

Groupe Belle2 @IPHC en 2024



Jérôme Baudot
PR Unistra
60 % Belle II
(40 % R&D CMOS)



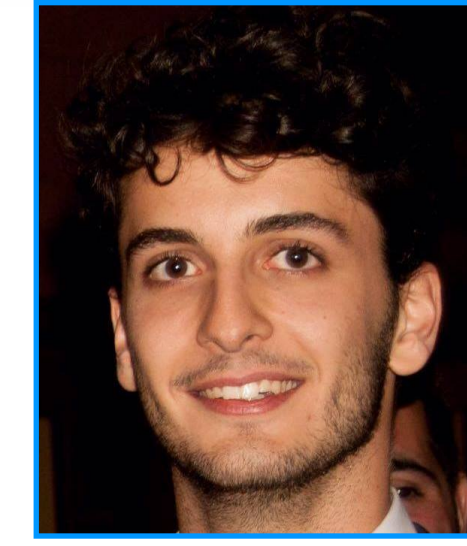
Giulio Dujany
CR IN2P3
100 % Belle II



Christian Finck
CR HDR IN2P3
60 % Belle II
(40 % hadronthérapie)



Isabelle Ripp-Baudot
DR IN2P3
100 % Belle II



Jacopo Cerasoli
Postdoc ANR
mars 2022 → ~ fin 2024



Pere Gironella
Postdoc IN2P3
sept. 2023 → août 2025

NEW

Ajit Kumar
Postdoc AIDAinnova
50 % Belle II
fév. 2023
→ **oct. 2024**



Petros Stavroulakis
doctorant Unistra
→ 09/2025

NEW

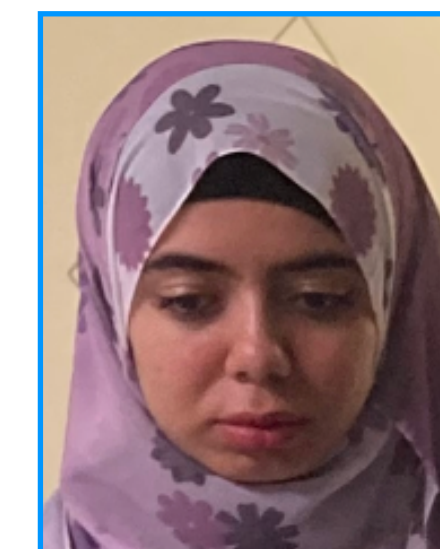


Corentin Santos
doctorant Unistra
→ **09/2026**



Mattéo Maushart
Master2
printemps 2024
→ **candidat thèse 2024**

NEW



Merna Abumusabh
Master2
printemps 2024

❖ + IT contribuant aux activités du groupe :

- ❖ Slow-control du dét. vertex : Jean-Sébastien Pelle, Christian Bonnin.
- ❖ Micro-élec., upgrade dét. vertex : Andrei Dorokhov, Kader Himmi, Christine Hu, Hung Pham.
- ❖ Computing Belle II : Jérôme Pansanel.

Groupe Belle2 @IPHC en 2024



Jérôme Baudot
PR Unistra
60 % Belle II
(40 % R&D CMOS)



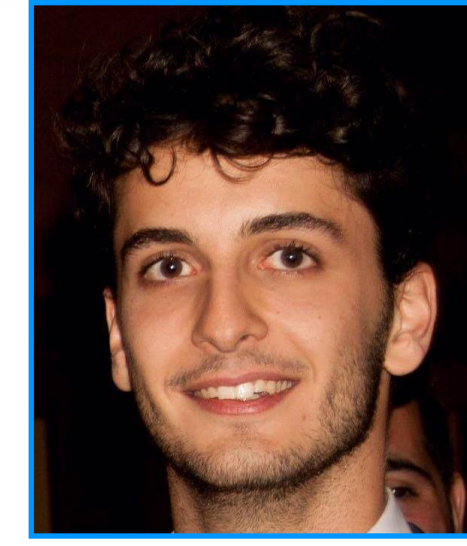
Giulio Dujany
CR IN2P3
100 % Belle II



Christian Finck
CR HDR IN2P3
60 % Belle II
(40 % hadronthérapie)



Isabelle Ripp-Baudot
DR IN2P3
100 % Belle II



Jacopo Cerasoli
Postdoc ANR
mars 2022 → ~ fin 2024



Pere Gironella
Postdoc IN2P3
sept. 2023 → août 2025

NEW

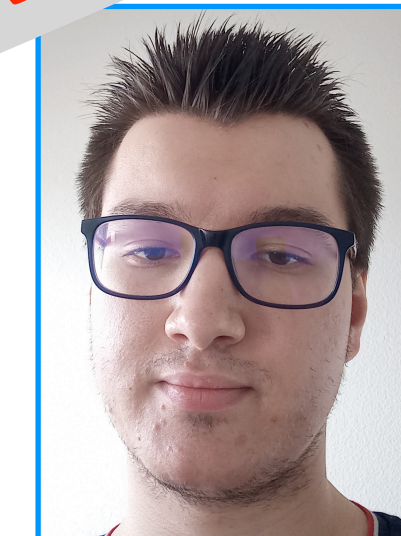
Ajit Kumar
Postdoc AIDAinnova
50 % Belle II
fév. 2023
→ **oct. 2024**

**EXTENSION
DEMANDEE**



Petros Stavroulakis
doctorant Unistra
→ 09/2025

NEW

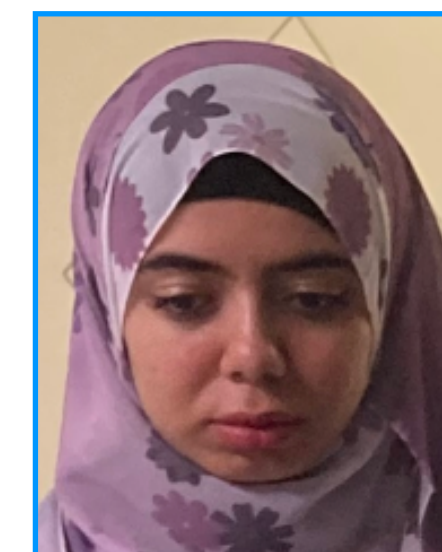


Corentin Santos
doctorant Unistra
→ **09/2026**



Mattéo Maushart
Master2
printemps 2024
→ **candidat thèse 2024**

NEW



Merna Abumusabh
Master2
printemps 2024

❖ + IT contribuant aux activités du groupe :

- ❖ Slow-control du dét. vertex : Jean-Sébastien Pelle, Christian Bonnin.
- ❖ Micro-élec., upgrade dét. vertex : Andrei Dorokhov, Kader Himmi, Christine Hu, Hung Pham.
- ❖ Computing Belle II : Jérôme Pansanel.

Activités du groupe



► Analyse de physique

- Calibrage de l'algorithme de *Flavour Tagging*. [Petros Stavroulakis, Corentin Santos]
- Développement d'un algorithme *Full Event Interpretation* basé sur l'apprentissage profond. [Jacopo Cerasoli]
- $b \rightarrow s \gamma$: asymétrie de CP en fonction du temps de $B^0 \rightarrow K_S^0 \pi^+ \pi^- \gamma$. [Petros Stavroulakis, Pere Gironella]
- $b \rightarrow s \nu \nu$: mise en évidence de $B \rightarrow K^{(*)} \nu \nu$. [Corentin Santos, Jacopo Cerasoli]

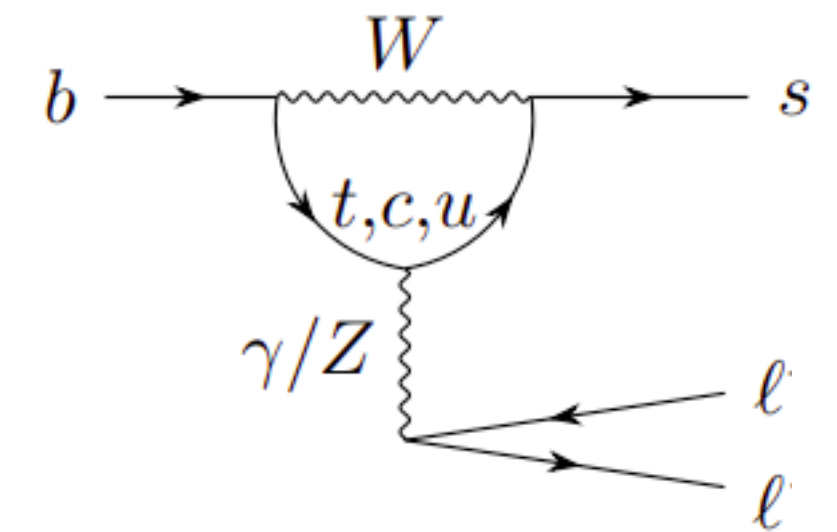
► Fonctionnement de l'expérience

- Développement et maintien du *Data Quality Monitoring* du SVD.
- Calibration du SVD.
- *Slow-control* des variables d'environnement du SVD (Interlock, température, humidité).
- **Processing des données** [Pere Gironella].
- Shifts : SVD remote expert, SVD monitoring, Control Room, Data Production.

NEW

► Upgrade du détecteur de vertex

- Optimisation du design et des specs du VTX. [Petros Stavroulakis]
- Design et test d'un capteur potentiel, en collaboration avec la plateforme . [Ajit Kumar]



Responsabilités du groupe en 2024



► Dans Belle II :

- **Coordinator du Data Quality Monitoring du SVD (Finck).**
- **Deputy Coordinator Data Production (Dujany).**
- **Data Processing Manager (Gironella).**
- **Deputy Chair du Speakers Committee (Ripp).**
- Calibration du SVD (Dujany).
- Plusieurs Analysis Review Committees (Dujany, Ripp).

NEW

► Hors Belle II :

- Coordinateur du GDR-InF (Dujany).
- Coordinateur du WP «Rare, radiative and semi-leptonic B decays; Charm and Kaon Physics» du GDR-InF (Cerasoli).
- Coordinateur scientifique de la plateforme C4Pi de R&D CMOS (Baudot).
- CoPil du DRD7 (électronique) de ECFA Detector R&D roadmap (Baudot).
- IOC de l'école AEPSHEP, Asia-Europe-Pacific School of High-Energy Physics (Ripp).
- **Présidente du Conseil Scientifique de l'IN2P3 (Ripp).**
- Organisation d'événements sur 1 an :
 - **Rencontres du Vietnam : The Axion Quest, Quy Nhon, Vietnam, août 2024 (Ripp).**
 - **PIXEL, Strasbourg, France, fin 2024 (Baudot).**
 - Workshop annuel du GDR InF, Mont Ste Odile, novembre 2023 (Dujany).
 - IOC conférence FPCP 2023, mai 2023, Lyon (Ripp).
 - Workshop annuel du TYL & FKPP, mai 2023, Tokyo (Ripp).

NEW

Projets financés et soumis aux appels d'offre en 1 an



▸ Projets financés :

- FIDDLE, projet JCJC ANR 2021-2024, algorithme deep-learning pour la recherche de $B \rightarrow K \nu \nu$. **Porteur** : Dujany.
- JENNIFER-2 MSCA RISE staff exchange 2019-2025, missions vers le Japon de chercheurs Belle II, T2K, HK.
- APICS, projet **PRC ANR 2023-2026**, R&D CMOS amont. **Porteur** : Baudot.
- InvISYble, projet **PRC ANR 2023-2026**, théorie/Belle II. **Partenaires** : Baudot, Dujany (Porteur : D. Guadagnoli, LAPTh).
- **PHC Danube** Prague-Strasbourg-Vienne 2023 : conception du capteur OBELIX (Ripp).
- **ITI QMat unistra** budget de mission pour thèse Corentin Santos (Dujany).

NEW

▸ Autres projets, en attente du résultat :

- **ITI QMat unistra** 2024 : bourse thèse $B \rightarrow K \pi \pi \gamma$ (Ripp).
- CAPTURE, projet **PRCI ANR 2024-2027**, France-Autriche, design et test du capteur OBELIX pour upgrade Belle II (Ripp).
- JENNIFER-3 **MSCA RISE** staff exchange 2024, missions vers le Japon de chercheurs Belle II, T2K, Hyper-K (coordinatrice IN2P3 : Ripp).
- D-RD24 **FJPPN** 2024, Upgrade Belle II (Baudot).
- D-RD29 **FJPPN** 2024, R&D CMOS (Baudot).

▸ Projets en préparation, soumission prochaine :

- **PHC Slovénie** : Full Event Interpretation pour le charm et Quality Monitoring des données de Belle II (Baudot).
- **ERC Synergy** avec Valence et Queen Mary (en réflexion) : beam pipe instrumenté (Belle II, FCC-ee, ...) (Baudot).

Publications du groupe en 1 an



33 publications Belle II en 1 an, 18 déjà publiées dans des journaux à comité de lecture.

► Recherche de physique au-delà du MS :

- Search for $B \rightarrow K \nu \nu$ decays in Belle II.
Nov 2023, [arXiv:2311.14647](#) [hep-ex]. **Accepted by PRD.**
- A new graph-neural-network flavor tagger for Belle II and measurement of $\sin 2\phi_1$ in $B^0 \rightarrow J/\psi K^0_S$ decays.
Feb 2024, [arXiv:2402.17260](#) [hep-ex]. **Submitted to PRD.**

33 citations
en 4 mois

► Détecteur de vertex :

- The Silicon Vertex Detector of the Belle II experiment. **Nucl.Instrum.Meth.A** 1061 (2024) 169131.
- The Silicon Vertex Detector of the Belle II Experiment. **PoS EPS-HEP2023** (2024) 550.
- Silicon vertex detector of the Belle II experiment. **JINST** 19 (2024) 02, C02038.

► Upgrade VTX :

- The DMAPS upgrade of the Belle II vertex detector. Feb 2024, **JINST** 19 (2024) 02, C02060.
- Upgrade of Belle II vertex detector with CMOS pixel technology. **JINST** 19 (2024) 01, C01054.

Publications du groupe en 1 an

Implications of an enhanced $B \rightarrow K\nu\bar{\nu}$ branching ratio

Rigo Bause,^{1,*} Hector Gisbert,^{2,3,†} and
¹*TU Dortmund University, Department of Physics, Otto-Hahn-*
²*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Padova*
³*Dipartimento di Fisica e Astronomia*

B meson anomalies and large $B^+ \rightarrow K^+\nu\bar{\nu}$ in non-universal $U(1)'$ models

Further explanation of the excess

$\rightarrow K^+ + \text{invisible}$ measurement

Michael A. Schmidt⁴, German Valencia⁵ and
 R. Volkas⁶

and Astronomy, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai
 40, China

Explaining the $B^+ \rightarrow K^+\nu\bar{\nu}$ excess via a m

E. Gabrielli^{a,b,c}, L. Marzola^c, K. Mürsepp^c

(a) *Physics Department, University of Trieste, Strada Coste
 I-34151 Trieste, Italy*

(b) *INFN, Sezione*

(c) *Laboratory of High-E*

Deciphering the Belle II data on $B \rightarrow K\nu\bar{\nu}$ decay in the (dark) SMEFT with minimal flavor

Biao-Feng Hou,^a Xin-Qiang Li,^{a,b} Meng
 Yuan^a

^a*Key Laboratory of Particle Physics and Experimental Physics (MOE),*

Correlating $B \rightarrow K^{(*)}\nu\bar{\nu}$ and flavor in SMEFT

Light Dark Sector with Higgs Portal

Shu-Yu Ho,^{*} Jongkuk Kim,[†] and Pyungwon Ko[‡]

Korea Institute for Advanced Study, Seoul 02455, Republic of Korea

Belle II collaboration recently announced that they observed the $B^+ \rightarrow K^+\nu\bar{\nu}$ decay process
 first time. This dineutrino mode of $B^+ \rightarrow K^+\nu\bar{\nu}$ has been theoretically identified as a very

Signatures of Light New Particles in $B \rightarrow K^{(*)}E_{\text{miss}}$

Patrick D. Bolton^{*}
Institute, Jamova 39, 1000 Ljubljana, Slovenia

jetlana Fajfer[†] and Jernej F. Kamenik[‡]
*Institute, Jamova 39, 1000 Ljubljana, Slovenia and
 Physics, University of Ljubljana, Jadranska 19, 1000 Ljubljana, Slovenia*

for searches of $b \rightarrow s\nu\bar{\nu}$ decays at FCC-ee

Yasmine Amhis^{1,2}, Matthew Kenzie³, MÉRIL Reboud⁴, Aidan R. Wiederhold^{5†}

33 citations en 4 mois

Decoding the $B \rightarrow K\nu\nu$ excess at Belle II: kinematic and masses

Kåre Fridell,^{1,2,*} Mitrajyoti Ghosh,^{2,†} Takemichi Okui,^{2,1,‡} and Masaki Tobioka^{2,1,§}

¹*KEK Theory Center, Tsukuba*

²*Department of Physics, Florida State University*

An excess in the branching fraction for $B^+ \rightarrow K^+\nu\bar{\nu}$
 of new physics. We perform thorough likelihood

Higgs Portal Interpretation of the Belle II $B^+ \rightarrow K^+\nu\nu$ Measurement

David McKeen,^{1,*} John N. Ng,^{1,†} and Douglas Tuckler^{1,2,‡}

¹*TRIUMF, 4004 Wesbrook Mall, Vancouver, BC V6T 2A3, Canada*

²*Department of Physics, Simon Fraser University, Burnaby, BC V5A 1S6, Canada*

(Dated: December 5, 2023)

The Belle II experiment recently observed the decay $B^+ \rightarrow K^+\nu\nu$ for the first time, with a

Understanding the first measurem

L. Allwicher,^{1,*} D. Bečirević,^{2,†} G. Piazza,^{2,‡} S. Rosa

¹*Physik-Institut, Universität Zürich, CH-8057 Zürich, Switzerland*

²*IJCLab, Pôle Théorie (Bat. 210), CNRS/IN2P3 et Université, Paris-Saclay, 91405 Orsay, France*

ology. JINST

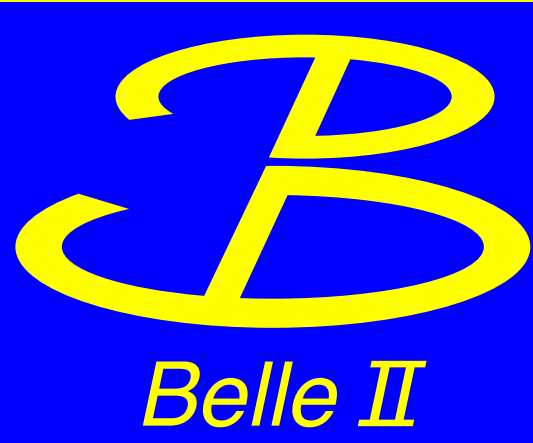
Talks du groupe aux conférences internationales en 1 an



▸ 9 talks en conférence internationale en 1 an :

- Graphical neural net flavour tagging and measurement of $\sin 2\beta$ at Belle II, **Moriond EW**, mars 2024, (Stavroulakis).
- Electroweak and radiative penguin decays at Belle and Belle II, **Moriond QCD**, avril 2024 (Dujany).
- Review of MAPS deectors, **International Workshop on future tau-charm facilities**, janvier 2024 (Baudot).
- Belle II silicon detector upgrade, **Workshop on Current and future tracking and vertexing detectors**, novembre 2023 (Finck).
- Design of the OBELIX monolithic CMOS Pixel Sensor for an upgrade of the BELLE II vertex detector, **TWEPP**, octobre 2023 (Pham).
- $b \rightarrow s$ Penguin results from Belle II ($b \rightarrow sll$, $b \rightarrow s \gamma$), **Beauty**, juillet 2023 (Martel).
- Recent Belle II results on radiative and electroweak penguin decays, **FPCP**, juin 2023, Lyon, France (Cerasoli).
- The Future of Belle II, **FPCP**, juin 2023, Lyon, France (Baudot).
- Radiative $b \rightarrow s \gamma$ transitions in Belle and Belle II, **LHCb workshop** on Radiative decays, avril 2023, Valencia, Espagne (Babu).

Calibrage du *Flavour Tagger*



▶ Activités

- Calibrage de l'algorithme de *Flavour Tagger* en utilisant des modes auto-taggués $B^0 \rightarrow D^{(*)0} \pi^+ \pi^-$,

▶ Motivation

- Amélioration significative de toutes les mesures d'asymétrie de CP.
- Important pour l'analyse $B^0 \rightarrow K_S^0 \pi^+ \pi^- \gamma$.

▶ Etapes

- ✓ Calibration de l'algorithme «historique» FT, combinant >10 BDT (catégories de taggers).
- ✓ Calibration d'un nouvel algorithme GNN-FT basé sur l'apprentissage profond.
- ✓ Draft de publication et revue de collaboration
- ✓ Publication dans PRD (soumise) :
A new graph-neural-network flavor tagger for Belle II and measurement of $\sin 2\phi_1$ in $B^0 \rightarrow J/\psi K_S^0$ decays.
- ✓ Implémentation dans le framework d'analyse de Belle II.
- Automatisation de la calibration (en cours).

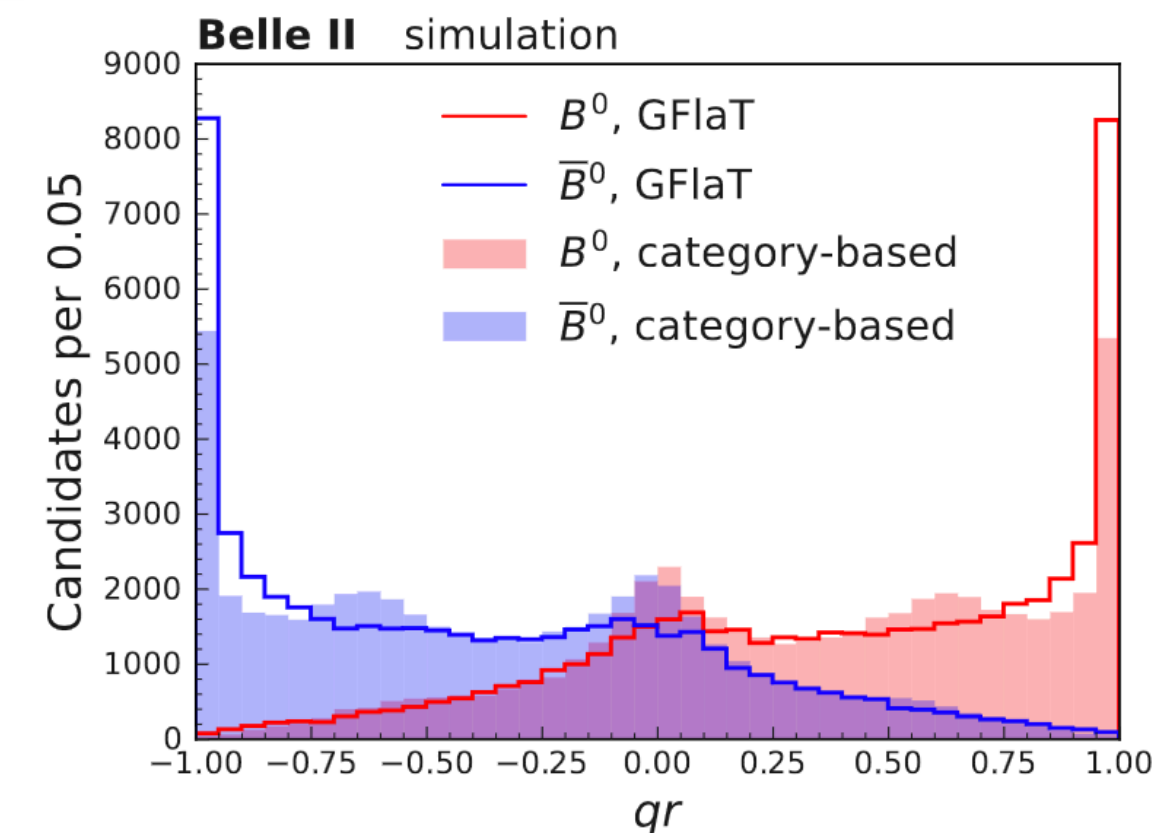


Figure 1. Distributions of qr for true B^0 and $\bar{B}^0$ from GFlaT and the category-based flavor tagger in simulated data.

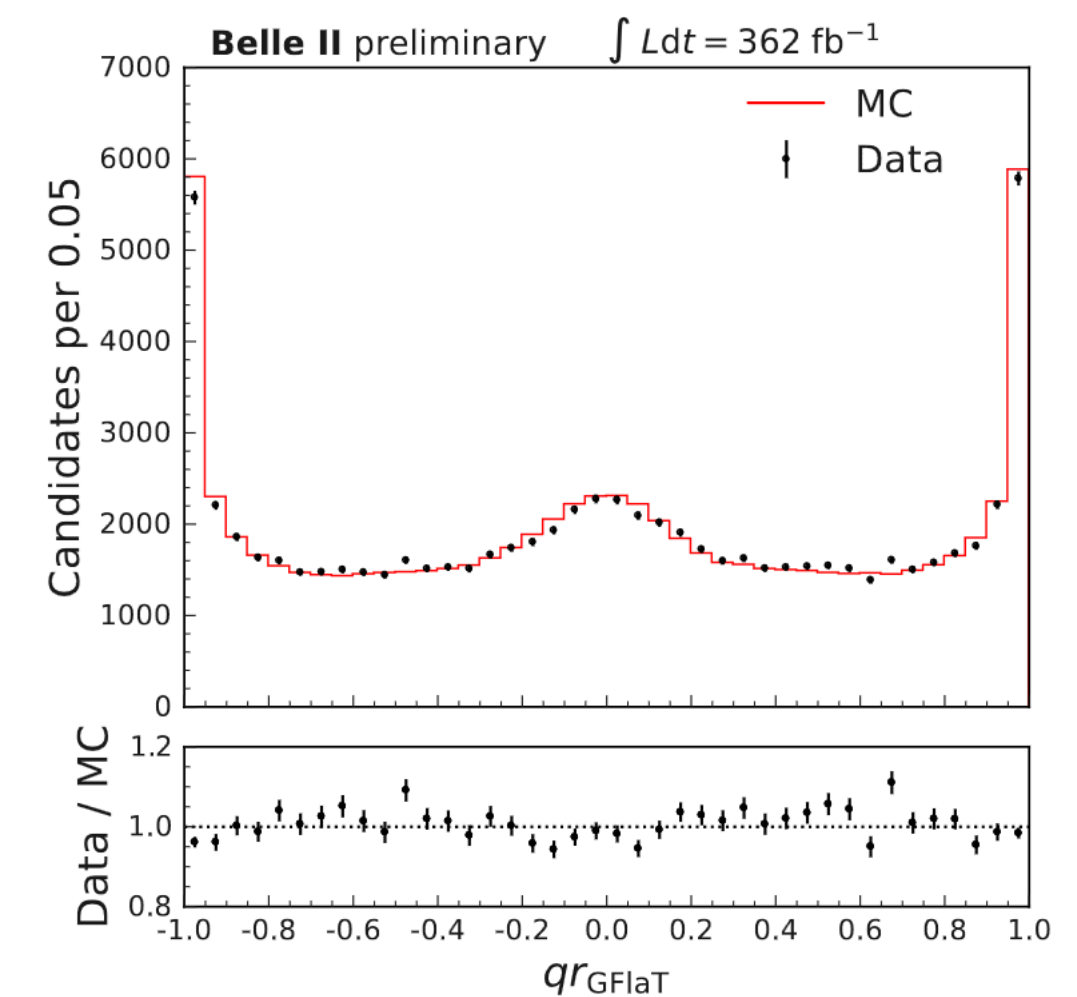


Figure 5. Distributions of qr_{GFlaT} for $B^0 \rightarrow D^{(*)-} \pi^+$ in background-subtracted data and correctly reconstructed simulated events normalized to the data signal yield.

- FBDT-based: $\varepsilon_{\text{tag}} = (31.68 \pm 0.45 \pm 0.16)\%$
- GNN-based: $\varepsilon_{\text{tag}} = (37.40 \pm 0.43 \pm 0.36)\%$

➔ Performance améliorée de 6 points.

**Publication
soumise à PRD
(fév. 2024)**

Amélioration du *Full Event Interpretation*



▶ Activités

- Développement de l'algorithme *Full Event Interpretation* en *Deep Learning*.
Financement ANR JCJC 2021 Fiddle.

▶ Motivation

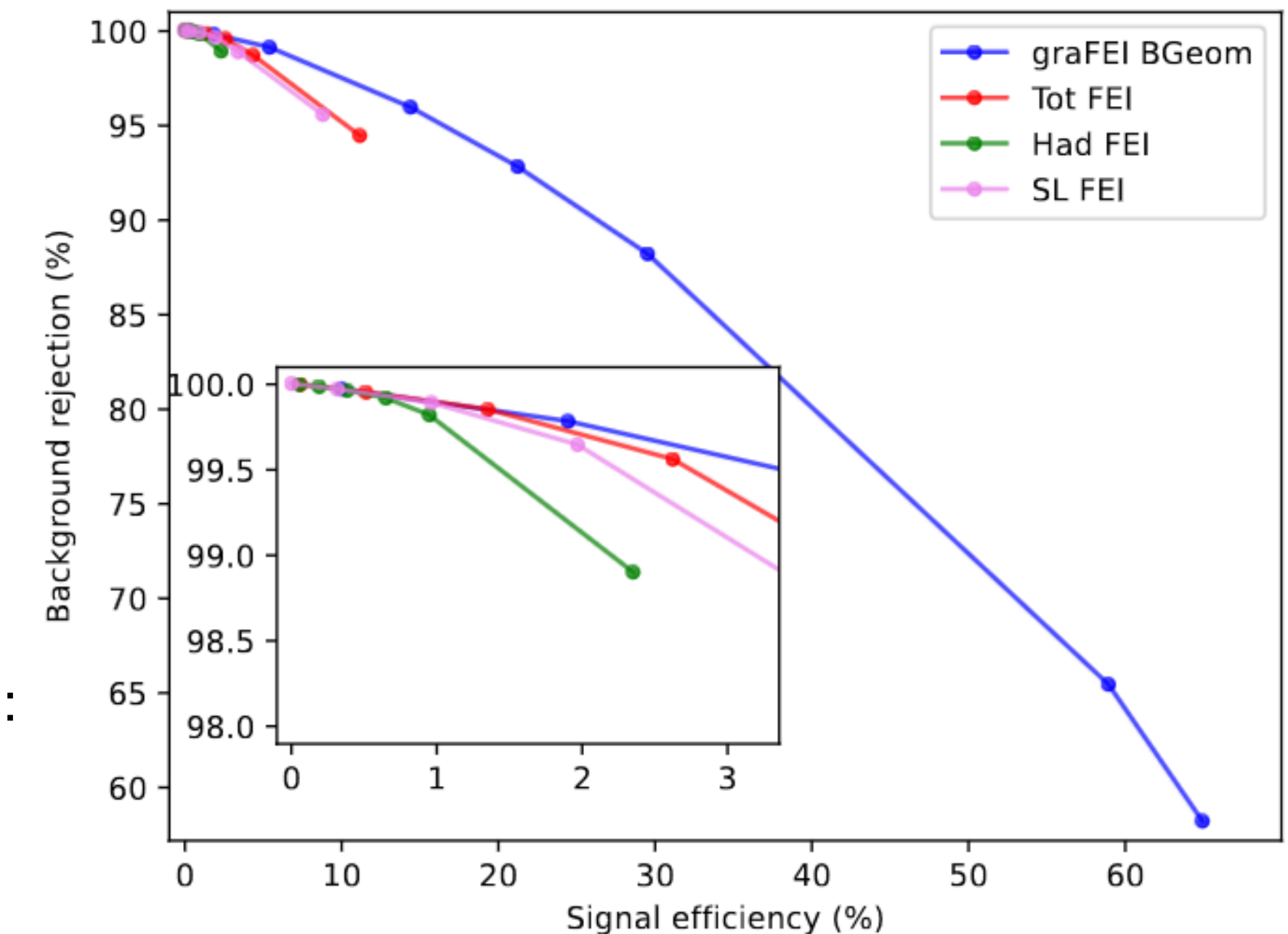
- Permettrait un *breakthrough* de toutes les analyses impliquant de l'énergie manquante.
- Important pour l'observation de $B \rightarrow K^{(*)} \nu \nu$.

▶ Etapes

- ✓ Preuve de concept de l'utilisation des *Graph Neural Networks* (stages M2 2020 et 2021) :
cf. https://indico.in2p3.fr/event/22938/contributions/93158/attachments/63073/86647/graFEI_16_03_at_v2.pdf
- ✓ Publication Mach. Learn. Sci. Tech. 3 (2022) 3, 035012.
- ✓ Implémentation dans le framework d'analyse de Belle II.
- ✓ Optimisation avec les données de Belle II.
- Test de performance pour l'analyse $B \rightarrow K^{(*)} \nu \nu$. (En cours)
- Revue de collaboration.

▶ Suite

- Publication finale fin 2024 de la méthode développée avec la simulation de Belle II.
- Applications pour de nombreux autres problèmes possibles (développements nécessaires) : vertexing, lepton tau, (CPPM, Göttingen, ...).



➔ Efficacité sur le signal passe de 10% à 20% pour 95 % de réjection du bruit de fond.

$$b \rightarrow s \gamma$$



▶ Activités

- Mesure de l'asymétrie de CP en fonction du temps de $B^0 \rightarrow K_s^0 \pi^+ \pi^- \gamma$.

▶ Motivation

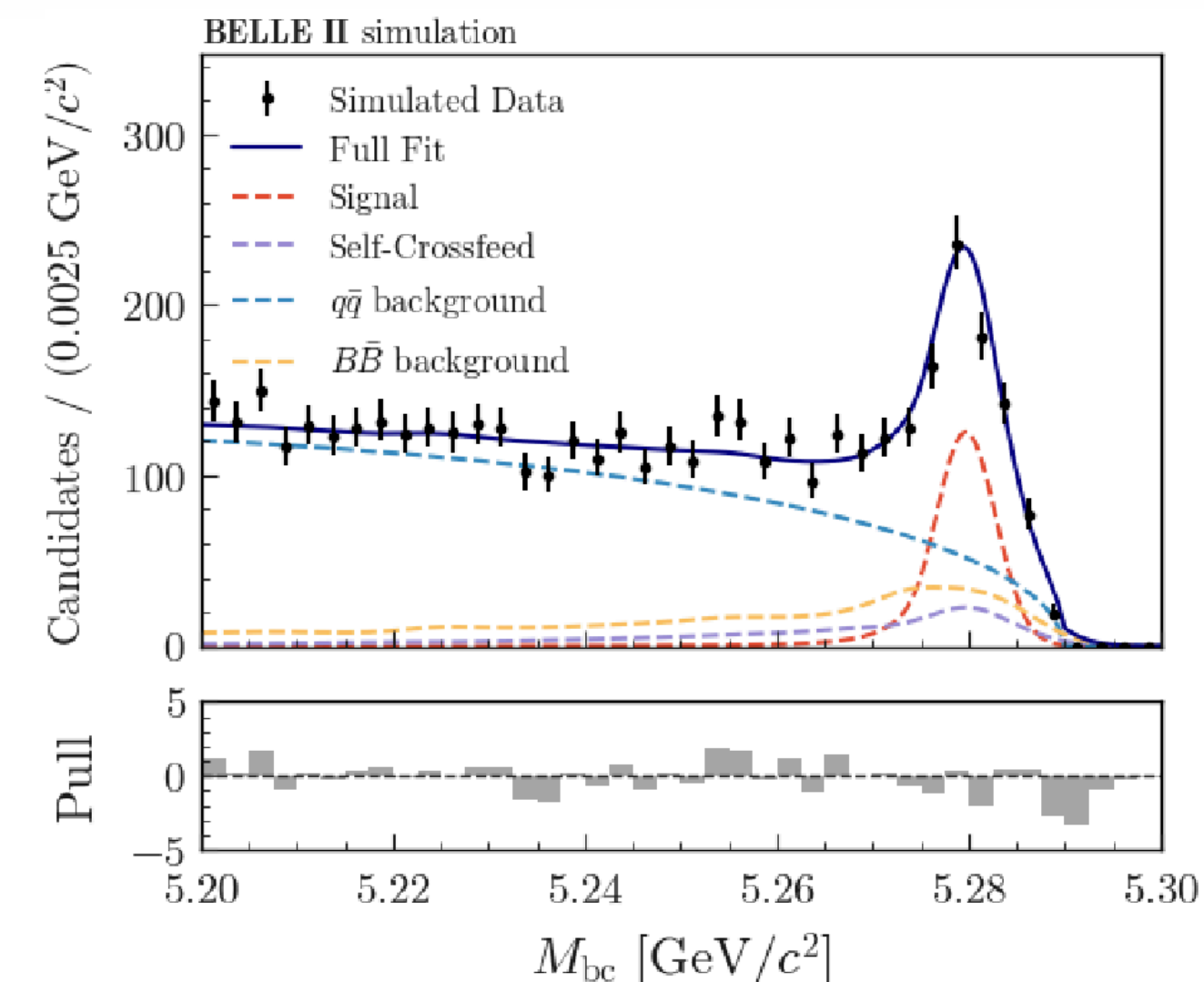
- Présence de physique BSM $\rightarrow A_{CP} \neq 0$. Sensibilité à un couplage V+A.
- Contrainte sur coeff de Wilson C_7 suivant une nouvelle idée [JHEP 09 (2019) 034].

▶ Etapes

- ✓ Estimation de la sensibilité pour Snowmass 2022 : [arXiv:2207.06307](https://arxiv.org/abs/2207.06307).
- ✓ Mesure du temps de vie du méson B (résolution temporelle) : [conférences 2020](#) et [arXiv:2005.07507](https://arxiv.org/abs/2005.07507).
- ✓ Mesure du rapport d'embranchement de $B^0 \rightarrow K_s^0 \pi^0 \gamma$ dans Belle II : [conférences 2022](#) et [arXiv:2206.08280](https://arxiv.org/abs/2206.08280).
- ✓ Développement de l'analyse dans Belle et Belle II.
 - Contrôles exhaustifs : toys, **canaux de contrôle $B^+ \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^- \gamma$ (en cours)**.
 - Rédaction de la note interne (en cours).
 - Collaboration-wide review et unblinding.

▶ Suite

- **Publication fin 2024** de $B^0 \rightarrow K_s^0 \pi^+ \pi^- \gamma$ avec données Belle + Belle II-preLS1.
- **Seconde publication ultérieure** : estimation des contributions hadroniques avec $B^+ \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^- \gamma$ et contrainte sur C_7, C_7' (**travail phéno**).



**Proposition de thèse ITI
QMat & ED Unistra
Oct. 2024**

$$b \rightarrow s \nu \bar{\nu}$$



▶ Activités

- Mise en évidence du canal $B \rightarrow K^{(*)} \nu \nu$. [Collaboration avec Perugia et DESY](#).

▶ Motivation

- Jamais observé, [possible uniquement dans Belle II](#).
- Similaire à $b \rightarrow s \ell \ell$ mais sans contribution longue distance due au γ .
- Contrainte sur la matière noire $B \rightarrow K^{(*)} X_{\text{DARK}}$.

▶ Etapes

- ✓ Développement de la chaîne d'analyse $B^+ \rightarrow K^+ \nu \nu$, avec B_{TAG} reconstruit hadroniquement.
- ✓ Contrôles exhaustifs : canal de contrôle $B \rightarrow K^{(*)} J/\psi$, méthodes data-driven, calibration du FEI, ...
- ✓ Unblinding et collaboration review de la note interne.
- ✓ Présentation de $B \rightarrow K^{(*)} \nu \nu$ avec données Belle II-preLS1 aux [conférences Summer 2023](#).
- ✓ [Publication dans PRD en mars 2024](#).

▶ Suite

- Ajouter la reconstruction semi-leptonique du B_{TAG} .
- Ajouter tous les canaux neutres et chargés de $B \rightarrow K^{(*)} \nu \nu$.

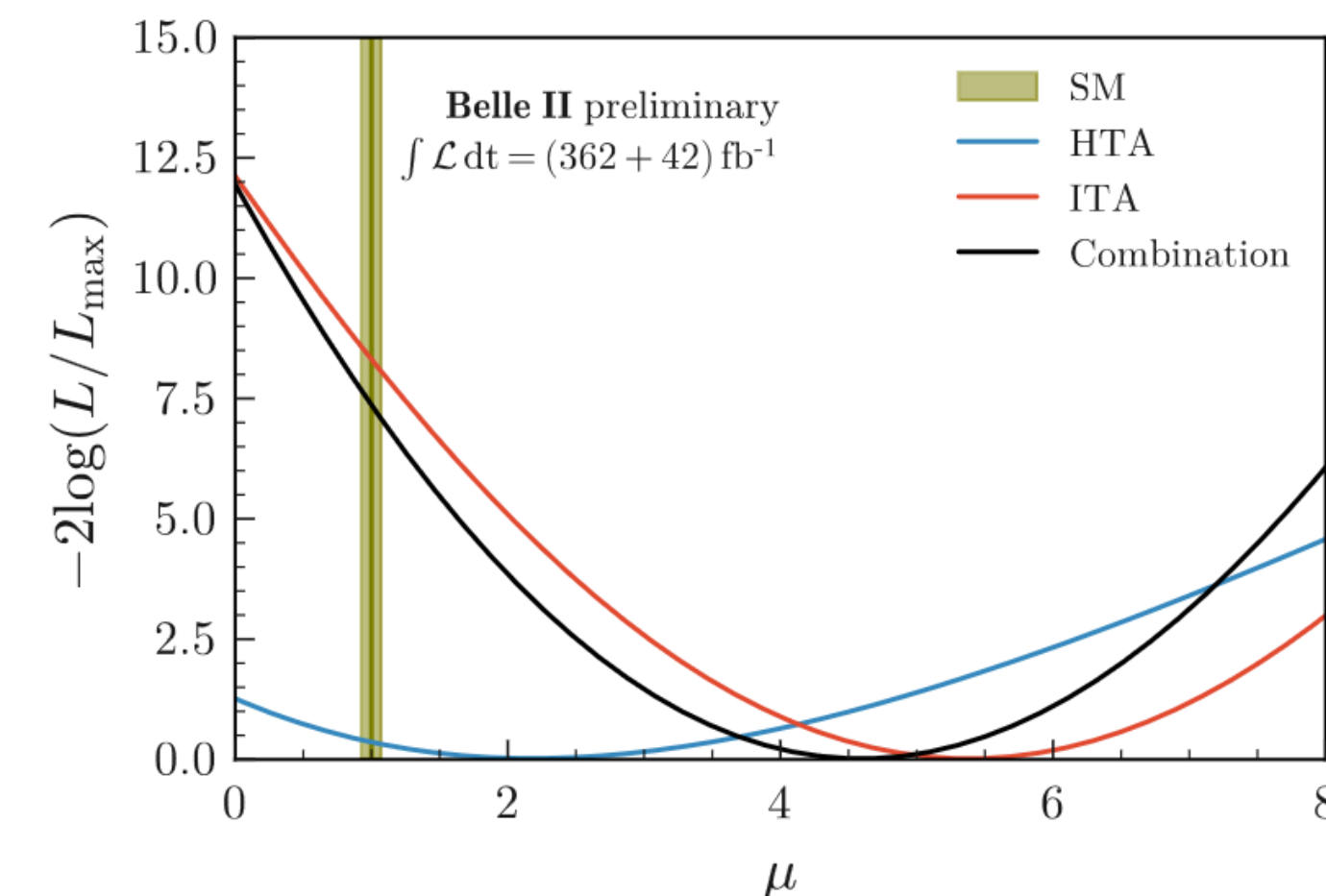


FIG. 16. Twice the negative profile log-likelihood ratio as a function of the signal strength μ for the ITA, HTA, and the combined result. The value for each scan point is determined by fitting the data, where all parameters but μ are varied.

**Publication
acceptée par PRD
(28/02/2024)**

**Soutenance thèse
Lucas Martel
20 sept. 2023**

VTX = upgrade du VXD

▶ Activités

- Préparation de l'upgrade du trajectomètre interne de Belle II.

▶ Motivation

- Robustesse du détecteur et du tracking à très haute luminosité.
- Améliorer les performances.

→ Indépendamment de l'upgrade de SuperKEKB

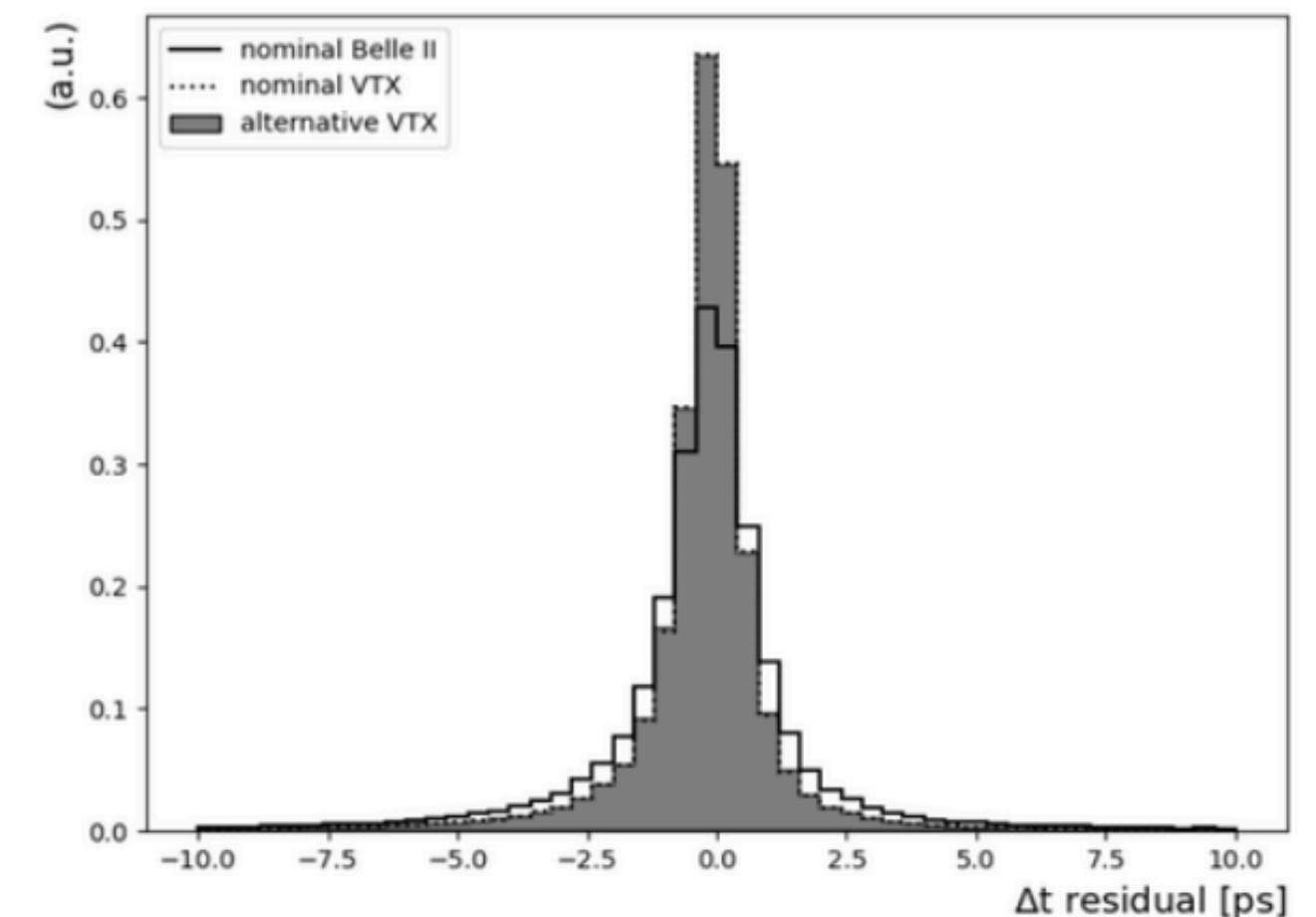
▶ Etapes

- ✓ Lettre d'Intention soumise fin 2020.
- ✓ Définition du cahier des charges.
- ✓ Simulation complète du nouveau détecteur avec GEANT-4.
- ✓ Utilisation pour le tracking dans le framework d'analyse de Belle II.
- ✓ Benchmark de physique : TDCPA de $B^0 \rightarrow K_s^0 \pi^+ \pi^- \gamma$ avec le VTX.
- ✓ Contribution majeure au Framework-CDR examiné par le BPAC en février 2024.
- Design du capteur OBELIX par la plateforme $\mathbb{G}\pi^4$. Review organisée à l'IPHC avril 2024.
- Développement d'un algorithme de trigger avec les données du VTX.

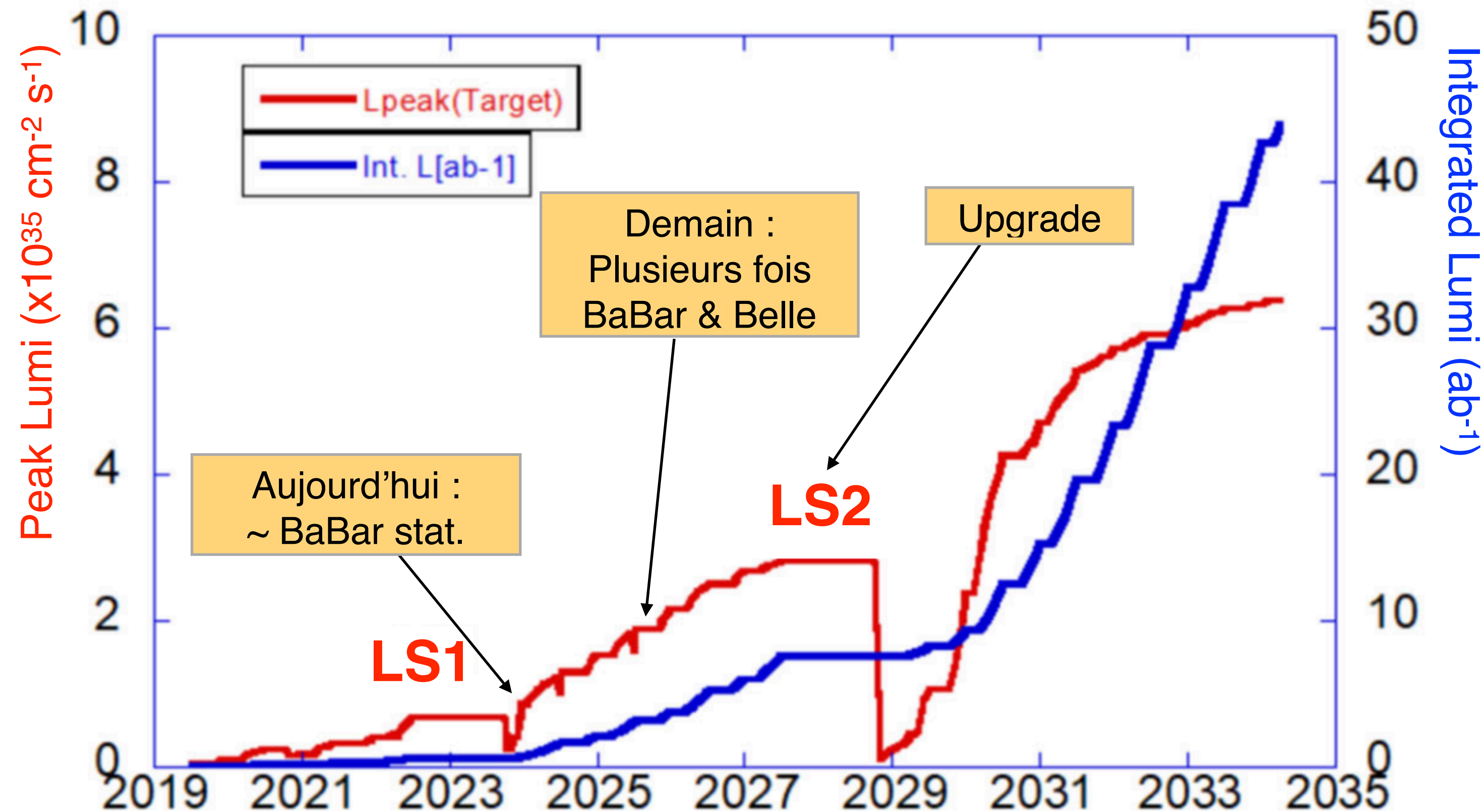
▶ Suite

- Caractérisation complète d'OBELIX en 2024-2025 avec $\mathbb{G}\pi^4$.
- Préparation d'un TDR (2025 ?) suivant la recommandation du BPAC.

- Mesure de l'asymétrie de CP en fonction du temps de désintégrations $B^0 \rightarrow K_s^0 \pi^+ \pi^- \gamma$:
 - VTX upgrade améliore la sensibilité de 20 %,
 - Équivalent à 40 % de données en plus !



Calendrier Belle II



- «Notional» schedule.
- Upgrade VTX :
 - Adaptable aux différentes options considérées pour l'upgrade de SuperKEKB.
 - Améliore la physique indépendamment de l'augmentation de la luminosité.

Augmentation de la luminosité

- x Amélioration des détecteurs
- x Amélioration des algorithmes

= Opportunités de publications

Demande de soutien à l'IN2P3



- ▶ Besoins budgétaires
 - Niveau de soutien de l'IN2P3 apprécié.
 - Soumissions sur appels à projets régulières par tous les chercheurs du groupe.

- ▶ Besoins RH prioritaires
 - **CRCN sur les activités d'analyse de physique et upgrade** déjà menées par les membres du groupe :
 - Capacités d'encadrement et formation de qualité : visibilité des résultats de physique, contribution majeure à l'upgrade VTX.
 - Problème de criticité et de pyramide des âges dans le groupe.

- ▶ Autres demandes RH (pas saisies dans DIALOG comme convenu à l'IPHC / à discuter)
 - **Extension d'Ajit Kumar (postdoc AIDAinnova)** : test d'OBELIX.