



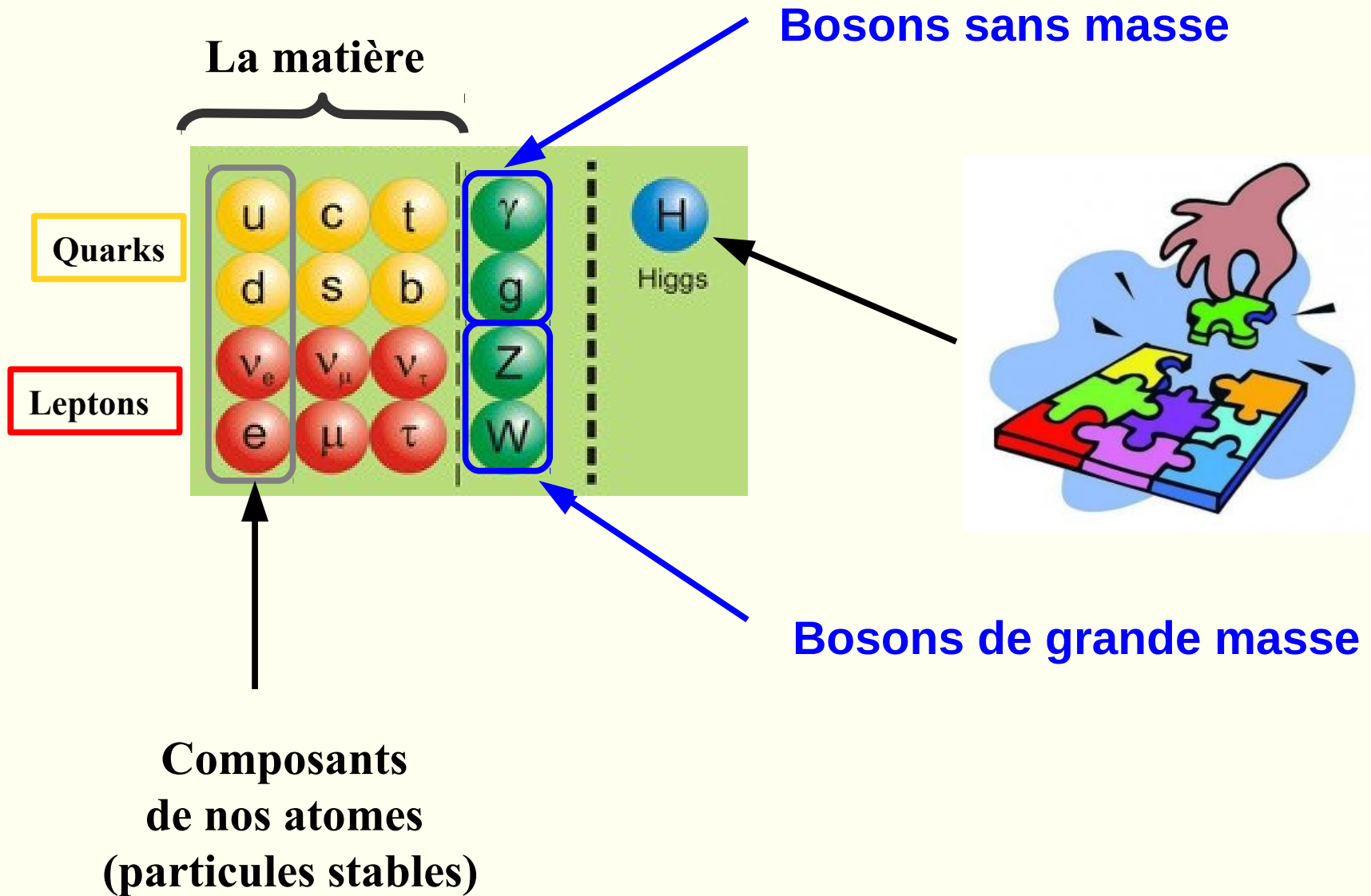
Motivations physiques pour les pixels alpins (+ very forward)



Sabine, Teddy
Jessica, Rémi



Le Modèle Standard





Découverte du boson de Higgs

Juillet 2012 (ATLAS+CMS)



← Peter Higgs (content)

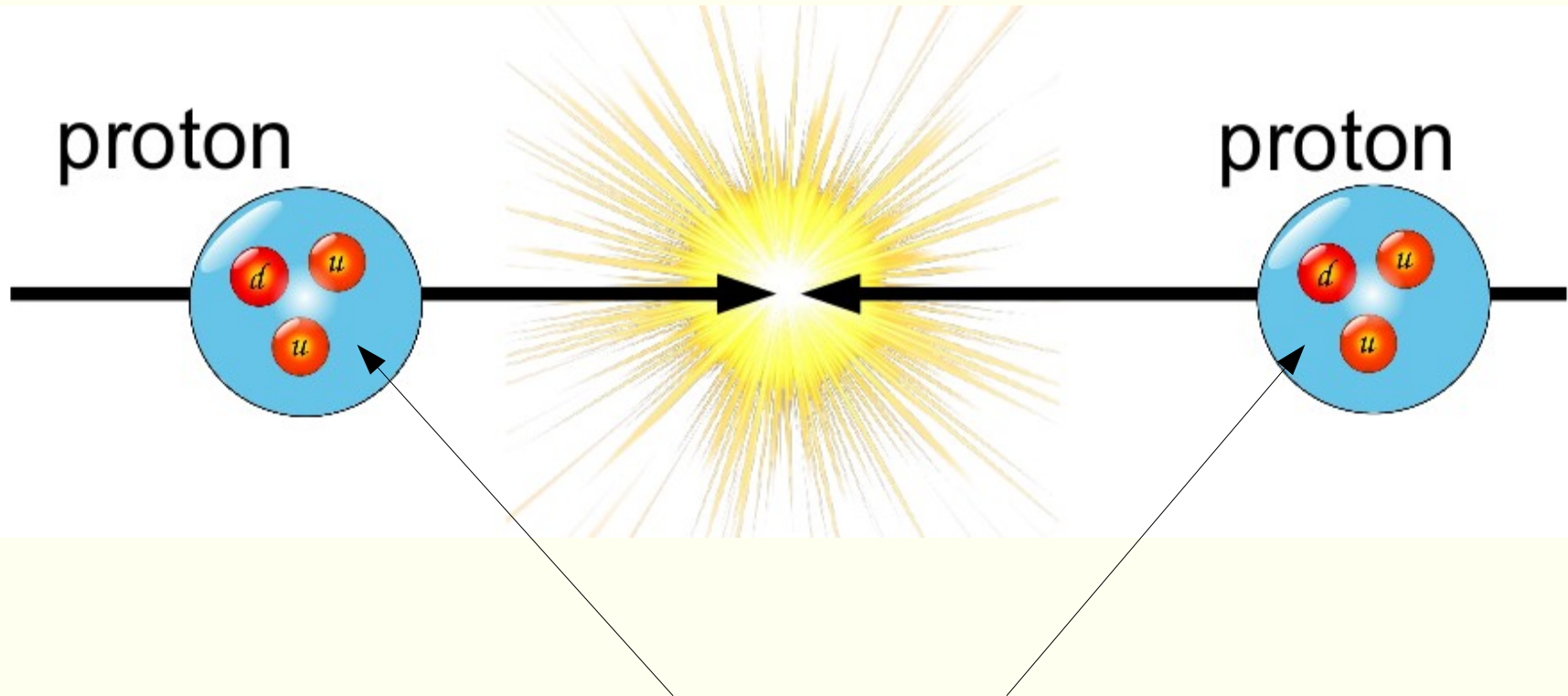


On pense que c'est le boson de Higgs, parce que...

- ♦ 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

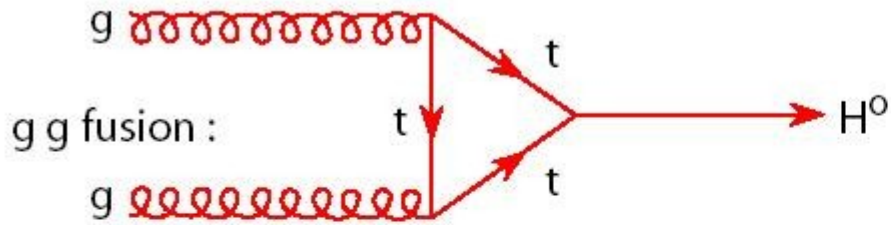


Chaque proton contient
des quarks et des gluons

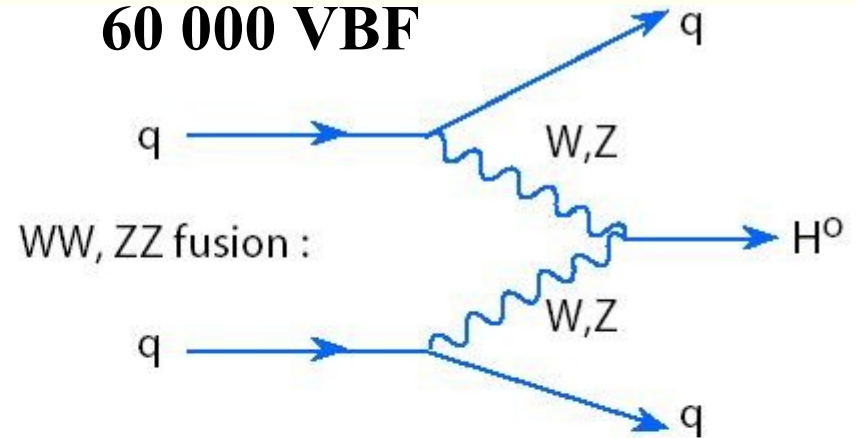


Production du Higgs au LHC

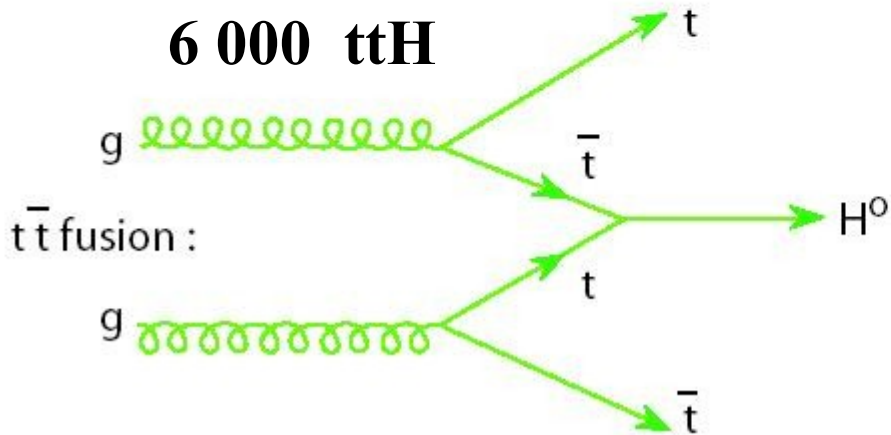
800 000 H



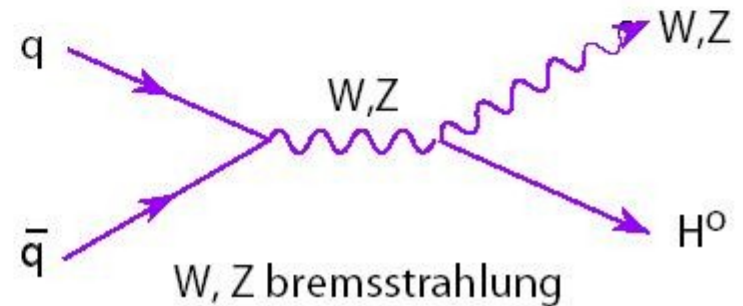
60 000 VBF



6 000 ttH



20 000 WH et ZH



Nombre de bosons de Higgs produits en 2011+ 2012



Désintégrations du boson de Higgs

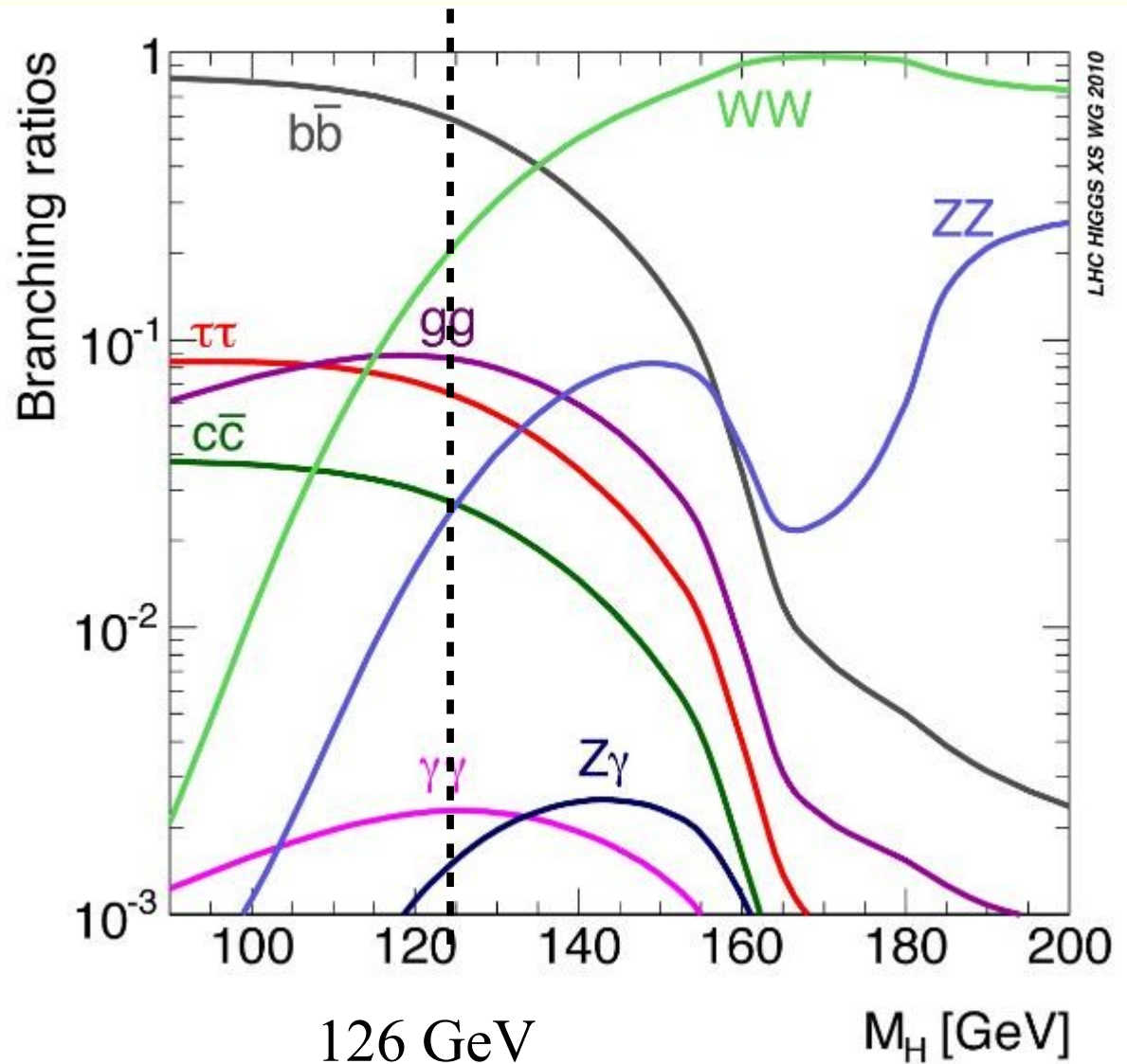
70% \rightarrow $b\bar{b}$

9% \rightarrow $\tau\tau$

20% \rightarrow WW

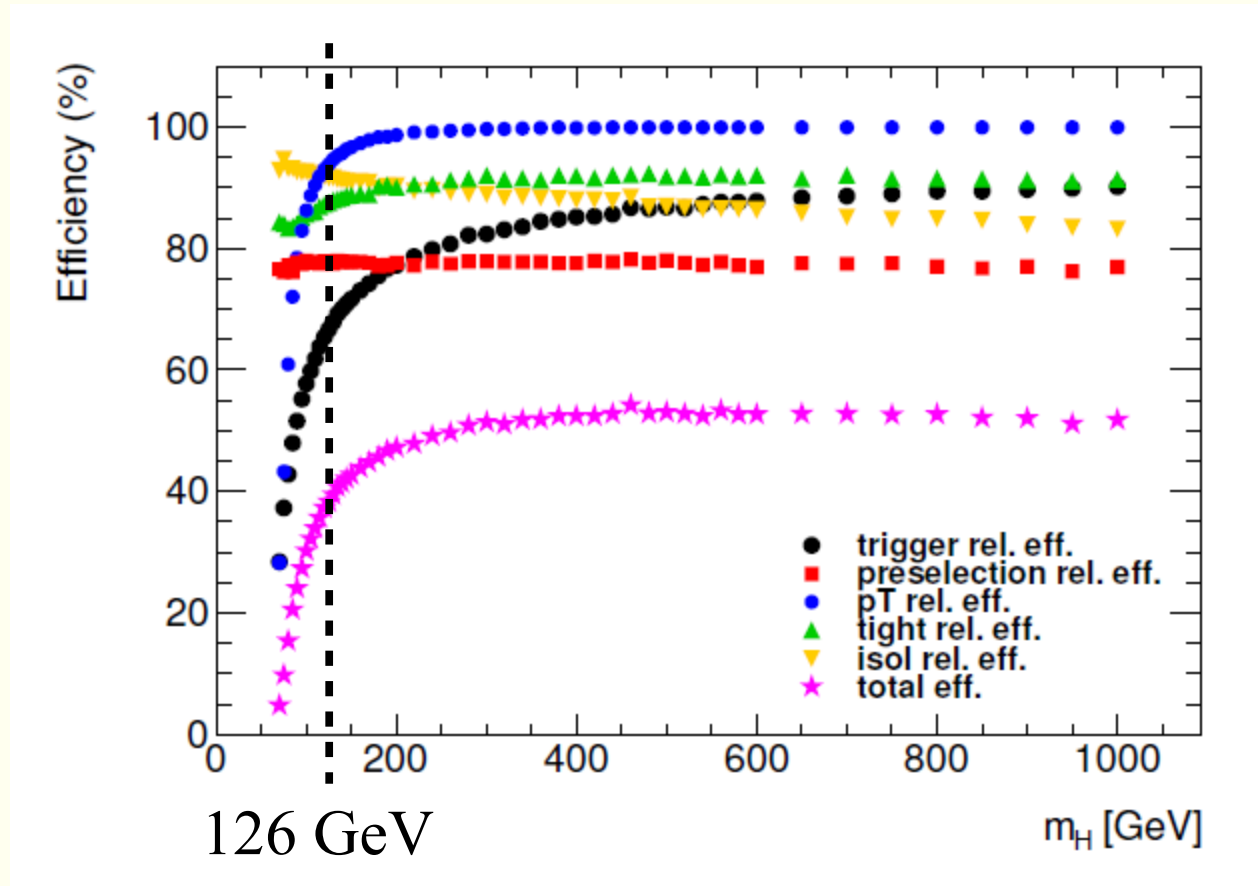
2% \rightarrow ZZ

2/1000 \rightarrow photons





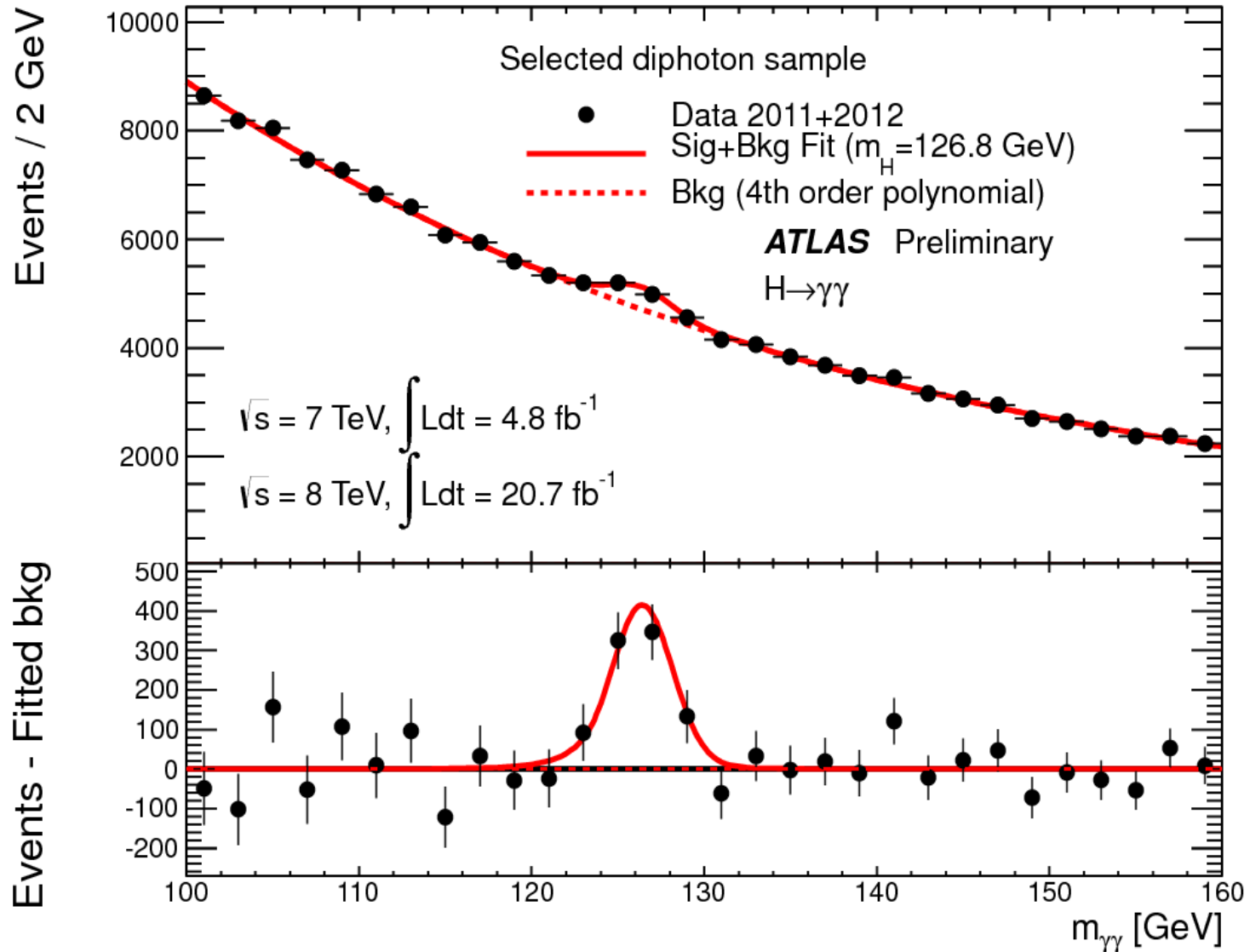
Reconstruction et identification des photons dans ATLAS



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



Observation de $H \rightarrow \gamma\gamma$



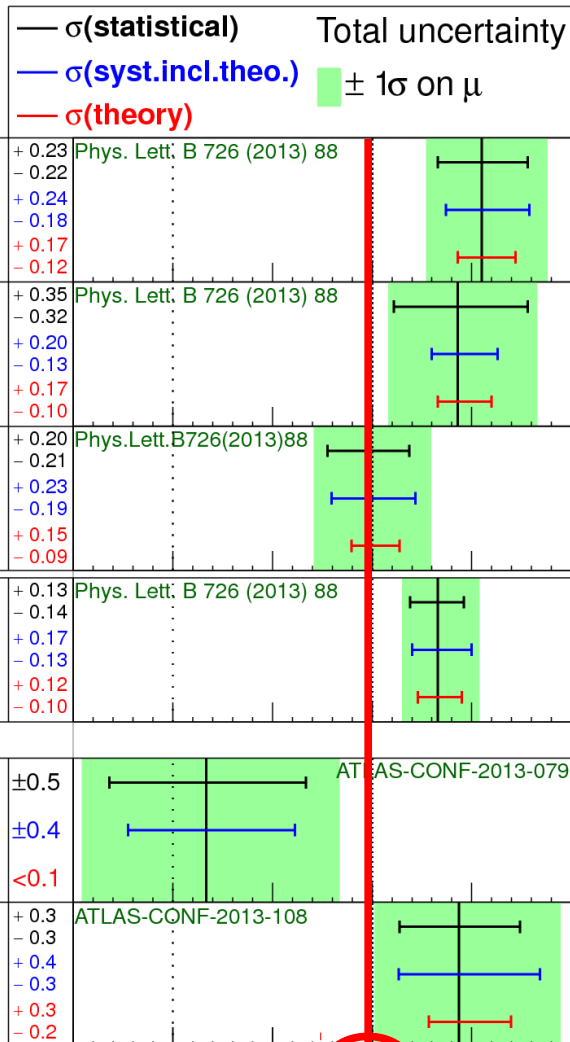
Si l'on prend en compte les taux de désintégration et les inefficacités de reconstruction dans le détecteur, il ne reste plus beaucoup de Higgs...⁹



Etats des mesures aujourd'hui

ATLAS Prelim.

$m_H = 125.5$ GeV



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

Signal strength (μ)

♦ 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 γ , en deux Z, en 2 W et en 2 τ (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.

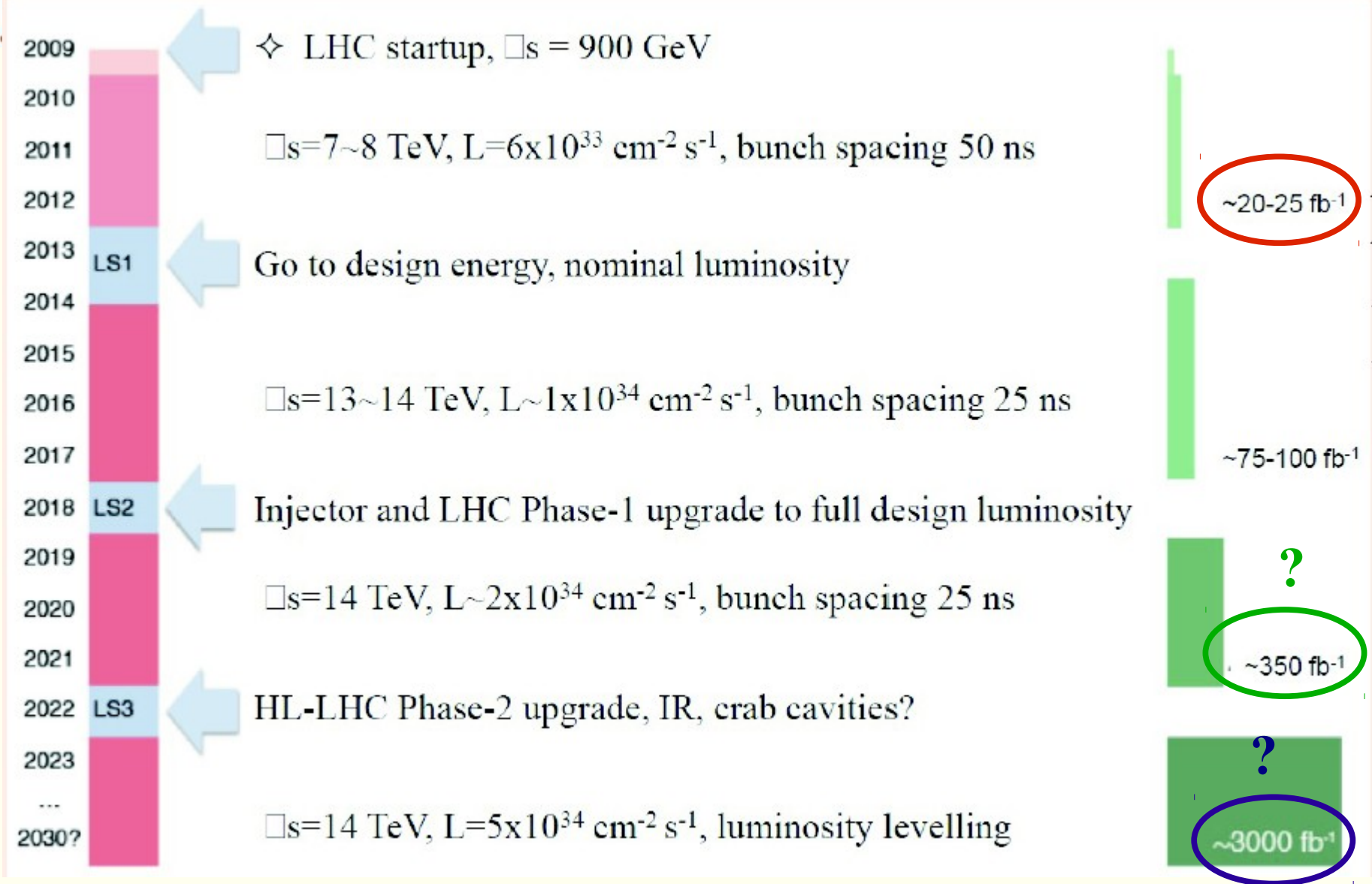
Elle va continuer pendant le Run 2.

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

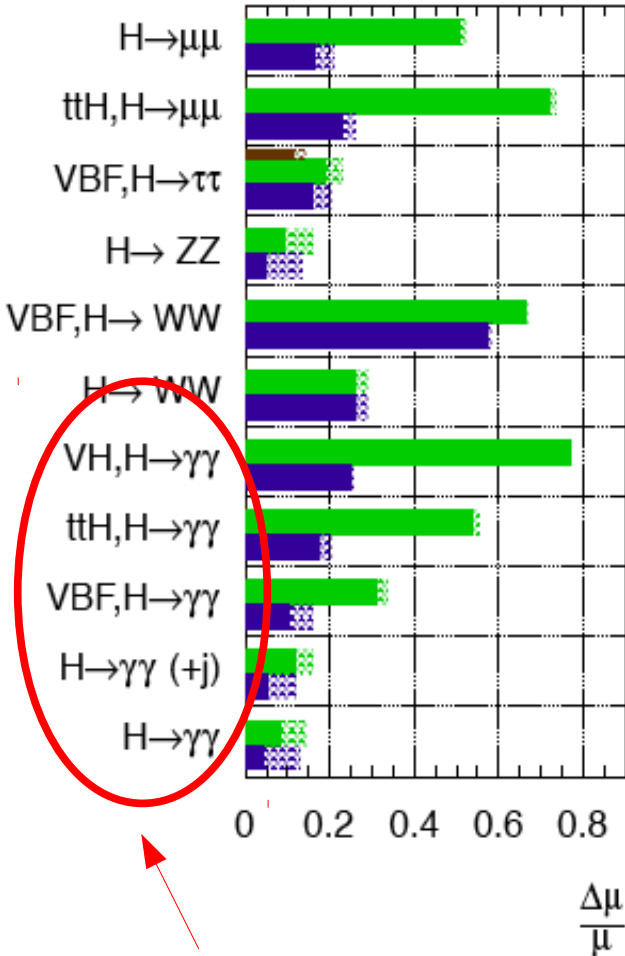


Mesure des couplages du Higgs

ATLAS Preliminary (Simulation)

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

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



LAPP !

Fin du LHC

Fin du HL-LHC

	300 fb ⁻¹	3000 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

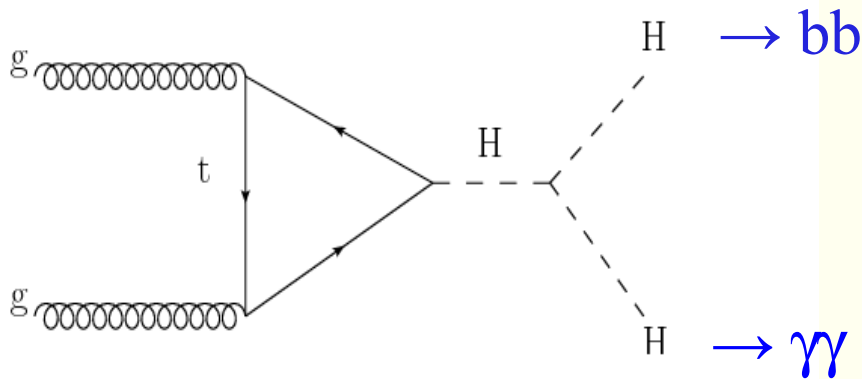
On devrait pouvoir y arriver au HL-LHC... en faisant plein de suppositions sur les performances futures du détecteur



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⁻¹):

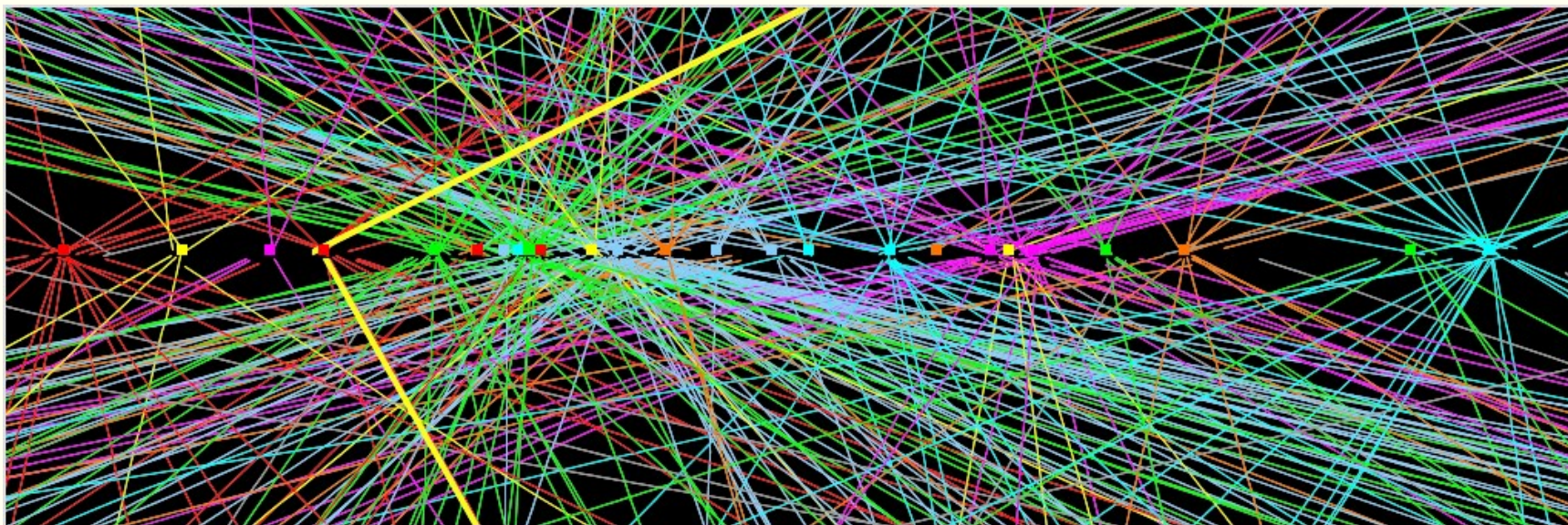
- ♦ on doit produire ~ 270 événements **HH → bbγγ**
- ♦ on pense en reconstruire ~11 (avec ~ 19 événements de bruit de fond).
- ♦ Les physiciens sont optimistes.

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



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)

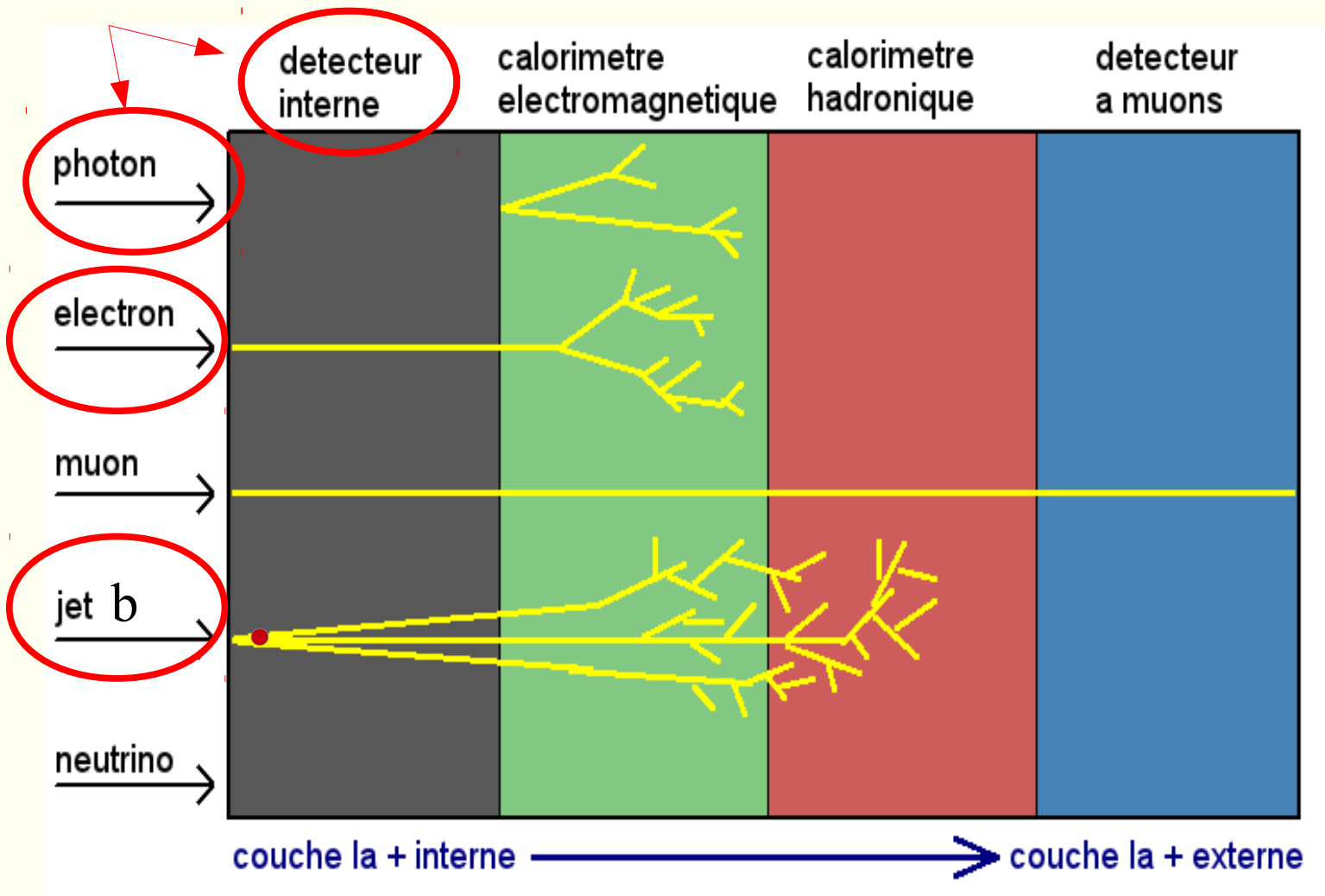


Il faut bien un point de départ...



LAPP !

Identification des particules



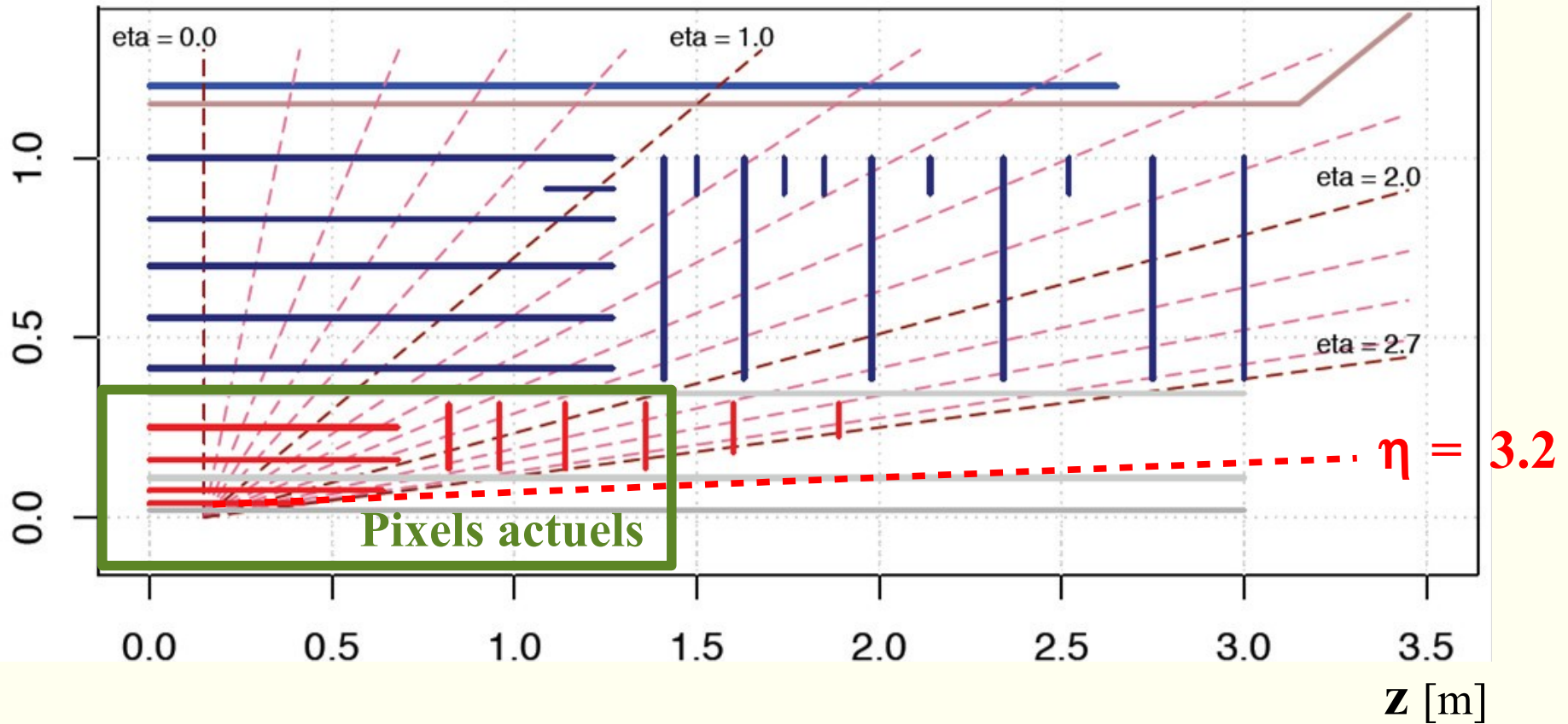
Amélioration des résultats de physique :

- 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]

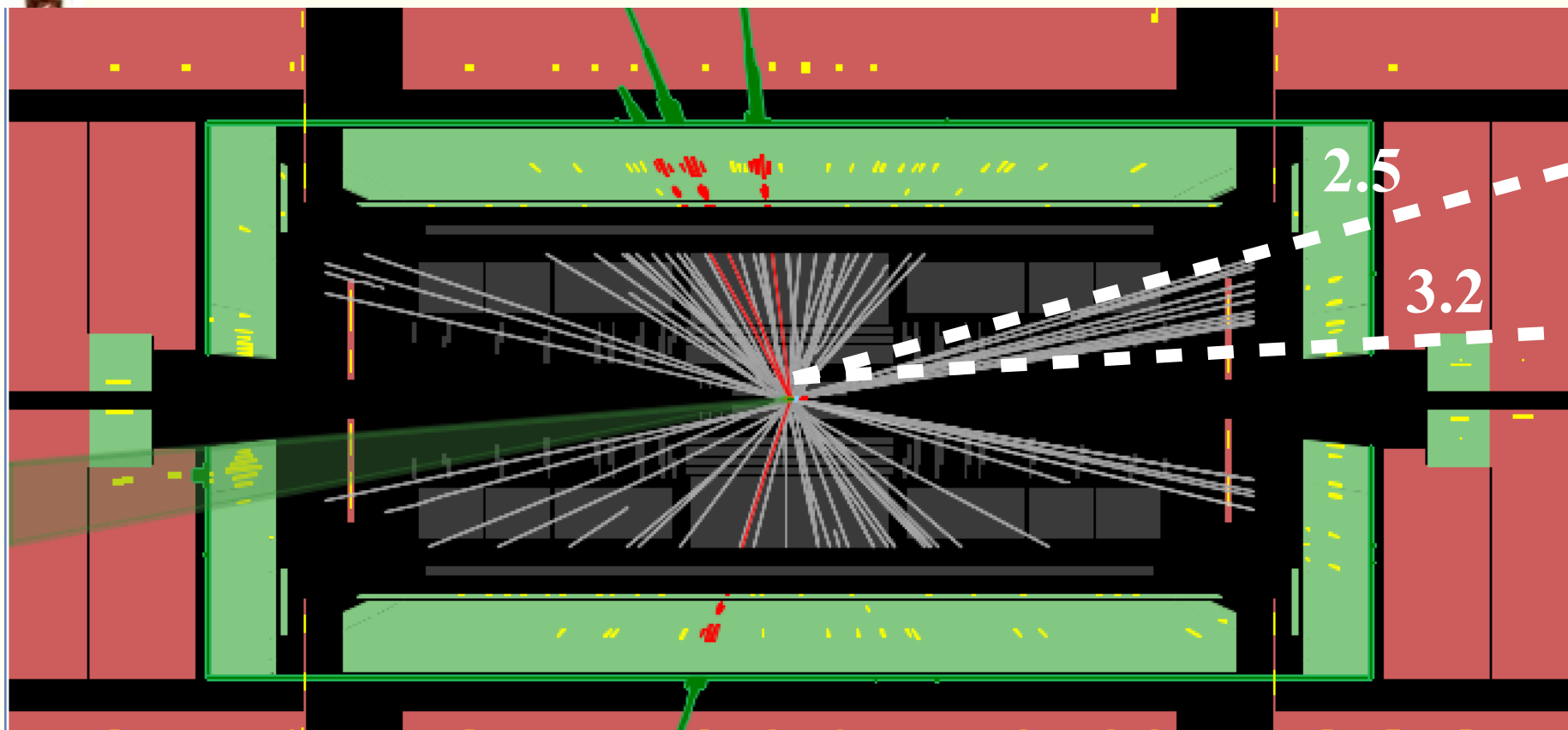


Géométrie de l'ITK telle que définie pour la LoI
(géométrie standard barrel / endcap)

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



$H \rightarrow ZZ^* \rightarrow eeee$



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

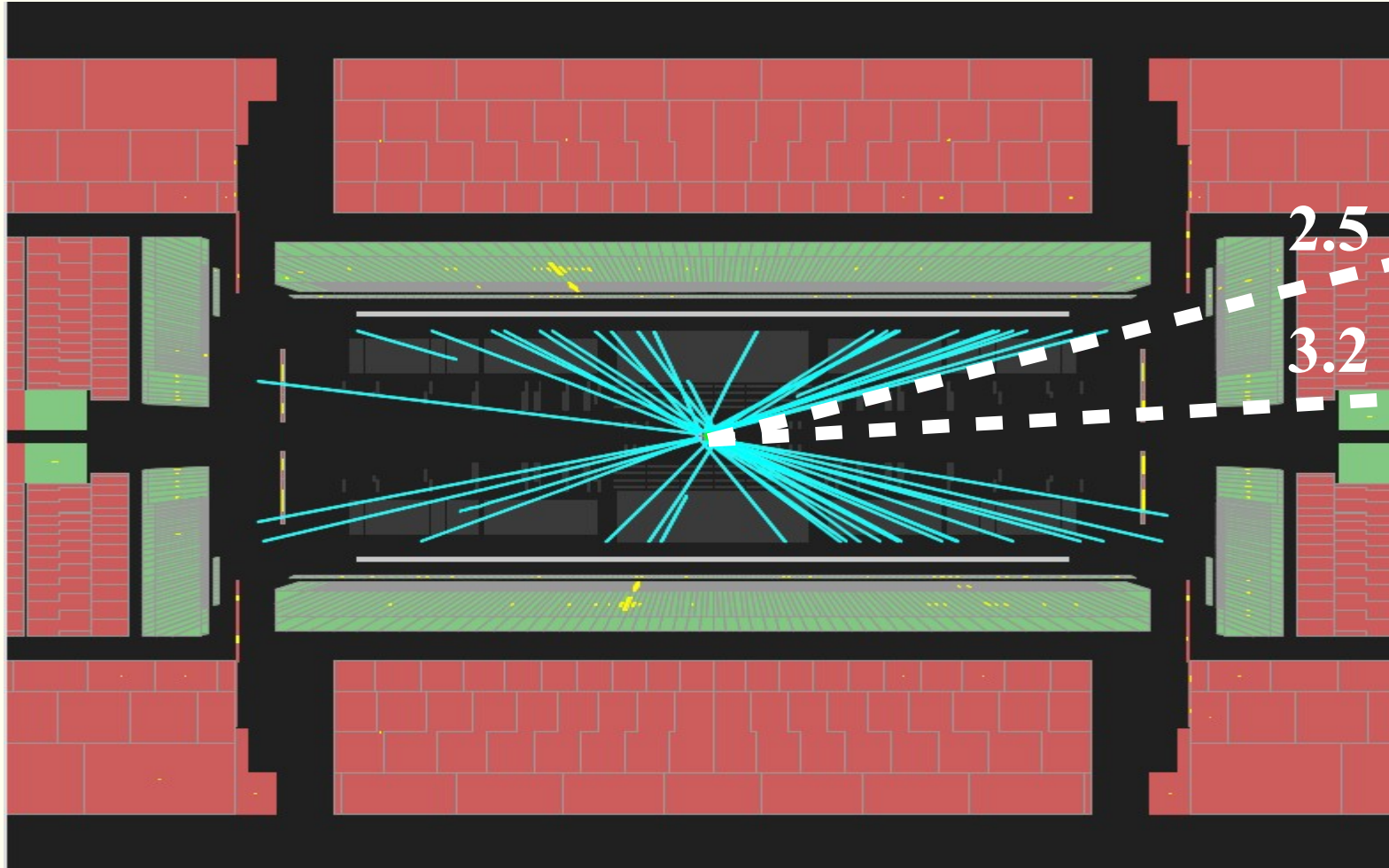
$H \rightarrow ZZ \rightarrow 4e$: acceptance 64% \Rightarrow 82%

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

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



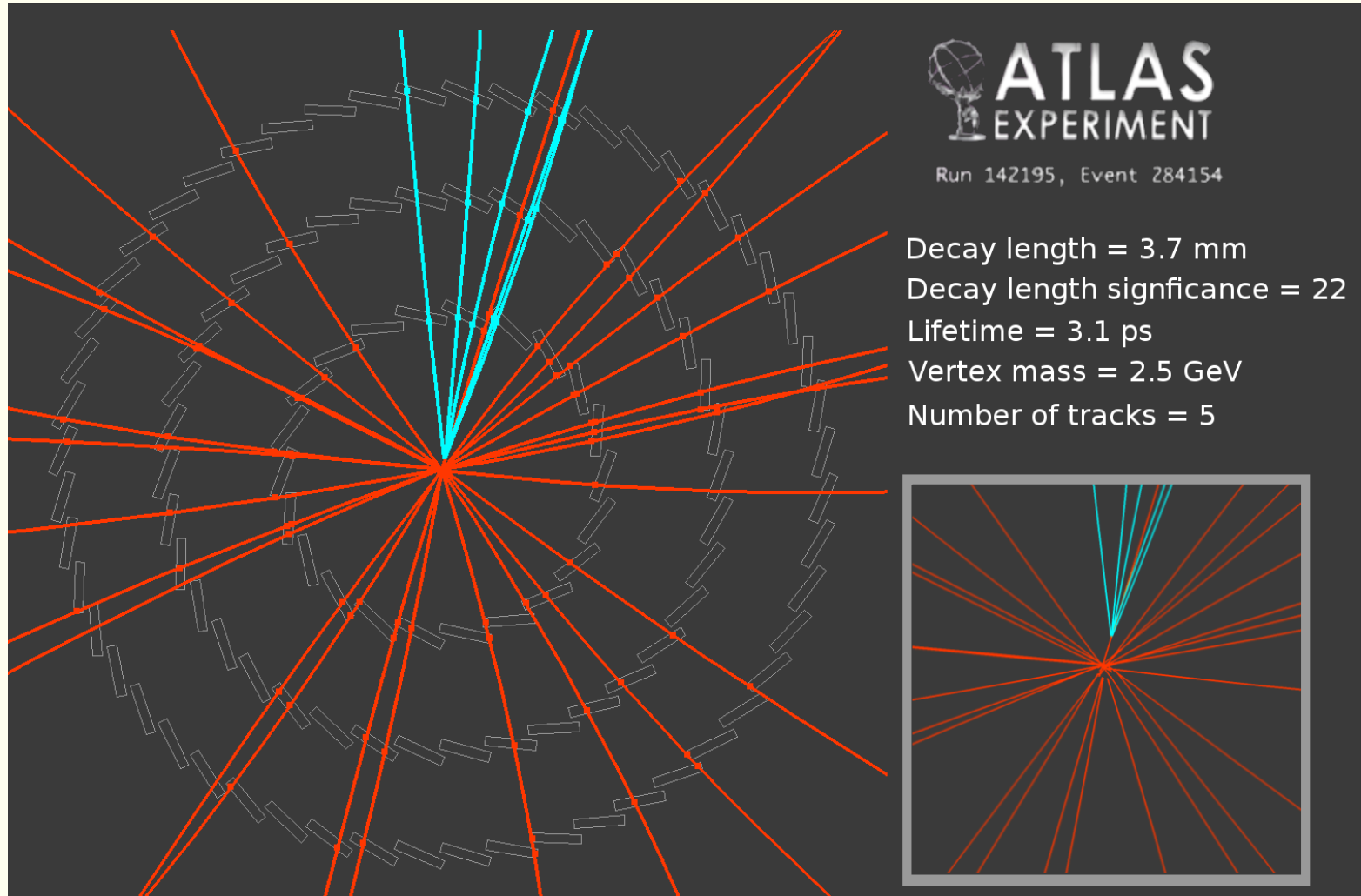
$$H \rightarrow \gamma\gamma$$



$H \rightarrow \gamma\gamma$: 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

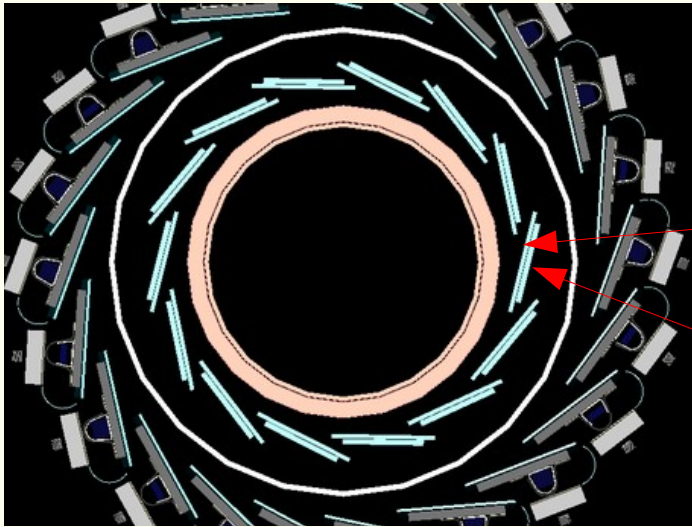
(“fullsim” en jargon de physicien)

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

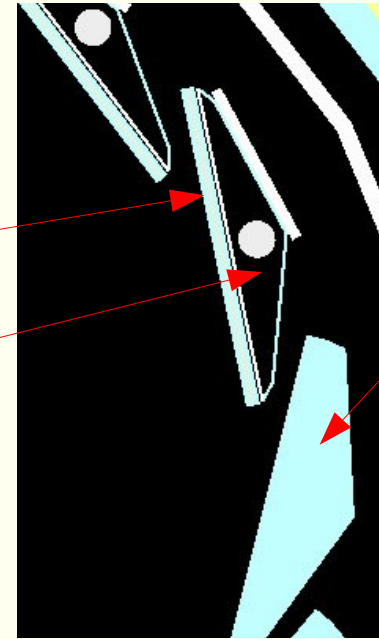


Géométrie du détecteur Alpin (Sabine, Teddy)

Modèle initial



Modèle détaillé



Pixel module

Stave
(échelle)

Enveloppe
convexe 3D

Cooling pipe
(outer shape)

Cable
flex

Omega

Foam

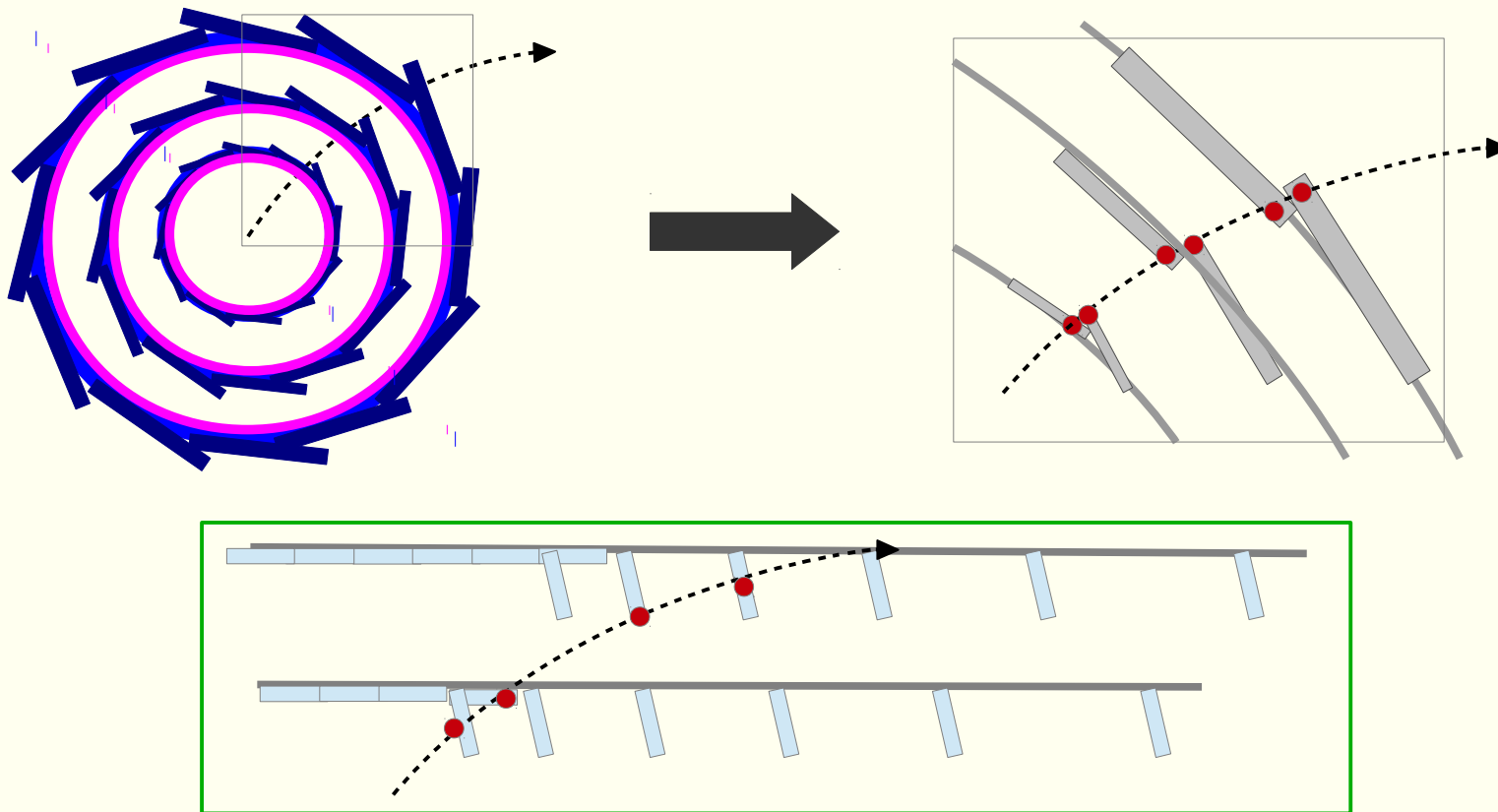
Colle chargée

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



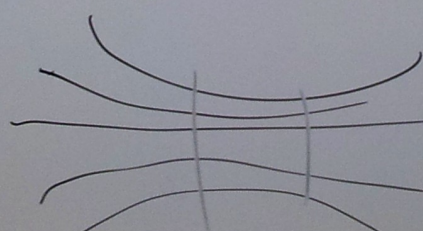
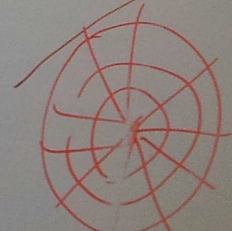
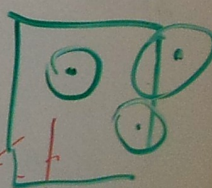
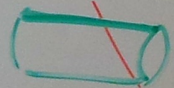
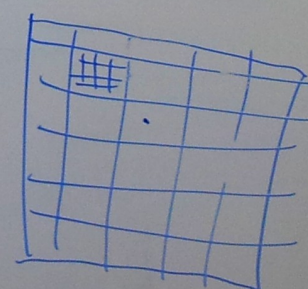
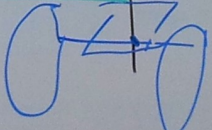
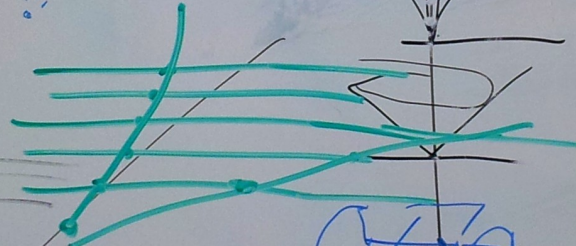
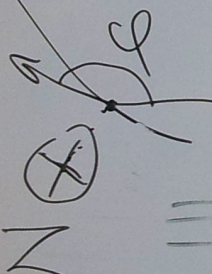
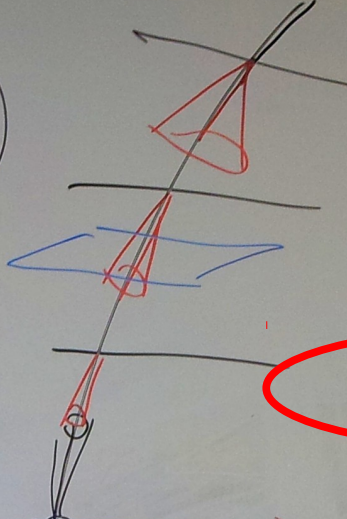
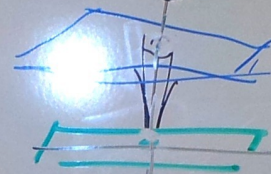
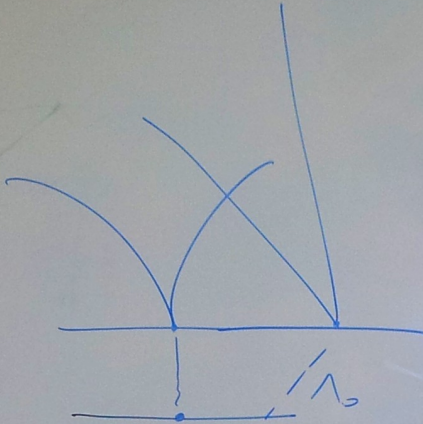
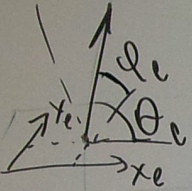
Algorithme de tracking Alpin (Rémi, Sabine, Teddy)



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

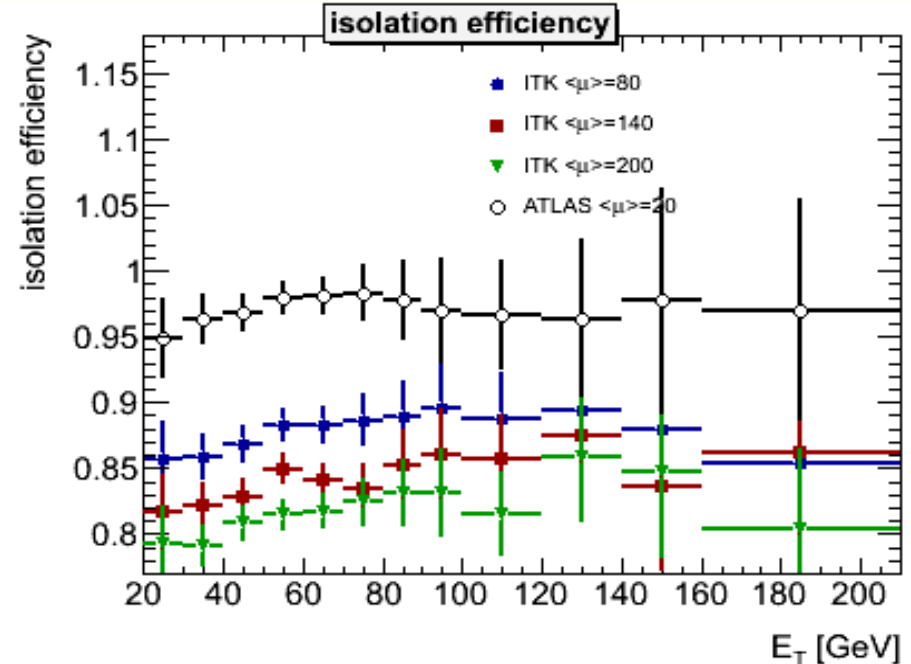
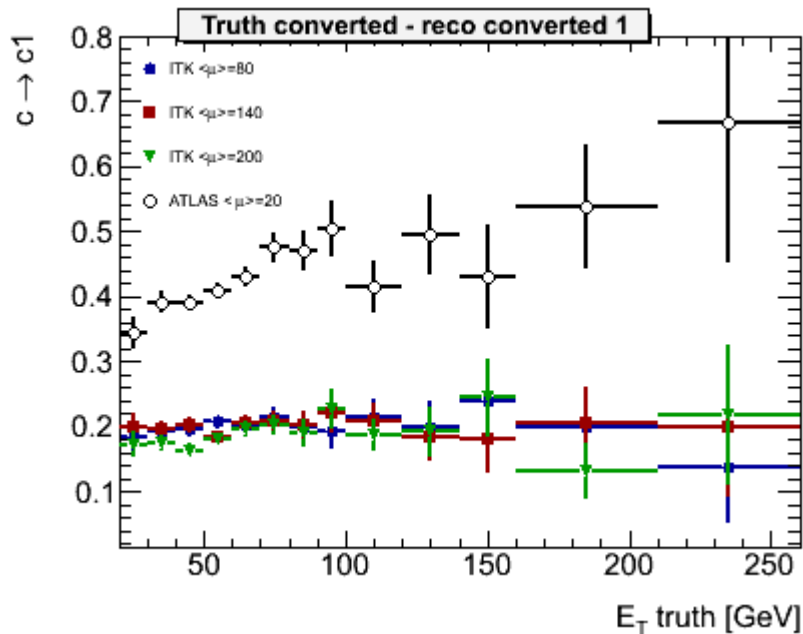
$(x, y, \theta, \varphi, \frac{1}{p(r)})$

IE extrapolator
(IU ~~Propagator~~ ~~pd~~)
IMat Eff Upd
ITk 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 ?)