

Un pas décisif vers une Super Usine à B : mesure de la luminosité du collisionneur DAΦNE amélioré

Benoit VIAUD
LAL

Sommaire

□ Une super usine à saveurs : pourquoi ?

□ Une super usine à saveurs : comment ?

$$\text{Lumi} = 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1} \quad \xrightarrow{?} \quad \text{Lumi} = 10^{36} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$$

□ DAΦNE avec angle de Piwinski et "crabbed waists"

□ Mesure de la luminosité

- Construction
- Simulation
- Beam tests
- Résultats préliminaires

□ Bilan / perspectives

A l'aube d'une nouvelle ère...

Aujourd'hui encore, le Modèle standard décrit toujours très bien la physique des particules.

20 ans d'efforts n'ont pas permis d'aller plus loin, et de répondre aux questions qu'il laisse ouvertes (ex: nombre de générations, hiérarchie de masse, niveau de CPV insuffisant,...).

Le LHC devrait changer la donne, en s'attaquant à 2 questions :

- La Nouvelle Physique (NP) existe-t-elle à l'échelle du TeV ? Sinon, $\Lambda = ?$
- Quelle est sa nature ? (i.e. : quel « modèle » ?)

Mais le LHC seul ne nous dira pas tout...

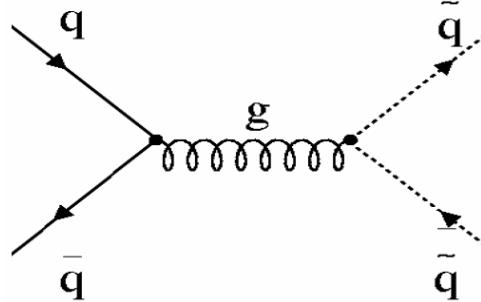
A l'aube d'une nouvelle ère...

Les différents modèles présentent de grandes différences dans leurs prédictions. Pour tous, la question de la brisure de SUSY est cruciale.

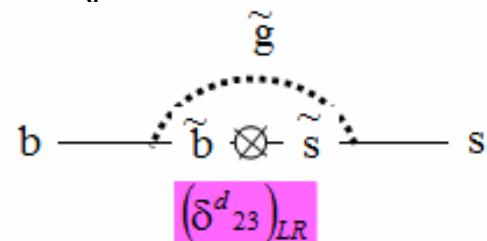
=> Pour les contraindre, 2 mesures indispensables :

- Spectre de masse des nouvelles particules
- Schéma d'interaction dans le secteur des saveurs

Approche directe ("relativiste")
production de nouvelles particules



Approche indirecte ("quantique")
Effets subtils dans les boucles
 $\text{Rate} = f(\delta_{ij}/\Lambda^2)$



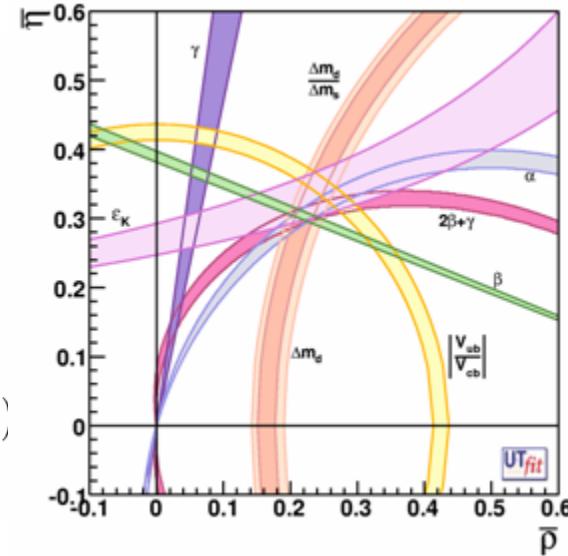
=> Étude des désintégrations
de B , D , I , ...

Approche indirecte

Propre => adaptée à l'étude des effets subtils des int. de saveurs :

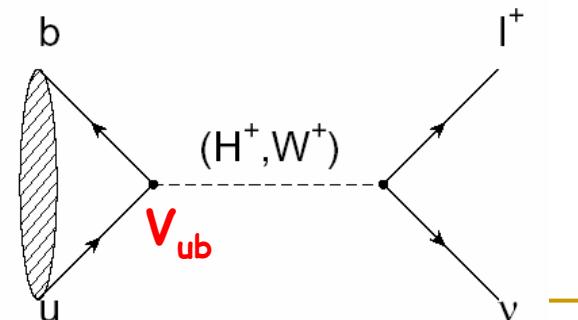
-> De très nombreuses observables:

$$\begin{array}{cccc}
 \Delta m_d & A_{SL}(B_d) & S(B_d \rightarrow J/\psi K_S) & S(B_d \rightarrow \phi K_S) \\
 \alpha(B \rightarrow \pi\pi, \rho\pi, \rho\rho) & \gamma(B \rightarrow DK) & & CKM \text{ fits} \\
 \Delta m_s & A_{SL}(B_s) & S(B_s \rightarrow J/\psi \phi) & S(B_s \rightarrow \phi \phi) \\
 B(b \rightarrow s\gamma) & A_{CP}(b \rightarrow s\gamma) & S(B^0 \rightarrow K_S \pi^0 \gamma) & S(B_s \rightarrow \phi \gamma) \\
 B(b \rightarrow d\gamma) & A_{CP}(b \rightarrow d\gamma) & A_{CP}(b \rightarrow (d+s)\gamma) & S(B^0 \rightarrow \rho^0 \gamma) \\
 B(b \rightarrow s l^+ l^-) & B(b \rightarrow d l^+ l^-) & A_{FB}(b \rightarrow s l^+ l^-) & B(b \rightarrow s \nu \bar{\nu}) \\
 B(B_s \rightarrow l^+ l^-) & B(B_d \rightarrow l^+ l^-) & B(B^+ \rightarrow l^+ \nu) &
 \end{array}$$



-> Permet de mesurer à la fois SM et NP, qui cohabitent à basse énergie, pour mieux les distinguer

$$L = L_{SM} + \sum_{k=1} (\sum_i c_i^k Q_i^{(k+4)}) / \Lambda^k$$

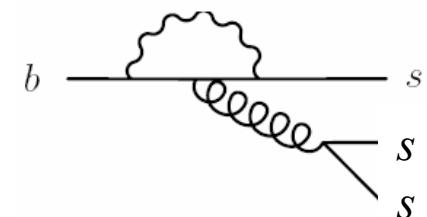


Approche indirecte

Propre => adaptée à l'étude des effets subtils des int. de saveurs :

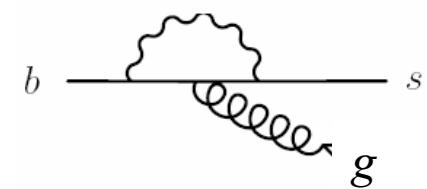
-> De très nombreuses observables:

$$\begin{array}{cccc} \Delta m_d & A_{SL}(B_d) & S(B_d \rightarrow J/\psi K_s) & S(B_d \rightarrow \phi K_s) \\ \alpha(B \rightarrow \pi\pi, \rho\pi, \rho\rho) & \gamma(B \rightarrow DK) & & CKM \text{ fits} \\ \Delta m_s & A_{SL}(B_s) & S(B_s \rightarrow J/\psi \phi) & S(B_s \rightarrow \phi \phi) \\ B(b \rightarrow s\gamma) & A_{CP}(b \rightarrow s\gamma) & S(B^0 \rightarrow K_s \pi^0 \gamma) & S(B_s \rightarrow \phi \gamma) \\ B(b \rightarrow d\gamma) & A_{CP}(b \rightarrow d\gamma) & A_{CP}(b \rightarrow (d+s)\gamma) & S(B^0 \rightarrow \rho^0 \gamma) \\ B(b \rightarrow s l^+ l^-) & B(b \rightarrow d l^+ l^-) & A_{FB}(b \rightarrow s l^+ l^-) & B(b \rightarrow s \nu \bar{\nu}) \\ B(B_s \rightarrow l^+ l^-) & B(B_d \rightarrow l^+ l^-) & B(B^+ \rightarrow l^+ \nu) & \end{array}$$



-> Pour certaines la contribution du SM est faible

=> Facilite la mesure d'effets subtils



=> Surtout avec une très haute luminosité, une reconstruction précise, et σ_{th} faible

Approche indirecte

Propre => adaptée à l'étude des effets subtils des int. de saveurs :

-> De très nombreuses observables:

$$\begin{array}{cccc} \Delta m_d & A_{SL}(B_d) & S(B_d \rightarrow J/\psi K_s) & S(B_d \rightarrow \phi K_s) \\ \alpha(B \rightarrow \pi\pi, \rho\pi, \rho\rho) & & \gamma(B \rightarrow DK) & CKM \text{ fits} \end{array}$$

$$\begin{array}{cccc} \Delta m_s & A_{SL}(B_s) & S(B_s \rightarrow J/\psi \phi) & S(B_s \rightarrow \phi \phi) \\ B(b \rightarrow s\gamma) & A_{CP}(b \rightarrow s\gamma) & S(B^0 \rightarrow K_s \pi^0 \gamma) & S(B_s \rightarrow \phi \gamma) \\ B(b \rightarrow d\gamma) & A_{CP}(b \rightarrow d\gamma) & A_{CP}(b \rightarrow (d+s)\gamma) & S(B^0 \rightarrow \rho^0 \gamma) \end{array}$$

$$B(b \rightarrow s l^+ l^-) \quad B(b \rightarrow d l^+ l^-) \quad A_{FB}(b \rightarrow s l^+ l^-) \quad B(b \rightarrow s \nu \bar{\nu})$$

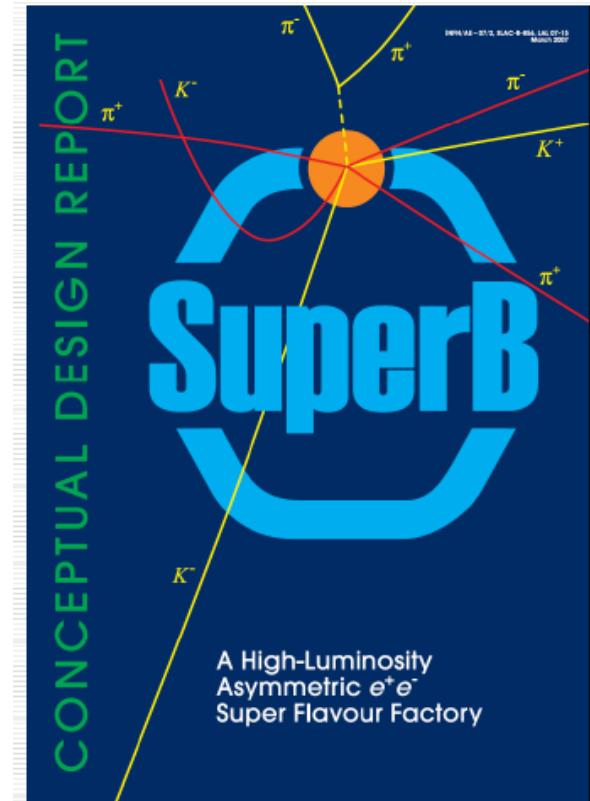
$$B(B_s \rightarrow l^+ l^-) \quad B(B_d \rightarrow l^+ l^-) \quad B(B^+ \rightarrow l^+ \nu)$$

=> Utilité d'une super usine à B pour compléter le LHC...

Le projet Super B

Déjà une collaboration et un CDR

- 444 pages
- 320 signataires
- 80 institutions



Différents scenarios en 2015...

En fonction de Λ

	$\sim 1 \text{ TeV}$	$\sim 10 \text{ TeV}$
Super B	LHC : découverte de NP - caractériser la NP, - mesurer les couplages dans le secteur des saveurs.	LHC : non découverte de NP - Rechercher NP, - Contraindre Λ + espace des param. des différent modèles de NP.

En fonction de NP sous-jacente

Min. Flav. Violation : Flavor violation with small or big $\arg(\delta_{ij})$ et $|\delta_{ij}|$

SuperB sensitivity

Super B survit-elle à cela ?

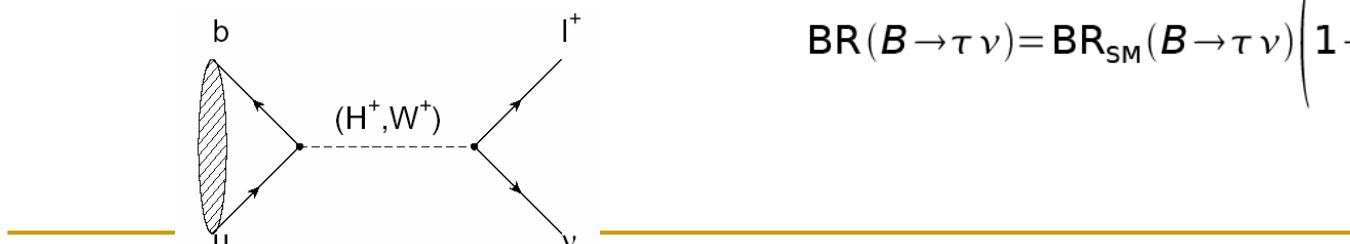
Super B et Minimum Flavor Violation

- MFV : NP sans *nouvelle source* de violation de saveur ou de CP.
Ces phénomènes restent entièrement régis par les paramètres du MS (Yukawa, V_{CKM})



=> ~ Rien à voir dans les observables violant CP,
mais de nouvelles contributions peuvent
apparaître ailleurs.

Ex: Doublet de Higgs à
large $\tan\beta = \langle vev1 \rangle / \langle vev2 \rangle$

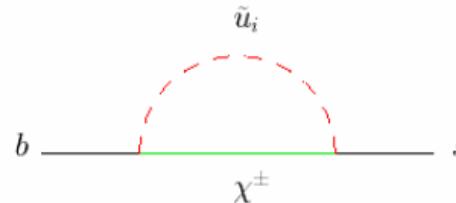
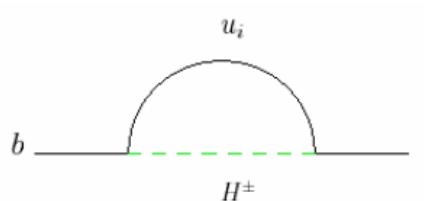


$$\text{BR}(B \rightarrow \tau \nu) = \text{BR}_{\text{SM}}(B \rightarrow \tau \nu) \left(1 - \frac{m_B^2}{M_H^2} \boxed{\tan^2 \beta} \right)^2$$

~couplage à
contraindre
ou mesurer

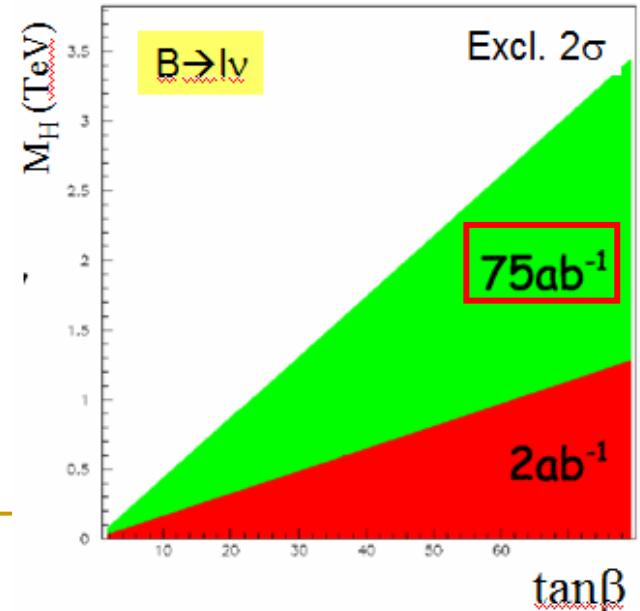
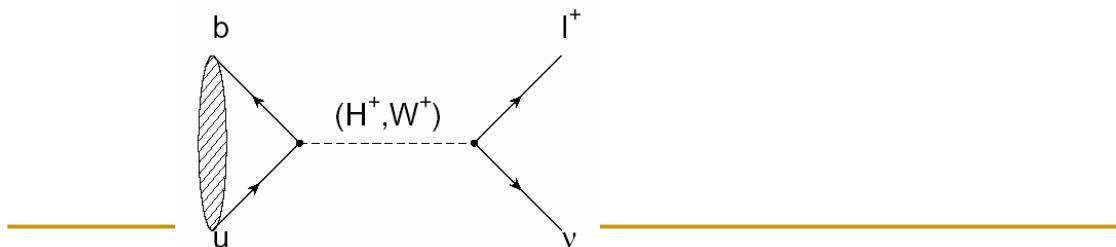
Super B et Minimum Flavor Violation

- MFV : NP sans *nouvelle source* de violation de saveur ou de CP.
Ces phénomènes restent entièrement régis par les paramètres du MS (Yukawa, V_{CKM})



=> ~ Rien à voir dans les observables violent CP,
mais de nouvelles contributions peuvent
apparaître ailleurs.

Ex: Doublet de Higgs à
large $\tan\beta = \langle vev_1 \rangle / \langle vev_1 \rangle$



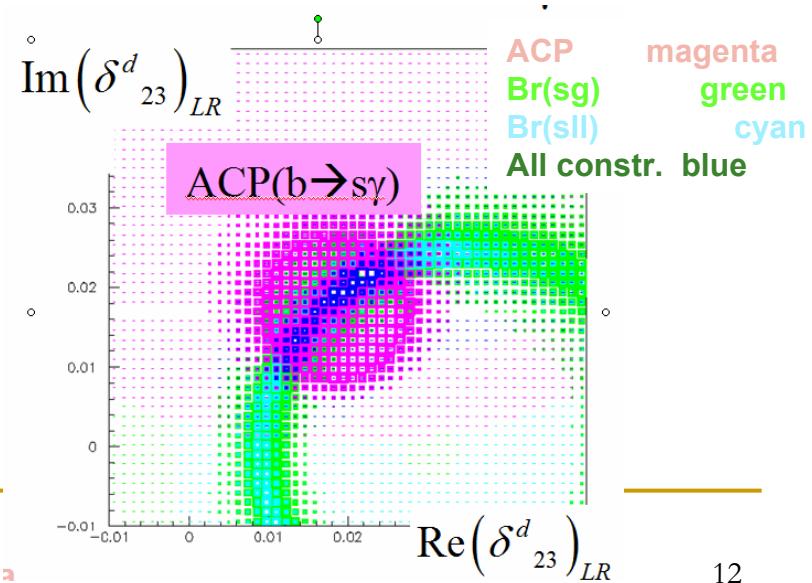
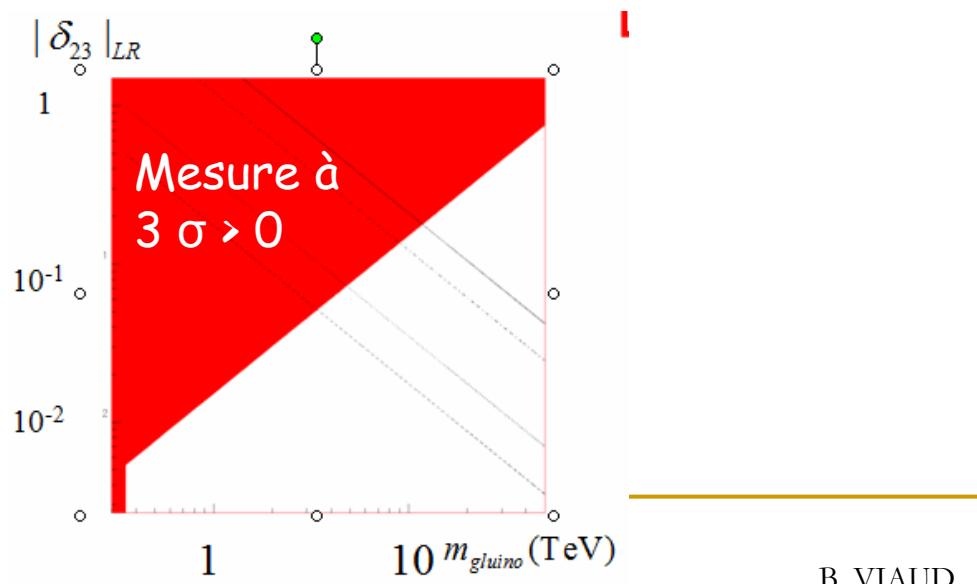
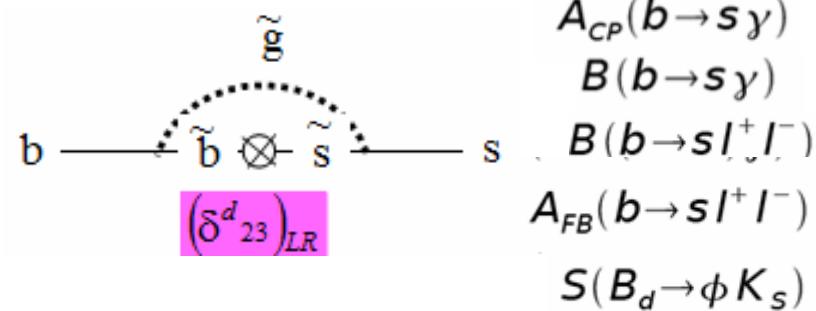
MSSM avec matrices de squarks génériques

- Autorise les transitions entre différentes saveurs de squarks, en supposant la même structure que dans SM \rightarrow SuperCKM matrice.
- Passage dans la base des états de masse difficile car $m(\tilde{q})$ inconnues
 \Rightarrow méthode perturbative: insertion de masse.

$$\mathcal{L}_{Yuk} = \dots + M_{23} \tilde{s} \tilde{b} + \dots \longrightarrow$$

\Rightarrow Nouveau FCNC dans le propagateur du squark...

$$(\delta_{ij}^q)_{AB} \equiv \frac{(M_{ij}^2)^q}{\tilde{m}^2}$$



Mais pour arriver à cela :

$$L = 10^{34} \text{ /cm}^2\text{/s} \rightarrow L = 10^{36} \text{ /cm}^2\text{/s}$$

=> Comment ?

Optimiser de la luminosité, ou "concilier l'inconciliable"

Collision avec angle de croisement θ

Luminosité

$$L = \frac{N_1 N_2 \times f_c}{4\pi \sigma_x \sigma_y \sqrt{1 + \Phi^2}}$$

Piwinski angle

$$\Phi = \frac{\sigma_z}{\sigma_x} \operatorname{tg}\left(\frac{\vartheta}{2}\right)$$

→ augmenter les courants, mais : trop cher + bruits de fond du faisceau

→ baisser σ_y , σ_x , mais : augmente interaction entre les 2 bunchs

=> Disruption :

$$D \approx \frac{N \sigma_z}{(\sigma_x \sigma_y)}$$

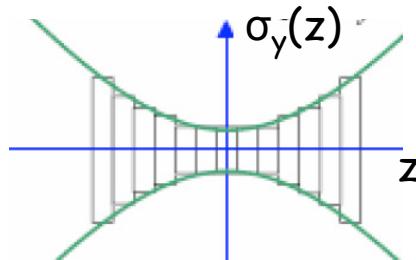
doit rester petit pour que le bunch soit réutilisable

Mais

$$L \propto D \frac{f_r N^2}{(\sigma_x \sigma_y)} \frac{1}{\sqrt{1 + \Phi^2}}$$

Autre limitation : hourglass effect

Focalisation
pour
minimiser
 σ_y au IP



$$\sigma_y = \sqrt{\epsilon \beta_y}$$

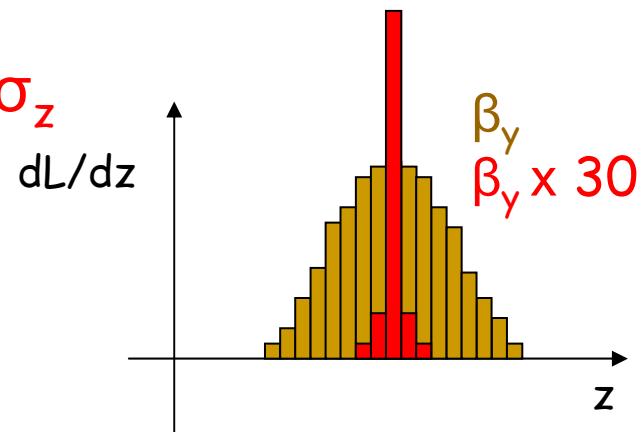
$$\sigma_y' = \sqrt{\epsilon / \beta_y}$$

$$\epsilon = \text{cte}(z)$$

- => Grande Focalisation de σ_y => forte réduction de β_y
- => Grande dispersion angulaire σ_y'
- => Défocalisation très rapide autour de l'IP

Solution : Réduire σ_z afin que $\beta_y \geq \sigma_z$

NB: aide aussi déjà contrôler D



Augmentation de L : nouvelle approche

Très difficile de réduire σ_z !

- Higher order modes heating
- Short bunch synchrotron radiation

PEP-II : $\sigma_z = 10 \text{ mm}$ SuperB $\sigma_z = 5 \text{ mm}$ au mieux...
 $\beta_y = 10 \text{ mm}$ $\beta_y = 0.3 \text{ mm}$

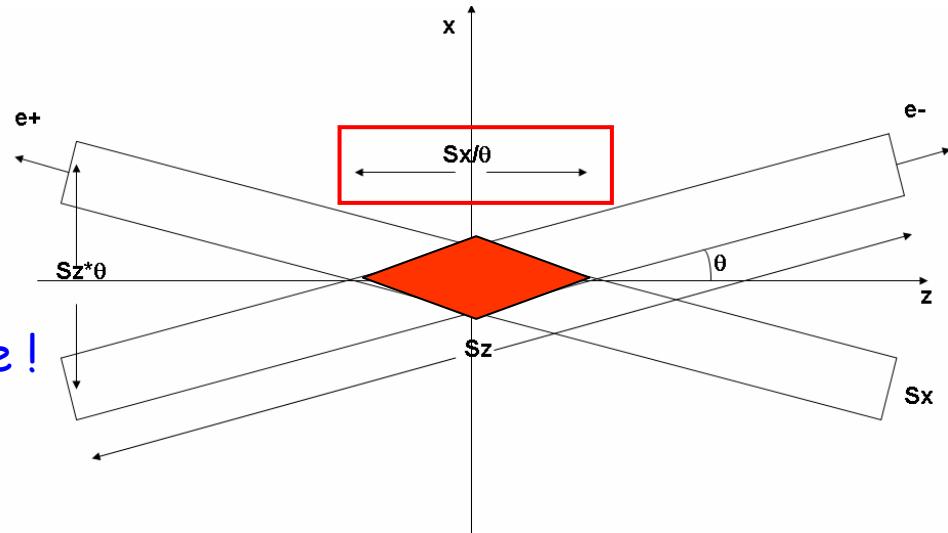
Nouvelle idée : réduire la longueur de chevauchement

- grand angle de croisement !

$\Rightarrow \sigma_z$ remplacé par

$$Sx/\theta \ll \sigma_z$$

\Rightarrow forte réduction de β_y possible !



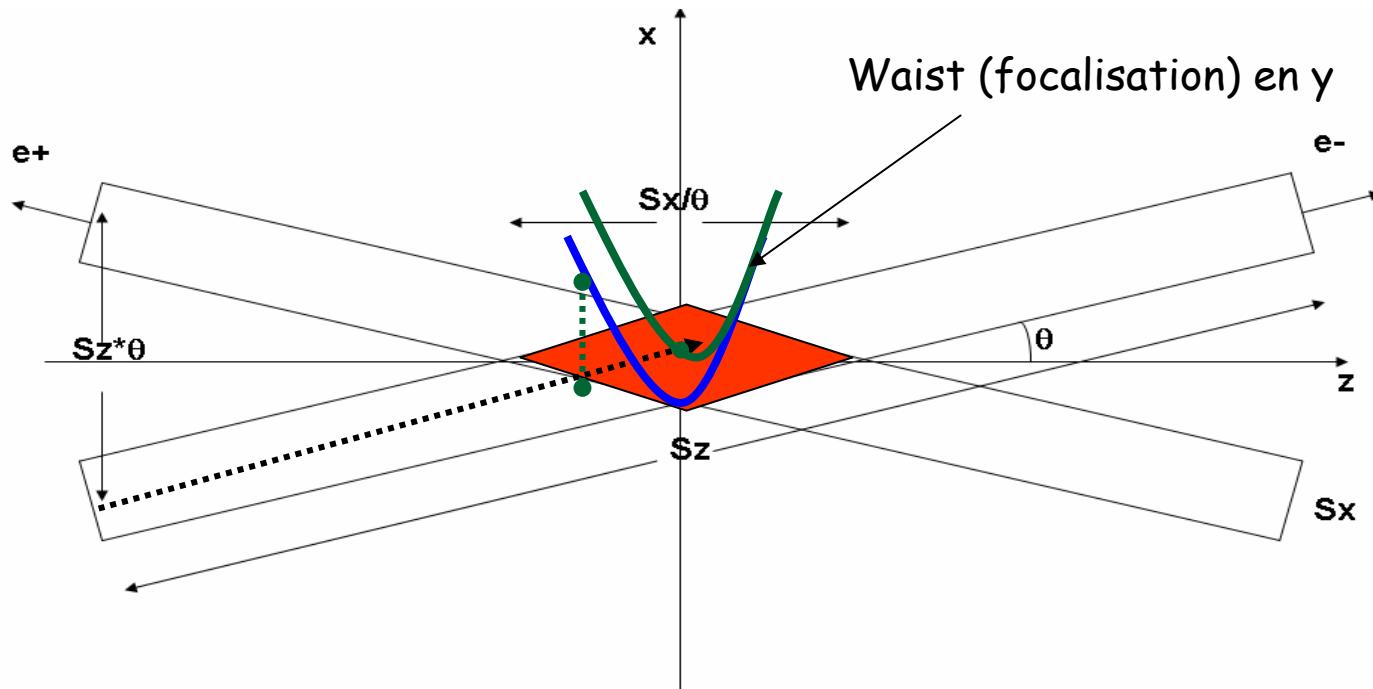
Augmentation de L : nouvelle approche

Sauf que : angle élève + petit β_y

=> Une particule traversant le bunch opposée voit un champ qui dépend de son z et son x.

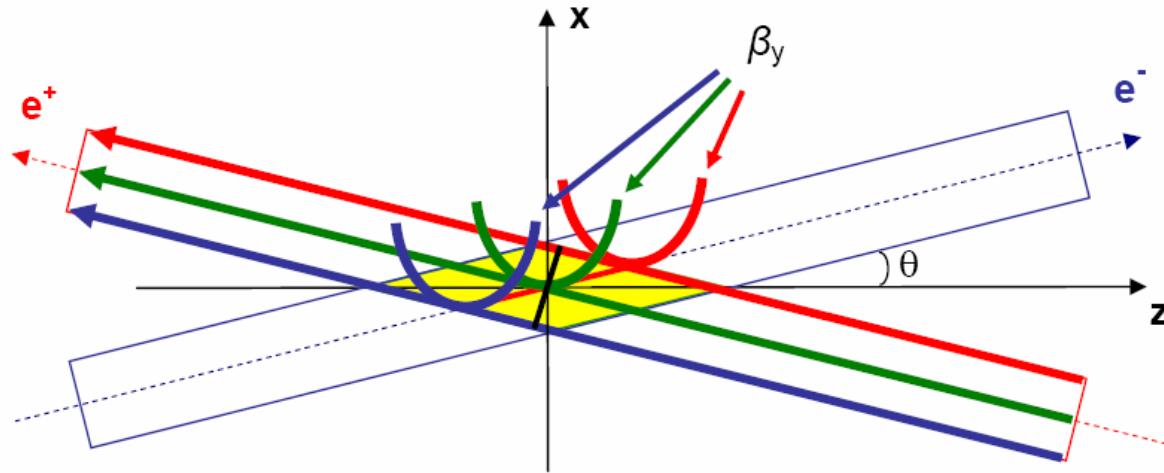
=> couplages entre les différentes coordonnées

=> Nouvelles résonances bêtatrons , synchrobêtatron



Augmentation de L : nouvelle approche

Solution : "Crabbed Waist"



Utilise 2 sextupoles de part et d'autre de l'IP
pour introduire un couplage compensant celui
dû à l'angle de croisement: β_y et donc $\sigma_y = f(x)$

Petit Bilan

□ Grosse réduction β_y possible grâce à *angle de croisement + crabbed waist*

- L'angle réduit la longueur effective de la zone d'interaction
=> Hourglass effect et Disruption sous contrôle sans avoir à réduire σ_z

$$D \approx \frac{N\sigma_z}{(\sigma_x \sigma_y)}$$

□ Également :

- L'angle de Piwinski permet de garder ε_x (et donc σ_x) petit (Luminosité +) tout en gardant un tune horizontal modéré

$$\xi_x \propto \frac{N}{\varepsilon_x (1 + \Phi^2)}$$

$$\Phi = \frac{\sigma_z}{\sigma_x} \operatorname{tg}\left(\frac{\vartheta}{2}\right)$$

- L'angle de croisement supprime les collisions parasites.

=> Doit permettre cette évolution:

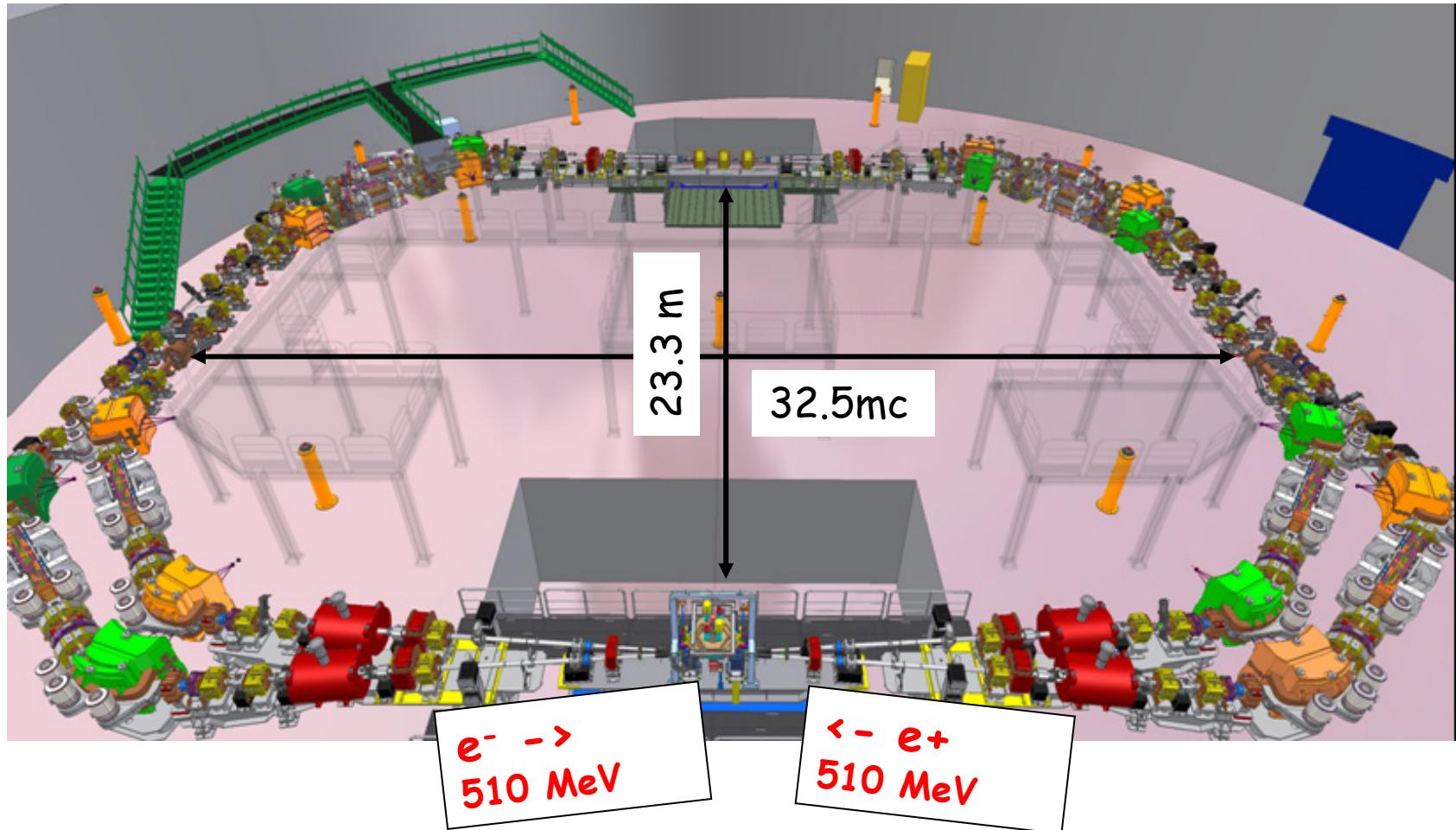
	PEPII	KEKB	SuperB
current	2.5 A	1.7 A	2.3 A
betay	10 mm	6 mm	0.3 mm
betax	400 mm	300 mm	20 mm
Emitx (sigmax)	23 nm (~100μm)	~ 20 nm (~80μm)	1,6 nm (~6μm)
y/x coupling (sigma y)	0,5-1 % (~6μm)	0.25 % (~2μm)	0,25 % (0,035μm)
Bunch length	10 mm	6 mm	6 mm
Tau l/t	16/32 msec	16/32 msec	16/32 msec
ζ_y	0.07	0.1	0.16
L	$1.2 \cdot 10^{34}$	$1.7 \cdot 10^{34}$	$1 \cdot 10^{36}$

Vérification expérimentale

=> DAΦNE Upgrade

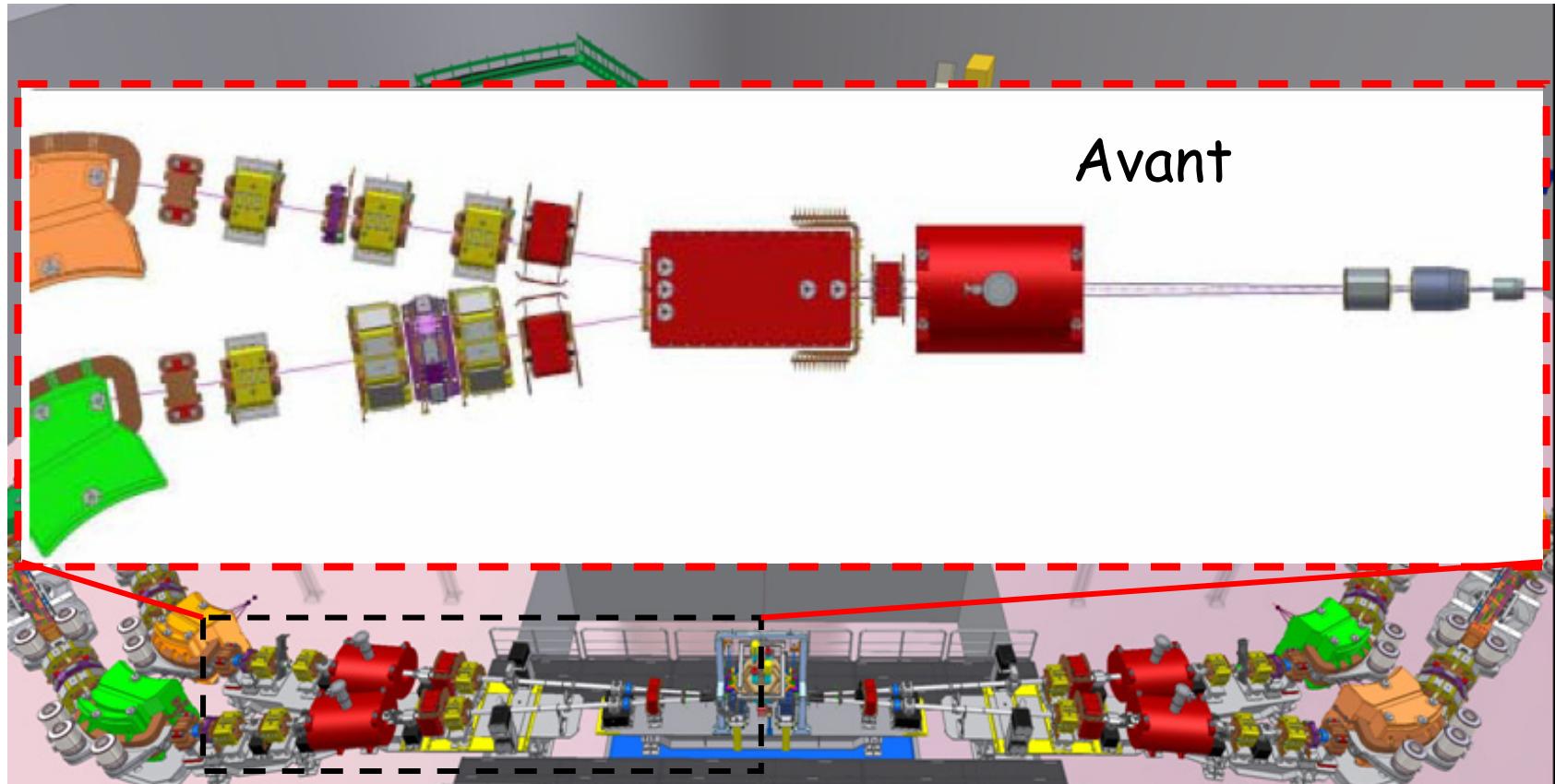
Est-on sur que ca marche vraiment ?

=> Upgrade du collisionneur DAΦNE pour tester ces nouvelles idées



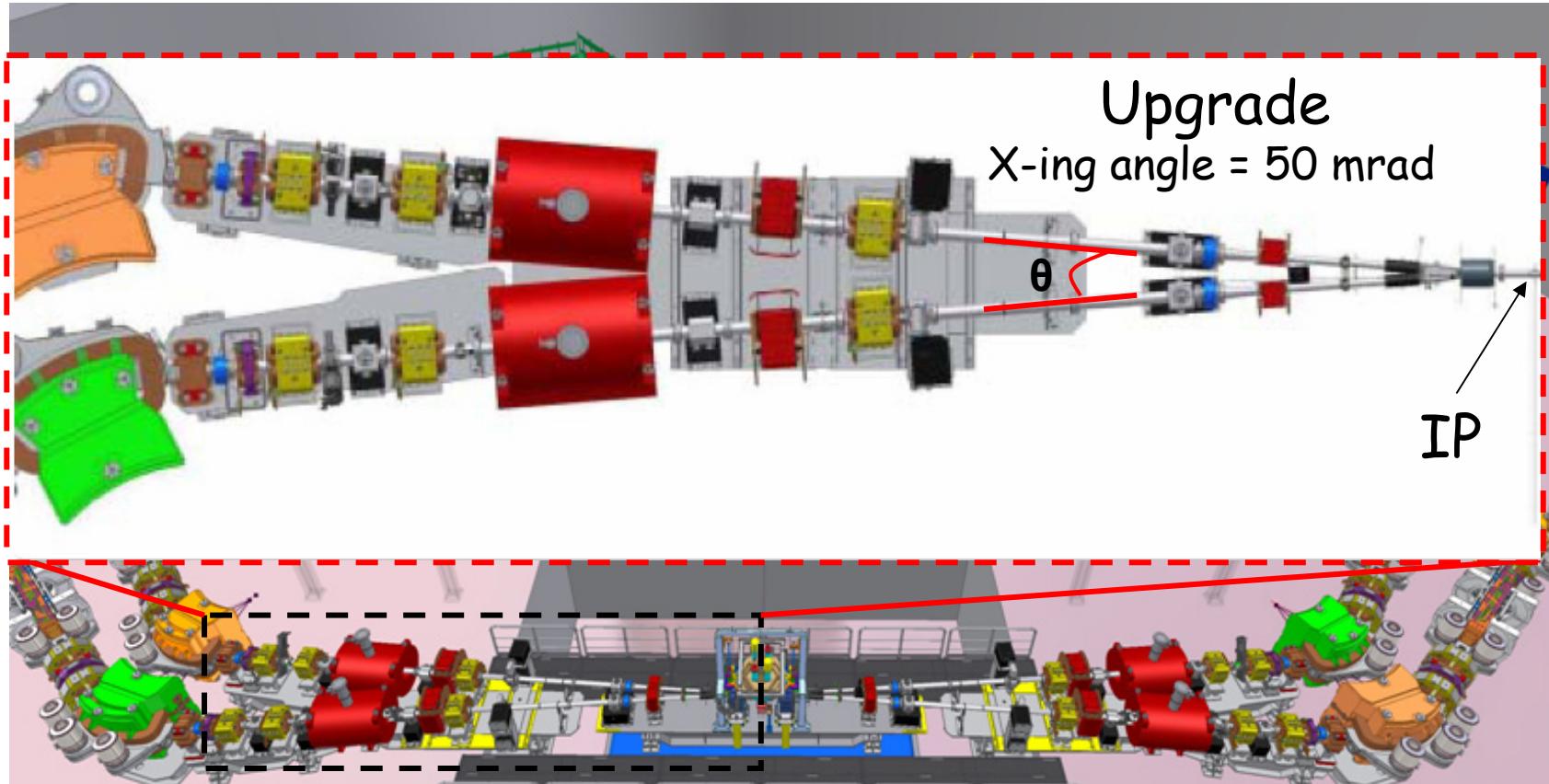
Est-on sur que ca marche vraiment ?

=> Upgrade du collisionneur DAΦNE pour tester ces nouvelles idées



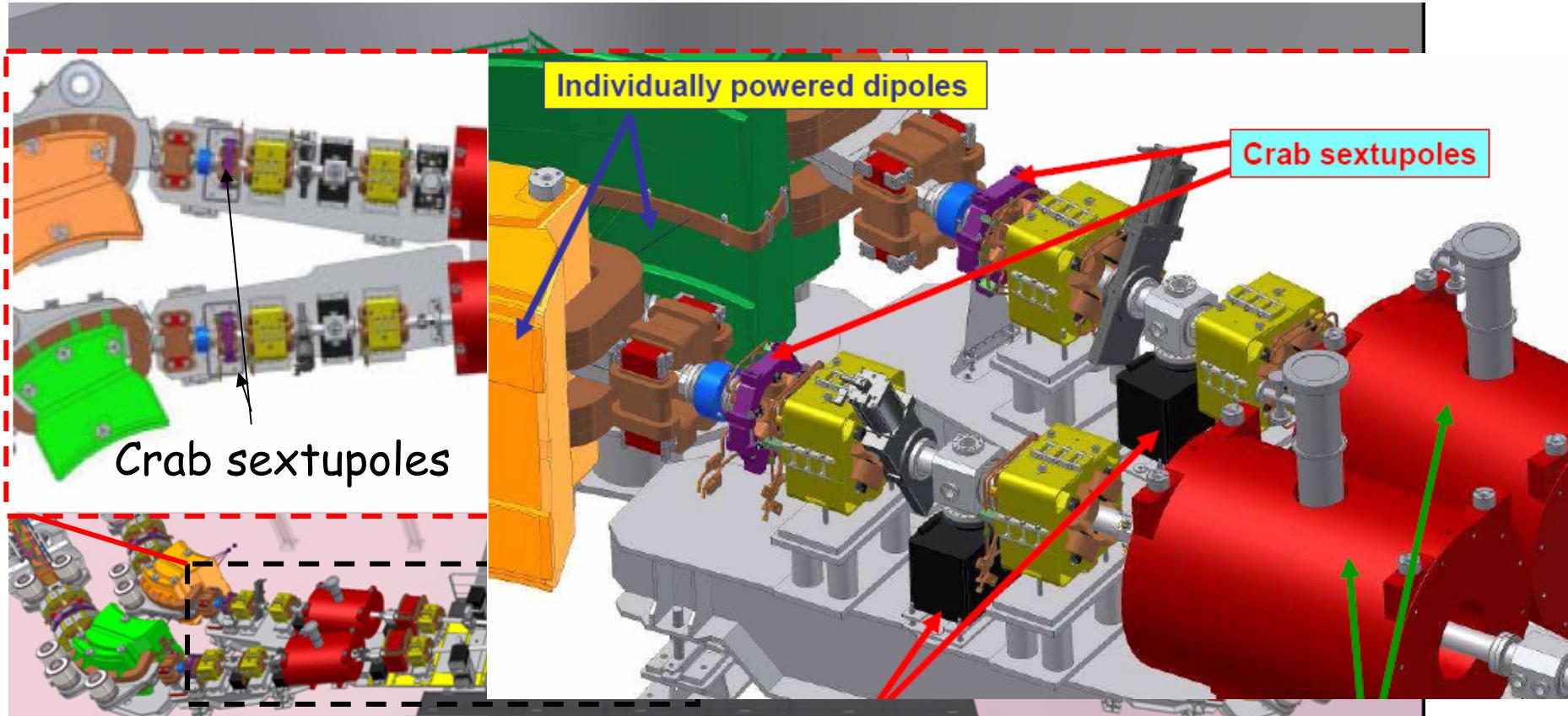
Est-on sur que ca marche vraiment ?

=> Upgrade du collisionneur DAΦNE pour tester ces nouvelles idées

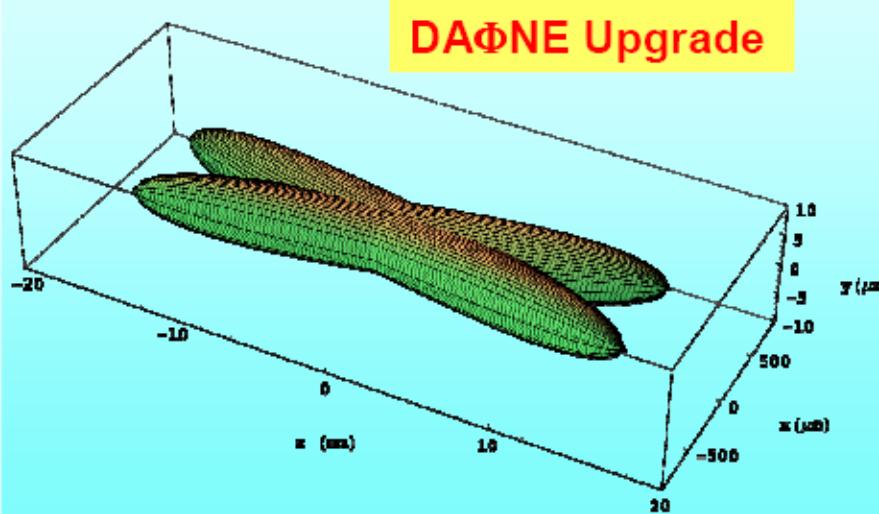
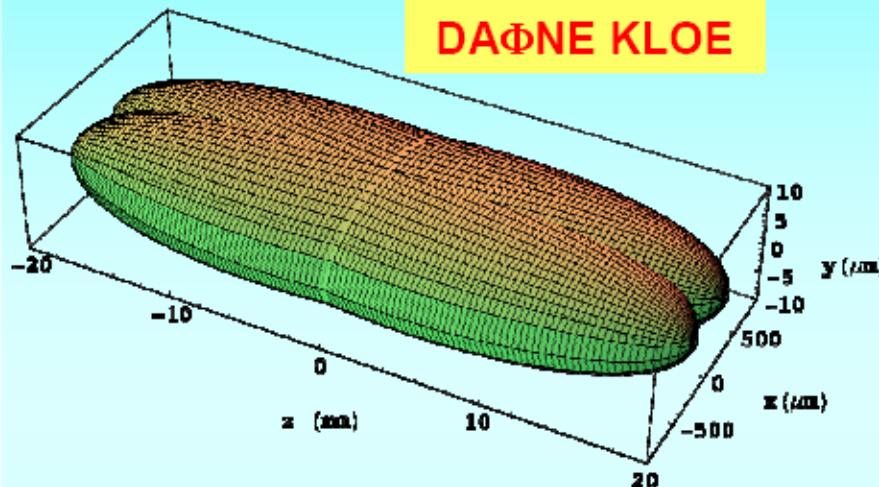


Est-on sur que ca marche vraiment ?

=> Upgrade du collisionneur DAΦNE pour tester ces nouvelles idées



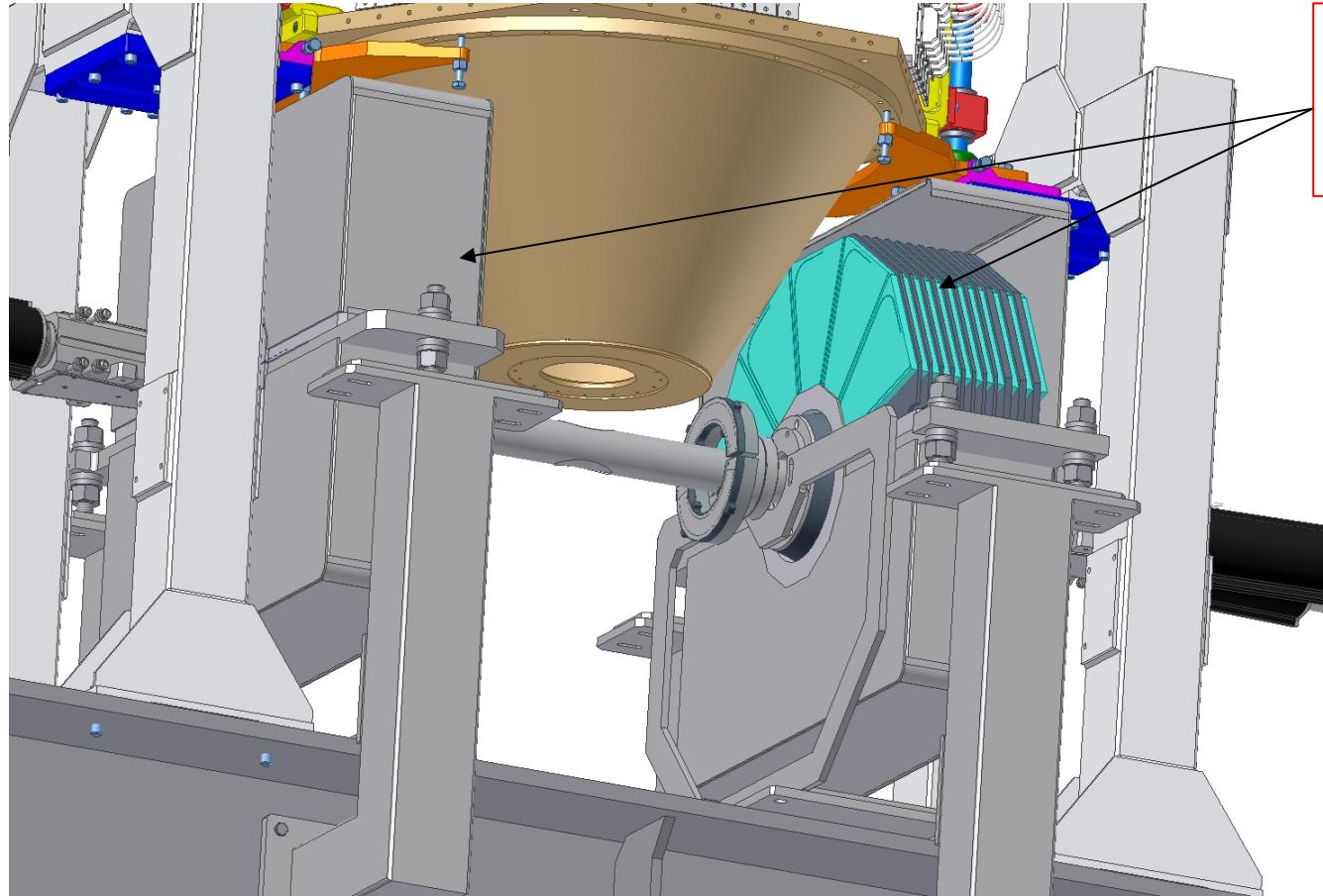
DAΦΝΕ upgrade en chiffres



$I_{e+} = I_{e-} = 1.43 \text{ A}$	DAΦΝΕ KLOE	DAΦΝΕ Upgrade
$I_{\text{bunch}} (\text{mA})$	13	13
N_{bunch}	110	110
$\beta_y^* (\text{cm})$	1.7	0.65
$\beta_x^* (\text{cm})$	170	20
$\sigma_y^* (\mu\text{m})$	7	2.6
$\sigma_x^* (\text{mm})$	0.7	0.2
$\sigma_z (\text{mm})$	25	20
$\theta_{\text{cross}}/2 (\text{mrad})$	12.5	25
Φ_{Piwinski}	0.45	2.5
$L (\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}) \times 10^{32}$	1.5	10

Mesure de la luminosité: the big picture

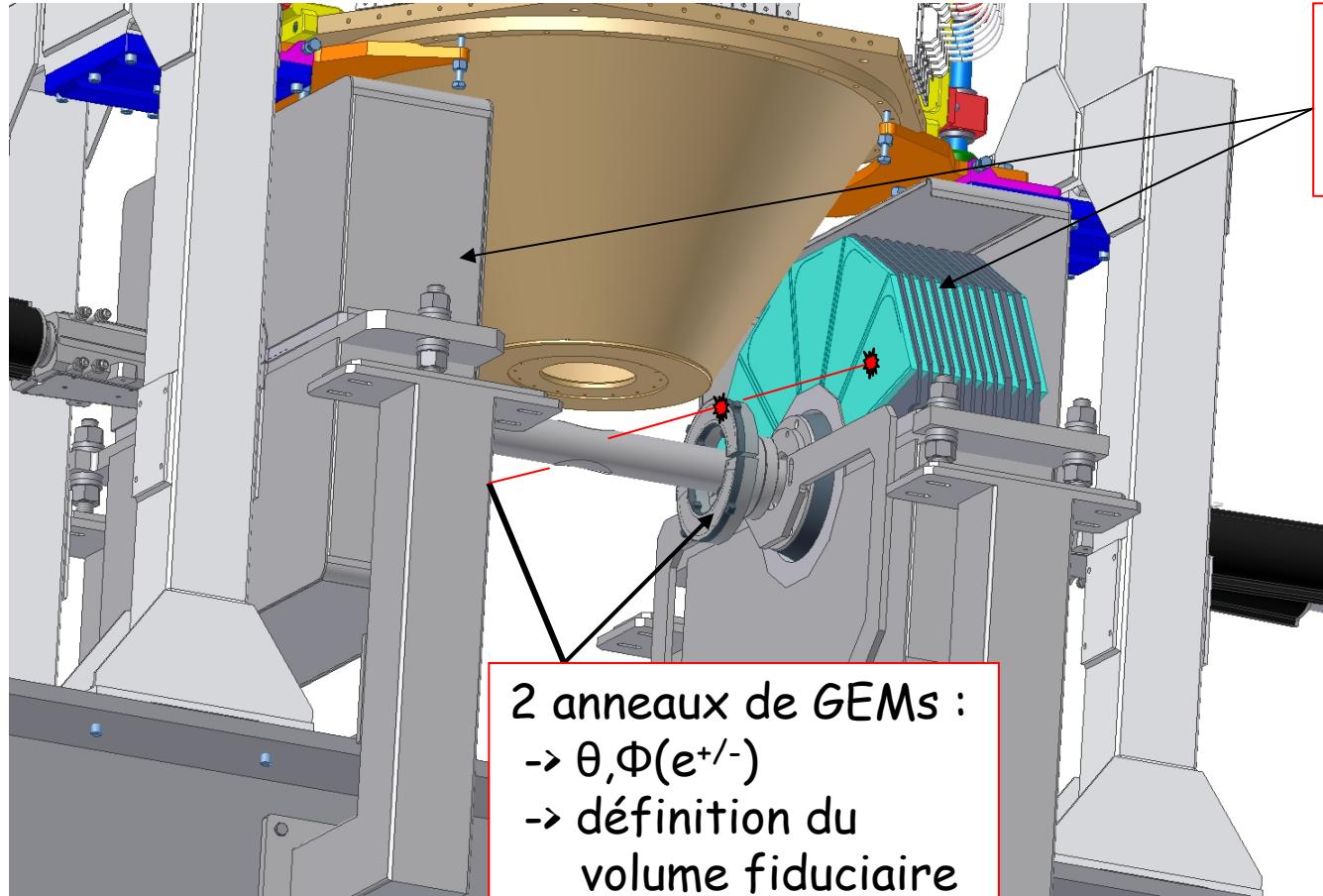
- Mesure du taux d'événements Bhabha : $e^+e^- \rightarrow e^+e^- (\gamma)$!



2 calorimètres :
-> $E(e^{+/-})$
-> $\Phi(e^{+/-})$

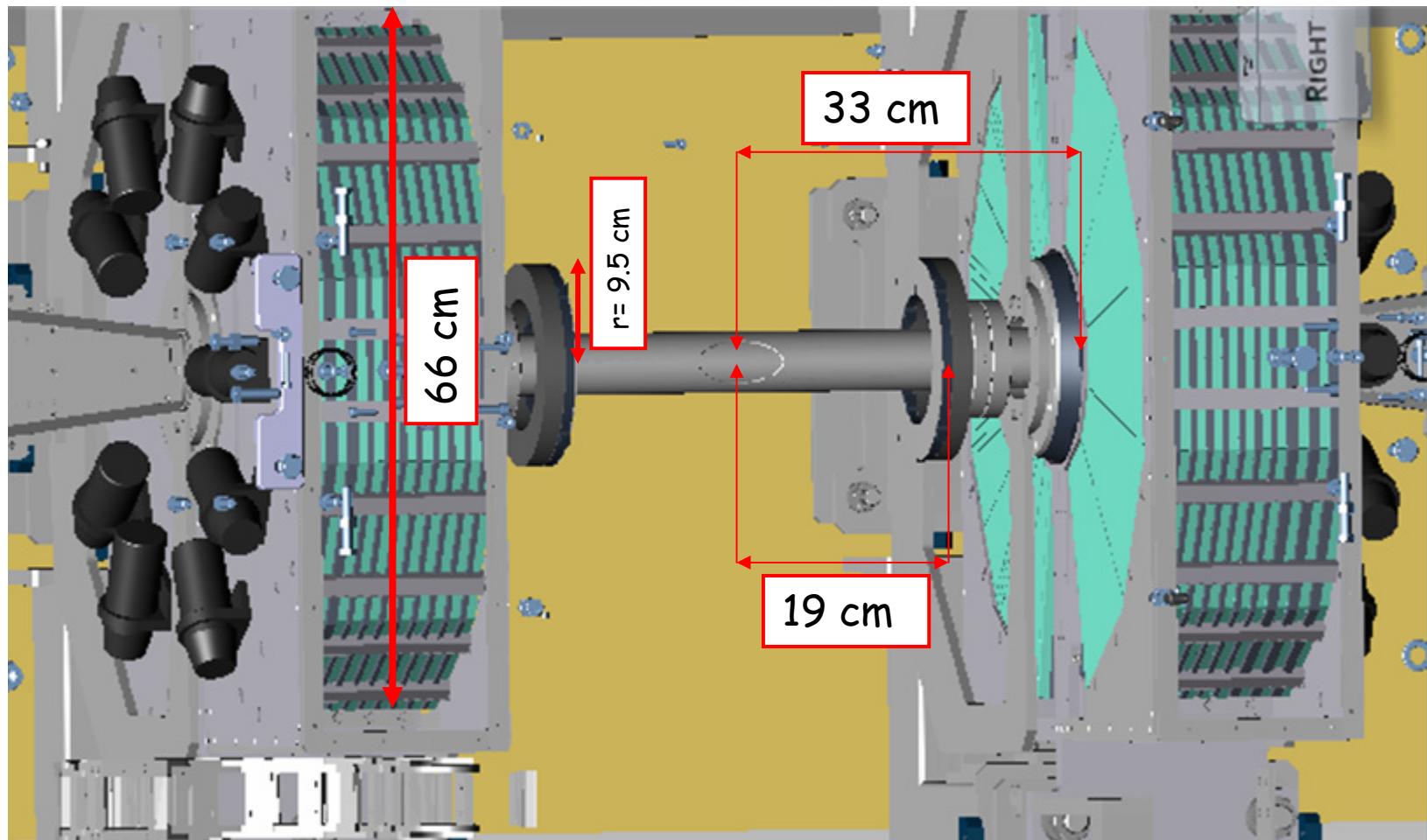
Mesure de la luminosité: the big picture

- Mesure du taux d'événements Bhabha : $e+e^- \rightarrow e+e^- (\gamma)$!



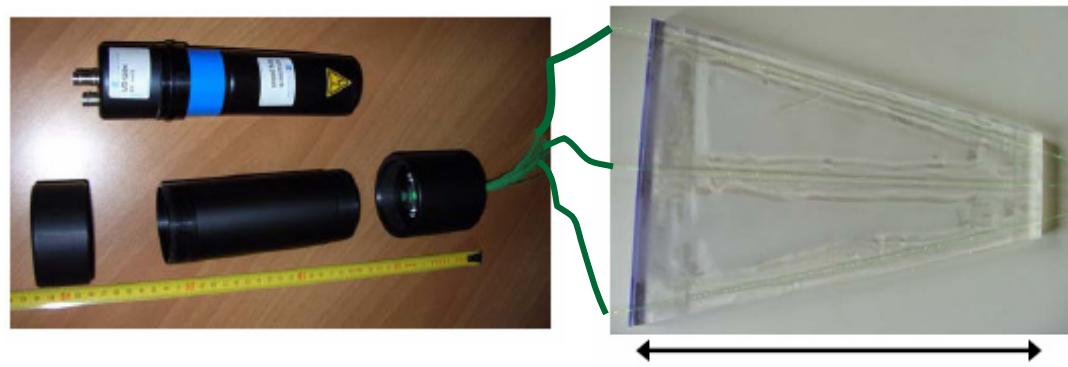
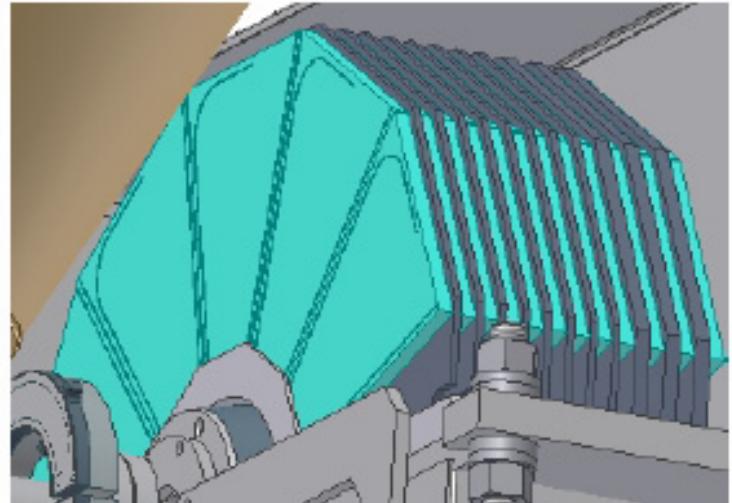
2 calorimètres :
-> $E(e^{+/-})$
-> $\Phi(e^{+/-})$

C'est gros comment ??



Calorimètres

- 12 couches de scintillateur (épaisseur = 1 cm)
- 11 couches plomb (8 de 0.5 cm, 3 de 1 cm)
- 12 secteurs azimutaux (30°)
- Secteurs horizontaux non instrumentés
(bkg + support)
- Une couche de scintillateur = 10 tuiles de 30°

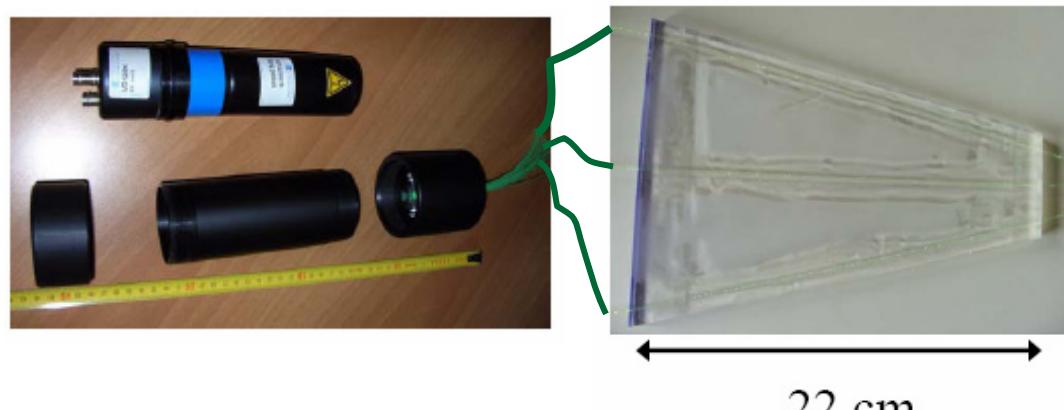
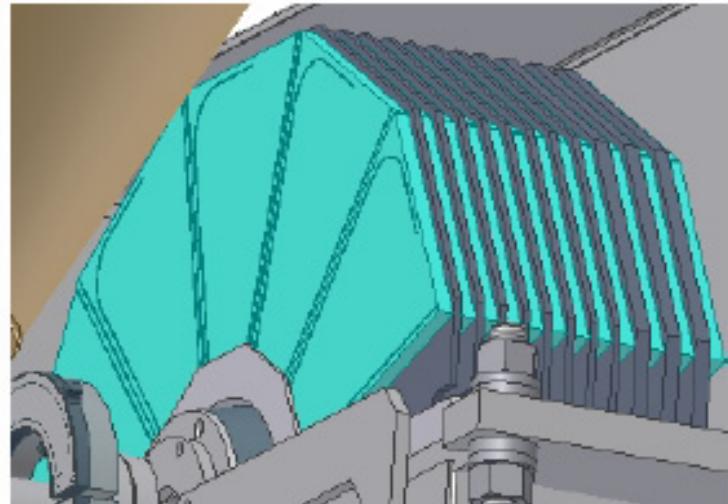


22 cm

- 3 fibres WLS par tuile conduisent les photons au PM associé à chaque secteur (36 fibres par PM)

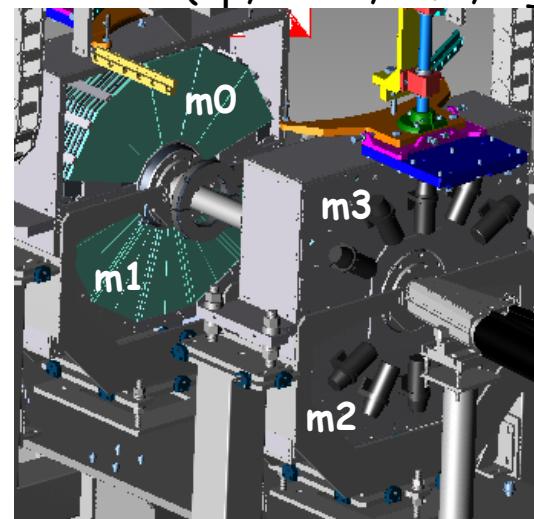
Calorimètres

- 12 couches de scintillateur (épaisseur = 1 cm)
- 11 couches plomb (8 de 0.5 cm, 3 de 1 cm)
- 12 secteurs azimutaux (30°)
- Secteurs horizontaux non instrumentés
(bkg + support)
- Une couche de scintillateur = 10 tuiles de 30°



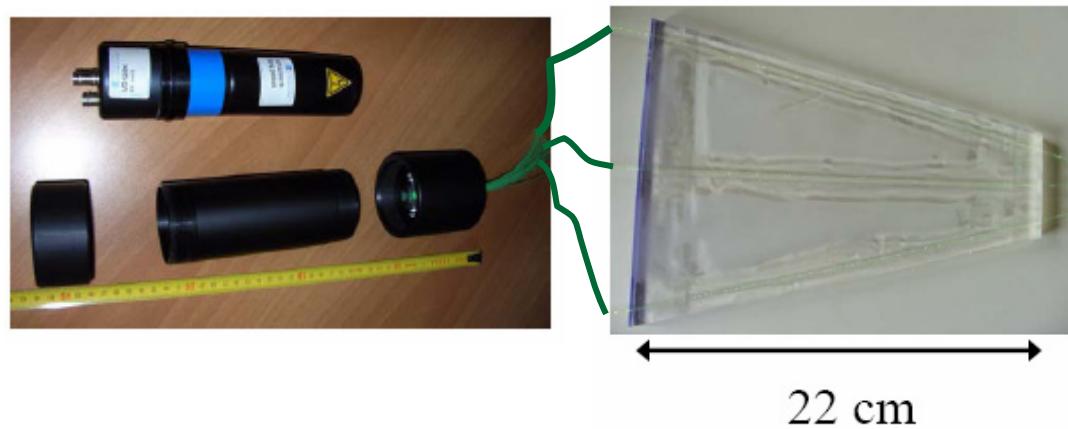
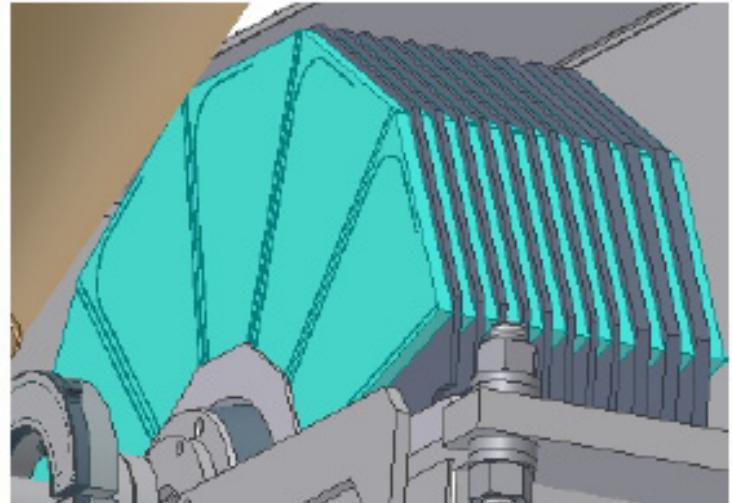
-3 fibres WLS par tuile conduisent photons au PM associé à chaque secteur
(36 fibres par PM)

4 modules (up, down, left, right)



Calorimètres

- 12 couches de scintillateur (épaisseur = 1 cm)
- 11 couches plomb (8 de 0.5 cm, 3 de 1 cm)
- 12 secteurs azimutaux (30°)
- Secteurs horizontaux non instrumentés
(bkg + support)
- Une couche de scintillateur = 10 tuiles de 30°

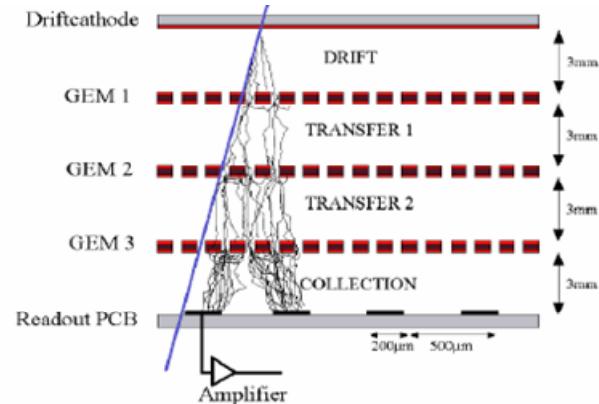
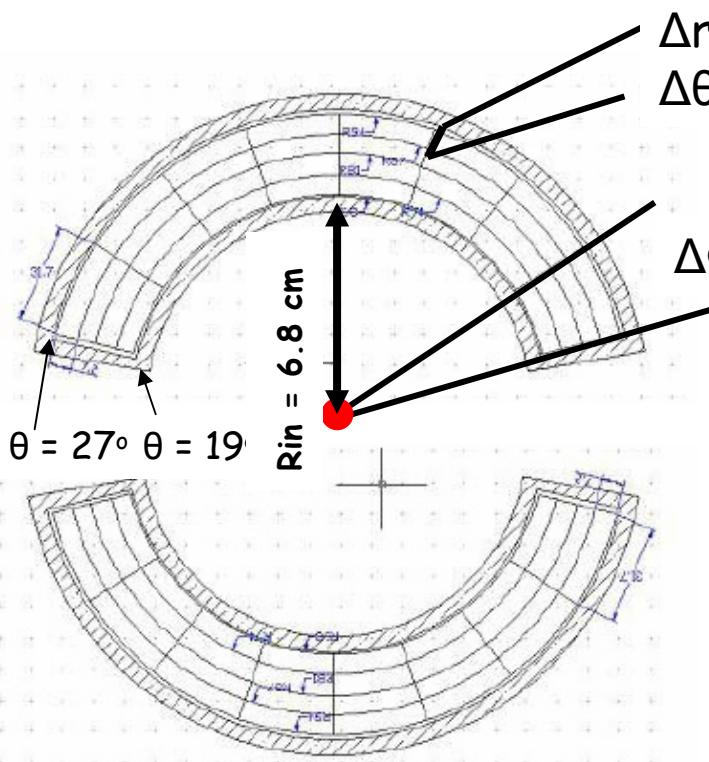


$$\sigma_E \sim 20\% \\ (e^+/e^- \text{ de } 510 \text{ MeV})$$

- 3 fibres WLS par tuile conduisent photons au PM associé à chaque secteur (36 fibres par PM)

GEMs

- Information sur la trajectoire θ, ϕ des $e^{+/-}$
- Deux demi-lunes :
32+32 cellules θ, ϕ



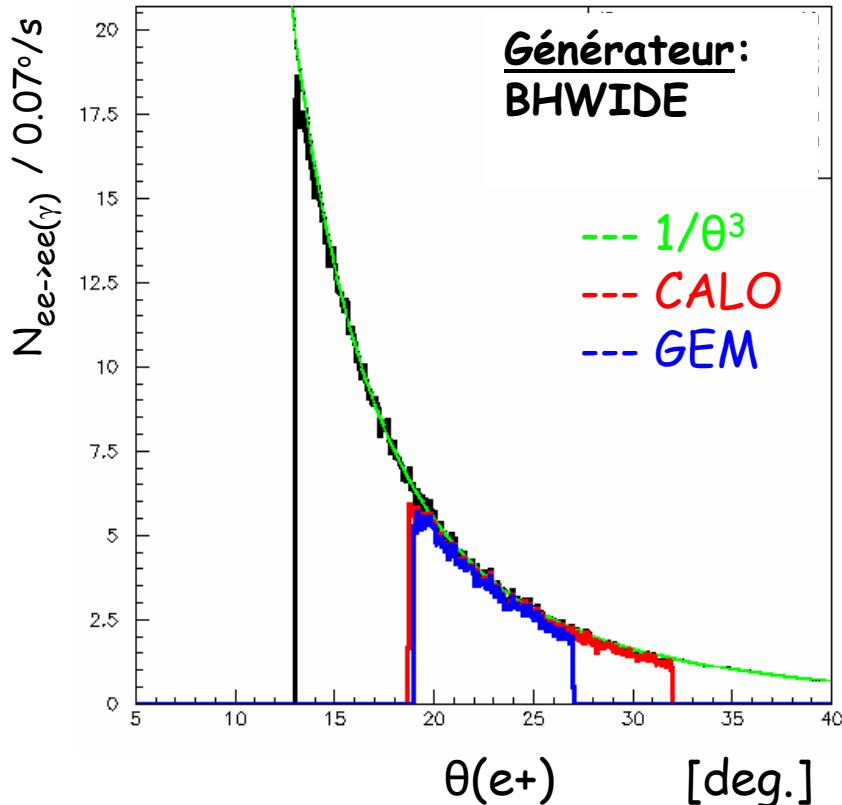
\rightarrow Amplification $\sim 20^3 = 8,000$
 \rightarrow Sandwich {kapton, Cu, kapton}
 \rightarrow ΔV between the copper layers
 \rightarrow Eff($e^{+/-}$) $> 99\%$
 \rightarrow Eff(γ) $\sim 1\%$

- Définit le volume fiduciaire
 \rightarrow Particule dans le GEM entièrement contenue dans le calorimètre (ie tue effets de bord)
- Nettoyage des bruits de fond faisceau (restreints \sim plan du faisceau)

Taux d'événements Bhabha attendu

- Cas idéal : juste l'acceptance angulaire des détecteurs ($\epsilon_{rec.} = 100\%$)

$$\sigma(e^+e^- \rightarrow e^+e^-(\gamma)) \sim 1/\theta^3$$



=> En utilisant juste le CALO:

$$R_{ee \rightarrow ee(\gamma)} = 550 \text{ Hz} \quad (@ L=10^{32}/\text{cm}^2/\text{s})$$

=> En utilisant le CALO+GEMs

$$R_{ee \rightarrow ee(\gamma)} = 320 \text{ Hz} \quad (@ L=10^{32}/\text{cm}^2/\text{s})$$

=> Mesure de la luminosité

(ex: en utilisant juste le CALO)

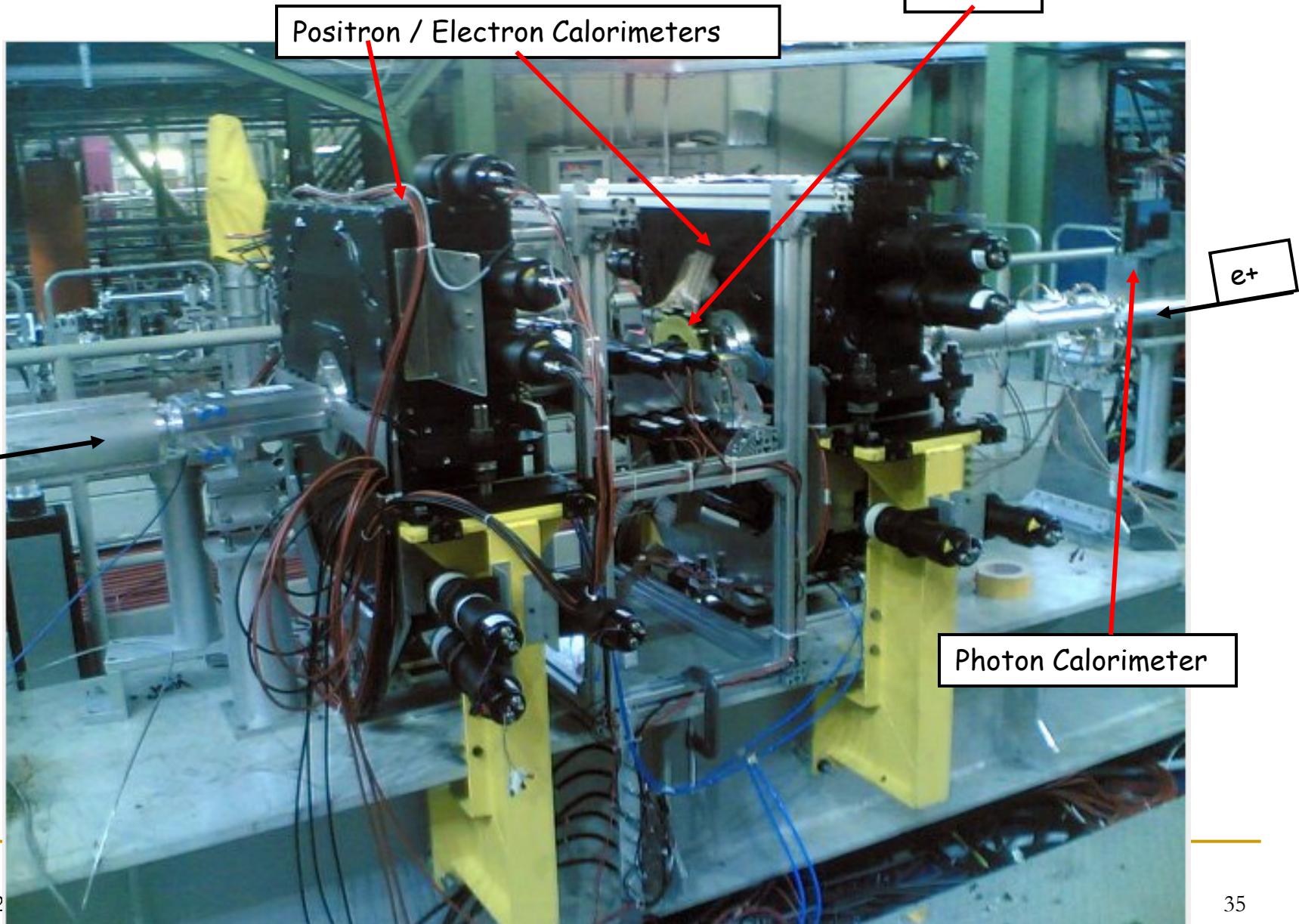
$$L_{mes} = (10^{32}/\text{cm}^2/\text{s}) \times R_{ee \rightarrow ee(\gamma)}^{mes} / (550 \text{ Hz})$$

=> En réalité !

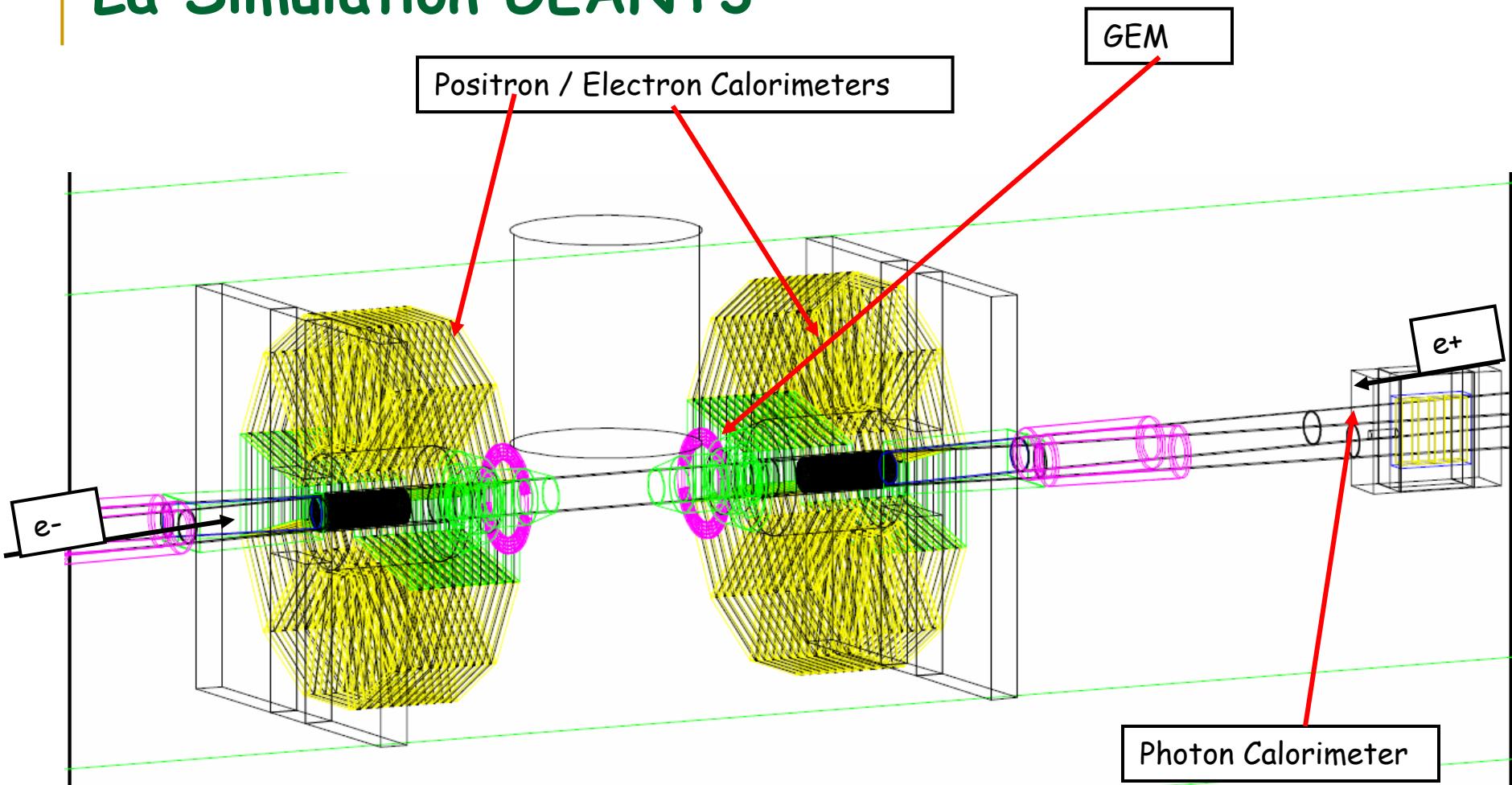
$$L_{mes} \rightarrow L_{mes} / \text{Eff(reco+selection)}$$

=> Simulation !

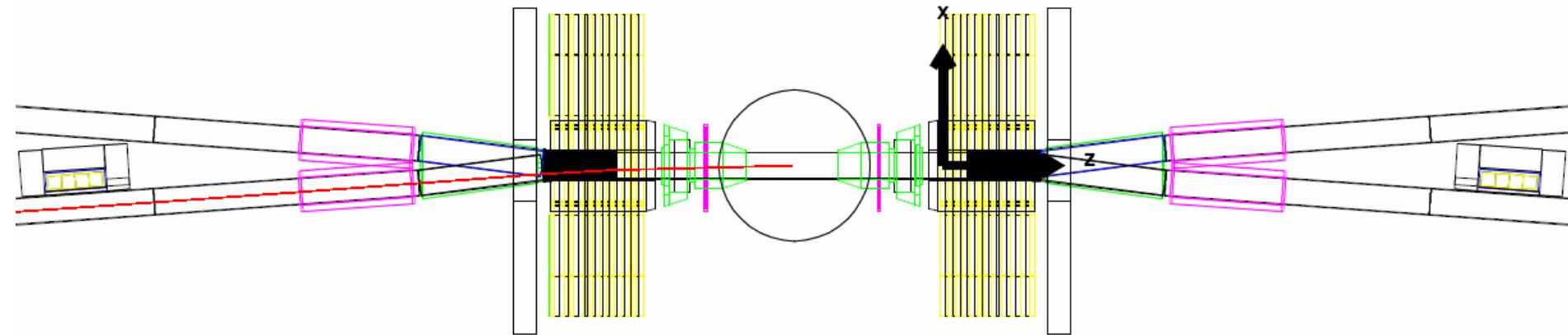
La réalité

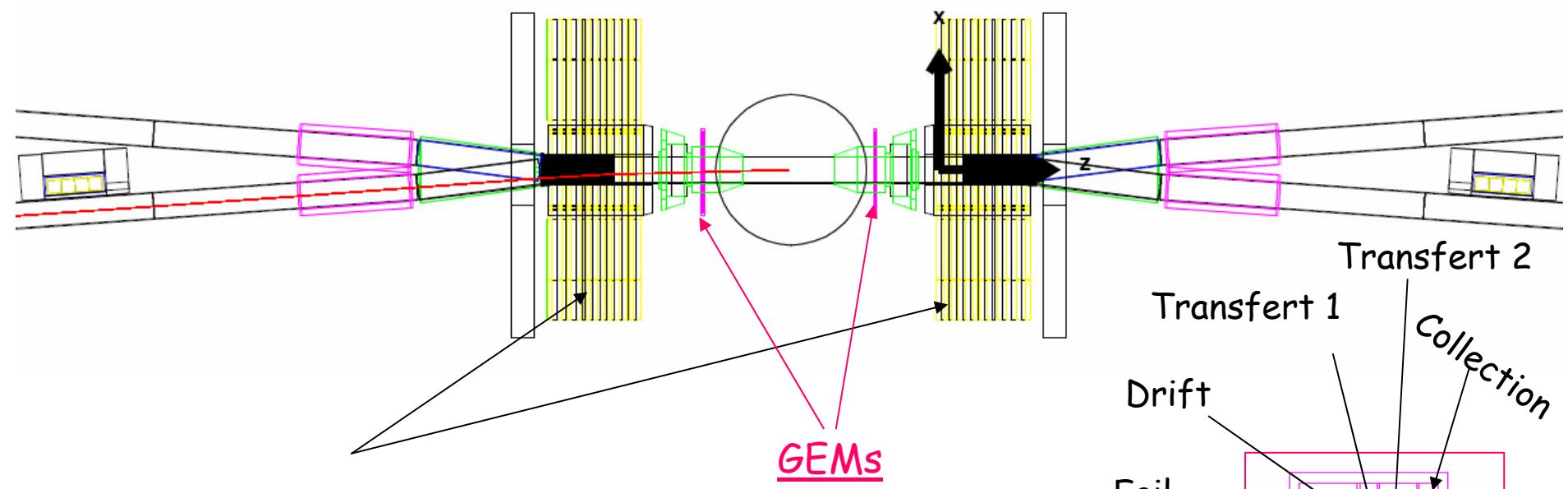


La Simulation GEANT3

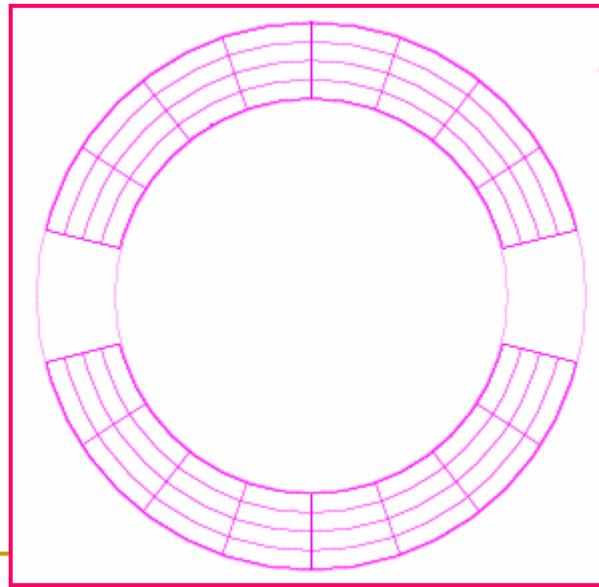
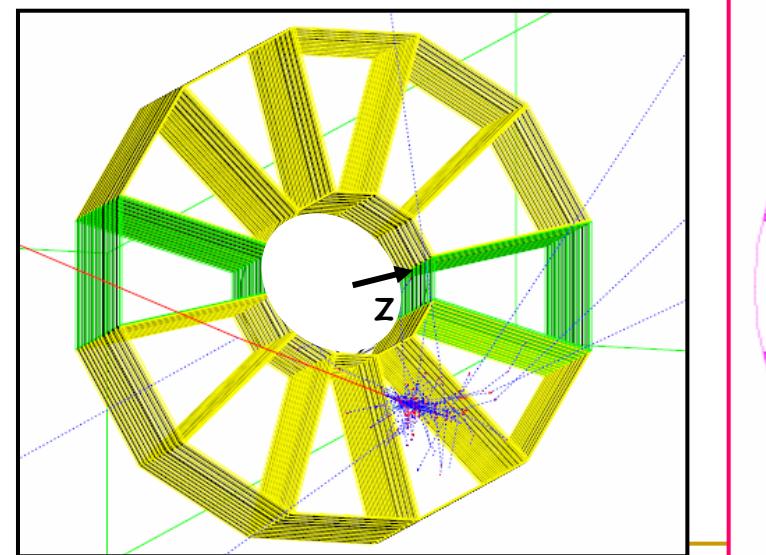


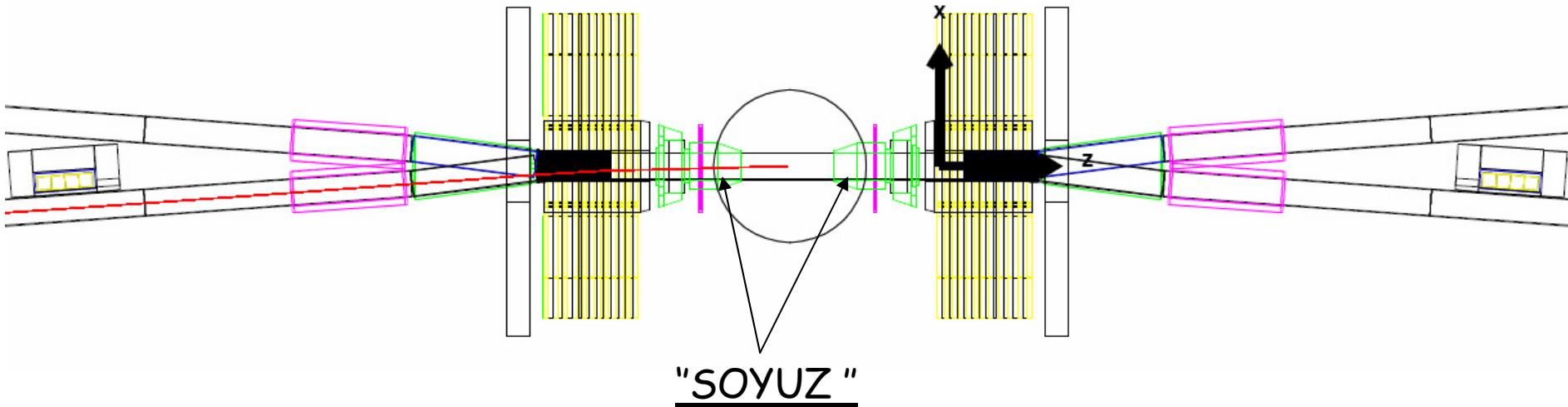
La simulation GEANT3



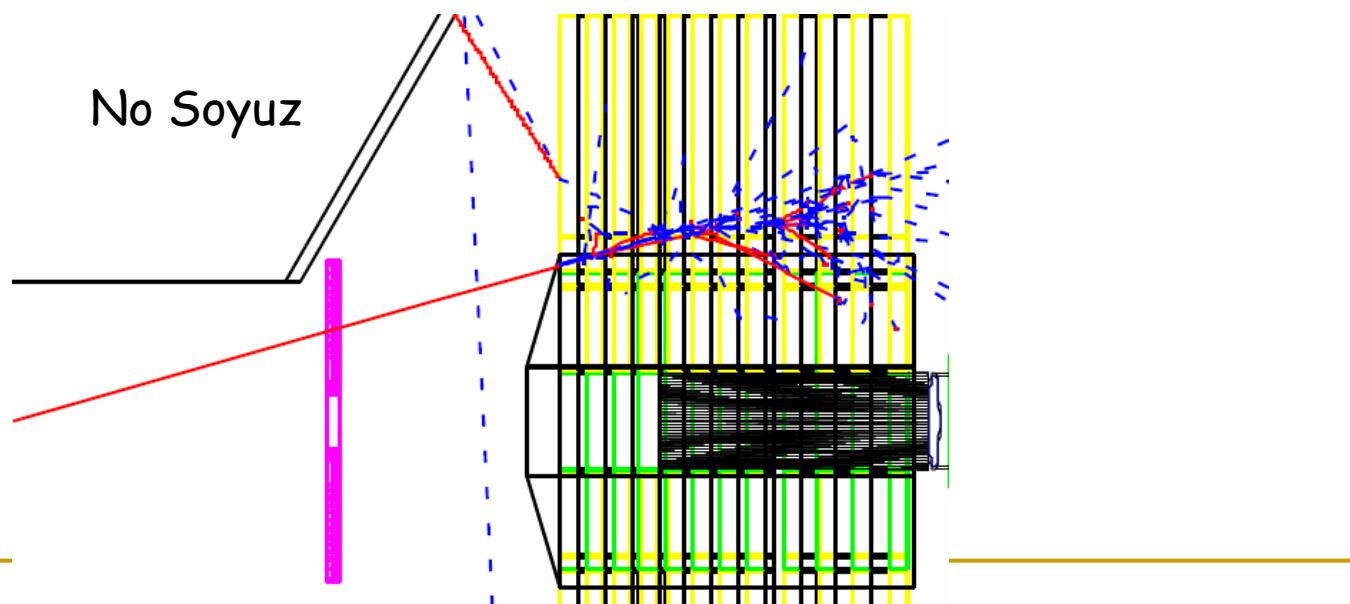


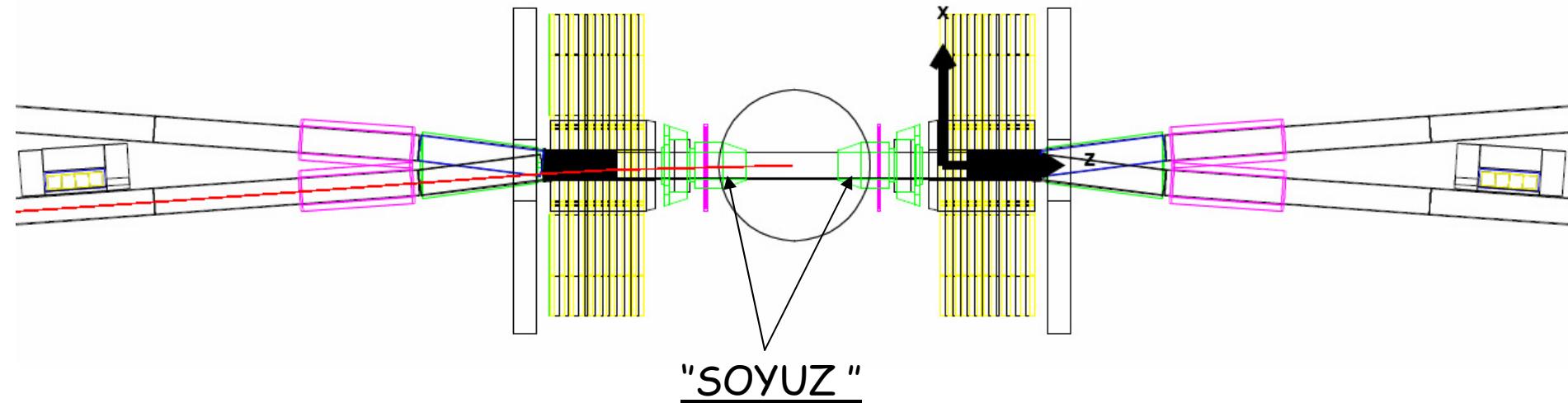
Calorimètres



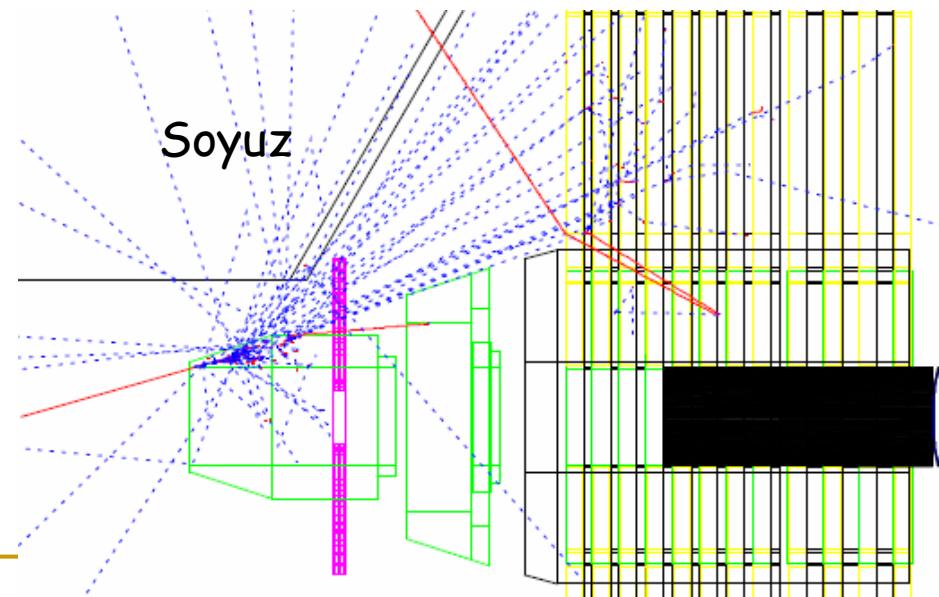


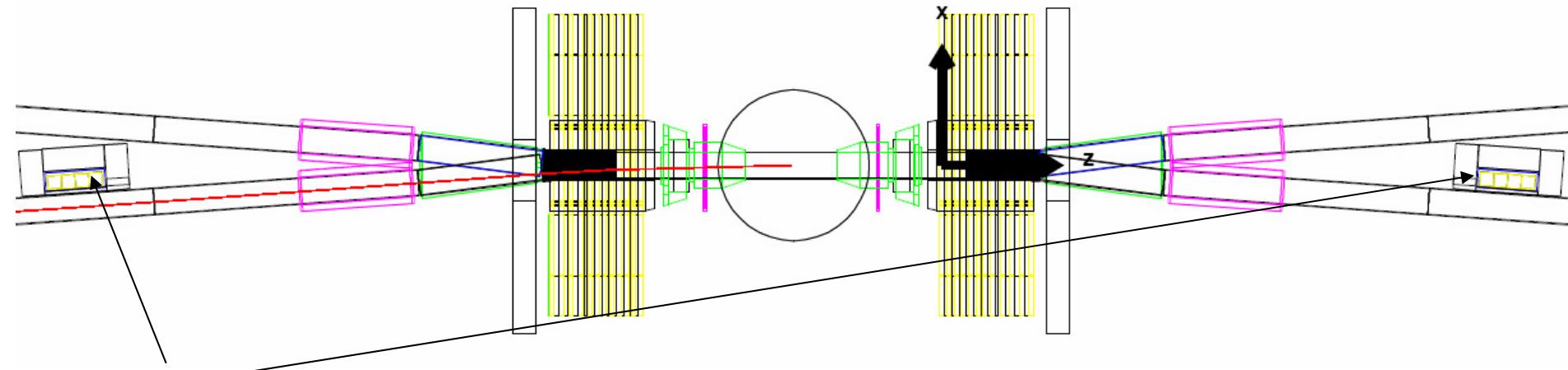
- Masque de plomb élimine les effets de bords, dus aux bruits de fond ou au signal avant la mise en service des GEMs (effet de 50% sur l'efficacité).



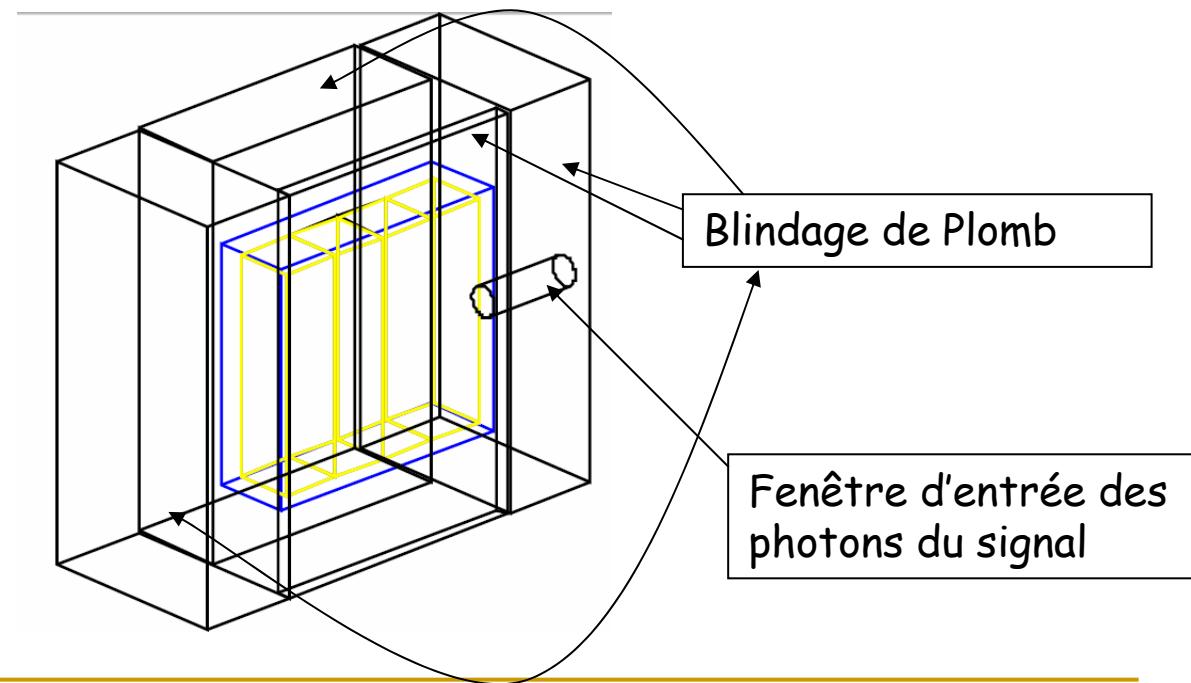
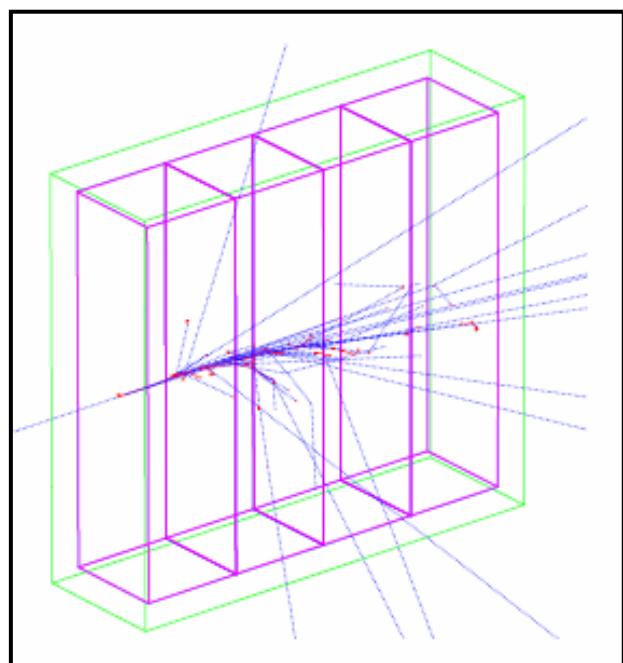


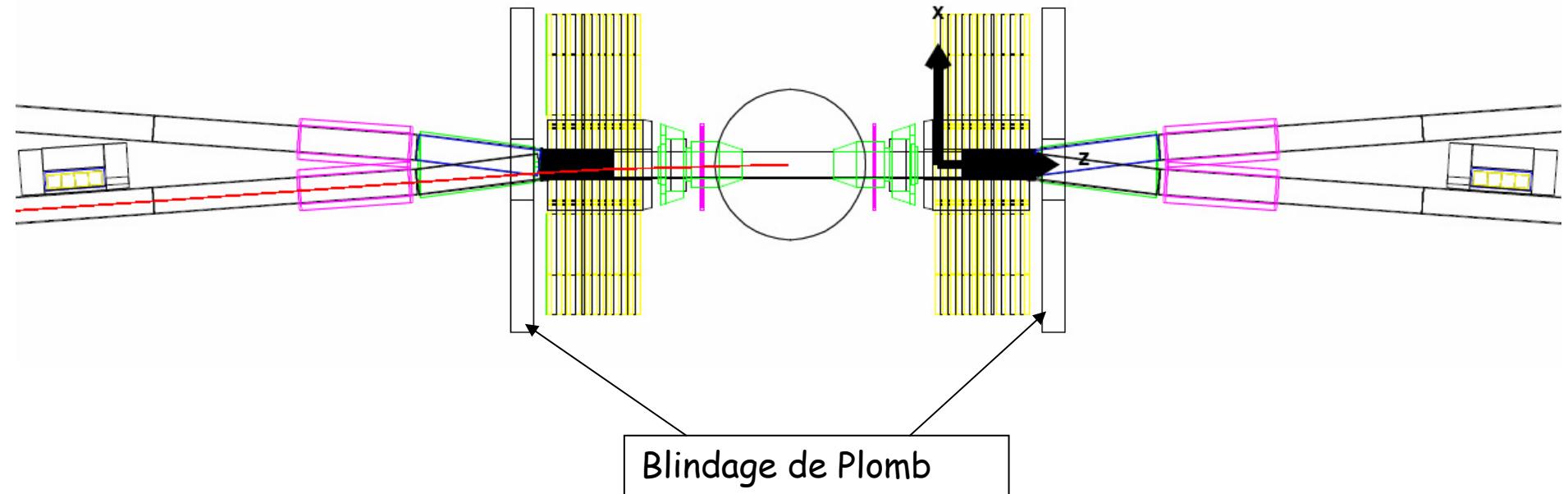
- Masque de plomb élimine les effets de bords, dus aux bruits de fond ou au signal avant la mise en service des GEMs (effet de 50% sur l'efficacité).

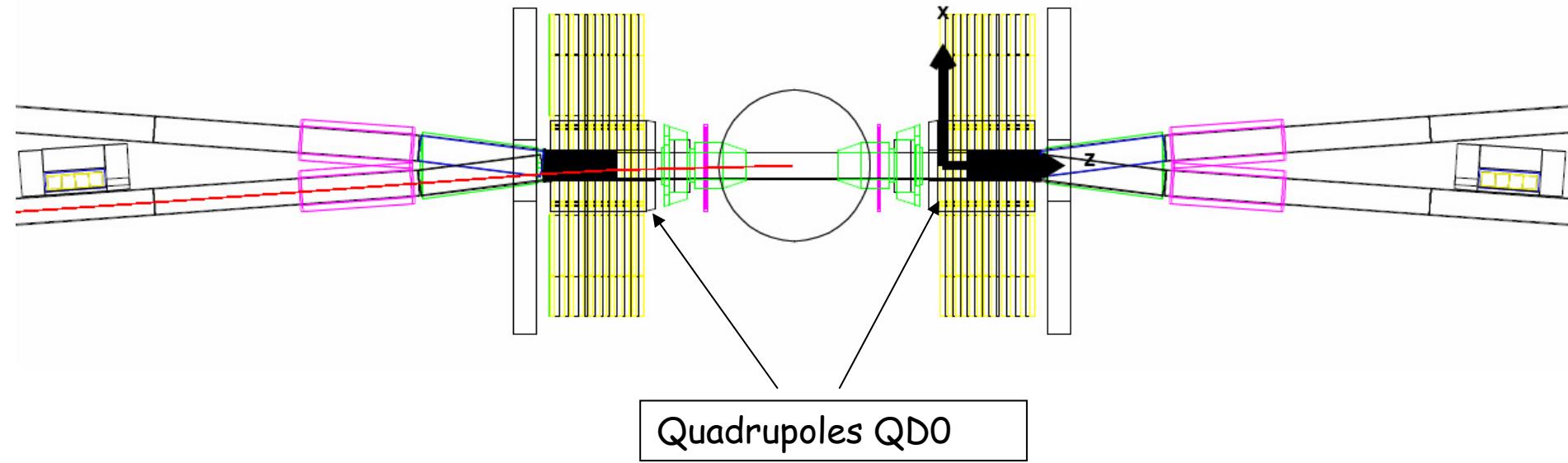




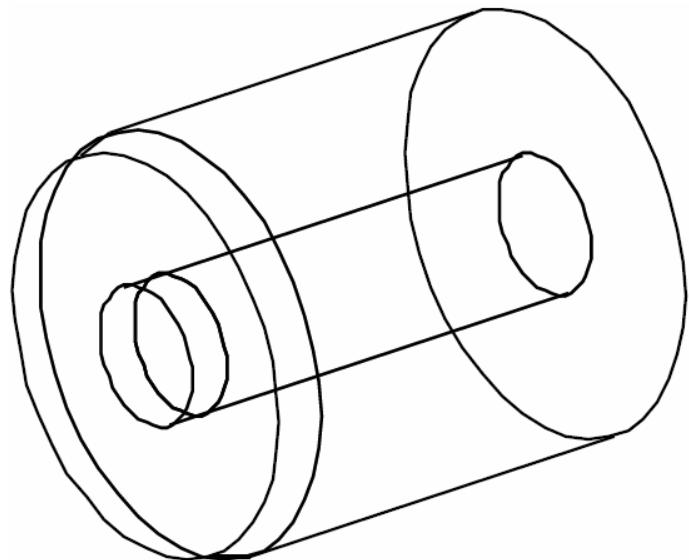
"DéTECTEUR à photons"

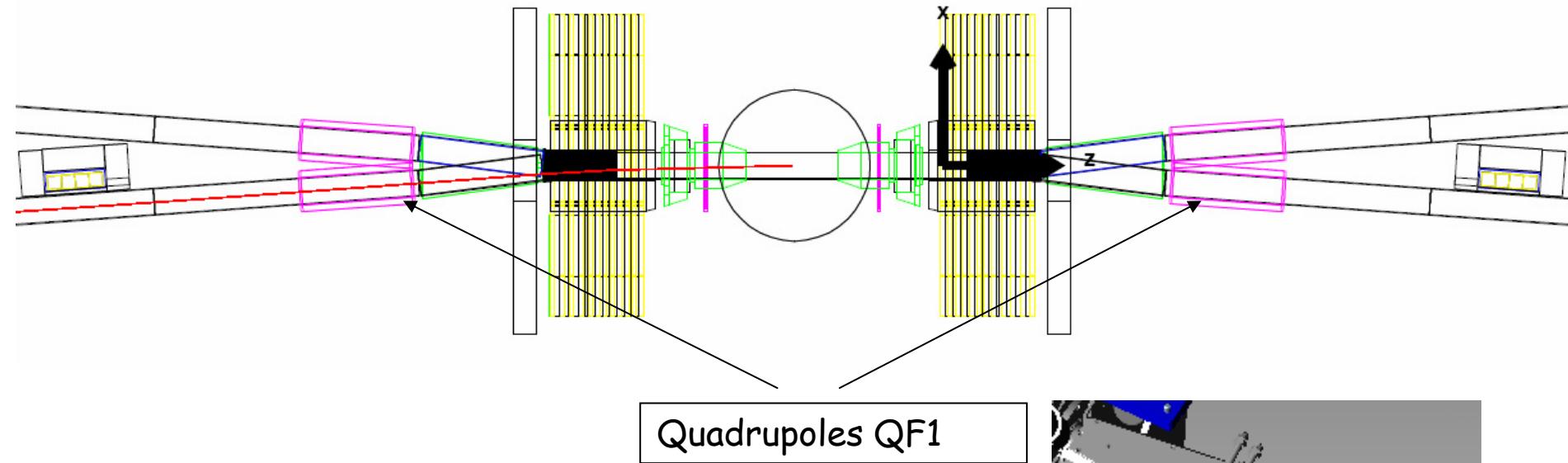




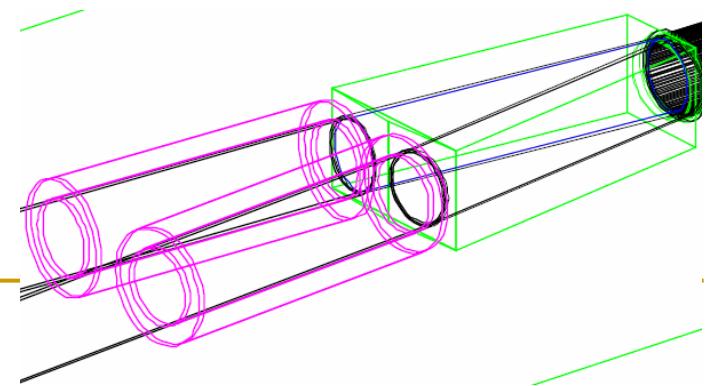
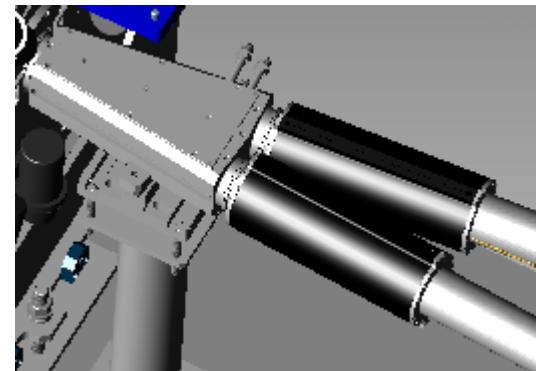


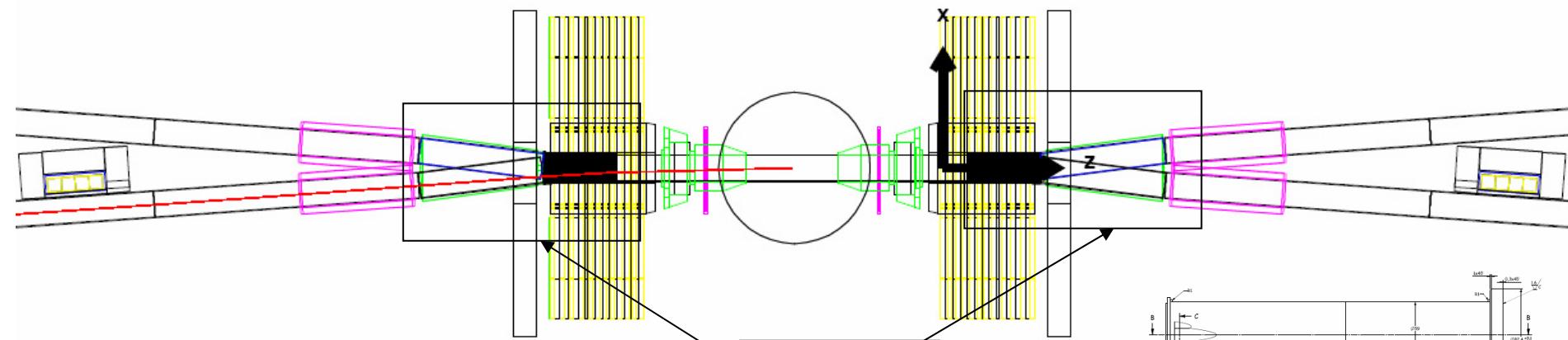
- Focalisent verticalement et défocalisent horizontalement les $e^+/-$ entrant dans la région d'interaction.
- Aimant permanent
 $B_x = g \cdot x, B_y = g \cdot y, g = -2.93 \text{ kG/cm}$



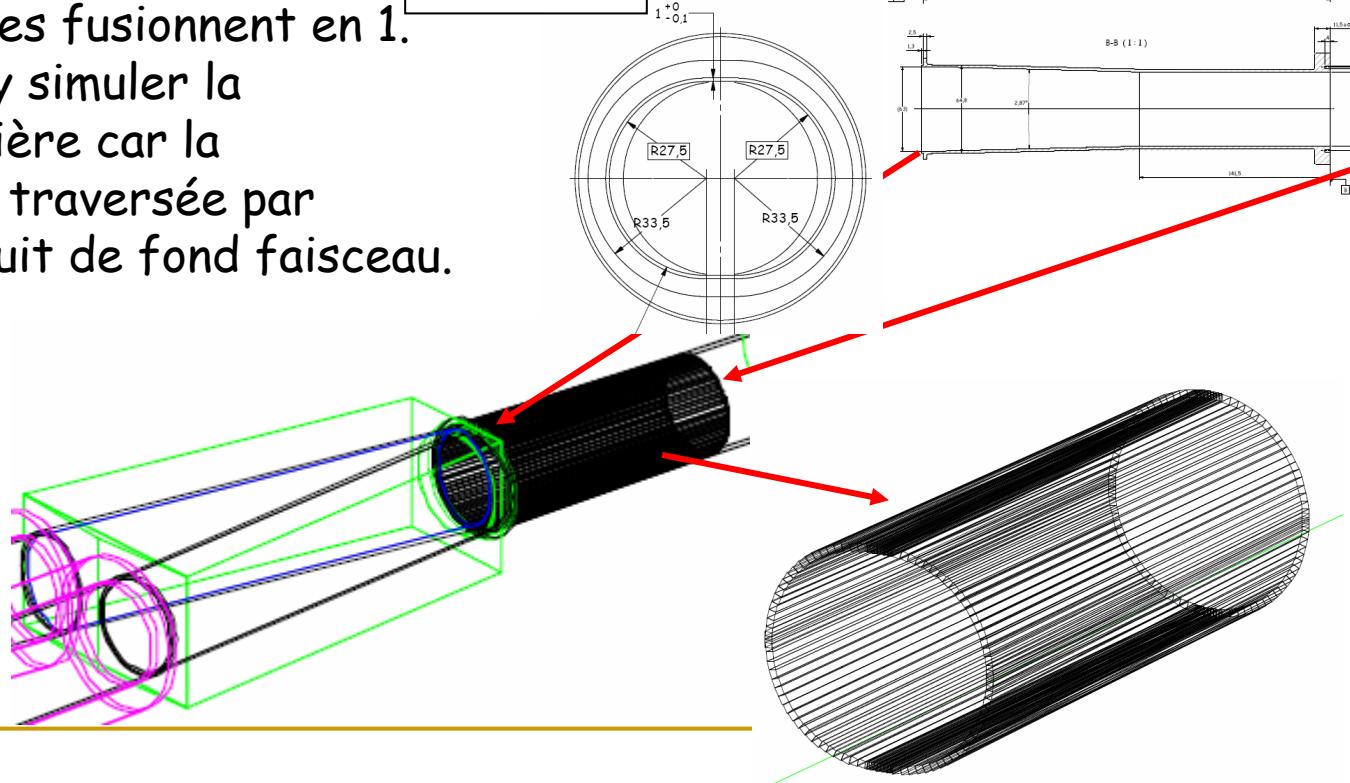
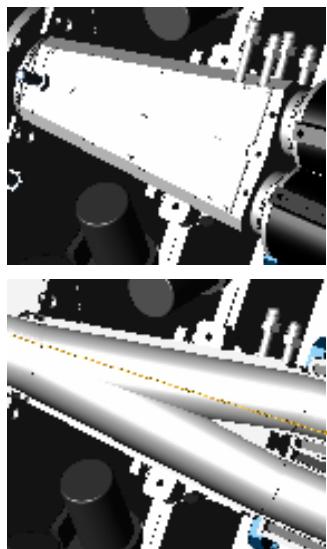


- Focalisent horizontalement et défocalisent verticalement les $e^+/-$ entrant dans la région d'interaction.
- Aimant permanent
 $B_x = g \cdot x, B_y = g \cdot y, g = 1.25 \text{ kG/cm}$

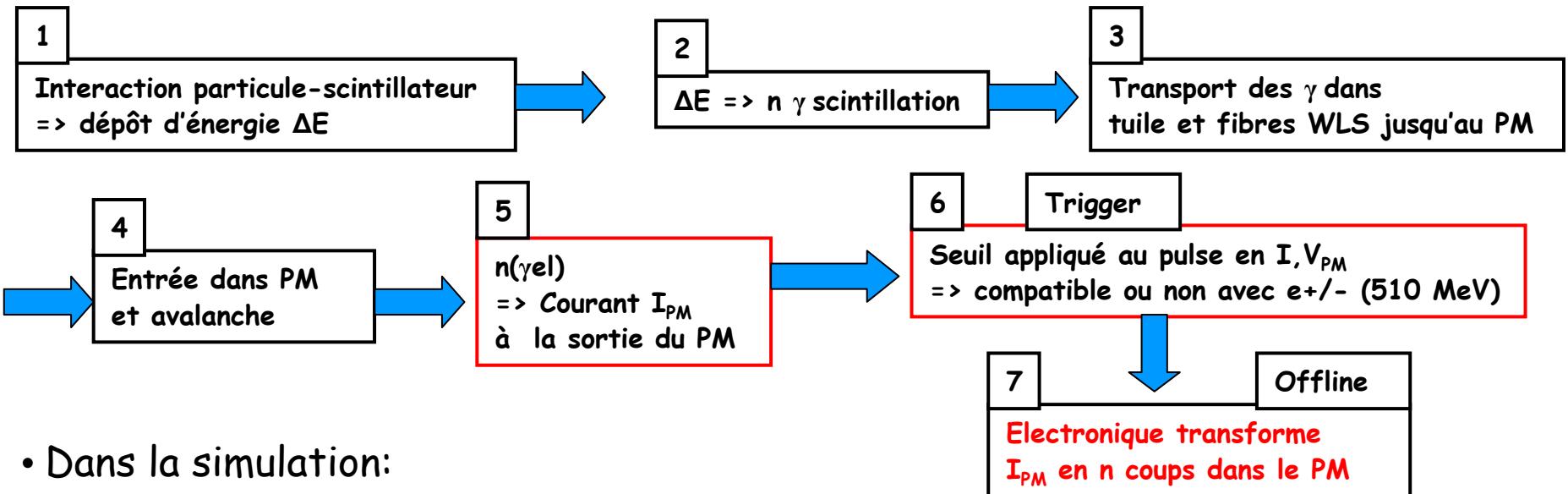




- Là où les 2 beampipes fusionnent en 1.
- Important de bien y simuler la distribution de matière car la paroi du Y-tube est traversée par les particules du bruit de fond faisceau.



Reconstruction: calorimètre



- Dans la simulation:

1 -> GEANT simule la gerbe et calcule les ΔE déposés par ses particules à chaque pas du tracking.

2 -> Conversion $n\gamma = Cte[\#/MeV] \times \Delta E$

3 -> Calcule distances
 $L1 = \text{Hit(trk)} \rightarrow \text{Hit}(\gamma \text{ on WLS}), L2 = \text{Hit}(\gamma \text{ on WLS}) \rightarrow \text{PM}$
 Calcule l'atténuation $n'\gamma \rightarrow n\gamma \exp(-L1/a1) \exp(-L2/a2)$

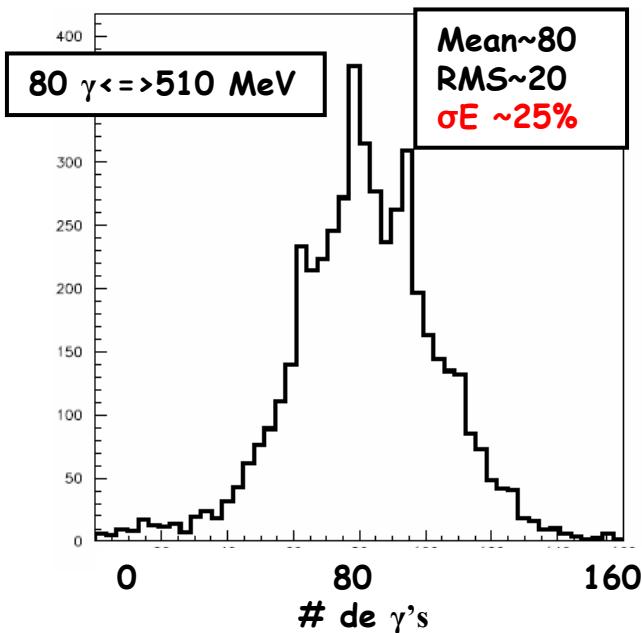
4 -> $n(\gamma_{el}) = \text{Eff. Quantique} \times \text{Gain} \times (1 - \bar{\delta} \text{Gain}) \times n'\gamma$

Déterminé par comparaison data/MC

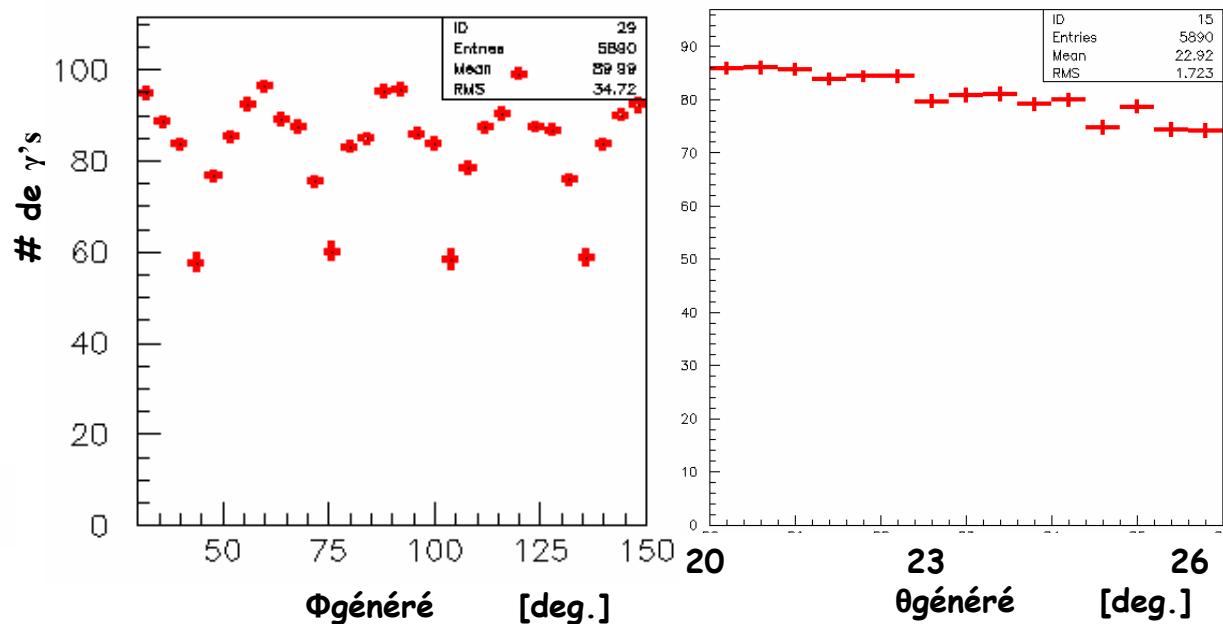
Beam test (nécessite de connaître la position du hit)

Reconstruction : Calorimètre

- Reconstruction de l'énergie

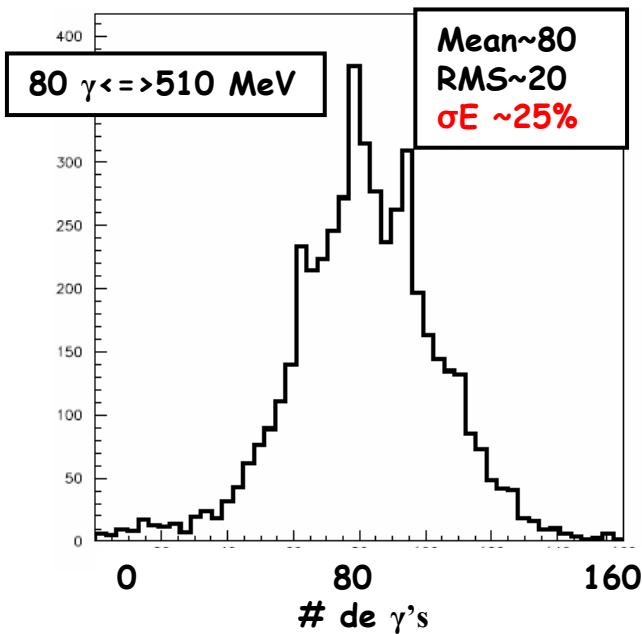


- Détériorée par la dépendance angulaire

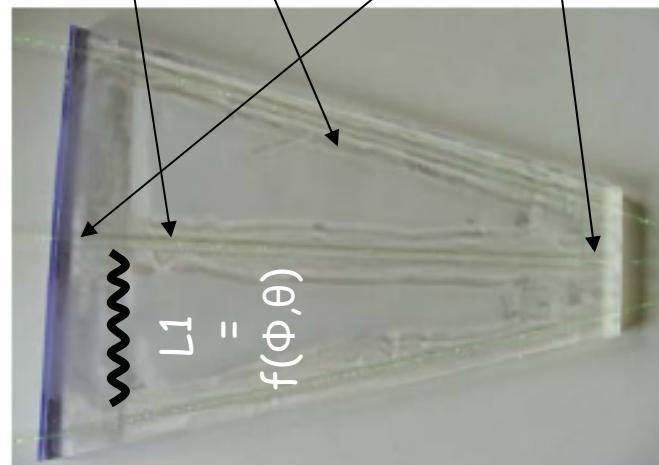
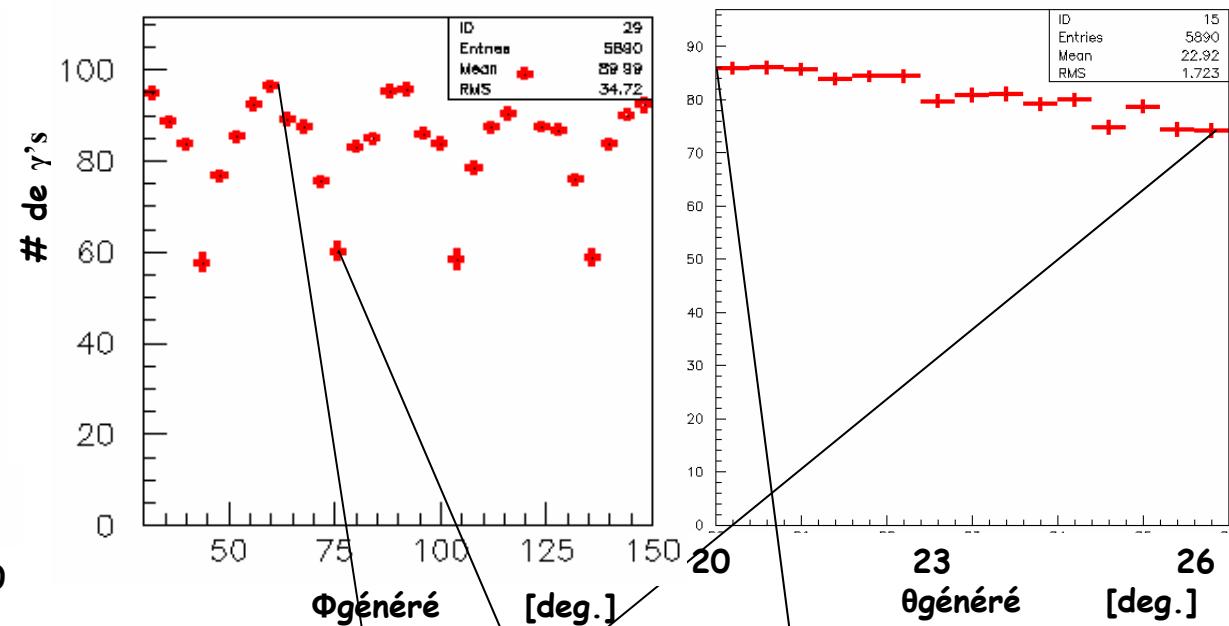


Reconstruction : Calorimètre

- Reconstruction de l'énergie

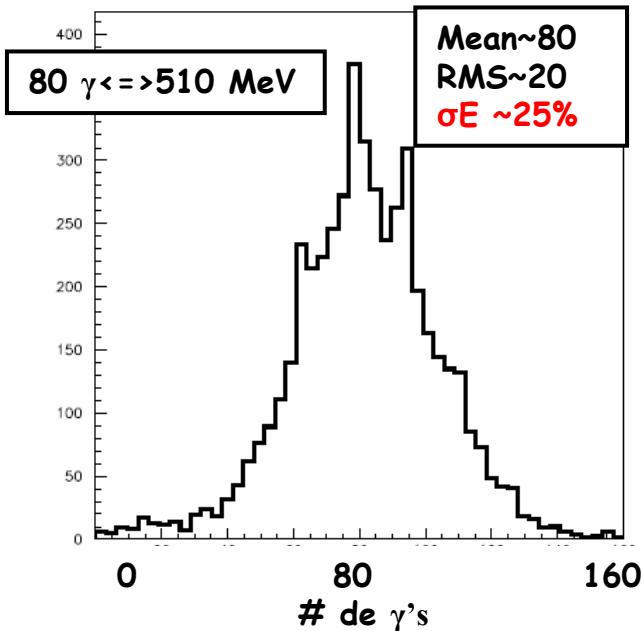


- Détériorée par la dépendance angulaire

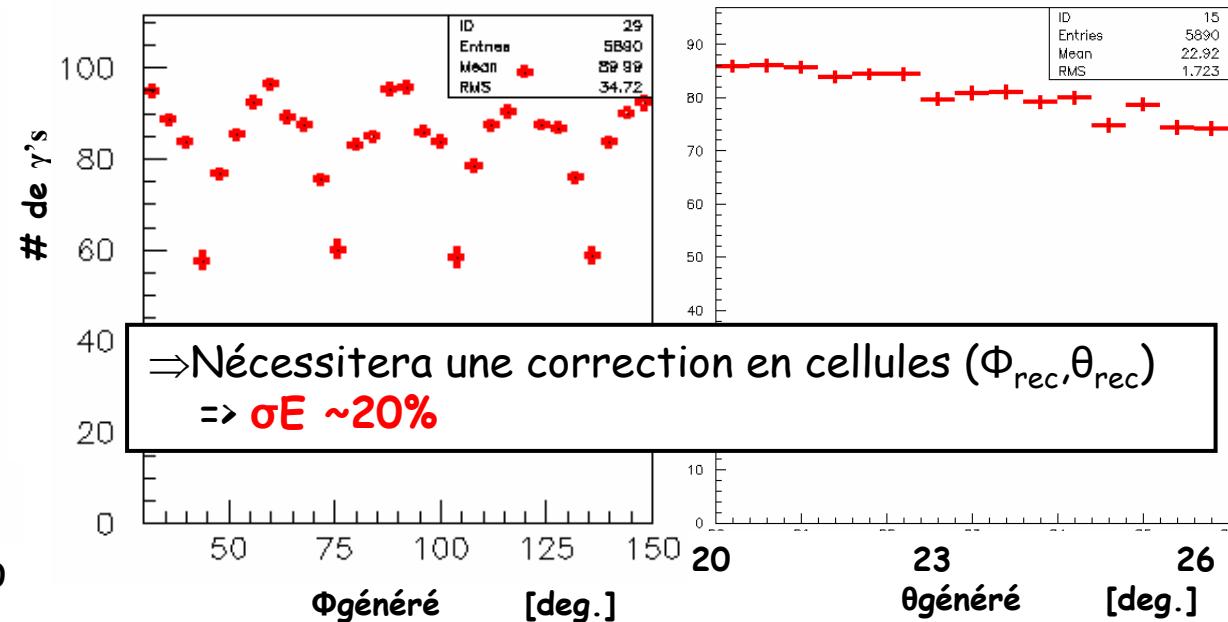


Reconstruction : Calorimètre

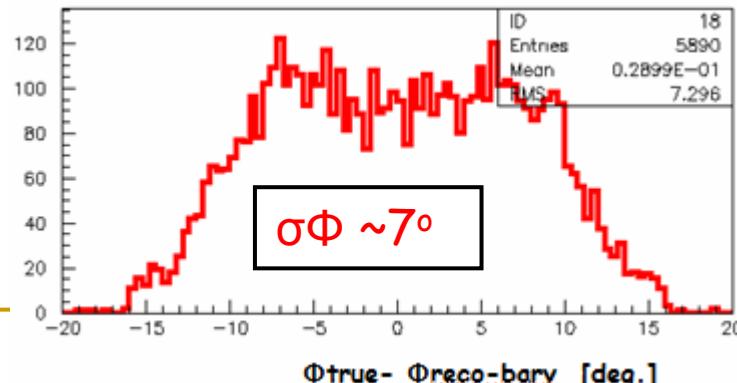
- Reconstruction de l'énergie



- Détériorée par la dépendance angulaire

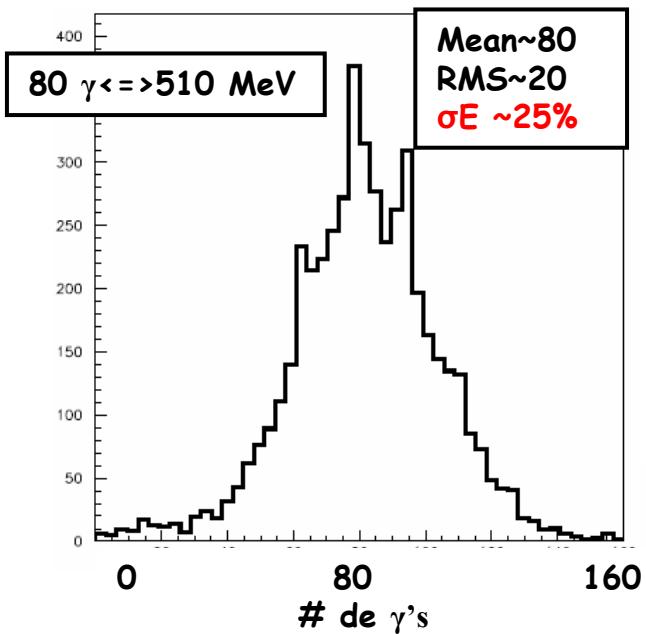


- θ_{rec} : GEM
- Φ_{rec} : méthode de barycentre dans le calorimètre.



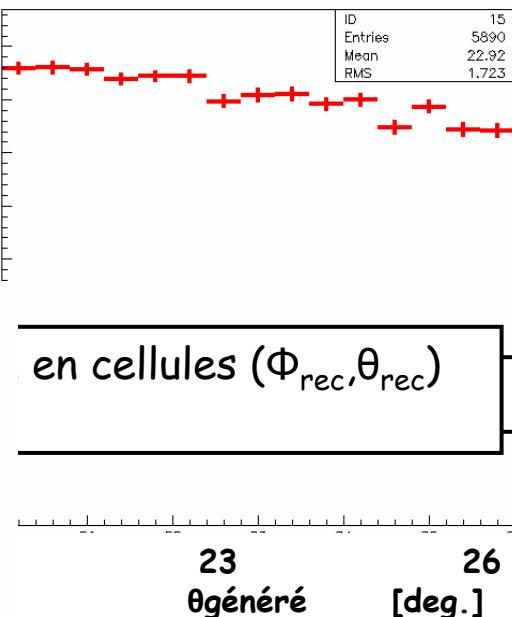
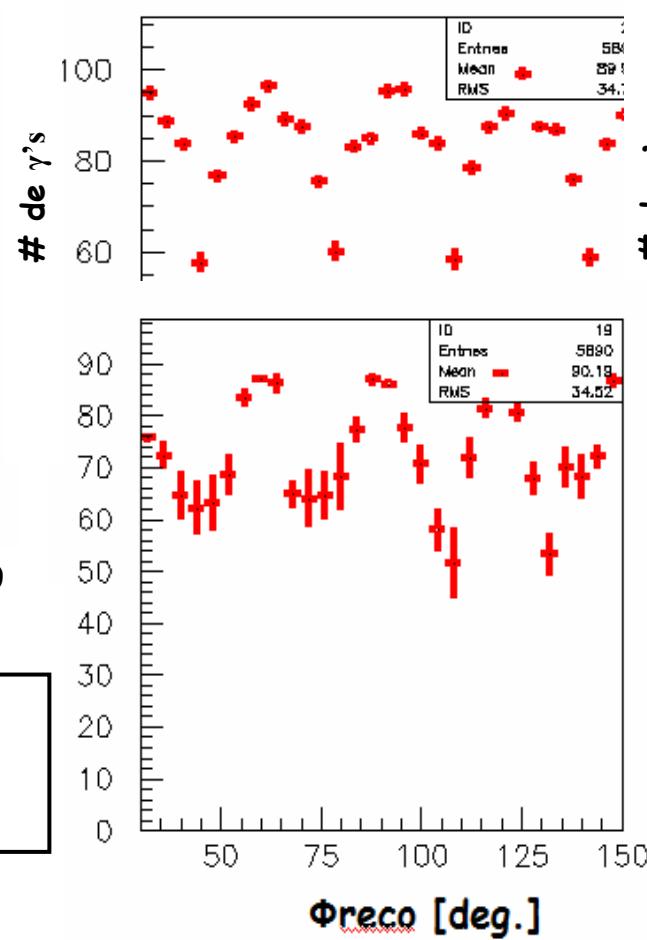
Reconstruction : Calorimètre

- Reconstruction de l'énergie



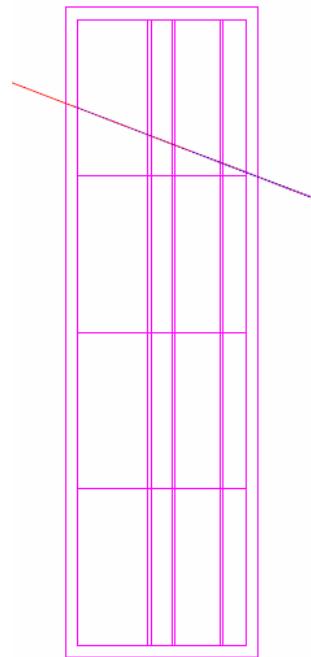
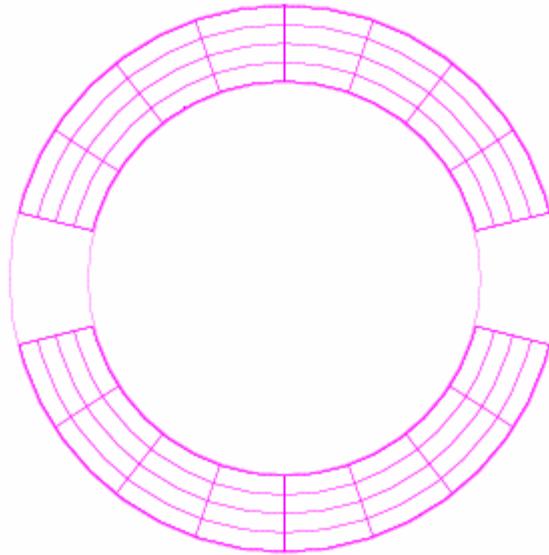
- θ_{rec} : GEM
- Φ_{rec} : méthode de barycentre dans le calorimètre.

- Détériorée par la dépendance angulaire



Reconstruction: GEMs

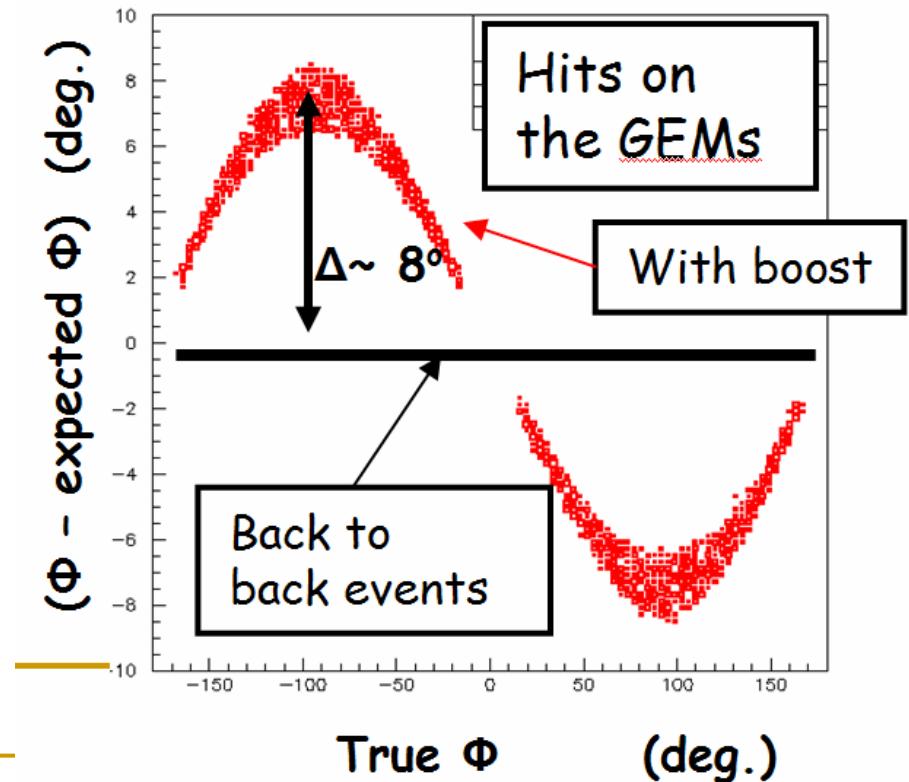
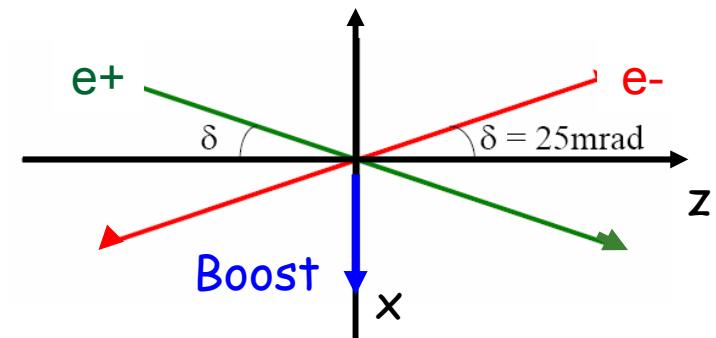
- Dès qu'une trace traverse la couche de dérive de l'une des cellules (Φ, θ) et dépose $\Delta E > \sim 1 \text{ keV}$
=> cellule déclenchée
- Tirage aléatoire pour simuler les X-talks



Interaction Simulation - Construction

- Angle de croisement \rightarrow boost
- Réduit l'acceptance de la coupure exigeant 2 cellules back-to-back dans les GEMs

$\Rightarrow \text{Eff(BtoB)} \sim 22\%$ au lieu de 99%

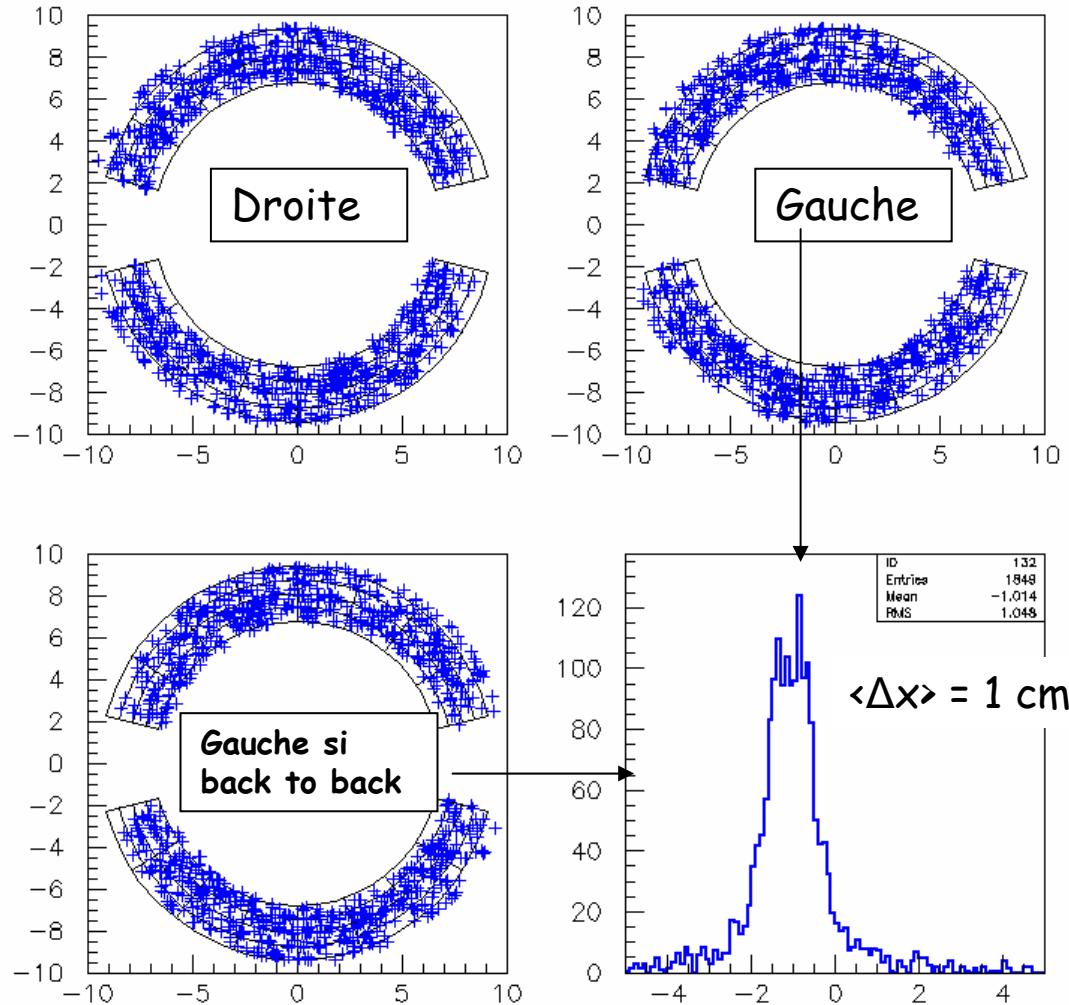


Interaction Simulation - Construction

- En décalant les deux GEM de 0.5 cm dans la direction du boost :

=> $\text{Eff(BtoB)} \sim 99\%$!

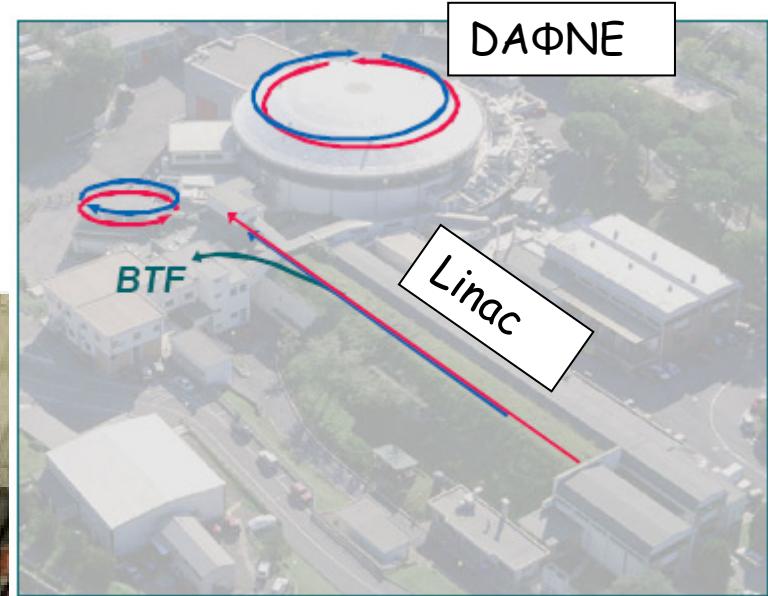
Distribution th. des hits sur la surface des GEMs



Beam Test des Calorimètres.

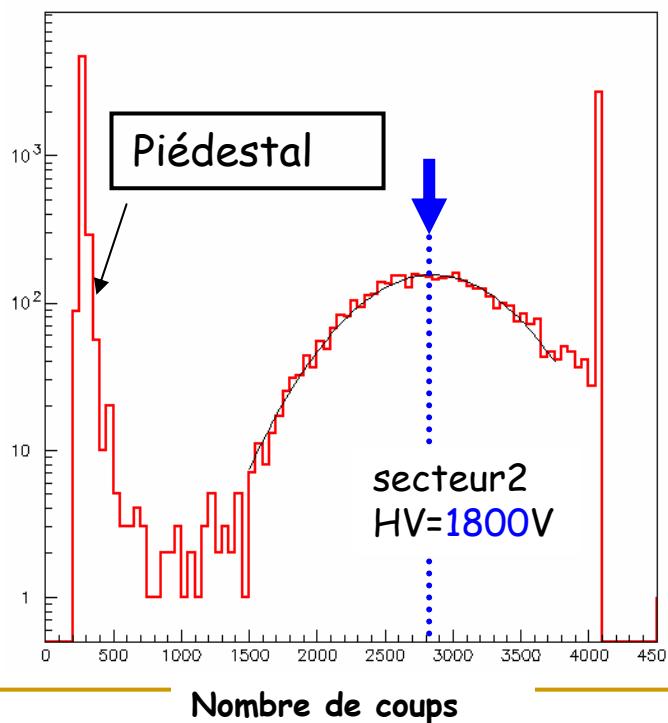
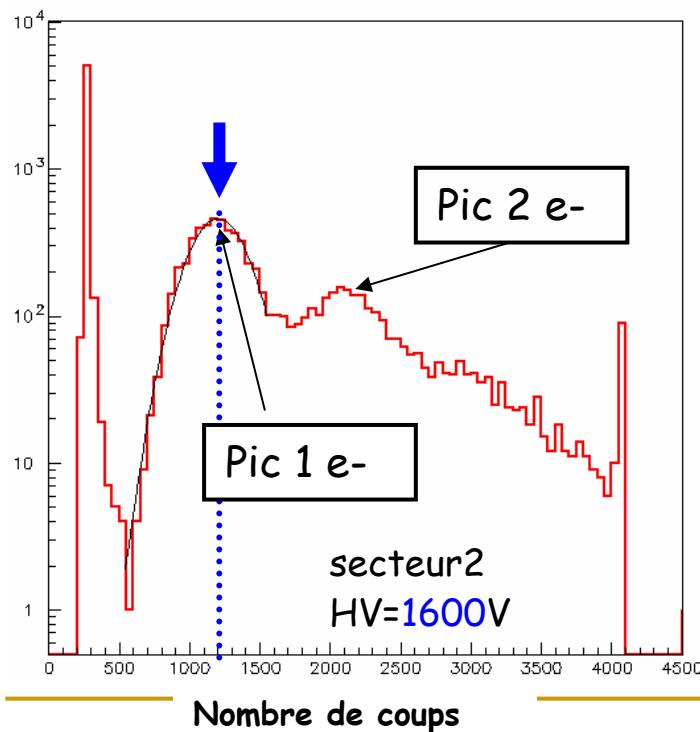
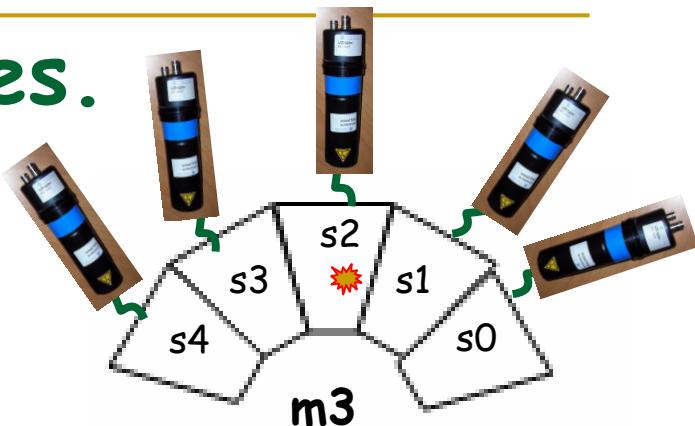
- Effectué à la Beam Test Facility du LNF

Électrons de 470 MeV.



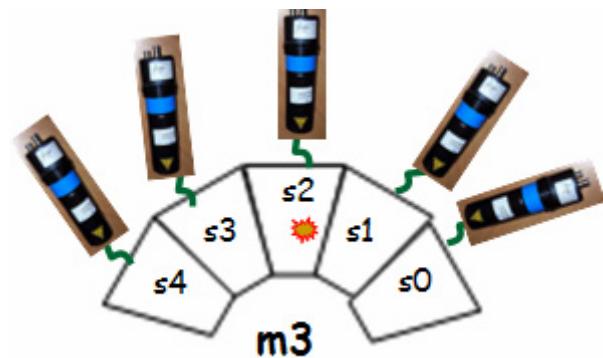
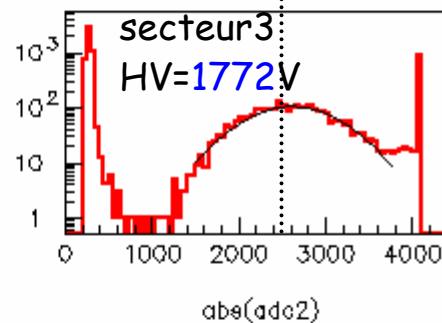
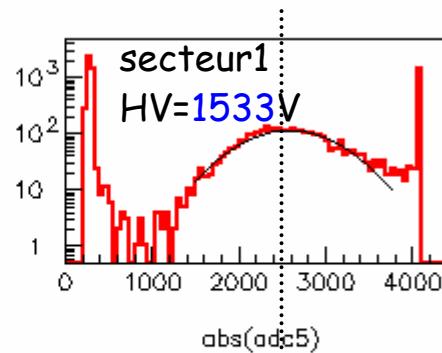
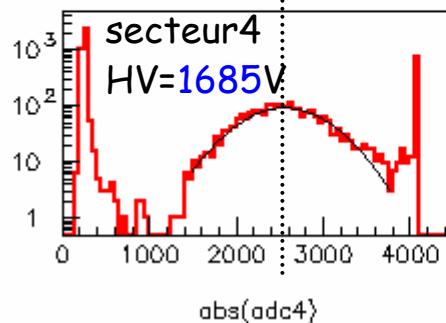
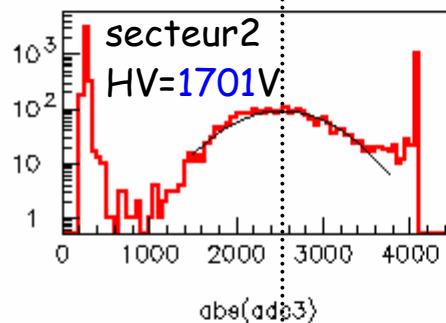
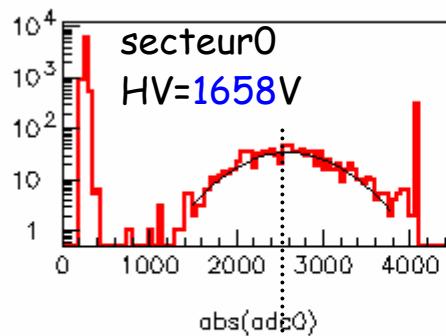
Beam Test des Calorimètres.

- Égalisation des PMs :
=> Choix des HV à appliquer aux différents PMs pour qu'ils donnent tous la même réponse.



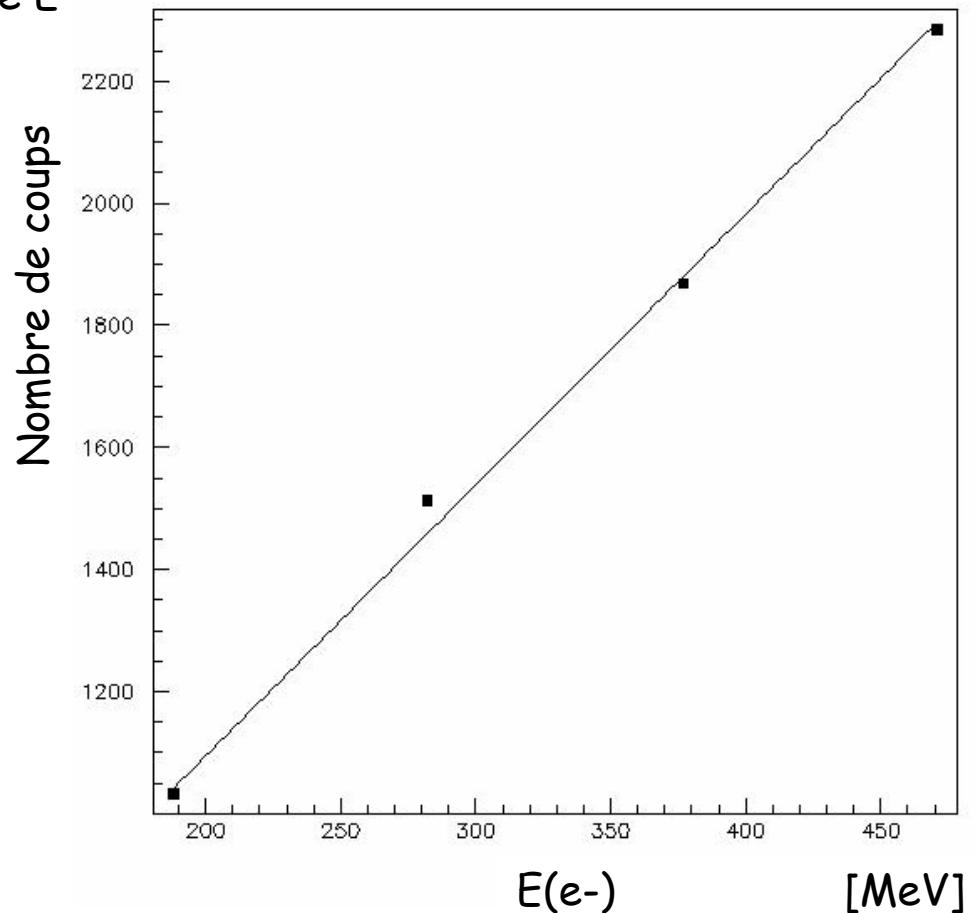
Beam Test des Calorimètres.

- Les 5 secteurs après égalisation



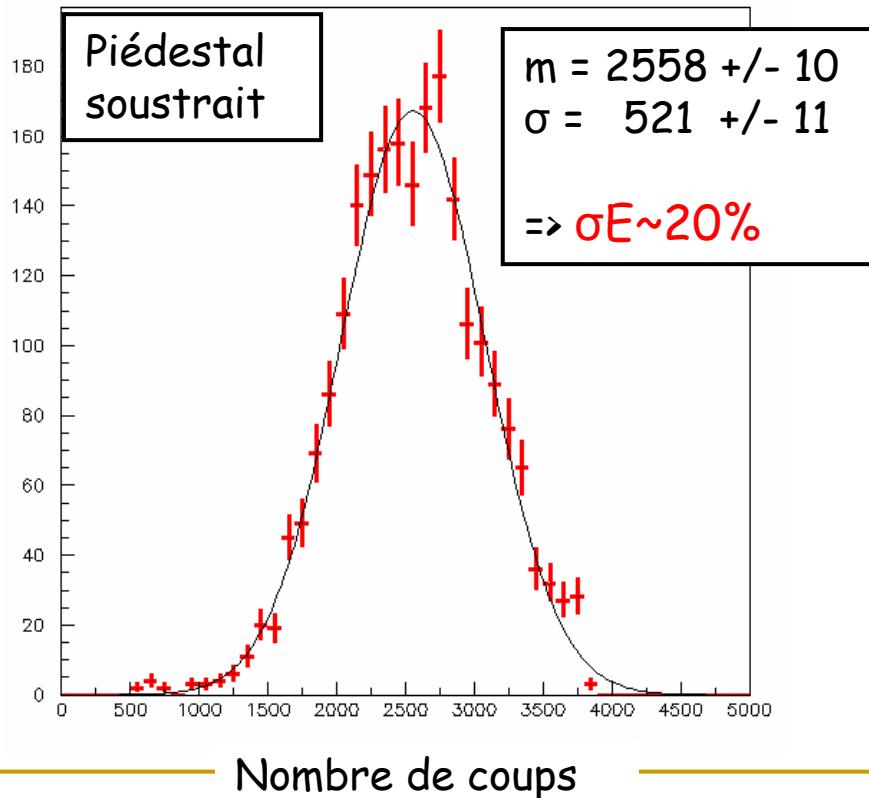
Beam Test des Calorimètres.

- Vérifier que l'assemblage est correct
 - Connexion / isolation des PM
 - Réponse linéaire en fonction de E
 - Résolution sur l'énergie



Beam Test des Calorimètres.

- Vérifier que l'assemblage est correct
 - Connexion / isolation des PM
 - Réponse linéaire en fonction de E
 - Résolution sur l'énergie



Beam Test des Calorimètres.

- L'atténuation optique le long de la tuile détériore la résolution sur l'énergie

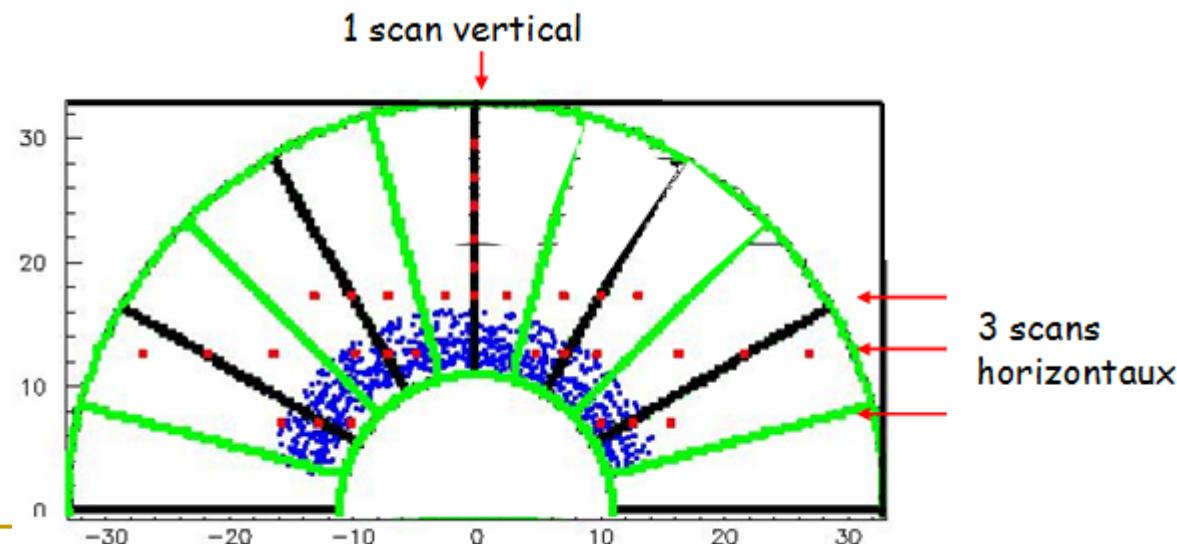
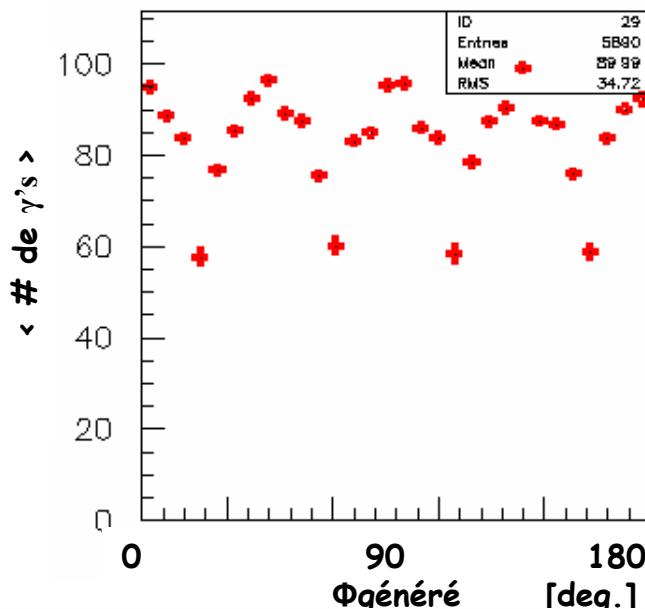
$$ATT = \exp(-d/a_1)$$

- a_1 mal connue a priori ($1 \rightarrow 12\text{cm} !$)
 $\Rightarrow \sigma E$ entre 21% et 27% (MC)

=> Beam test pour déterminer L1

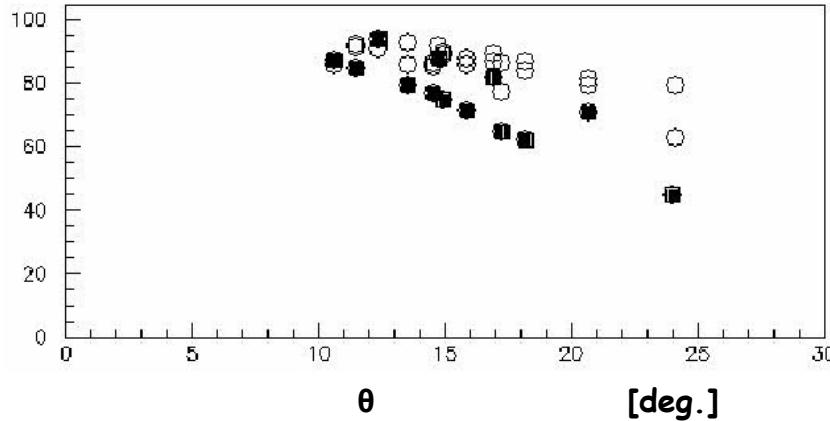
-> Tester un échantillon varié de Φ et de θ

-> Vérifier l'accord entre le nombre de photoélectrons simulés et les données

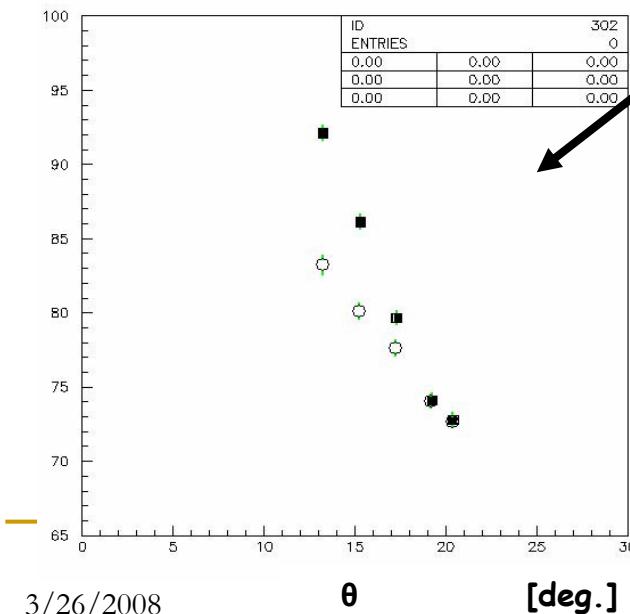
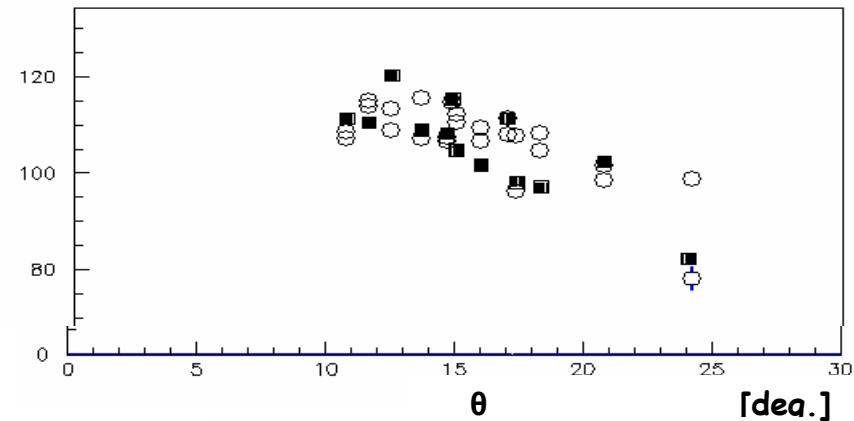


Test Beam des calorimètres

Première tentative : $a_1 = 3 \text{ cm}$



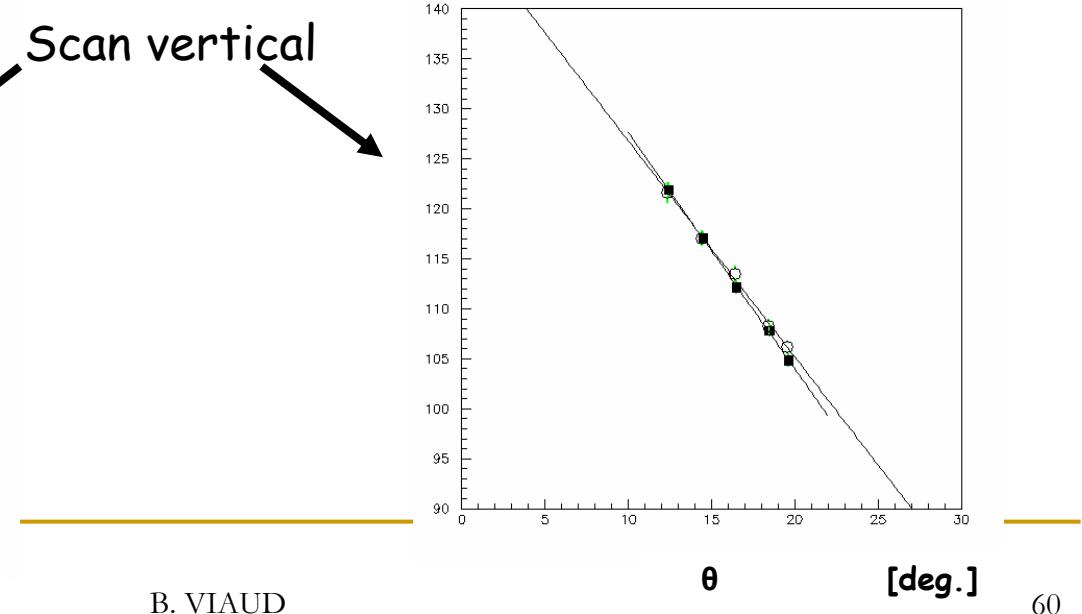
nième tentative : $a_1 = 5.5 \text{ cm}$



Scan vertical

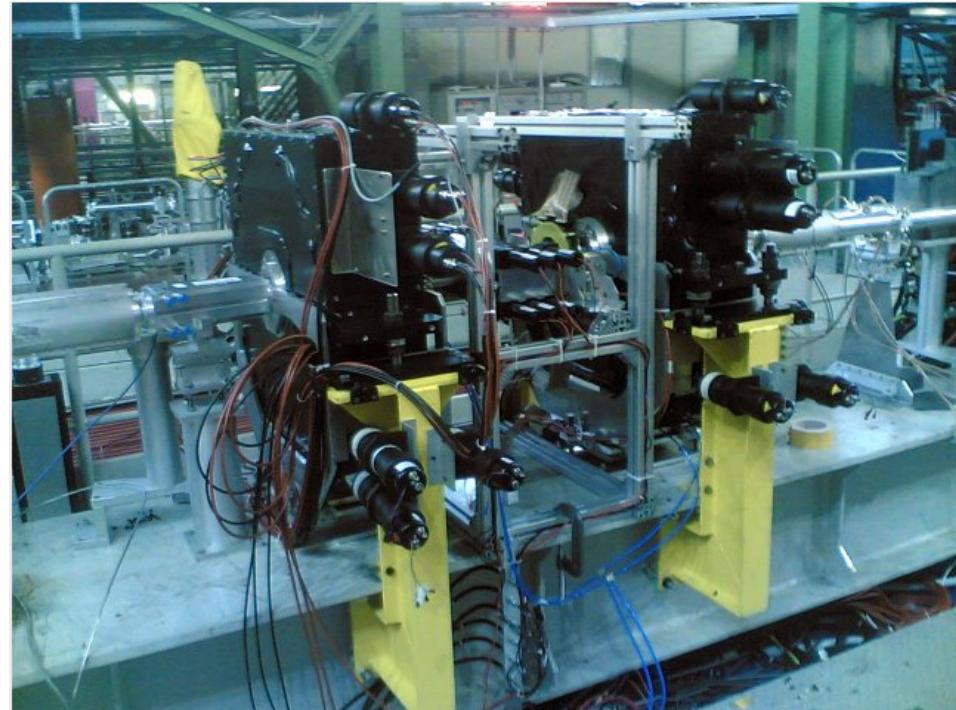


B. VIAUD

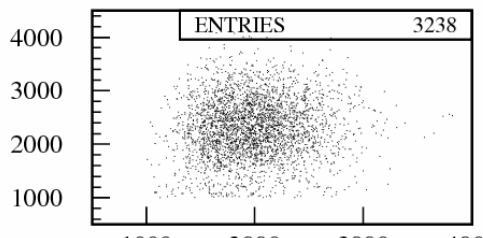


Statut du détecteur

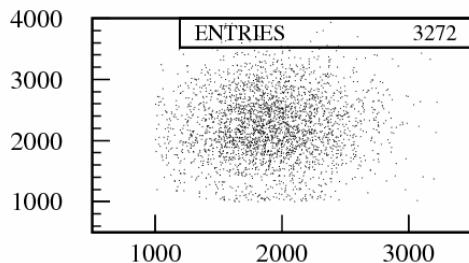
- Tous les détecteurs sont installés au point d'interaction
 - Electronique/DAQ en cours de test en mode collision
 - > Encore un peu de travail pour les GEMs...
 - > Quelques finitions pour les calorimètres, qui sont déjà en opération
- => Déjà une mesure de la luminosité disponible en ligne !



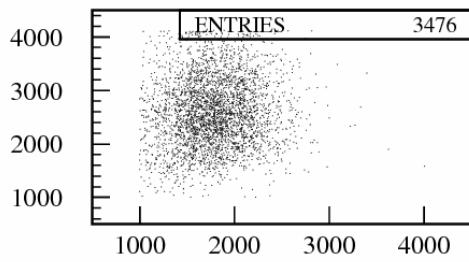
Les premières Bhabha !!!



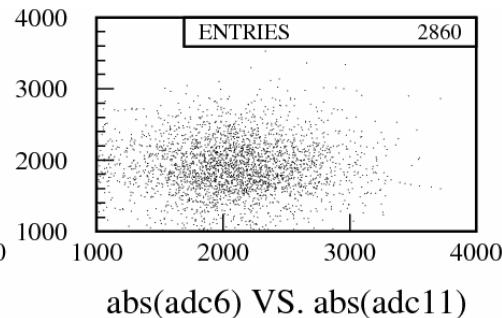
$\text{abs}(\text{adc}5)$ VS. $\text{abs}(\text{adc}10)$



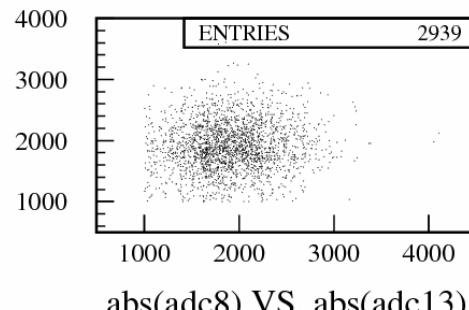
$\text{abs}(\text{adc}7)$ VS. $\text{abs}(\text{adc}12)$



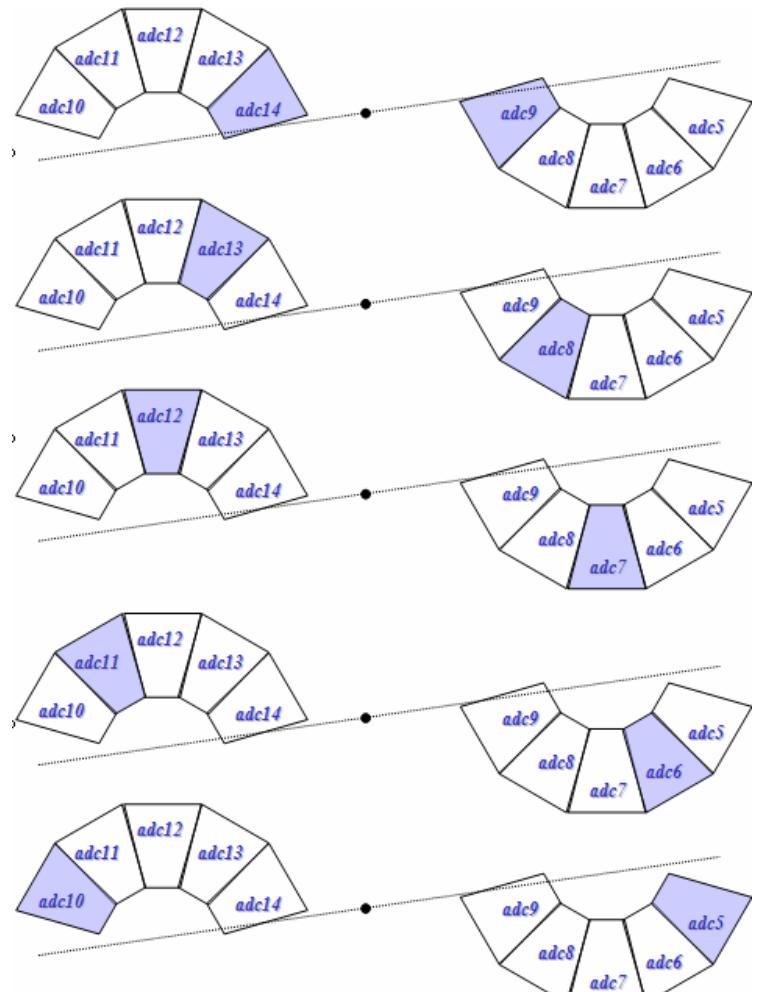
$\text{abs}(\text{adc}9)$ VS. $\text{abs}(\text{adc}14)$



$\text{abs}(\text{adc}6)$ VS. $\text{abs}(\text{adc}11)$

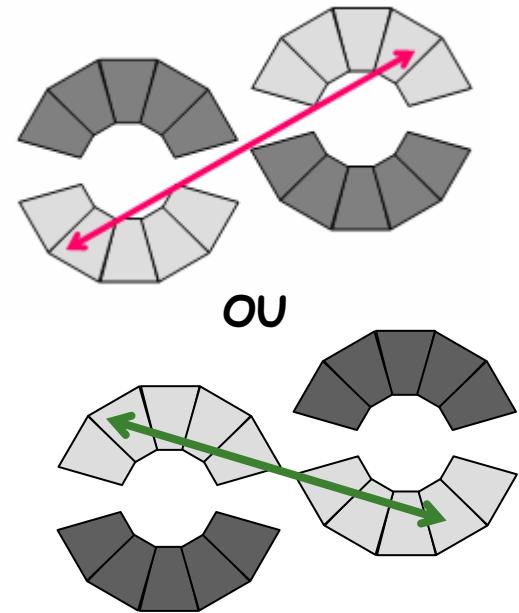


$\text{abs}(\text{adc}8)$ VS. $\text{abs}(\text{adc}13)$



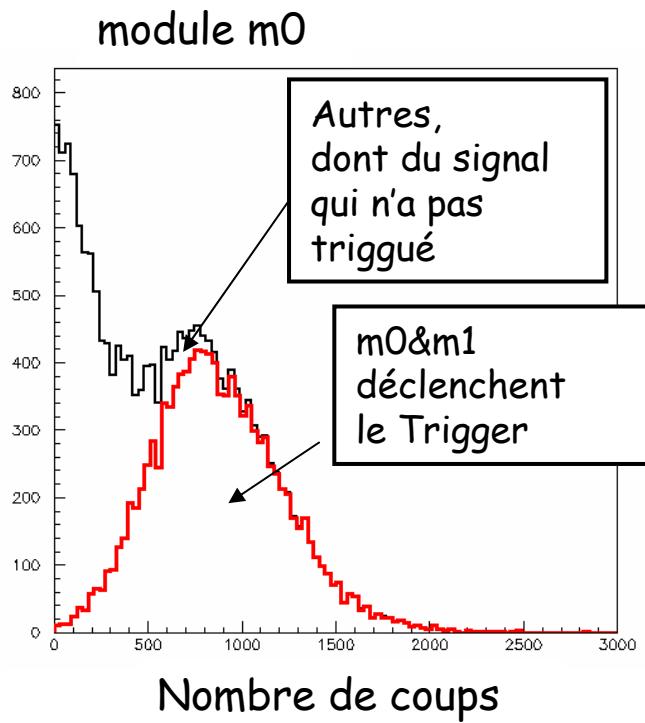
Mesure préliminaire de la luminosité

- Utilise uniquement les calorimètres:
 - > Sélection des événements présentant une coïncidence : 2 modules dos-à-dos passant le trigger.
 - > Trigger: seuil appliqué au pulse construit à partir de la somme des 5 courants d'un module
 - => Nécessite de traduire le seuil du trigger en terme d'énergie, pour reproduire le trigger dans la simulation.

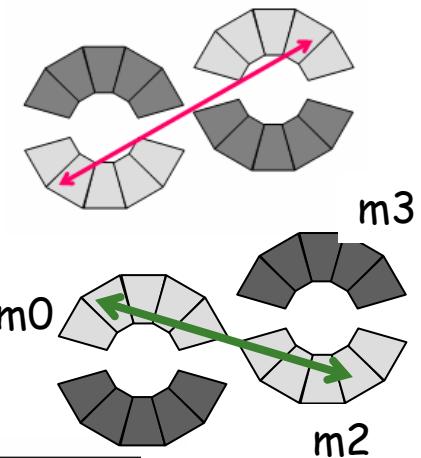
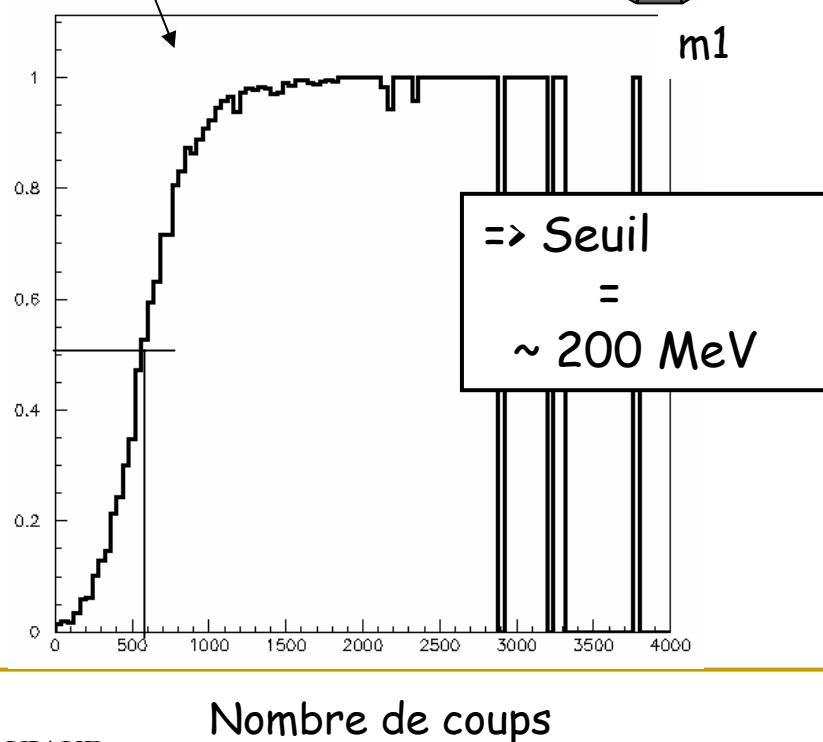


Mesure préliminaire : Seuil trigger vs. énergie

- Sélection des événements présentant une coïncidence :
2 modules dos-à-dos passant le trigger.
- Dans un run à faible bruit de fond



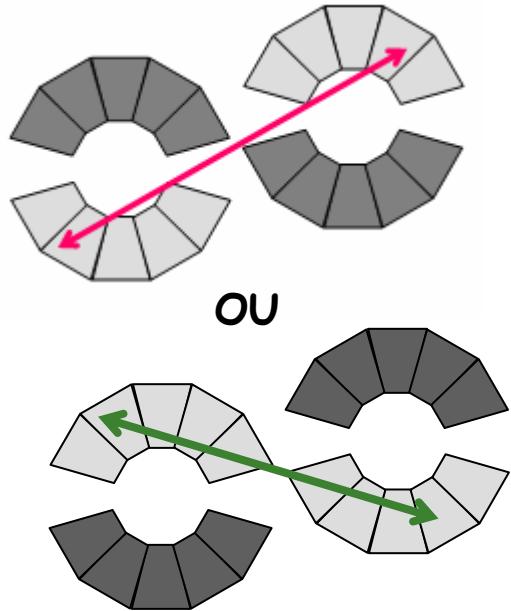
Le rapport donne une approximation du seuil



Mesure préliminaire de la luminosité

□ Utilise uniquement les calorimètres:

-> Sélection des événements présentant une coïncidence : 2 modules dos-à-dos passant le trigger.

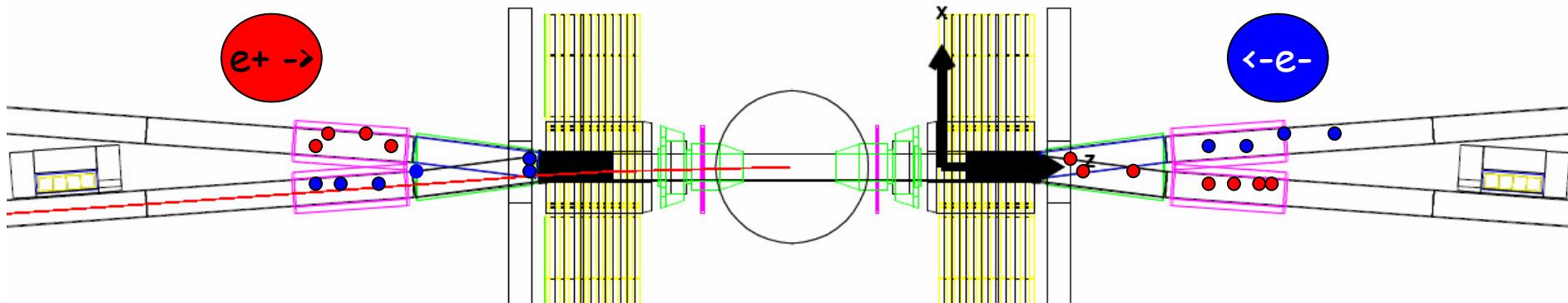


-> Prédiction de la simulation pour 2 modules dos à dos avec chacun plus de 200 MeV :

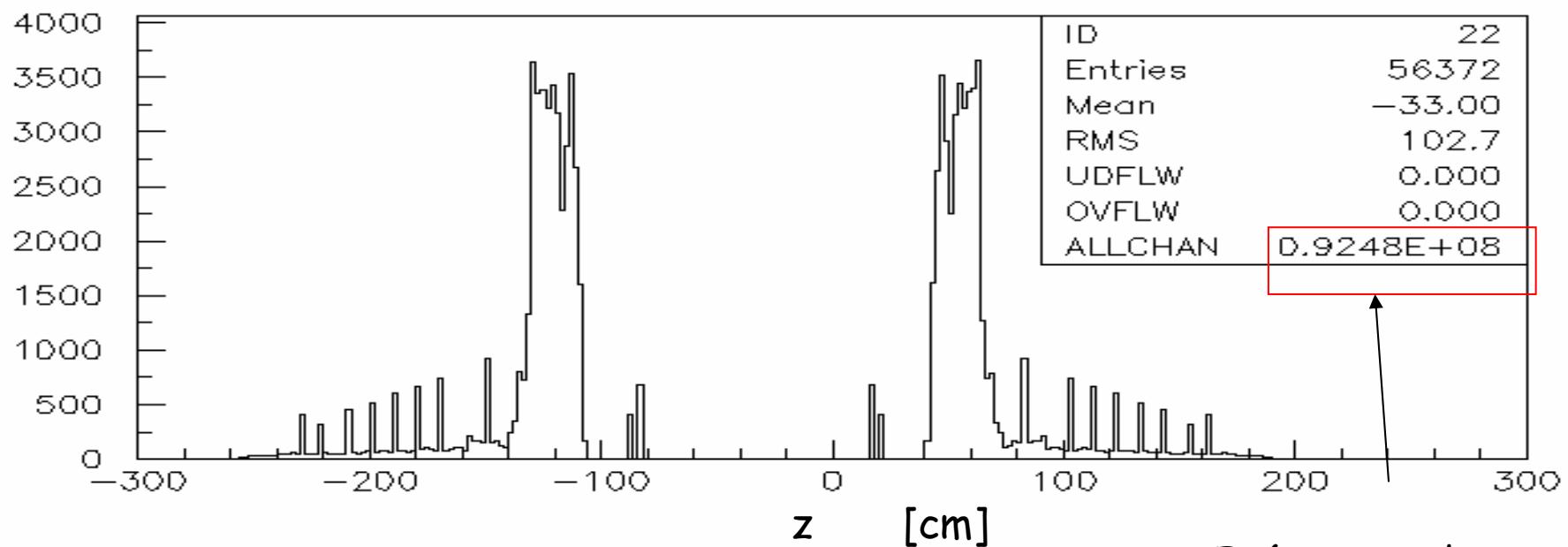
$$R_{ee \rightarrow ee(\gamma)} = 460 \pm 5 \text{ Hz} \quad (@ L=10^{32}/\text{cm}^2/\text{s})$$

Evaluation des bruits de fond...

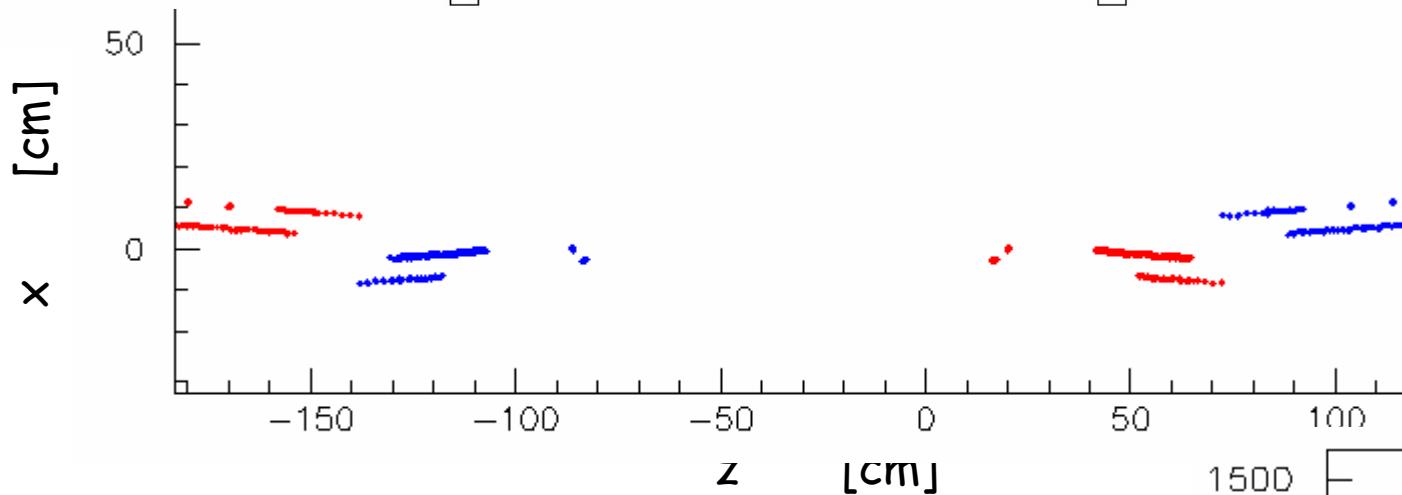
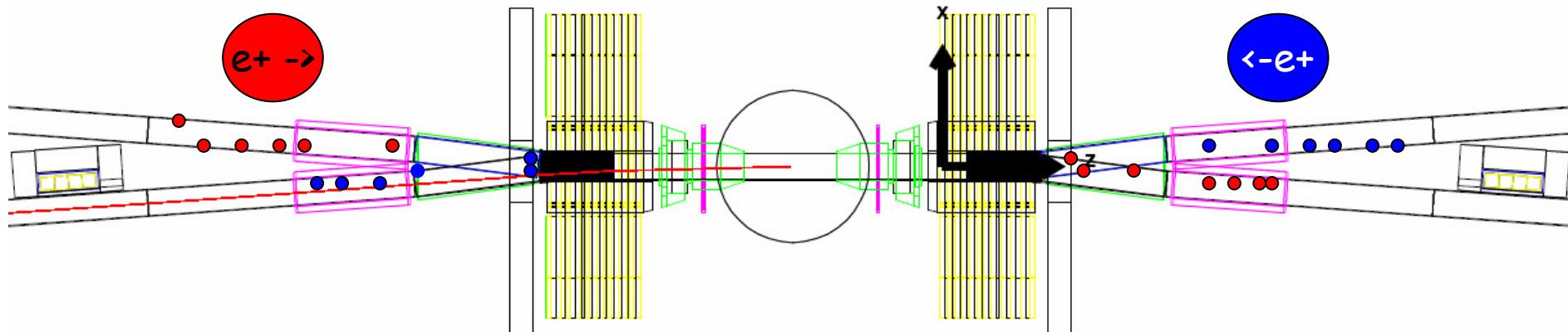
- Pour l'instant : bruits de fond Touschek
- Simulation réalisée au LNF : position et l'état des particules au moment où elles quittent la chambre à vide.
- Nous les re-extrapolons dans la chambre à vide pour simuler leur interaction avec la matière / les détecteurs.



$\times 10^3$

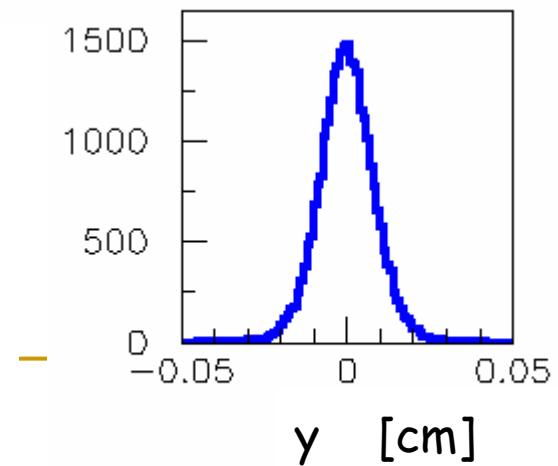


Fréquence de
production en Hz !!



=> Les détecteurs de photons sont noyés ($S/B = 1/10$)
Il faudra trouver quelque chose si on veut les utiliser...

=> Dans les calorimètres :
=> taux de coïncidence module-module: ~ 60 Hz



Erreurs systématiques dominantes

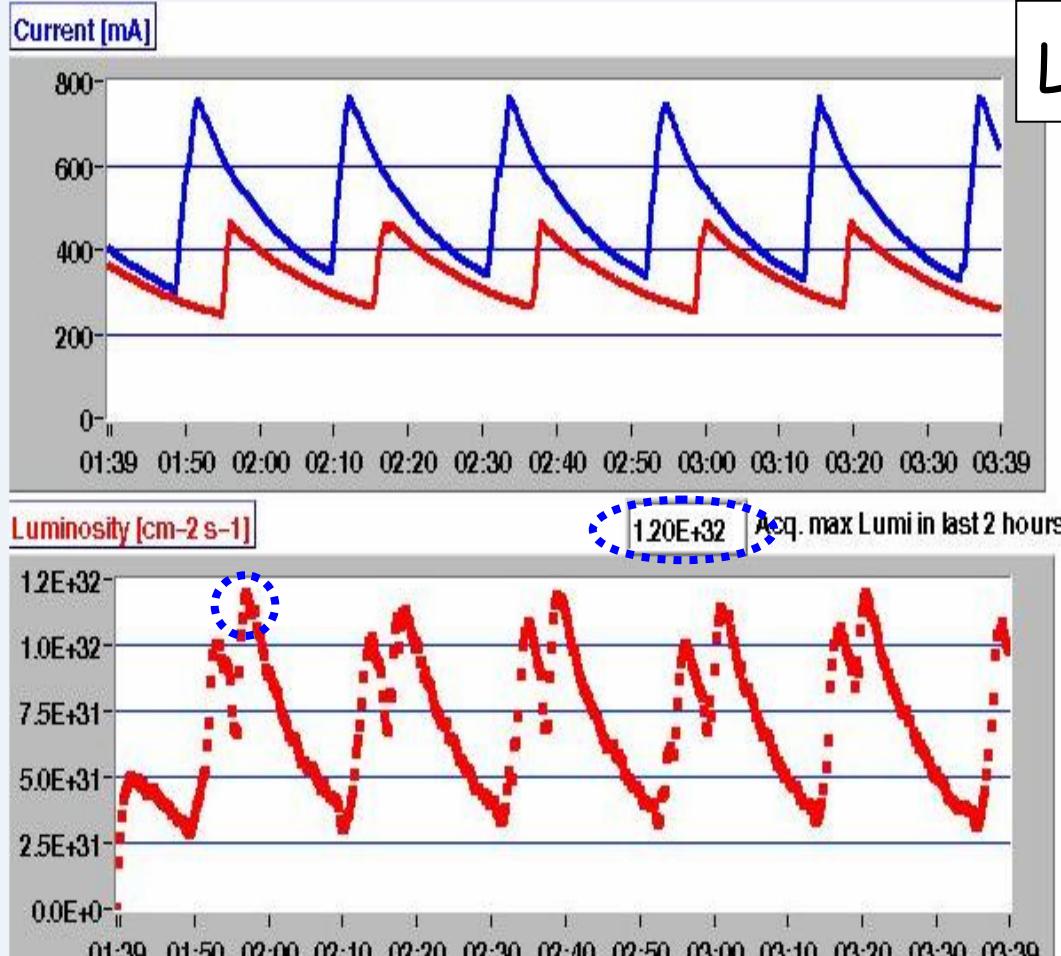
- Positionnement des calorimètres et du SOYUZ à +/- 1mm
- Seuil du trigger à +/- 50 MeV
- Bruits de fond : incertitude dans la simulation des Touschek + autres bruits de fond (ex: beamgas) non encore évalués
=> $\sigma = 100\%$

$$R_{ee \rightarrow ee(\gamma)} = 460 \pm 5 \pm 35 \pm 20 \pm 60 \text{ Hz} \quad (@ L=10^{32}/\text{cm}^2/\text{s})$$

$$R_{ee \rightarrow ee(\gamma)} = 460 \pm 5 \pm 70 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Mesure de } L \text{ à } \sim 15\% \\ (\sim 5\text{-}10\% \text{ pour la mesure optimisée})$$

Résultats Online

Luminosité Online



$$L = (1.2 \pm 0.2) \times 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$$

X-check:

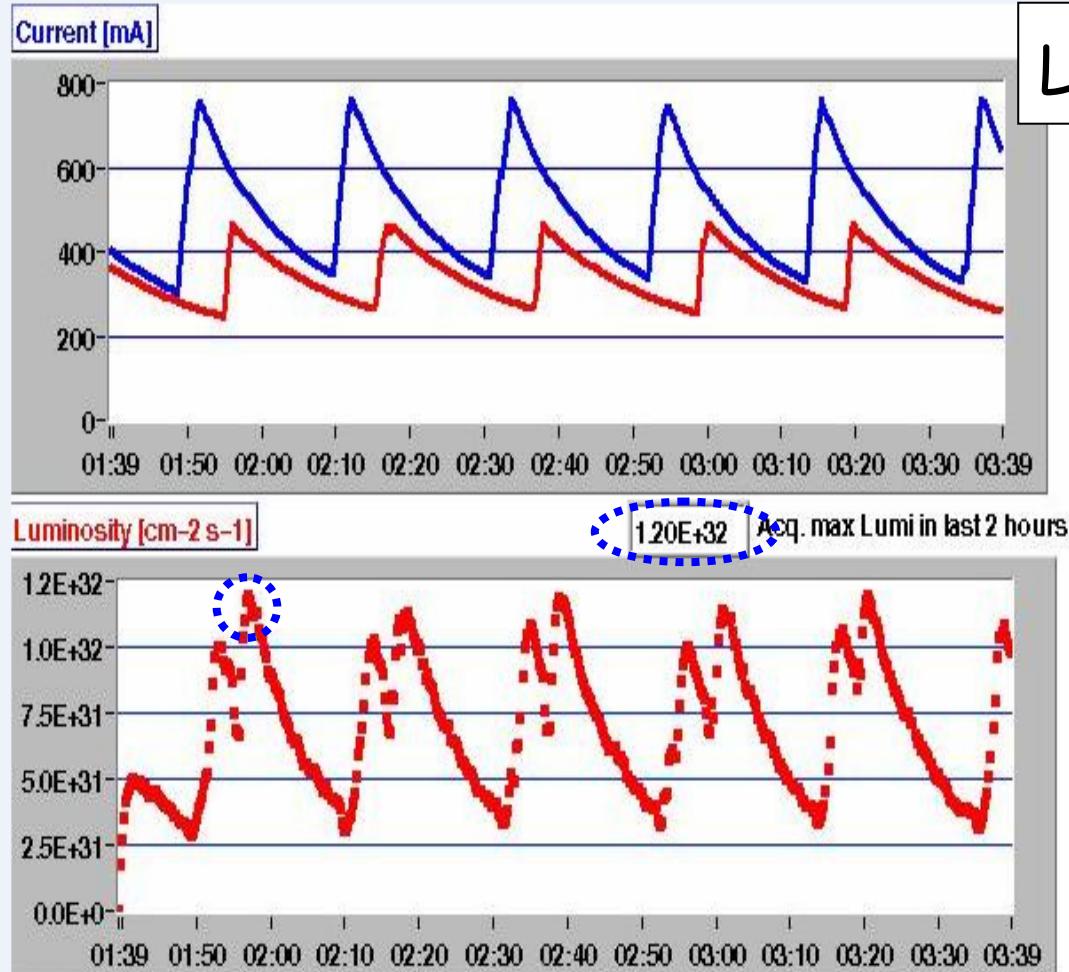
$$L = \frac{N_1 N_2 \times f_c}{4\pi\sigma_x\sigma_y \sqrt{1 + \Phi^2}}$$

$$L = \frac{\left(\frac{I_1}{n_b f_b \times e} \right) \left(\frac{I_2}{n_b f_b \times e} \right) \times f_c}{4\pi\sigma_x\sigma_y \sqrt{1 + \Phi^2}}$$

$$\Rightarrow L = (1.6 \pm 0.3) \times 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$$

<http://www.lnf.infn.it/acceleratori/status/>

Luminosité Online



$$L = (1.2 \pm 0.2) \times 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$$

Courants:

$$I_1 \sim 550 \text{ mA}$$

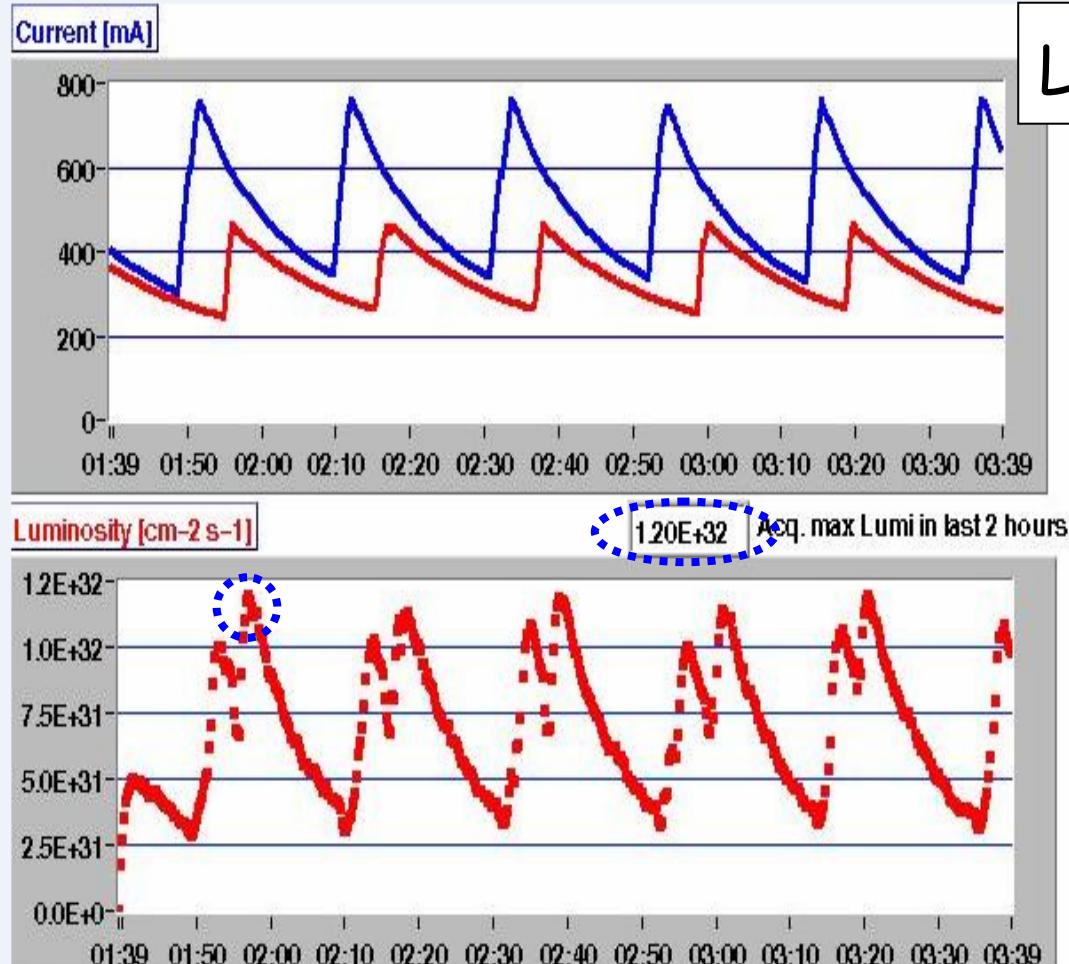
$$I_2 \sim 450 \text{ mA}$$

Avant upgrade:

$$L \sim 1.5 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$$

avec:

Luminosité Online



$$L = (1.2 \pm 0.2) \times 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$$

Courants:

$$I_1 \sim 550 \text{ mA}$$

$$I_2 \sim 450 \text{ mA}$$

Avant upgrade:

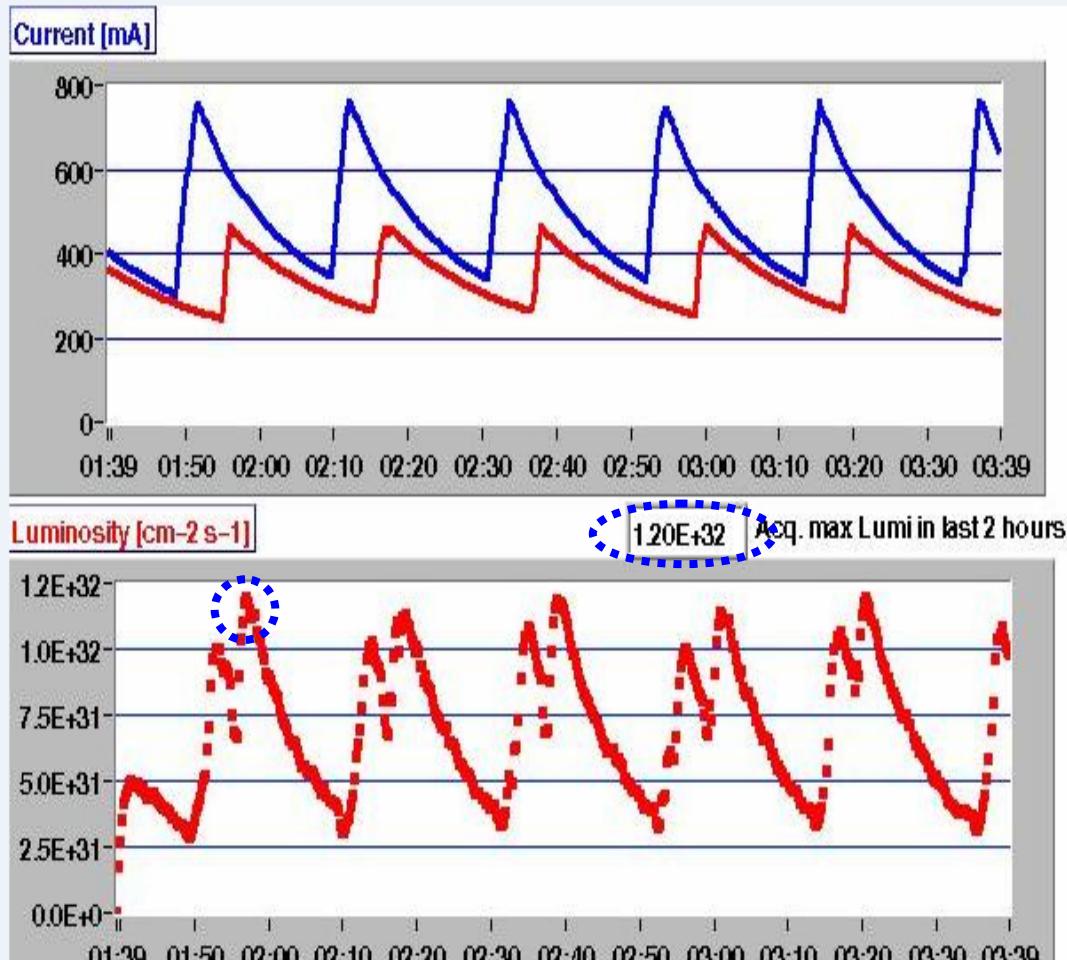
$$L \sim 1.5 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$$

avec:

$$I_1 \sim 1430 \text{ mA}$$

$$I_2 \sim 1430 \text{ mA}$$

Luminosité Online



$$L = 1.2 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$$

Courants:

$$I_1 \sim 550 \text{ mA}$$

$$I_2 \sim 450 \text{ mA}$$

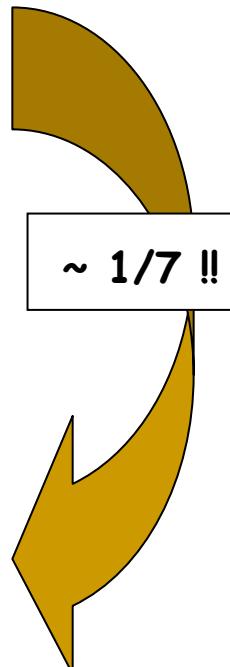
Avant upgrade:

$$L \sim 1.5 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$$

avec:

$$I_1 \sim 1430 \text{ mA}$$

$$I_2 \sim 1430 \text{ mA}$$



~ 1/7 !!

Ambiance à Frascati

- DAΦNE amélioré a déjà rattrapé l'ancien DAΦNE, avec des courants ~ 7 fois plus faibles !
- Les courants vont être progressivement montées jusqu'à 1430 mA
Y a-t-il des raisons que la luminosité ne suive pas ?
A priori non ! L'effet des sextupoles est normalement purement optique
=> dépend pas du courant...
- Officieusement : test déjà considéré comme un succès.

Bilan

- Une super usine à B est complément crucial au LHC.
- Les idées de collision à grand angle et de "Crabbed waists" actuellement testées à DAΦNE.
- Intense activité au LAL !
- Résultats préliminaires prometteurs.

Perspectives

- Monter les courants à leur valeur nominale (passer de 0.5 à 1.4 A)
- Mesure de la luminosité dans sa configuration optimale.
Conclusion du test : fin mai - début juin.
- ⋮
- ⋮
- Super B en 2015 à Frascati ???

Back-up

Plan

- Lili
- lolol

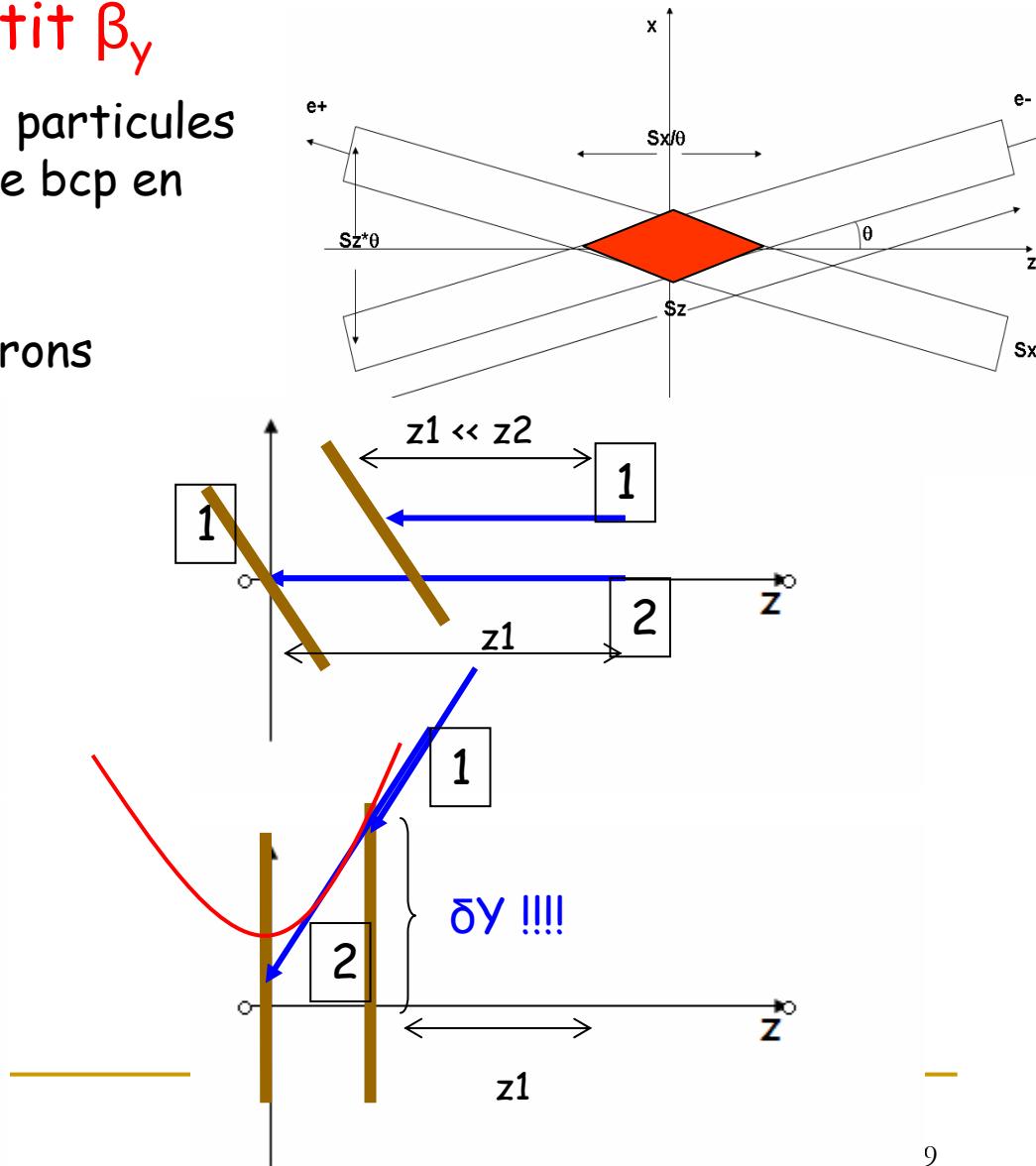
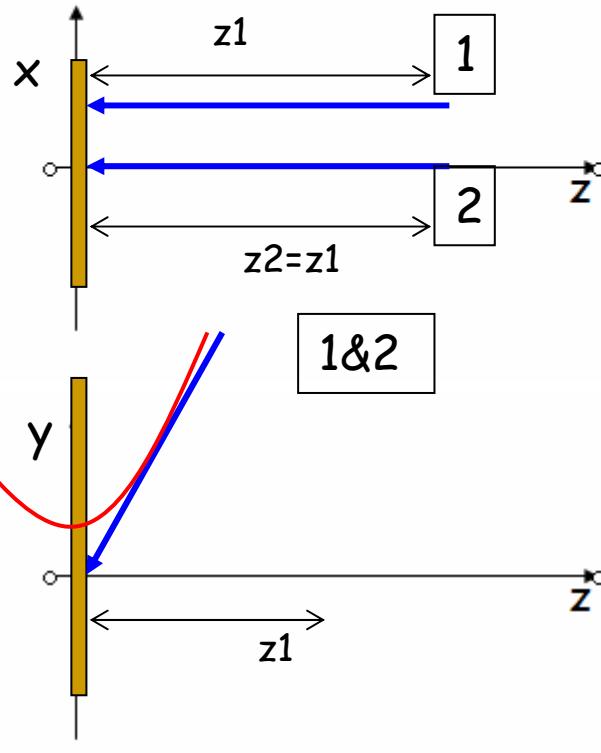
Augmentation de L : nouvelle approche

Sauf que : angle élevé + petit β_y

=> Le kick vertical ressenti par les particules traversant le bunch oppose varie beaucoup en fonction de x .

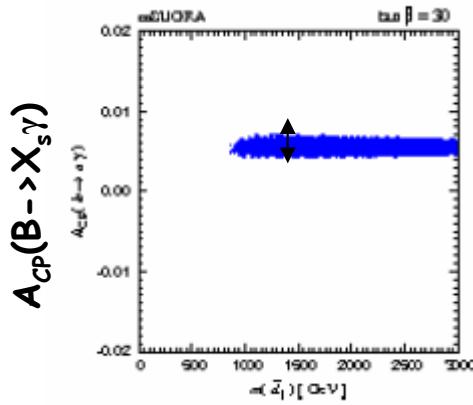
=> couplage x-y

=> Nouvelles résonances bétatrons

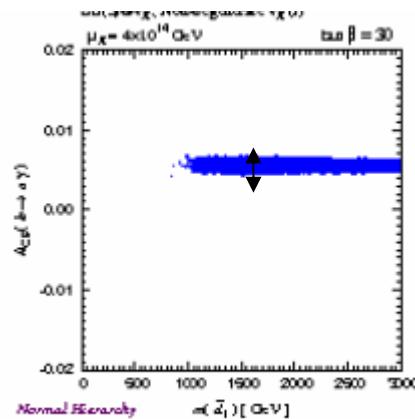


Distinction entre différents modèles

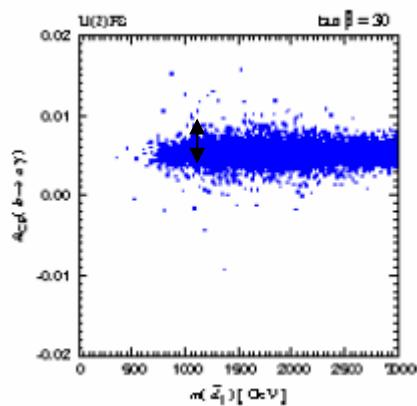
mSUGRA



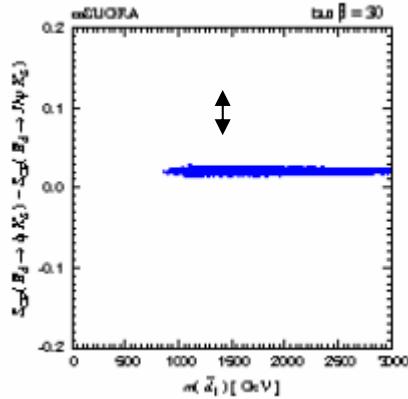
SU(5)+vR non-degenerate



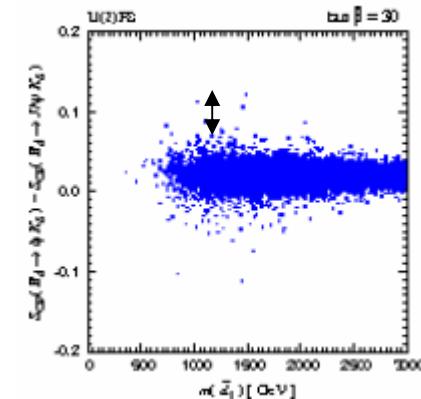
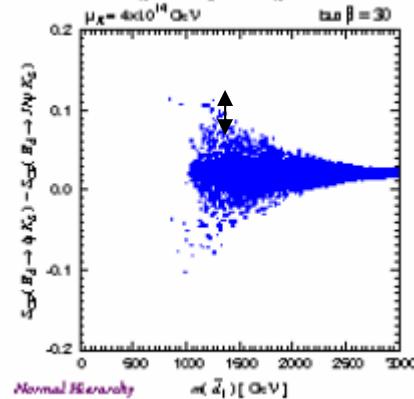
U(2) flav. Sym.



$S(B \rightarrow \Phi K) - S(B \rightarrow c\bar{c}K)$

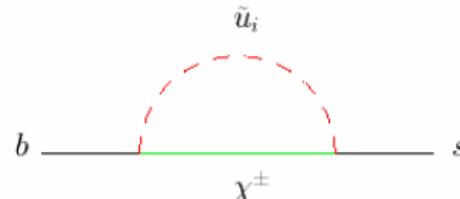
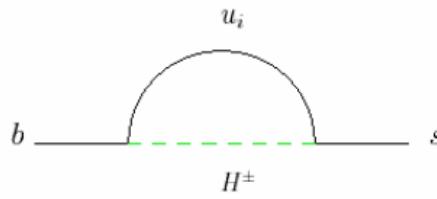


SU(5)@ v_X , Non-degenerate $v_X(0)$



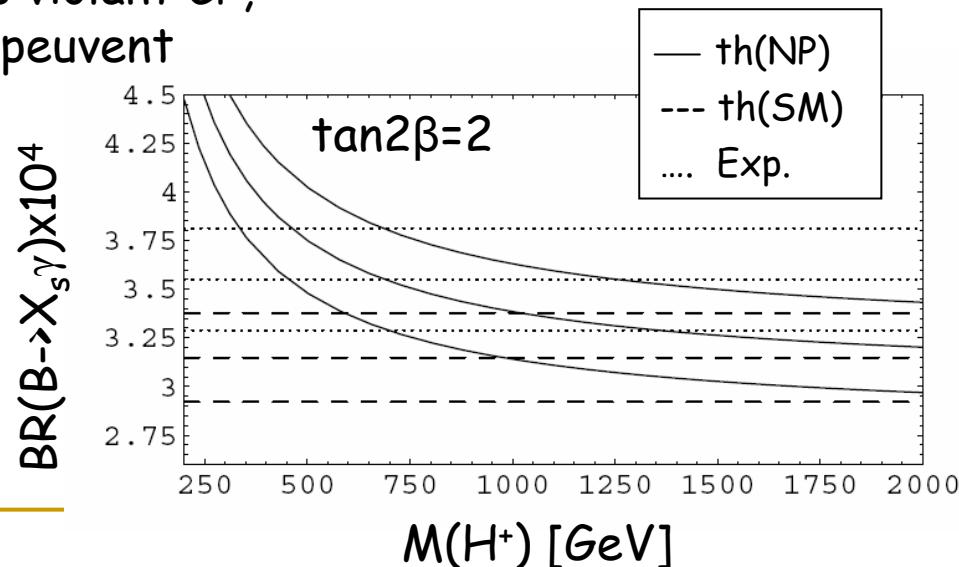
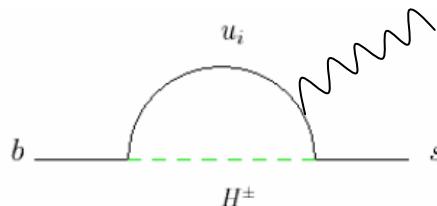
Super B et Minimum Flavor Violation

- MFV : NP sans nouvelle source de violation de saveur ou de CP.
Ces phénomènes restent entièrement régis par les paramètres du MS (Yukawa, V_{CKM})



=> ~ Rien à voir dans les observables violant CP,
mais de nouvelles contributions peuvent
apparaître ailleurs.

Ex: Doublet de Higgs à
faible $\tan\beta = \langle vev_1 \rangle / \langle vev_1 \rangle$



Optimiser de la luminosité

Collision avec angle de croisement θ

Luminosité

$$L \propto D \frac{f_r N^2}{(\sigma_x \sigma_y)} \frac{1}{\sqrt{1 + \Phi^2}}$$

Piwinski angle

$$\Phi = \frac{\sigma_z}{\sigma_x} \operatorname{tg}\left(\frac{\vartheta}{2}\right)$$

→ augmenter les courants, mais : trop cher + bruits de fond du faisceau

→ baisser σ_y , σ_x

, mais : augmente interaction entre les 2 bunchs

=> Disruption :

$$D \approx \frac{N \sigma_z}{(\sigma_x \sigma_y)}$$

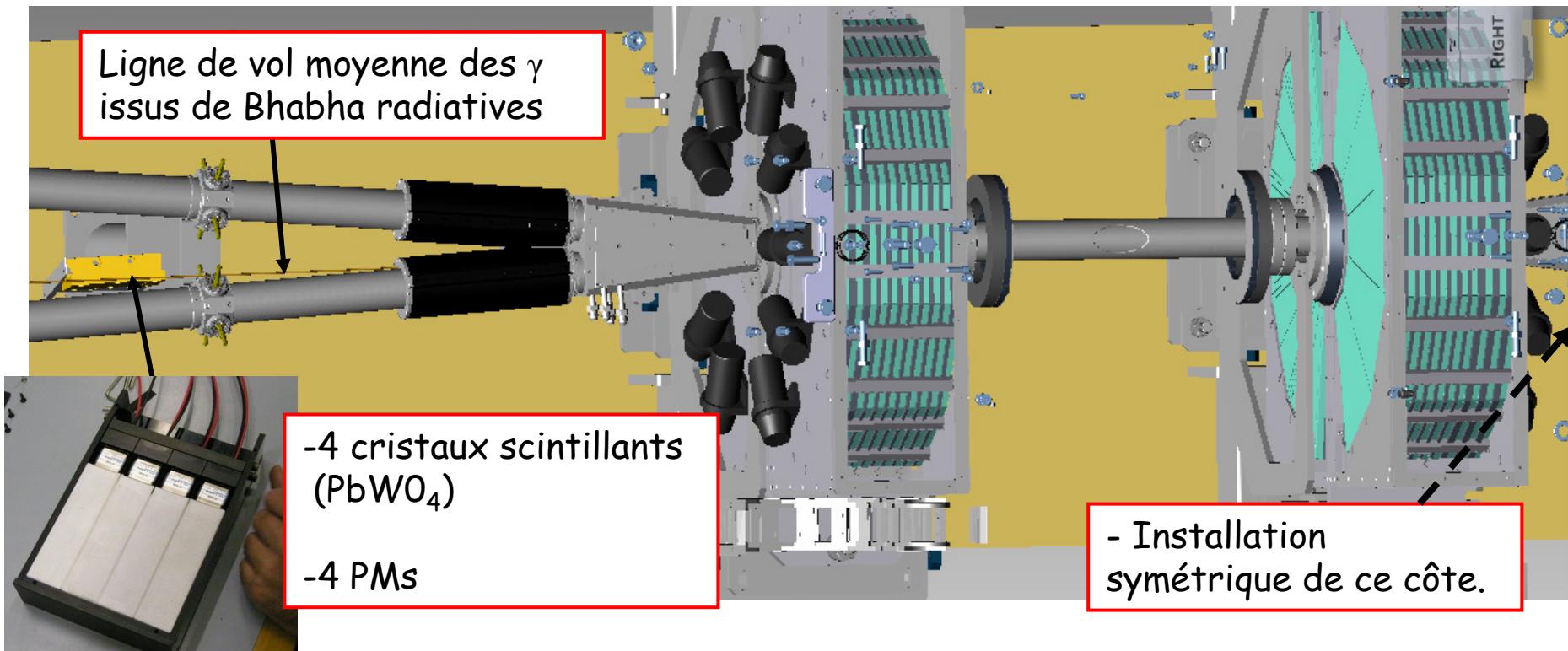
doit rester petit pour que le bunch soit réutilisable

=> Tune

$$\xi_y \propto \frac{N}{(\sigma_x \sigma_y)} \frac{\beta_y}{\sqrt{1 + \Phi^2}} \quad \xi_x \propto \frac{N}{\varepsilon_x (1 + \Phi^2)}$$

En parallèle : une seconde mesure

- Basée sur la mesure à bas angle des γ radié par $e\bar{e} \rightarrow e\bar{e}$ ny
- Doit fournir une mesure très rapide en temps réel de la variation de L
- Taux attendu ~ 1 MHz
- Pourrait être limitée par les bruits de fond du faisceau...

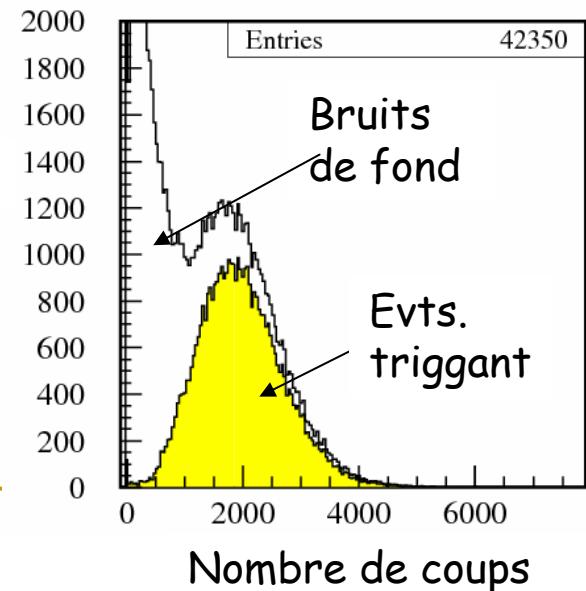
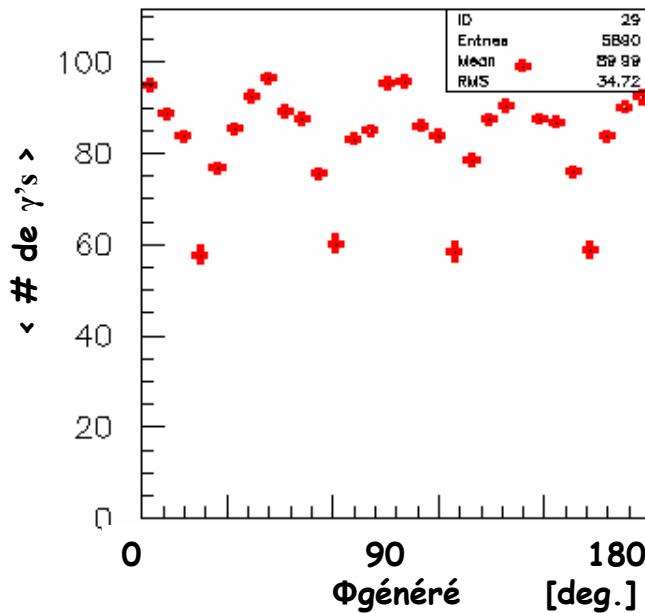


Beam Test des Calorimètres.

- L'atténuation optique le long de la tuile détériore la résolution sur l'énergie
 $\text{ATT} = \exp(-d/L_1)$
- Longueur d'atténuation L_1 mal connue a priori.
Évaluée entre 1 cm et 12 cm:
 $\Rightarrow \sigma E$ entre 21% et 27% (MC)
- Peut se corriger grâce au data/MC lors de la prise de données, mais :
 - bruits de fond faisceau
 - correspondance imparfaite entre le seuil appliqué par le trigger et le # coup

\Rightarrow Nouvelles contributions au pic de bhabha, difficiles à démêler (surtout avant mise en service des GEMs)

\Rightarrow Beam test pour déterminer L_1

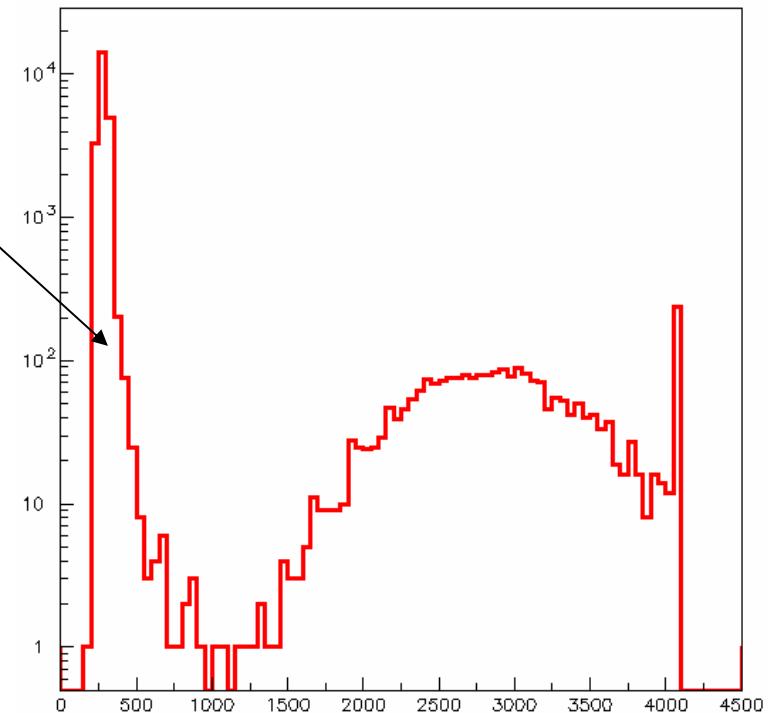


Beam Test des Calorimètres.

- Vérifier que l'assemblage est correct
 - Connexion / isolation des PM
 - Réponse linéaire en fonction de E
 - Résolution sur l'énergie

Piédestal

- du au bruit de fond interne
au PM et l'isolation lumineuse
- décalé et élargit le pic du signal
- doit rester raisonnable



R(Bhabha) prédit par la simulation

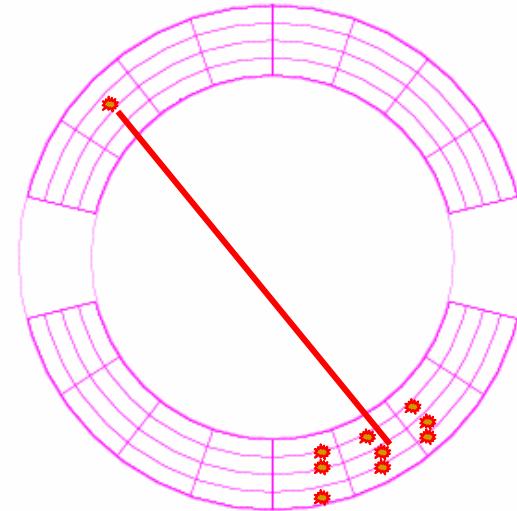
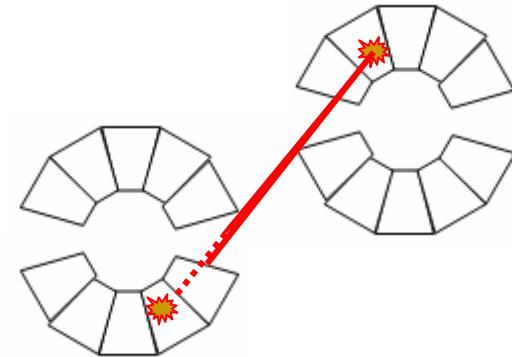
□ Sélection :

- 2 secteurs dos-à-dos dans les calorimètres
- $E_{rec} > 200$ MeV
- 2 clusters cellule+voisins dans les GEMs.

Eff ~ 0.75 %

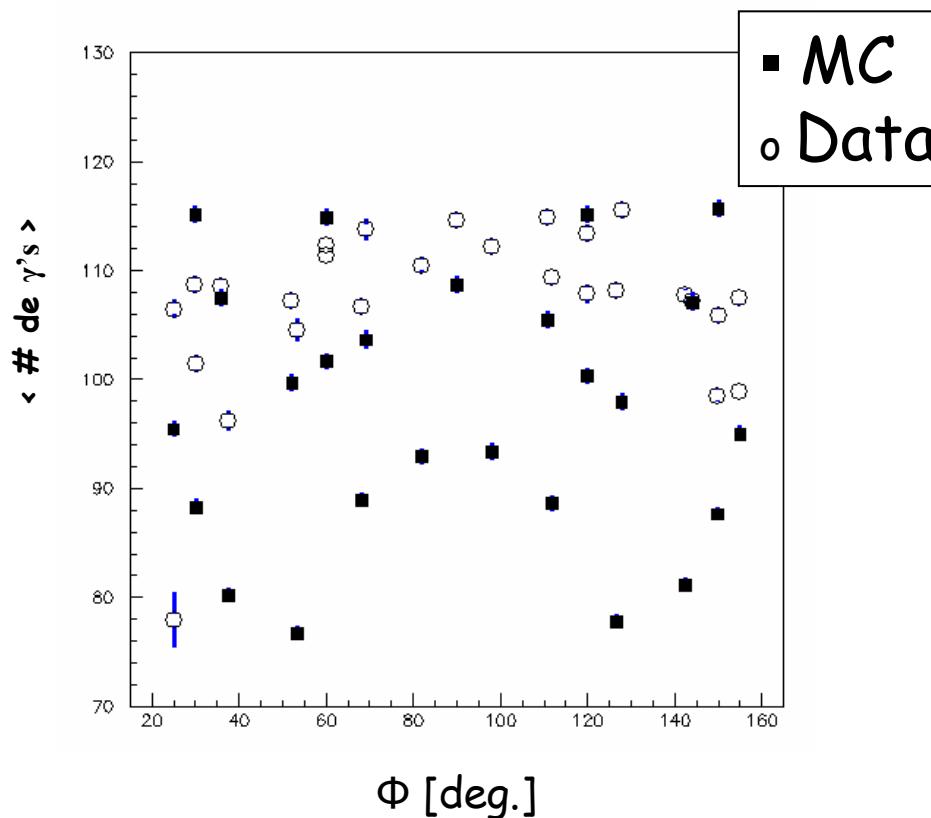
$R_{ee \rightarrow ee(\gamma)} \sim 250$ Hz (@ $L=10^{32}/\text{cm}^2/\text{s}$)

=> Une Mesure fournie online toutes les 10 secondes est dominée par son erreur systématique ($\sigma_{stat} \sim 2\%$)



Test Beam des calorimètres

Première tentative : $L1 = 3\text{ cm}$



nième tentative : $L1 = 5.5\text{ cm}$

