



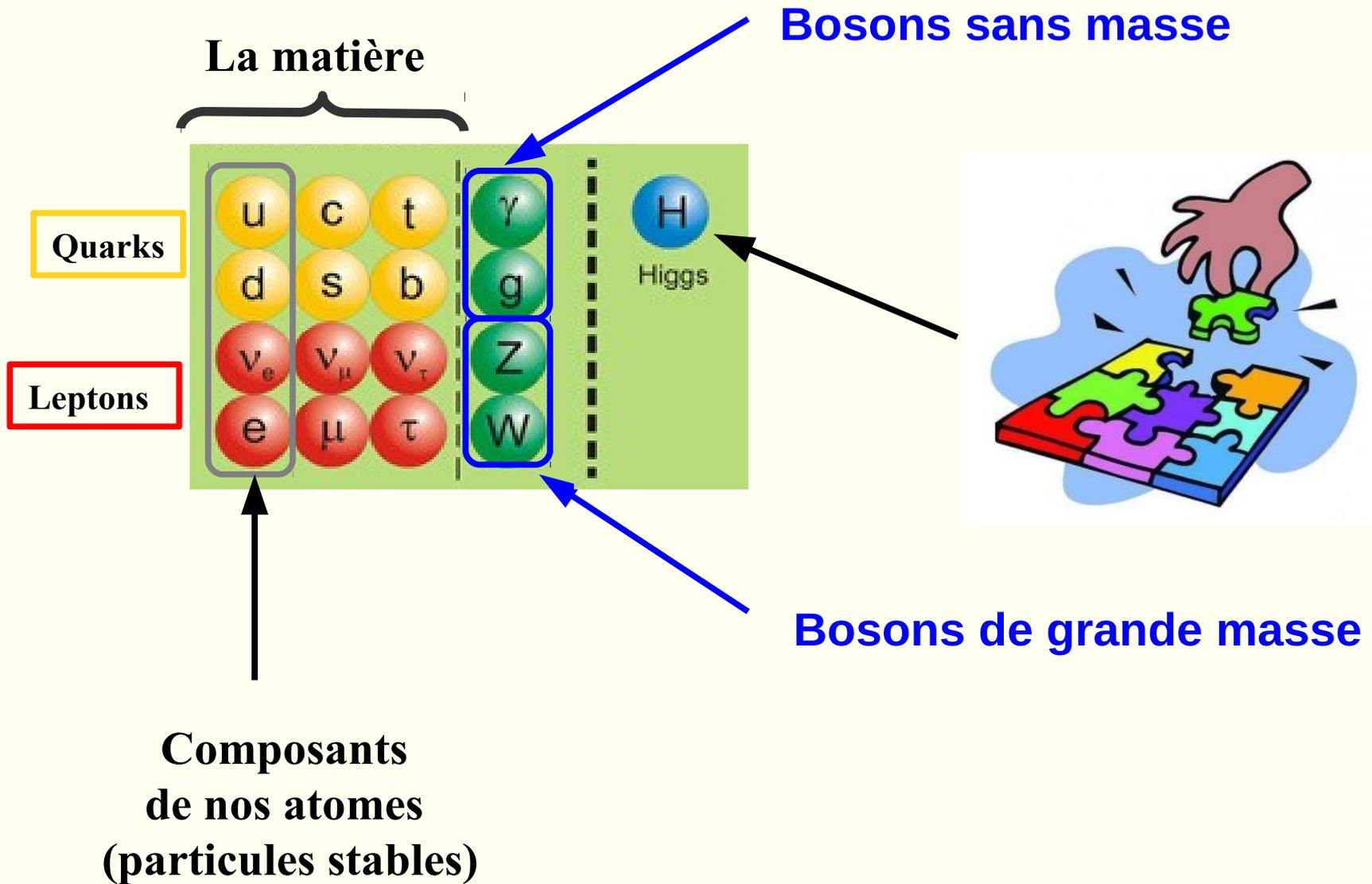
# Motivations physiques pour les pixels alpins (+ very forward )



Sabine, Teddy  
Jessica, Rémi



# Le Modèle Standard





# Découverte du boson de Higgs

Juillet 2012 (ATLAS+CMS)



← Peter Higgs (content)

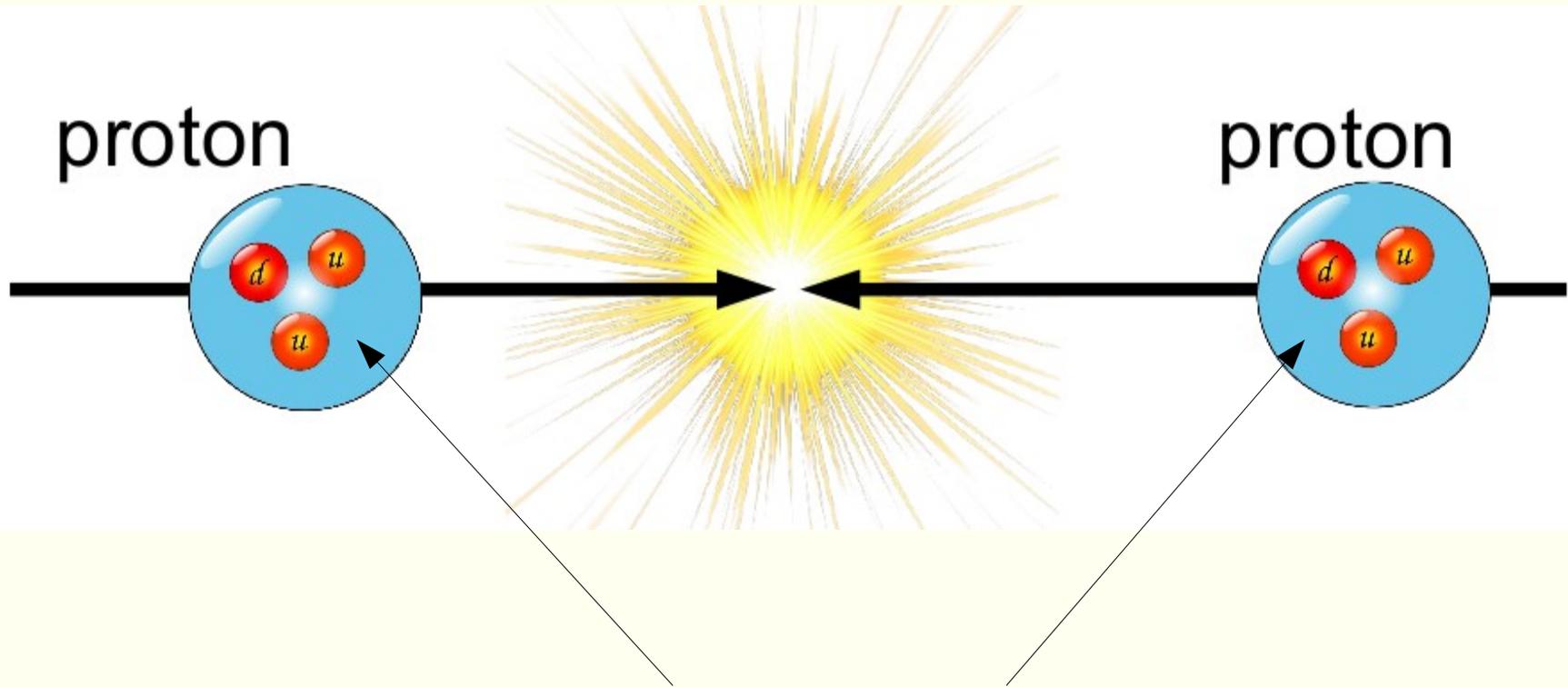


# On pense que c'est le boson de Higgs, parce que...

- ♦ On a mesuré un nombre d'événements compatible avec la prédiction du Modèle Standard
- ♦ Sa masse est compatible avec les limites imposées par le Modèle Standard
- ♦ Il semble se désintégrer comme prédit par le Modèle Standard
- ♦ On a observé plusieurs modes de production, comme prédit par le Modèle Standard



# Collisions de protons au LHC

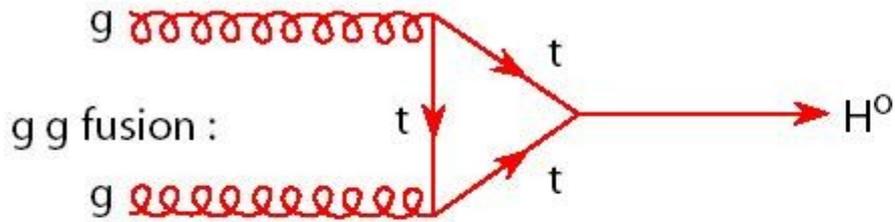


Chaque proton contient  
des quarks et des gluons

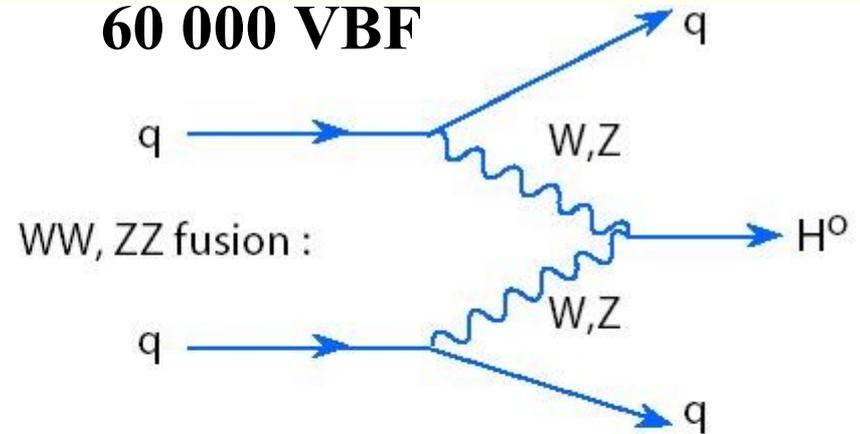


# Production du Higgs au LHC

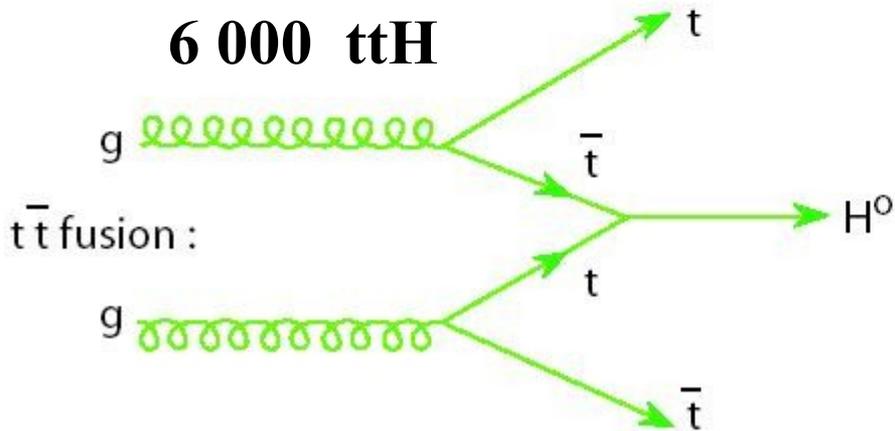
**800 000 H**



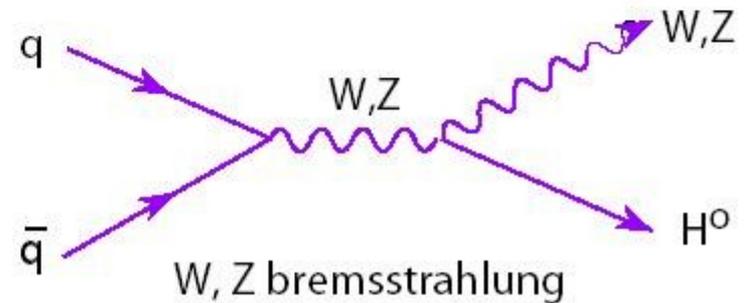
**60 000 VBF**



**6 000 ttH**



**20 000 WH et ZH**



**Nombre de bosons de Higgs produits en 2011+ 2012**



# Désintégrations du boson de Higgs

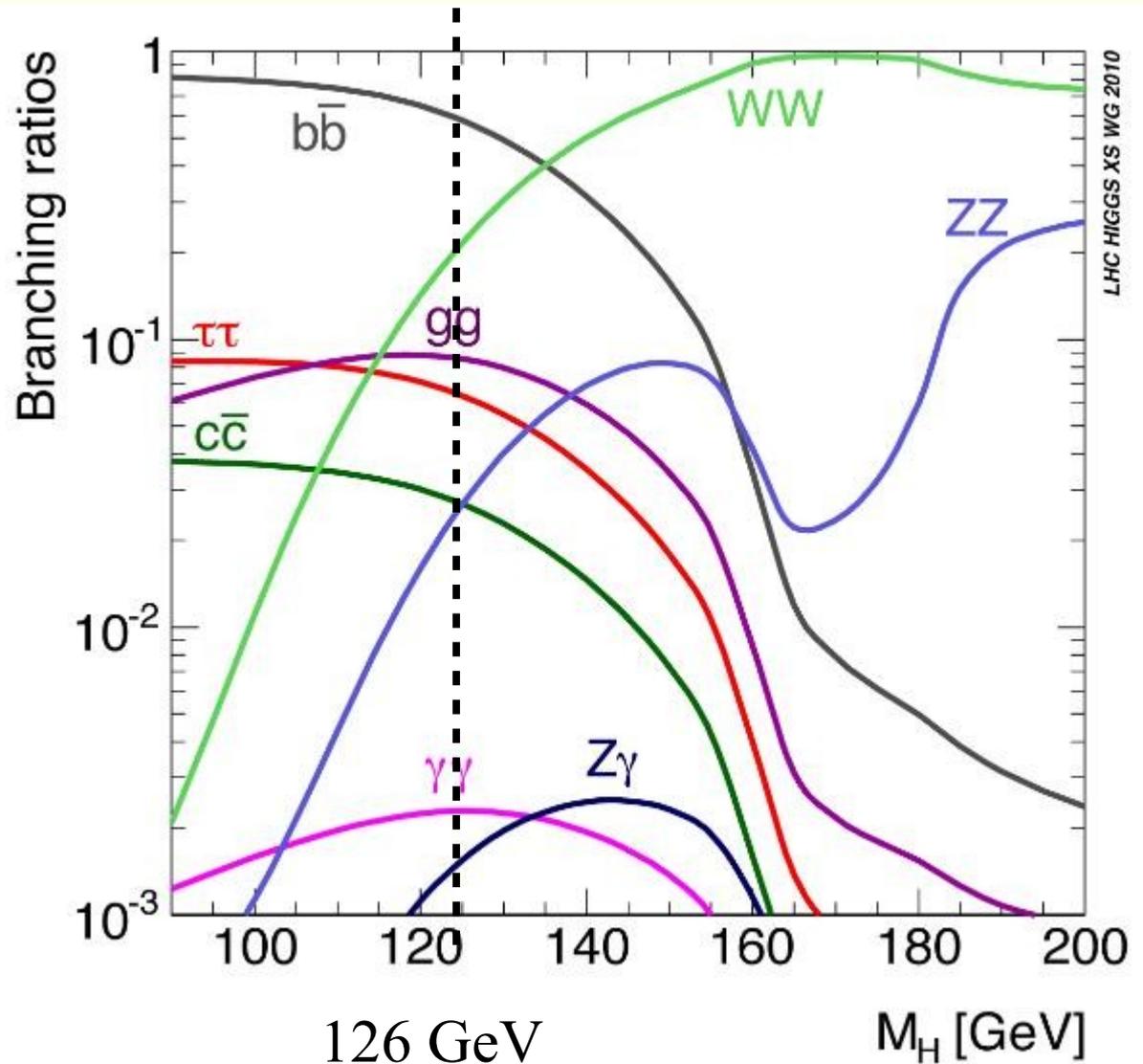
70%  $\rightarrow$   $b\bar{b}$

9%  $\rightarrow$   $\tau\tau$

20%  $\rightarrow$   $WW$

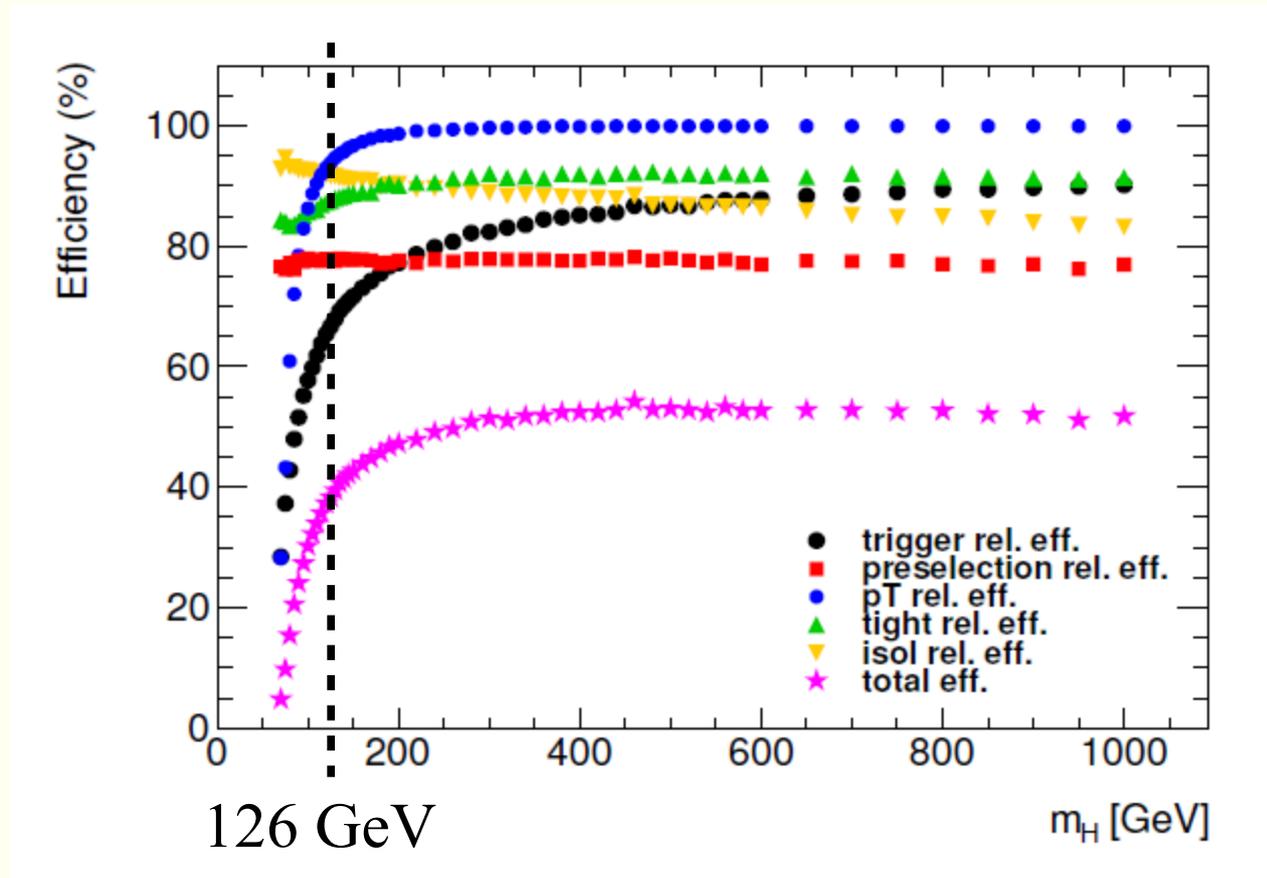
2%  $\rightarrow$   $ZZ$

2/1000  $\rightarrow$  photons





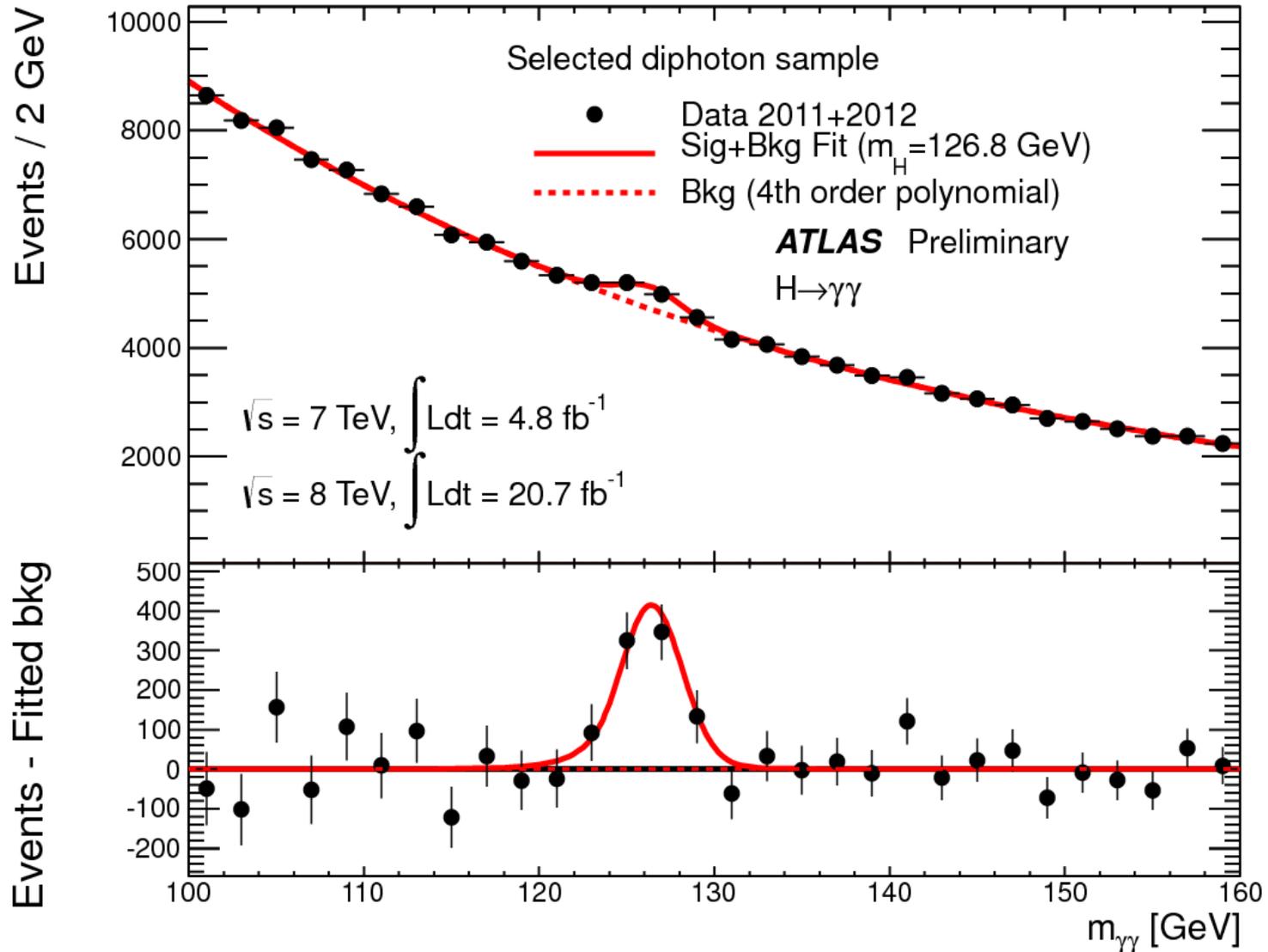
# Reconstruction et identification des photons dans ATLAS



→ 40% seulement des photons provenant du boson de Higgs sont correctement identifiés et reconstruits



# Observation de $H \rightarrow \gamma\gamma$



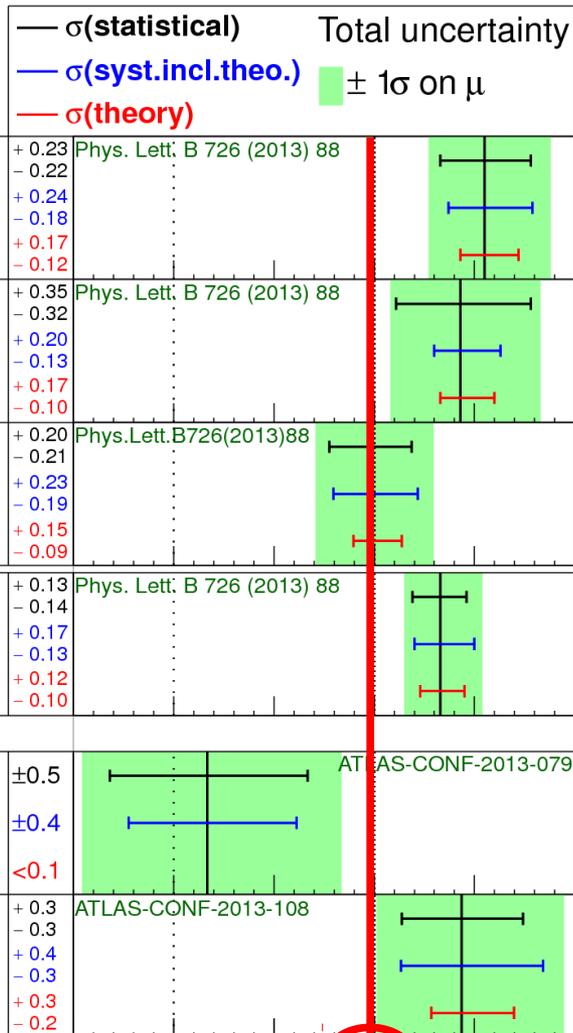
Si l'on prend en compte les taux de désintégration et les inefficacités de reconstruction dans le détecteur, il ne reste plus beaucoup de Higgs...9



# Etats des mesures aujourd'hui

ATLAS Prelim.

$m_H = 125.5$  GeV



$\sqrt{s} = 7$  TeV  $\int L dt = 4.6-4.8$  fb<sup>-1</sup>  $\sqrt{s} = 8$  TeV  $\int L dt = 20.7/20.3$  fb<sup>-1</sup>

Signal strength ( $\mu$ )

♦ On mesure 40% de bosons de Higgs en trop (avec une erreur de  $\pm 20\%$  sur la mesure donc c'est pas vraiment incompatible...)

♦ On a vu le Higgs en deux  $\gamma$ , en deux Z, en 2 W et en 2  $\tau$  (mais il manque les quarks b et les muons)

♦ On a la preuve qu'il est produit tout seul (H) ou avec deux quarks très à l'avant (VBF) mais il manque ttH, WH et ZH

♦ Les couplages du Higgs sont mesurés avec une précision  $\sim 15\%$



L'étude du boson de Higgs  
n'est pas encore terminée.

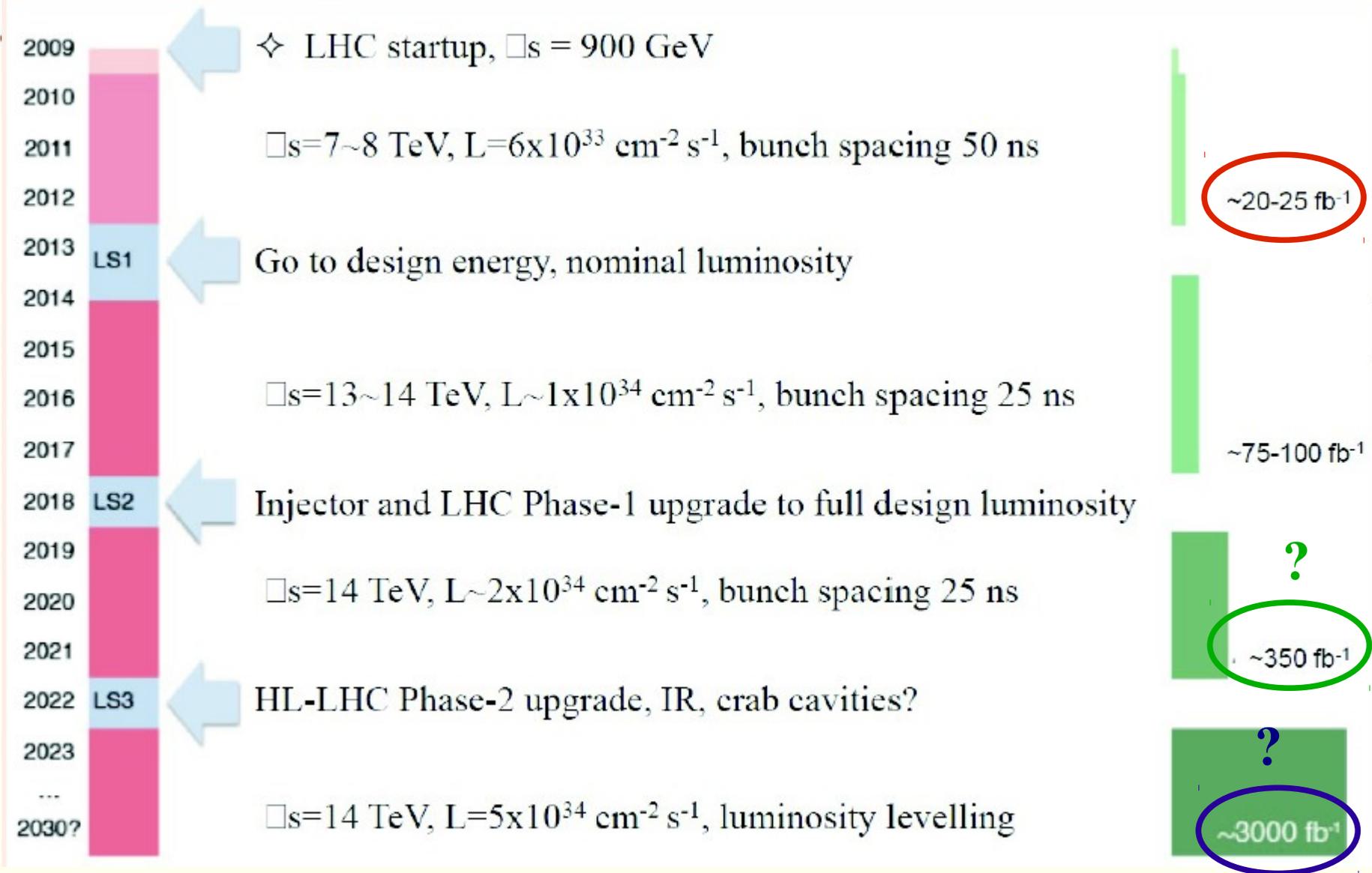
Elle va continuer pendant le Run 2.

Et ensuite ?

Quelle physique en 2023 ?



# Planning LHC & HL-LHC





# Plein de notes passionnantes



## ATLAS NOTE

ATL-PHYS-PUB-2013-014

October 9, 2013



**Projections for measurements of Higgs boson cross sections, branching ratios and coupling parameters with the ATLAS detector at a HL-LHC**

The ATLAS Collaboration



**Studies of the ATLAS potential for Higgs self-coupling measurements at a High Luminosity LHC**

The ATLAS Collaboration



## ATLAS NOTE

ATLAS-PHYS-PUB-2012-005

November 28, 2012



**Studies of Vector Boson Scattering with an Upgraded ATLAS Detector at a High-Luminosity LHC**

The ATLAS Collaboration

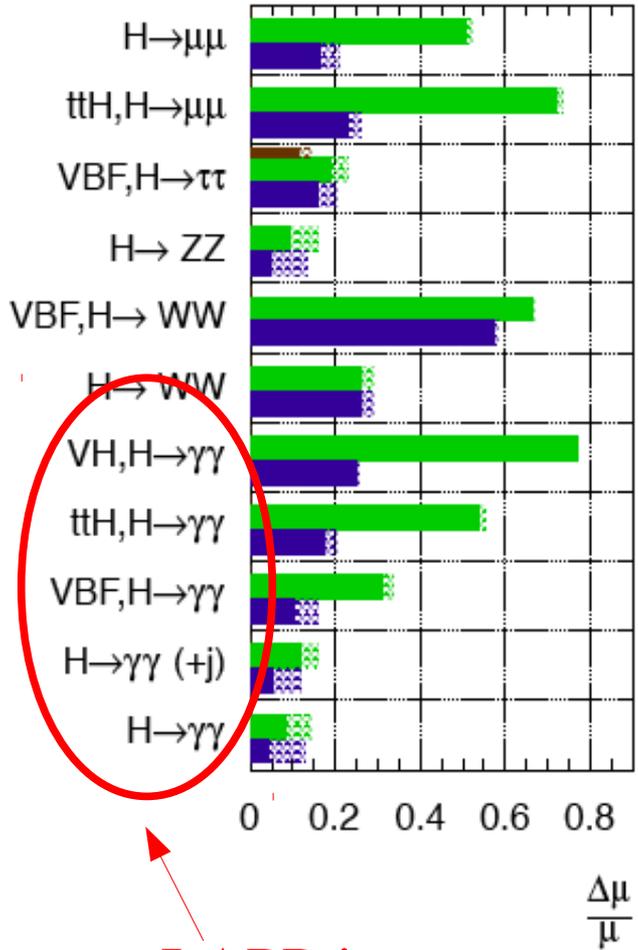


# Mesure des couplages du Higgs

ATLAS Preliminary (Simulation)

$\sqrt{s} = 14 \text{ TeV}$

$\int L dt = 300 \text{ fb}^{-1}$  (circled in green)  
 $\int L dt = 3000 \text{ fb}^{-1}$  (circled in blue)  
 $\int L dt = 300 \text{ fb}^{-1}$  extrapolated from 7+8 TeV



LAPP !

Fin du LHC

Fin du HL-LHC

	$300 \text{ fb}^{-1}$	$3000 \text{ fb}^{-1}$
$K_V$	3.0% (5.6%)	1.9% (4.5%)
$K_F$	8.9% (10%)	3.6% (5.9%)

Il faut une précision  $< 5\%$  pour valider le Modèle Standard et exclure de la nouvelle physique exotique

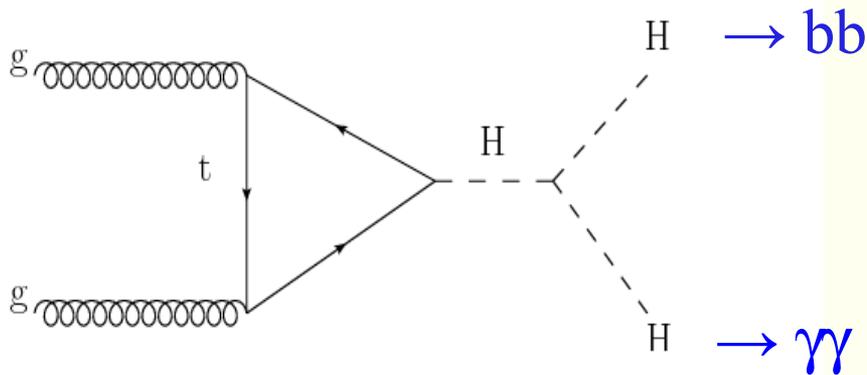
On devrait pouvoir y arriver au HL-LHC... en faisant plein de suppositions sur les performances futures du détecteur



# La dernière prédiction du Modèle Standard: l'auto-couplage du boson de Higgs

- ♦ Le boson de Higgs donne la masse aux particules.
- ♦ Or, le boson de Higgs a aussi une masse (126.6 GeV)
- ♦ Donc le boson de Higgs doit interagir avec lui-même  
(mais c'est assez rare)

LAPP !



@HL-LHC (3000fb<sup>-1</sup>):

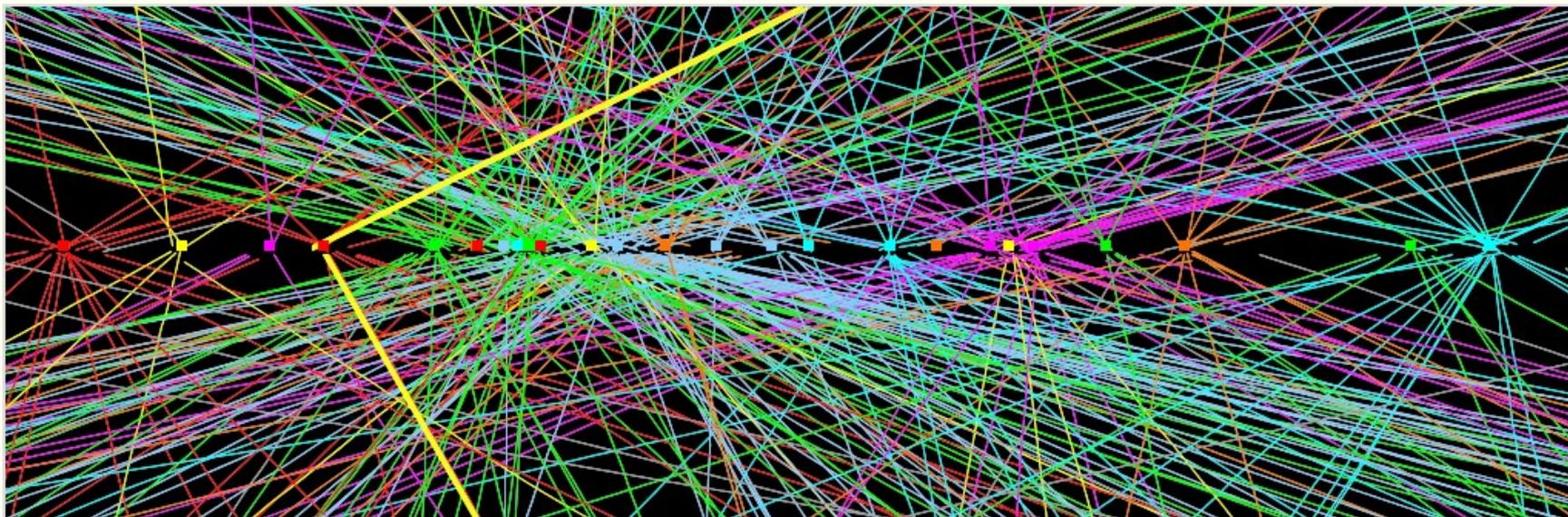
- ♦ on doit produire ~ 270 événements  $HH \rightarrow b\bar{b}\gamma\gamma$
- ♦ on pense en reconstruire ~11 (avec ~ 19 événements de bruit de fond).
- ♦ Les physiciens sont optimistes.

$$34 \text{ fb}_{-15}^{+18} (QDC \text{ scale}) \pm 7 (PDF + \alpha_s) \pm 10 (EFT)$$



# Comment ont été faites ces projections ?

En prenant le détecteur ATLAS actuel et en extrapolant les performances de reconstruction et d'identification des particules avec 140 ou 200 événements de pile-up (au lieu de 25 aujourd'hui)

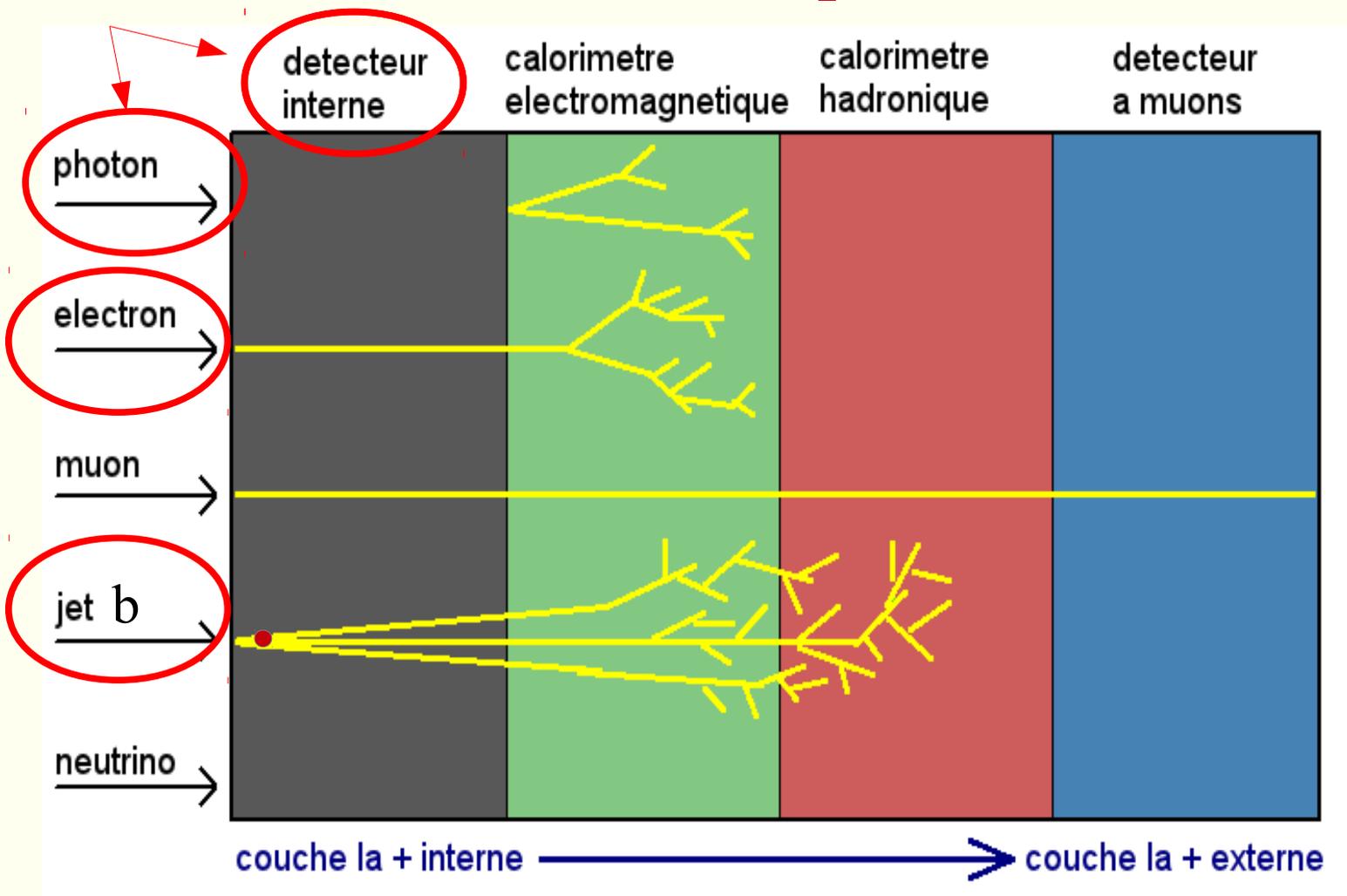


Il faut bien un point de départ...



LAPP !

# Identification des particules



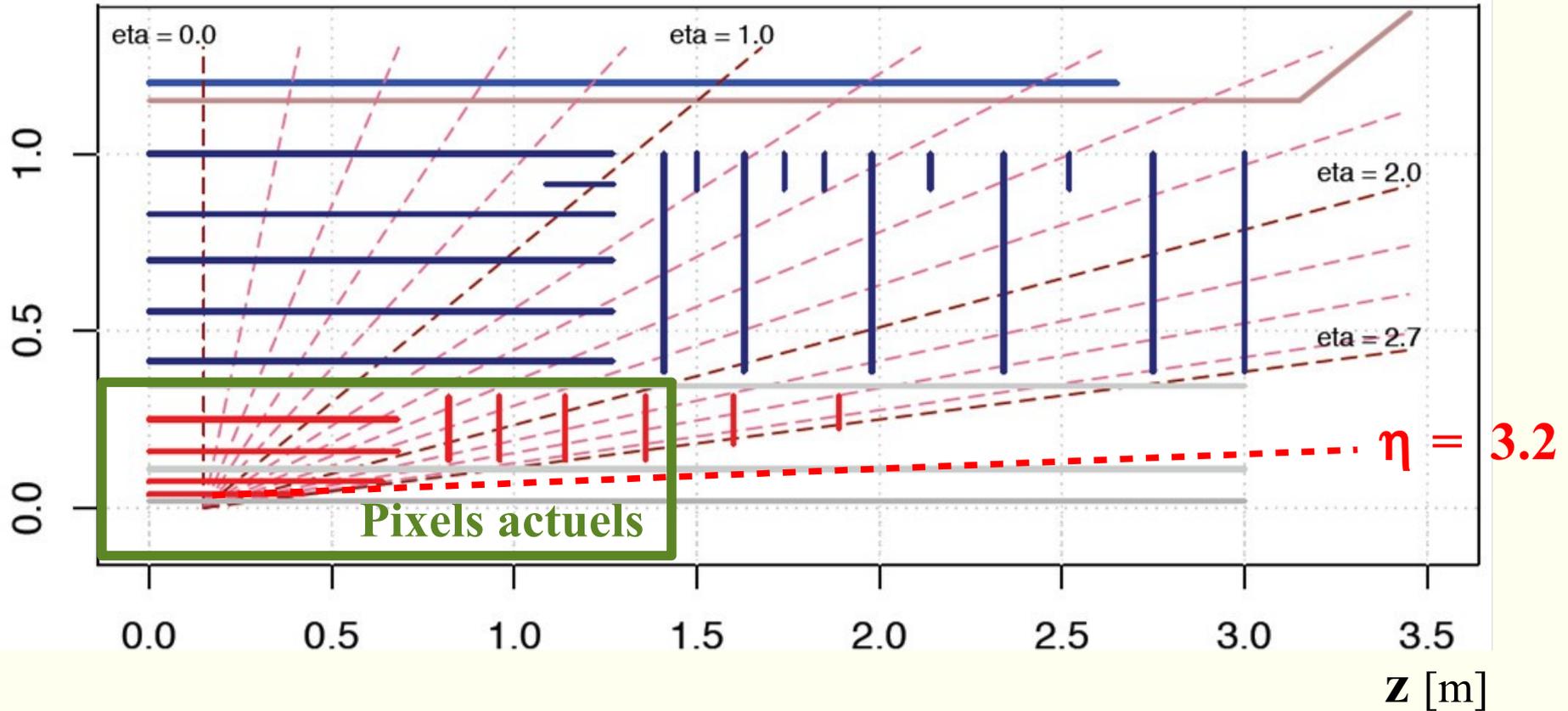
## Amélioration des résultats de physique :

- 1) plus d'événements → augmenter l'acceptance des particules ?
- 2) bonnes performances d'identification et de reconstruction (**pile-up ?**)



# Layout des pixels HL-LHC

**R** [m]

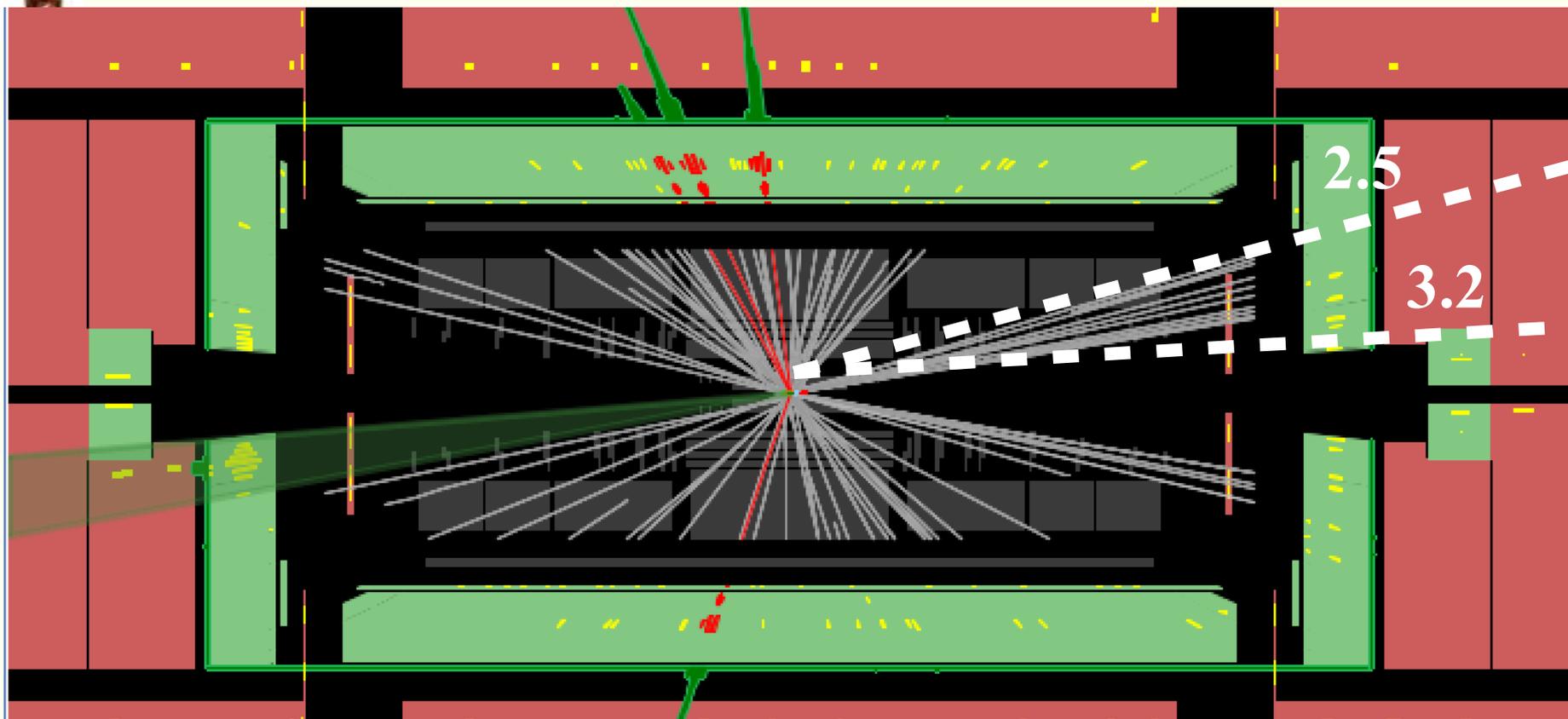


Géométrie de l'ITK telle que définie pour la LoI  
( géométrie standard barrel / endcap )

$$\eta = -\ln [\tan(\theta/2)]$$



# $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow eeee$



**VBFH  $\rightarrow ZZ \rightarrow 4e$  : acceptance 69%  $\Rightarrow$  87%**

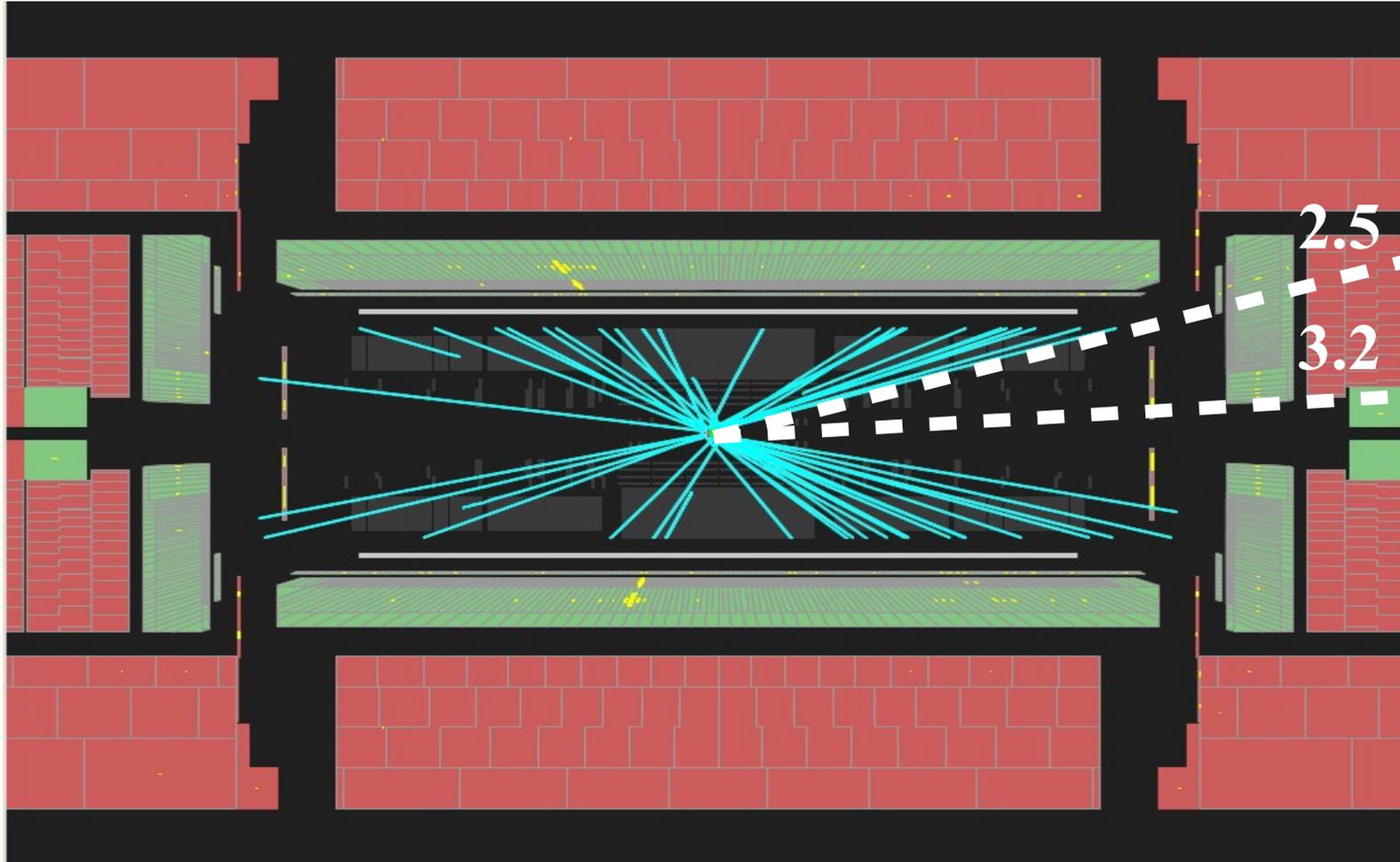
**H  $\rightarrow ZZ \rightarrow 4e$  : acceptance 64%  $\Rightarrow$  82%**

**ZH  $\rightarrow eeH$  : acceptance 67%  $\Rightarrow$  83%**

(estimé sur les particules “brutes” sans simulation du détecteur)



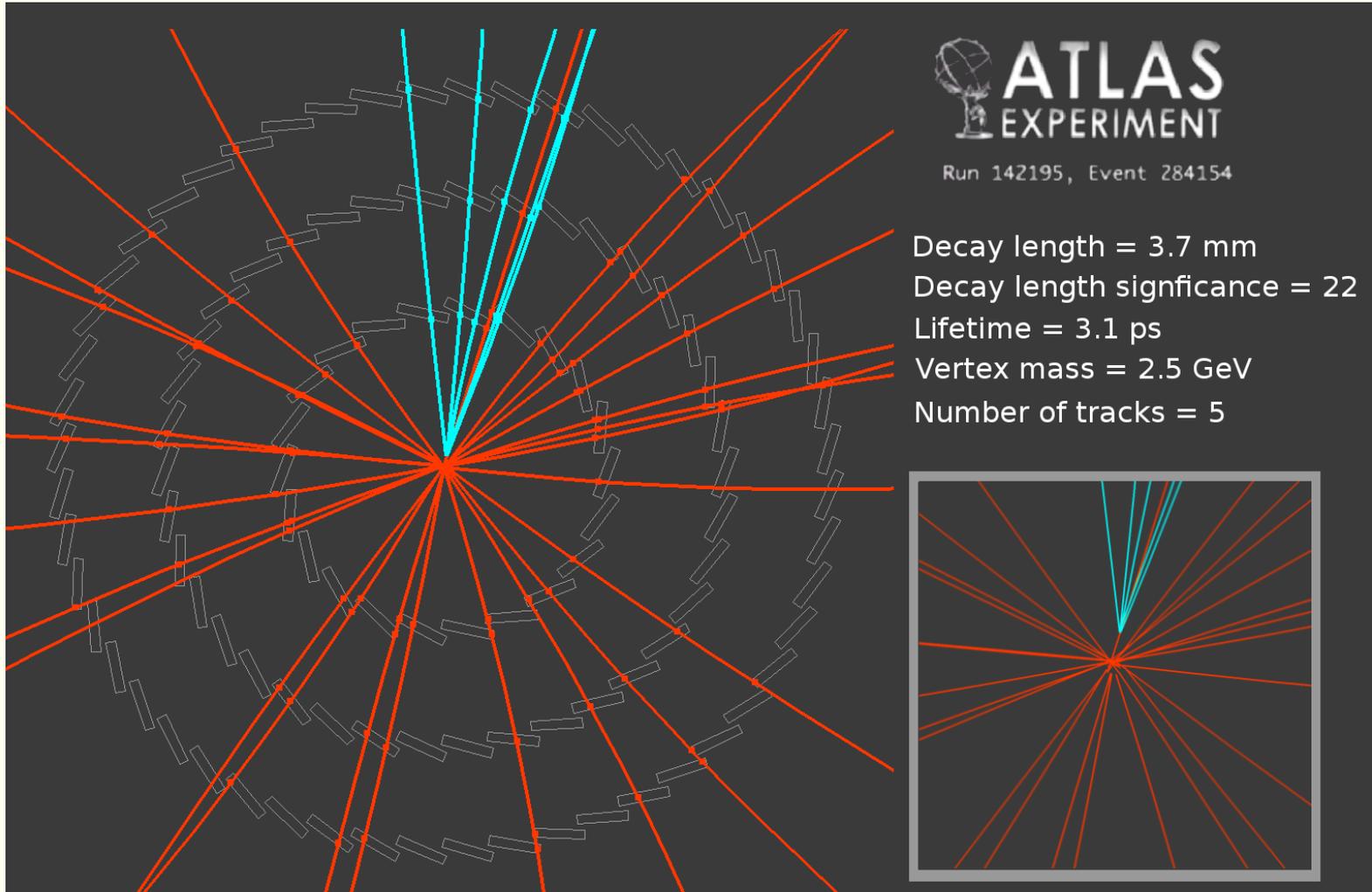
$$H \rightarrow \gamma\gamma$$



$H \rightarrow \gamma\gamma$  : acceptance 70%  $\Rightarrow$  85%  
Quelles efficacités d'identification et reconstruction ?



# b-tagging



Peut-on étendre le b-tagging au-delà de  $\eta = 2.5$  ?  
(impossible à deviner → simulations)



Validation des performances:

# Simulations Complètes

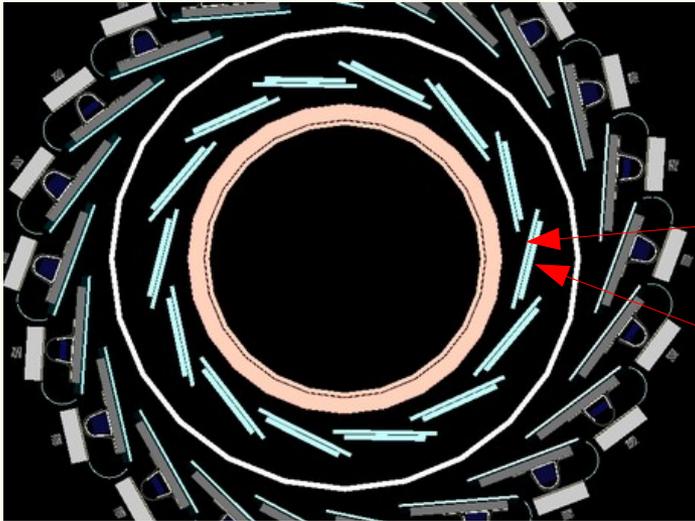
(“fullsim” en jargon de physicien)

- versions préliminaires de ITK
- pas encore de simulation Alpines  
(mais c'est pour bientôt)

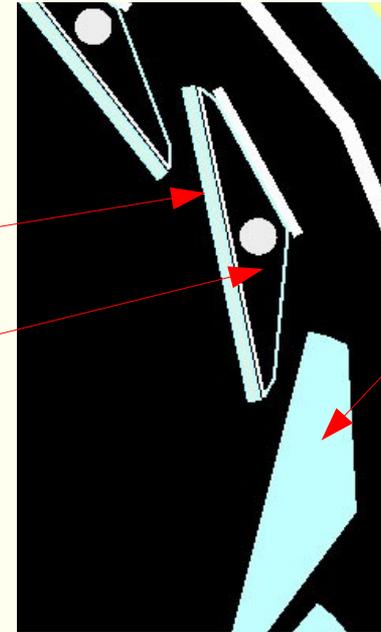


# Géométrie du détecteur Alpin (Sabine, Teddy)

Modèle initial



Modèle détaillé



Pixel module

Stave  
(échelle)

Enveloppe  
convexe 3D

Cooling pipe  
(outer shape)

Cable  
flex

Omega

Foam

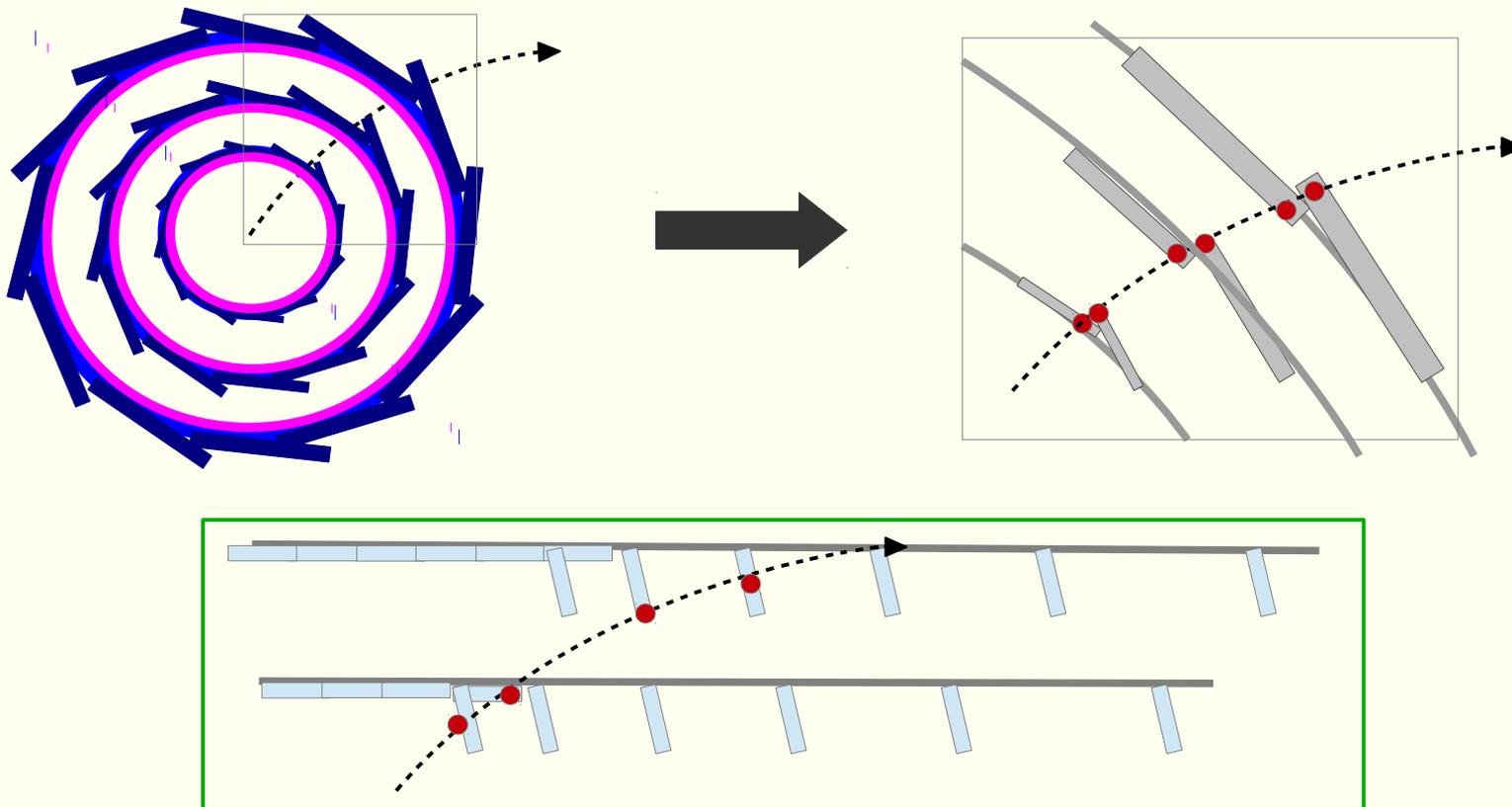
Colle chargée

## Création du modèle géométrique:

- ◆ Classes d'objets prédéfinis (cônes, tubes, polygones, boîtes, ... )
- ◆ Définir l'arborescence de volumes 3D
  - ◆ ne pas oublier les services : câbles, cooling, supports, colle...
  - ◆ déterminer la quantité de matière affectée à chaque volume géométrique (ou comment découvrir le monde fascinant des colles, des résines époxy et des fibres de verre....)
- ◆ Sauvegarde de la description dans la base de données géométrie

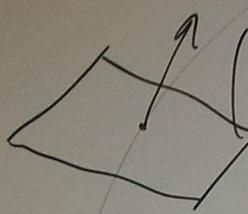


# Algorithme de tracking Alpin (Rémi, Sabine, Teddy)

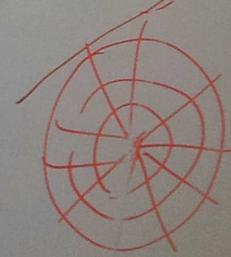
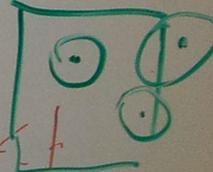
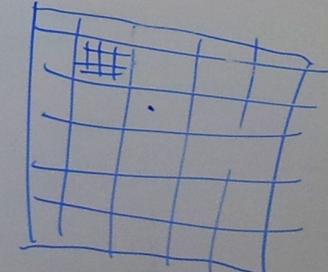
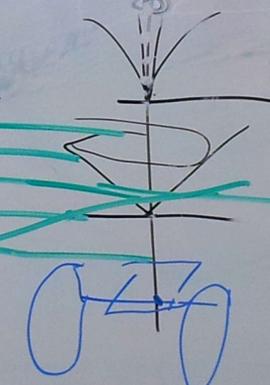
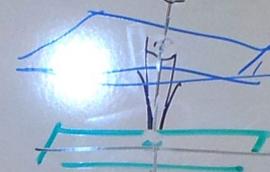
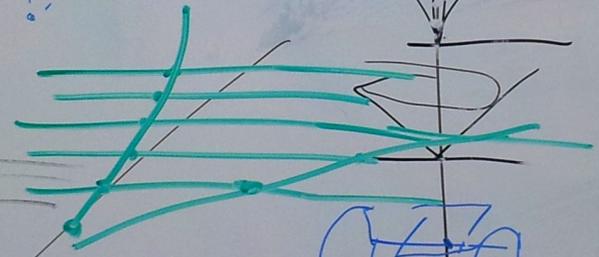
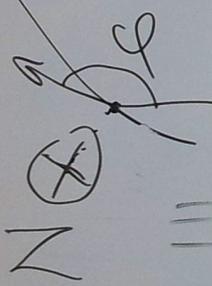
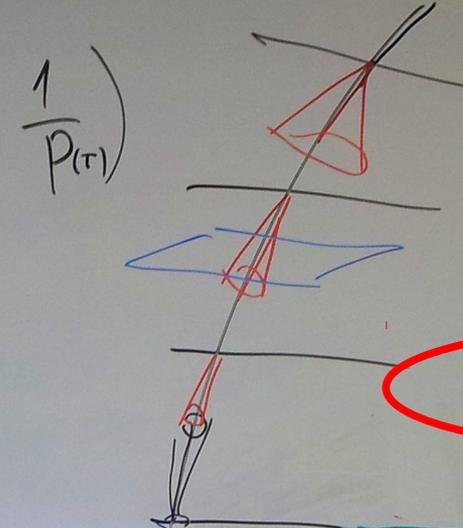
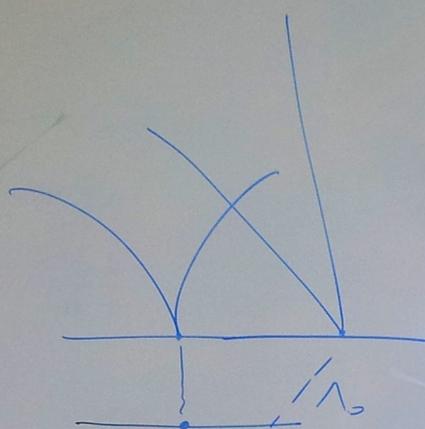
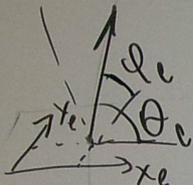


Le tracking existe pour les géométries “standard”  
Opération plus complexe dans le cas de la géométrie Alpin  
(surface de tracking  $\neq$  surface de détection)

$(x, y, \theta, \varphi, \frac{1}{p(r)})$

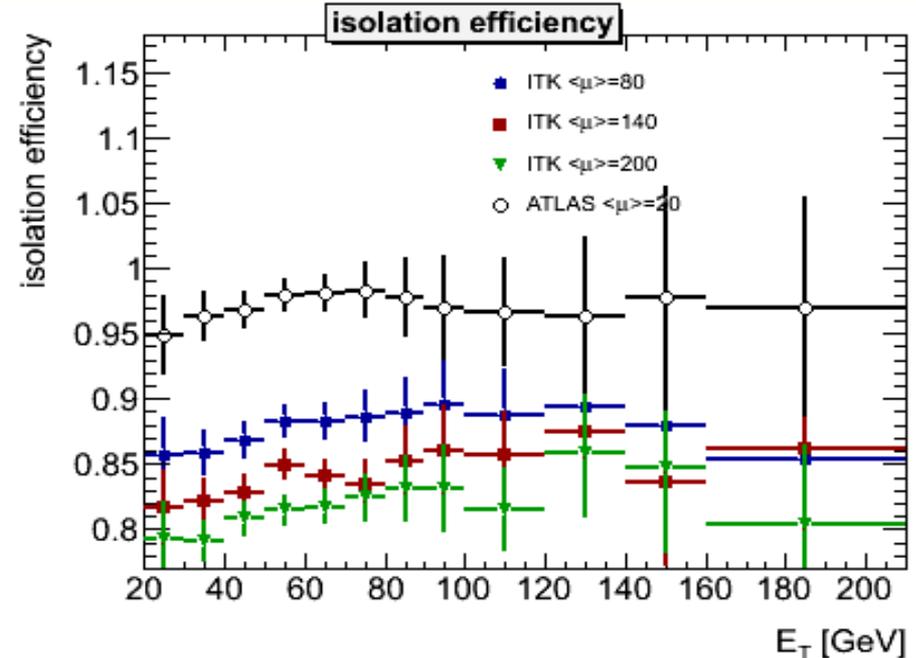
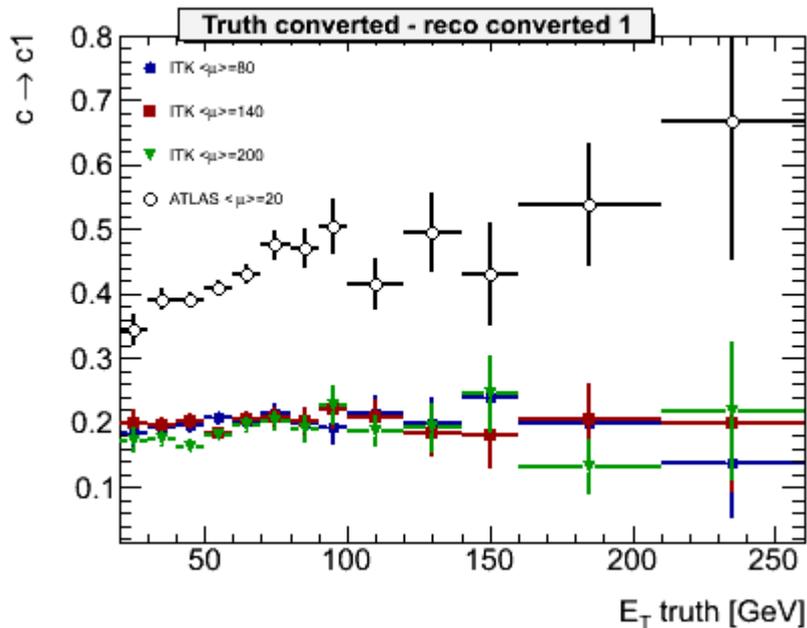


IE extrapolator  
 (IU ~~Propagator~~ ~~pd~~)  
 I Mat Eff Upd  
 I Tr Layer





# Etudes de performances photons avec simulations ITK (Jessica)



c'est pas encore ça...  
(rien n'a été optimisé pour la nouvelle  
géométrie)



# Résumé

- ♦ Objectifs de physique bien définis pour HL-LHC
  
- ♦ Modélisation de la géométrie Alpine en cours
  - ♦ Manquent services et tracking
  
- ♦ Une fois que l'on aura des simulations alpines
  - ♦ Optimiser la position des staves et des modules
  - ♦ Optimiser les algorithmes de reconstruction de traces
  - ♦ Optimiser les performances photons, électrons, b-jets
    - Minimiser l'effet du pile-up
  - ♦ Quantifier l'amélioration pour les mesures de physique
    - Comparer avec les géométries concurrentes
  
- ♦ Ecrire un chapitre dans le TDR (2016 ? )