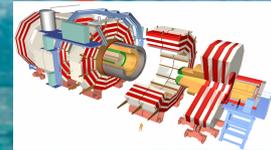


Recherche du **boson de Higgs** standard produit en association avec une **paire de quarks top** dans le canal multi-leptons dans l'expérience **CMS** auprès du **LHC**

Présentation de thèse/stage -
M2 Physique Subatomique et
Astroparticules



Jérémy Andrea, Daniel Bloch, Anne-Catherine Le Bihan

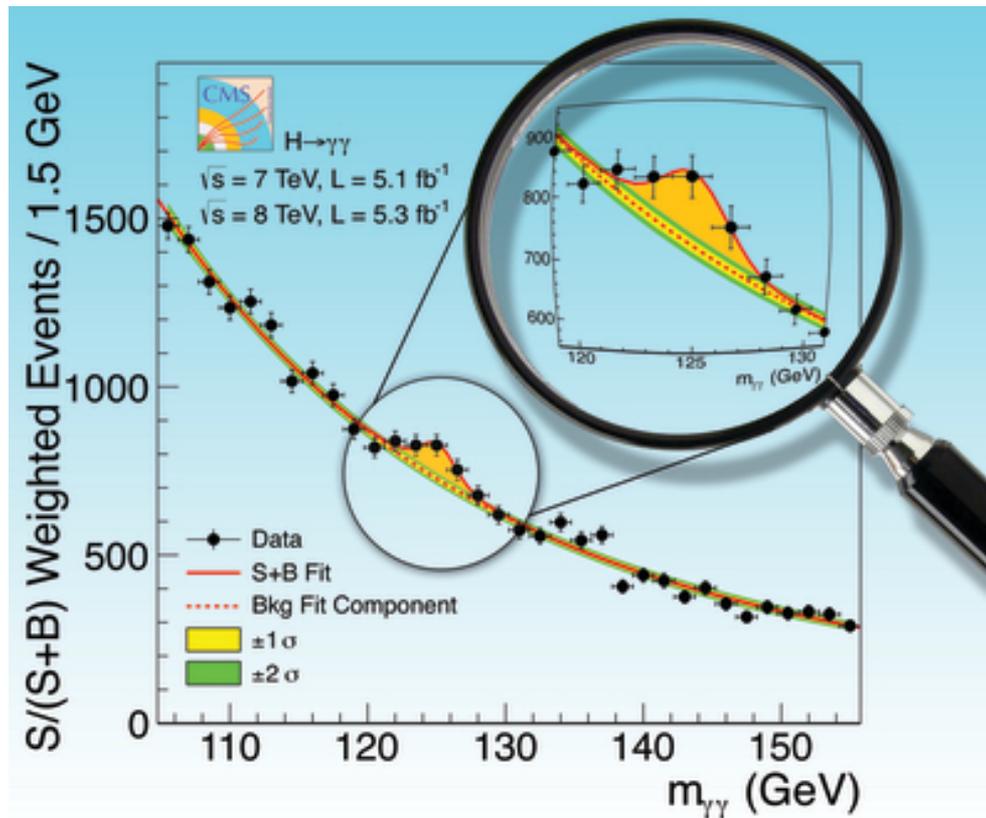
Pourquoi s'intéresser à la production du boson de Higgs en association avec le quark top ?

Découverte d'un nouveau boson au CERN

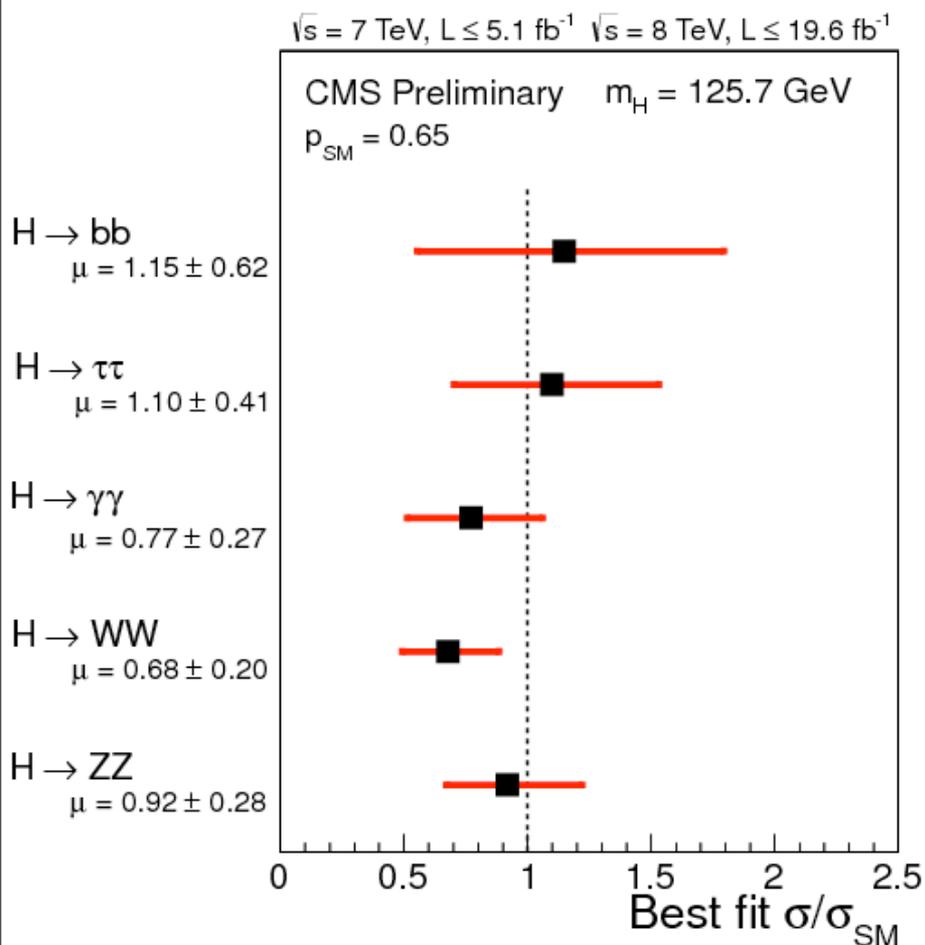
Découverte: 4 juillet 2012

Canaux principaux de découverte: $H \rightarrow \gamma\gamma$, $H \rightarrow ZZ$

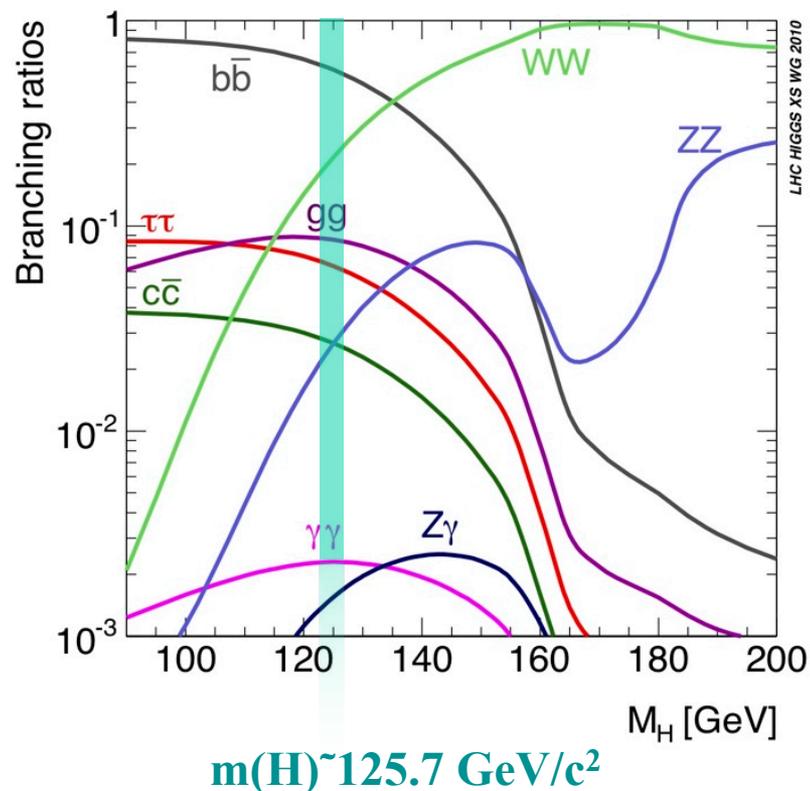
$$m(H) = 125.7 \pm 0.3 \text{ (stat)} \pm 0.3 \text{ (syst)} \text{ GeV}/c^2$$



Est-ce vraiment le boson de Higgs ?



Rapports d'embranchement théoriques du boson de Higgs



Le boson de Higgs se couple aux fermions

Les rapports d'embranchement sont proches de ceux attendus dans le Modèle Standard..

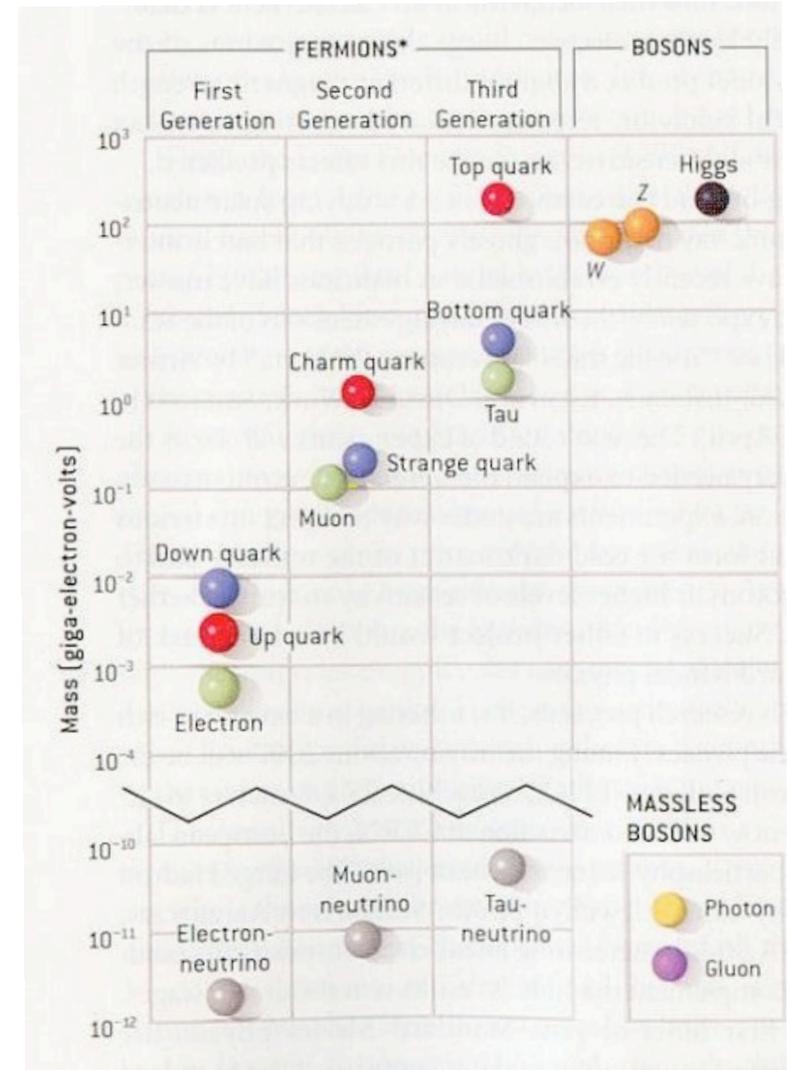
Le couplage du quark top au boson de Higgs

Le mécanisme de Higgs est responsable de la masse des bosons mais également des fermions

Le **quark top** est la particule élémentaire la plus **lourde**

$$m(\text{top}) = 173.29 \pm 0.23(\text{stat}) \pm 0.92(\text{syst})$$

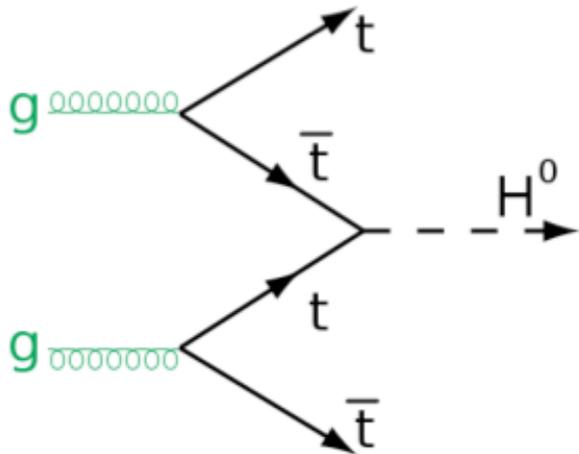
Intéressant à étudier pour comprendre le mécanisme de brisure électrofaible..



Observation directe de top-antitop-Higgs

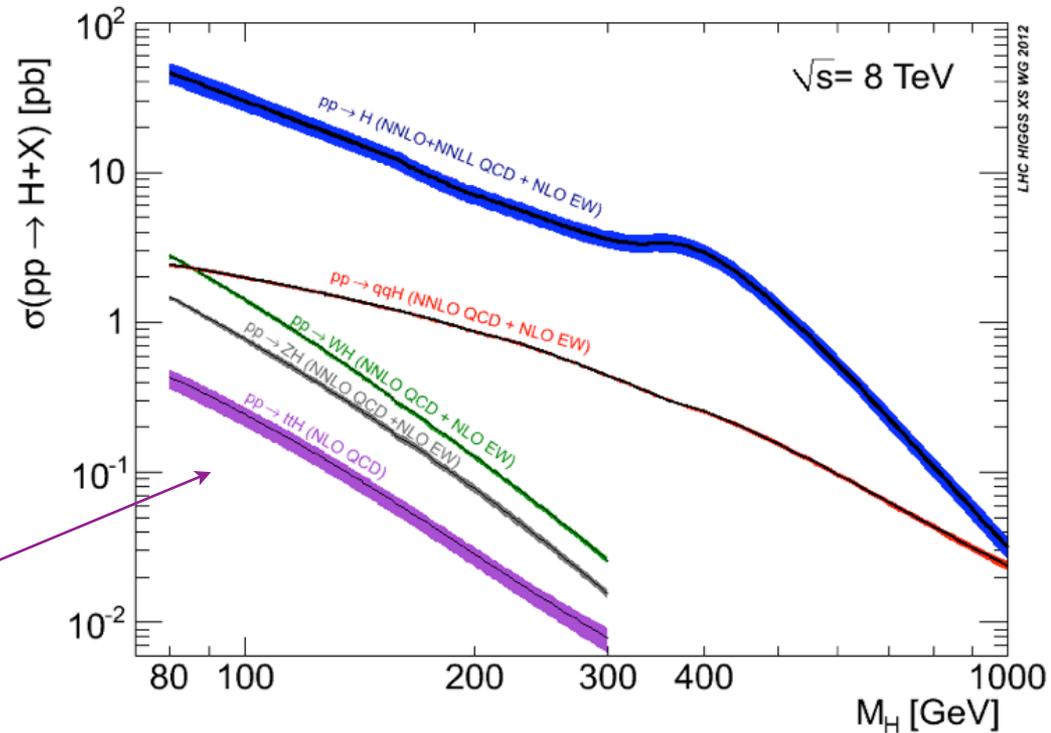
Le boson de Higgs ne peut pas se désintégrer en paire de quarks top.

Mais il peut être produit en association avec une paire de quarks top.



$$\sigma(ttH) \sim 10\% \sigma(qqH)$$

Sections efficaces de production

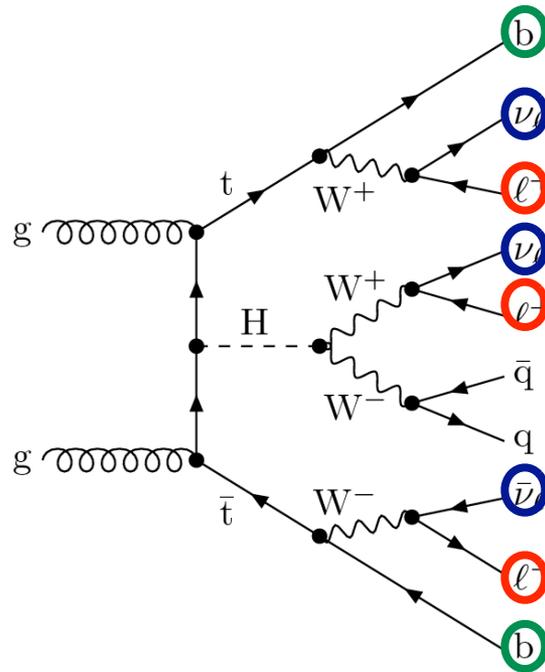


Le sujet de thèse/stage

L'état final étudié : un état final multi-leptons

Etats finals **multi-leptons**: 2, 3 ou 4 leptons (lepton = electron ou muon)

Cela correspond principalement au canal $H \rightarrow WW$ mais aussi $H \rightarrow \tau\tau$ ou $H \rightarrow ZZ$



Au moins 8 particules dans l'état final !

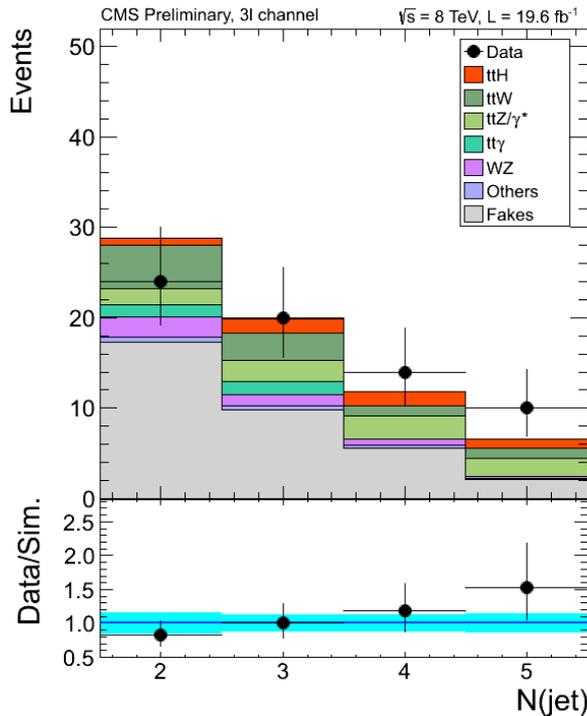
Mais présence de **leptons**: signature claire !

Présence de **jets de quarks-b** et d'énergie transverse manquante dans l'état final

La stratégie d'analyse & les bruits de fond

Reconstruction de la masse invariante du Higgs impossible (présence de neutrinos)

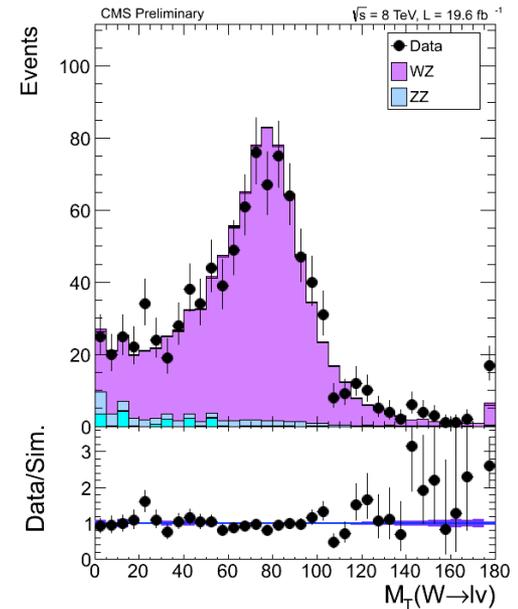
Extraction du signal par ajustement de la multiplicité de jets ou analyse multi-variée



Bruits de fond *réductibles* et *irréductibles*

Optimisation des algorithmes de reconstruction

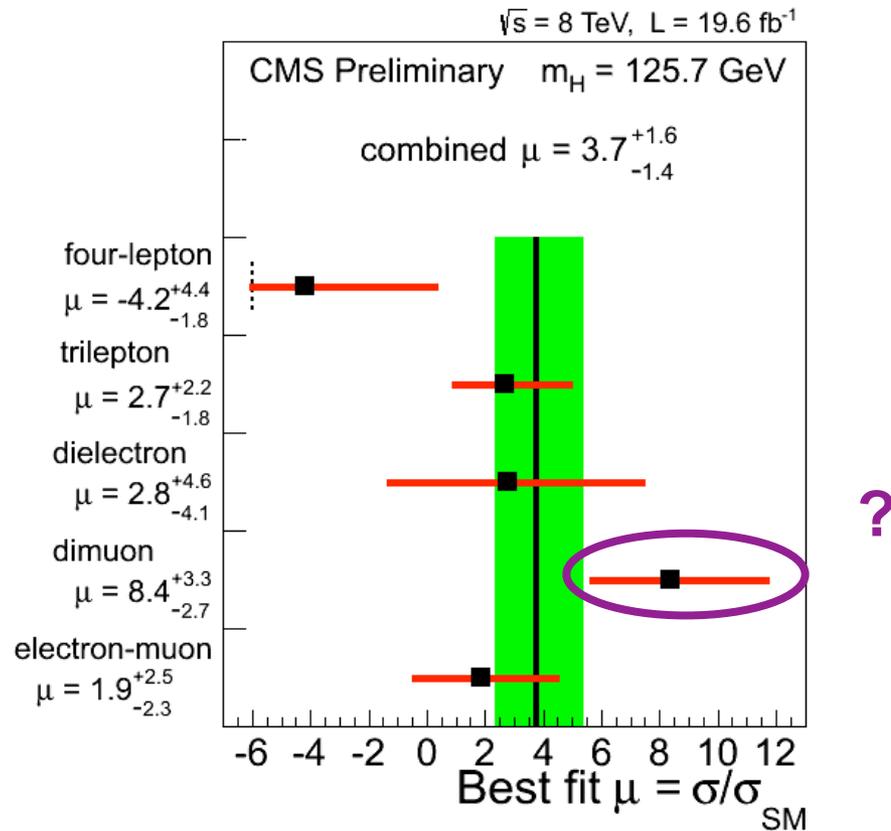
Définition de régions de contrôle & estimation à partir des données



Une analyse complexe et intéressante

Une première analyse a été effectuée à 8 TeV !

<https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/CMSPublic/Hig13020TWiki> (1er oct. 2013)



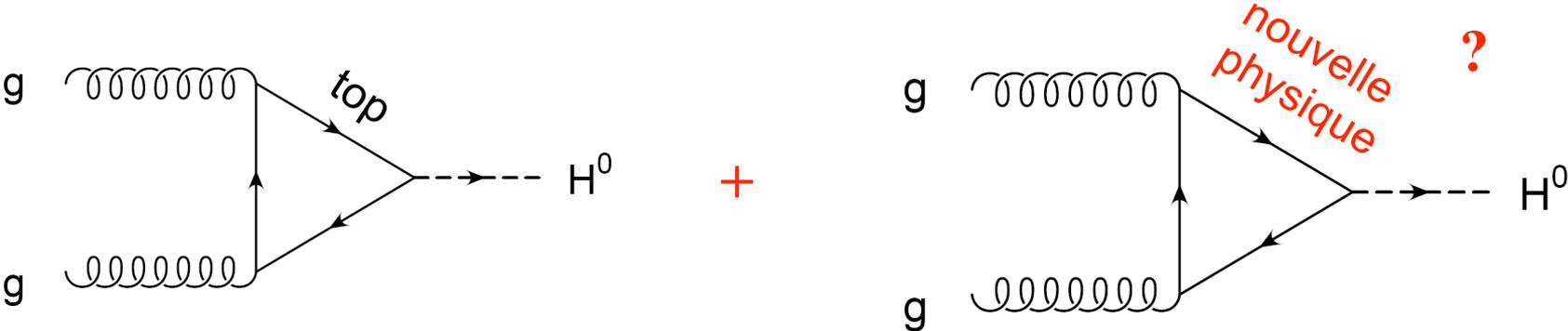
Il est temps de préparer la prise de données à 13 TeV !

10

Backup

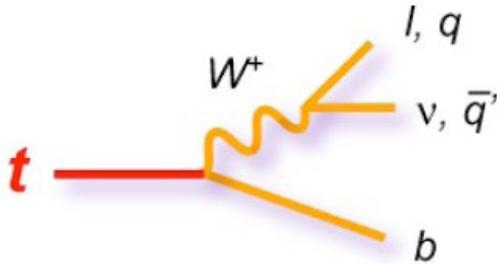
Observation indirecte de top-antitop-Higgs

La production du boson de Higgs au LHC implique déjà le couplage top-Higgs:



L'état final étudié : un état final multi-leptons

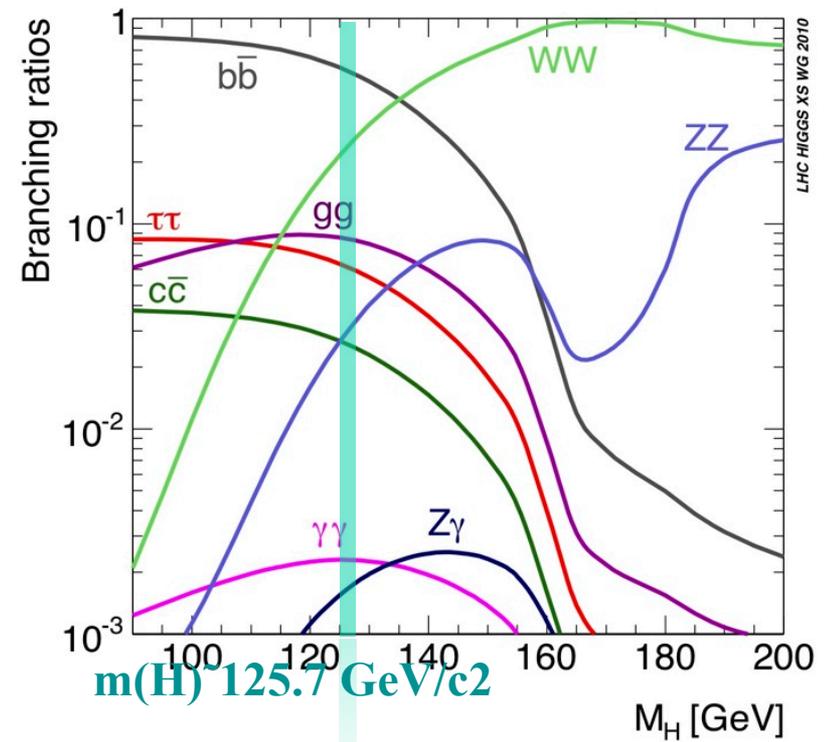
Deux désintégrations de quark top & une désintégration du boson de Higgs:



Rapports d'embranchements de 2 quarks top:

| | | | | | |
|------------|---------------|-----------|------------|---------------|------------|
| $\bar{c}s$ | electron+jets | muon+jets | tau+jets | all-hadronic | |
| $\bar{u}d$ | electron+jets | muon+jets | tau+jets | | |
| τ^- | e τ | $\mu\tau$ | $\tau\tau$ | | |
| μ^- | e μ | $\mu\mu$ | $\mu\tau$ | muon+jets | |
| e^- | e e | e μ | e τ | electron+jets | |
| W decay | e^+ | μ^+ | τ^+ | $u\bar{d}$ | $c\bar{s}$ |

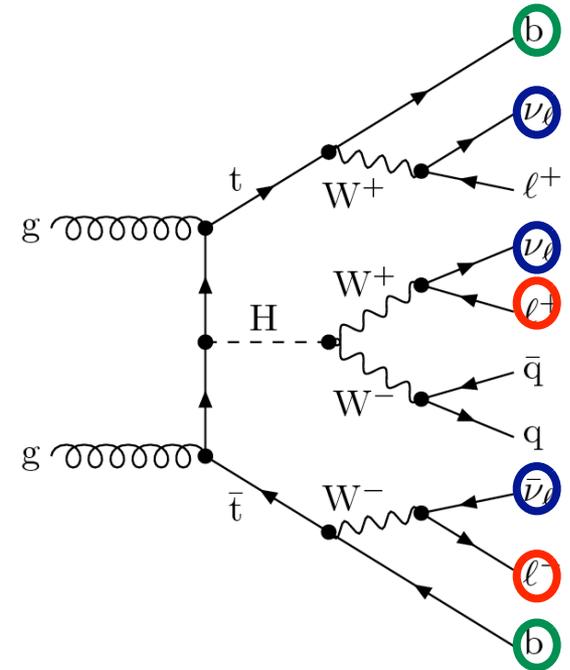
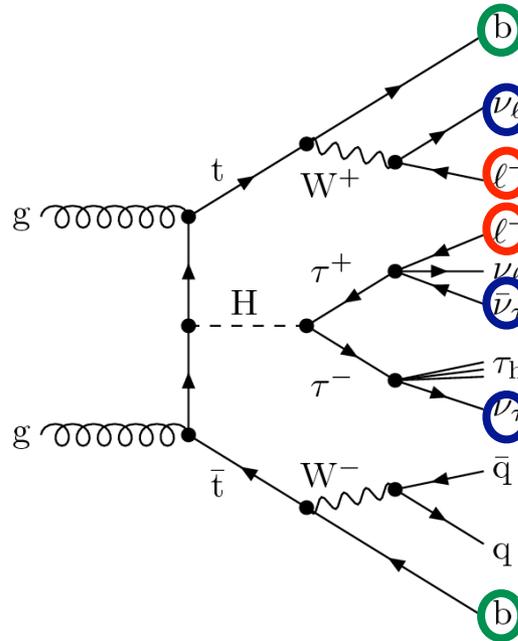
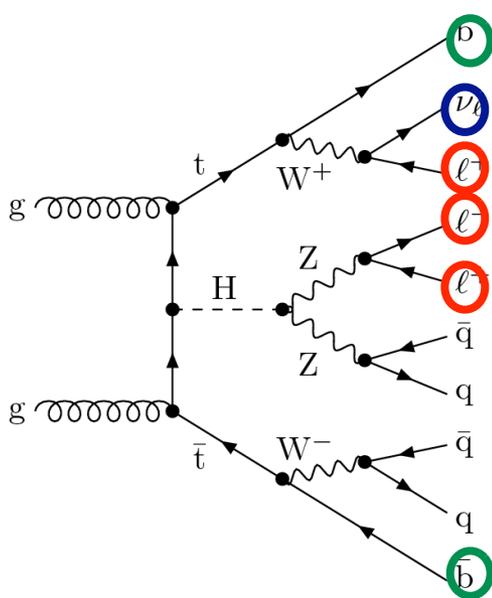
Rapports d'embranchements du boson de Higgs:



L'état final étudié : un état final multi-leptons

Etats finals multi-leptons(l) :

2 l, 3l, 4l, plusieurs désintégrations de Higgs possibles



Au moins 8 particules dans l'état final !

Mais présence de leptons: signature claire !

Présence de jets de quarks-b et d'énergie transverse manquante dans l'état final.

Éléments de matrice

A chaque événement \mathbf{x} association d'une probabilité vérifiant la compatibilité avec une théorie α :

$$P(\mathbf{x}, \alpha) = \frac{1}{\sigma} \int d\phi(\mathbf{y}) dw_1 dw_2 f_1(w_1) f_2(w_2) |M_\alpha|^2(\mathbf{y}) W(\mathbf{x}, \mathbf{y})$$

- $|M_\alpha|^2$ is the squared matrix element
- $W(\mathbf{x}, \mathbf{y})$ is the resolution function
 - \mathbf{x} : experimental measurements
 - \mathbf{y} : partonic momenta
- $d\phi(\mathbf{y})$ is the partonic phase-space measure
- $f_1(w_1), f_2(w_2)$ are the Parton Distribution Functions

Découverte d'un nouveau boson au CERN

