

CS IN2P3
30 – 31 janvier 2014
CNRS / Paris

Evolution de la contribution française à l'*upgrade* de LHCb



R. Le Gac
pour le groupe LHCb France

CPPM, AMU et CNRS/IN2P3

Document de référence

Evolution de la contribution française à
l'upgrade de LHCb,
CSIN2P3/LHCb/ 30 janvier 2014

Plan

- ▶ Motivations
- ▶ Evolution du projet upgrade de LHCb
- ▶ Evolution de la contribution française
- ▶ Conclusions

Motivations

La physique des saveurs

- ▶ L'expérience LHCb est dédiée à l'étude des processus qui changent de saveur et des désintégrations très rares dans les secteurs de la beauté et du charme :
 - Comprendre l'origine de la hiérarchie observée pour les masses et les couplages des quarks.
 - Révéler de nouvelles sources qui brisent la symétrie de saveur.
- ▶ La méthode est basée sur :
 - les mesures d'observables ayant peu d'incertitudes théoriques ;
 - la comparaison de ces mesures avec les prévisions afin de mettre en évidence des déviations éventuelles ;
 - le contrôle des erreurs systématiques en utilisant les données.

Le Top 10 des observables

| | | |
|--|-------------|------------------|
| Υ from tree ($B \rightarrow DK, \dots$) | LHCb | Belle II |
| $ V_{ub} $ from exclusive semi-leptonic B decays | | Belle II |
| $B_{s,d} \rightarrow l^+ l^-$ | LHCb | Atlas, CMS |
| CP violation in B_s mixing | LHCb | Atlas |
| $B \rightarrow K^{(*)} l^+ l^-, \nu \nu$ | LHCb | Belle II, CMS |
| $B \rightarrow \tau \nu, \mu \nu$ | | Belle II |
| $K \rightarrow \pi \nu \nu$ | | NA62, KOTO, ORKA |
| CP violation in charm | LHCb | Belle II |
| Lepton flavor violation | | MEG 3 |

[G. Isidori, European Strategy Preparatory Group, Krakow 2012]

Leurs mesures nécessitent l'étude d'un grand nombre de systèmes ($K, D, D_s, B, B_s, B_c, \Lambda_b, \dots$) et d'états finals.

D'un point de vue phénoménologique

- ▶ Les observables se décomposent :

$$A = A_0 \left[c_{\text{SM}} \frac{1}{M_{\text{W}}^2} + c_{\text{NP}} \frac{1}{\Lambda^2} \right]$$

- ▶ Les expériences passées et présentes ont montré que :
 - les processus qui changent de saveur sont décrits par le mécanisme CKM du Modèle standard ;
 - les sources pouvant briser la symétrie des saveurs, se couplant fortement aux quarks, sont exclues à l'échelle du TeV ;
 - la structure en saveur de la Nouvelle physique, si elle existe à l'échelle du TeV, est très particulière (MFV) ;
 - les processus qui changent de saveur imposent des contraintes fortes aux modèles de Nouvelle physique.

Les attentes

- ▶ Des déviations par rapport aux prévisions du Modèle standard sont toujours possibles, mais elles devraient être petites $\leq \mathcal{O}(10\%)$.
- ▶ La stabilisation de la masse du « boson de Higgs » à 125 GeV autorise des processus au-delà du Modèle standard à des échelles de masse bien supérieures au TeV.
- ▶ Dans ce contexte, la meilleure stratégie expérimentale consiste à mesurer le plus précisément possible les observables ayant peu d'incertitudes théoriques.

Telles sont les motivations pour l'upgrade de LHCb.

Evolution du projet upgrade de LHCb

Les points clés

- ▶ Les études d'un grand nombre d'états finals, dans des systèmes très différents, avec une grande efficacité tout en minimisant les systématiques, imposent :
 - la lecture de l'ensemble du détecteur à la fréquence de croisement des faisceaux, 40 MHz, au lieu de 1 MHz ;
 - la sélection des événements à l'aide d'un système de déclenchement logiciel utilisant des algorithmes flexibles et sophistiqués. Un tel *trigger* sera le plus proche possible des sélections *offline*.
- ▶ En conséquence, l'ensemble de la chaîne de lecture et tous les détecteurs au silicium devront être remplacés (ASIC limité à 1 MHz).

Les conditions de fonctionnement

Maximiser la statistique
et minimiser l'empilement des événements.

| | |
|--|---|
| \sqrt{s} | 14 TeV |
| Luminosité instantanée constante | $2 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ |
| Séparation entre 2 croisements | 25 ns |
| Luminosité intégrée en moins de 10 ans | $\geq 50 \text{ fb}^{-1}$ |

Profil d'acquisition de luminosité intégrée

[ECFA High Luminosity LHC Experiments report, octobre 2013]

| | LHC era | | HI-LHC era | | |
|--------------------|---|--------------------|---|---------------------|----------------------|
| | Run 1 | Run 2 | Run 3 | Run 4 | Run 5 |
| | 2010 – 12 | 2015 – 17 | 2019 – 21 | 2024 – 26 | 2028 – 30 |
| $\int \mathcal{L}$ | 3 fb ⁻¹ | 8 fb ⁻¹ | 23 fb ⁻¹ | 46 fb ⁻¹ | 100 fb ⁻¹ |
| \mathcal{L} | 4 × 10 ³² cm ⁻² s ⁻¹ | | ≥ 1 × 10 ³³ cm ⁻² s ⁻¹ | | |

(*)



(*) Ancien calendrier du LHC qui a été modifié en décembre 2013.

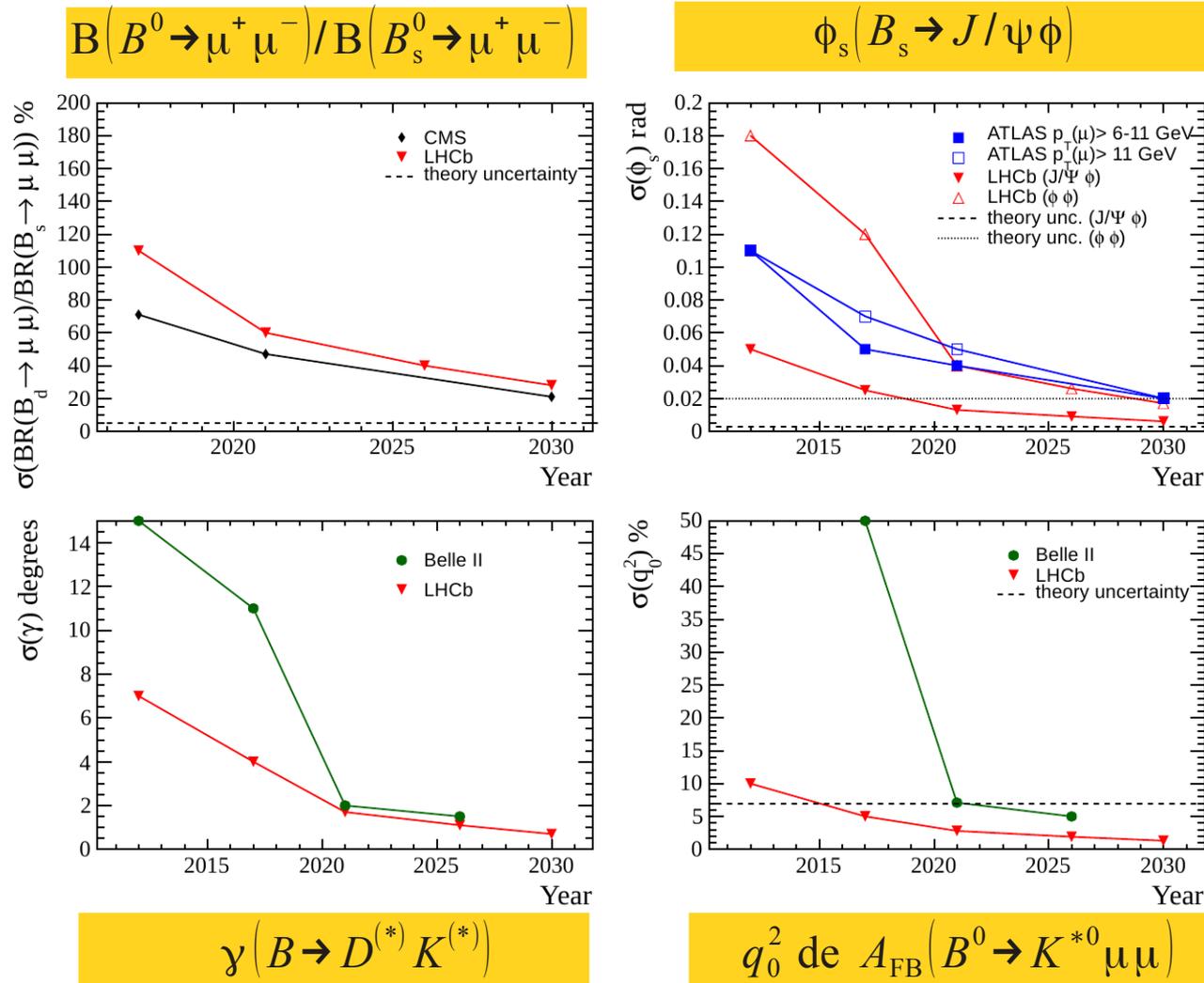
Sensibilités statistiques

Similaires ou inférieures aux incertitudes théoriques :

| Observable | Upgrade [50 fb ⁻¹] $\sigma_{\text{stat}} / \text{expected}$ | Theory uncertainty $\sigma_{\text{theo}} / \text{expected}$ |
|---|--|--|
| $\phi_s(B_s \rightarrow J/\psi\phi)$ | 25% | 8% |
| q_0^2 de $A_{\text{FB}}(B^0 \rightarrow K^{*0}\mu\mu)$ | 2% | 7% |
| $B(B_s^0 \rightarrow \mu^+\mu^-)$ | 5% | 8% |
| $B(B^0 \rightarrow \mu^+\mu^-) / B(B_s^0 \rightarrow \mu^+\mu^-)$ | 40% | 5% |
| $\gamma(B \rightarrow D^{(*)}K^{(*)})$ | 2% | negligible |

Voir plus d'observables dans [LHCb-PUB-2013-015](#)

Comparaison avec les autres expériences



[M.-H Schune, High Luminosity LHC Experiments Workshop, 2013]

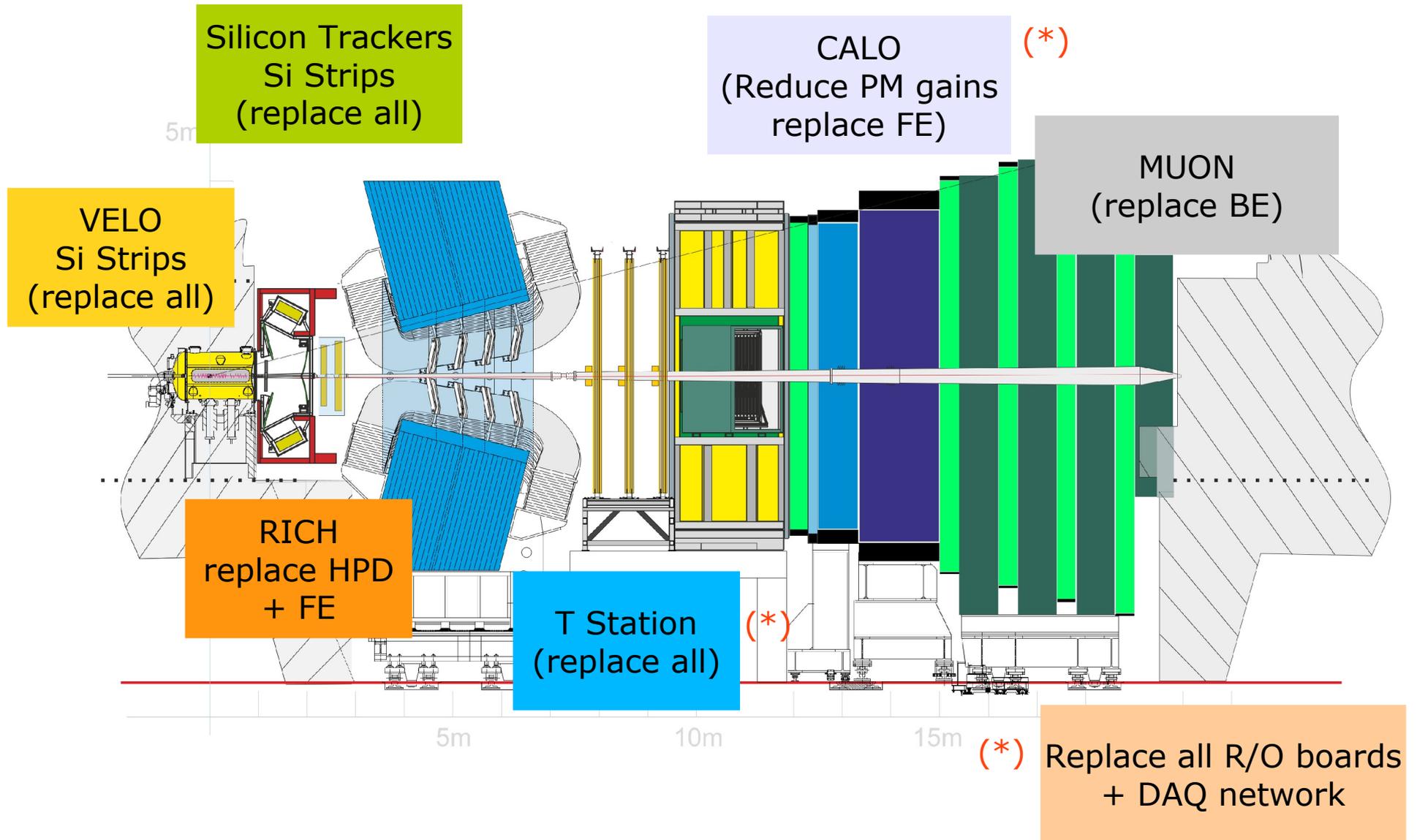
Meilleure performance avec beaucoup moins de luminosité intégrée

Le calendrier de la préparation du projet

| | |
|----------------------------|--|
| Mar. 2011 | Lettre d'intention |
| Mai 2012 | Framework Technical Design Report |
| Nov. 2012 | Approbation par CERN Research Board |
| Nov. 2013 | TDR détecteur de vertex TDR identification des particules |
| Fév. 2014 | TDR trajectographe |
| Avril 2014 (RRB) | Signature des TDRs par les agences |
| Juin 2014 | TDR Trigger & Online |
| Juin 2018 – déc 2019 (LS2) | Modification du détecteur |

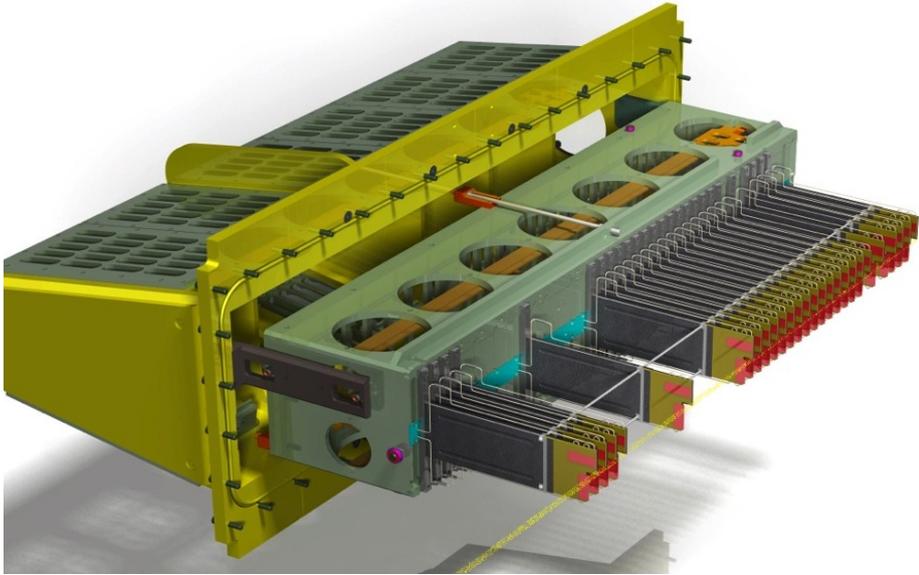
Une seule phase d'upgrade installé pendant l'arrêt LS2 du LHC.

Les évolutions du détecteur

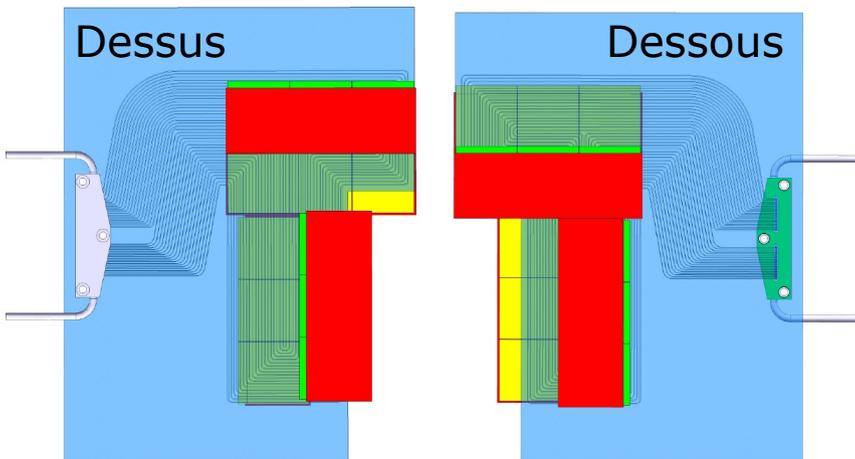


(*) French contributions

Détecteur de vertex à pixels

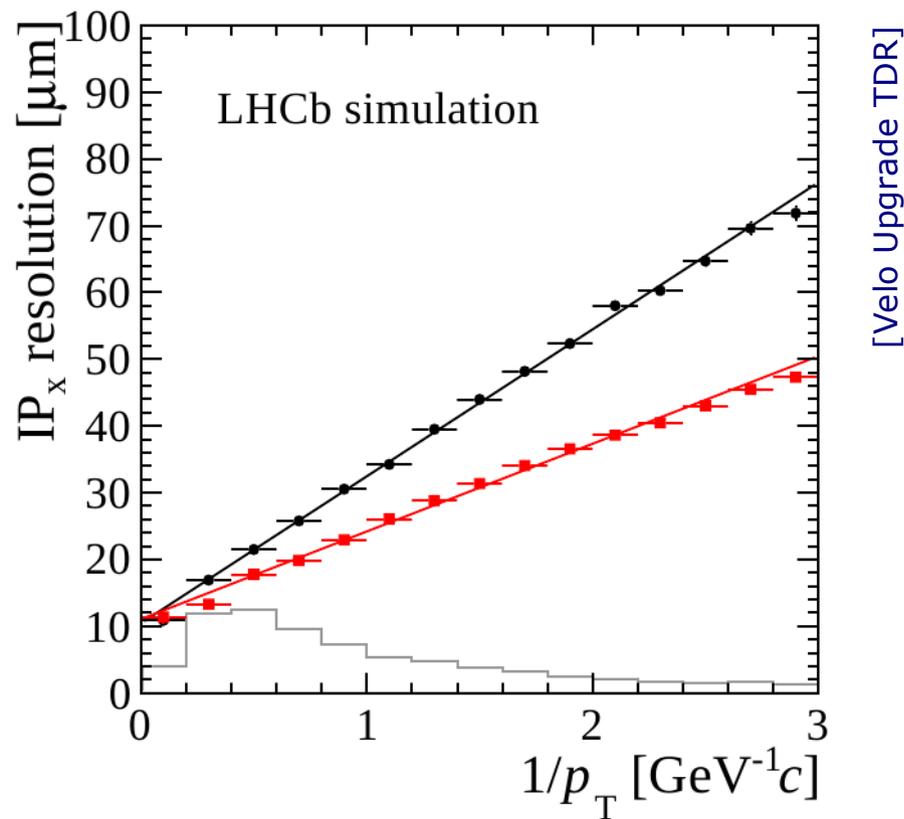


- ▶ 26 plans de mesure
- ▶ Pixels $55 \times 55 \mu\text{m}^2$
- ▶ 41×10^6 canaux
- ▶ Rayon interne 3,5 cm (5,5)
- ▶ Fluence $8,5 \times 10^{15} n_{\text{eq}} \text{cm}^2$ pour une \mathcal{L} intégrée de 50 fb^{-1}
- ▶ Refroidissement à $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ par évaporation de CO_2 dans des micro-canaux



Vue de dessus et de dessous d'un module

Performance du détecteur de vertex



Résolution en paramètre d'impact à $2 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ et $\sqrt{s} = 14 \text{ TeV}$ pour les traces traversant le détecteur, en **noir** pour le détecteur actuel et en **rouge** pour le détecteur à pixels (épaisseur *RF foil* 250 μm).

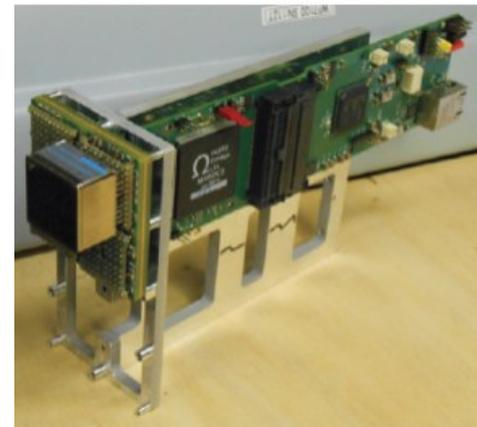
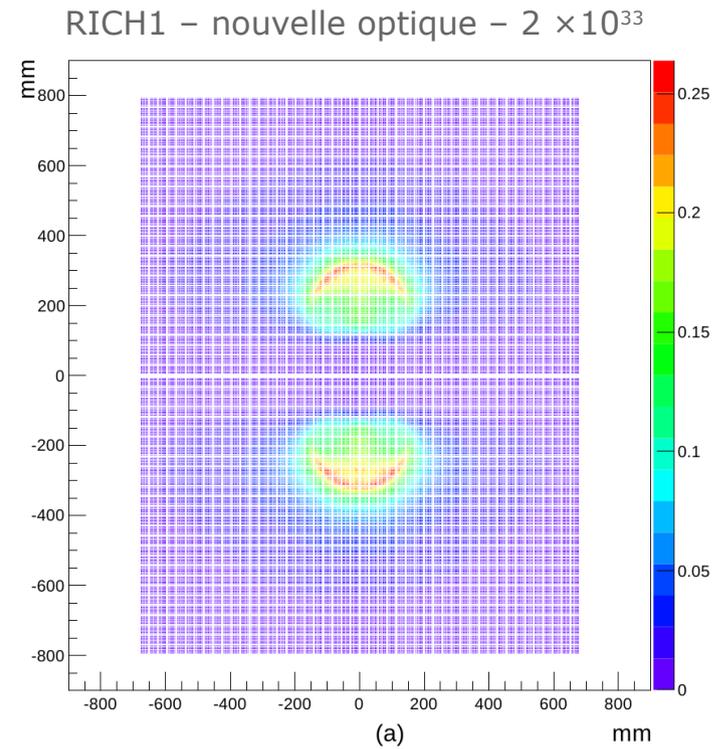
- Performance meilleure que le détecteur actuel.

Identification des pions et des kaons

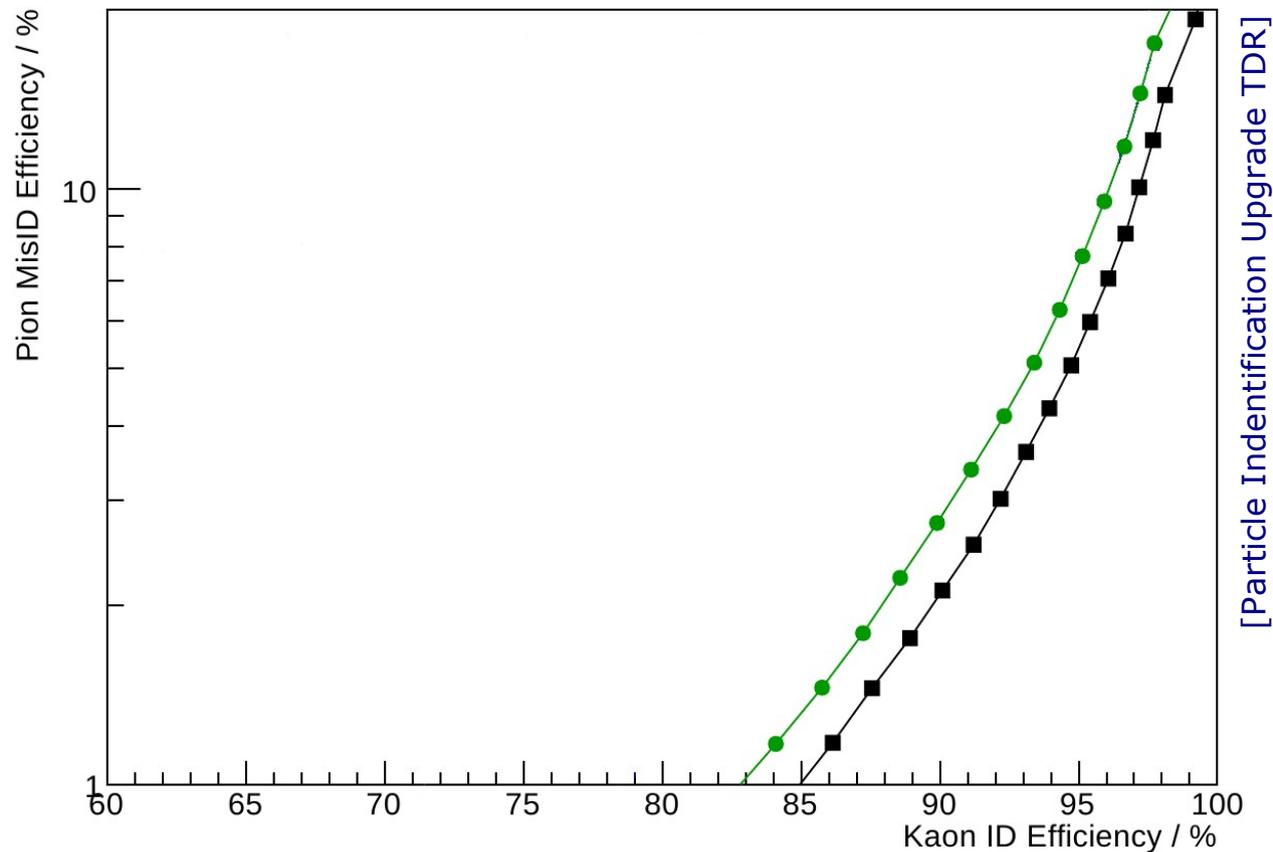
- ▶ L'identification des pions et des kaons est effectuée par les RICH1, 2 comme dans la version actuelle.
- ▶ RICH1 sans aérogel.

Nouveau système optique, pour agrandir l'image des anneaux Cerenkov dans le plan focal, afin de réduire l'occupation des détecteurs de photons.

- ▶ Les détecteurs de photons seront des MaPMTs, lus par un ASIC dédié (CLARO).
(Nouvelle version des HPDs comme solution de secours.)



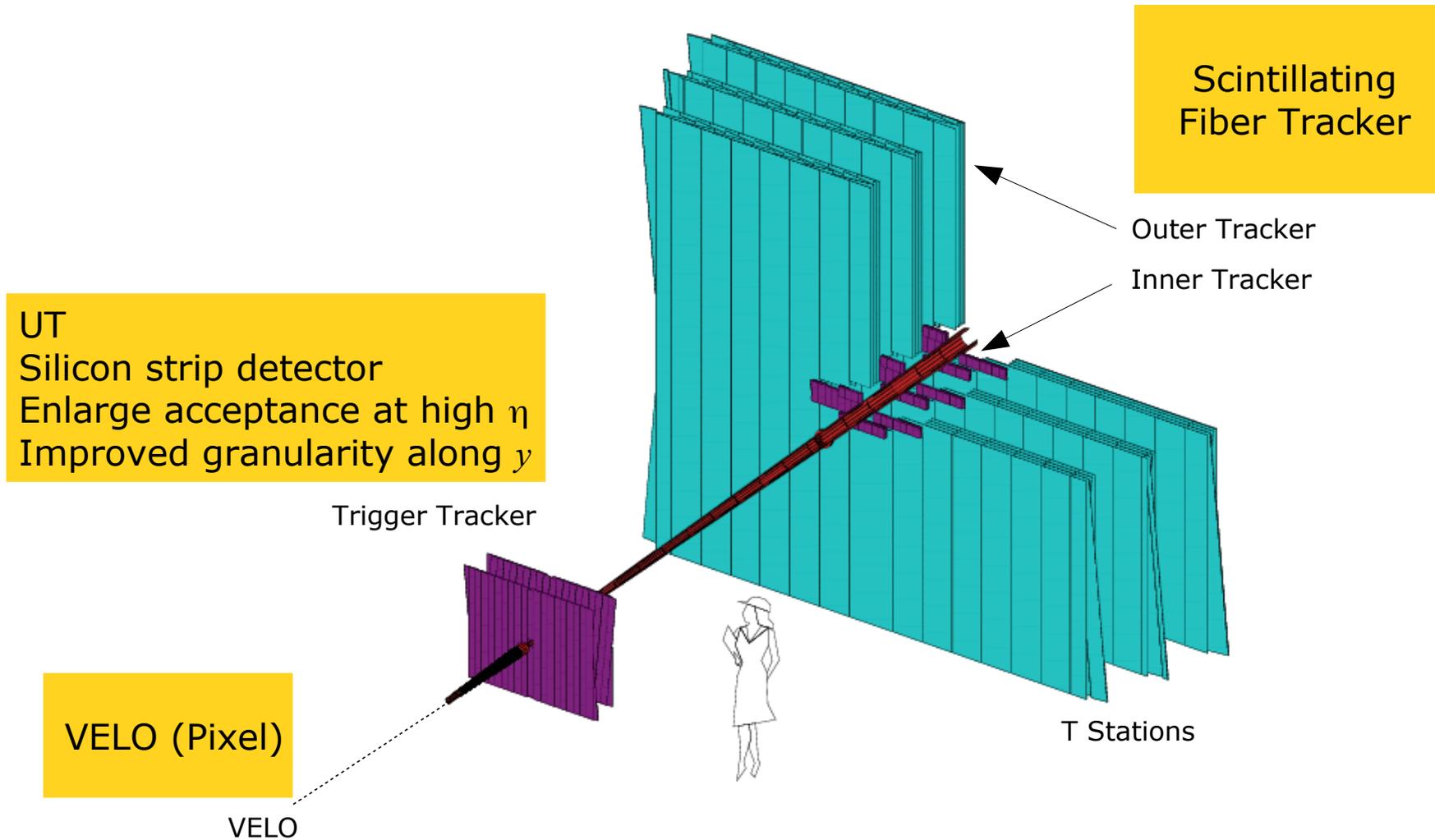
Performance identification pions / kaons



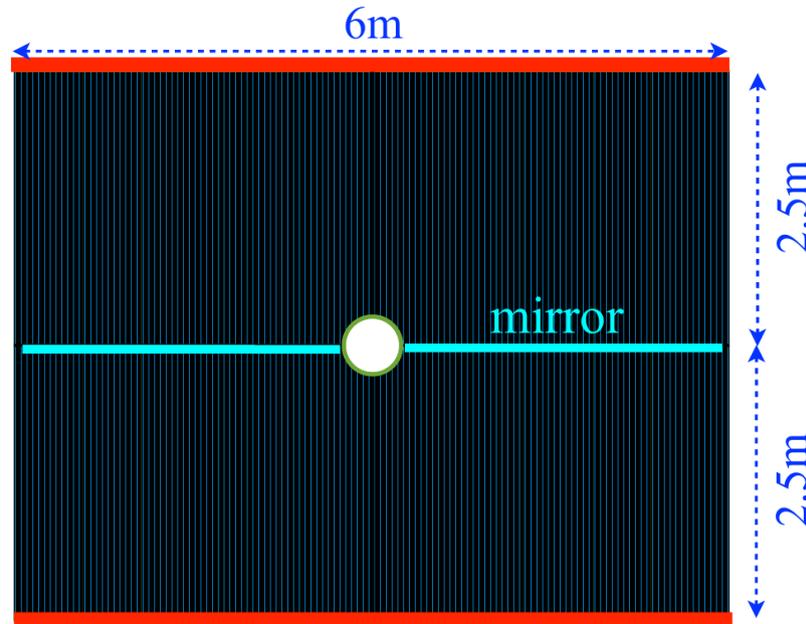
En **noir** les performances des RICHs actuels à $4 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$
En **vert**, celles des nouveaux RICHs, à $2 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

- Performance similaire au détecteur actuel.

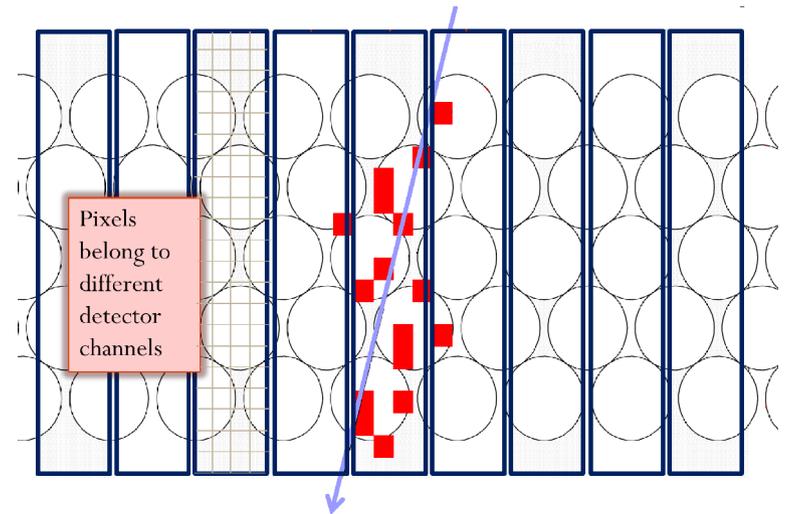
La mesure des traces dans LHCb et évolution du trajectographe



Trajectographe à fibres scintillantes

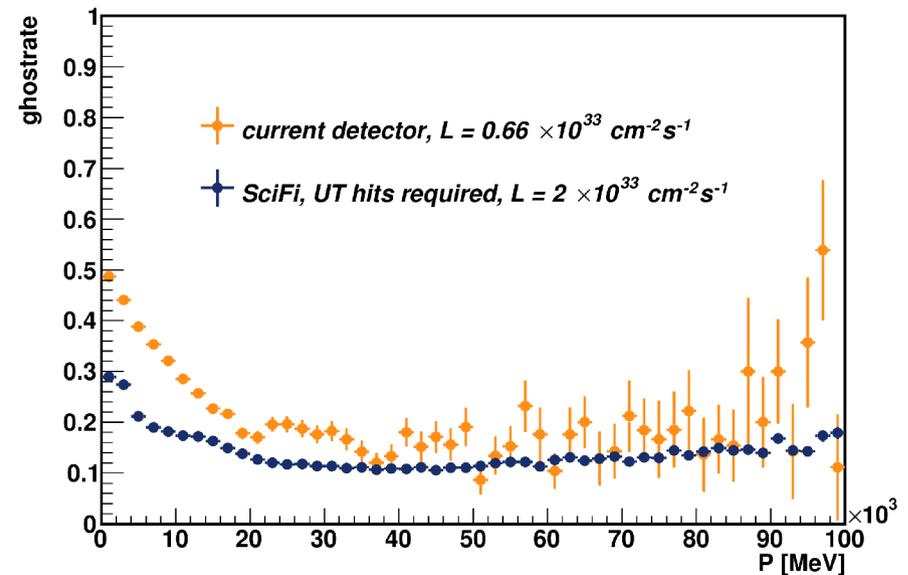
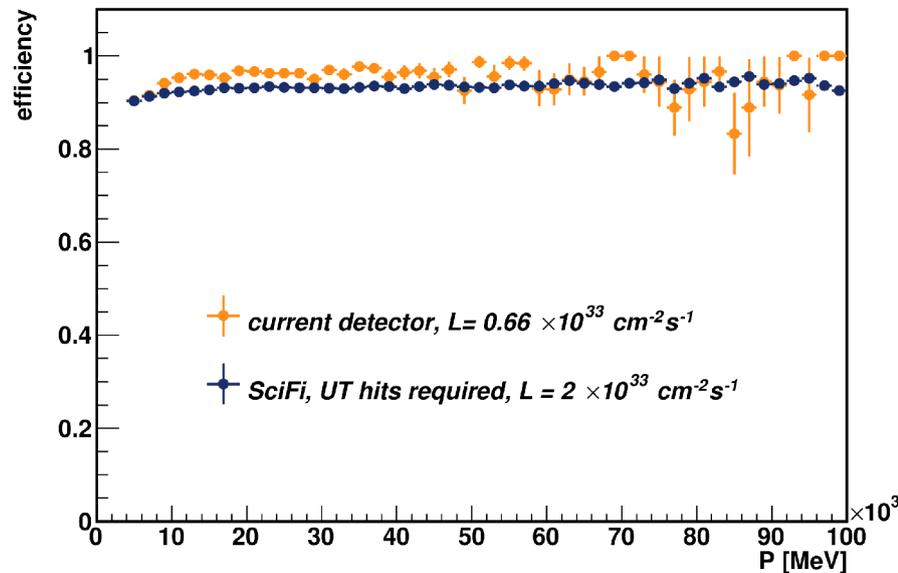


- 4 plans détection / station
- 12 modules par plan
- Un module est composé de fibres de 250 μm de diamètre arrangées en 5 couches



- Détection des photons \rightarrow SiPM
- 4608 SiPMs connectés à des ASICs dédiés (PACIFIC)
- 590×10^3 canaux
- SiPM refroidi à $-40\text{ }^\circ\text{C}$

Performance pour la reconstruction des traces

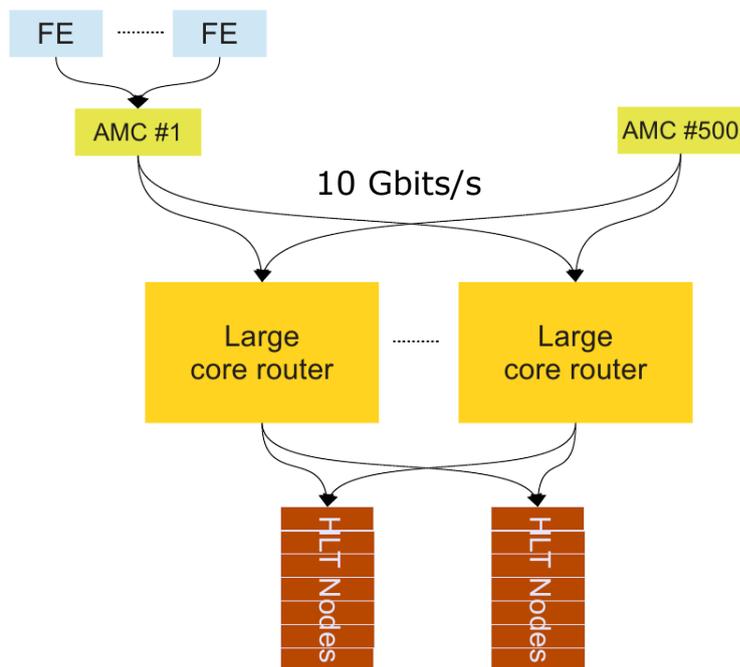


Les performances pour la reconstruction des traces traversant le détecteur, à $2 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, sont similaires voire meilleures que celles obtenues avec le détecteur actuel.

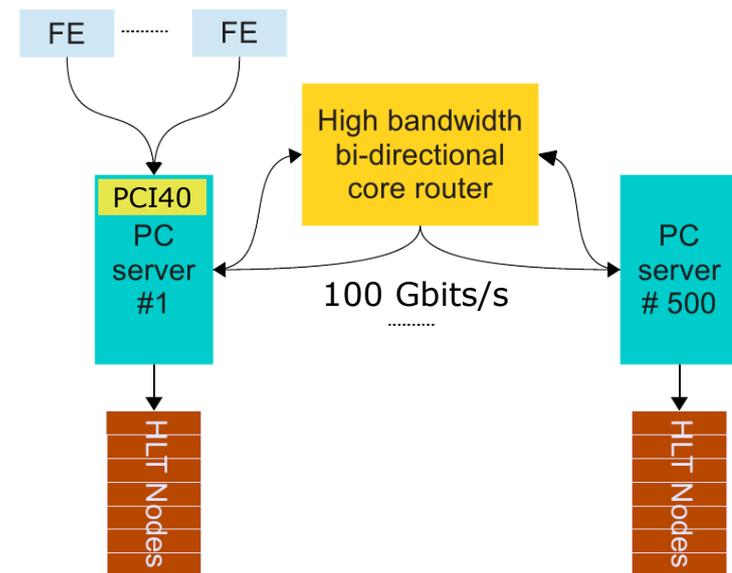
Evolution du système d'acquisition (32 Tbits/s)

- ▶ Le défi principal est de trouver une solution économique. Deux architectures sont envisagées :

Fat-core event builder



Uniform event builder



- ▶ La revue de l'architecture est prévue le 25 février 2014 au CERN.

Coût de l'upgrade de LHCb

| | Coût [MCHF] |
|----------------------------------|-------------|
| Détecteur de vertex | 5,7 |
| RICH 1 & 2 | 11,6 |
| UT | 6,2 |
| Trajectographe à fibre | 13,5 |
| Calorimètres | 1,9 |
| Muon | 1,7 |
| LLT + pré-série carte de lecture | 0,9 |
| Projets communs | 15,6 |
| TOTAL | 57 |

Marges pour imprévus au niveau de 15 %.

Evolution de la contribution française

Contributions françaises

- ▶ L'ensemble des laboratoires *LHCb France* sont impliqués dans la préparation de l'upgrade de LHCb : CPPM, LAL, LAPP, LPC et LPNHE :

Calorimètres

Trajectographe à fibres scintillantes

Carte de lecture à 40 MHz

Low Level Trigger

- ▶ Responsabilités :

| | |
|---|-----------------------------|
| Coordinateur de l'upgrade des calorimètres | F. Machefert |
| Coord. de l'électronique du trajectographe à fibres | H. Chanal |
| Coord. de la simulation du trajectographe à fibres | Y. Amhis |
| Coordinateur du LLT | P. Robbe |
| Coordination de la carte de lecture | J.-P. Cachemiche, R. Le Gac |
| Coordination des micro-codes pour la carte de lecture | S. T'Jampens, G. Vouters |
| Coordinateur du <i>Data processing</i> | R. Le Gac |

Les calorimètres

► Les partenaires :

| | |
|---------|---------------------------------|
| Espagne | Univ. Barcelona, Univ. La Salle |
| France | LAL, LAPP |
| Russie | IHEP, INR, ITEP |

► La contribution française :

| | |
|--|------|
| Conception et réalisation des cartes FE et de leurs contrôleurs | LAL |
| Développement des micro-codes pour les cartes de lecture | LAPP |
| Mécanique pour remplacer les modules internes (LS3) | LAPP |

Les cartes front-end pour les calorimètres

► Caractéristiques :

- 270 cartes FE
- 32 voies / carte
- 4 ASIC (Espagne) + ADC
- 4 FE-PGAs : traitement numérique du signal
- 1 TRIG-PGA : construction et sélection des amas 2×2
- 1 CTRL-PGA : synchronisation et alignement en temps
- 5 GBTs : sortie sérielle optique

► Calendrier :

- Prototypes 2014 – 2015
- Production 2016 – 2017



Prototype de la carte FE

Le trajectographe à fibres scintillantes

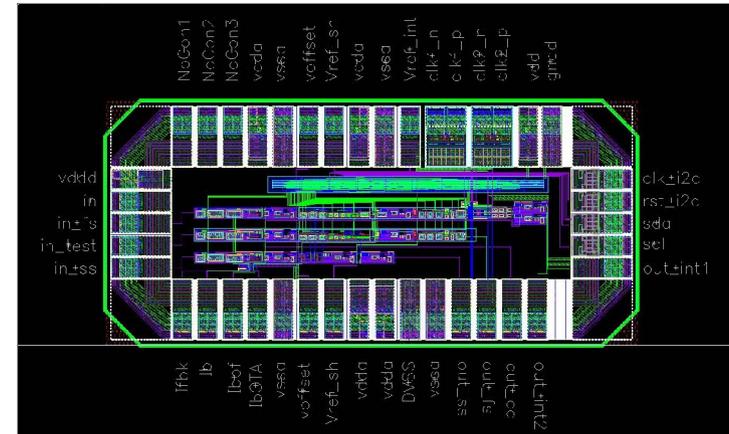
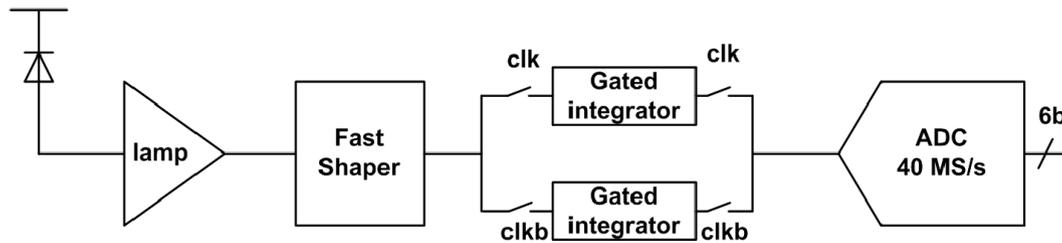
► Les partenaires :

| | |
|--------------|---|
| Allemagne | Univ. Aachen, Dortmund, Heidelberg, Rostock |
| Brésil | CBPF Rio de Janeiro |
| Espagne | ICC Barcelona, Univ. Valence |
| France | LAL, LPC, LPNHE |
| Pays-Bas | NIKHEF |
| Royaume Unis | Imperial College London |
| Russie | IHEP, INR, ITEP, NRC KI, PNPI |
| Suisse | CERN, EPFL |

► La contribution française :

| | |
|---|-----------------|
| Conception et réalisation ASIC (PACIFIC) et des cartes FE | LPC |
| Acquisition des données et développement micro-codes | LPNHE |
| Algorithme de reconstruction des traces et simulation | LAL, LPC, LPNHE |

Le composant PACIFIC



Prototype des blocs élémentaires

► Caractéristiques :

- 128 canaux
- Deux gammes de dynamique :
750 fC → 7,7 pC ou 3,3 → 30,8pC
- Mise en forme du signal,
intégration et digitisation à 40 MHz
- Résolution ADC 6 bits
- Technologie IBM 130 nm

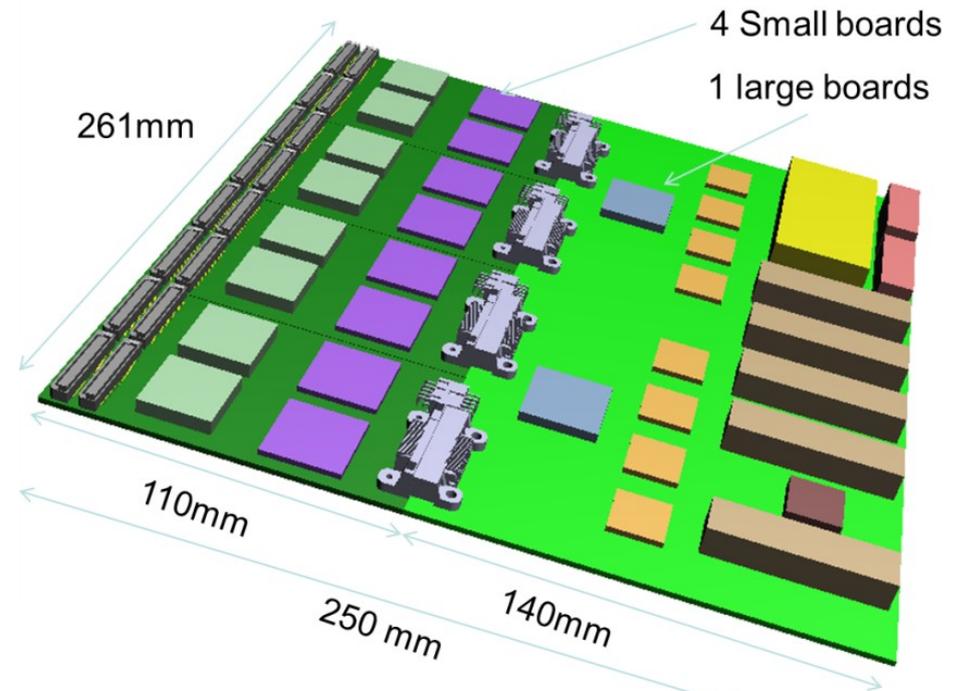
► Calendrier

- Prototype 2014 – 2015
- Production 2016

Les cartes FE du trajectographe

► Caractéristiques :

- 576 Cartes FE
- 8 SiPM /cartes (1024 voies)
- 8 PACIFIC
- 8 FPGA : clusterisation et suppression de zéro
- 2 FPGA : concentrateur
- ≤ 8 GBT : sortie optique



► Calendrier

- Prototype 2014 – 2016
- Production 2017 – 2018

La carte de lecture à 40 MHz

► Les partenaires :

| | |
|--------|------------|
| France | CPPM, LAPP |
| Italie | Bologna |
| Suisse | CERN |

► La contribution française :

| | |
|---|------|
| Conception, pré-série, production et micro-codes très proches du hardware | CPPM |
| Coordination des micro-codes et développement micro-code générique | LAPP |

La version AMC /ATCA (baseline)

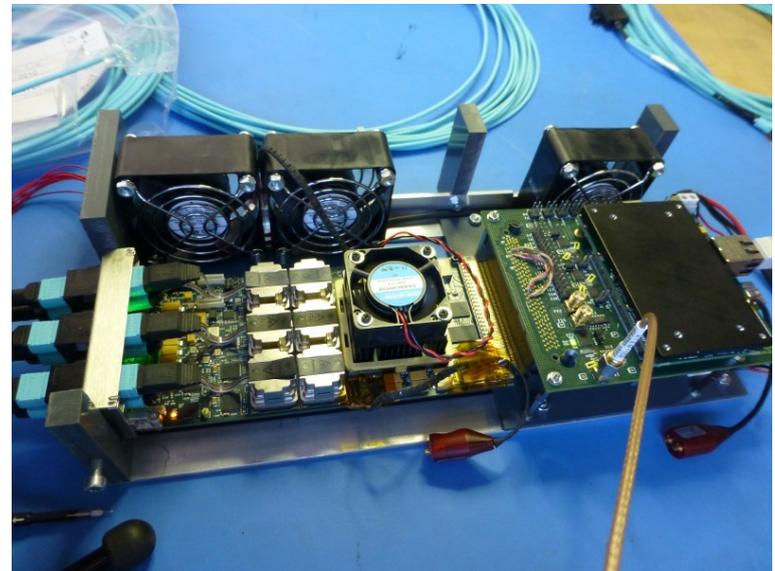
► Caractéristiques :

- 125 cartes mères ATCA
- 500 cartes filles AMC
- 36 entrées et 36 sorties sérieelles à 10 Gbit/s par AMC
- 1 FPGA Stratix V GX / AMC

| | |
|-------|-------------------|
| AMC40 | ATCA MOTHER BOARD |
| AMC40 | |
| AMC40 | |
| AMC40 | |

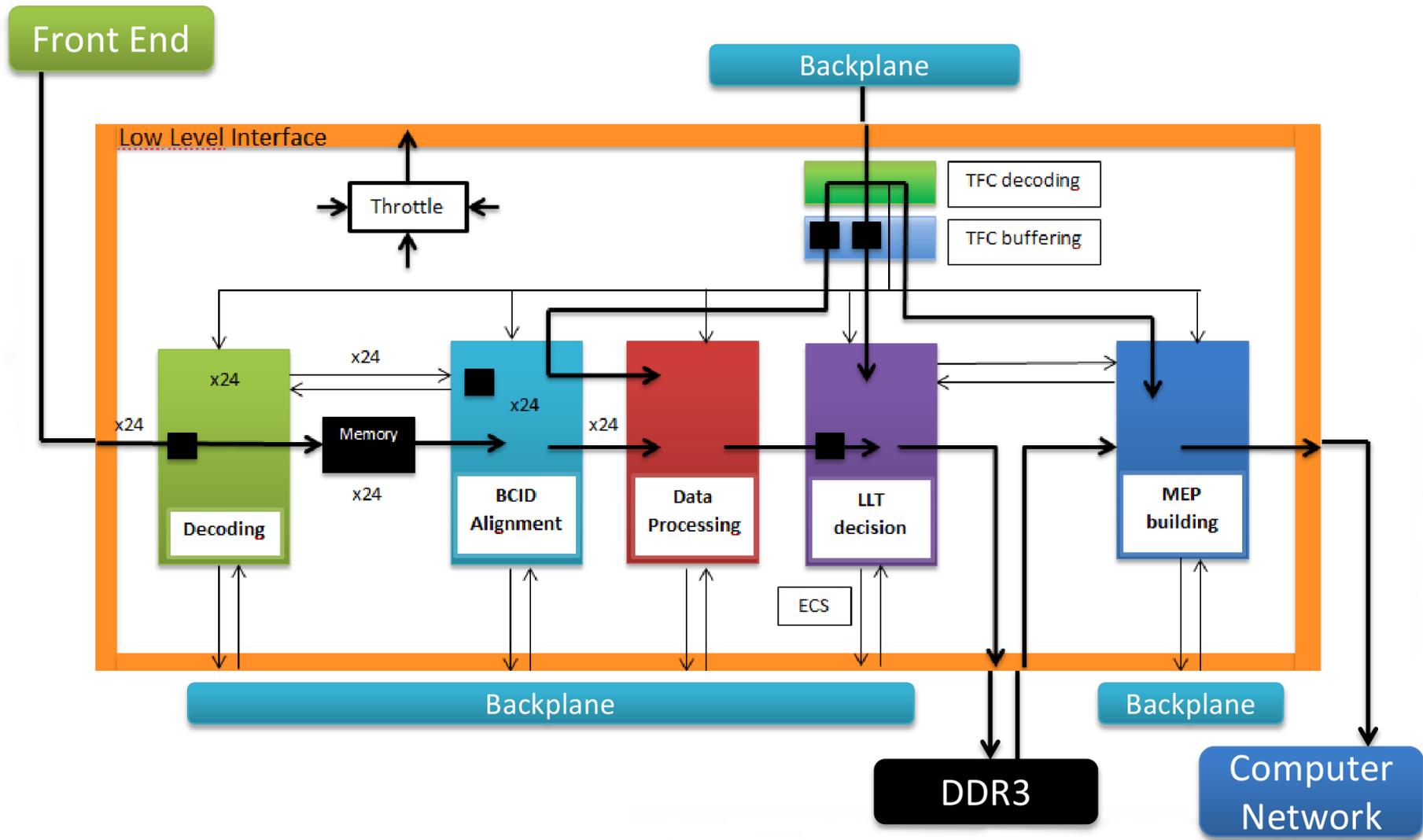
► Calendrier :

- Prototype 2014
- Production 2015 – 2016



Carte AMC dans un système MiniDAQ

Architecture du FPGA en mode acquisition

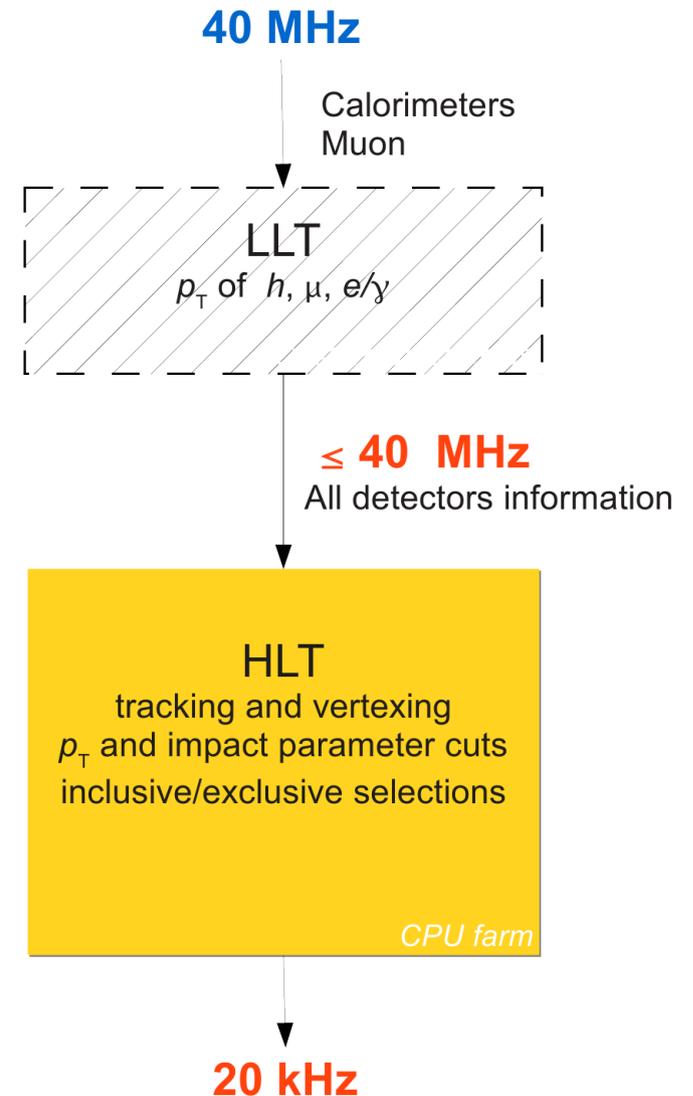


Le système de déclenchement LLT

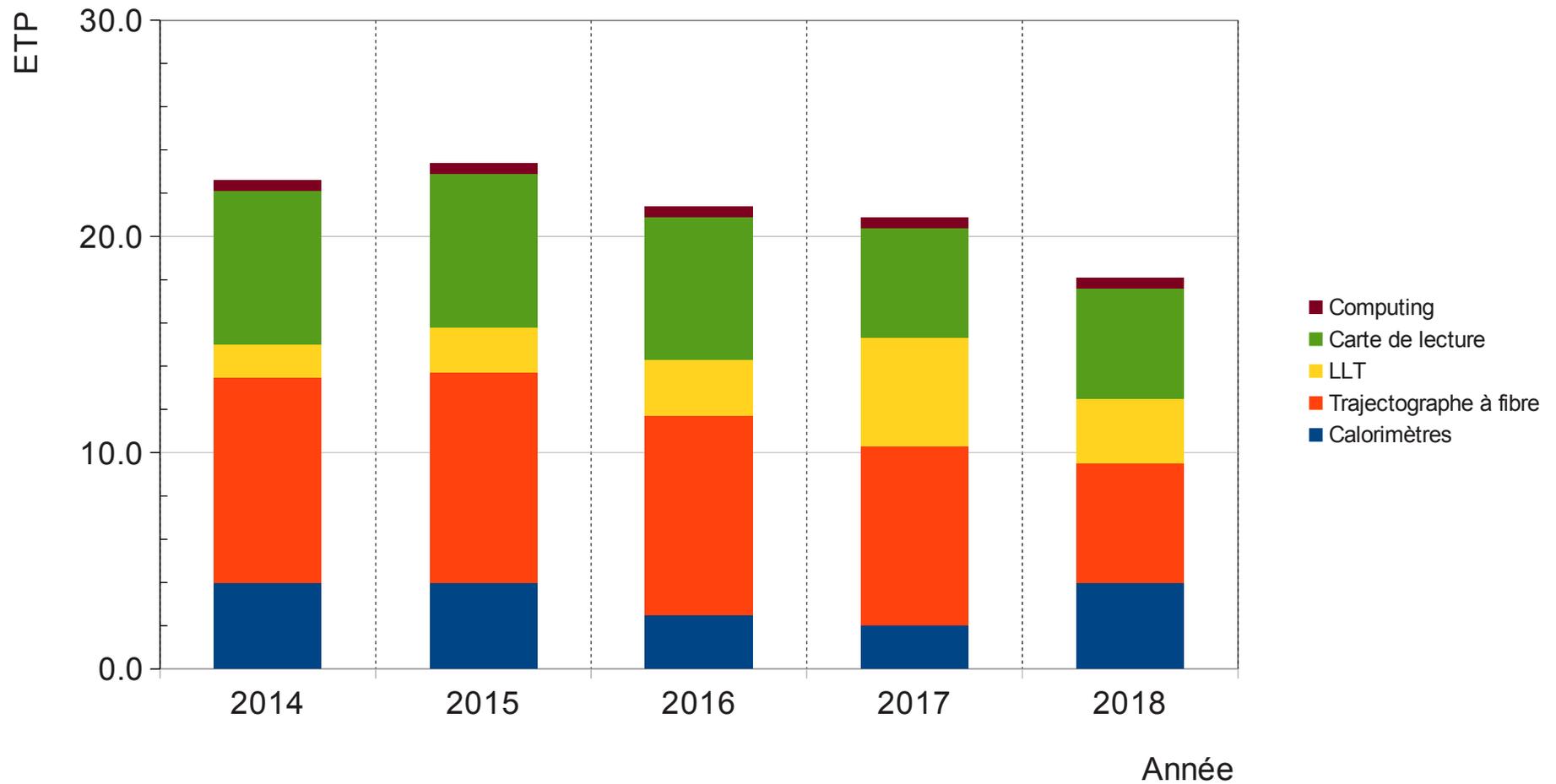
- ▶ Le LLT est le descendant du L0.

Il agit comme une sécurité pour limiter, si nécessaire, le taux à l'entrée de la ferme de calcul.

- ▶ Migration du L0 dans la nouvelle infrastructure en utilisant les cartes de lecture à 40 MHz.
- ▶ Partenaires :
CPPM, LAL, LAPP, LPC
- ▶ Calendrier : développement des micro-codes 2016 – 2018



Ressources humaines allouées



- ▶ En bonne adéquation avec les besoins.

Ressources financières

| | Coût [kCHF] |
|-----------------------------|-------------|
| Calorimètres | 1 286 |
| Front-end | 339 |
| Controlleurs | 58 |
| Liens optiques | 323 |
| Cartes de lecture | 566 |
| Trajectographe à fibres | 2 198 |
| ASIC | 1 185 |
| Front-end | 547 |
| 14 Cartes de lectures | 466 |
| Low Level Trigger | 343 |
| LLT-Calo | 203 |
| LLT-Muon | 117 |
| LLT-DU | 22 |
| Pré-série cartes de lecture | 580 |
| Projets communs (9.7%) | 1 514 |
| Complément R&D | 250 |
| Total | 6 170 |

- ▶ Demande similaire à celle présentée en juin 2012.
- ▶ Marges pour imprévus au niveau de 15 %.

Plan de financement de l'IN2P3

- ▶ L'IN2P3 nous propose un financement de 4 M€ (5 MCHF) pour la période 2014 – 2018.
- ▶ Il devra couvrir les composants essentiels à l'upgrade, notre contribution aux projets communs et le complément de R&D.
- ▶ Un accompagnement est envisageable au-delà de 2019.

Proposition de financement

- ▶ Sur la base des hypothèses suivantes :
 - l'ensemble des cartes de lectures de recharge est financé à partir de 2019 ;
 - les marges pour imprévus sont réduites ici de 15 à 7%.

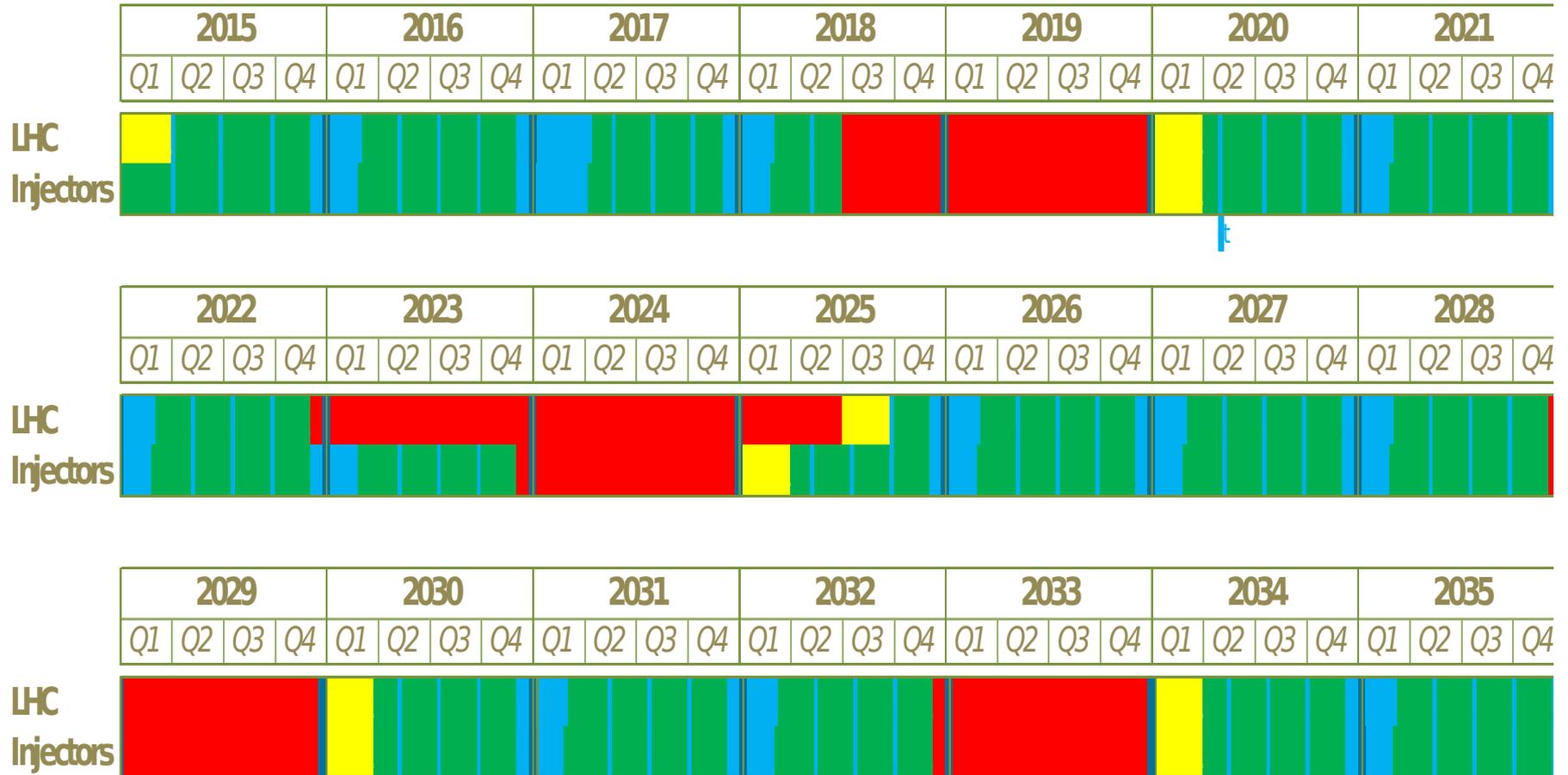
| Coût [kCHF] | 2014-2018 | 2019 - ... |
|-----------------------------|-----------|------------|
| Calorimètres | 1 115 | 95 |
| Trajectographe à fibres | 1 657 | 425 |
| Low Level Trigger | 180 | 135 |
| Pré-série cartes de lecture | 485 | |
| Projets commun | 1 514 | |
| Complément R&D | 250 | |
| Total | 5 200 | 655 |

Conclusions

- ▶ Le programme de physique de l'upgrade de LHCb est au cœur de la physique des particules. Il fait partie de l'exploitation à long terme du LHC. Il est un des axes prioritaires de la Stratégie européenne.
- ▶ Les performances du détecteur actuel et la pureté des échantillons déjà analysés, montrent que des mesures de précision sont faisable dans LHCb.
- ▶ La contribution française s'inscrit dans la continuité de ce que nous avons produit pour LHCb et s'organise autour des systèmes essentiels à l'upgrade.
- ▶ Le plan de financement de l'IN2P3 devrait permettre de fabriquer l'ensemble des systèmes requis au démarrage en 2020 et de payer notre contribution aux projets communs.
- ▶ Un accompagnement sera nécessaire au-delà de 2019 pour financer les composants de rechange.

Backup

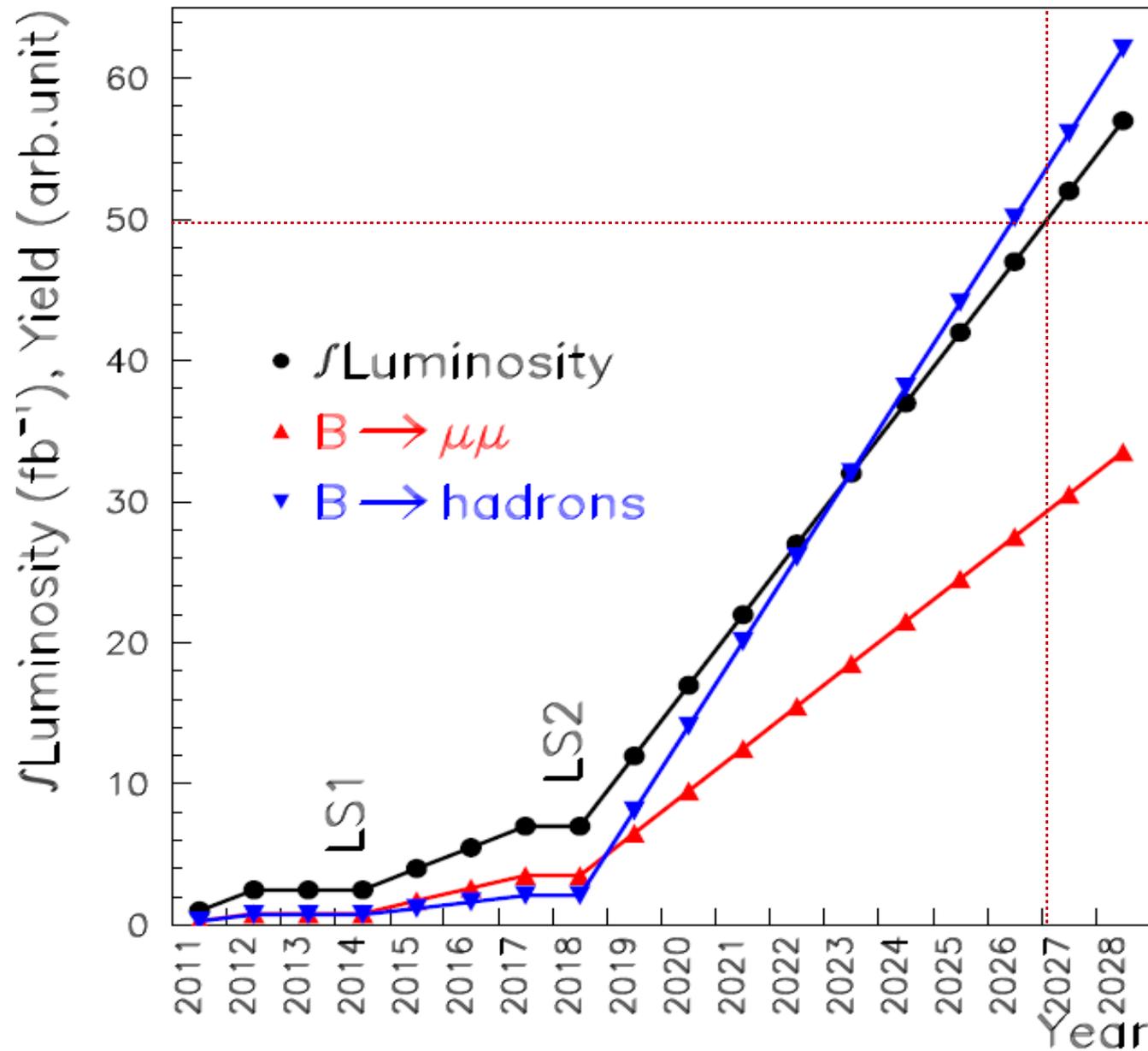
LHC Schedule – December 2013



Mass scale of New Physics (*new colored & flavored particles*)

| <i>Simplifying a complicated multi-dim. problem...</i> | $< 1 \text{ TeV}$ | few TeV | $> \text{few TeV}$ |
|---|---|--|---------------------------------|
| | <i>Direct New Physics searches @ high p_T:</i> | | |
| | NP within direct reach @ 8 TeV | NP within reach @ 14 TeV | NP beyond direct searches @ LHC |
| | <i>NP effects in Quark Flavor Physics:</i> | | |
| Flavor Structure | huge [$> O(1)$] | sizable [$O(1)$] | sizable/small [$< O(1)$] |
| Small misalignment (<i>e.g. partial compositeness</i>) | sizable [$O(1)$] | small [$O(10\%)$] | small/tiny [$O(1-10\%)$] |
| Aligned to SM (<i>MFV</i>) | small [$O(10\%)$] | tiny [$O(1\%)$] | not visible [$< 1\%$] |

Trigger yield

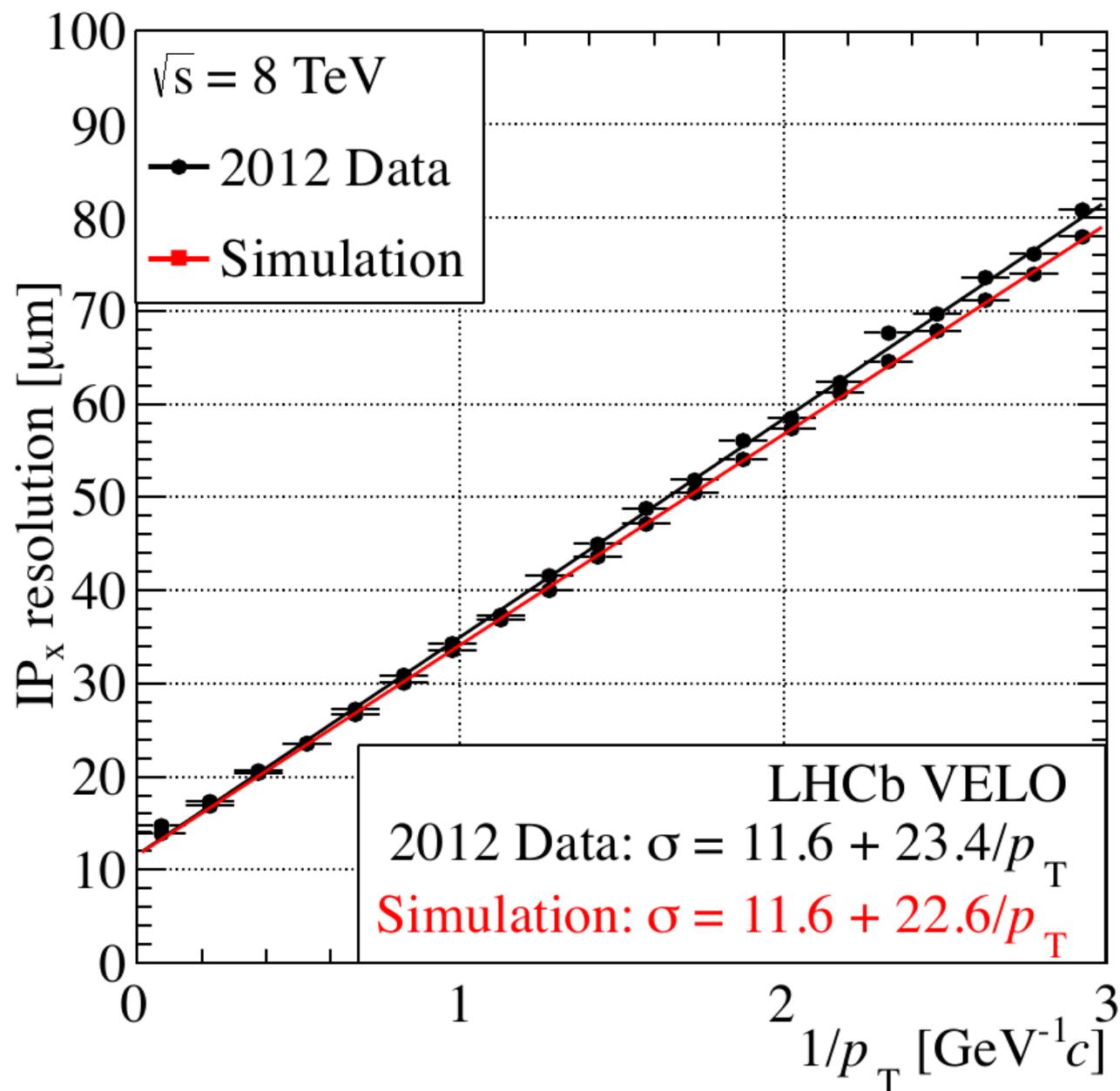


Statistical sensitivities

Table 3: Statistical sensitivities of the LHCb upgrade to key observables. For each observable the expected sensitivity is given for the integrated luminosity accumulated by the end of LHC Run 1, by 2018 (assuming 5 fb^{-1} recorded during Run 2) and for the LHCb Upgrade (50 fb^{-1}). An estimate of the theoretical uncertainty is also given – this and the potential sources of systematic uncertainty are discussed in the text.

| Type | Observable | LHC Run 1 | LHCb 2018 | LHCb upgrade | Theory |
|---------------------------|---|-------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| B_s^0 mixing | $\phi_s(B_s^0 \rightarrow J/\psi \phi)$ (rad) | 0.05 | 0.025 | 0.009 | ~ 0.003 |
| | $\phi_s(B_s^0 \rightarrow J/\psi f_0(980))$ (rad) | 0.09 | 0.05 | 0.016 | ~ 0.01 |
| | $A_{\text{sl}}(B_s^0)$ (10^{-3}) | 2.8 | 1.4 | 0.5 | 0.03 |
| Gluonic penguin | $\phi_s^{\text{eff}}(B_s^0 \rightarrow \phi \phi)$ (rad) | 0.18 | 0.12 | 0.026 | 0.02 |
| | $\phi_s^{\text{eff}}(B_s^0 \rightarrow K^{*0} \bar{K}^{*0})$ (rad) | 0.19 | 0.13 | 0.029 | < 0.02 |
| | $2\beta^{\text{eff}}(B^0 \rightarrow \phi K_S^0)$ (rad) | 0.30 | 0.20 | 0.04 | 0.02 |
| Right-handed currents | $\phi_s^{\text{eff}}(B_s^0 \rightarrow \phi \gamma)$ | 0.20 | 0.13 | 0.030 | < 0.01 |
| | $\tau^{\text{eff}}(B_s^0 \rightarrow \phi \gamma)/\tau_{B_s^0}$ | 5% | 3.2% | 0.8% | 0.2% |
| Electroweak penguin | $S_3(B^0 \rightarrow K^{*0} \mu^+ \mu^-; 1 < q^2 < 6 \text{ GeV}^2/c^4)$ | 0.04 | 0.020 | 0.007 | 0.02 |
| | $q_0^2 A_{\text{FB}}(B^0 \rightarrow K^{*0} \mu^+ \mu^-)$ | 10% | 5% | 1.9% | $\sim 7\%$ |
| | $A_{\text{I}}(K \mu^+ \mu^-; 1 < q^2 < 6 \text{ GeV}^2/c^4)$ | 0.14 | 0.07 | 0.024 | ~ 0.02 |
| | $\mathcal{B}(B^+ \rightarrow \pi^+ \mu^+ \mu^-)/\mathcal{B}(B^+ \rightarrow K^+ \mu^+ \mu^-)$ | 14% | 7% | 2.4% | $\sim 10\%$ |
| Higgs penguin | $\mathcal{B}(B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-)$ (10^{-9}) | 1.0 | 0.5 | 0.19 | 0.3 |
| | $\mathcal{B}(B^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-)/\mathcal{B}(B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-)$ | 220% | 110% | 40% | $\sim 5\%$ |
| Unitarity triangle angles | $\gamma(B \rightarrow D^{(*)} K^{(*)})$ | 7° | 4° | 1.1° | negligible |
| | $\gamma(B_s^0 \rightarrow D_s^\mp K^\pm)$ | 17° | 11° | 2.4° | negligible |
| | $\beta(B^0 \rightarrow J/\psi K_S^0)$ | 1.7° | 0.8° | 0.31° | negligible |
| Charm | $A_\Gamma(D^0 \rightarrow K^+ K^-)$ (10^{-4}) | 3.4 | 2.2 | 0.5 | – |
| CP violation | ΔA_{CP} (10^{-3}) | 0.8 | 0.5 | 0.12 | – |

VELO IP resolution at $4 \times 10^{32} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$



Influence of the RF foil thickness

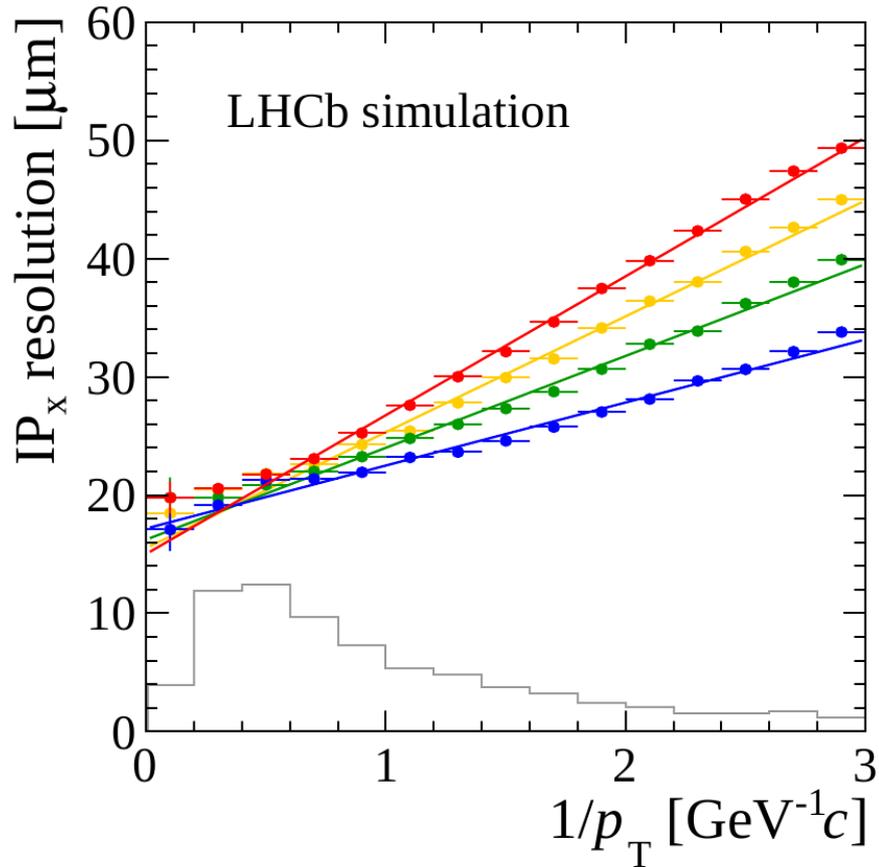
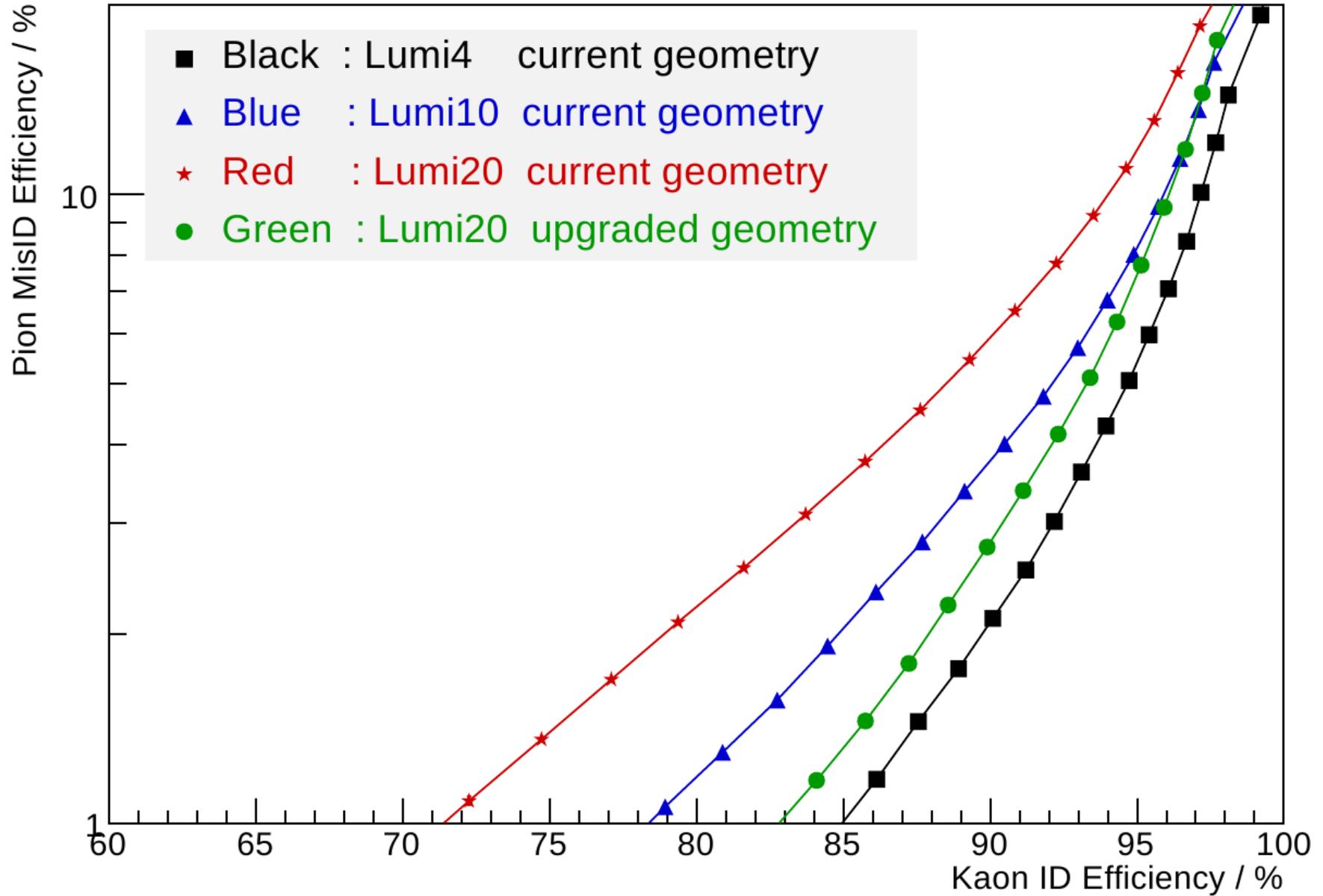
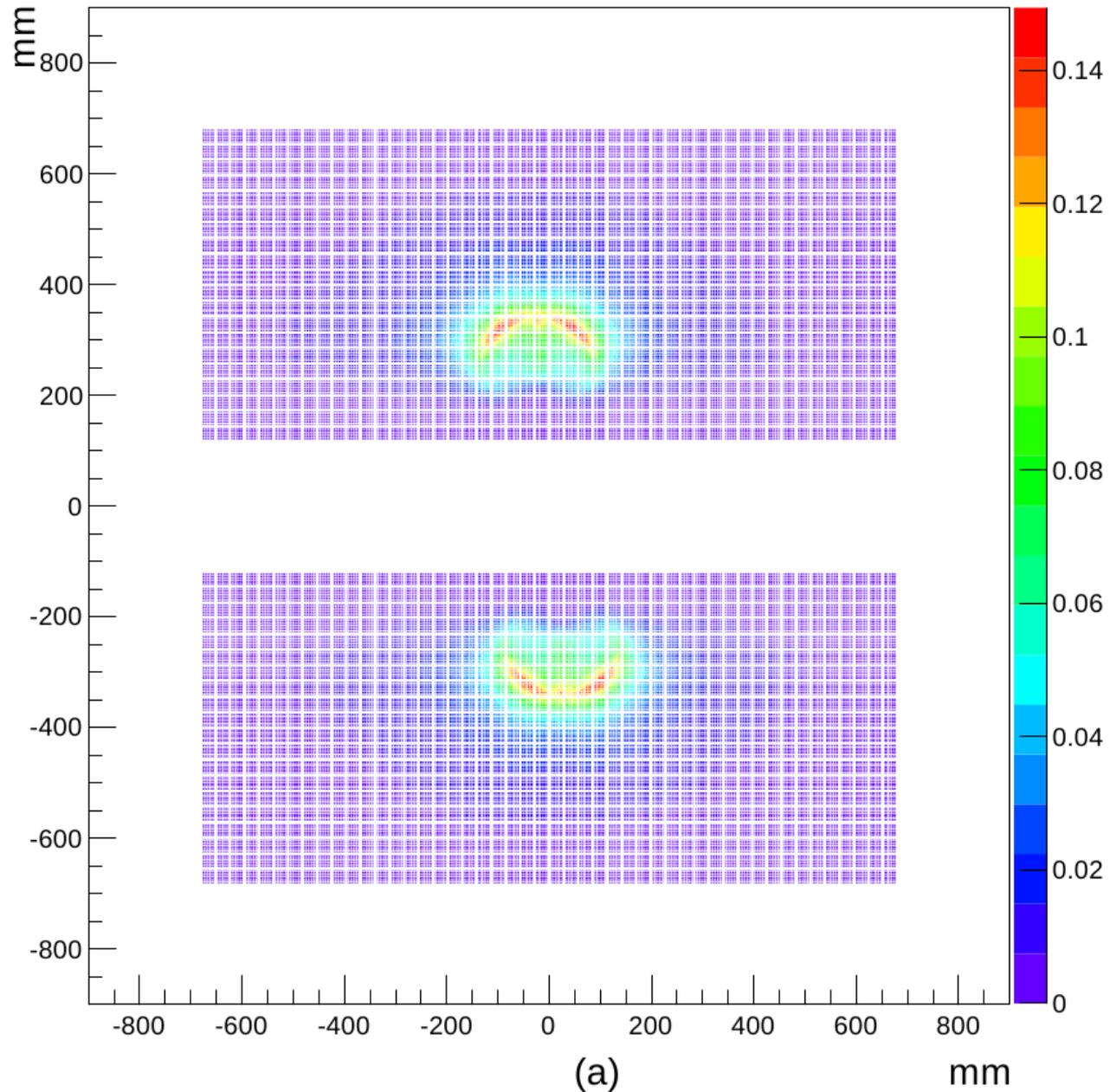


Figure 32: Impact parameter resolution in x (red) for the upgrade VELO. The nominal thickness of the RF foil is 0.25 mm. Three additional RF foil thicknesses (0.167, 0.083 and 0 mm) are shown in orange, green and blue respectively. The light grey histogram shows the relative population of b -hadron daughter tracks in each $1/p_T$ bin.

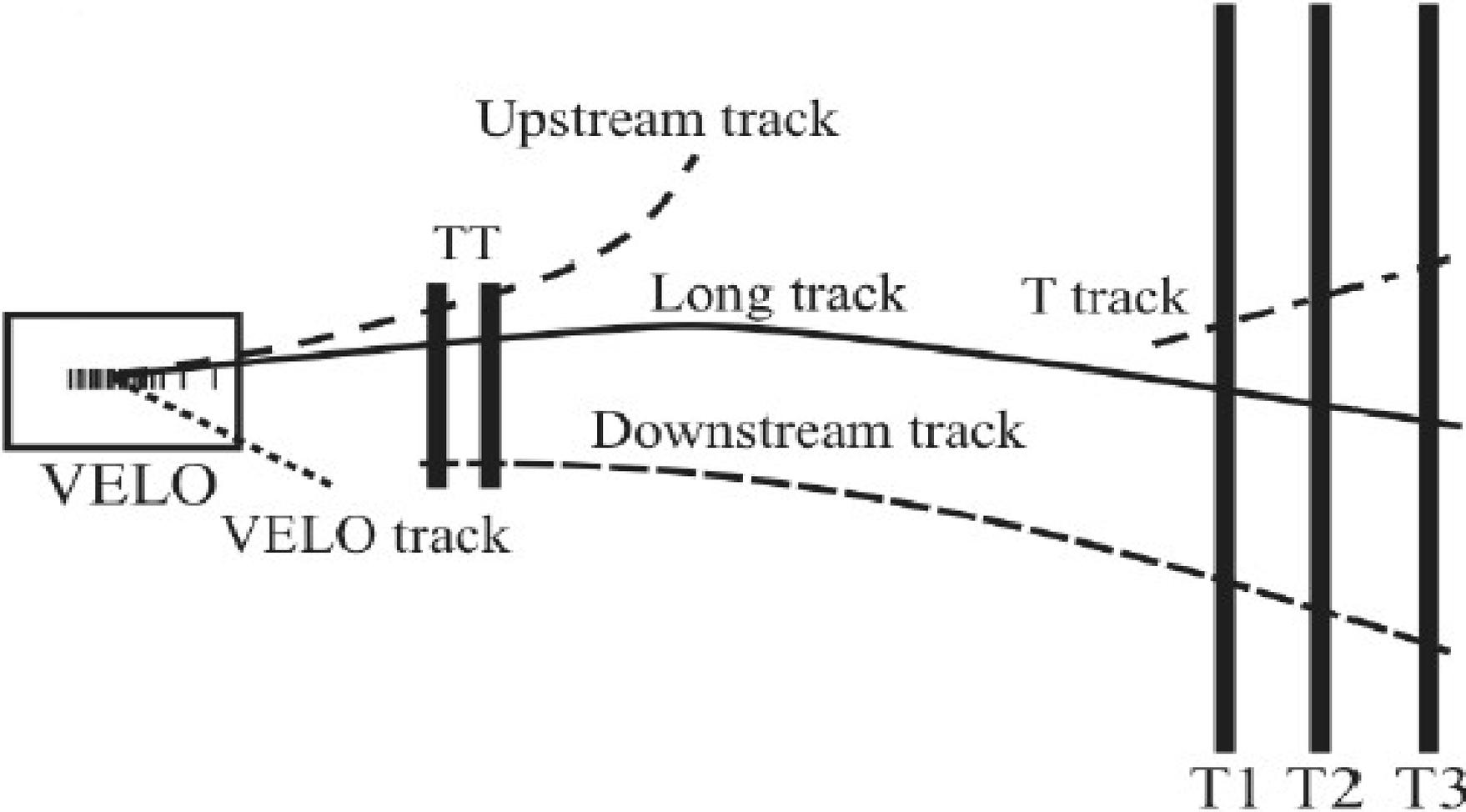
Pions and kaons identifications



LHCb RICH 1 occupancy at $4 \times 10^{32} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$

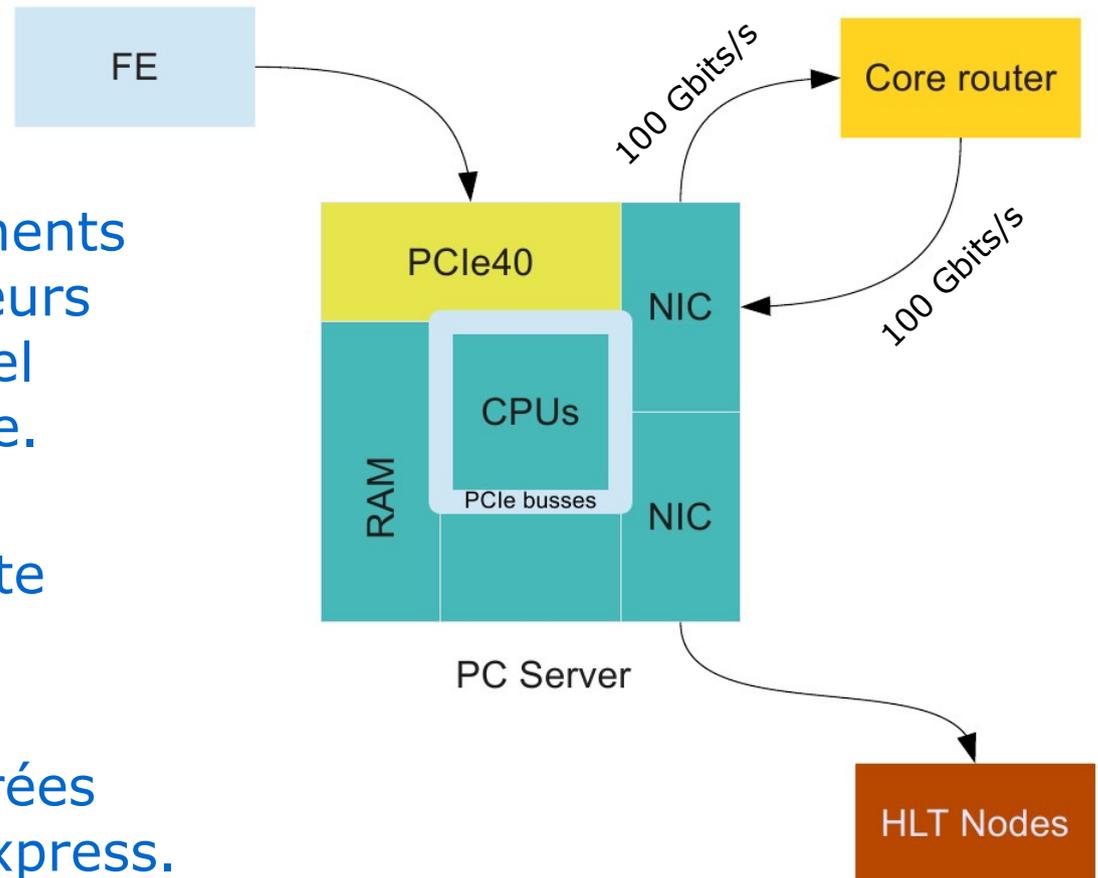


Long track definition



Uniform event builder

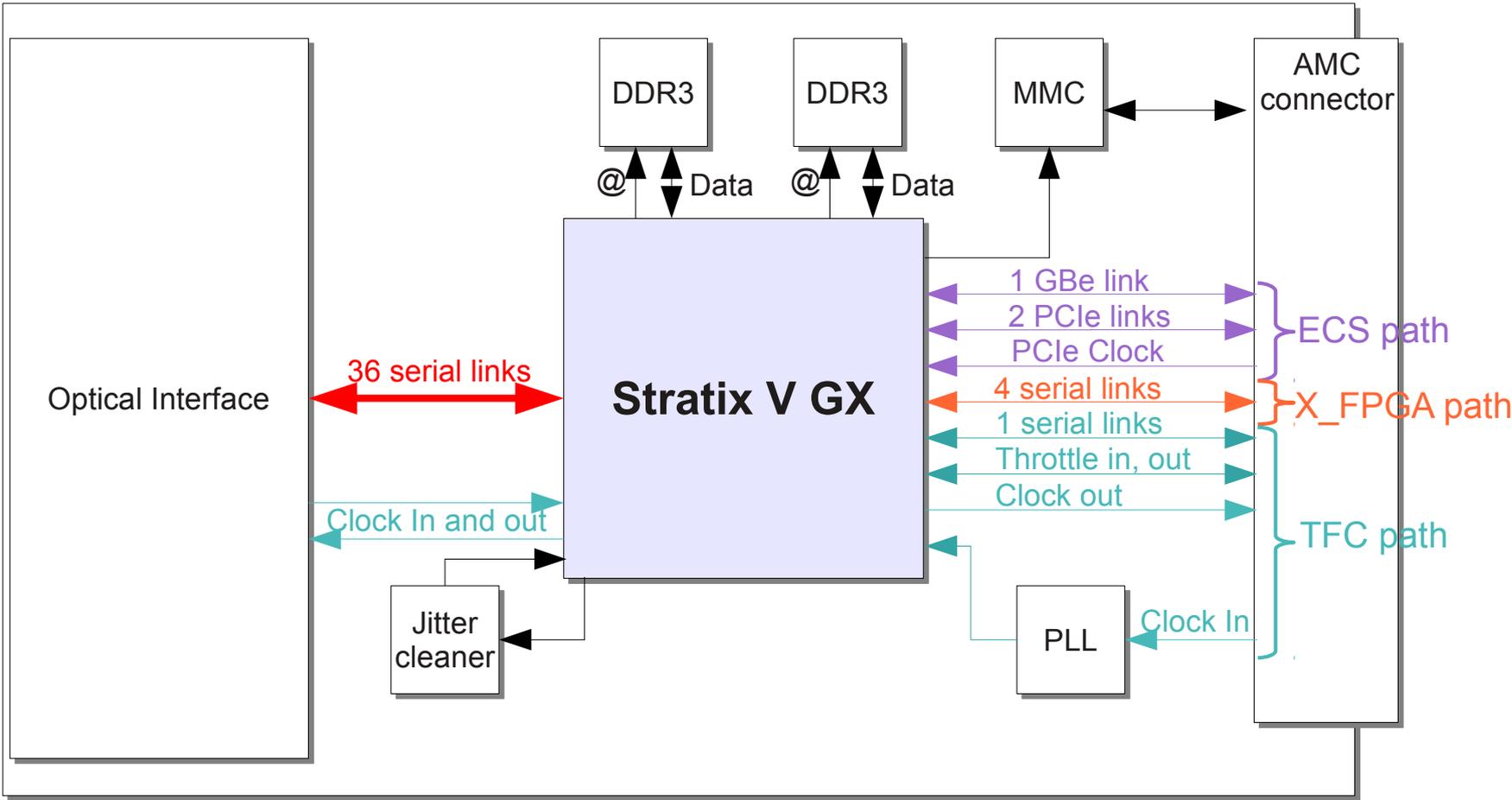
- ▶ L'assemblage des événements est effectué par des serveurs et un routeur bi-directionnel de grande bande passante.
- ▶ Le serveur contient la carte de lecture PCIe40.
- ▶ Les données sont transférées à la RAM via le bus PCI Express.



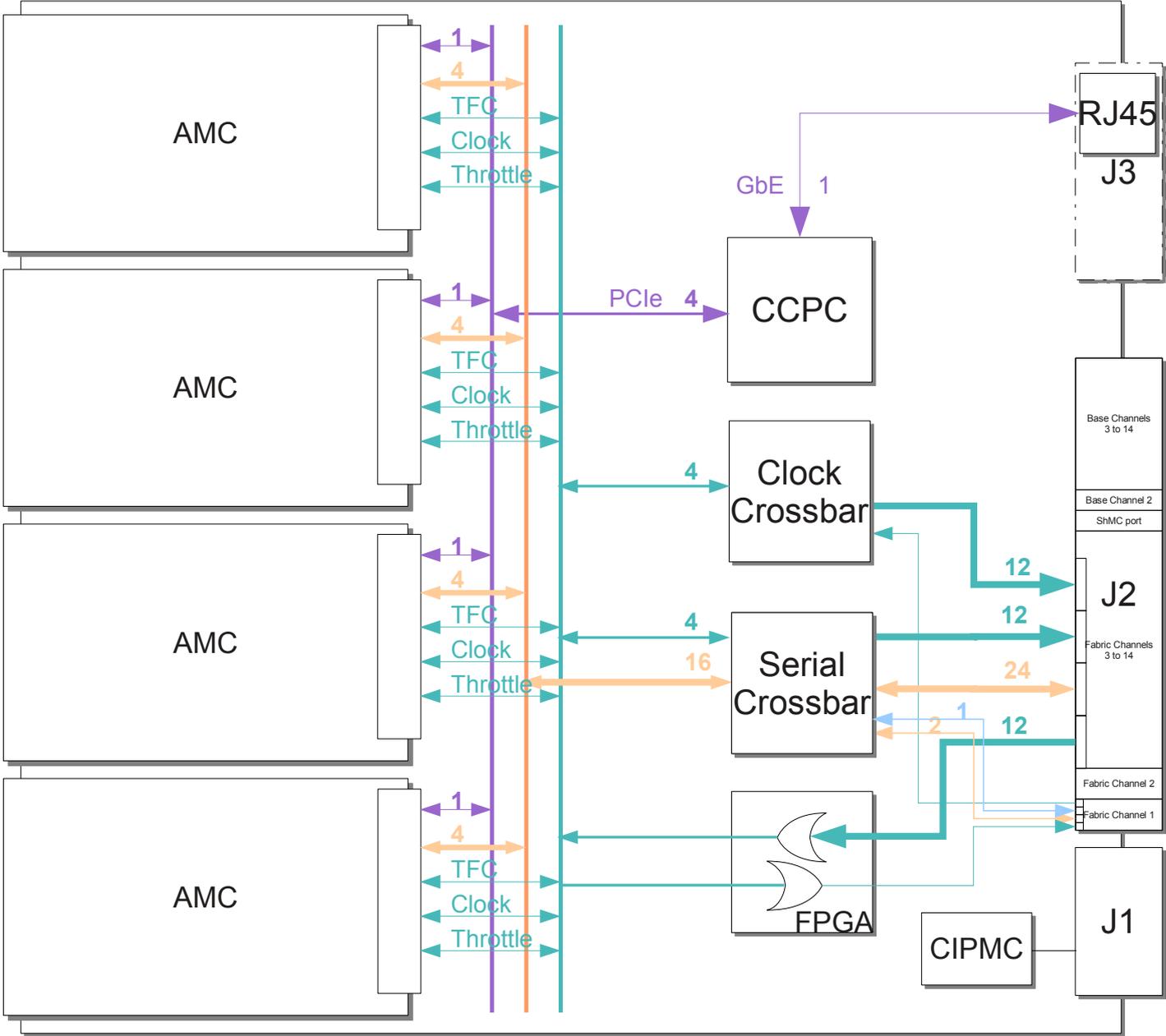
Le format de la carte de lecture est PCIe au lieu de AMC/ATCA.

- ▶ La revue de l'architecture est prévue le 25 février 2014 au CERN.

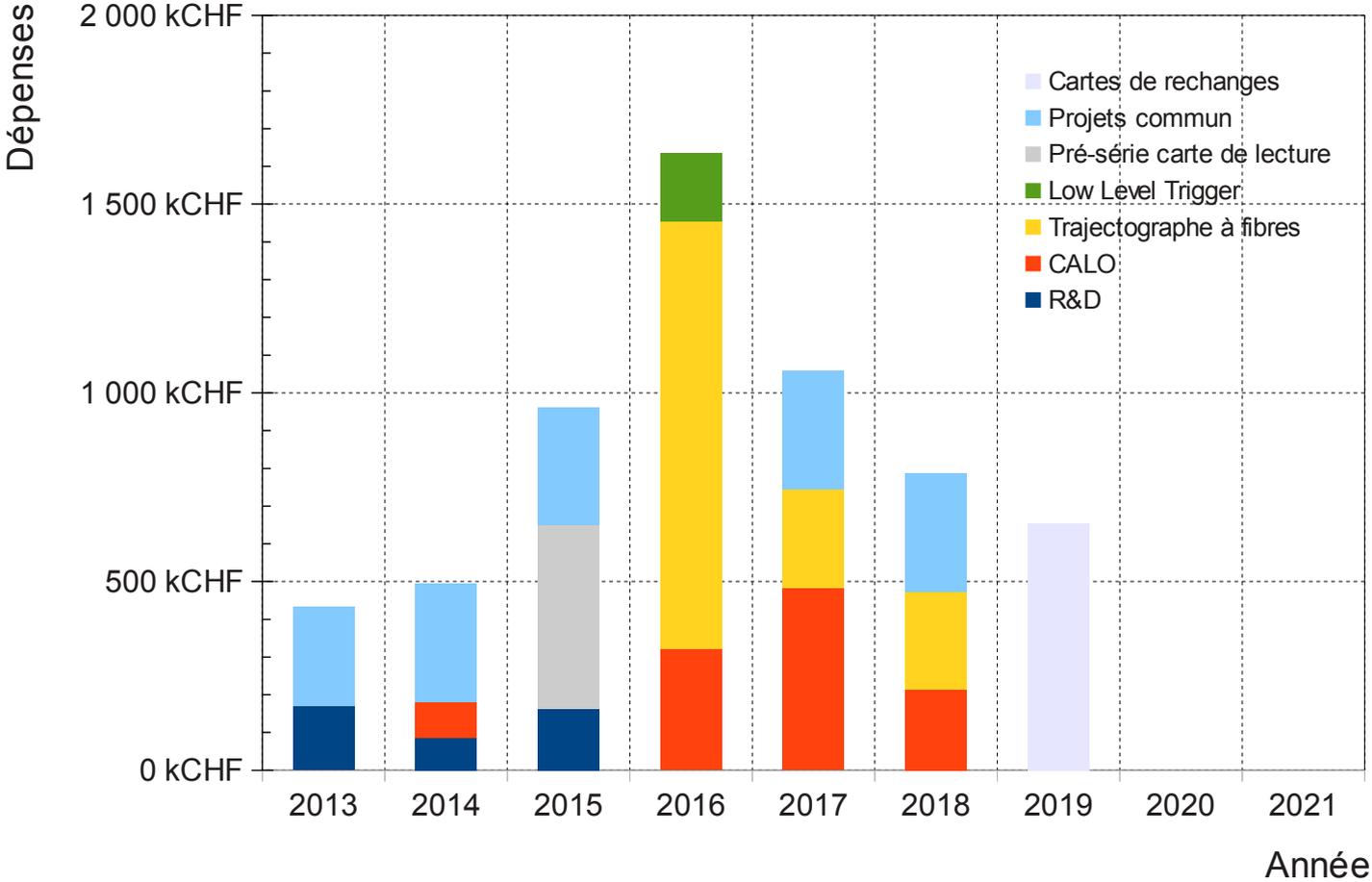
AMC40



ATCA40



Spending profile



Phd equivalent

| 2014 | PhD eq. total/ funding auth. | |
|-------------------|--|-------|
| | | % |
| BRAZIL | 18 | 4.2 |
| FRANCE | 41 | 9.7 |
| BMBF GERMANY | 16 | 3.8 |
| MPI, MPG, GERMANY | 6 | 1.4 |
| IRELAND | 1 | 0.2 |
| INFN ITALY | 77 | 18.2 |
| NETHERLANDS | 17 | 4.0 |
| P. R. CHINA | 4 | 0.9 |
| POLAND | 11 | 2.6 |
| HHNIPNE ROMANIA | 5 | 1.2 |
| RUSSIA | 33 | 7.8 |
| SPAIN | 17 | 4.0 |
| SWITZERLAND | 25 | 5.9 |
| TURKEY | 1 | 0.2 |
| UKRAINE | 3 | 0.7 |
| UK | 75 | 17.7 |
| USA | 17 | 4.0 |
| CERN | 57 | 13.4 |
| | | |
| TOTAL | 424 | 100.0 |

Common Projects

| | |
|------------------------|------------------|
| Common Electronics | 2.5 MCHF |
| General Infrastructure | 2.5 MCHF |
| Online System | 10.7 MCHF |
| TOTAL | 15.7 MCHF |

Scenario 3.5 M€ tous compris (4 375 kCHF)

- Faisabilité de l'upgrade LHCb est très compromis !

| | | |
|---|----------------------|-----------------------|
| Architecture Online | ATCA | PCI – No LLT |
| Marge pour imprévus | 7 % | 10 - 12 % |
| Demandes IN2P3 | 5 855 kCHF | 5 540 kCHF |
| Détecteurs | 3 436 kCHF | 3 256 kCHF |
| Carte de lecture de rechange | 655 kCHF | 520 kCHF |
| Sous-total CORE | 4 095 kCHF | 3 776 kCHF |
| Disponible CORE | 2 611 kCHF | |
| Couverture détecteur | 76 % | 80 % |
| Couverture carte de lecture de rechange | 0 % | 0 % |
| Réduction coût du projet | -40 % -1 484 kCHF | -30 % - 1 165 kCHF |
| Exemple d'abandon | CALO + LLT | CALO |
| Couverture <i>fare share</i> | 63 % | |

Scenario 4 M€ tous compris (5 MCHF)

- Faisabilité de l'upgrade LHCb est compromis !

| | | |
|---|--------------------|---------------------|
| Architecture Online | ATCA | PCI – No LLT |
| Marge pour imprévus | 7 % | 10 - 12 % |
| Demandes IN2P3 | 5 855 kCHF | 5 540 kCHF |
| Détecteurs | 3 436 kCHF | 3 256 kCHF |
| Carte de lecture de rechange | 655 kCHF | 520 kCHF |
| Sous-total CORE | 4 095 kCHF | 3 776 kCHF |
| Disponible CORE | 3 236 kCHF | |
| Couverture détecteur | 94 % | 100 % |
| Couverture carte de lecture de rechange | 0 % | 0 % |
| Réduction coût du projet | -20 % -859 kCHF | -15 % - 540 kCHF |
| Exemple d'abandon | FE+ RO du FT | RO du CALO |
| Couverture <i>fare share</i> | 81 % | |