-InF (2017-2018)

■ Participation à l'évaluation de projets (Europe, ANR...) aux comités internationaux

- Vava : - Evaluations de projets ERC (2021)
- Evaluations de projets ERF au Royaume Uni (2021)
- Membre du Phase 2 Upgrade Cost Groupe (P2UG) for CMS HL-LHC upgrade

■ Participation à l'enseignement de notre thématique de recherche (actuellement)

- Eli : Cours M1 – Théorie Classique des Champs, Physique des particules, Cours M2 – physique des particules
- Mat : Cours M1 – Physique des particules (PAD), cours M2 – Physique des détecteurs + cours de L1 et L2, encadrant de Travaux de Laboratoire du M2 NPAC
- Pascal : Cours M1 – Capteurs, Instrumentation et Mesures (CIMES)

■ Organisation d'événements scientifiques au LPNHE

- SciFi electronics workshop, LPNHE, 07/2017
- Workshop GDR-InF « Multibody charmless b-hadron decays » LPNHE, 06/2018
- Workshop GDR-InF « Singly and doubly charmed baryons » LPNHE, 06/2018
- Workshop GDR-InF « QED corrections to (semi-) leptonic B decays » LPNHE, 07/2019
- *GDR-InF Annual workshop*, 11/2021

■ Et ailleurs (depuis 2021)

- Francesco :
GDR-InF Lectures: Tracking Detectors and Algorithms, 22-26/11/2021, online
- Mat : Membre des comités de d'organisation de
Panic2020 (reporté à 09/2021)
CKM2020 (reporté à 11/2021)
- Vava : Membre des comités de d'organisation internationale de Connecting the Dots (séances régulières)
Membre du *advisory committee* de la série d'ateliers ML4Jets

Production scientifique

- Bilan des Publications et des présentations

- Publications

Année	Nb. d'articles LHCb avec contributions majeurs des membres du groupe	Nb. d'articles et documents publiques en dehors de LHCb	Nb. total d'articles publiés par LHCb
2017	3	1	60
2018	1	4	41
2019	4	9	49
2020	1	4	49
2021	0	3	49
2022	4	1	51

- Conférences et séminaires

	Doctorants	Postdocs	Permanents
2017	0	0	5
2018	7	7	7
2019	3	4	8
2020	1	3	4
2021	4	3	5
2022	2	7	4

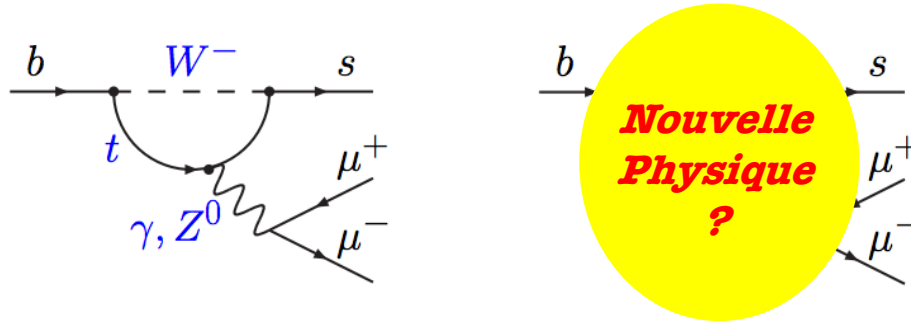
Trajectoire de l'équipe

- **Analyse** : poursuite des axes d'analyse actuelles (+ évolution), avec les deux axes principaux, pendant Run 3 → amélioration de la précision
Ajustement du programme en fonction des résultats
- Suite de la forte implication dans le **projet RTA**, en continu et en vue des futurs upgrades (avec les débit de flux de données du futur LHC)
 - Maintenance et fonctionnement
 - Algorithmes de reconstruction de traces + optimisation en temps réel
 - Intégration de nouvelles techniques de programmation, AI
 - Assurer le portage des logiciels sur des plateformes multicœurs hétérogènes (CPU/GPU ou FPGA)
- Un autre **projet hardware pour l'upgrade II** est en cours de définition, en concertation avec d'autres groupes français
Options : UT - électronique de lecture / senseurs ; Calorimètre

Matériel supplémentaire

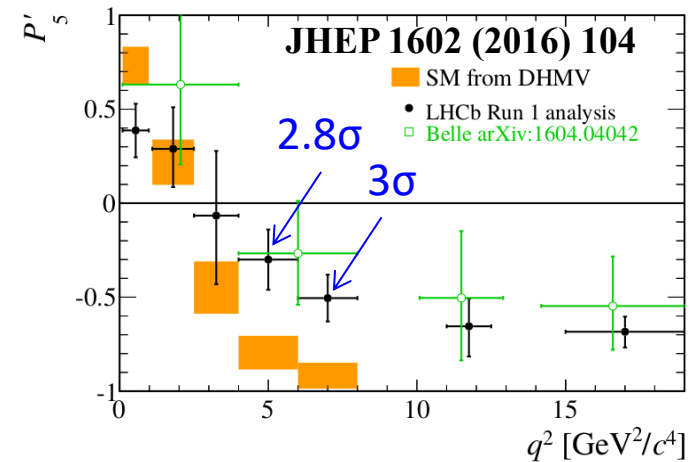
Faits marquants

Désintégrations rares

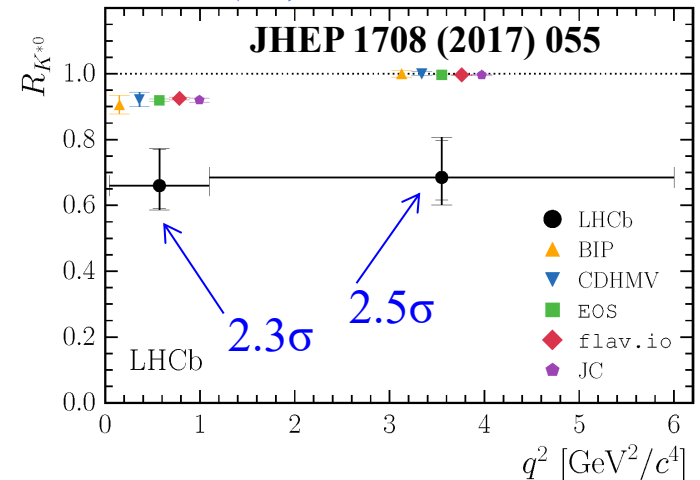


- **Transitions $b \rightarrow sll$ – sonde puissante de NP :**
 - FCNC : uniquement via des diagrammes en boucle
 - supprimés par le MS $\rightarrow$ plus de sensibilité à la NP
 - riche phénoménologie et prédictions précises du MS
 - explore une échelle de masse plus grande que $\sqrt{s}$ du collisionneur
- **Des nouvelles particules dans la boucle pourraient :**
 - **Affecter les taux de désintégration**
 - **Introduire de nouvelles source de CPV**
 - **Altérer des distributions angulaires**
- **La NP pourrait coupler différemment aux trois familles léptoniques**
- **Un nouveau résultat sur $R(K)$ a été présenté à Moriond EW 2019. l'update de $R(K^*)$ est en cours de finalisation avec une forte contribution du LBNHE**

Analyse angulaire $B \rightarrow K^* \mu \mu$



LFU test $R(K^*)$



Faits marquants

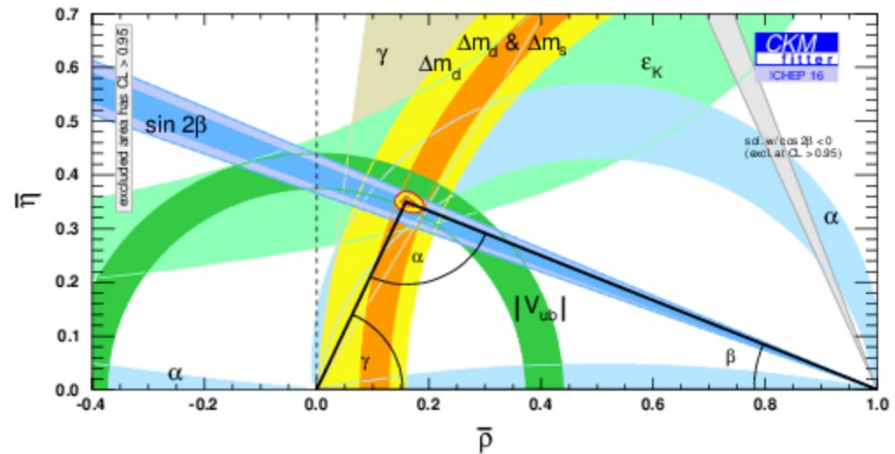
Trois corps sans particules charmées

Objectifs:

- mesure de **phases** β et β_s de mésons B_d et B_s dans les processus en « boucle »
- Mesure de la **phase** γ

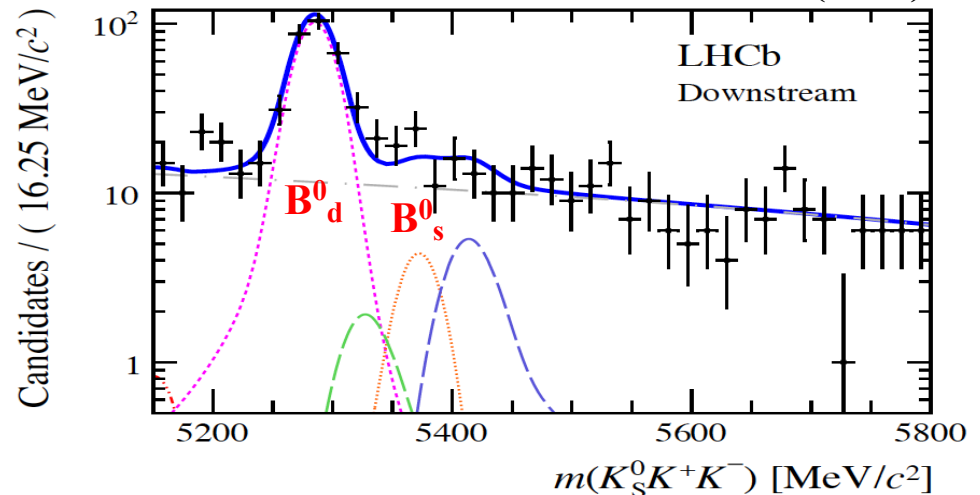
Analyse de complexité croissante,
en lien avec l'augmentation de la
taille de l'échantillon collecté :

- mesure des BRs;
- analyse en amplitude;
- analyse en amplitude dépendante du temps avec étiquetage de la saveur.



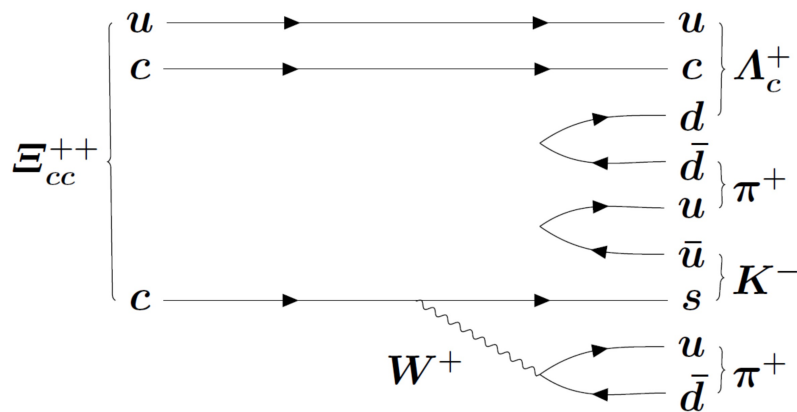
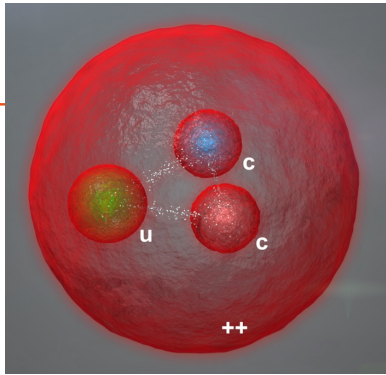
BR de $B_{d,s} \rightarrow K_S h h'$ avec 3 fb⁻¹

JHEP 11 (2017) 027

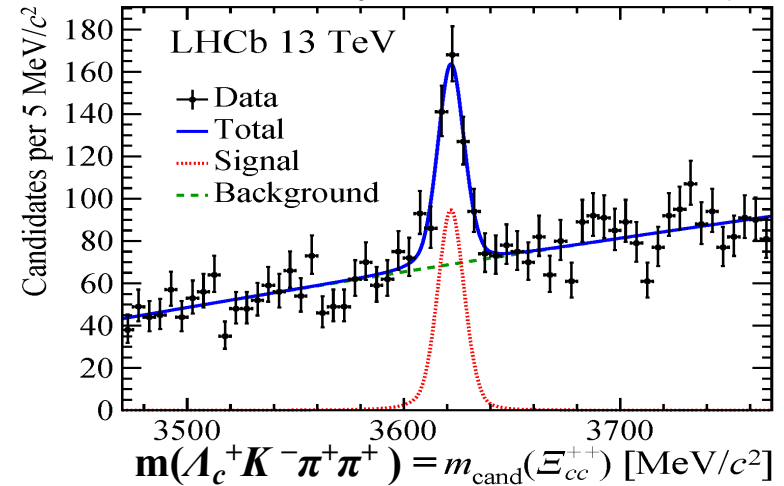


Faits marquants

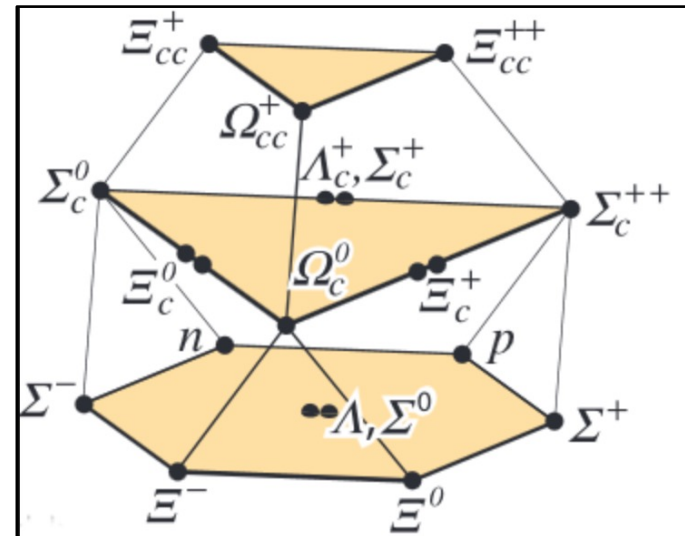
Nouvelles particules



Découverte du Ξ_{cc}^{++} Phys. Rev. Lett. 119 (2017)

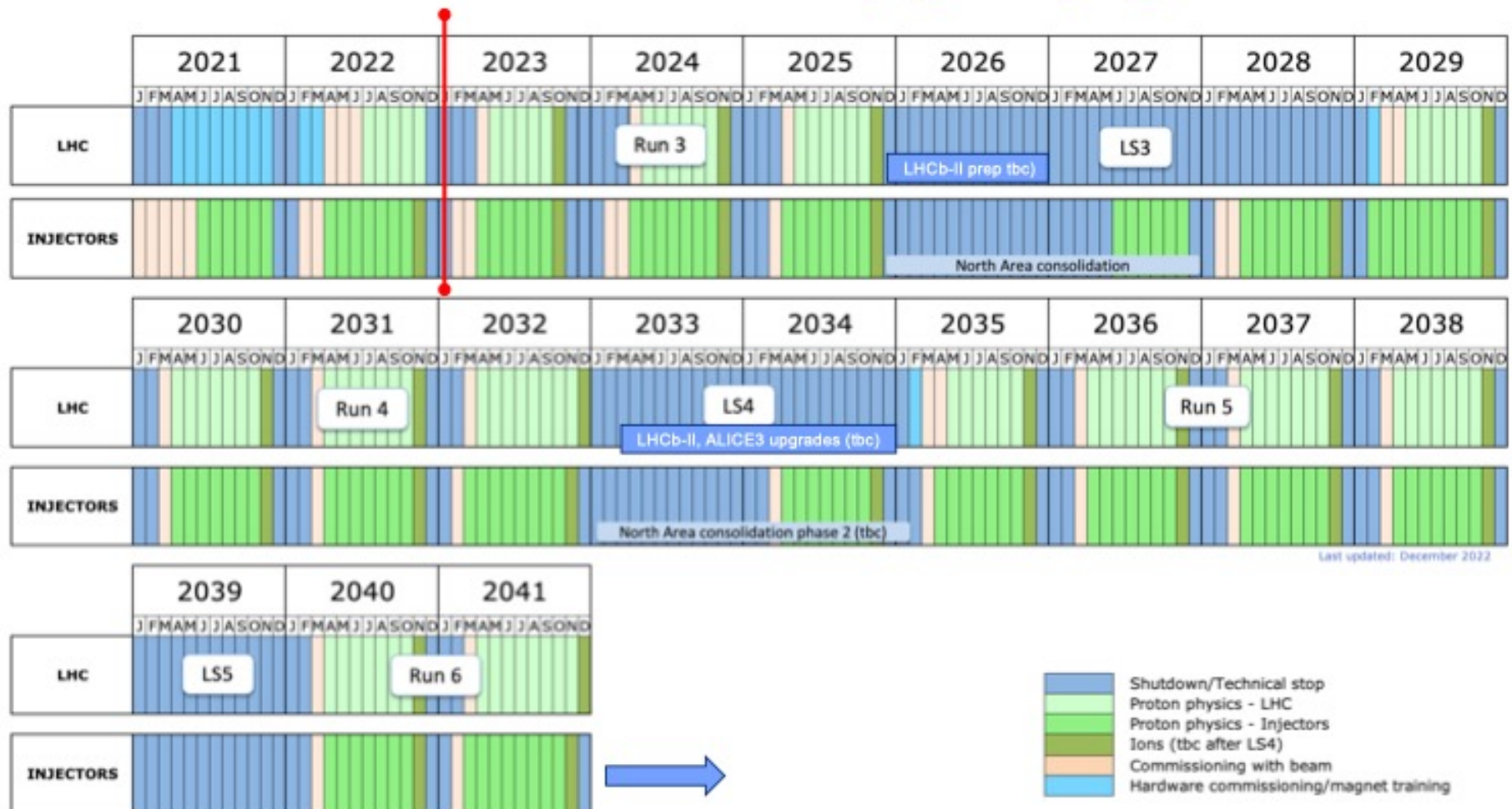


- Premier baryon (qqq) avec deux quarks lourds.
- Un nouvel outil pour tester les modèles de QCD !



Calendrier prévisionnel du LHC

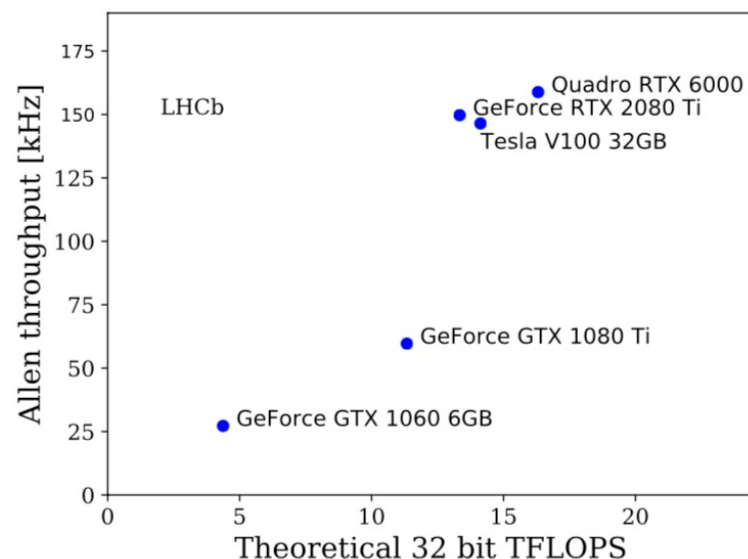
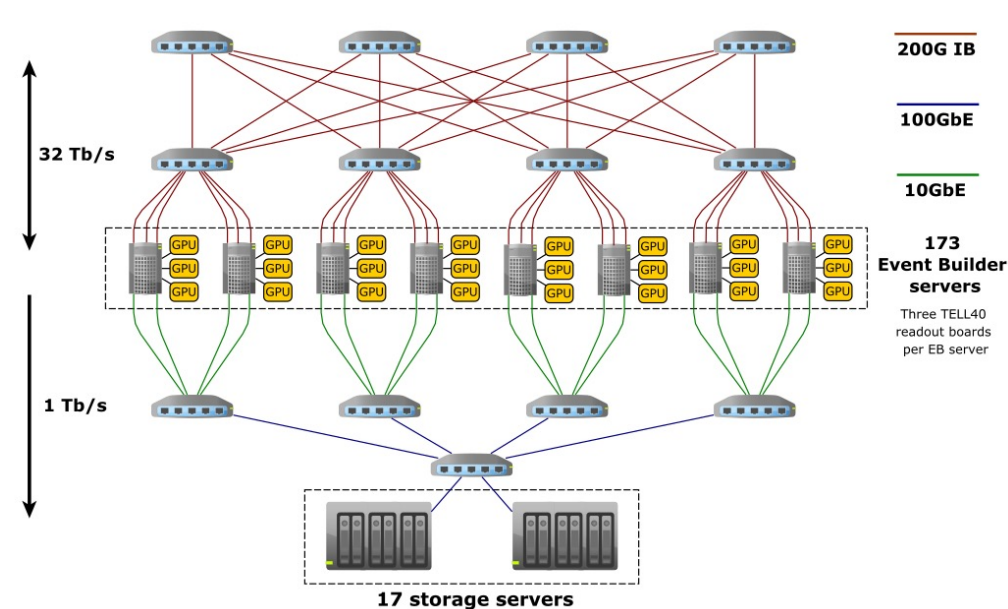
Indicative timeline - full and diverse physics programme



Le projet Allen

En avril 2020 LHCb a fait le choix technique de baser son nouveau trigger L1 pour Run III sur Allen.

Un TDR a été présenté au LHCC en juin 2020.

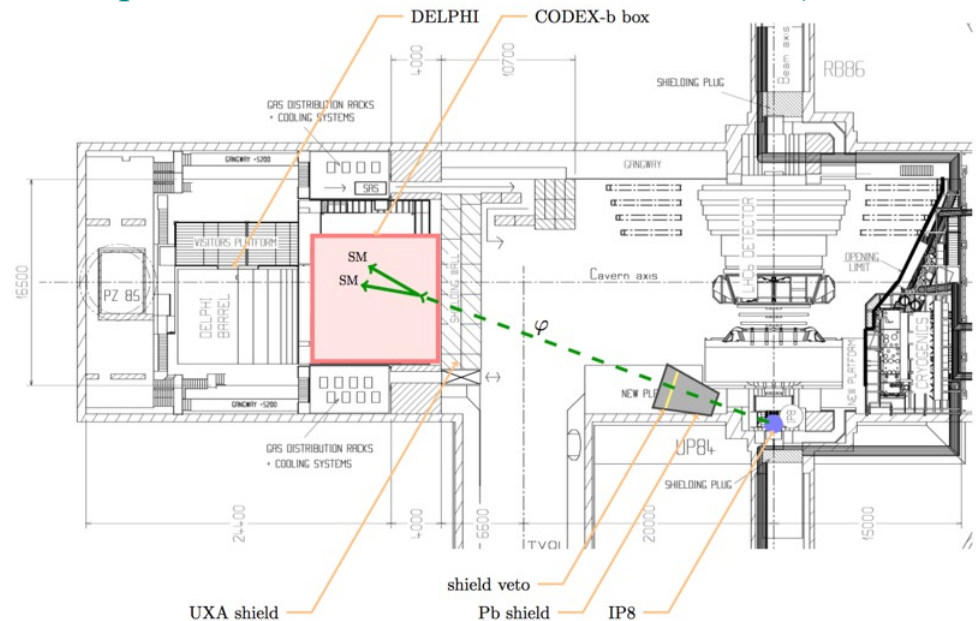
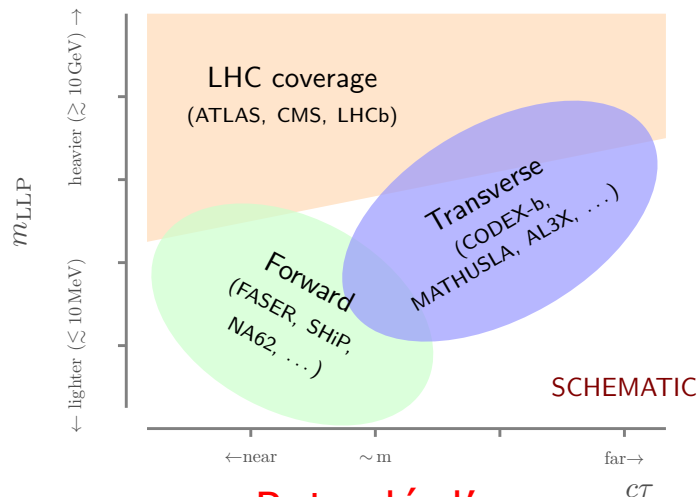


- Le premier système de trigger entièrement basé sur GPU
- Traitement de 32 Tb/s sur ~200 GPU de dernière génération, alors que l'on peut installer ~500
- Allen permet donc de dépasser très largement les performances de physique prévues dans le TDR du *trigger* de LHCb, écrit en 2014 !
- Ce n'est pas seulement un trigger pour LHCb – collaborations avec HSF et ATLAS seront mis en place pour utiliser les aspects *framework* de Allen dans les autres expériences.

Signal	TIS -OR- TOS
$B^0 \rightarrow K^{*0} \mu^+ \mu^-$	91 ± 2
$B^0 \rightarrow K^{*0} e^+ e^-$	69 ± 4
$B_s^0 \rightarrow \phi \phi$	76 ± 3
$D_s^+ \rightarrow K^+ K^- \pi^+$	59 ± 5
$Z \rightarrow \mu^+ \mu^-$	99 ± 0

CODEX-b

- Détecteur dédié aux particules de longue durée de vie.
- Petite taille/cout par rapport aux autres projets sensibles à ce type de particules.
- Proposition d'un petit démonstrateur (2x2x2 mètres) qui prendra des données pendant le Run 3 et qui permettra de valider le concept.
- Oct. 2020, Codex-b devient une collaboration (*Spokesperson, Physics Coordinator*)
- Accord de facto de LHCb pour l'installation (car l'espace nécessaire est en train d'être libéré)



Retardé d'un an

2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
LS 2	Run 3			LS 3		
	Production	Install	data taking	Removal		