



**INTERNATIONAL**  
**MASTERCLASSES**

hands on particle physics

**Discussion des résultats**

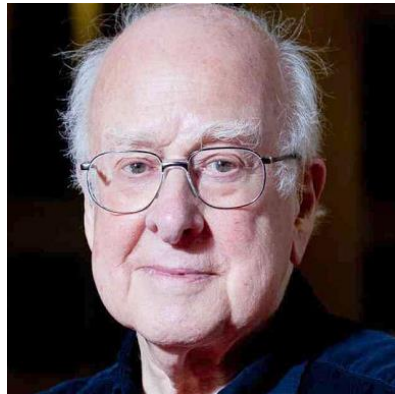
# Rappel des objectifs

Rechercher dans les données prises par ATLAS :

Le boson Z



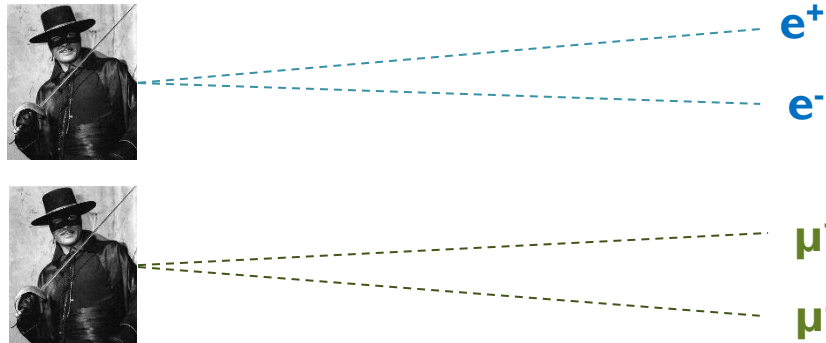
Le boson H



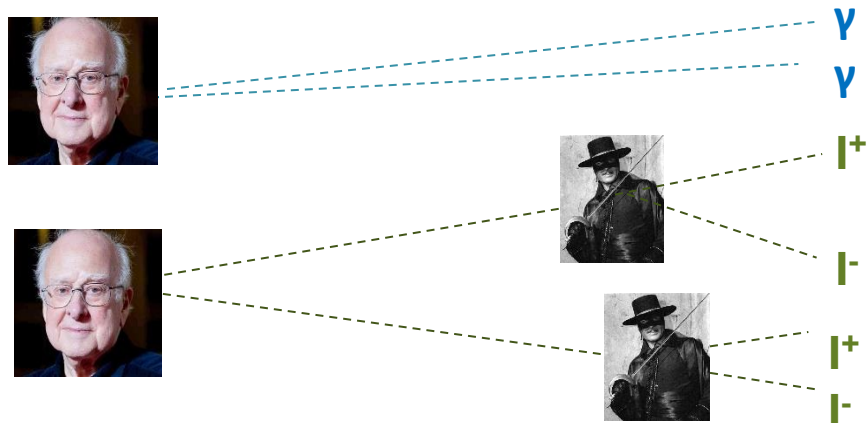
# Mais ce n'est pas si simple !

Les deux bosons ne sont pas directement détectables.  
→ On cherche leurs produits de désintégration.

Le boson Z



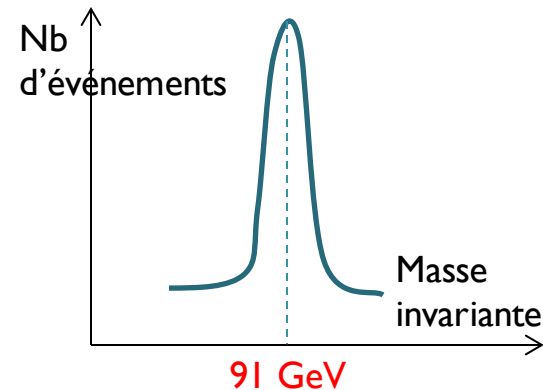
Le boson H



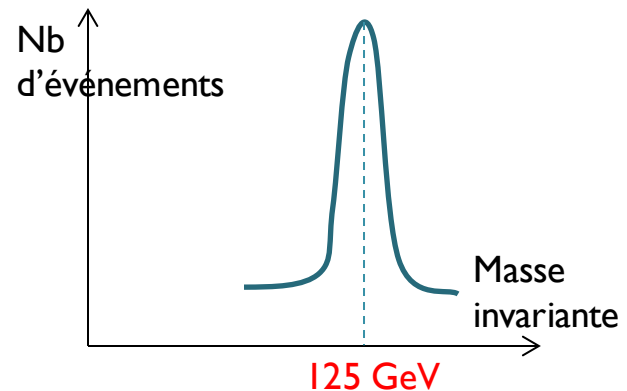
# Comment étudier les bosons Z et Higgs ?

→ On reconstruit la masse invariante

Le boson Z



Le boson H



# A quoi ressemblent vos résultats ?

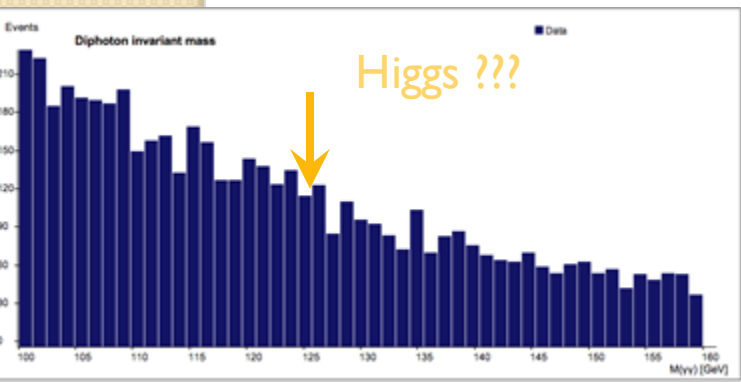
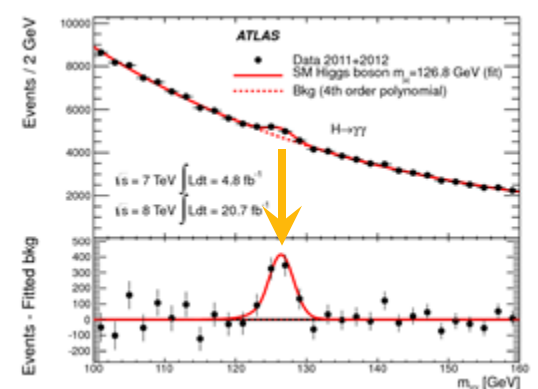
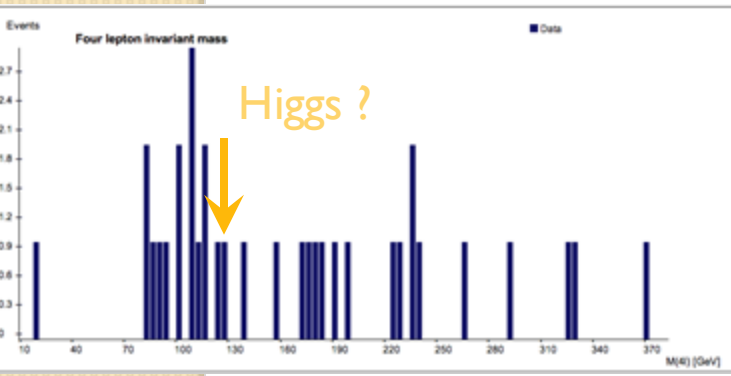
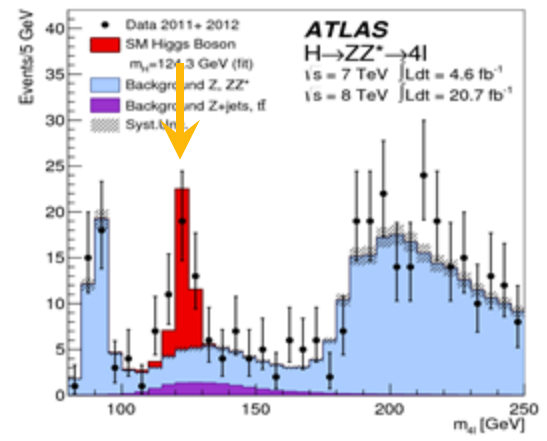
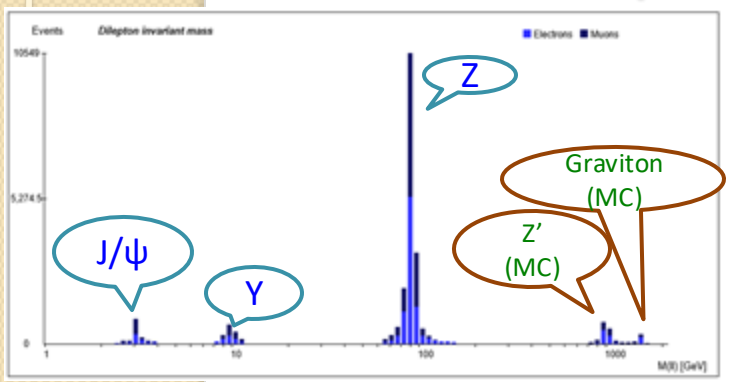
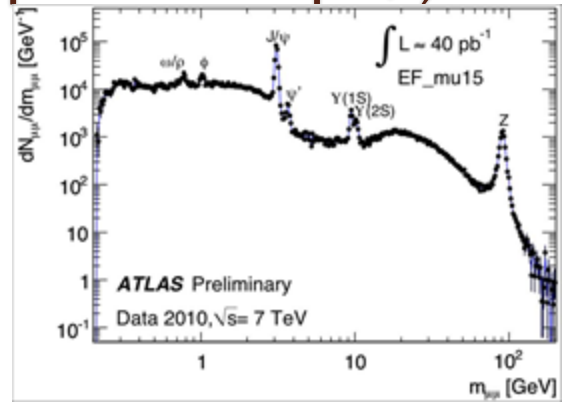
- Les résultats seront disponibles ici :
  - <https://zpathweb.hepp.uiocloud.no/OPloT/index.php>
  - <https://zpathweb.hepp.uiocloud.no/OPloT/plot.php?Action=Summary&Combo=ThisInstAndDate&selectedInst=2.hepp.uiocloud.no/OPloT/plot.php?Action=Summary&Combo=ThisInstAndDate&selectedInst=2>
- Je pourrai aussi aller chercher les résultats regroupés avec les autres instituts là :
  - <https://zpathweb.hepp.uiocloud.no/OPloT/plot.php?Action=Summary&Combo=AllOnGivenDate&selectedYear=20&selectedMonth=2&selectedDay=10>

# Comparaison avec la collaboration ATLAS (ce que vous auriez obtenu avec un peu plus de temps ;-)

$$e^+e^- \text{ ou } \mu^+\mu^-$$

$$e^+e^- e^+e^- \text{ ou } e^+e^- \mu^+\mu^- \text{ ou } \mu^+\mu^- \mu^+\mu^-$$

$$\gamma\gamma$$



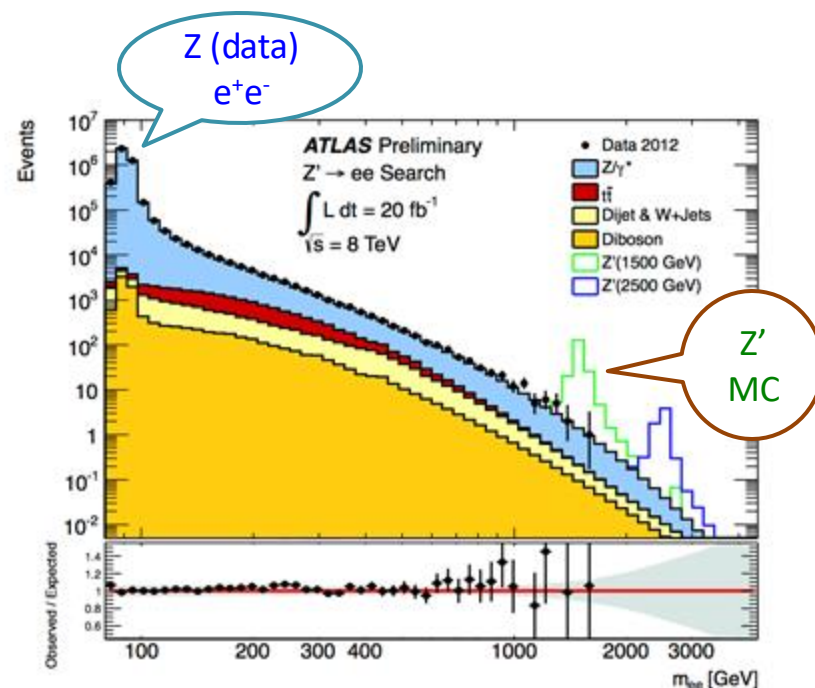
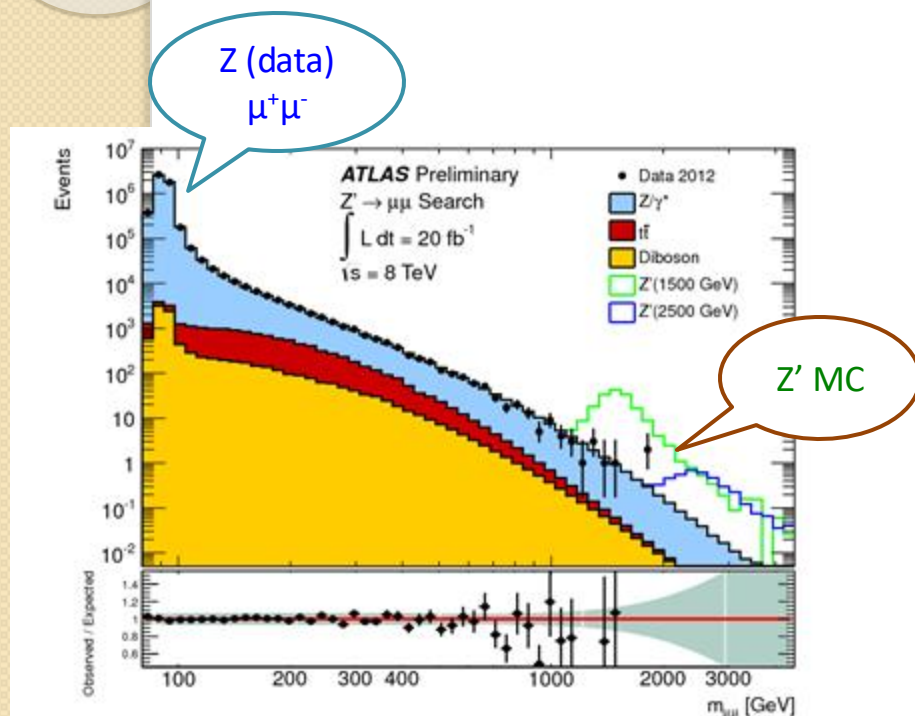
# Félicitations !

- Vous maîtrisez l'identification de différents types de particules traversant le détecteur ATLAS
- Vous maîtrisez le concept de masse invariante....
- Ce qui vous a permis de:
  - Redécouvrir les mésons  $J/\Psi$ ,  $\Upsilon$  (Upsilon) et le boson  $Z$  et de mesurer leurs masses
  - Cherchez le boson de Higgs se désintégrant en 4 leptons ou deux photons
  - Découvrir à quoi ressemblerait la recherche de particules « exotiques » et hypothétique tel que le  $Z'$  et le Graviton
- Tout cela à la manière d'ATLAS !

# Masse invariante $M(l^+l^-)$ : ATLAS vs. Masterclasses

Y-a-t-il de la nouvelle physique ?  
Par exemple un nouveau boson  $Z'$  ?

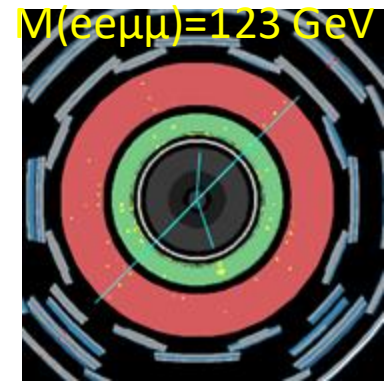
- ATLAS status:
  - $Z'$ ? : yes
  - $Z'$ ? No – not yet
    - $Z'$  must be heavier than 2 - 2.5 GeV



With the Invariant Mass technique you could

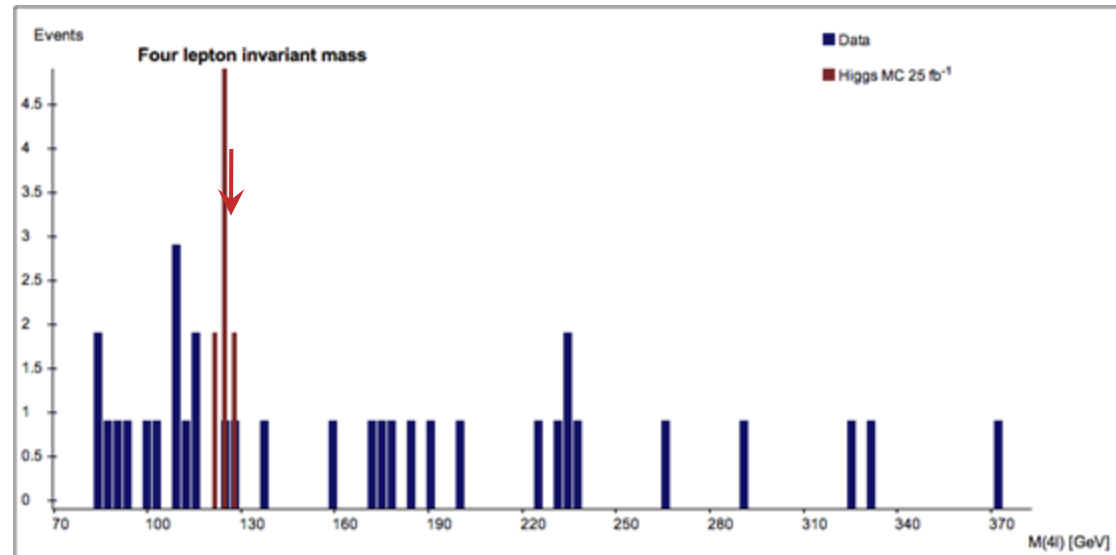
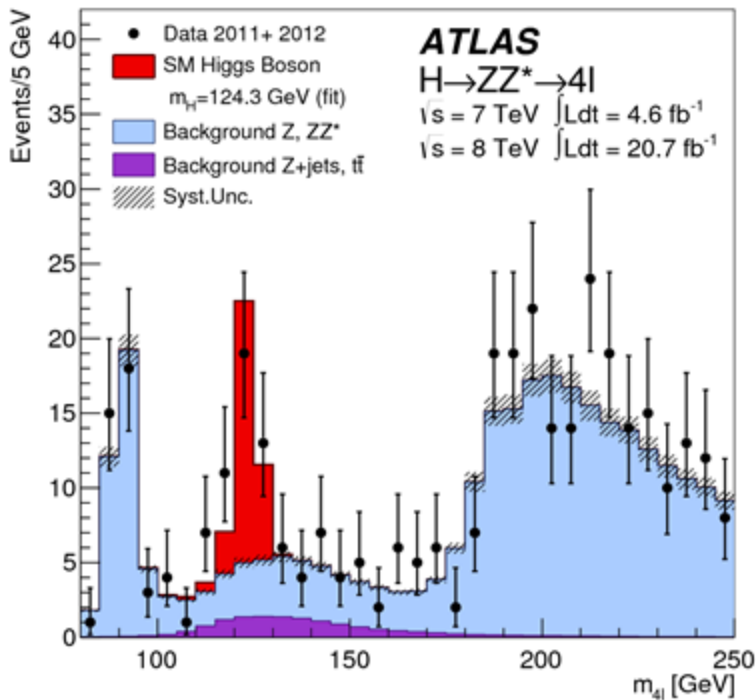
- Measure known particles
- Look for new hypothetical particles –  $Z'$  or Gravitons, exactly like ATLAS does

# Recherche du Higgs → 4l ATLAS vs. Masterclasses



## ATLAS results

- $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4l$
- $25.3 \text{ fb}^{-1}$

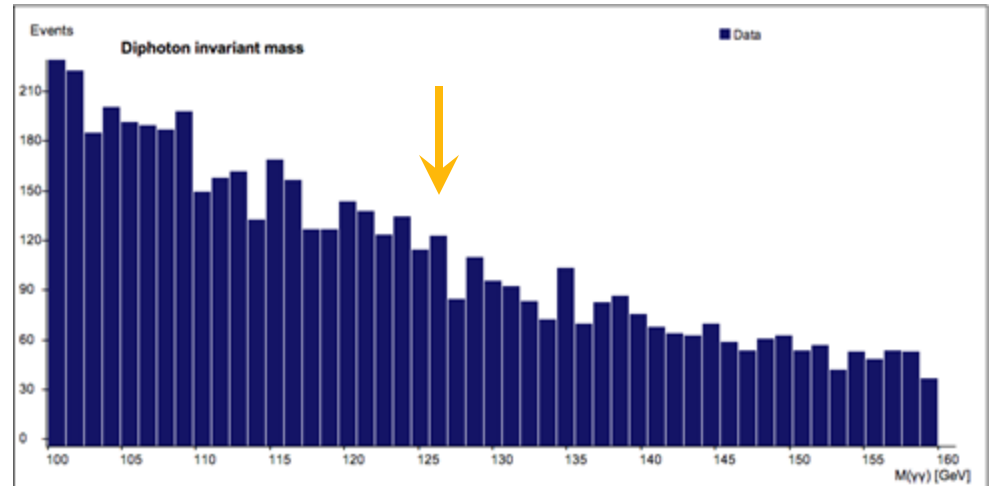
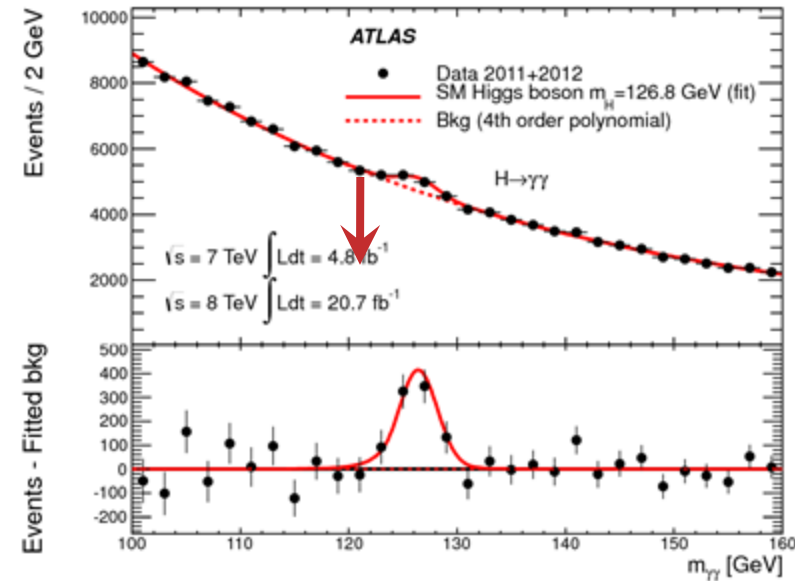


# Recherche $H \rightarrow \gamma\gamma$ : ATLAS vs. Masterclasses

## Résultat d'ATLAS

- 25.5 fb<sup>-1</sup> → clear signal

- Vous avez quelques candidats à ~125 GeV
- Mais pas assez de “statistique” pour reproduire le résultat d'ATLAS



# Nouvelle particule Nouvelle physique ?

Spin-0 (Type Higgs)?

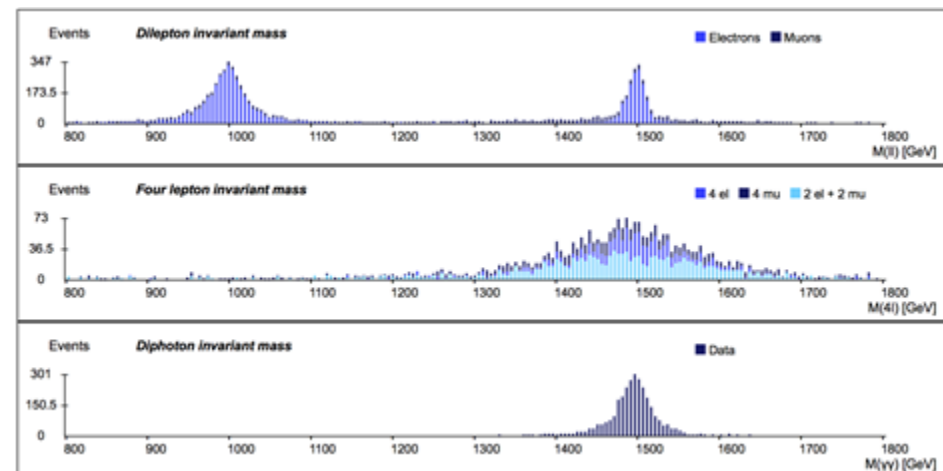
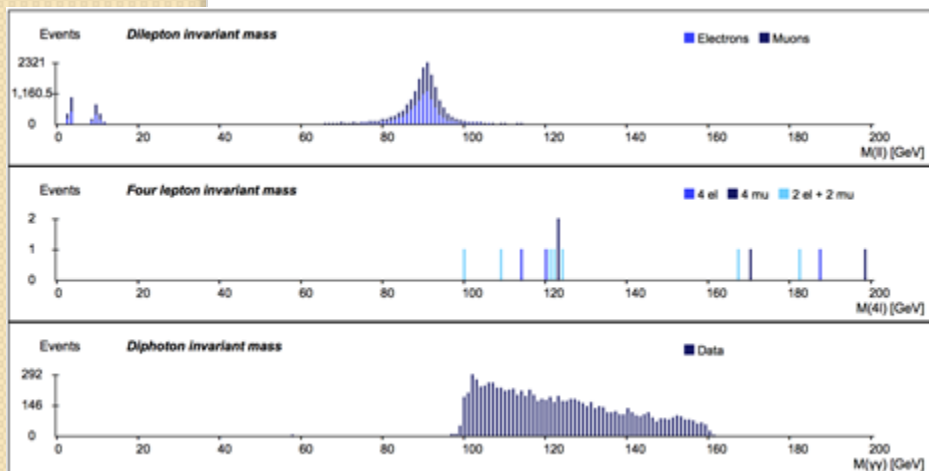
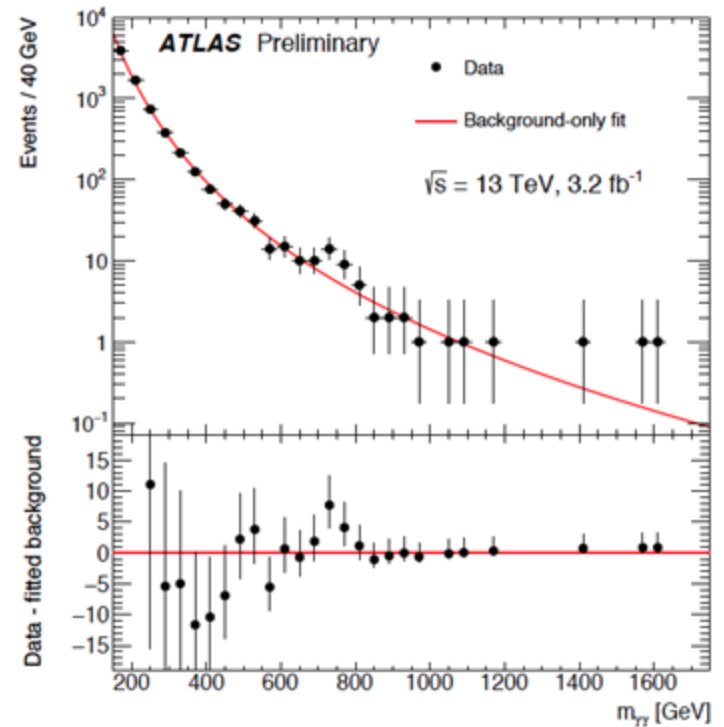
- Désintégration en di-photons, ZZ, WW, di-leptons

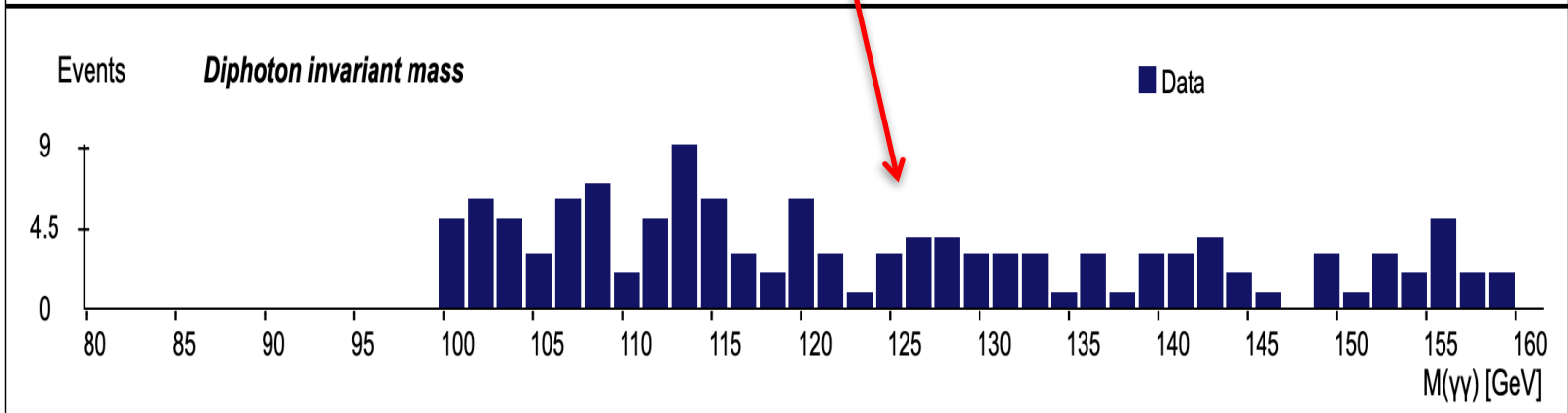
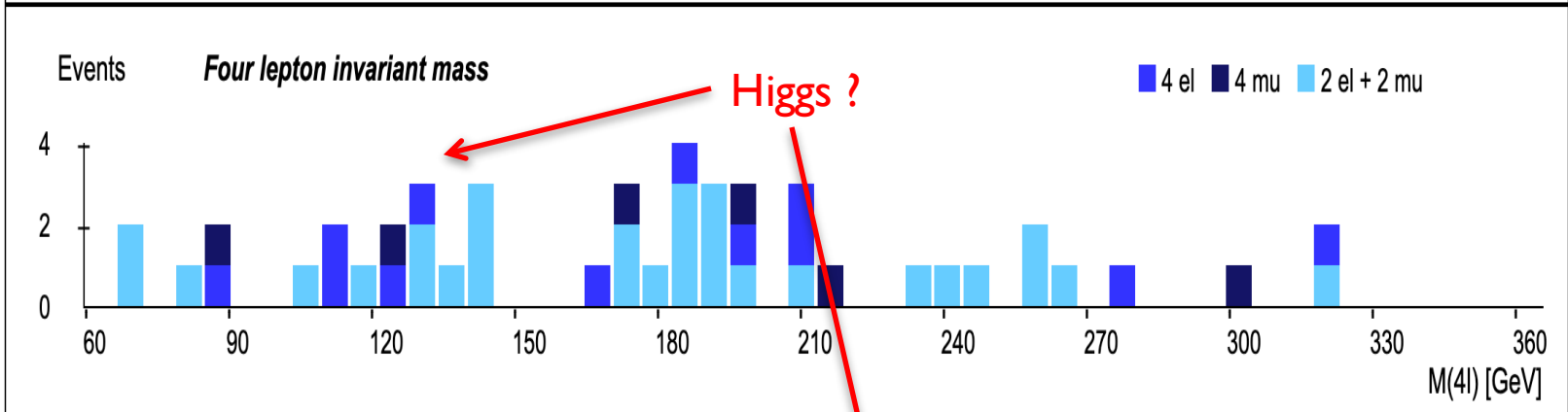
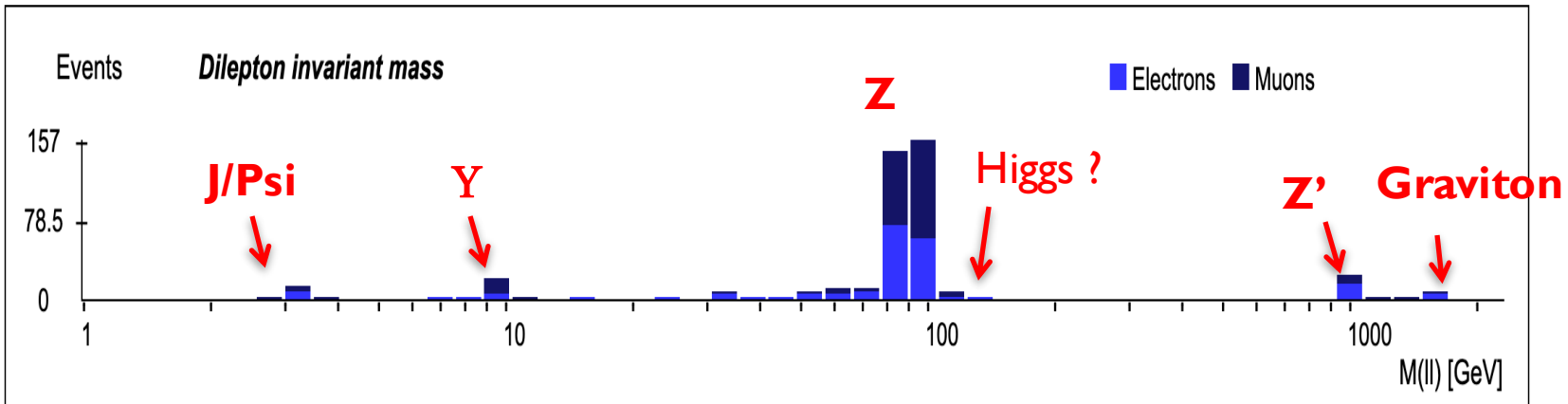
Spin-1 (Type Z, Z')

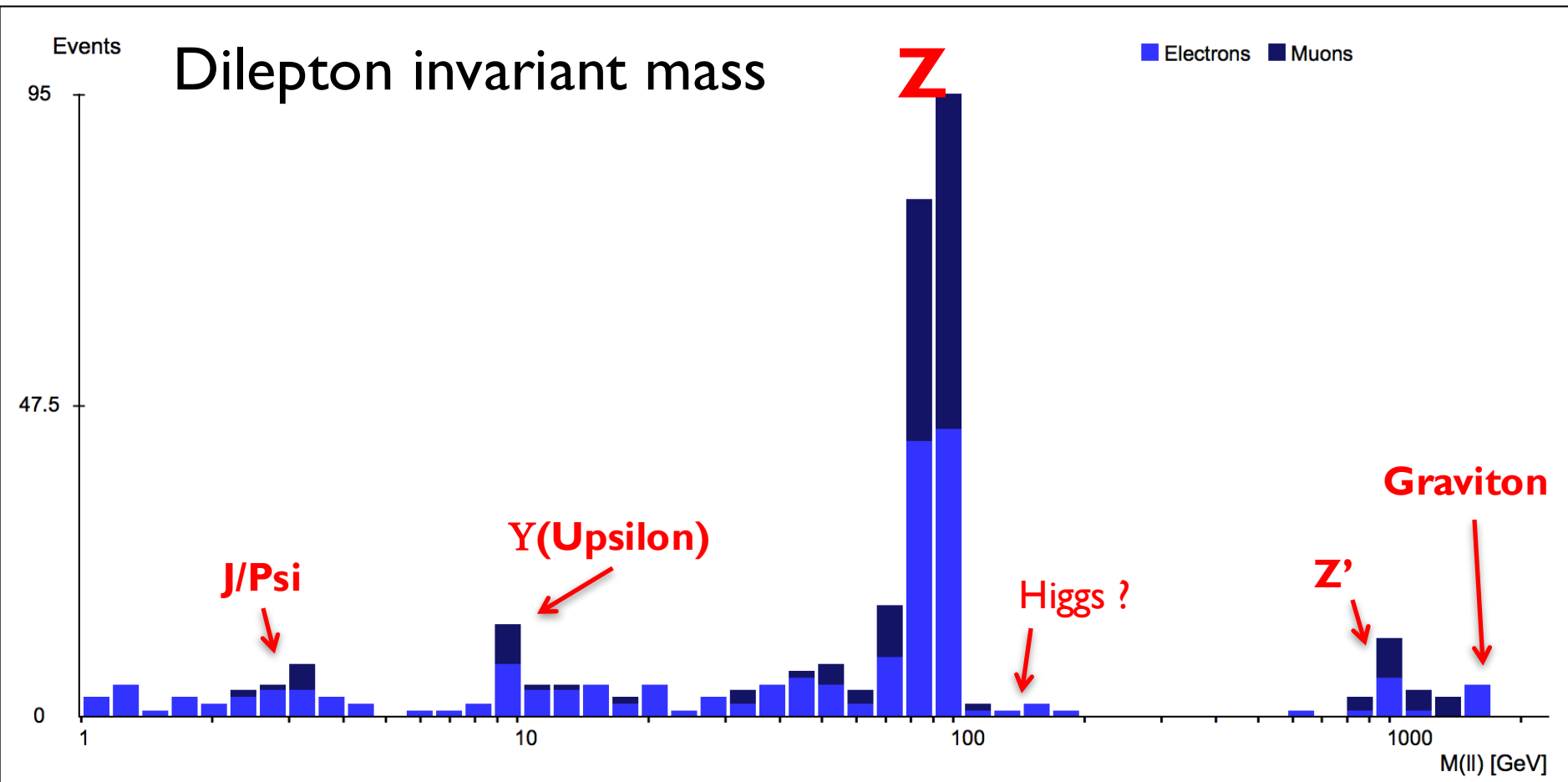
- Désintégration en di-leptons, pas di-photons, ZZ, WW

Spin-2 (Type Graviton)

- Désintégration en di-photons, di-leptons, ZZ, WW







- Largest peak corresponds to Z boson at the correct mass of ~90 GeV
- Two small peak at 3 and 9 GeV corresponding to particles discovered in the 70's
- No clear peak at 125 GeV (mass of the Higgs)... Maybe not enough statistic
- Two unexpected peaks at 1000 and 1500 GeV. (Z' and Graviton ?)