

A. Présentation

1. But

Recherche de particules se désintégrant en

- 2 leptons chargés (ex : $Z \rightarrow l^+l^-$, où $l^+l^- = e^+e^-$ ou $\mu^+\mu^-$)
- 2 photons (ex : $H \rightarrow \gamma\gamma$)
- 4 leptons chargés (ex : $H \rightarrow l^+l^-l^+l^-$, où $l^+l^-l^+l^- = e^+e^-e^+e^-$, $e^+e^-\mu^+\mu^-$ ou $\mu^+\mu^-\mu^+\mu^-$)

2. Comment

Analyse d'un échantillon de 50 événements

(1 événement = 1 croisement de faisceaux avec au moins une collision proton-proton).

► pour chaque événement :

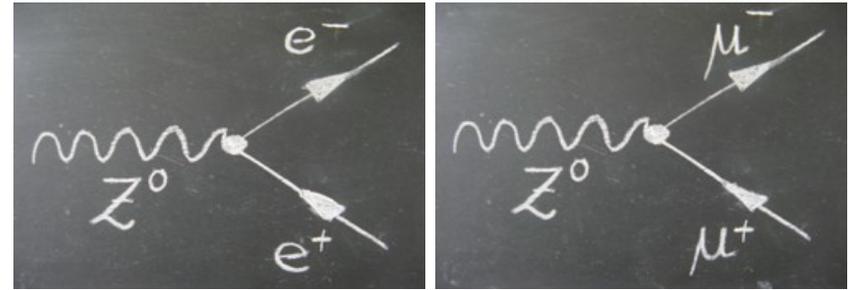
1) rejet du bruit de fond – sélection des trois type de signaux :

- 1 paire de leptons de charges opposées,
- 1 paire de photons, ou bien
- 2 paires de leptons de charges opposées

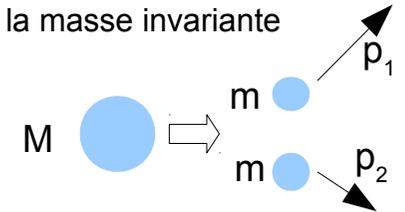
2) mesure de la masse invariante du système formant le signal

► sur l'ensemble de données analysées :

formation des *spectres en masse invariante* de chacun des 3 types de signaux



RAPPEL : la masse invariante



Une particule de masse M se désintègre et donne deux particules que l'on détecte.

Notre détecteur permet de :

- 1) identifier leur nature (photon, électron, muon) et donc de connaître leur masse (m)
- 2) mesurer leur impulsion ($p_{1,2}$) (grâce au trajectrographe pour les particules chargées ou grâce au calorimètre pour les photons).

On peut donc en déduire la masse (M) de la particule qui s'est désintégrée :

$$M = [\sqrt{(m^2+p_1^2)} + \sqrt{(m^2+p_2^2)}]^2 - [p_1 + p_2]^2$$

NB : Si les particules considérées ne constituent pas l'ensemble des produits d'une particule « mère », la masse M reconstruite ne correspondra à rien et ne prendra pas de valeur particulière

B. Démarrage

1. Lancer le logiciel

Masterclasses2013_0xx \ Z-path \ HYPATIA.jar
répertoire sur le bureau → double cliquer → Click bouton droit ouvrir avec "Java Sun 6"

2. Chargement (Track Momenta Window)

- 1 cliquer pour ouvrir
- 2 cliquer pour afficher le bureau
- 3 ouvrir le fichier :

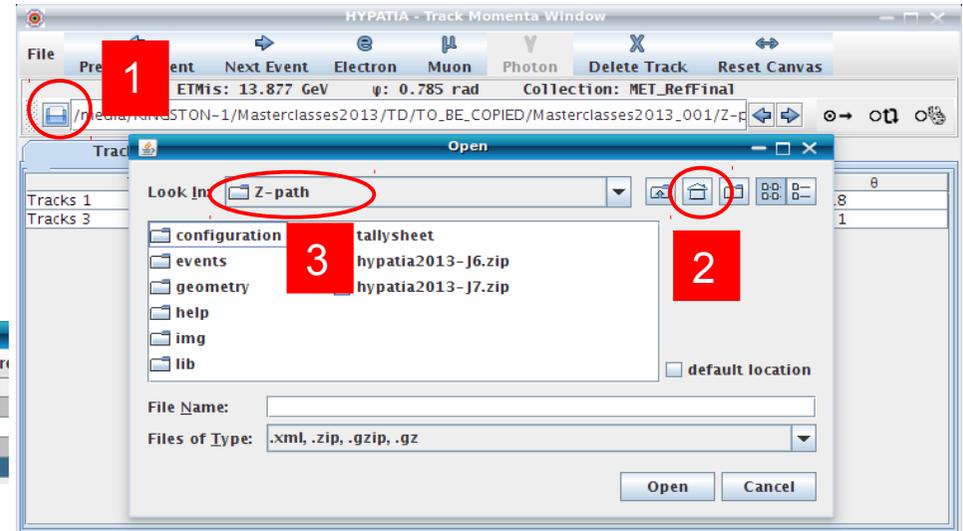
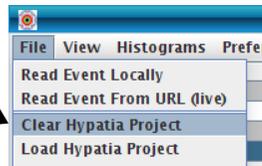
a) Fichier test à regarder tous ensemble :

Z-path\events\exercice2_Z.zip

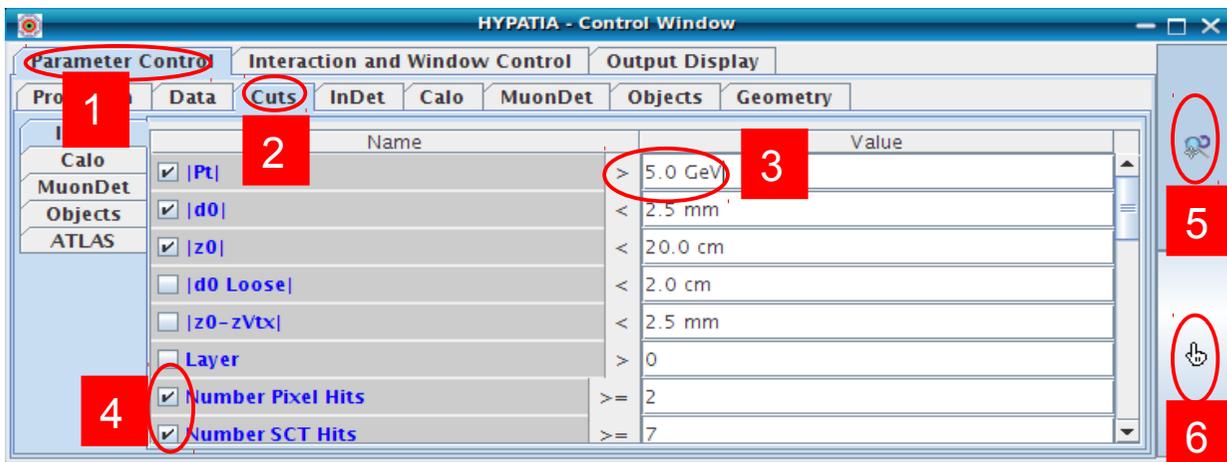
Avant de passer à la suite, effacer les résultats du test !!
(Invariant Mass Window : File/Clear Hypathia Project)

b) Fichier à analyser en binôme :

Z-path\data\18mars\dir05_groupX.zip



3. Coupures & contrôles (Control Window) selon votre groupe



Coupures (conditions de visualisation)

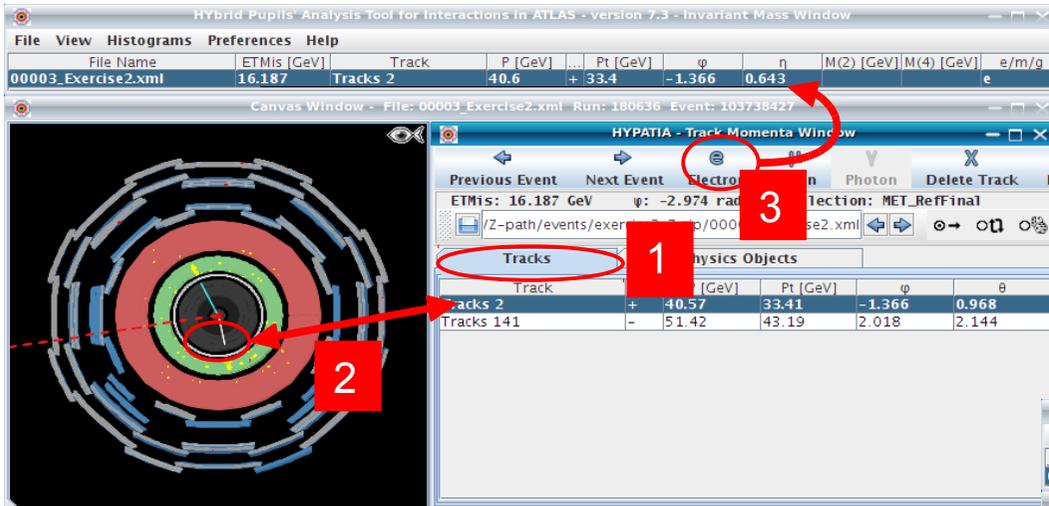
- 1 sélectionner l'onglet "Parameter Control"
- 2 sélectionner le sous-onglet "Cuts"
- 3 modifier la valeur de la coupure sur le Pt (5 ou 10 GeV)
- 4 (dé-)sélectionner les coupures :
 - Number Pixel Hits
 - Number SCT Hits

Contrôle : sélectionner l'outil de

- 5 zoom/rotation ou
- 6 sélection

C. Sélection

1. Sélection des particules



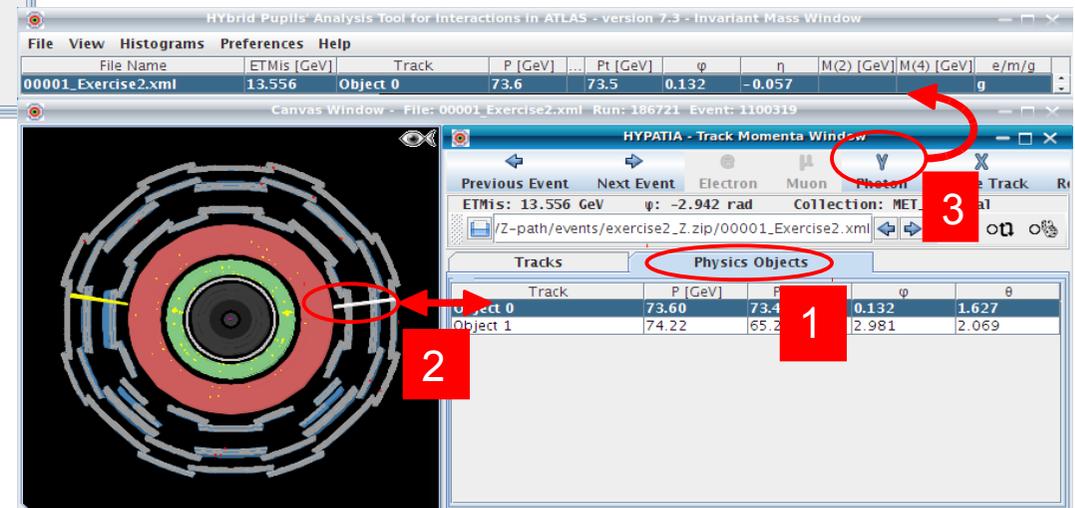
Leptons chargés : e, μ

- 1 sélectionner l'onglet « Tracks » pour visualiser les traces
- 2 sélectionner la trace correspondant au lepton
- 3 cliquer sur « e » ou « μ » pour ajouter le lepton dans le tableau de calcul de masse

2 leptons : e^+e^- , $\mu^+\mu^-$
 2 photons : $\gamma\gamma$
 4 leptons : $e^+e^-e^+e^-$, $e^+e^-\mu^+\mu^-$, $\mu^+\mu^-\mu^+\mu^-$

Photons (attention aux conversions)

- 1 sélectionner l'onglet « Physics Objects » pour visualiser les amas d'énergie
- 2 sélectionner l'amas correspondant au photon
- 3 cliquer sur « γ » pour ajouter le photon dans le tableau de calcul de masse



2. Mesure de la masse

M(2 corps) → → M(4 corps)

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	φ	η	M(2) [GeV]	M(4) [GeV]	e/m/g
00008_Exercise2.xml	12.211	Tracks 6	9.9	+	8.1	1.725	-0.656	3.110	126.269	m
		Tracks 41	10.1	-	8.3	1.343	-0.647			m
		Tracks 2	84.2	-	42.2	-1.153	1.315	89.694		e
		Tracks 43	53.1	+	43.1	2.075	0.668			e

D. Chargement des résultats

1. Sauvegarde de la table des masses invariantes (*Track Momenta Window*)

File / Export Invariant Masses

enregistrer le fichier dans :

Masterclasses2013_0xx/local/18mars

2. Téléchargement des résultats :

- ouvrir un navigateur internet (chrome, firefox, ...)

- aller sur : <http://cernmasterclass.uio.no/>

- renseigner :

login: ippog ; passwd: mc13

- cliquer sur oPlot

- cliquer sur Students (menu horizontal)

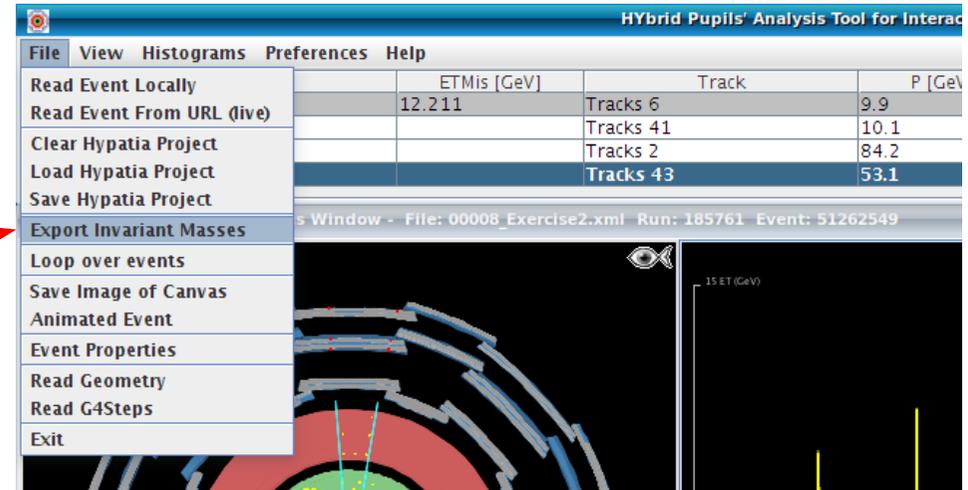
- choisir :

année / mois / jour / Marseille

- choisir le groupe qui correspond au lot que vous avez analysé : dir05_groupX.zip

- charger le fichier que vous aviez sauvé à l'étape précédente

3. Réfléchir à l'interprétation des résultats (voir feuille « Z-path : préparation de la visio-conférence »)



selon votre groupe

INTERPRETATION

INTERPRETATION

Spectre en masse invariante de systèmes composés de

1. Désintégrations en 2 leptons chargés

2. Recherche du boson de Higgs en

1) 4 leptons chargés

2) 2 photons

INTERPRETATION

Spectre en masse invariante de systèmes composés de

1. Désintégrations en 2 leptons chargés

2. Recherche du boson de Higgs en

1) 4 leptons chargés

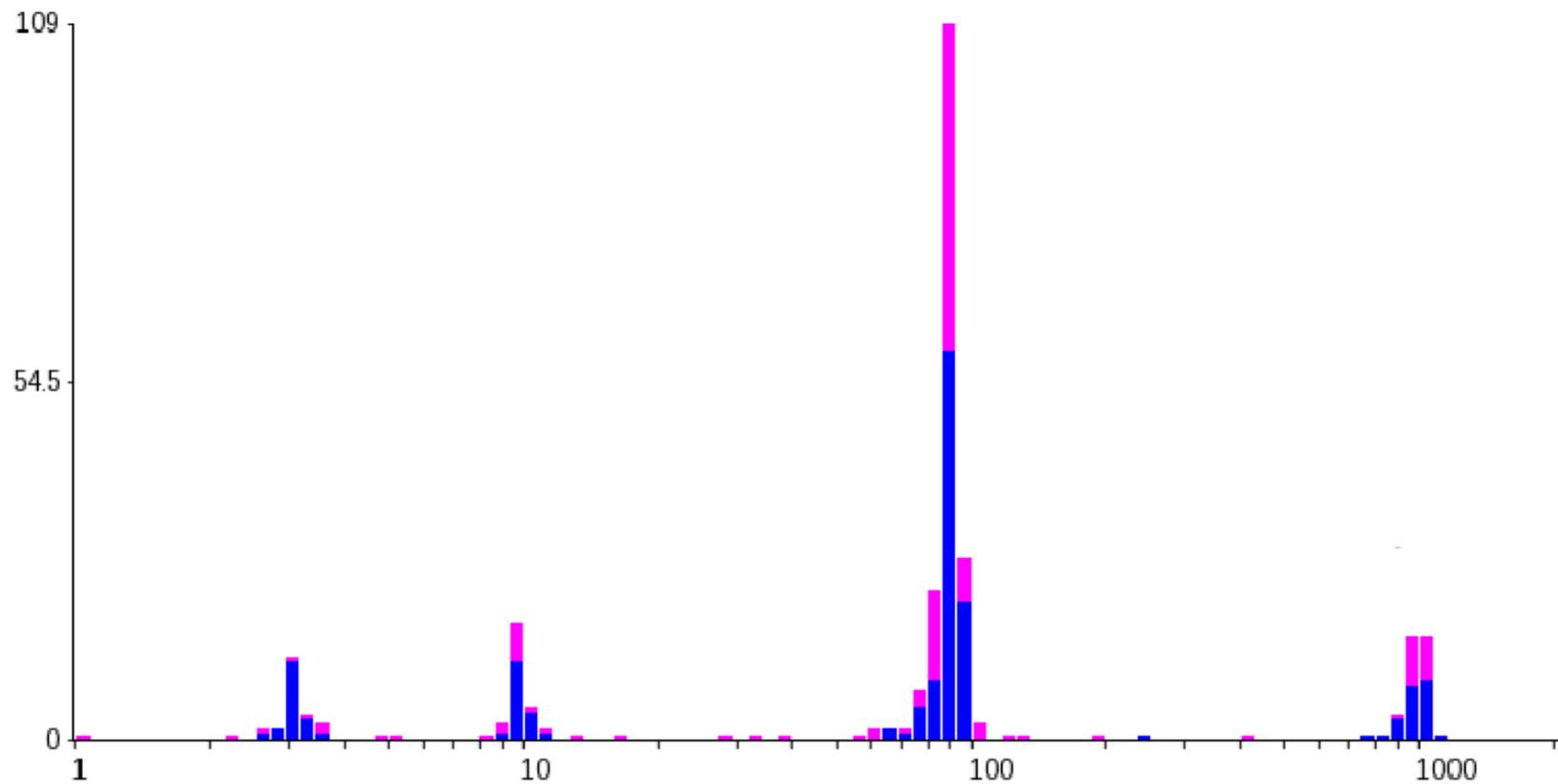
2) 2 photons

La mesure d'aujourd'hui

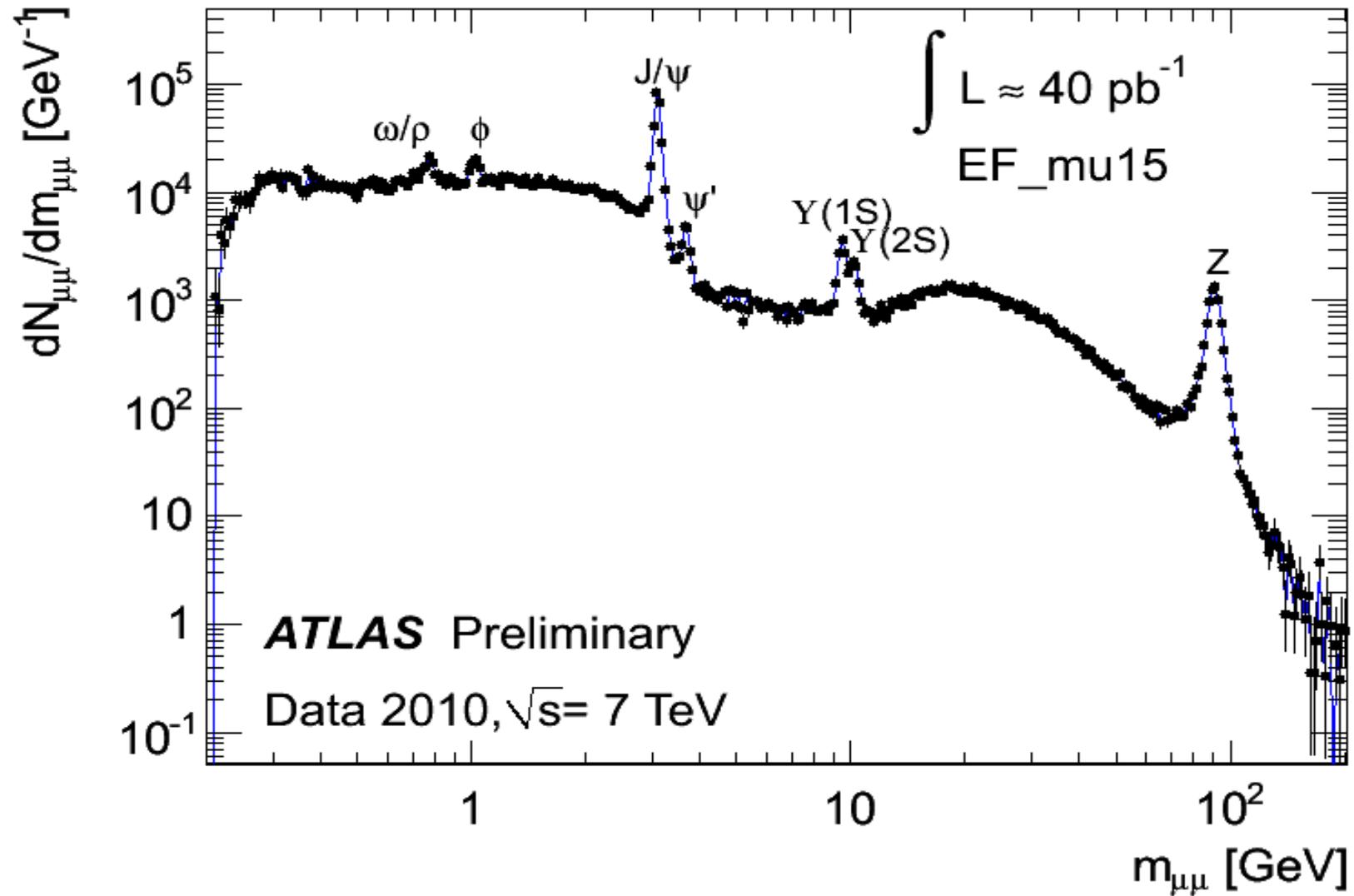
Invariant Mass

■ Electrons
■ Muons

Region:	R1	R2	R3	R4
Events:	27	23	168	39
Mean:	3.04	9.27	89.00	982.90
Width:	0.57	0.97	4.58	58.72



Un résultat d'ATLAS

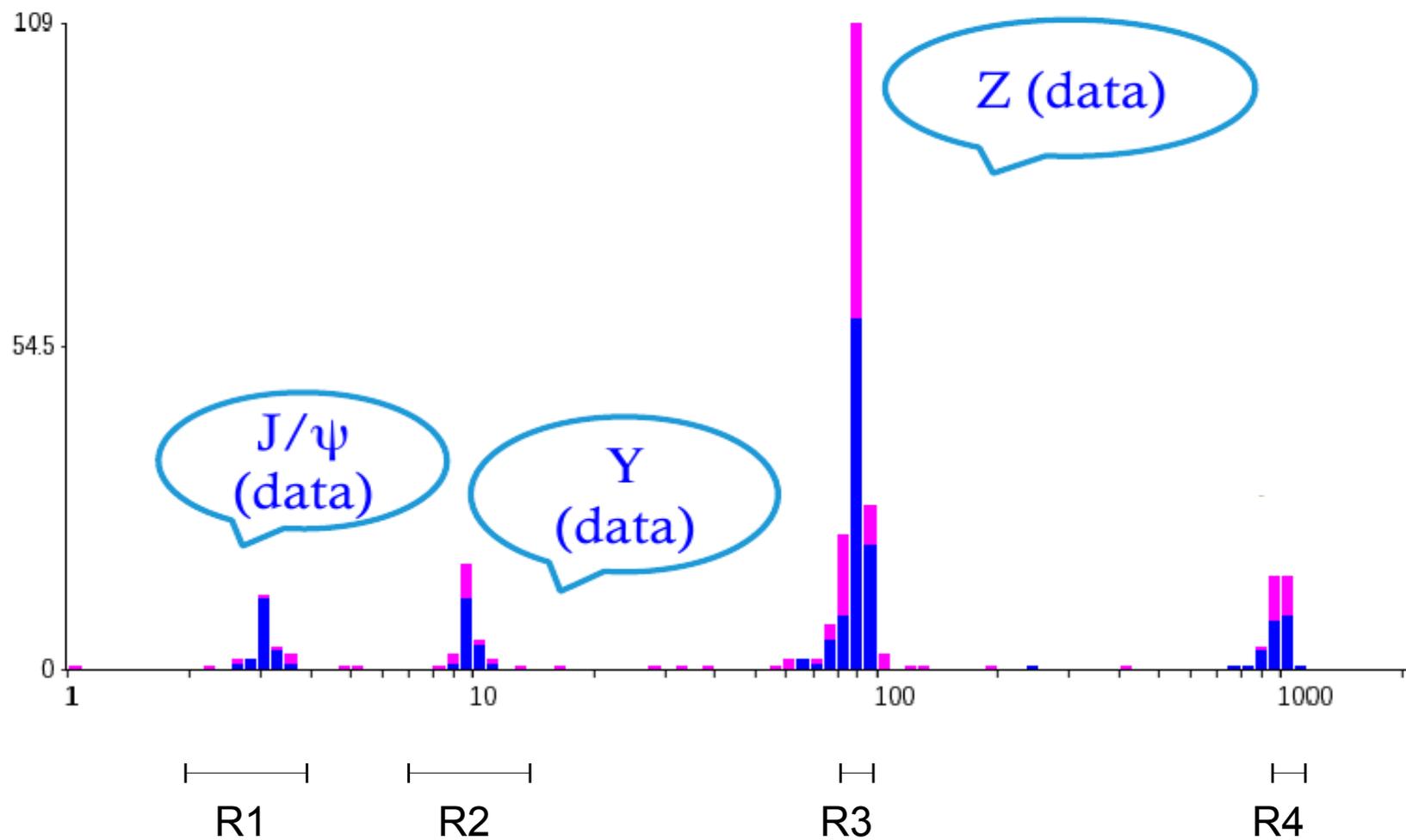


La mesure d'aujourd'hui

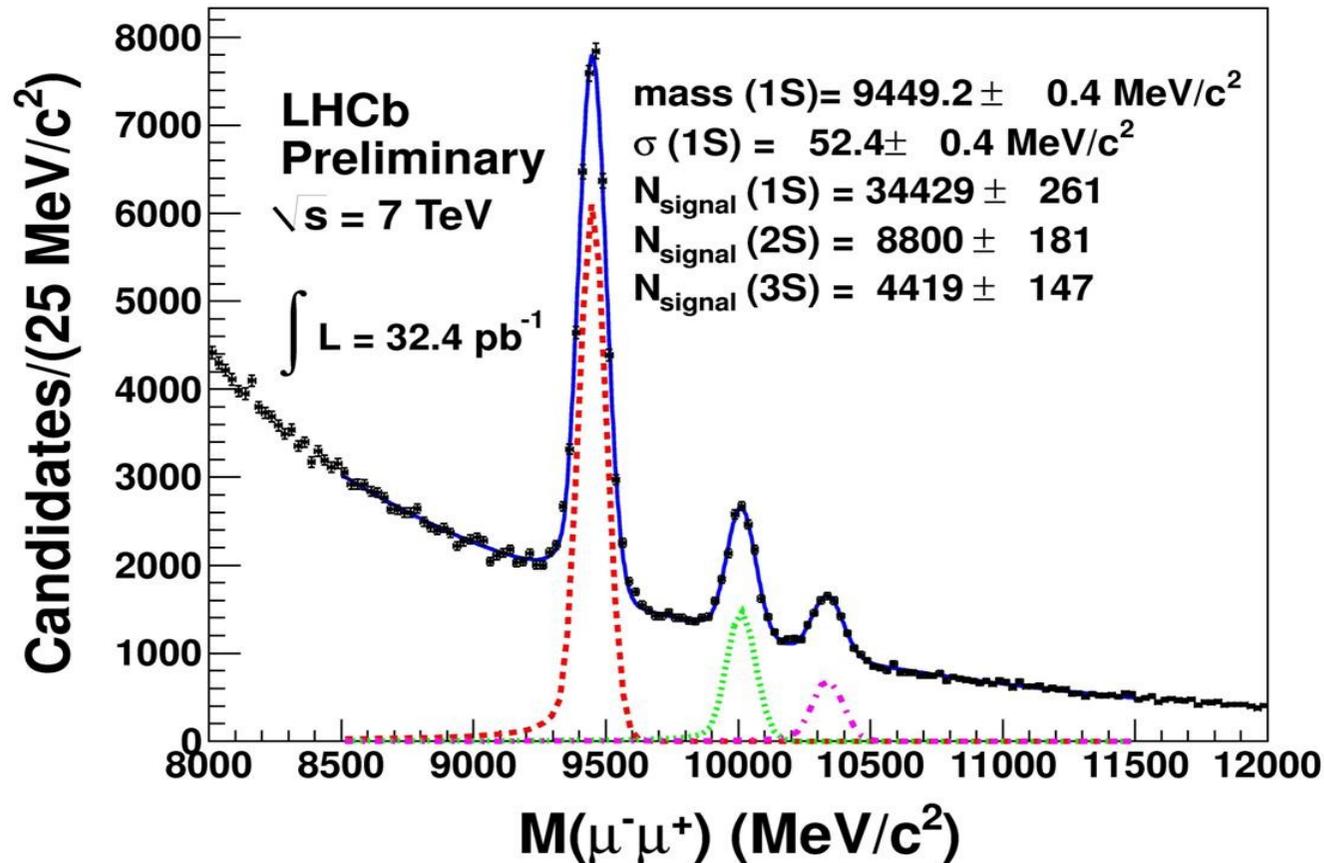
Invariant Mass

Electrons
Muons

Region:	R1	R2	R3	R4
Events:	27	23	168	39
Mean:	3.04	9.27	89.00	982.90
Width:	0.57	0.97	4.58	58.72

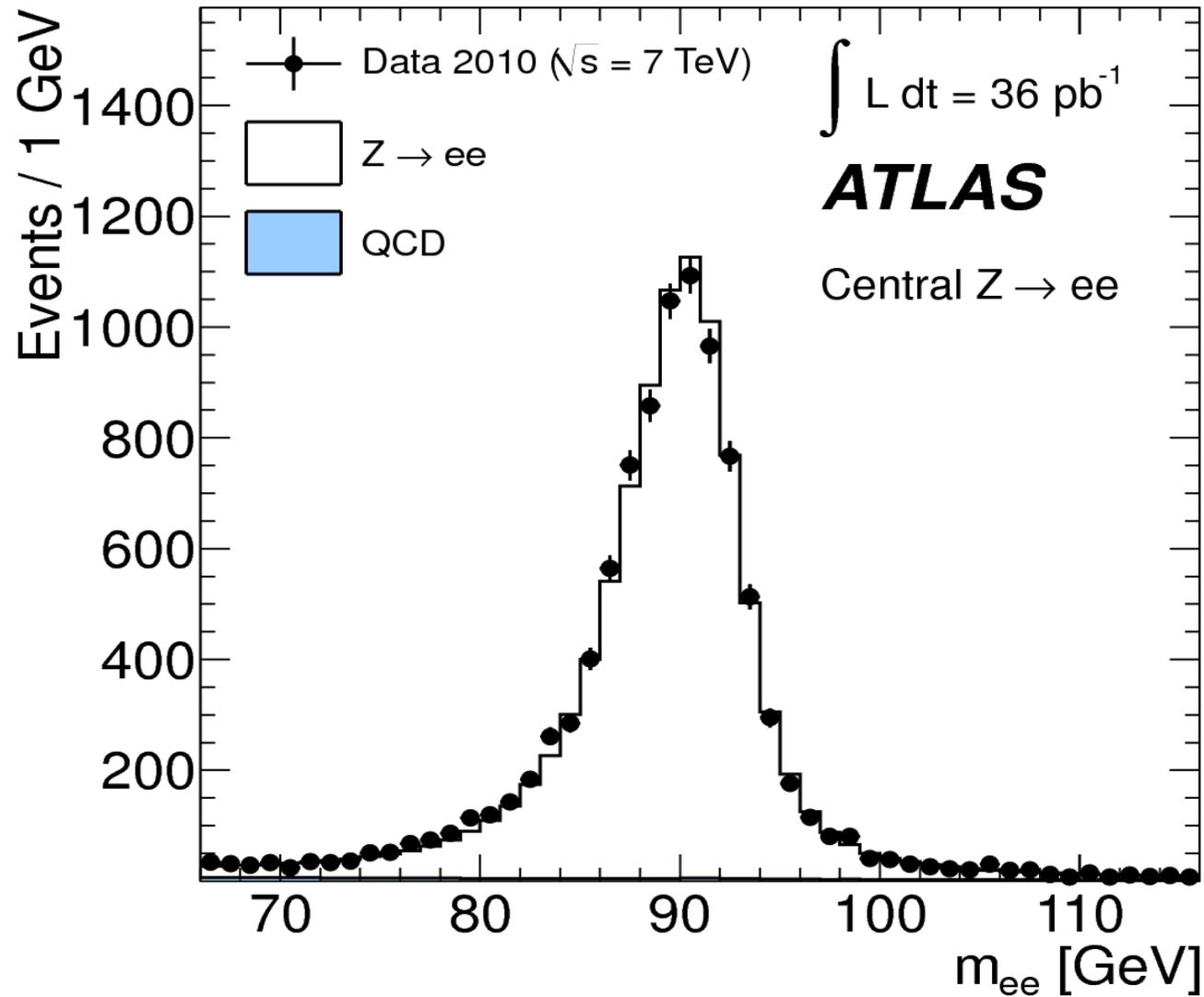


Les mésons Y vus par LHCb



3 résonances bien distinctes

$Z \rightarrow e^+e^-$ analysé par ATLAS

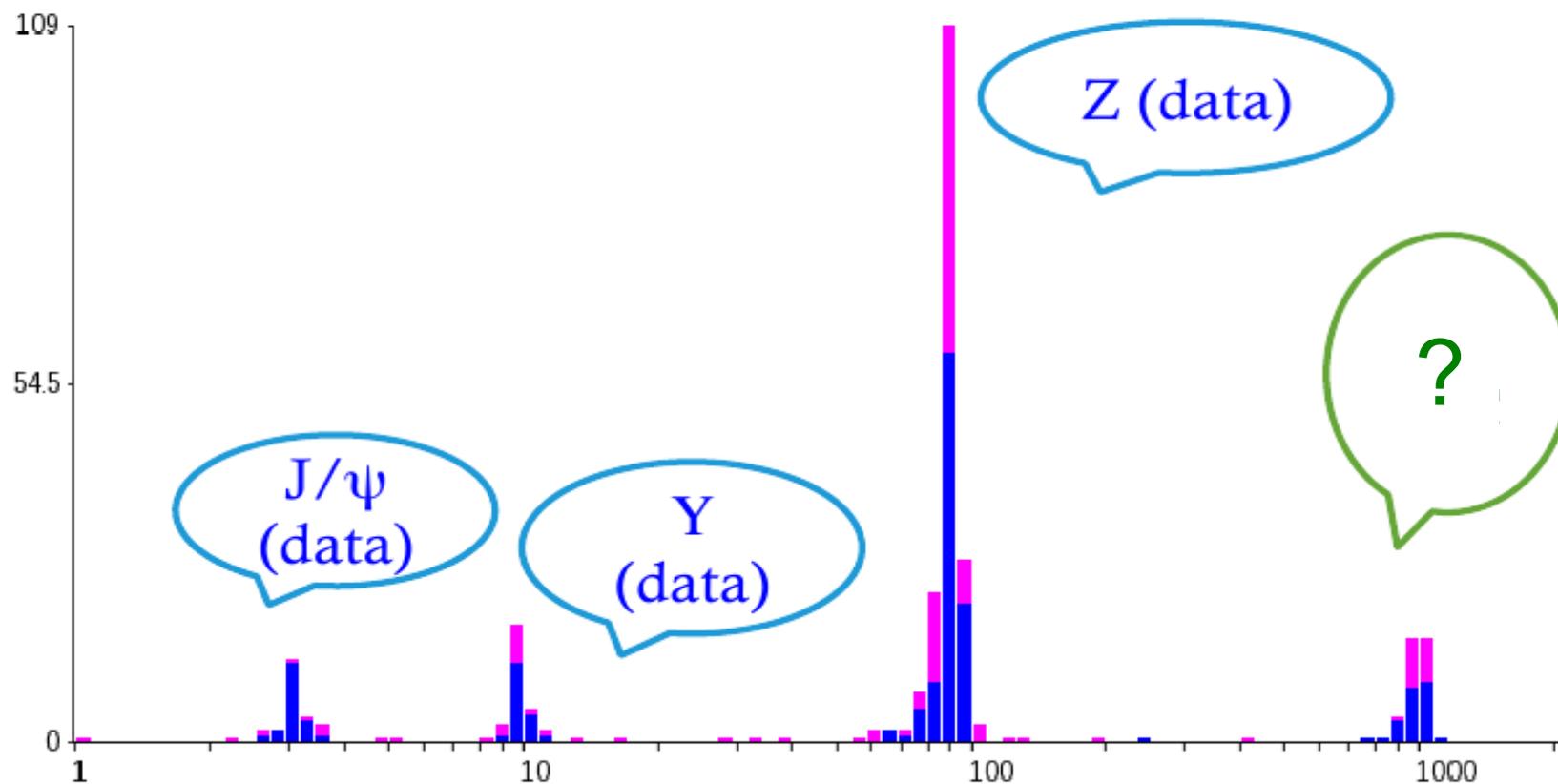


La mesure d'aujourd'hui

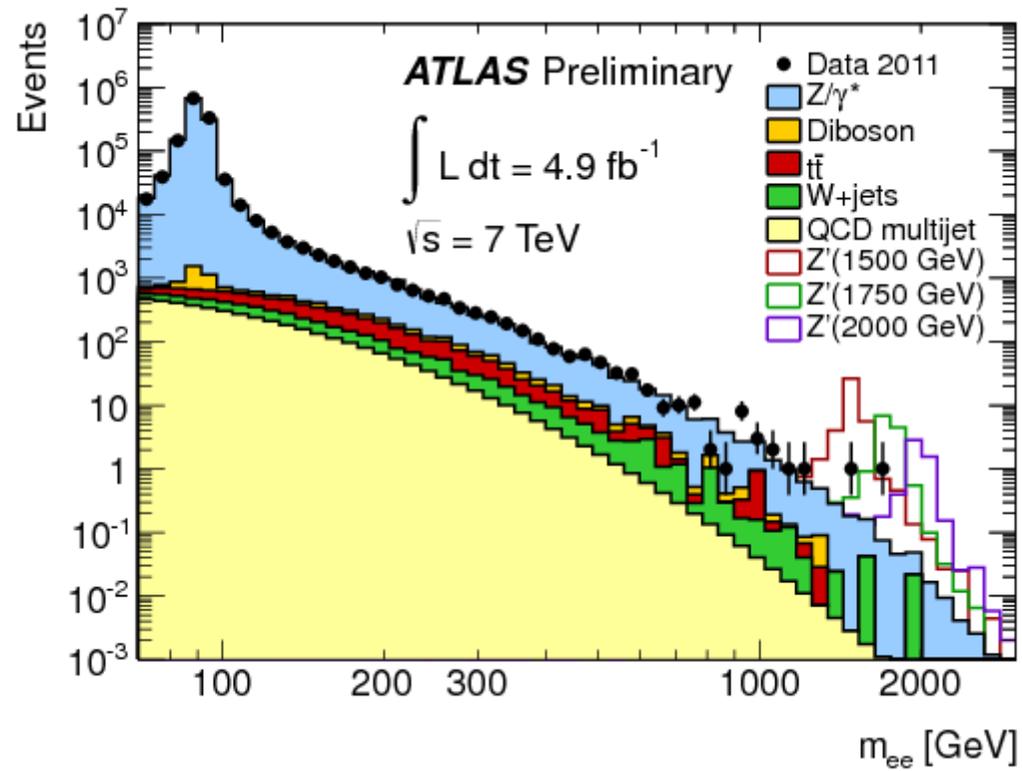
Invariant Mass

■ Electrons
■ Muons

Region:	R1	R2	R3	R4
Events:	27	23	168	39
Mean:	3.04	9.27	89.00	982.90
Width:	0.57	0.97	4.58	58.72



Recherche du $Z' \rightarrow e^+e^-$ dans ATLAS

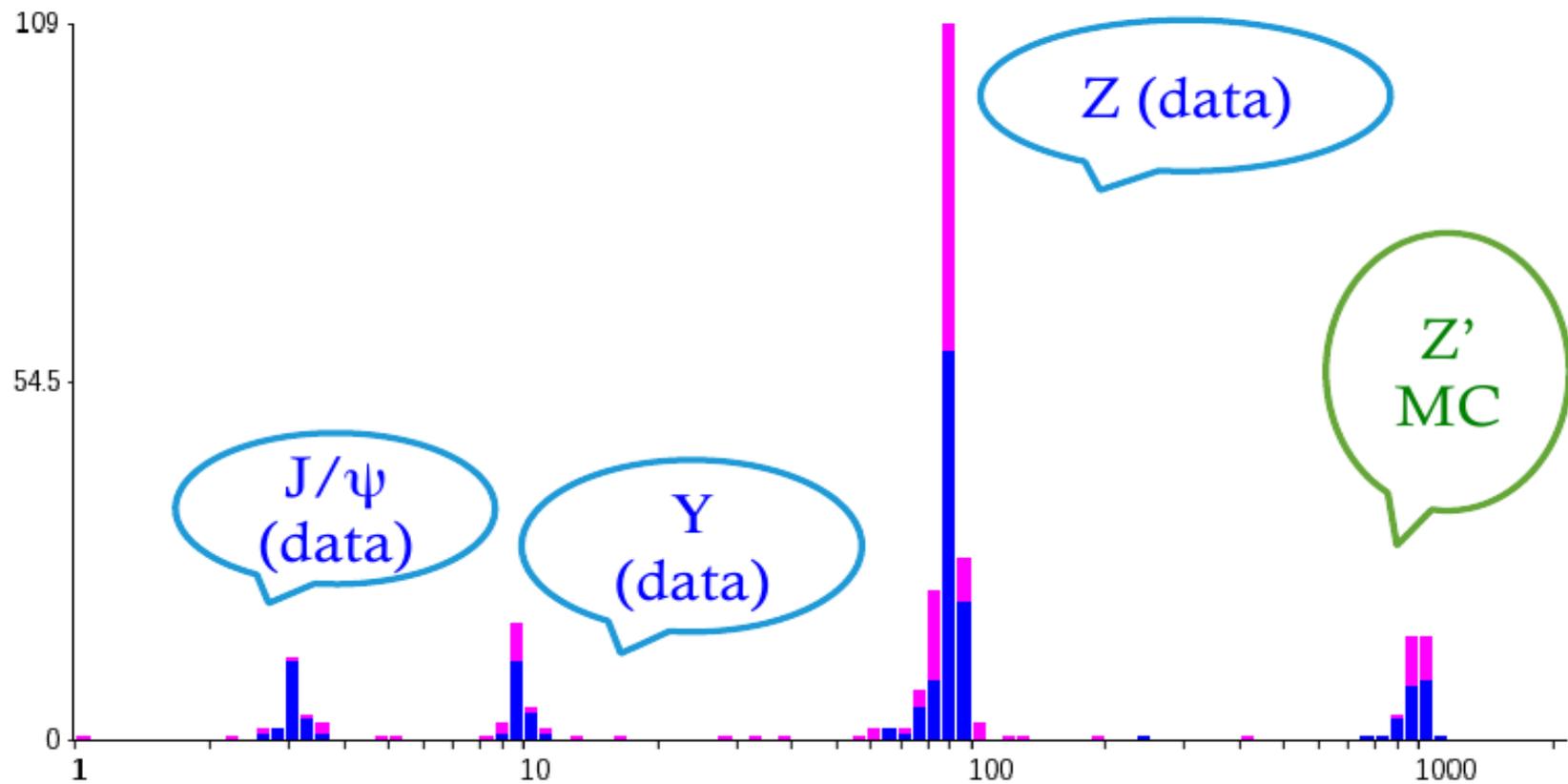


La mesure d'aujourd'hui

Invariant Mass

Electrons
Muons

Region:	R1	R2	R3	R4
Events:	27	23	168	39
Mean:	3.04	9.27	89.00	982.90
Width:	0.57	0.97	4.58	58.72



INTERPRETATION

Spectre en masse invariante de systèmes composés de

1. Désintégrations en 2 leptons chargés

- Observation des mésons J/ψ et Y ainsi que du boson Z .
- Observation d'une particule de très haute masse (1 TeV) correspondant à un faux boson Z' artificiellement rajouté dans les données. En fait, ATLAS a déjà exclu la possibilité qu'un tel boson existe.

2. Recherche du boson de Higgs en

- 1) 4 leptons chargés
- 2) 2 photons

INTERPRETATION

Spectre en masse invariante de systèmes composés de

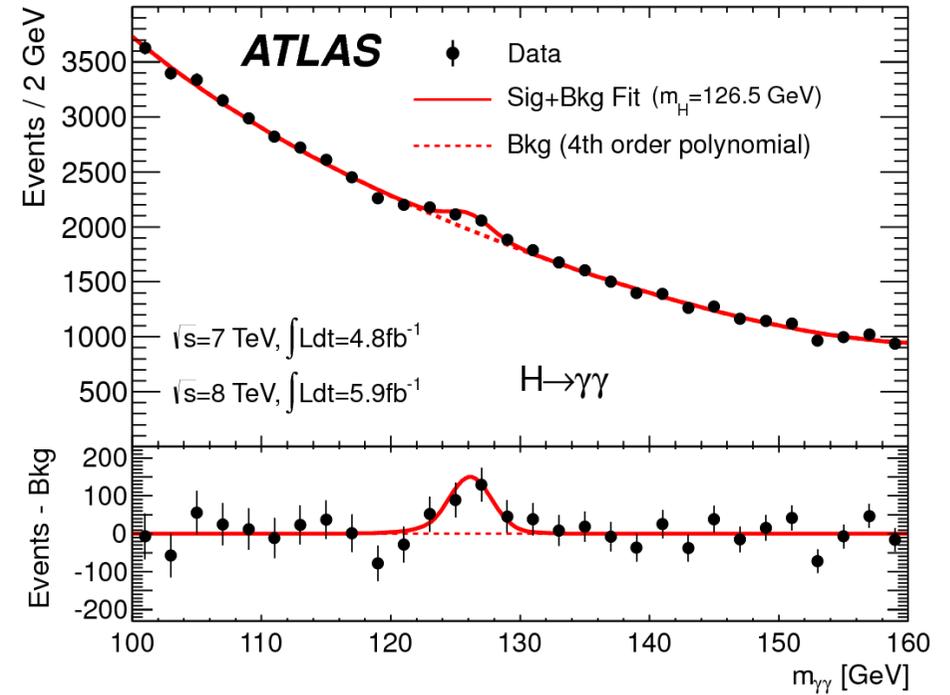
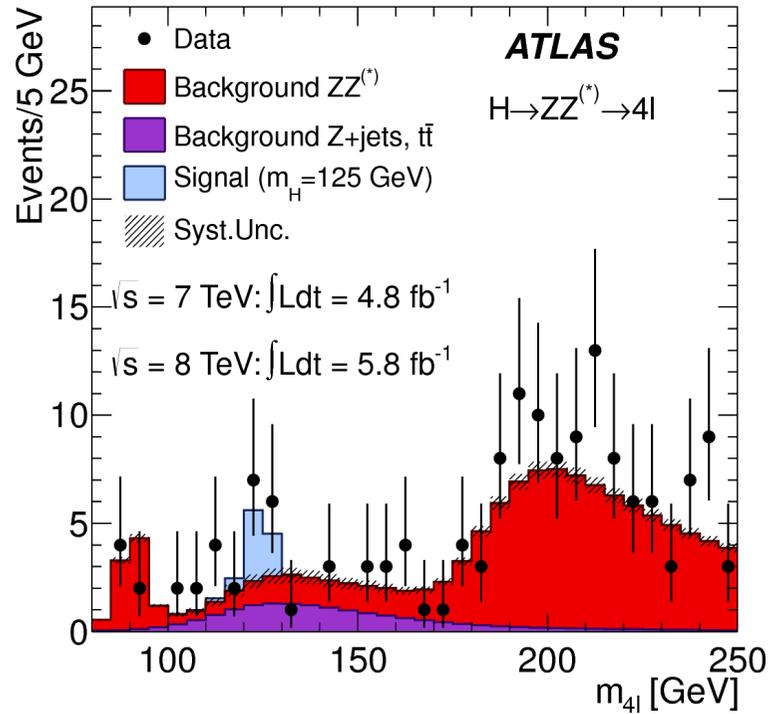
1. Désintégrations en 2 leptons chargés

- Observation des mésons J/ψ et Y ainsi que du boson Z .
- Observation d'une particule de très haute masse (1 TeV) correspondant à un faux boson Z' artificiellement rajouté dans les données. En fait, ATLAS a déjà exclu la possibilité qu'un tel boson existe.

2. Recherche du boson de Higgs en

- 1) 4 leptons chargés
- 2) 2 photons

Recherche du boson de Higgs dans ATLAS



Qu'avons-nous observé aujourd'hui ?

A-t-on vu un signe du boson de Higgs ? Pourquoi ?