

Soutenance stage M2 :
Etude du bruit de fond induit par les
nano-faisceaux du collisionneur SuperKEKB dans
le trajectomètre interne de l'expérience Belle II
Encadrant: Isabelle Ripp-Baudot

Daniel Cuesta

PICSEL (IPHC)

14 juin 2016

- 1 Introduction
- 2 Contexte expérimental
 - Le collisionneur SuperKEKB
 - Le projet BEAST II
 - Bruits de fond machine
 - Le détecteur PLUME
- 3 Objectifs et Méthodes
 - Comment caractériser le bruit de fond à partir des mesures de PLUME
 - Association des hits aux particules
 - Performances de l'algorithme d'identification
- 4 Conclusion et perspectives

- 1 Introduction
- 2 Contexte expérimental
 - Le collisionneur SuperKEKB
 - Le projet BEAST II
 - Bruits de fond machine
 - Le détecteur PLUME
- 3 Objectifs et Méthodes
 - Comment caractériser le bruit de fond à partir des mesures de PLUME
 - Association des hits aux particules
 - Performances de l'algorithme d'identification
- 4 Conclusion et perspectives

Modèle Standard testé avec grande précision, décrit parfaitement de nombreux résultats

Questions sans réponses:

- Nature de la matière noire
- Amplitude de l'asymétrie matière-antimatière,
- boson de higgs \neq symétrie de jauge

2 voies possible pour explorer la nouvelle physique auprès de collisionneur

Voie relativiste: LHC

Particules lourdes inconnues

\hookrightarrow Très haute énergies (13 TeV)

Voie quantique: SuperKEKB

Phénomènes rares

\hookrightarrow Très haute précision

- Environnement expérimental maîtrisé
 $\implies \Upsilon(4S) \rightarrow B\bar{B}$
- Quantité de données
 $\implies 50 \text{ ab}^{-1}$

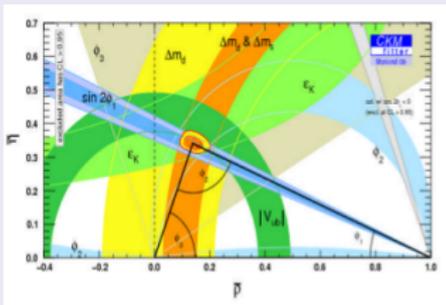
Pourquoi 50 ab^{-1}

Précision des mesures actuelles \Rightarrow manifestations quantiques \approx quelques %

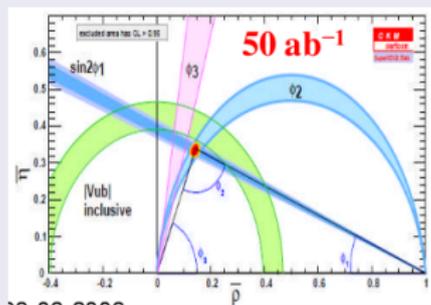
Etre sensible à la nouvelle physique nécessite 50 ab^{-1}

Triangle d'unitarité

1 ab^{-1}



50 ab^{-1}



Comment produire 50 ab^{-1} ?
nouvelle génération de collisionneur \rightarrow **SuperKEKB**

1 Introduction

2 Contexte expérimental

- Le collisionneur SuperKEKB
- Le projet BEAST II
- Bruits de fond machine
- Le détecteur PLUME

3 Objectifs et Méthodes

- Comment caractériser le bruit de fond à partir des mesures de PLUME
- Association des hits aux particules
- Performances de l'algorithme d'identification

4 Conclusion et perspectives

Collisionneur asymétrique

 e^+e^-

High Energy Ring

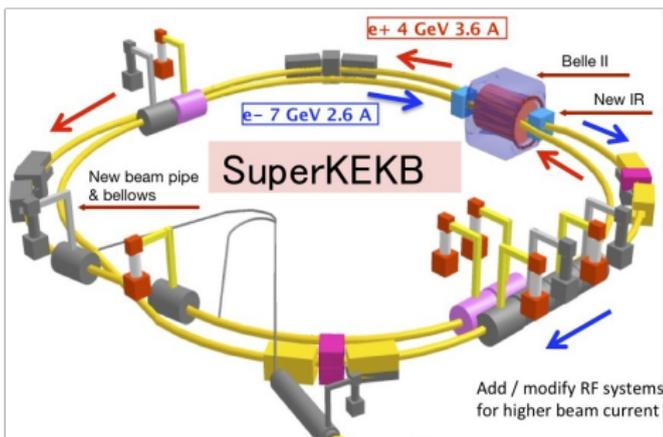
- Electron à 7 GeV

Low Energy Ring

- Positron à 4 GeV

Angle de croisement

- 83 mrad



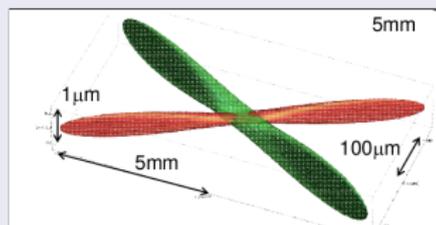
Objectif : atteindre $8 \times 10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

Nano-faisceaux

Réduction taille transverse au P.I. $\approx 60 \text{ nm}$

Enorme gain en luminosité $\Rightarrow \times 40 \text{ KEKB}$

Genère beaucoup de bruit de fond



Bruit de fond machine

Ensemble des particules produites continuellement par les faisceaux en dehors des collisions

- Perturbe les mesures
- Endommage les détecteurs

SuperKEKB est la première réalisation d'un collisionneur de nano faisceaux

⇒ **Bruit de fond machine jamais étudié**

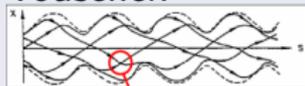
Haute précision ⇒ **Beam Exorcism for A STable Belle II experiment**

- Mise au point des faisceaux
- Estimation du bruit de fond
- Validation des simulations
↔ extrapoler sur ≈ 2 ordres de grandeur



Single Beam

Touschek



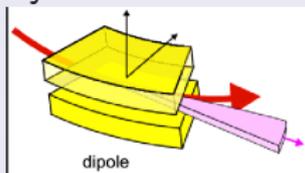
$$\cdot \text{Amplitude} \propto \rho_{\text{paquet}} \times 1/\sigma_{\text{transverse}} \times E^3$$

Beam Gas



$$\cdot \text{Amplitude} \propto I \times P$$

Synchrotron

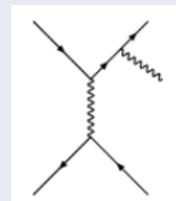


$$\cdot \text{Amplitude} \propto E^2 \times B^2$$

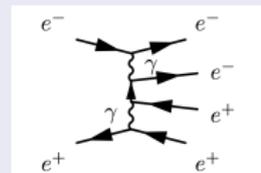
Beam Beam

Amplitude \propto **Luminosité**

BhaBha radiatif

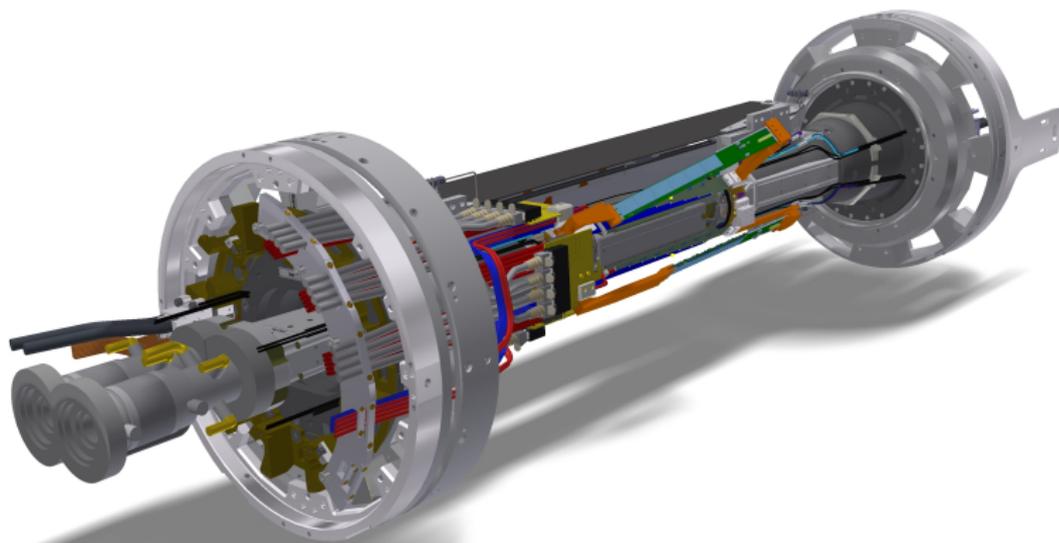


Creation de paires (Two photons)



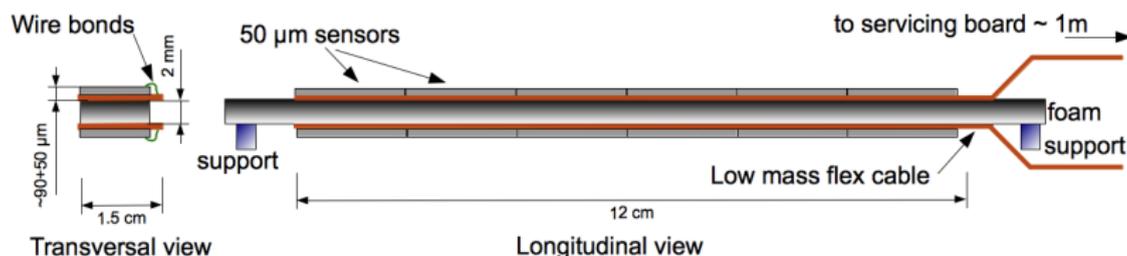
PLUME dans BEAST II

Les deux échelles seront placées à un rayon de 5 cm , l'une à un angle azimutal de 135° et l'autre à 225°



PLUME

Echelle double-face équipée de 6 capteurs CMOS MIMOSA-26 sur chaque face



Ce détecteur présente des performances uniques au monde

- Budget matière de $0.35 \% X_0$
 ↪ sandwich capteur-mousse-capteur
- 2 points mesurés avec une très bonne précision
 ↪ Information directionnelle

MIMOSA 26

1152×576 pixels de $18.4 \times 18.4 \mu\text{m}^2$

Résolution spatial $\rightarrow 3 \sim 3.5 \mu\text{m}$

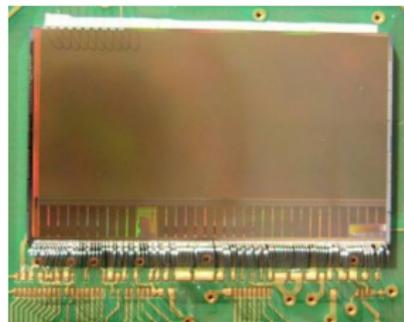
Pixels monolithiques incluant
micro-circuit de lecture

\hookrightarrow réduction budget matière

Stratégie de lecture: Volet Roulant

$\hookrightarrow 200 \text{ ns}$ par ligne $\rightarrow 115 \mu\text{s}$ capteur

$\Rightarrow 10^4$ trames par secondes



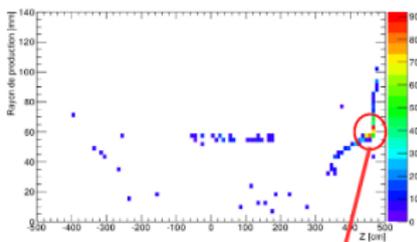
- ① Introduction
- ② Contexte expérimental
 - Le collisionneur SuperKEKB
 - Le projet BEAST II
 - Bruits de fond machine
 - Le détecteur PLUME
- ③ Objectifs et Méthodes
 - Comment caractériser le bruit de fond à partir des mesures de PLUME
 - Association des hits aux particules
 - Performances de l'algorithme d'identification
- ④ Conclusion et perspectives

Comment caractériser le bruit de fond à partir des mesures de PLUME

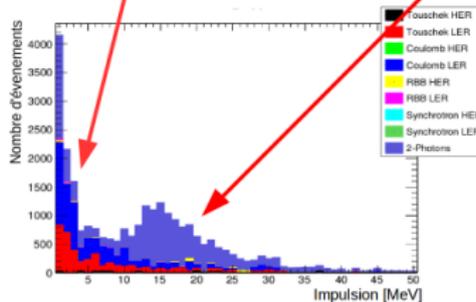
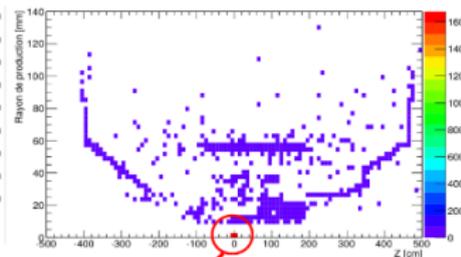
Idee de départ et vertex de production

Objectif: Utiliser les mesures de PLUME pour caractériser le bruit de fond de fond machine

Single Beam



Beam Beam

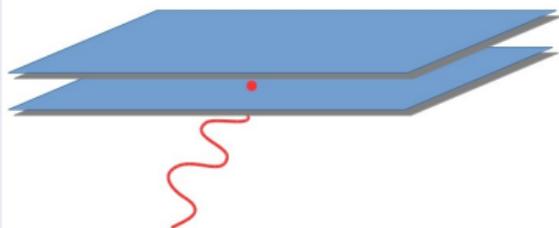


Comment caractériser le bruit de fond à partir des mesures de PLUME

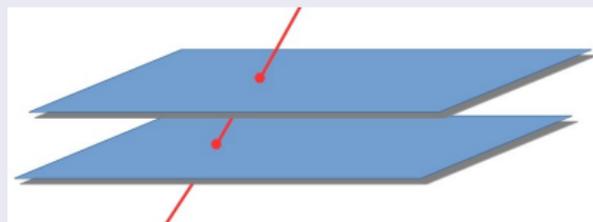
Motifs de hits

Proposer des observables mesurables par PLUME sensibles aux bruits de fond

One-Side



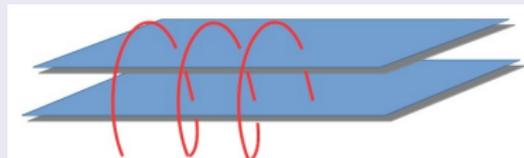
Two-Sides



One Side Looper

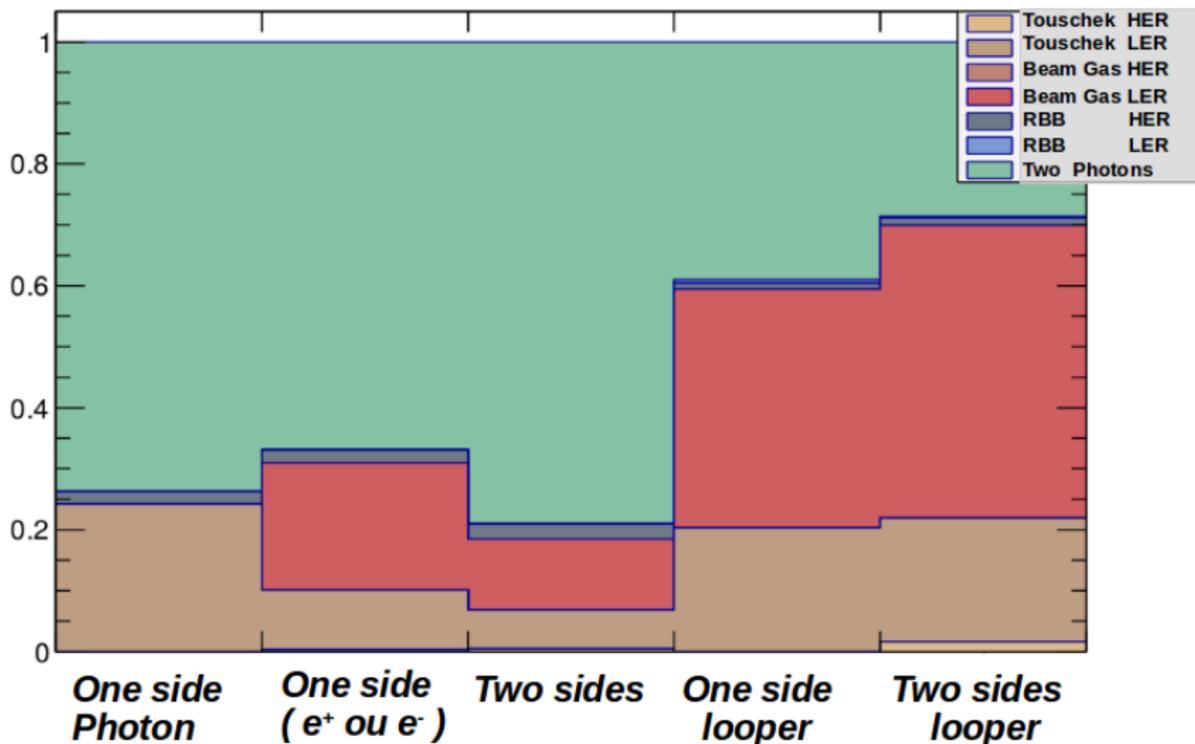


Two Sides Looper



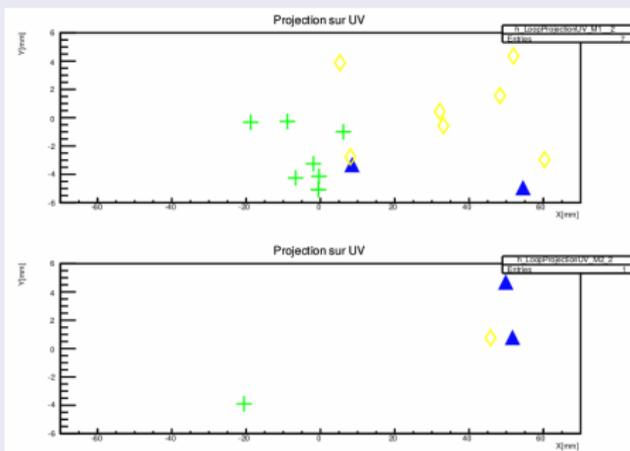
Comment caractériser le bruit de fond à partir des mesures de PLUME

Sensibilité des motifs aux bruits de fond



Peu de particules par trame 1-2 (One Side Two Side) → association trivial

Problème → 1/3 des trames ont plus d'une particule



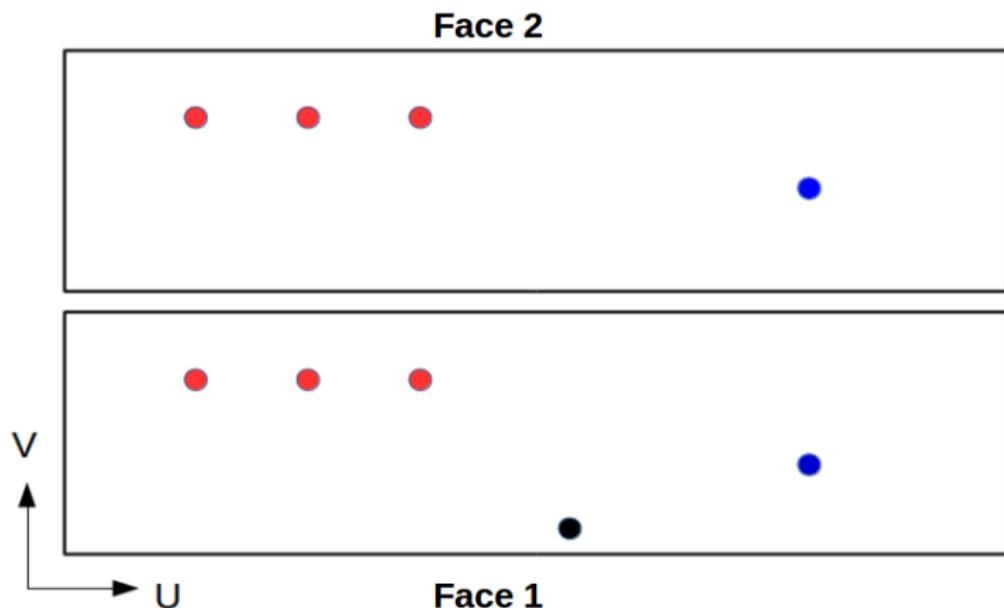
caracteriser le bruit de fond ⇔ algorithme d'association des hits aux particules

Association des hits aux particules à la base de la reconstruction des trajectoires

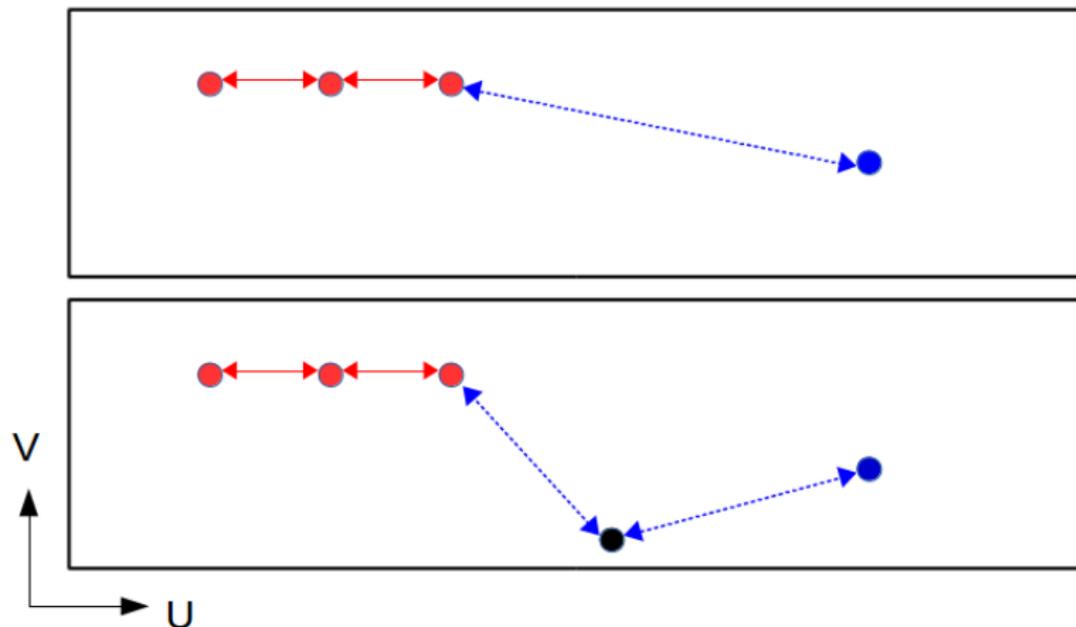
De nombreux algorithmes existent déjà pour plusieurs couches de détection

PLUME \Rightarrow deux couches très proches et faibles impulsions

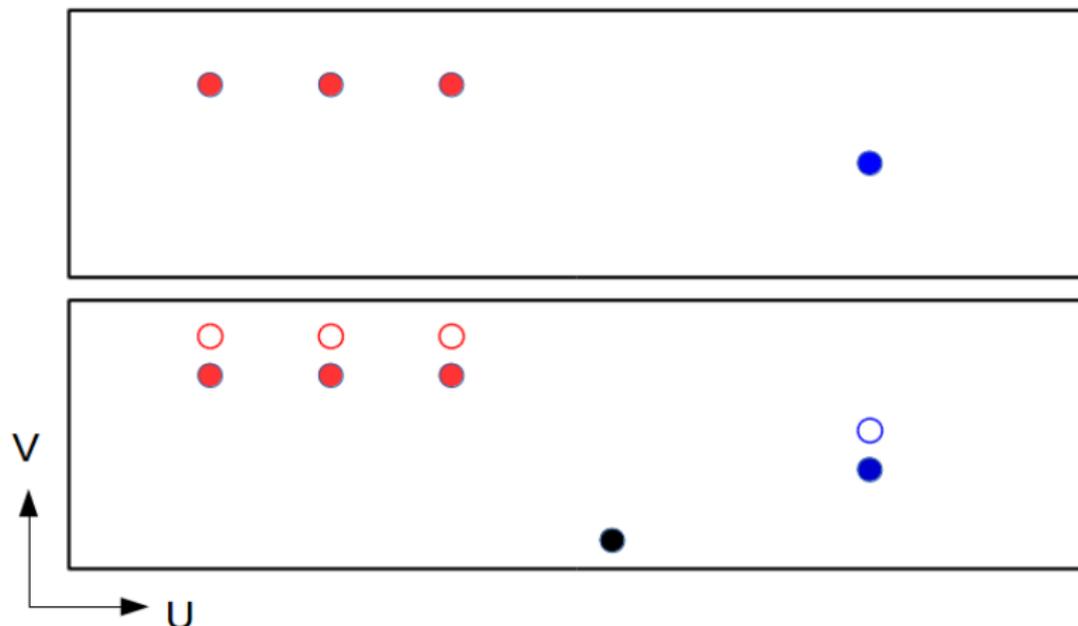
Objectif: Trouver les critères d'association de hits aux particules



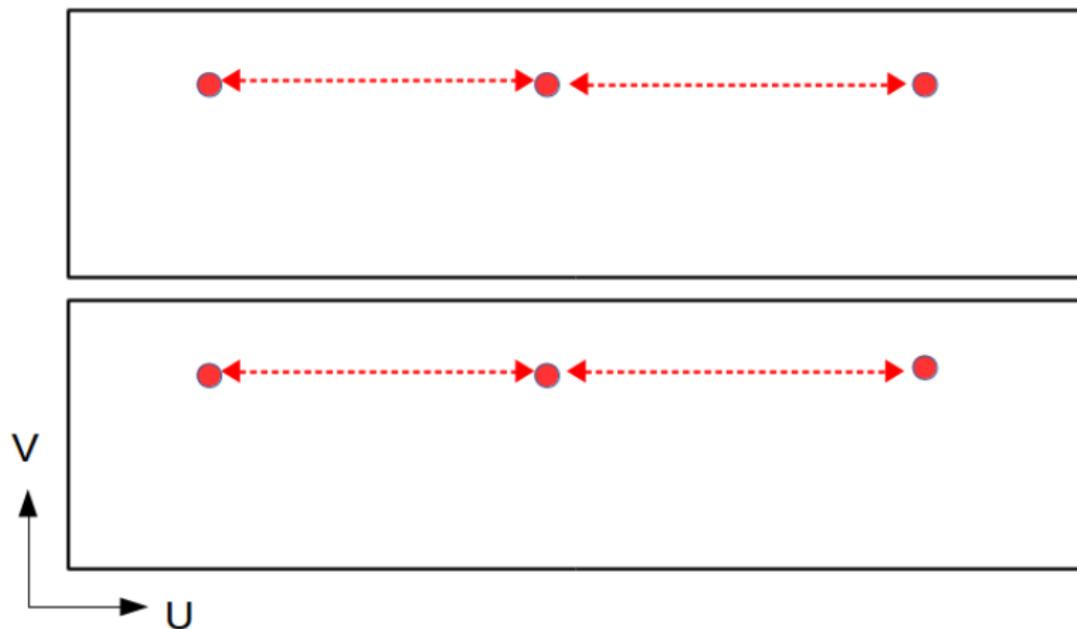
Distance entre proches voisins



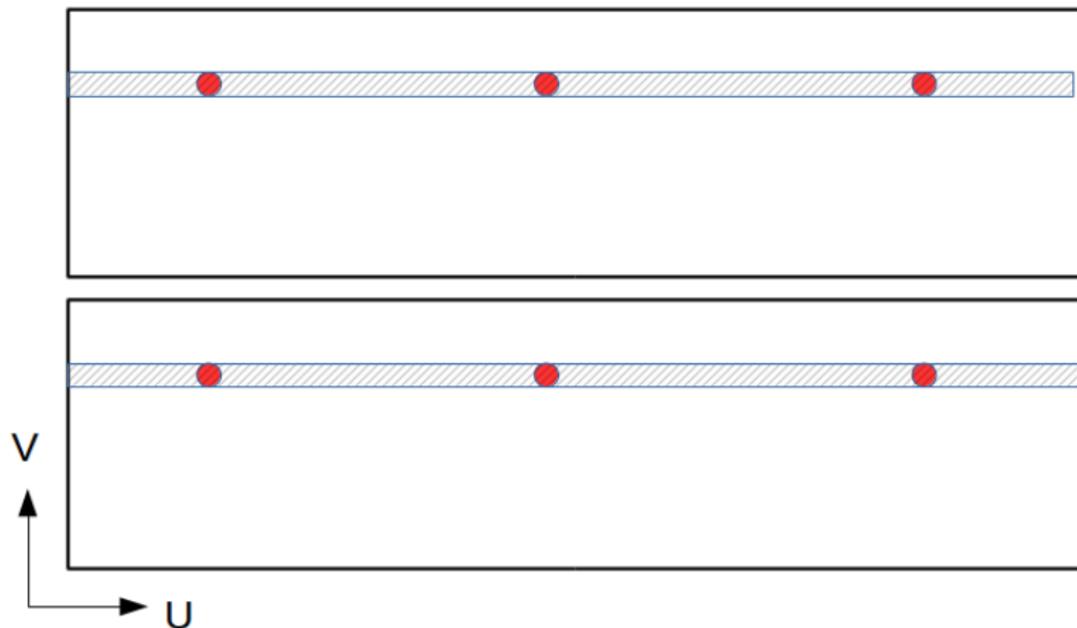
Distance entre proches voisins de différent modules



Comment distinguer les Two Sides Loopers des traversants



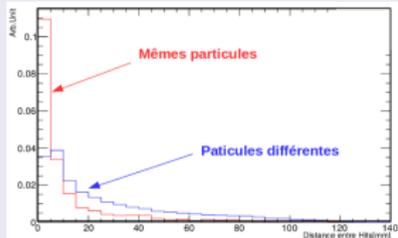
Distance transverse entre proches voisins



Association des hits aux particules

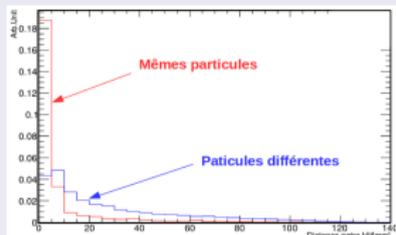
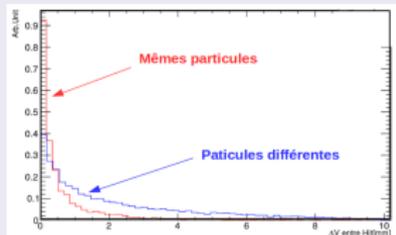
Critères d'association

Distance entre plus proches hits



Distance entre plus proches hits

(différents module)

Distance transverse entre plus
proches hits

Regroupement spatial

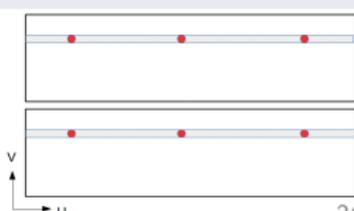
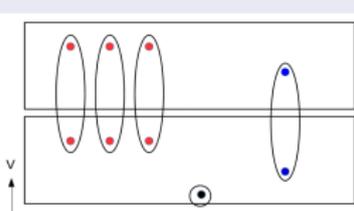
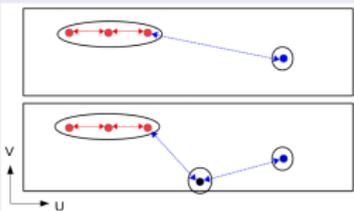
↔ [5, 20] mm

Superposition

↔ [5, 15] mm

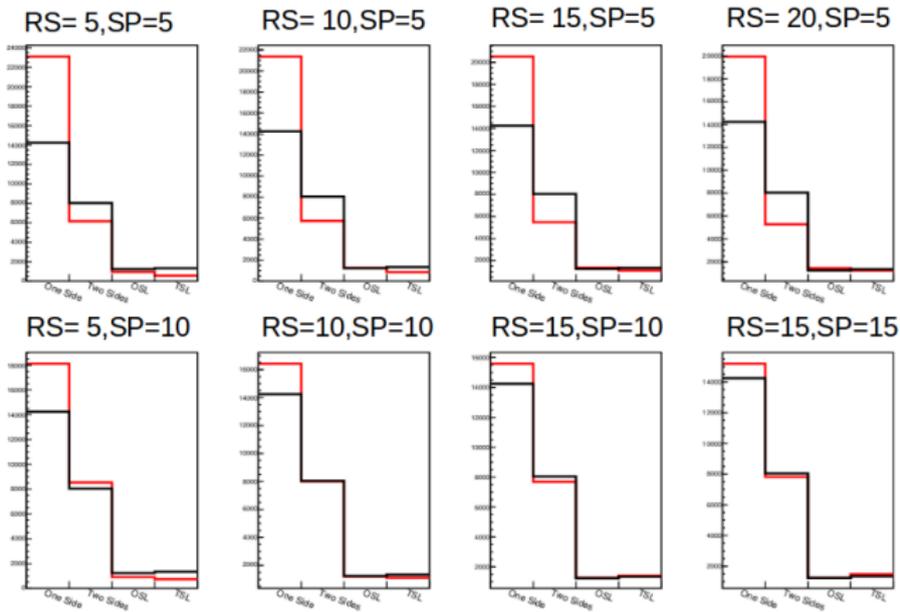
Alignement

↔ 2 mm



Objectif: identification correcte du type de motif

Pour l'instant 5 hits par échelle \Rightarrow 70 % des trames

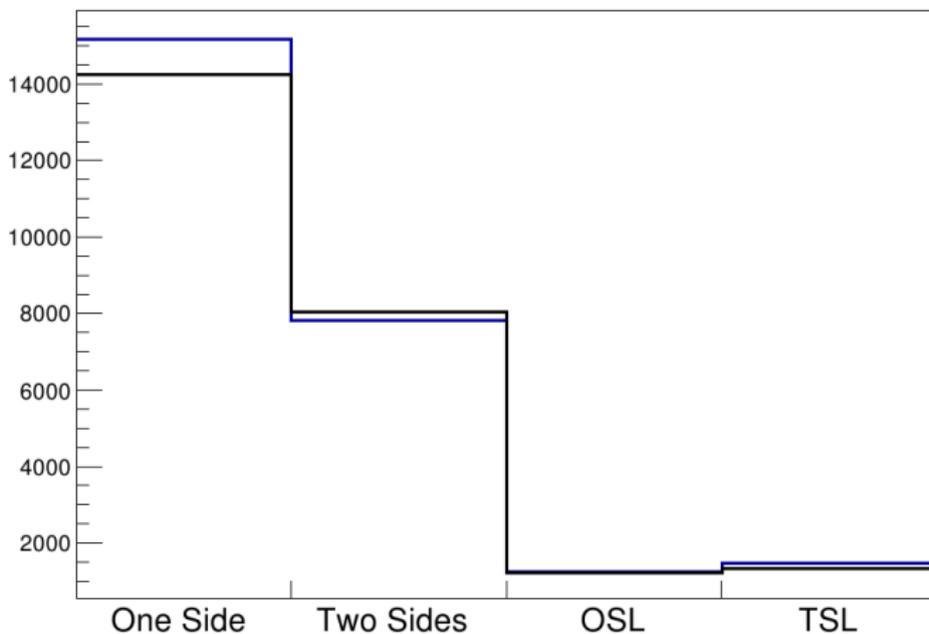


Critère plus efficace \rightarrow superposition \Rightarrow intérêt détecteur double face

Performances de l'algorithme d'identification

Meilleur compromis

RS= 15 SP= 15



3.5% de hits isolés à tort

- ① Introduction
- ② Contexte expérimental
 - Le collisionneur SuperKEKB
 - Le projet BEAST II
 - Bruits de fond machine
 - Le détecteur PLUME
- ③ Objectifs et Méthodes
 - Comment caractériser le bruit de fond à partir des mesures de PLUME
 - Association des hits aux particules
 - Performances de l'algorithme d'identification
- ④ Conclusion et perspectives

Conclusion

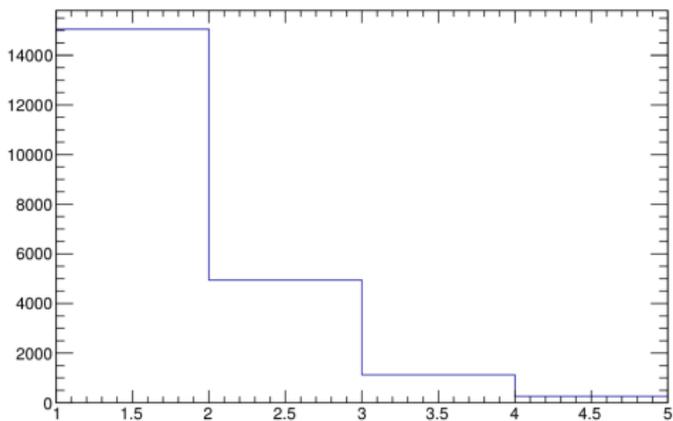
- Motifs \approx Bruits de fond
- Caractériser le bruit de fond \Rightarrow Reconstructions des motifs
- Algorithme d'association de hits au particules
 \hookrightarrow Bonne efficacité

Perspectives

- Améliorations
 - Corrélation distance 2-dim et transverse
 - Ajuster seuil au nombre de hits par module
- Prochaine étape:
 - Meilleure pureté
 - Sensibilité à l'impulsion
 - Reconstruction des hélices

Merci

BackUp



BackUp

