

Production associée

ZH / WH, $H \rightarrow \gamma\gamma$

$m_H = 120 \text{ GeV}$

Georges Azuelos
Bertrand Brelier
Fairouz Malek

12 septembre 2007

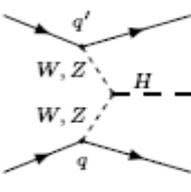
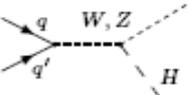
Physique ATLAS France
Seignosse

Sommaire

- ◆ Motivations de la production associée
- ◆ Datasets utilisés et sections efficaces
- ◆ Analyse des désintégrations leptoniques
- ◆ Efficacité du trigger
- ◆ Conclusions

Motivations de la production associée

- ◆ Cohérence du Modèle Standard : les sections efficaces et les couplages sont prédits pour une masse donnée (ATL-PHYS-2003-030, Michael Dürrssen).

	WBF:	$H \rightarrow ZZ^{(*)} \rightarrow 4l$	110 GeV - 200 GeV
	Weak Boson	$H \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow l\nu l\nu$	110 GeV - 190 GeV
	Fusion	$H \rightarrow \tau\tau \rightarrow l\nu l\nu$	110 GeV - 150 GeV
	$(qq H)$	$H \rightarrow \tau\tau \rightarrow l\nu had\nu$	110 GeV - 150 GeV
		$H \rightarrow \gamma\gamma$	110 GeV - 150 GeV
	WH	$H \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow l\nu l\nu (l\nu)$	150 GeV - 190 GeV
		$H \rightarrow \gamma\gamma$	110 GeV - 120 GeV
	ZH	$H \rightarrow \gamma\gamma$	110 GeV - 120 GeV

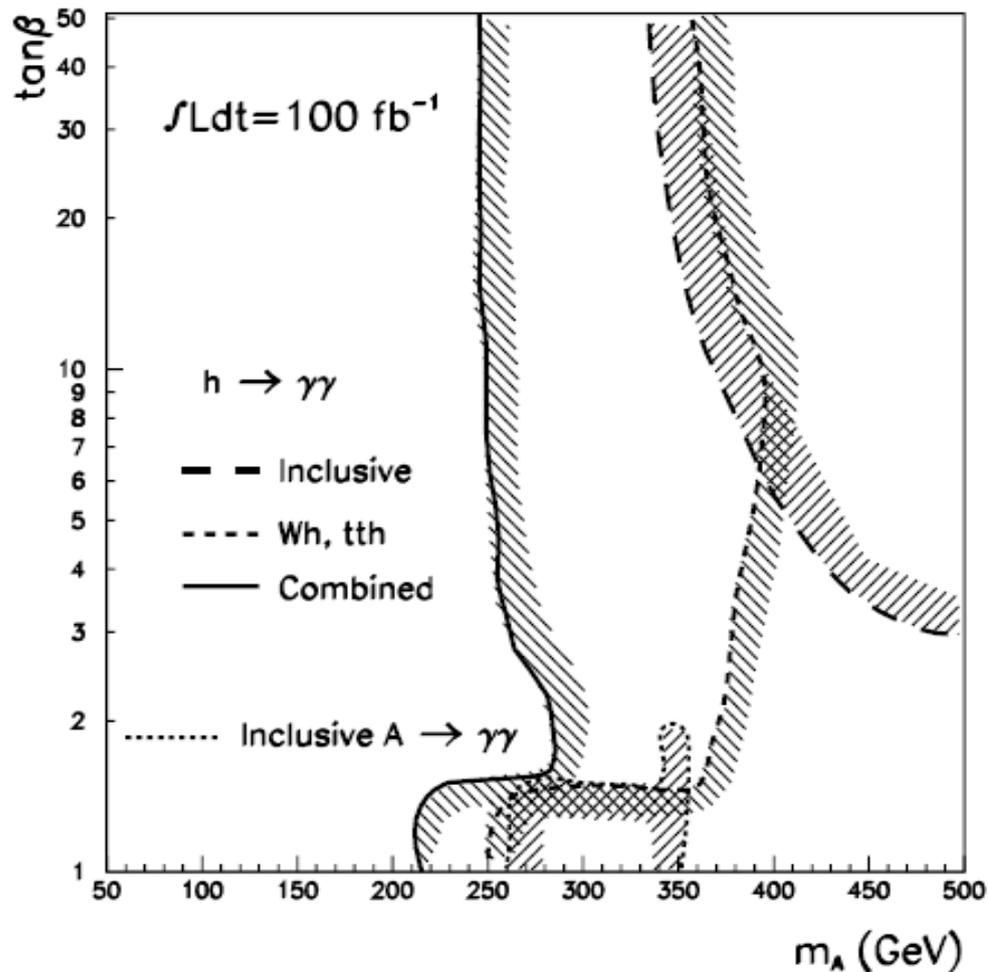
Les processus de production associée ainsi que les processus VBF sont les processus principaux pour estimer le couplage Z/W H.

Les couplages sont plus difficilement mesurables pour les basses masses du Higgs, il est donc important d'inclure tous les signaux : le Modèle Standard prédit un Higgs de basse masse, c'est donc une région privilégiée pour sa recherche. La désintégration en deux photons est dépendante des couplages car elle inclut des boucles de quarks top et de bosons W,

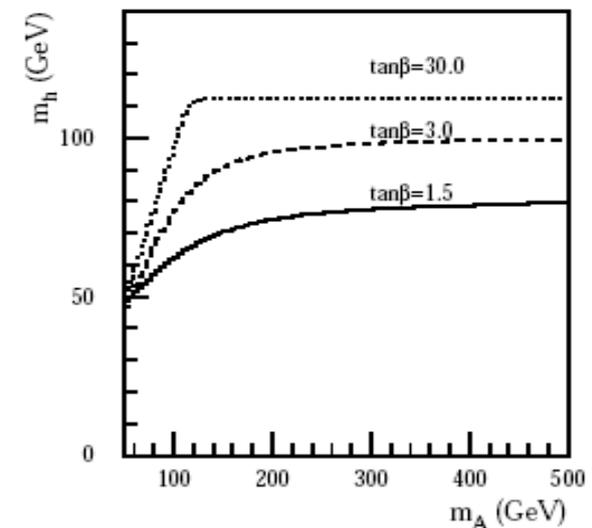
Motivations de la production associée

◆ La production associée peut mettre en évidence de la nouvelle physique (Modèles alternatifs) :

- ◆ Supersymétrie (dépendant de paramètre ($\tan \beta$)) mais à haute luminosité
(Technical Design Report ATLAS)

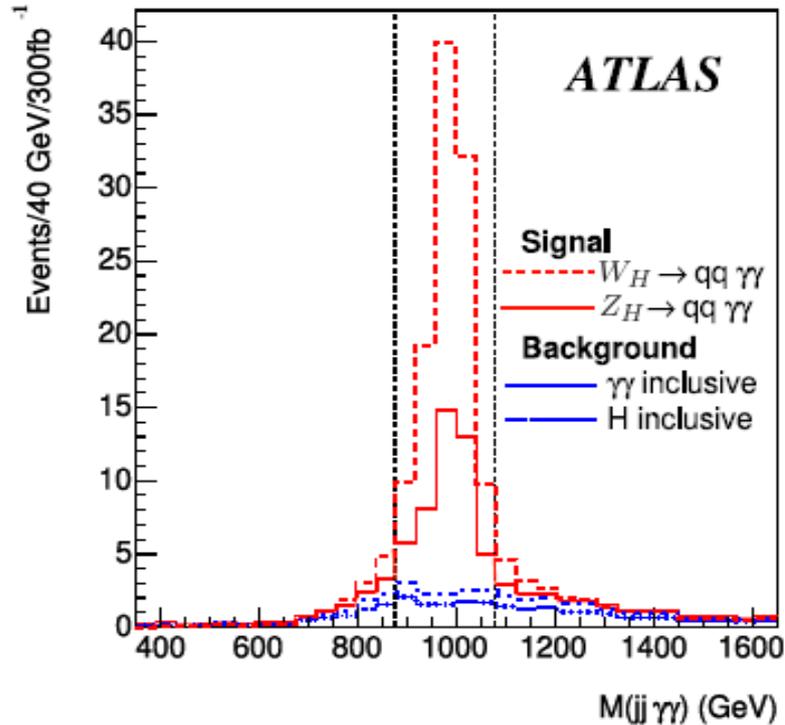


La région pour $\tan \beta$ élevé et pour des masses m_A élevées est la plus importante pour la recherche des basses masses m_h .



Motivations de la production associée

- ◆ modèle Little Higgs (hep-ph/0402037; SN-ATLAS-2004-038)



Le modèle prédit des résonances

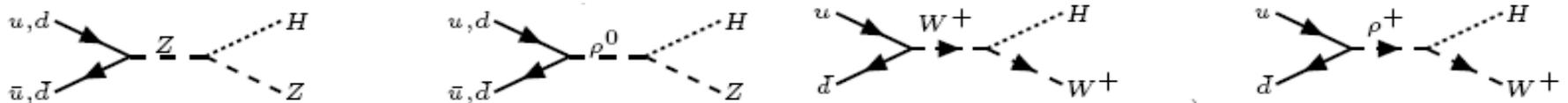
$$Z_H \rightarrow ZH \text{ et } W_H \rightarrow WH :$$

► augmentation de la section efficace de production associée du Higgs avec des énergies plus élevées : le bruit de fond est plus facile à réduire.

- ◆ Modèle de symétrie gauche-droite : résonance $W_R \rightarrow WH$ $Z_R \rightarrow ZH$

(Physics Letters B, Volume 255, Issue 4, p. 599-604)

- ◆ Technicouleur (techni-rho en WH dans le canal s, hep-ph/0512261 A. Zerwekh),



Datasets et Sections efficaces

- ◆ Signaux (datasets officiels) en simulation complète :
 - ◆ 6383 : $ZH \rightarrow \nu\nu \gamma\gamma$: $\sigma = 0.41$ fb
 - ◆ 6816 : $ZH \rightarrow ll\gamma\gamma$: $\sigma = 0.21$ fb
 - ◆ 6887 : $WH \rightarrow lv\gamma\gamma$: $\sigma = 1.23$ fb
 - ◆ 6384 : $H \rightarrow \gamma\gamma$: $\sigma = 64.7$ fb
 - ◆ 6369 : $ttH \rightarrow \gamma\gamma$: $\sigma = 1.52$ fb

- ◆ Bruits de fond (datasets officiels) en simulation complète :
 - ◆ 6358 : $Z\gamma\gamma \rightarrow ll$: $\sigma = 0.34$ fb
 - ◆ 6368 : $Z\gamma\gamma \rightarrow \nu\nu$: $\sigma = 1.00$ fb
 - ◆ 6357 : $W^+\gamma\gamma \rightarrow lv$: $\sigma = 0.47$ fb

- ◆ Bruits de fonds (produits localement) en simulation complète:
 - ◆ $\gamma\gamma$ (125 000 événements, Pythia) $\sigma = 5650$ fb
 - ◆ $W\gamma \rightarrow e\nu$ (260 000 événements, Pythia) $\sigma = 3633$ fb

Le bruit de fond $W\gamma \rightarrow e\nu$

Le détecteur ATLAS peut confondre un électron avec un photon ce qui donnerait comme état final 2 photons et de l'énergie manquante (même signature que le signal $ZH \rightarrow \nu\nu$).

Une étude au niveau générateur avec Pythia a permis de conclure que le second photon vient principalement de rayonnement à l'état final de l'électron ou d'électrons qui sont confondus avec des photons au niveau de la reconstruction :

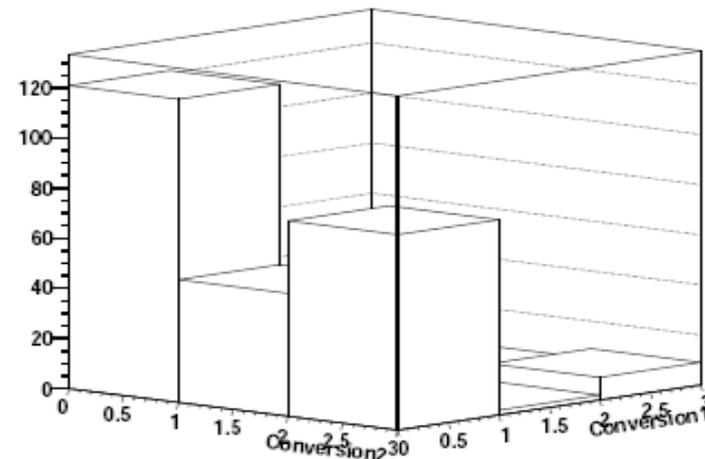
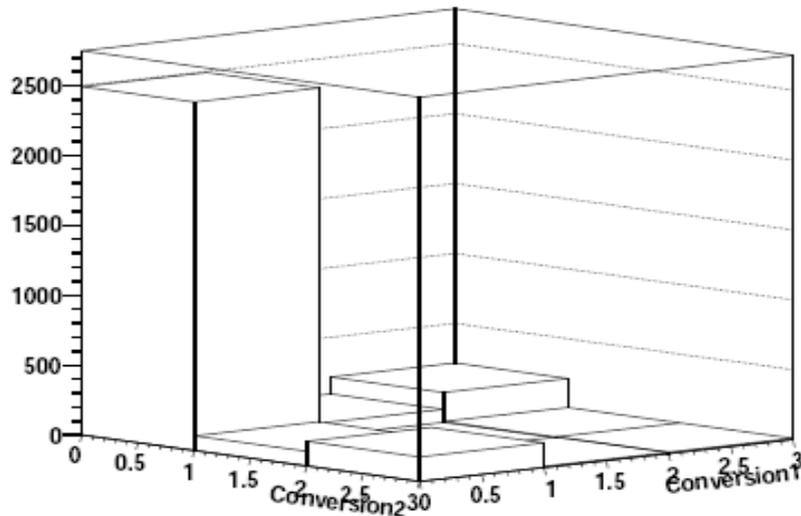
En imposant les coupures ($p_T^{\text{photon1}} > 40$ GeV et $p_T^{\text{photon2}} > 25$ GeV, $p_T^{\text{miss}} > 65$ GeV) sur les photons produits par Pythia, il reste 30 événements pour une luminosité de 100 fb^{-1} .

Si on impose les mêmes coupures sur le photon et l'électron, on obtient 62 événements pour 100 fb^{-1} (en tenant compte d'un facteur de mauvaise identification électron/photon de 5%).

Nous devons également vérifier si les électrons reconstruits comme des photons sont des photons convertis avec une trace.

Analyse

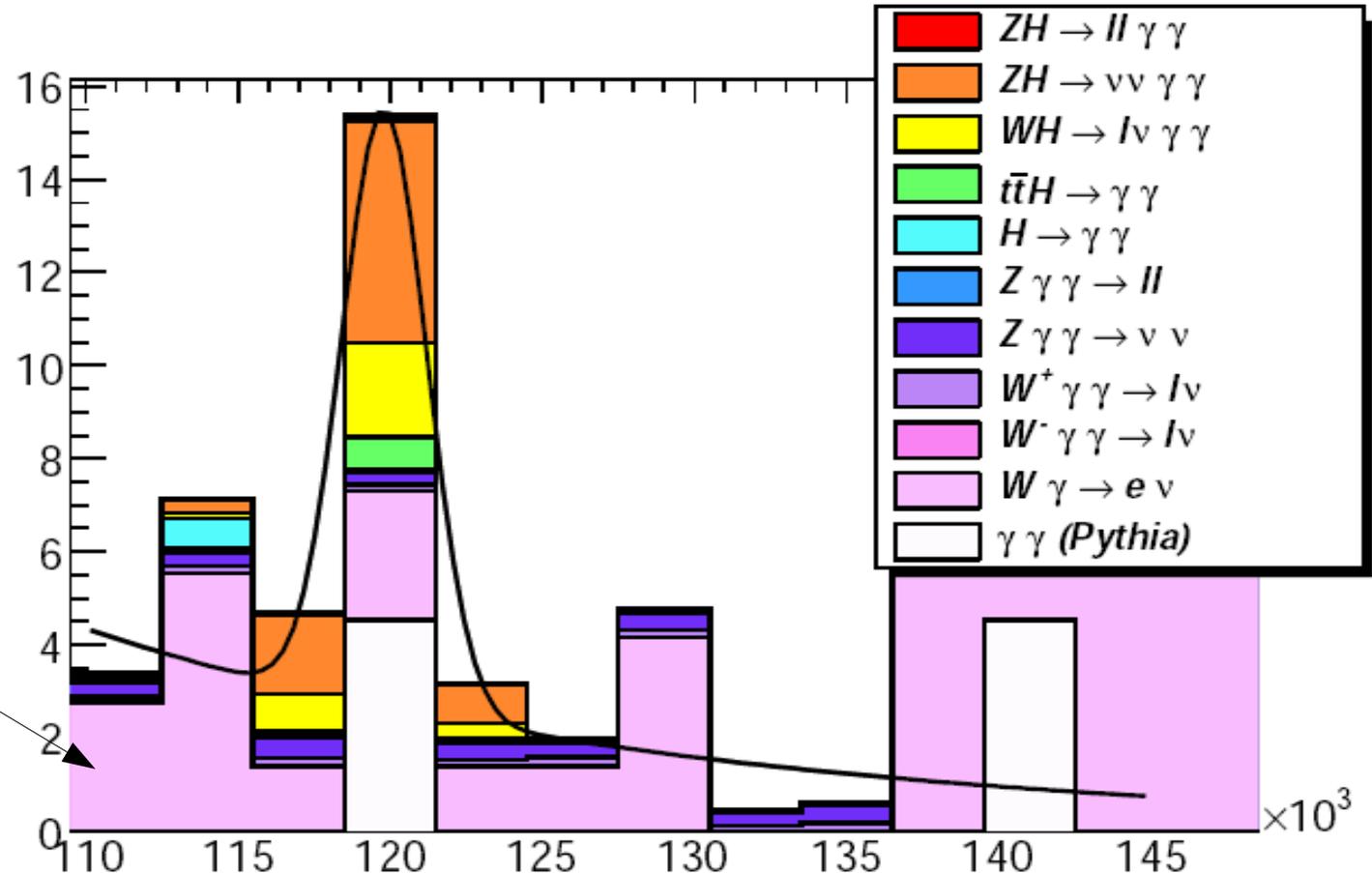
- ◆ Analyse des AOD avec HiggsGamGamView (00-00-28-08) en local et sur la grille (PANDA)
- ◆ Écriture d'une classe dans ROOT pour produire un ntuple simplifié afin de faire les graphiques
- ◆ Analyse avec des coupures afin d'éliminer le bruit de fond sans couper le signal : par exemple, sur la conversion des photons :



Conversion des photons pour le signal ZH à gauche et le bruit de fond $W\gamma$ à droite :
photon non-converti = 0, converti avec une trace = 1, converti avec 2 traces = 2 :
la coupure Conversion du 2^o photon == 0 apporte une baisse de 49 % du bruit de fond.

Analyse des événements sans lepton reconstruit

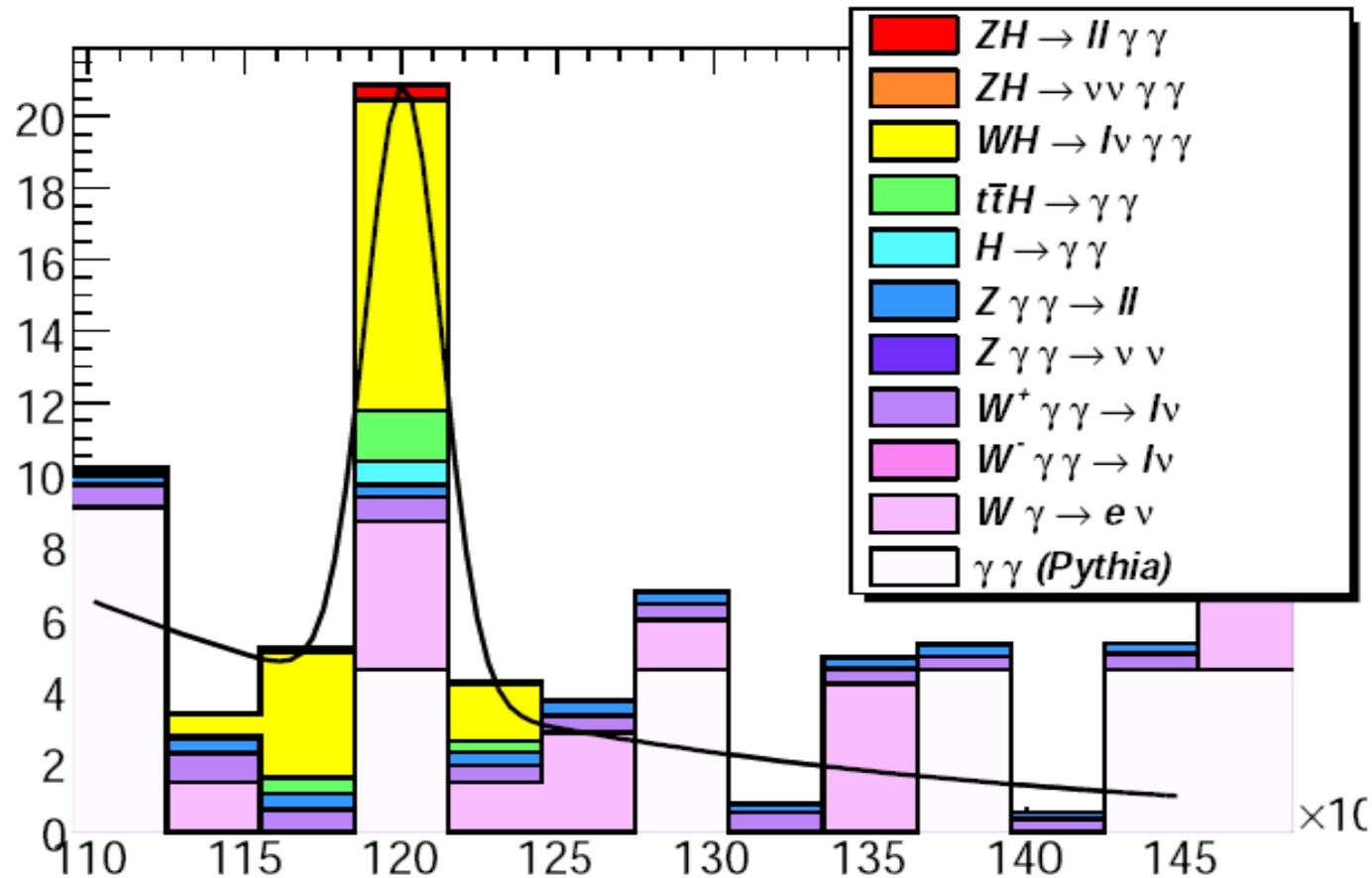
Les fluctuations sont plus grandes que ce qu'on attend pour les bruits de fond.
(statistique insuffisante).



Masse invariante des photons reconstruits en simulation complète pour 100 fb^{-1} avec les coupures :

$p_T^{\text{miss}} > 65 \text{ GeV}$, $65 < p_T^{\text{photon1}} < 180 \text{ GeV}$, le second photon non-converti, pas de lepton avec $p_T > 10 \text{ GeV}$, pas de photon dans les cracks ($1.37 < \eta < 1.52$), pas de jet avec $p_T > 80 \text{ GeV}$.

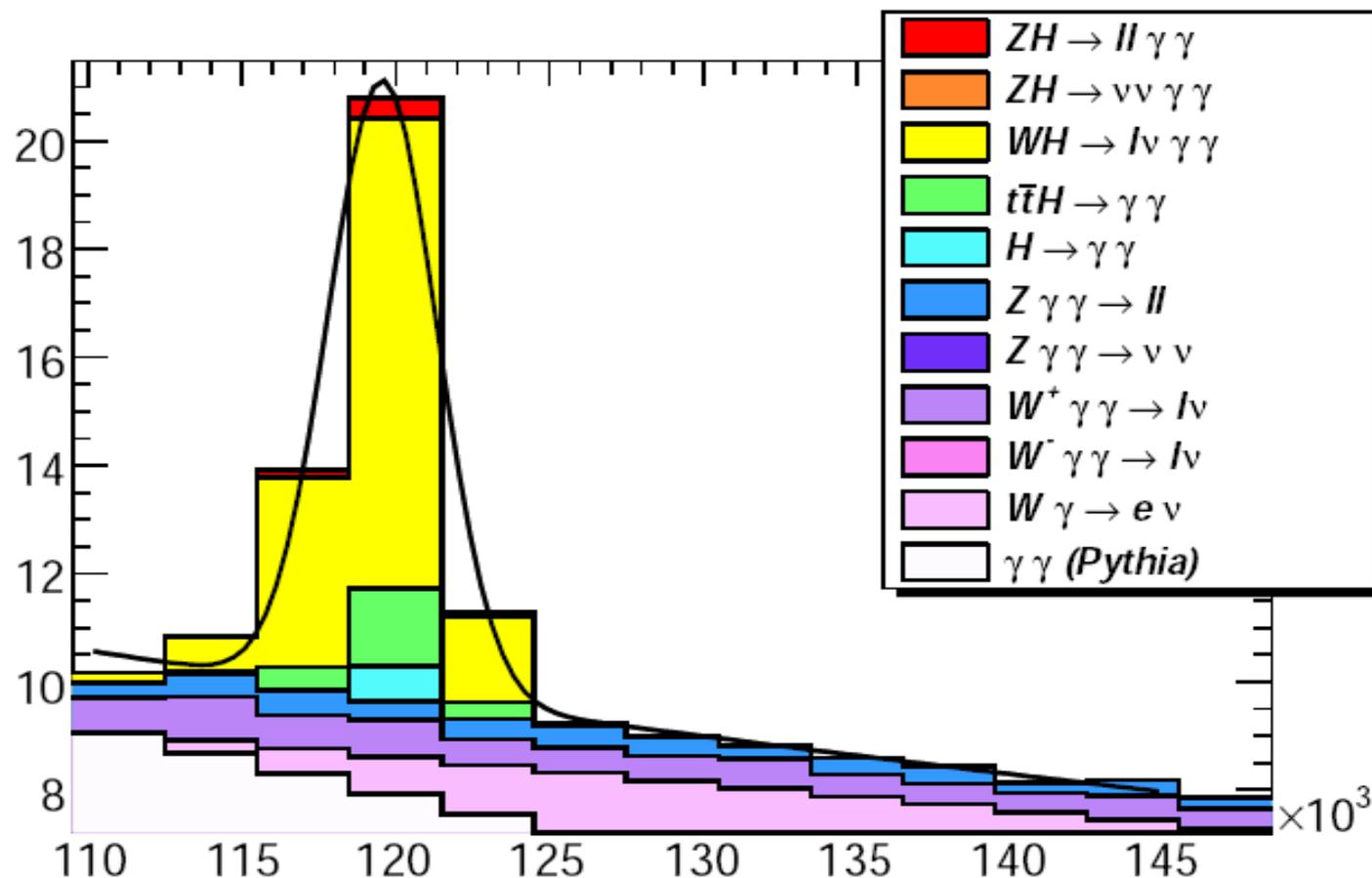
Analyse des événements avec 1 ou plusieurs leptons reconstruits



Masse invariante des photons reconstruits en simulation complète pour 100 fb^{-1} avec les coupures :

$p_T^{\text{miss}} > 20 \text{ GeV}$, $40 < p_T^{\text{photon1}} < 200 \text{ GeV}$, le second photon non-converti, 1 lepton avec $p_T > 20 \text{ GeV}$, pas de photon dans les cracks ($1.37 < \eta < 1.52$), pas de jet avec $p_T > 80 \text{ GeV}$.

Analyse des événements avec 1 ou plusieurs leptons reconstruits avec un bruit de fond lissé :

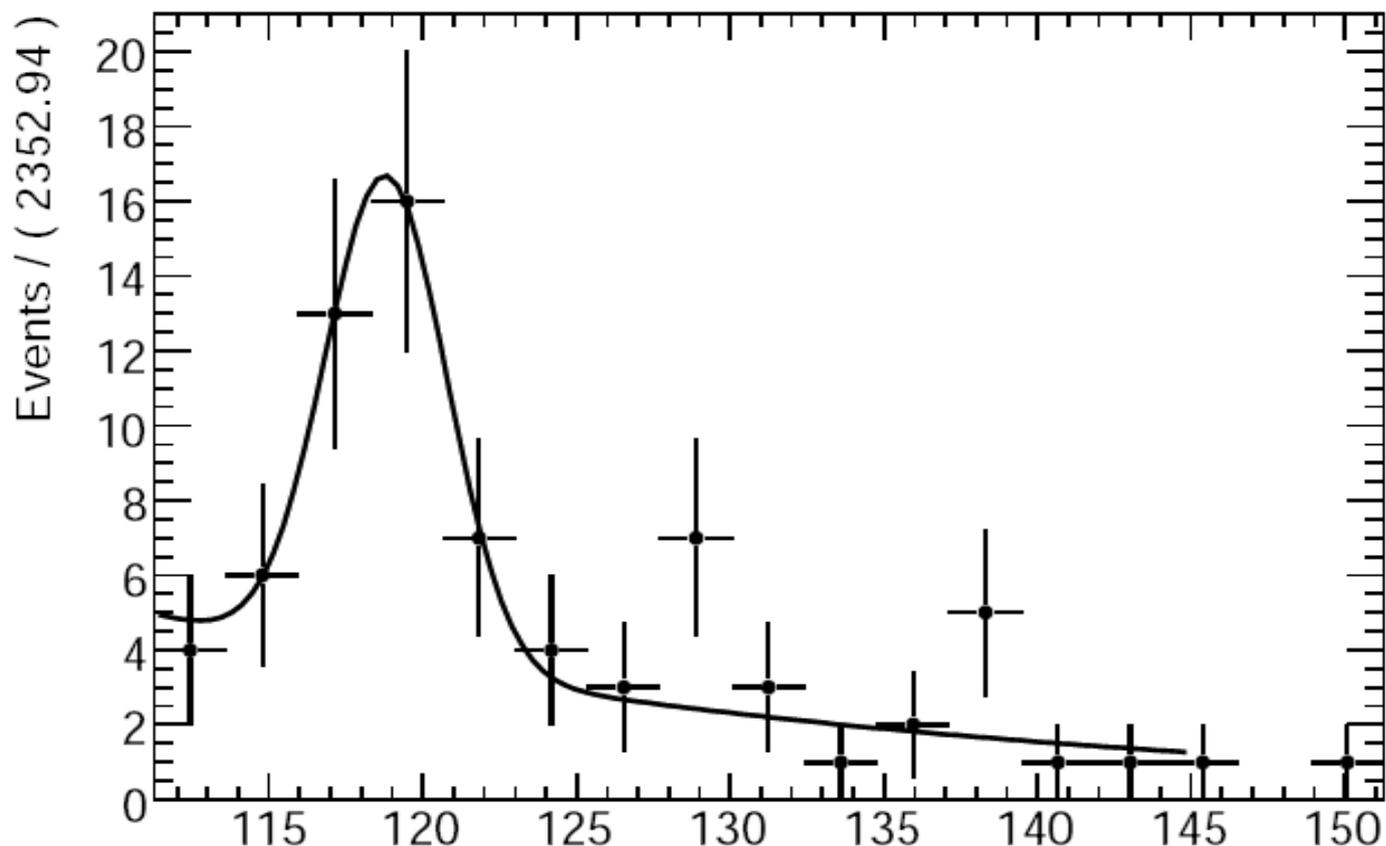


Masse invariante des photons reconstruits en simulation complète pour 100 fb⁻¹ avec les coupures :

$p_T^{\text{miss}} > 20$ GeV, $40 < p_T^{\text{photon1}} < 200$ GeV, le second photon non-converti, 1 lepton avec $p_T > 20$ GeV, pas de photon dans les cracks ($1.37 < \eta < 1.52$), pas de jet avec $p_T > 80$ GeV.

Pseudo-expérience avec RooFit :

- ◆ Pour connaître les fluctuations statistiques dues au faible nombre d'événements, on peut produire des pseudo-expérience avec roofit qui permet d'avoir des événements selon la distribution de Poisson à partir de l'ajustement gaussienne pour le signal et exponentielle pour le bruit de fond.

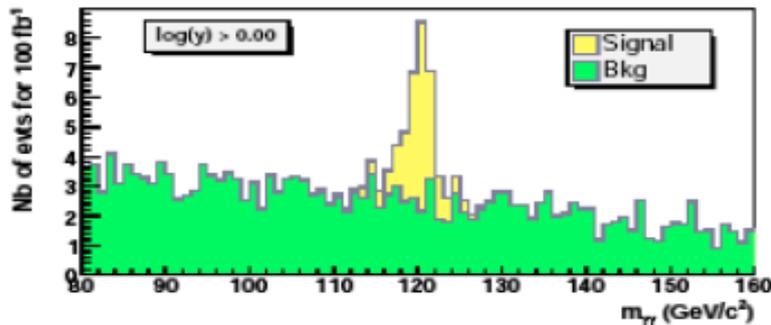


Fluctuations statistiques de la masse invariante pour l'analyse avec 1 lepton reconstruite après une année à haute luminosité.

Analyse des événements avec des méthodes multivariables



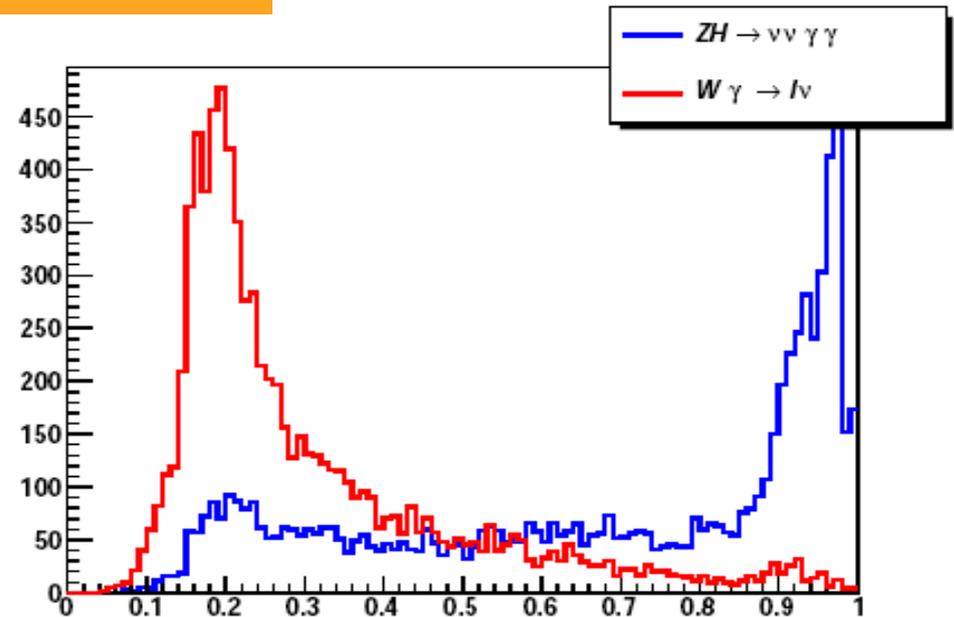
↙ CMS Study of WH-> lepton



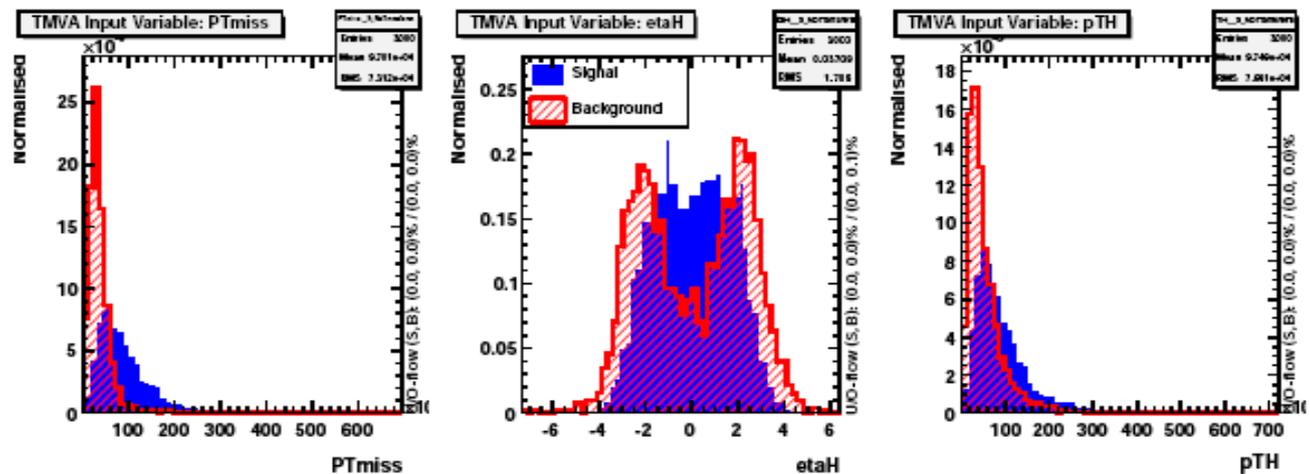
CMS a de meilleurs résultats (plus optimistes) que les nôtres .

Utilisation de méthodes de vraisemblance pour séparer le bruit de fond du signal basé sur les variables : P_T^{miss} , η^H , p_T^H .

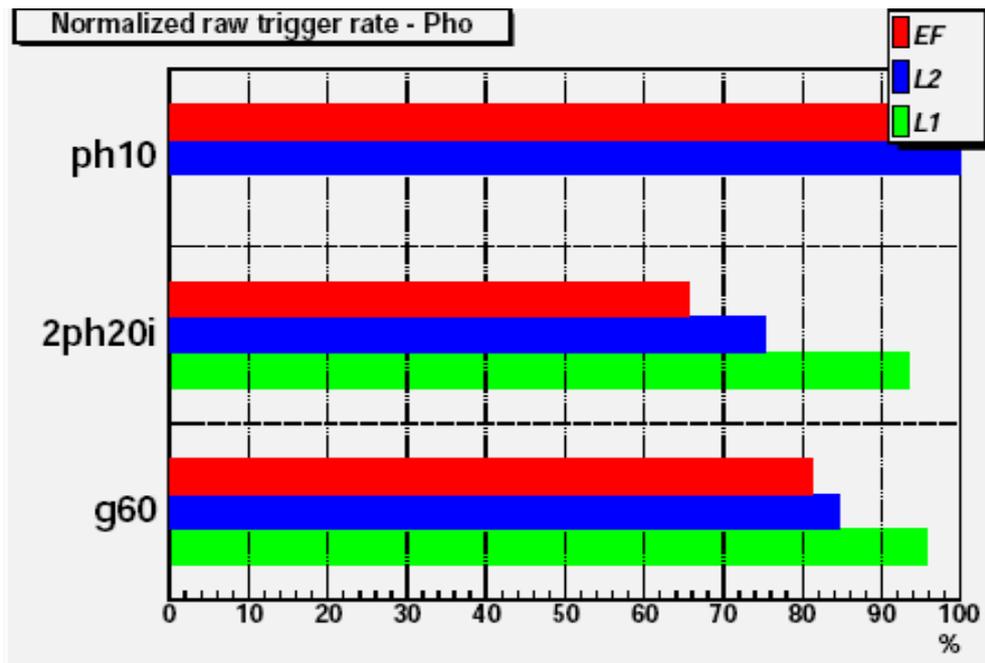
⇒ Augmenter la statistique, choisir d'autres variables



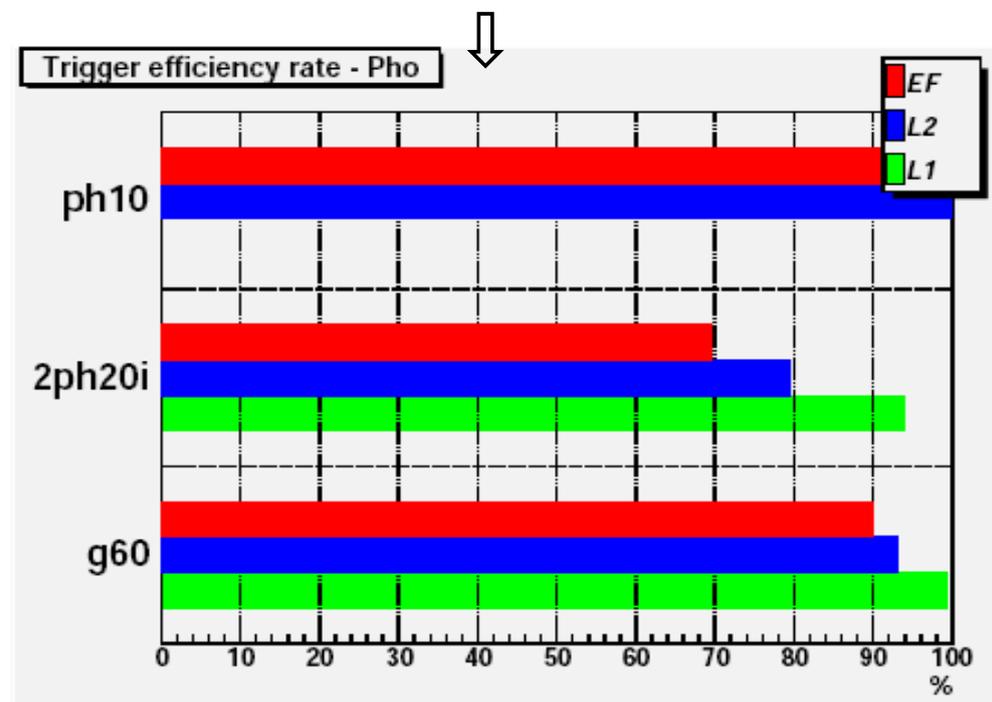
Likelihood du signal et bruit de fond.



Efficacité du Trigger pour le signal $ZH \rightarrow \nu\nu$.



Efficacité de la reconstruction par rapport au générateur.
(P_T Gen Part > seuil trigger)

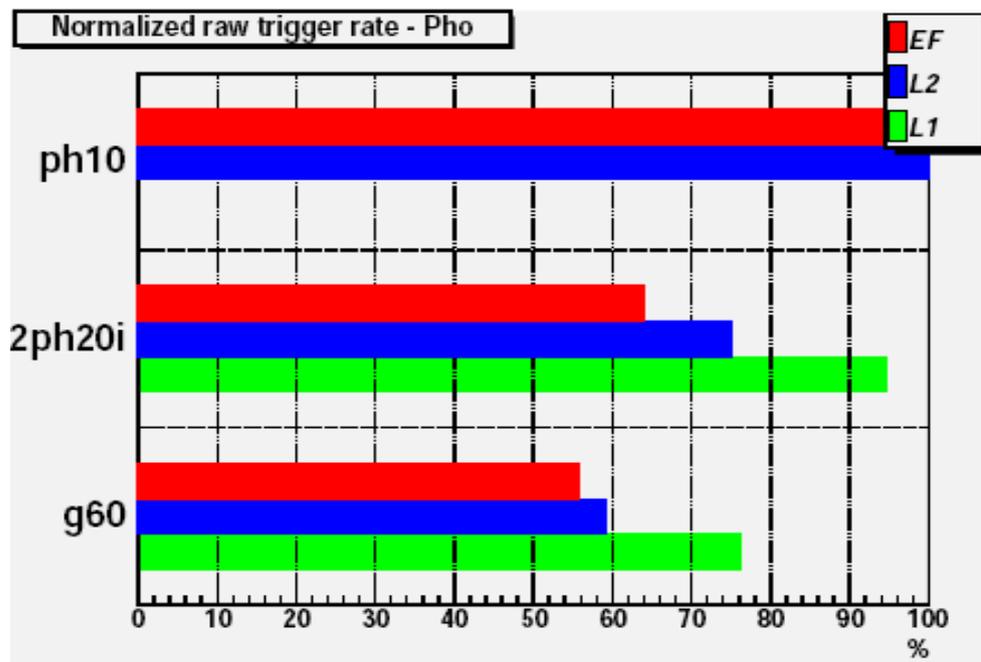


↖ Nombre d'événements passant le trigger
Nombre d'événements issus du générateur

Sincères remerciements à
John Idárraga (U.de Montréal)

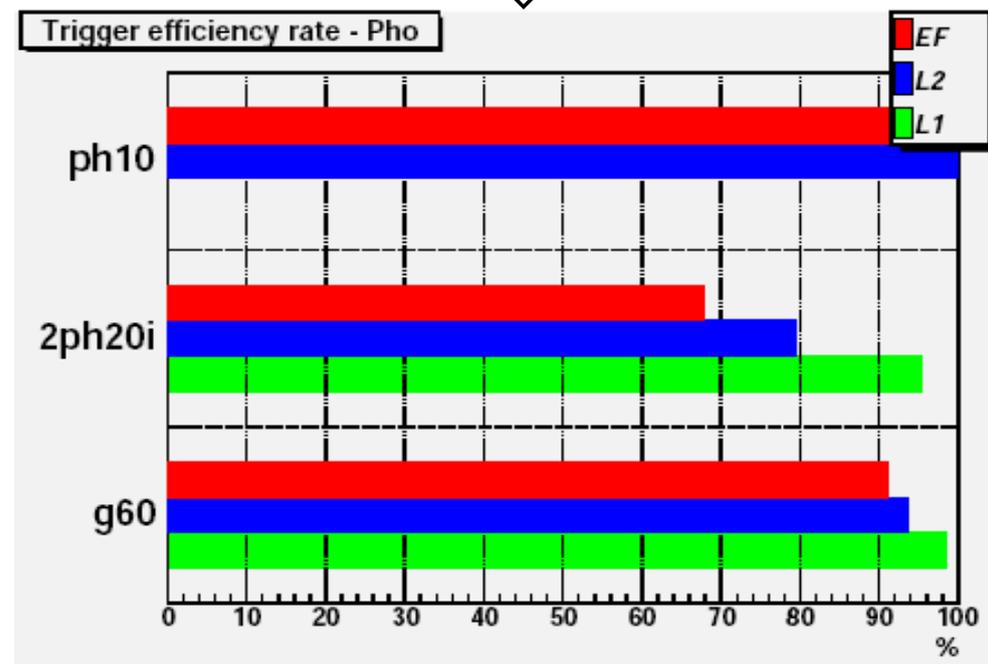
Efficacité pour le bruit de fond $\gamma\gamma$.

($110 < m_{\gamma\gamma} < 150$ GeV)



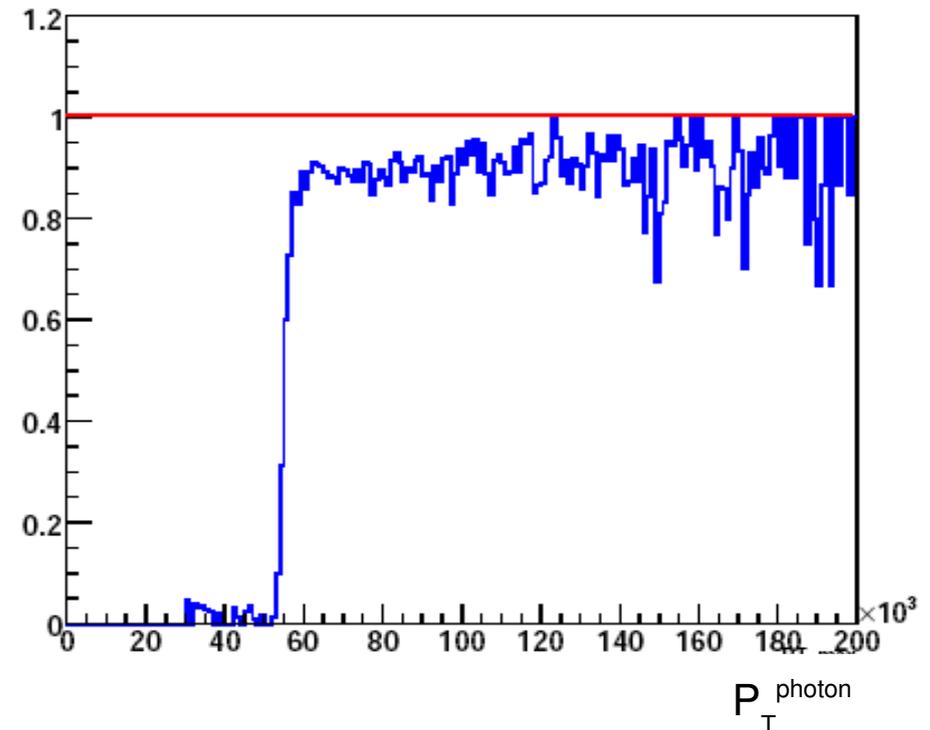
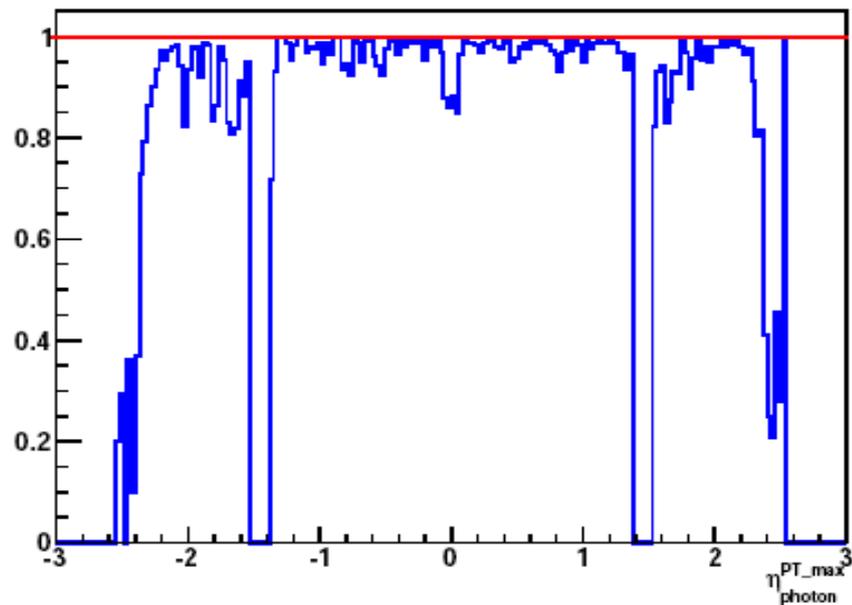
Nombre d'événements passant le trigger
 Nombre d'événements issus du générateur

Efficacité de la reconstruction par rapport au générateur.
 (P_T Gen Part > seuil trigger)



Efficacité du Trigger pour le signal $ZH \rightarrow \nu\nu$.

Signature : EF_g60 : 1 photon avec $p_T > 60$ GeV



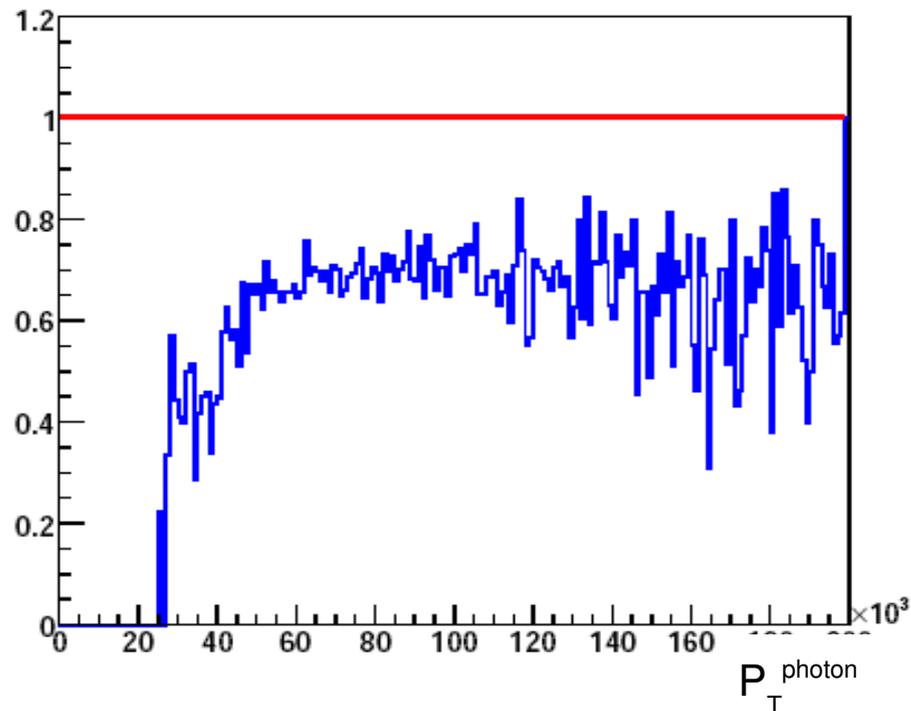
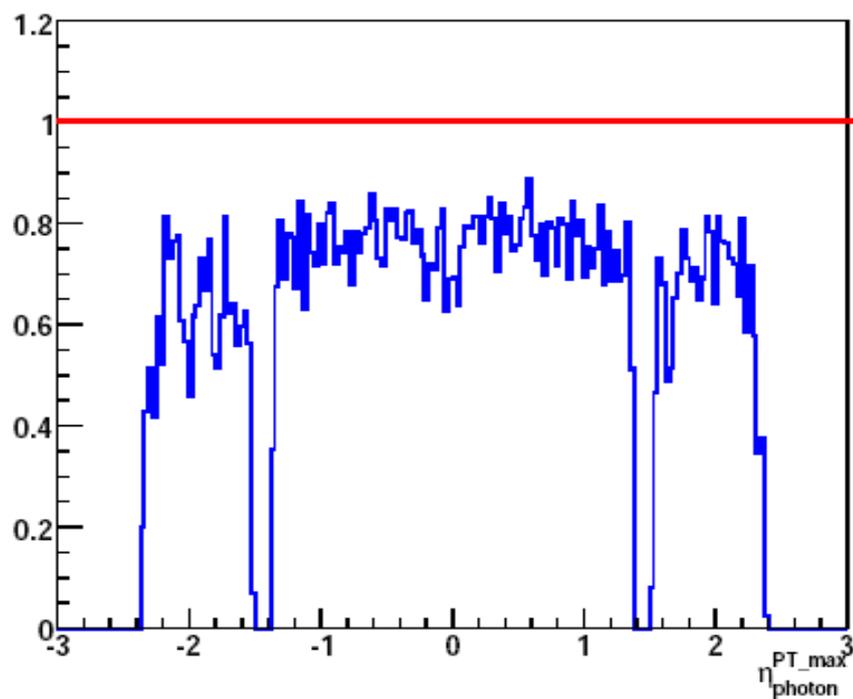
Efficacité pour le signal $ZH \rightarrow \nu\nu$ pour la signature EF_g60 (1 photon avec $p_T > 60$ GeV) en fonction de η et P_T du photon.

Efficacité = 81,9 %

(Pas de photon dans la region de crack : $1.37 < \eta^{photon} < 1.52$)

Efficacité du Trigger pour le signal $ZH \rightarrow \nu\nu$.

Signature EF_g20iEF_g20i : 2 photons isolés avec $p_T > 20$ GeV

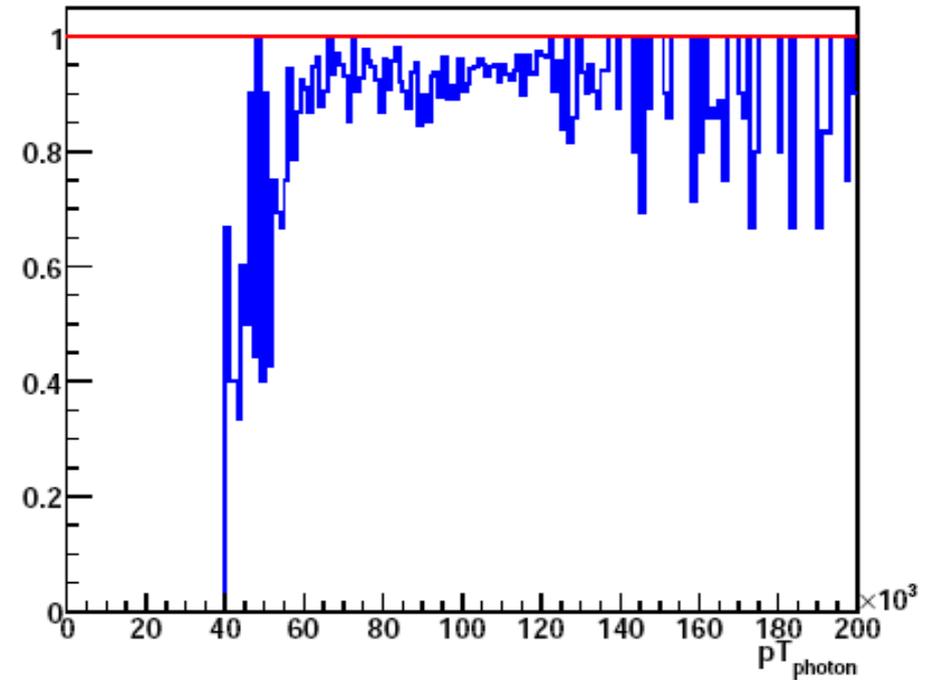
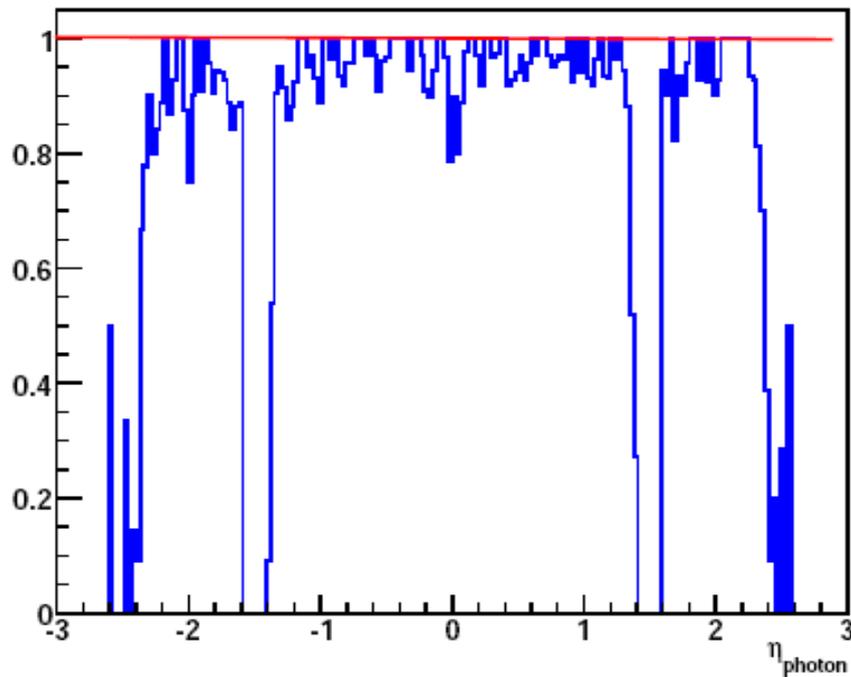


Efficacité pour le signal $ZH \rightarrow \nu\nu$ pour la signature EF_g20iEF_g20i (2 photons isolés avec $p_T > 20$ GeV) en fonction de η et P_T des photons.

Efficacité = 67,2 %

(Pas de photon dans la region de crack : $1.37 < \eta^{\text{photon}} < 1.52$)

Efficacité du Trigger pour le signal Après les coupures de l'analyse.



Efficacité du signal $ZH \rightarrow \nu\nu$ pour les signatures **EF_g60** **OU**

EF_g20iEF_g20i en fonction de η et P_T des photons :

$$\text{Efficacité} = 91,5 \% = \frac{\text{Nombre d'événements reconstruits passant les coupures et le trigger}}{\text{Nombre d'événements reconstruits passant les coupures}}$$

Conclusions

- ◆ Etudier la confusion gamma/electron dans les événements $W\gamma$
- ◆ On planifie de :
 - ◆ Faire des analyses multivariables
 - ◆ Analyser les désintégrations hadroniques : on attend des bruits de fond
 - ◆ Ajouter les effets de pile-up
 - ◆ Faire des analyses statistiques de combinaison des signaux (Hfitter)
- ◆ On a demandé des productions officielles pour d'autres masses du Higgs (110, 130 et 140 GeV).
- ◆ Ce travail fait partie de la note CSC $H \rightarrow \gamma\gamma$.