

Mesure des premiers bosons W et Z d'ATLAS dans le canal électronique

Thibault Guillemin

LAPP, Annecy, France

guillemin@lapp.in2p3.fr

Physique ATLAS France, 10 Septembre 2007, Seignosse

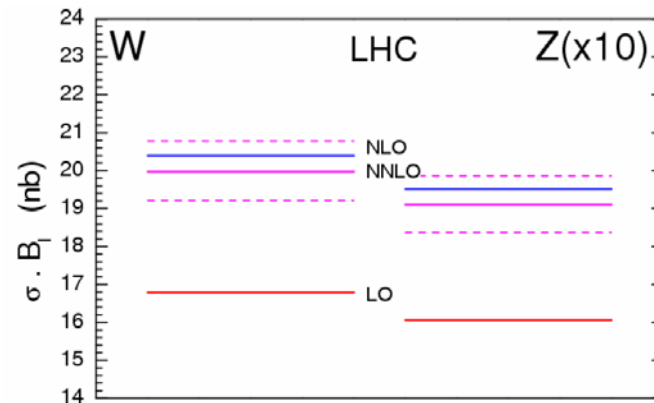
Introduction (1/2): W et Z dans ATLAS

- Mode de production de W/Z au LHC: quark-antiquark annihilation (LO)

Calculs théoriques

des sections efficaces inclusives

à 14 TeV au NNLO



partons: MRST2002
NNLO evolution: Moch, Vermaseren, Vogt
NNLO W,Z corrections: van Neerven et al. with Harlander, Kilgore corrections

- Processus du Modèle Standard (à priori) très bien connus
 - “commissioning physique” du détecteur: étalonnage du calorimètre électromagnétique, alignement calorimètre-détecteur interne, mesure des efficacités de reconstruction des électrons, de trigger, étalonnage de MET,...
 - “redécouverte” du MS à 14 TeV: mesure des sections efficaces inclusives, des sections efficaces différentielles, des asymétries,...

Mais 1^{ère} étape: sélection des évènements

Introduction (2/2): “Premières” données

▪ Taux de mesure de W et Z dans le canal électron à 14 TeV

Hypothèse: efficacité globale de reconstruction pour chaque signal = 20%		Luminosité (cm ⁻² s ⁻¹)		
		10 ³¹	10 ³²	10 ³³
Nombre de bosons sélectionnés par heure	Wev	~100	~1000	~10000
	Zee	~10	~100	~1000

▪ Différentes phases pour le démarrage en 2008:

- Pilot physics run 1: 1 mois à $\sim 10^{31}$
- Pilot physics run 2: 1 mois, de $\sim 10^{31}$ à $\sim 10^{32}$, bunch spacing de 75 ns

Les premières données correspondent à une phase de fonctionnement à une luminosité de 10^{31} - 10^{32}

→ ~ 100 pb⁻¹ devraient être collectés dans ces conditions (pile-up négligeable)

Sommaire

- Sélection des évènements Zee
 - Données utilisées
 - Sélection des électrons et réjection du bruit de fond
 - Mass fit

- Section efficace inclusive de $W \rightarrow e\nu_e$ à partir des streaming data
 - Comparaison des données
 - Extraction de la section efficace
 - Estimation des erreurs systématiques

1) Zee: Données utilisées

- Datasets:

- Signal: `trig1_misal1_csc11_V1.005144.PythiaZee.recon.AOD.v12000601`

- Bruit de fond: QCD di-jets

- `trig1_misal1_mc12_V1.005802.JF17_pythia_jet_filter.recon.AOD.v12000601`

Samples	Cuts at generator level	Filter efficiency	N_{events}	Luminosité intégrée (pb^{-1})
$Z \rightarrow ee$ (5144)	1 e: $p_{\text{T}}^e > 10 \text{ GeV}$, $ \eta^e < 2.7$, $M_Z > 60 \text{ GeV}$	0.86	301.250	210
QCD (5802)	$p_{\text{T}}(\text{hard process}) > 17 \text{ GeV}$	0.09	3.724.900	0.04

- Aspects techniques:

- utilisation d'un package ATHENA basé sur les AODs

→ analyses effectuées sur les mêmes ntuples au niveau LAPP-SM

- utilisation principalement de GANGA à LYON pour la production

Sélection des premiers électrons de Zee

- Idée: essayer d'extraire le signal en utilisant seulement les calorimètres (et éventuellement un critère simple d'association avec une trace)

→ analyse pour les “toutes premières” données

NB: menu trigger CSC = menu 10^{33}

→ pas de signature trigger imposée dans cette analyse: écriture en ce moment d'un algorithme pour tourner le menu 10^{31} sur les AOD v12

- Version préliminaire de cette sélection: 4 paramètres

1) Hadronic leakage: $E_{\text{thad1}}/E_t < 0.01$ (B), 0.02 (EC)

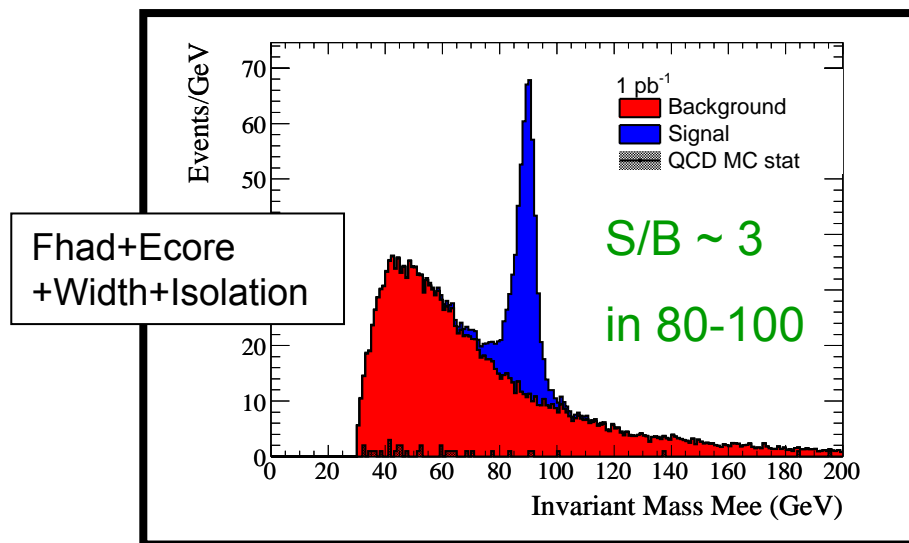
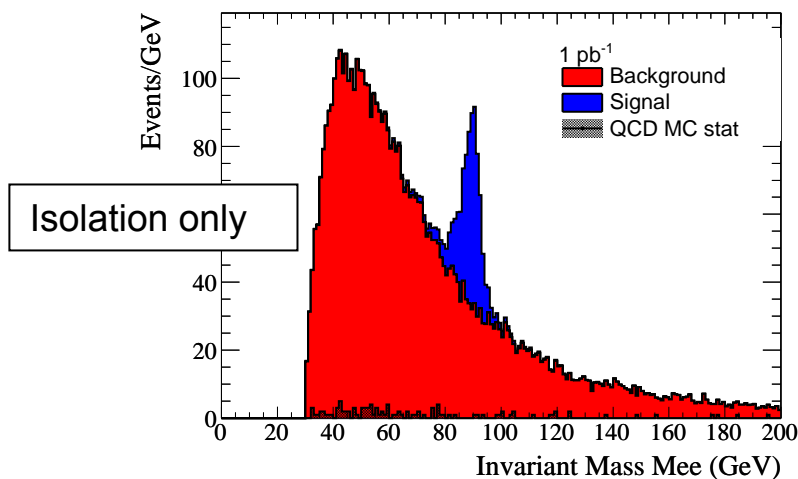
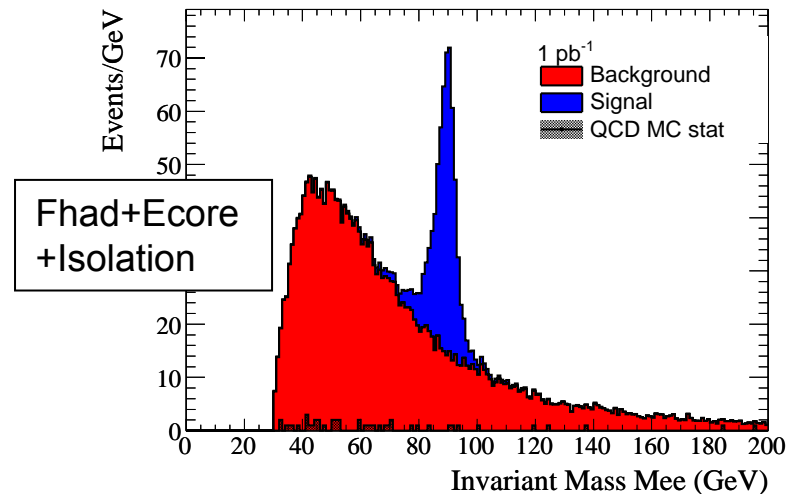
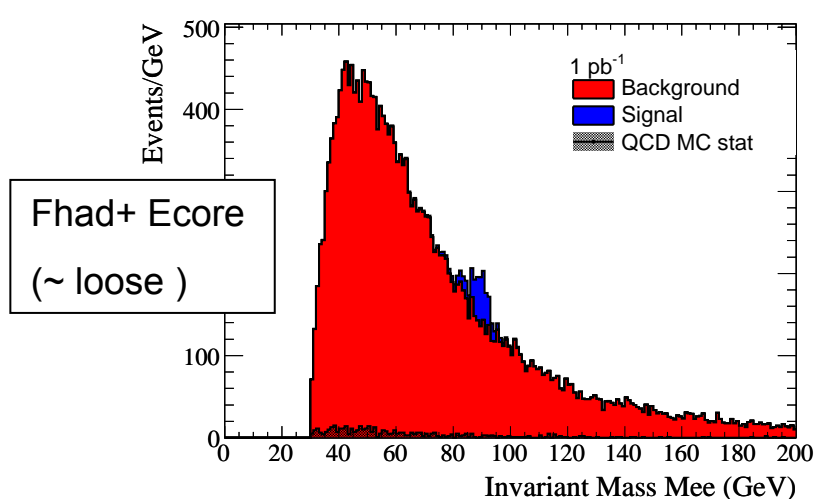
2) 2nd sampling: $R_{\eta(37)} = E(3*7)/E(7*7) > 0.9$

3) 1st sampling: $w_{\text{tot1}} < 3.2$ ($|\eta| < 1.8$), 2.2 ($1.8 < |\eta| < 2.5$) with $w_{\text{tot1}} = \sqrt{\frac{\sum E_i \times (i - i_{\text{max}})^2}{\sum E_i}}$

4) Isolation: $E_{\text{tcone}}/E_t < 0.2$

Extraction du signal en fonction des coupures

- Préselection: 2 clusters électromagnétiques: $E_{\gamma} > 15$ GeV, $|\eta| < 2.5$, outside cracks



Plots de Corinne Goy, LAPP

Pic net pour 1pb^{-1} avec seulement les calorimètres

Fit du pic du signal

- Fit de la distribution entre 40 et 140 GeV:

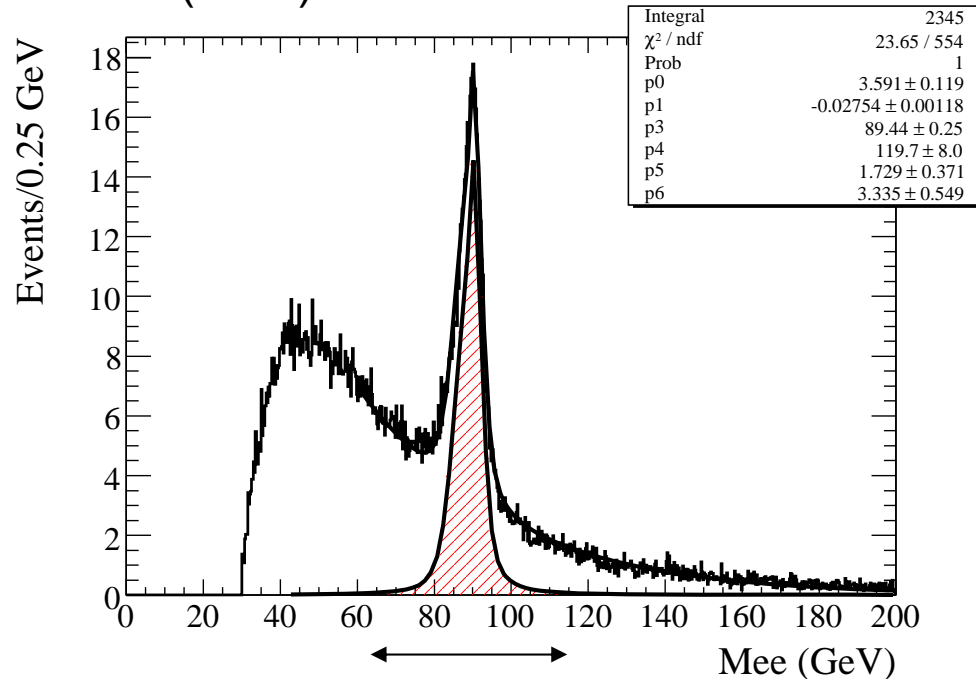
(signal + background) \otimes fonction de résolution \rightarrow 5 paramètres

Breit-Wigner:

$\Gamma = 2.495$ GeV (fixed)

Exponential

Gaussian



erreur sur le fit

Résultat: $M_Z = 89.44 \pm 0.25$ GeV

PDG: $M_Z = 91.19$ GeV

423 évènements pour 1 pb^{-1}

$\rightarrow \sigma_{Zee} = 1.42 \pm 0.07(\text{stat}) \text{ nb}$

Sommaire

- Sélection des événements Zee
- Données utilisées
- Sélection des électrons et rejection du bruit de fond
- Mass fit

- Section efficace inclusive de $W \rightarrow e\nu_e$ à partir des streaming data
- Sélection des événements
- Comparaison des données
- Extraction de la section efficace

2) $W e \nu_e$: description du streaming test

- But du streaming test:
 - tester la chaîne complète de calcul et de distribution des données d'ATLAS
 - choisir entre les deux modèles: inclusive streams ou exclusive streams
- Données: mélange de **3.6 M d'évènements** de fichiers RDO CSC 11
 - **18 pb⁻¹** (10 runs de 30' à 10³³) de processus du Modèle Standard
Limitation: techniquement impossible de générer 18 pb⁻¹ pour les processus di-jets et gamma-jets de bas p_T
 - production de ESDs, AODs et Ntuples (sans information sur la vérité)
 - dans 5 inclusive streams (electron, photon, muon, tau, jet)
 - dans 6 exclusive streams (5 + overlap stream)
 - Menu trigger utilisé pour le streaming = STR01: seulement L1 et L2

Exercice pour la note CSC W&Z

- But de l'analyse: Utiliser les streaming data comme des premières “données” et les CSC datasets comme MC, pour calculer la section efficace inclusive de production de $W \rightarrow e\nu_e$

$$\sigma = \frac{N^{mes} \times (1 - f_{bckgd})}{A \times \varepsilon_{offline} \times \varepsilon_{trigger} \times \int Ldt}$$

- Données: 10 datasets de l'inclusive electron stream $\rightarrow N = 152.813$ évènements
MC: 4 datasets (signal + 3 bruits de fonds)

Samples	Cuts at generator level	Filter efficiency	N_{events}	Luminosité intégrée (pb ⁻¹)
$W \rightarrow e\nu_e$ (5104)	1 e: $p_T^e > 10$ GeV, $ \eta^e < 2.7$	0.63	154.000	14
QCD (5802)	$p_T(\text{hard process}) > 17$ GeV	0.09	3.724.900	0.02
$W \rightarrow \tau\nu_\tau$ (5106)	1 e/ μ : $p_T^l > 5$ GeV, $ \eta^l < 2.8$	0.2	15.000	4
$Z \rightarrow ee$ (5144)	1 e: $p_T^e > 10$ GeV, $ \eta^e < 2.7$, $M_Z > 60$ GeV	0.86	301.250	210

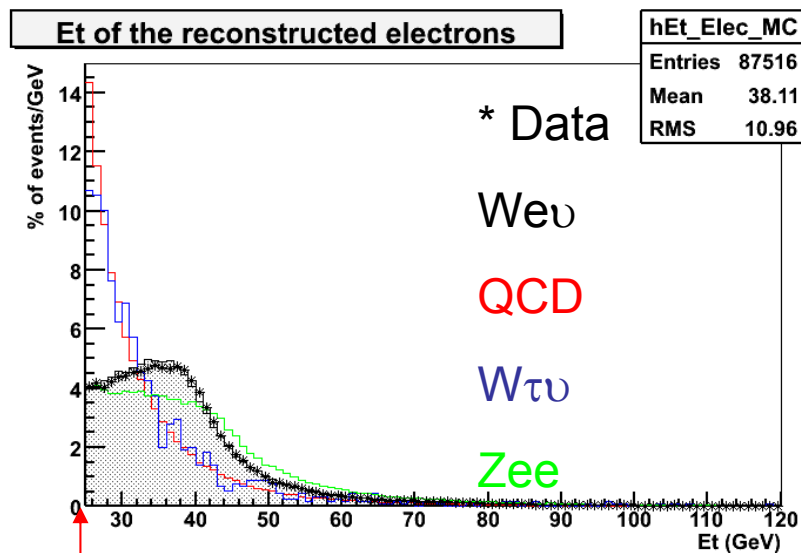
Sélection des évènements

- Online: signature L2_e25i (menus trigger Streaming et CSC)
 - Offline, un évènement est compté comme W si:
 - exactement 1 candidat électromagnétique avec $E_t > 25 \text{ GeV}$, en dehors des cracks, satisfaisant les 4 critères suivants, est sélectionné:
 - 1) hadronic leakage: $E_{\text{had1}}/E_t < 0.01$
 - 2) 2nd sampling: $R_{\eta(37)} = E(3 \times 7)/E(7 \times 7) > 0.9$
 - 3) 1st sampling: $w_{\text{tot1}} < 1.5-3$
 - 4) standard geometrical track-matching
 - $\text{MET} > 25 \text{ GeV}$ (utilisation de MET_RefFinal)
 - Bruits de fond pour la sélection complète:
 - QCD: S/B = 6.6
 - $W_{\tau\nu}$: S/B = 42.1
 - Zee: S/B = 151.5
- QCD = bruit de fond dominant

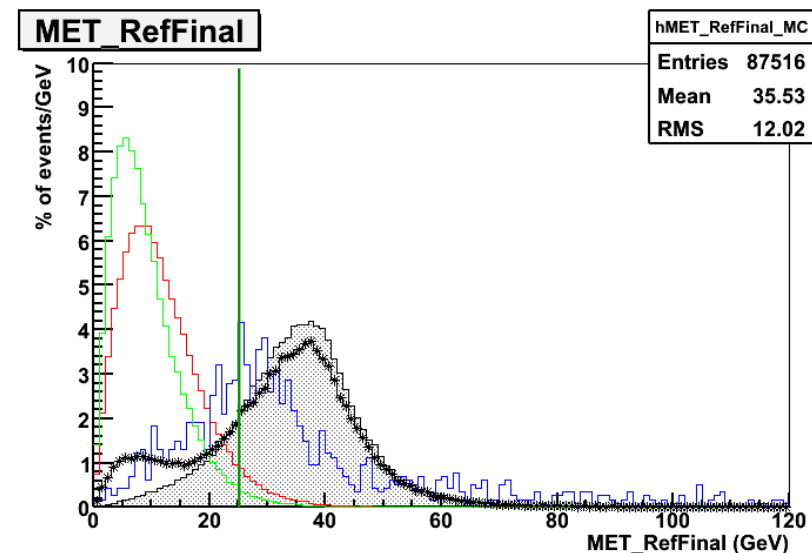
Comparaison données – MC (1/2)

- Attention: géométries différentes pour les 2 types de données
- Streaming-data: ATLAS-DC3-02
- CSC-data: ATLAS-CSC-01-02-00 → géométrie non alignée et plus de matière
- Présélection pour les distributions suivantes:
un candidat électromagnétique: $E_t > 25$ GeV, pas dans un crack

Distributions cinématiques des évènements

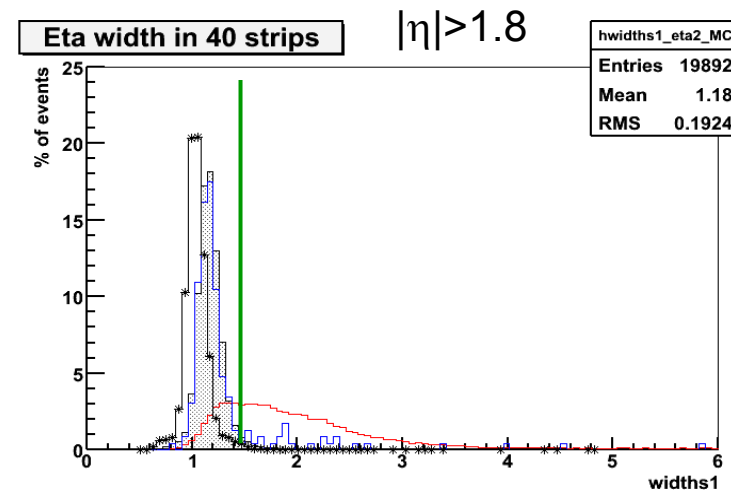
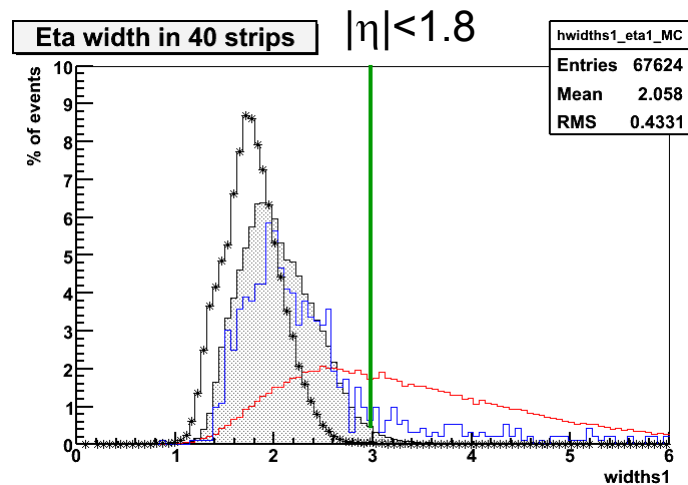
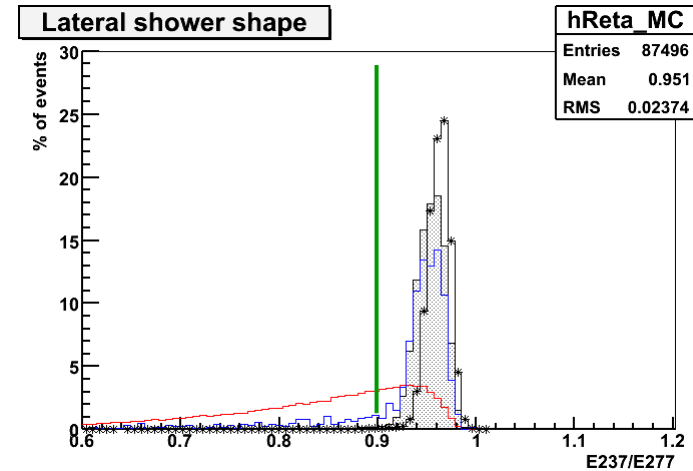
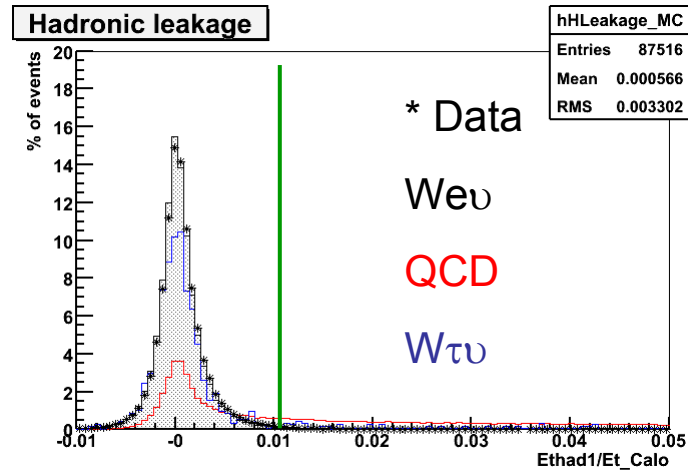


25 GeV



Comparaison données – MC (2/2)

- Etude des paramètres de la gerbe électromagnétique



Propriétés latérales de la gerbe fortement affectées par les différentes géométries
 → efficacités de reconstruction de l'électron différentes
 → **correction des seuils dans les données pour le calcul de σ**

Calcul de la luminosité intégrée

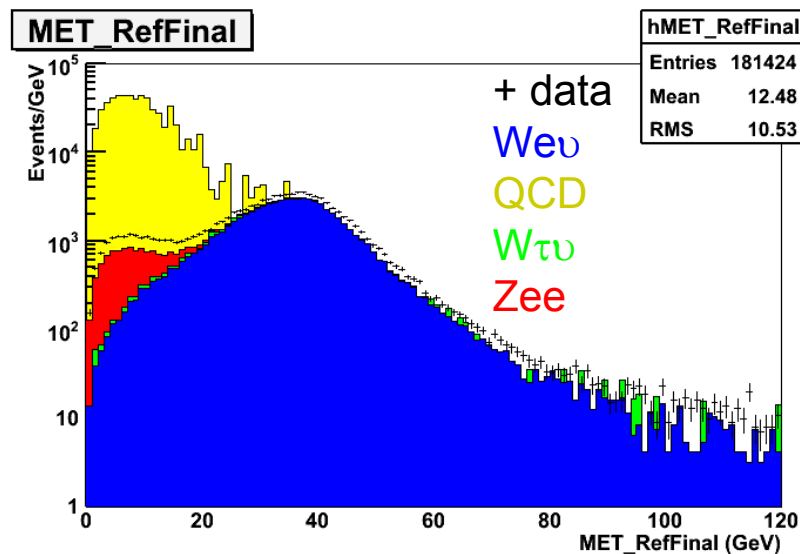
- Calcul de IntL pour les 10 runs, dans le stream inclusive electron, pour le trigger L2_e25i
 - 2 étapes dans le calcul:
 - 1 script pour accéder à la database
 - 1 script pour obtenir la luminosité intégrée pour une signature trigger donnée
 - Exemple de fichier obtenu: run 1

```
Beginning calculation for Run 0 LB [0-29]
LumiB  L1-Acc  L2-Acc  L3-Acc  L1-pre  L2-pre  L3-pre  LiveTime  IntL/nb-1
Rng-T   41177   18018    0                1514.90   1817.9
>== Trigger : L2 e25i
IntL (nb^-1) : 1817.88
L1/2/3 accept: 41177   18018    0
Livetime   : 1514.8985
Good LBs   : 30
BadStatus LBs: 0
```

Resultat pour tout le stream inclusive electron: **IntL = 15.03 pb⁻¹**

Etude du bruit de fond dans les données

- Etude du bruit de fond avant la coupure sur MET
- Nombre d'évènements dans les données avant la coupure: **97823**
- Bruits de fond normalisés à la section efficace et aux sections efficaces générées



Dans la zone de basse MET:

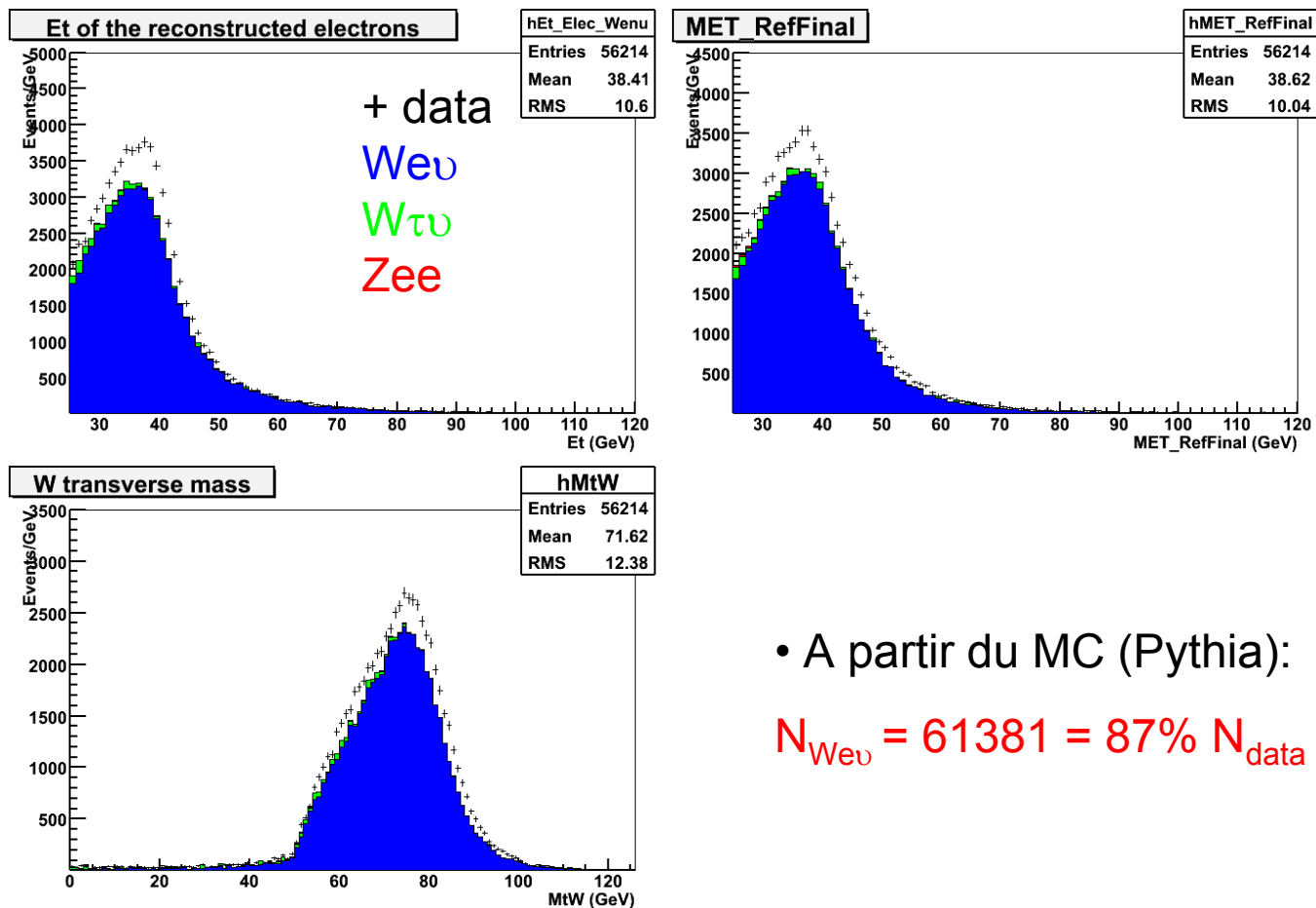
manque de bruit de fond QCD
dans les données

→ bruit de fond QCD négligé dans
la suite

Distributions de Ws

- Application de la sélection complète

→ Nombre de Ws dans les données: 70447



- A partir du MC (Pythia):

$$N_{W_{e\nu}} = 61381 = 87\% N_{data}$$

Calcul de σ et erreurs systématiques

$$\sigma = \frac{N^{mes} \times (1 - f_{QCD} - f_{W\tau\nu} - f_{Zee})}{A \times \varepsilon_{offline} \times \varepsilon_{trigger} \times \int L dt}$$

- Propagation de chaque erreur dans la formule

Parameters	$\Delta\sigma$ (nb ⁻¹)
statistics	0.07
offline selection efficiency	0.08
trigger efficiency	0.08
MET scale	0.15
background estimation	0.01
acceptance	0.87
luminosity	2.74

$$\sigma_{We\nu} = 19.92 \pm^{stat} 0.07 \pm^{syst} 0.89 \pm^{lumi} 2.74 \text{ nb}$$

$$\Delta\sigma/\sigma = 0.4\% \text{ (stat)} \pm 4.5\% \text{ (syst)} \pm 13.2\% \text{ (lumi)}$$

→ possibilité de calculer le quotient R pour éliminer l'erreur sur la luminosité

Conclusions

- Les processus Zee et $We\nu_e$ joueront un rôle capital pour la compréhension du détecteur avec les **premières données à 14 TeV**

- Objectif pour fin 2008: premières mesures de sections efficaces inclusives des processus $p+p \rightarrow W \rightarrow e\nu_e$ et $p+p \rightarrow Z \rightarrow e^+e^-$ à 14 TeV

“We want the early analyses to be fast, correct and interesting”

ATLAS Analysis strategies meeting

- Prochaines étapes:

- développer des **méthodes basées uniquement sur les données** pour:

- calculer l'efficacité de reconstruction de l'électron

- estimer le bruit de fond QCD

- évaluer **l'erreur systématique théorique** sur les valeurs des acceptances pour Zee et $We\nu_e$ et sur les valeurs des sections efficaces des signaux et bruits de fonds

BACK-UP

Back-up 1: Pilot Physics Run

Pilot Physics Run

Clearly very difficult to make any firm predictions about how the pilot physics run might evolve. Possible, reasonably optimistic, scenario follows.

Sub-phase	Bunch configuration	Bunch Intensity	beta*	Luminosity	Time	Integrated luminosity
first Collisions	1 x 1	2×10^{10}	11 m	6.5×10^{27}	12 hours	0.2 nb^{-1}
repeat ramp - same conditions	-	-	-	-	2 days @ 50%	0.4 nb^{-1}
multi-bunch at injection & through ramp - collimation	-	-	-	-	2 days	-
physics	12 x 12	3×10^{10}	11 m	1.7×10^{29}	2 days @ 50%	11 nb^{-1}
physics	43 x 43	3×10^{10}	11 m	6.3×10^{29}	2 days @ 50%	41 nb^{-1}
commission squeeze - single beam then two beams, IR1, IR5	-	-	-	-	2 days	-
measurements squeezed	-	-	-	-	2 day	-
physics	43 x 43	3×10^{10}	9 m	7.6×10^{29}	3 days - 6 hour turnaround - 70% eff.	81 nb^{-1}
commission squeeze to 2m collimation etc.	-	-	-	-	3 days	-
physics	43 x 43	3×10^{10}	2 m	3.4×10^{30}	3 days - 6 hour turnaround - 70% eff.	0.44 pb^{-1}
commission 156 x 156	-	-	-	-	1 day	
physics	156 x 156	2×10^{10}	2 m	5.5×10^{30}	2 days - 6 hour turnaround - 70% eff.	0.39 pb^{-1}
physics	156 x 156	3×10^{10}	2 m	1.2×10^{31}	5 days - 5 hour turnaround - 70% eff.	2.3 pb^{-1}
					29 days total	$\sim 3 \text{ pb}^{-1}$

Back-up 2: Tevatron Run 2

Preliminary measurements have been made of the W and Z boson production cross sections times branching fractions into electrons using the DØ detector and an integrated luminosity of 177.3 pb^{-1} of $p\bar{p}$ collisions from RunII of the Tevatron. The measured cross sections are:

$$\sigma_W \times B(W \rightarrow e\nu) = 2865.2 \pm 8.3(\text{stat}) \pm 62.8(\text{sys}) \pm 40.4(\text{pdf}) \pm 186.2(\text{lumi}) \text{ pb}$$

$$\sigma_Z \times B(Z \rightarrow ee) = 264.9 \pm 3.9(\text{stat}) \pm 8.5(\text{sys}) \pm 5.1(\text{pdf}) \pm 17.2(\text{lumi}) \text{ pb}$$

The ratio R of the W cross section times branching fraction to the Z cross section times branching fraction is $10.82 \pm 0.16(\text{stat}) \pm 0.25(\text{sys}) \pm 0.13(\text{pdf})$.

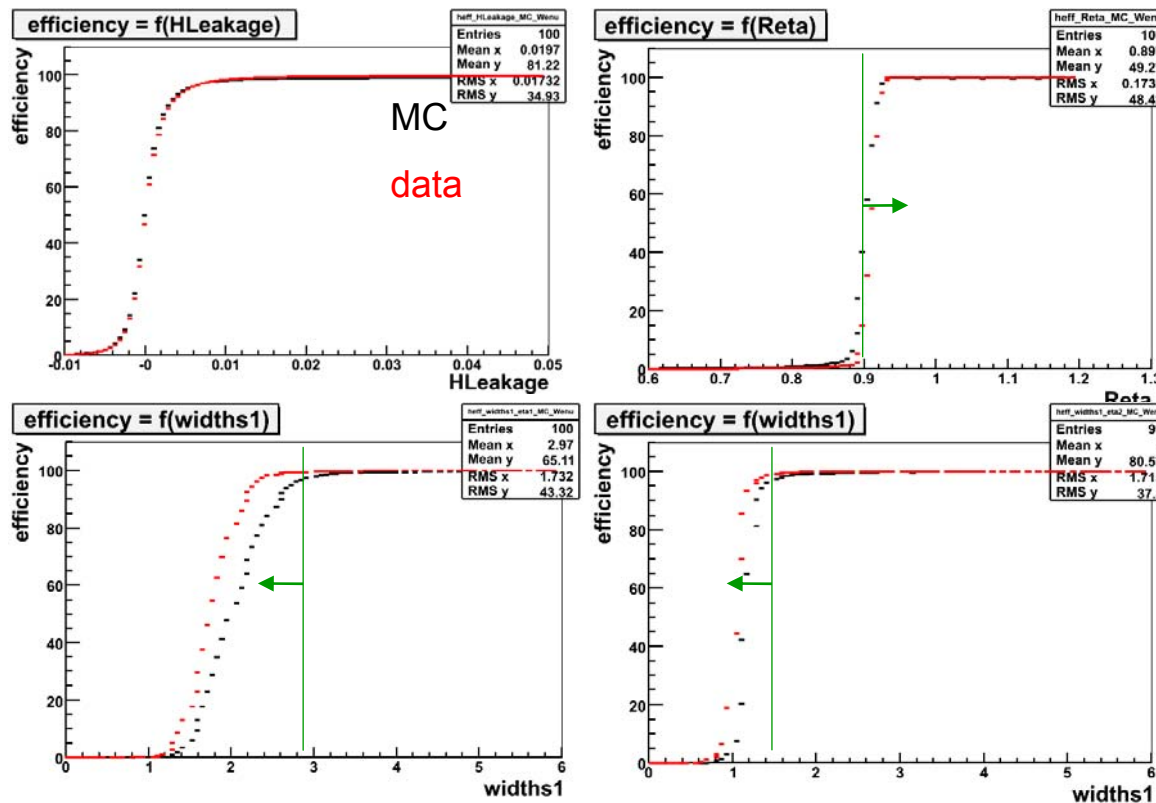

$$\Delta\sigma/\sigma = 0.3\% (\text{stat}) \pm 2.1\% (\text{syst}) \pm 1.4\% (\text{pdf}) \pm 6.5\% (\text{lumi})$$

Back-up 3: W, correction de l'efficacité

- pour le signal MC, trigger + offline selection efficiency: $\epsilon = 36.5\%$
- pour les données, correction "à la main" des seuils

Hypothèse:

$N_{\text{fake electrons}} \sim 0$
dans les données



Seuils corrigés:

1) Hadronic leakage:

$E_{\text{had1}}/E_t < 0.01$

2) 2nd sampling:

$R_{\eta(37)} = E(3 \cdot 7) / E(7 \cdot 7) > 0.909$

3) 1st sampling:

$w_{\text{tot1}} < 2.46$ for $|\eta| < 1.3$

$w_{\text{tot1}} < 1.38$ for $1.6 < |\eta| < 2.5$

Back-up 4: W, comparaison avec isEM

- Comparaison with the same analysis but using isEM loose/medium/tight for the electron selection

Result	Early selection	isEM loose	isEM medium	isEM tight
$\epsilon_{\text{trigger+offline}}$ (%)	36.5	36.5	33.1	27.8
S/B QCD	6.6	5.6	5.0	6.9
S/B $W\tau\nu$	43.5	43.9	44.2	44.5
S/B Zee	394.9	391.7	373.8	338.8
f_{Bckgd} (%)	15.1	17.0	18.2	14.6

- For $W e \nu_e$ analysis, isEM tight selection with respect to the early selection:
 - small gain on the background level (-0.5%)
 - number of cuts increased → disadvantage for the beginning

Back-up 5: W, MC cross-sections

W cross-sections in MC generators:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{\text{Pythia}} = 17.3 \text{ nb} \\ \sigma_{\text{HERWIG}} = 17.3 \text{ nb} \\ \sigma_{\text{MCatNLO}} = 19.7 \text{ nb} \end{array} \right.$$

Back-up 6: W, erreurs systématiques

$$\sigma = \frac{N^{mes} \times (1 - \cancel{f_{QCD}} - f_{W\tau\nu} - f_{Zee})}{A \times \epsilon_{offline} \times \epsilon_{trigger} \times \int L dt}$$

- Erreur statistique: $N^{mes} = 70447$ $\Delta N = 265$
- Erreurs systématiques (valeurs préliminaires):
 - A partir du Monte-Carlo:
 - $\epsilon_{offline} = 39.4\%$ $\Delta\epsilon = 0.2\%$
 - $\epsilon_{trigger} = 92.7\%$ $\Delta\epsilon = 0.4\%$
 - $f_{W\tau\nu} = 1,9\%$ $\Delta f_{W\tau\nu} = 0.05\%$
 - $f_{Zee} = 0,2\%$ $\Delta f_{Zee} = 0.02\%$
 - MET scale: erreur de l'ordre de **20%** → affecte $\epsilon_{offline}$ et le niveau du bruit de fond
 - $A = 63\%$ $\Delta A \sim 4\%$ → principale erreur = pdf's
(valeur préliminaire d'une étude de M. Goulette)
 - $IntL = 15.0 \text{ pb-1}$ $\Delta IntL = 1.5 \text{ pb-1}$

Back-up 7: W , incertitude sur l'acceptance

Preliminary results for $W \rightarrow e\nu$

Source	Impact (%)	σ_{syst} (%)
Photos on/off	1.0	0.2
ISR on/off	11.7	2.4
kT on/off	1.7	0.4
ME on/off	3.0	0.6
UE on/off	1.6	0.3
All on/off	1.3	0.3
Pdfs (min→max)	2.6	0.8
TOTAL (quad. sum)	12.7	2.7

M. Goulette, ATLAS SM group