

Sujet : Nombre d'evts Higgs

De : Isabelle Wingerter <Isabelle.Wingerter@cern.ch>

Date : 22/10/2019 à 14:41

Pour : Nicolas Arnaud <narnaud@lal.in2p3.fr>

Cher Nicolas,

j'essaie de répondre ici à la question posée concernant les nombres de boson de Higgs produits et observés.

J'espère que cela répond à la question posée; sinon, n'hésite à me le faire savoir.

Bien amicalement,

Isabelle.

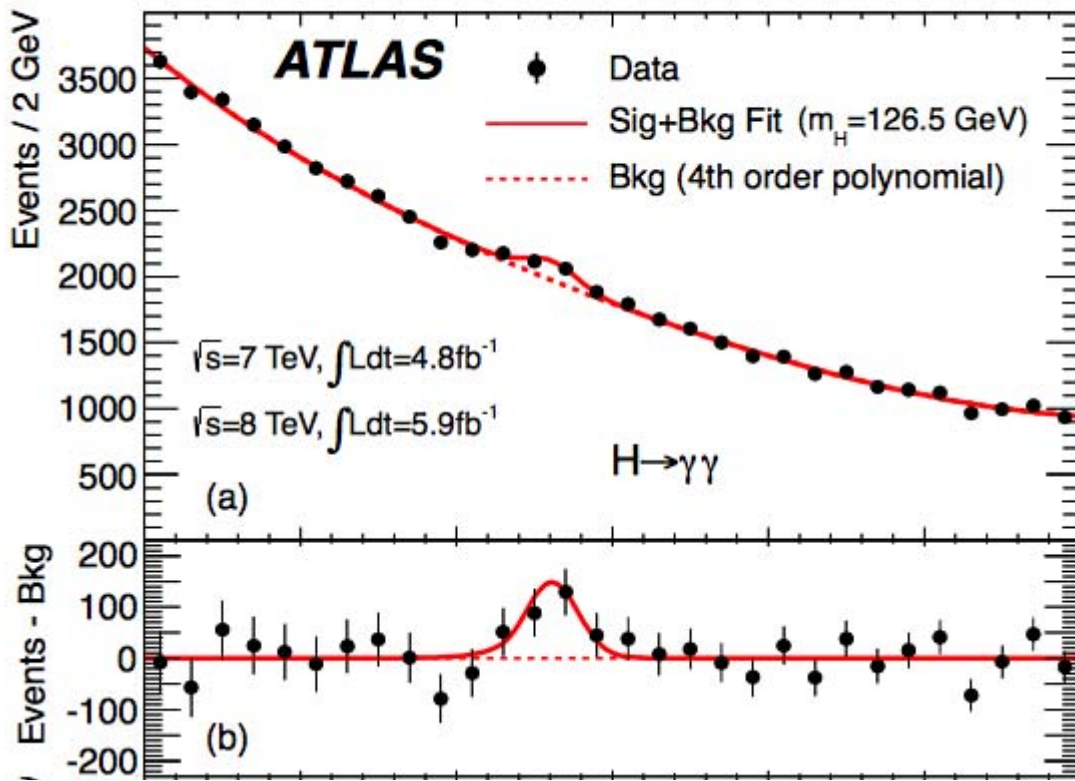
Je prends les exemples du boson de Higgs se désintégrant en une paire de photons et en une paire ZZ, avec les bosons Z se désintégrant en e+e- et mu+mu- que l'on résume en disant le canal 4 leptons.

1. La section efficace de production du boson de Higgs, pour des collisions à 13 TeV d'énergie dans le centre de masse, est calculée à $\sigma=55\pm 2.5$ pb (pico-barn) par la théorie; nous l'avons mesurée à $\sigma=57\pm 7$ pb.
2. Le boson de Higgs se désintègre en paire photon-photon ds 0.2% des cas et en 4 leptons dans 0.01% des cas.
3. L'acceptance de ces deux modes de désintégrations ds ATLAS est de ~50% (cela veut dire que nous ne récupérons que la moitié des bosons de Higgs produits par le LHC pour ces canaux de désintégrations à cause de la forme du détecteur, de la sélection que nous devons appliquer pour lutter contre le bruit de fond,...).
4. Entre 2015 et 2018 (Run 2 du LHC), le LHC a tourné avec des collisions à 13 TeV et nous avons accumulé une *luminosité intégrée* de $L\sim 140$ /fb. La luminosité intégrée est calculée par le LHC en prenant en compte le nombre de protons entrés en collisions. On obtient le nombre d'événements produits $N = L \times \sigma$.
5. Pendant le **Run 2** le LHC a donc produit $140000/\text{pb} \times 55 \text{ pb} = 7.7$ millions de bosons de Higgs (conversion $140/\text{fb} \Leftrightarrow 140\,000/\text{pb}$).
6. Sur ces $7.7 \cdot 10^6$ boson de Higgs, 0.2% se désintègrent en paire de photons, soit ~15000 evts et 0.01% en 4 leptons soit ~770 evts. L'acceptance du détecteur étant de ~50%, nous avons donc collecté ~7500 bosons de Higgs en paires de photons et ~400 en 4 leptons.

On peut ensuite faire toutes les règles de trois que l'on veut.

Par exemple: pour la découverte du boson de Higgs, l'énergie ds le centre de masse était de 7 TeV (pour la moitié des données) et de 8 TeV (pour l'autre moitié); la section efficace à 7-8 TeV est de ~15 pb.

==> pour la découverte, avec $L=10/\text{fb}$ nous avons donc collecté ($L \times \sigma \times$ désintégration \times acceptance) $\sim 10000 \times 15 \times 0.002 \times 0.5 = 150$ bosons de Higgs en paire de photons et ~10 bosons de Higgs en 4 leptons. Et c'est bien ce que l'on voit sur les distributions copiées ci-dessous issues de la publication de la découverte ([lien](#)).



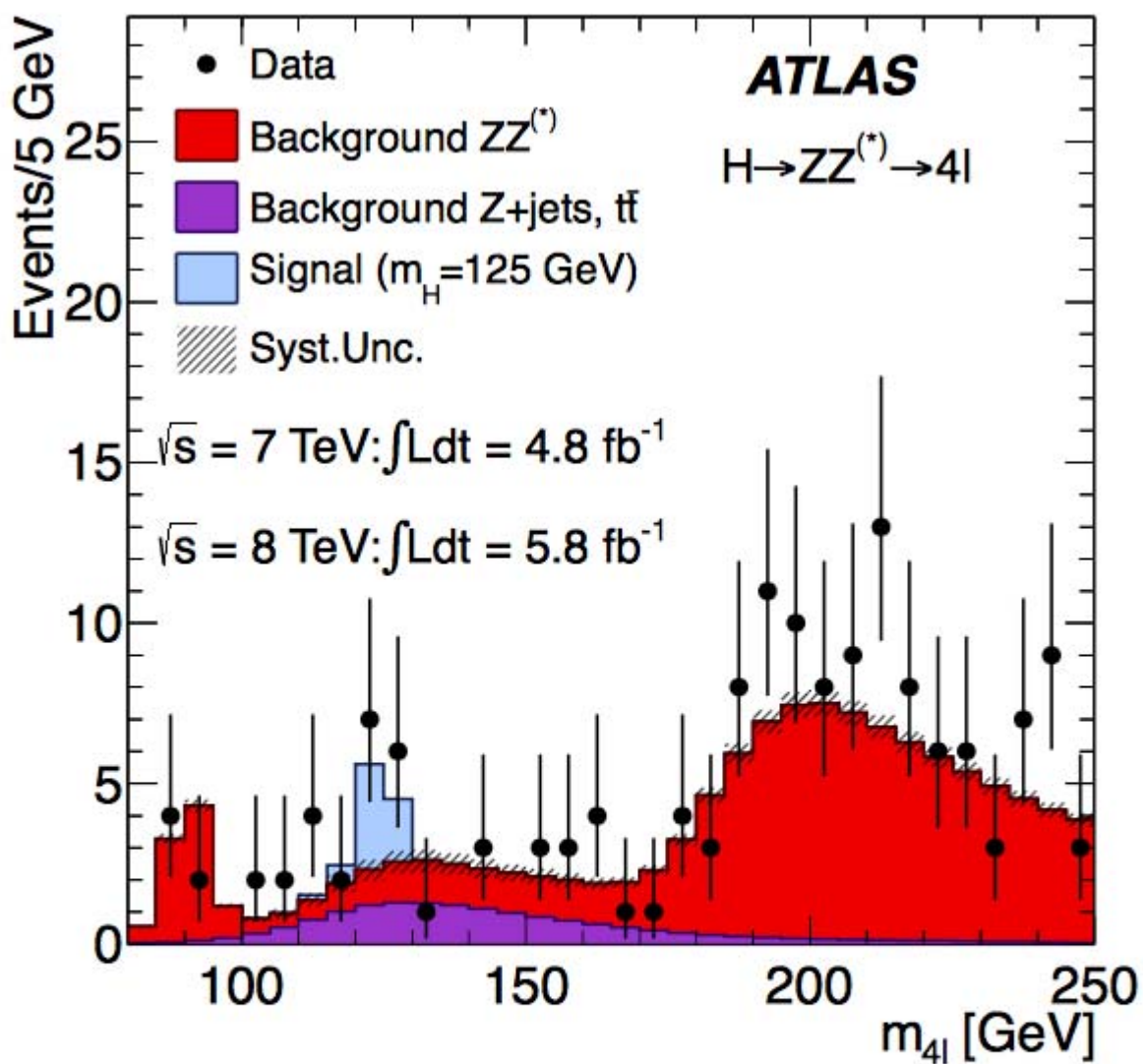


Figure 2: The distribution of the four-lepton invariant mass, $m_{4\ell}$, for the selected candidates, compared to the background expectation in the 80–250 GeV mass range, for the combination of the $\sqrt{s} = 7$ TeV and $\sqrt{s} = 8$ TeV data. The signal expectation for a SM Higgs with $m_H = 125$ GeV is also shown.