

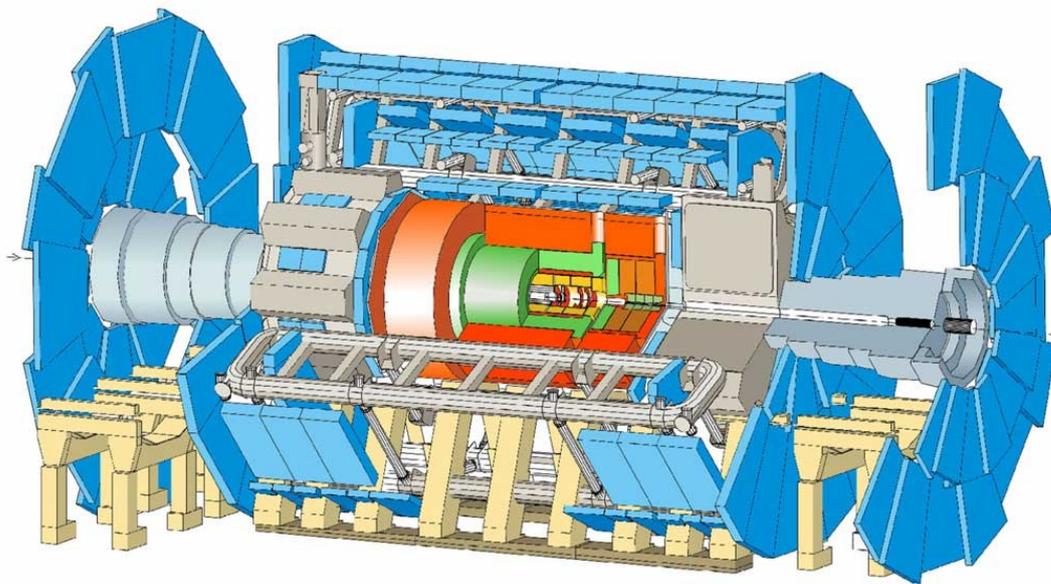
Mesure de la masse du quark top dans le canal en dileptons dans l'expérience ATLAS

- ✓ Le détecteur Atlas
- ✓ Pourquoi le quark top
- ✓ Méthode d'analyse

ATLAS@LHC

Le LHC sera un collisionneur protons-protons à $\sqrt{s} = 14 \text{ TeV}$

- ✓ Un collisionneur hadronique a été choisi pour minimiser le rayonnement synchrotron
- ✓ ATLAS est l'un des quatre détecteurs du LHC
- ✓ Buts principaux: recherche du boson de Higgs et des particules SUSY et tests de précision du Modèle Standard



ATLAS est composé des sous-détecteurs suivants:

Détecteur interne: reconstruction des vertex et des traces des particules

Solénoïde central: pour permettre la mesure de l'impulsion transverse

Calorimètres: mesure de l'énergie et de la direction des photons des électrons et des jets

Spectromètre à muon: mesure de l'énergie et de la direction des muons

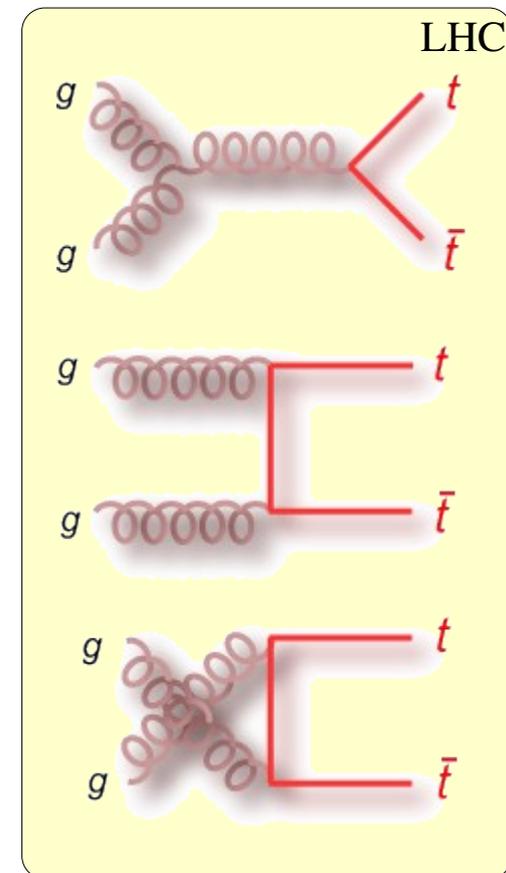
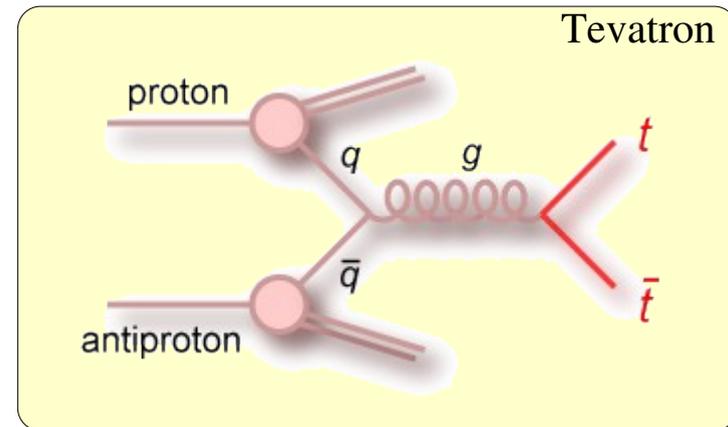
Pourquoi la physique du quark top?

- Mesure de précision d'un paramètre fondamental de la physique du MS
- Une mesure précise permet de mettre des contraintes sur la masse du Higgs
- Le seul quark qui se désintègre avant de s'hadroniser --> accès à la masse nue du quark
- Masse très grande ~ échelle EWSB (quark top est-il lié à la brisure de cette symmétrie?)
- Outil important pour calibrer JES, b-tagging...

processus de production $t\bar{t}$

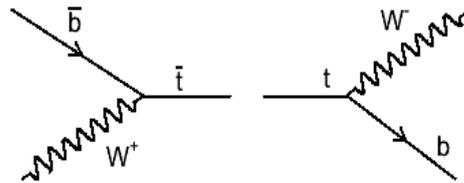
@Tevatron: $qq \rightarrow t\bar{t} \sim (85\%)$ $gg \rightarrow t\bar{t} \sim (15\%)$

@LHC: $gg \rightarrow t\bar{t} \sim (90\%)$, $qq \rightarrow t\bar{t} \sim (10\%)$



Les canaux utilisés dans les différentes analyses

Canal	Caractéristiques	B.R.	Bruit de fond
All hadronic	6 jets de haut pT	45%	Multi jet production
Lepton+jets	4 jets de haut pT 1 lepton de haut pT MissET	45%	W+jets Multi jets avec faux leptons
Dilepton	2 jets+2l+2ν MissET	10%	Z/γ W+jets avec faux leptons



Caractéristiques de ce canal:

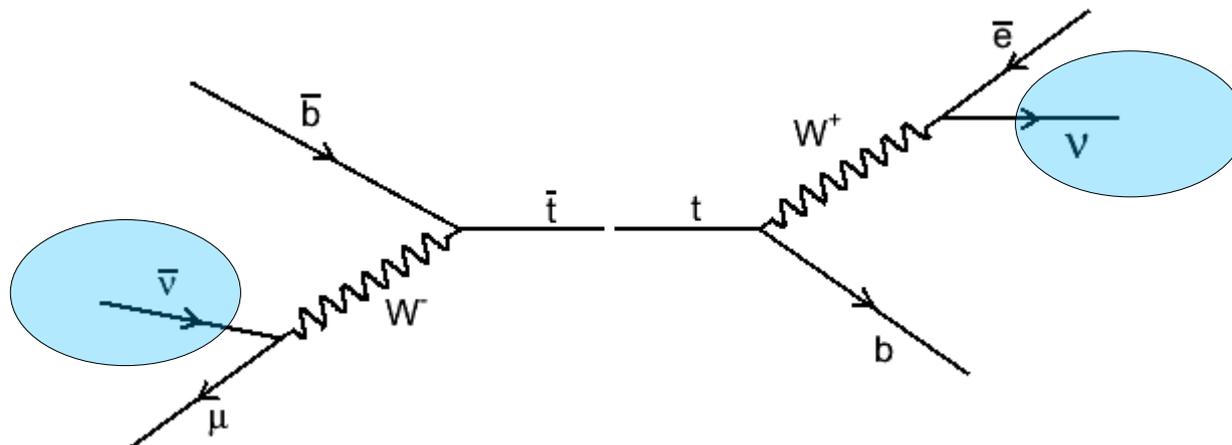
- signal très propre --> haut rapport S/B, surtout si on demande 1 μ et 1 e
- facile à détecter: 2 leptons de haut Pt et grande MissET
- statistique plutôt faible
- impossibilité de reconstruire une masse invariante à cause des deux neutrinos

Top Pair Decay Channels

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

Le diagramme du processus

Deux neutrinos non détectables --> pas de masse invariante pour le quark top



Pour la sélection des événements du signal on demande:

1 électron, 1 muon et au moins 2 jets et MissET

Extraction de la masse grâce à un likelihood (méthode des éléments de matrice)

La méthode des éléments de matrice

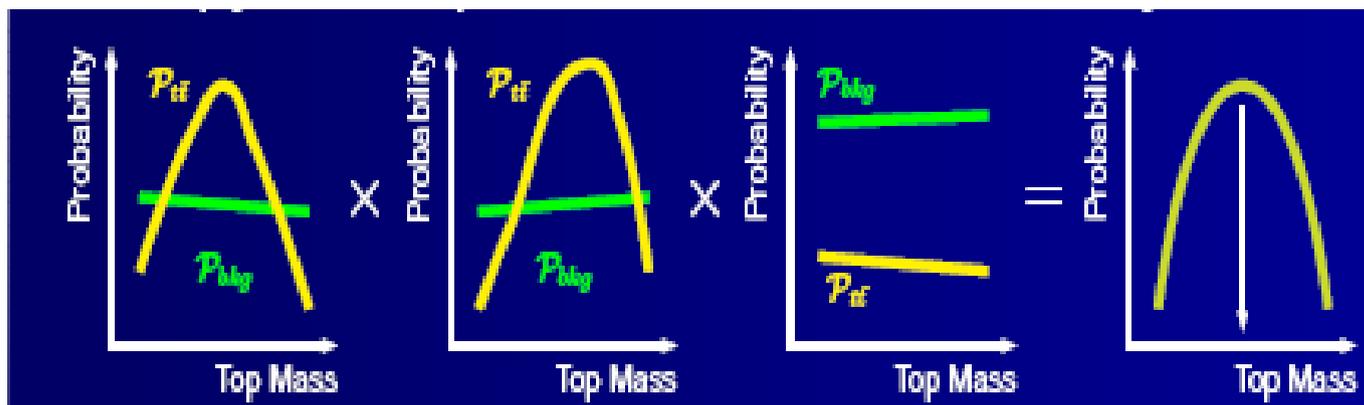
Cette méthode donne des bons résultats même avec peu de données --> très adaptée pour les premières données Atlas (dans le canal $e\mu$ 160 évt à 100 pb⁻¹)

✓Cependant, elle demande beaucoup de CPU

•Calcul d'une densité de probabilité par événement pour le signal et le bruit de fond en fonction de la masse du top.

$$\lambda = 1/h * M_{if}^2 * \rho$$

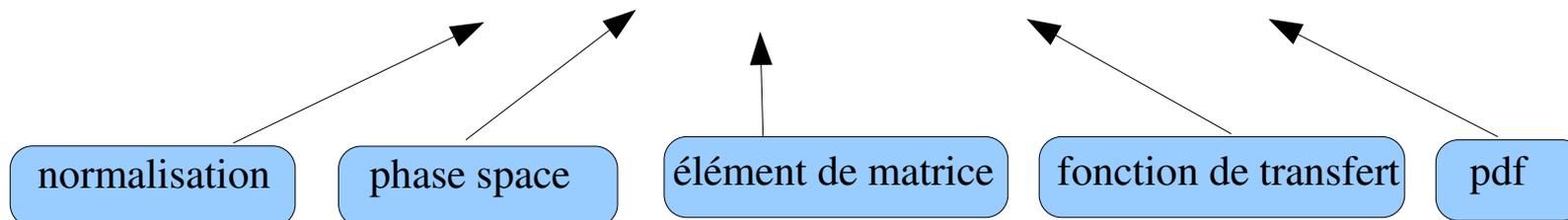
- ✓ convolution de l'élément de matrice du processus avec les fonctions de résolution du détecteur
- ✓ intégration sur les quantités de l'espace des phases non mesurées
- multiplication des probabilités de chaque événement pour extraire la masse la plus probable



Méthode des éléments de matrice: la densité de probabilité

$$P(\mathbf{x}; M_t) = f_s P_s(\mathbf{x}; M_t) + (1 - f_s) P_{bkg}(\mathbf{x})$$

$$P_s(\mathbf{x}|M_t) = \frac{1}{\sigma(M_t)} \int d\Phi |M_{t\bar{t}}(q_i, p_i; M_t)|^2 W(p, \mathbf{x}) f_{PDF}(q_1) f_{PDF}(q_2)$$



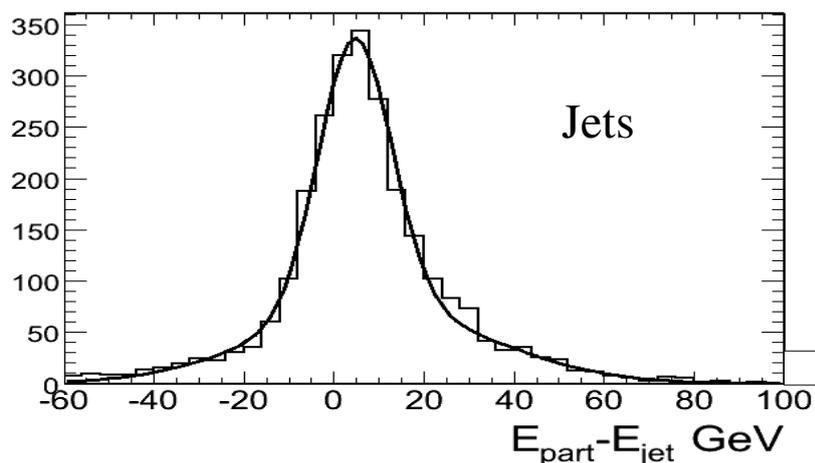
- espace des phases des quantités non mesurées:
 - impulsions des v et énergie des quarks b
- fonction de transfert: probabilité de reconstruire un objet d'énergie E issu d'un parton d'impulsion p
- p.d.f.: probabilité qu'un proton contienne un parton d'impulsion q_i
- élément de matrice calculé avec un générateur

Fonction de transfert (TF)

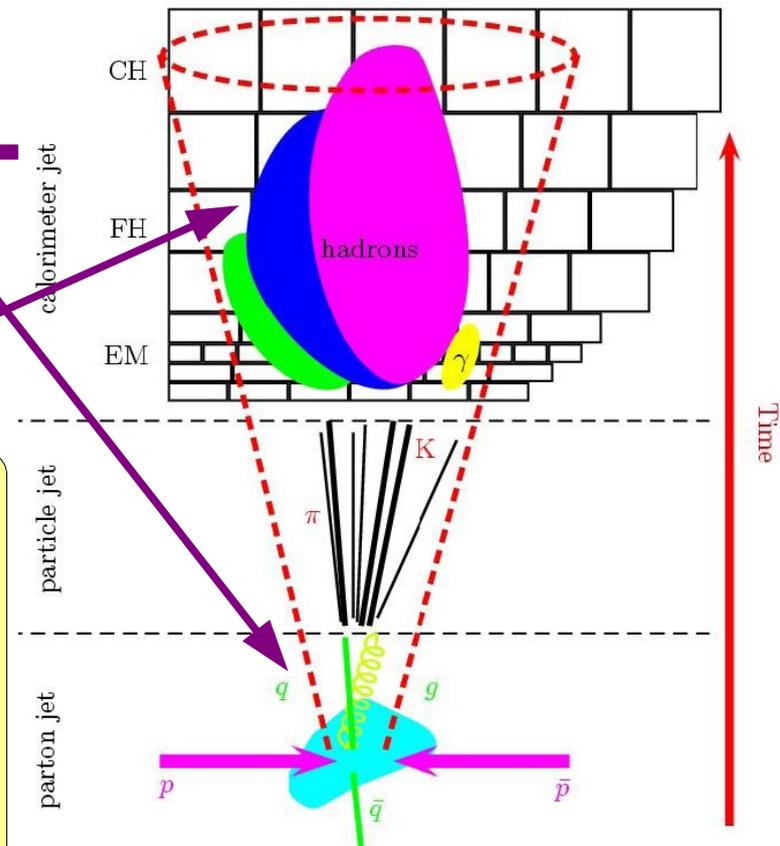
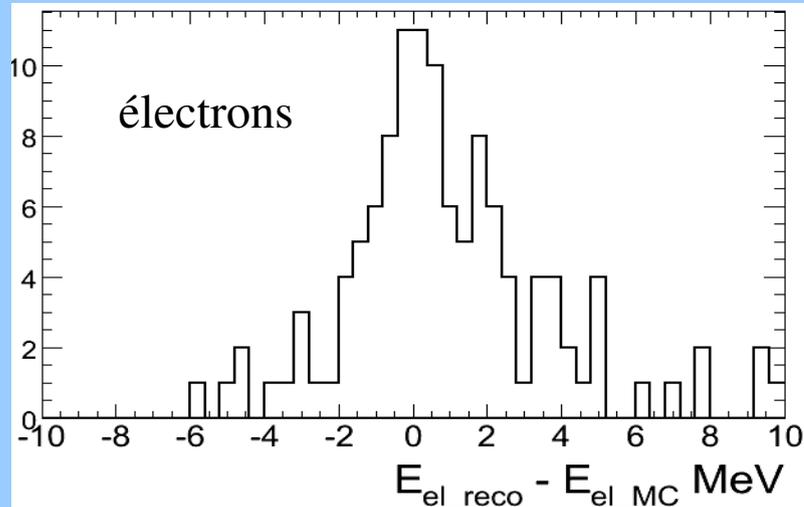
L'élément de matrice doit être calculé avec les quantités partoniques

La mesure est influencée par les effets d'hadronisation (quark b) et d'ionisation

La TF lie ces deux quantités



Pour les quantités bien mesurés, la TF se réduit a une fonction "delta"

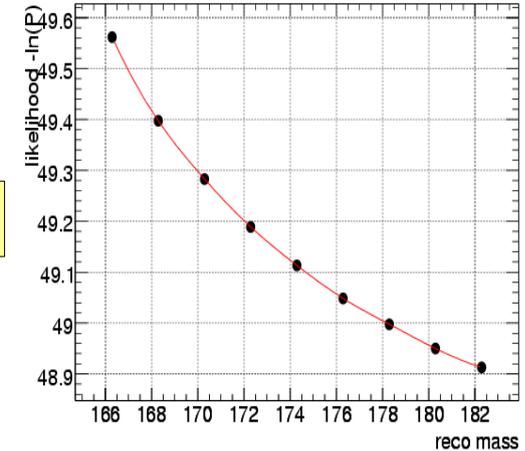
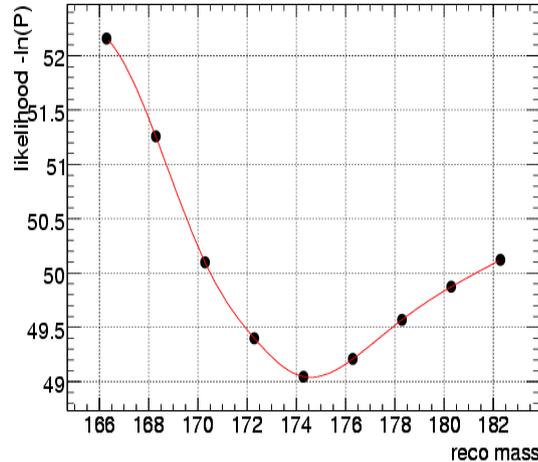


Premiers résultats

- ✓ événements générés (signal pur, pas d'effets de détecteur)
- top quark pole masse à 174.3 GeV

- ✓ Énergie de jets supposée connue (intégration et fonctions de transfert non implémentées)
- ✓ Likelihood ($L = -\ln(P_s)$)
- ✓ somme du likelihood de 500 événements

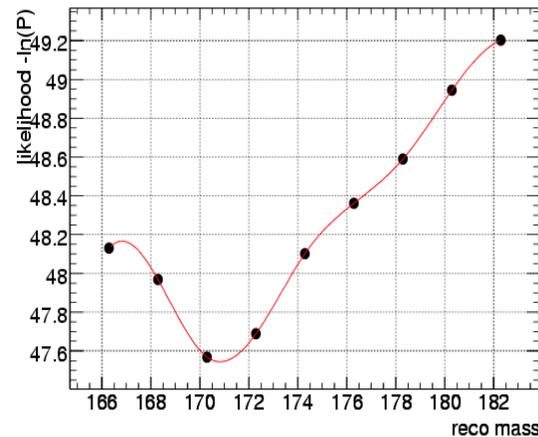
Likelihood pour quelques ev.



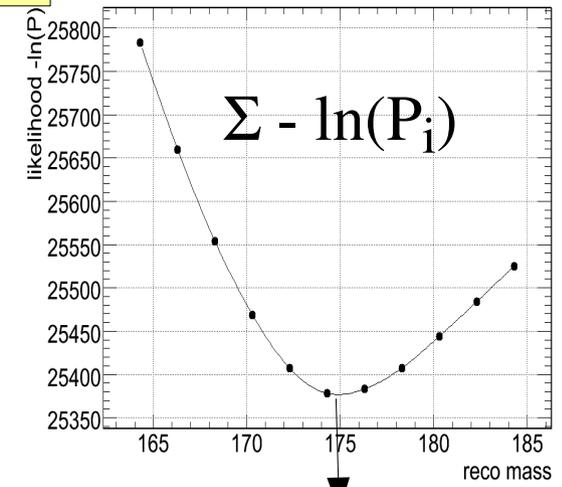
+

+

+...+



=

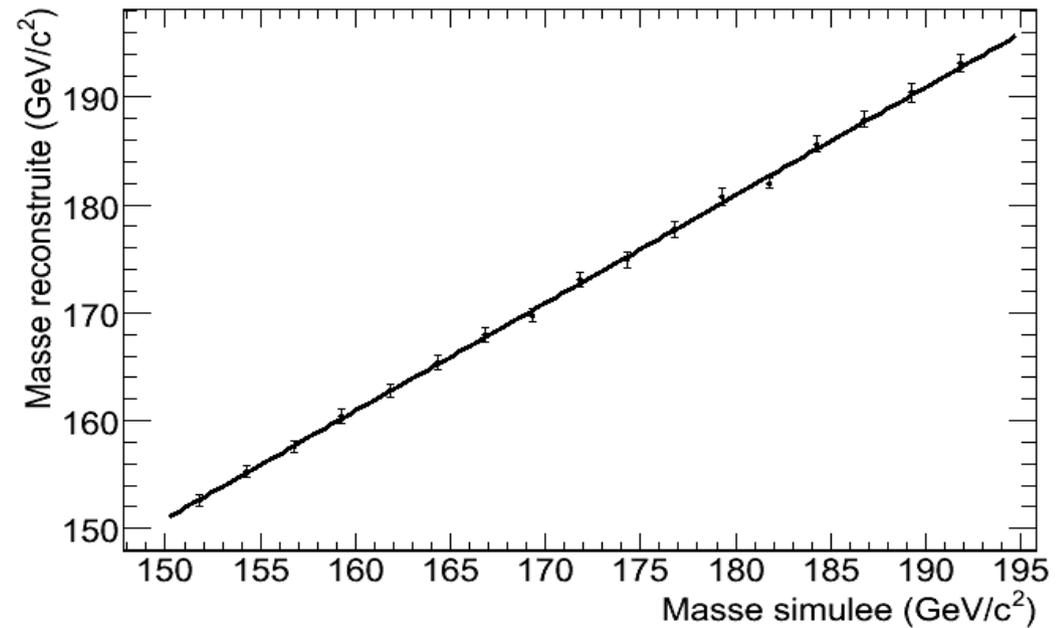


La masse reconstruite est le minimum du fit

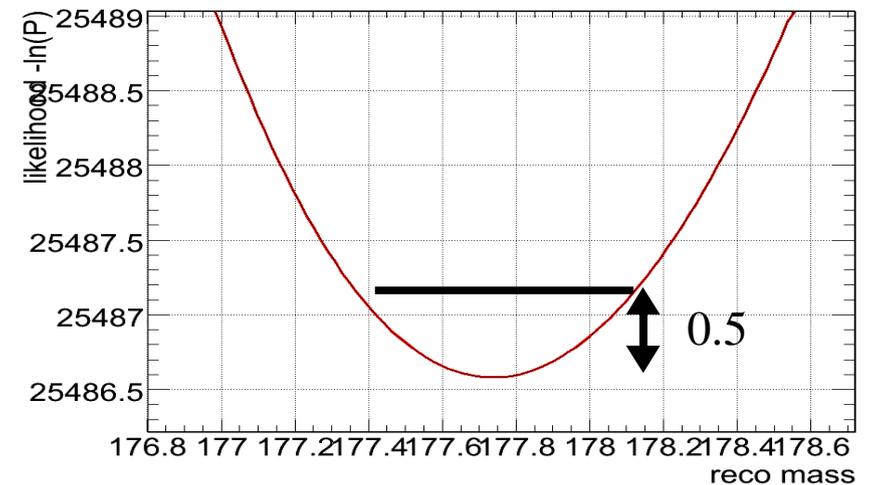
Premiers résultats

Contrôle de la linéarité et de la stabilité de notre analyse: masse reconstruite en fonction de celle générée

On observe une très bonne linéarité la pente égale à 1 est très encourageante. L'offset est égal à 0.9 GeV



Erreurs extraites, pour l'instant, à partir du likelihood (à 0.5 du minimum)



Conclusions

La physique du top est un domaine d'étude fondamentale

- ✓ contraintes sur la masse de l'Higgs
- ✓ avec les premières données, un excellent outil de calibration de JES et b-tagging

Le canal en dileptons présente un signal très propre mais une statistique plutôt faible

✓ La méthode de l'élément de matrice a été utilisée pour la reconstruction de la masse:

- ✓ donne une bonne mesure même avec peu de données
- ✓ méthode testée sur signal sans effets du détecteur --> bonnes valeurs de masse reconstruite

Sélection des événements:

- ✓ 1 électron, 1 pion et au moins 2 jets avec $PT > 20$ GeV et $|\eta| < 2.5$
- ✓ Efficacité 10% et $S/B = 3.4$

Back-up slides

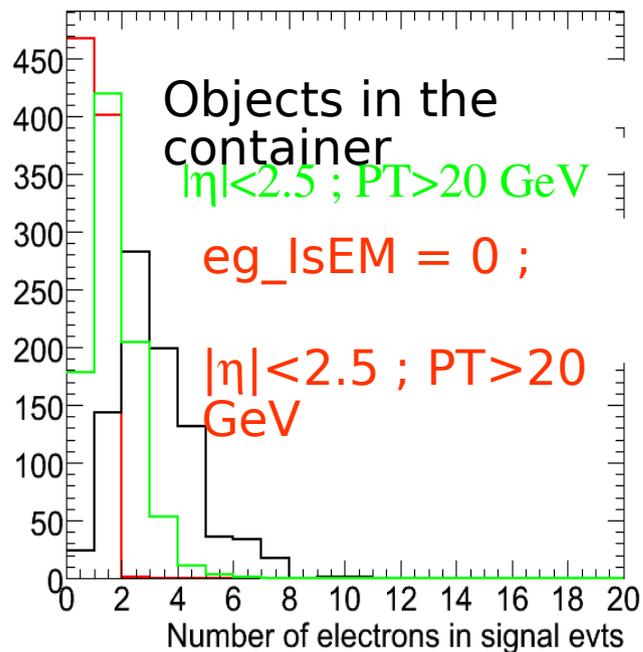
Résumé de l'efficacité et du rapport signal sur bruit

ϵ =nombre d'evt dileptons reconstruits / nombre d'evt total

Release 12	signal efficiency	S/B ttbar bkg	S/B Z \cdot $\tau\tau$	S/B WW \cdot $\mu\mu$	Total S/B
1 e, 1 μ , jets \geq 2, opp.charge	$\epsilon = 26.0 \%$	1.7	1.0	59.2	0.6
Lepton isolation	$\epsilon = 22.6 \%$	4.1	1.0	57.8	0.8
PT lepton cut	$\epsilon = 12.5 \%$	8.5	4.2	57.6	2.7
HT	$\epsilon = 10.6 \%$	10.8	5.4	62.8	3.4

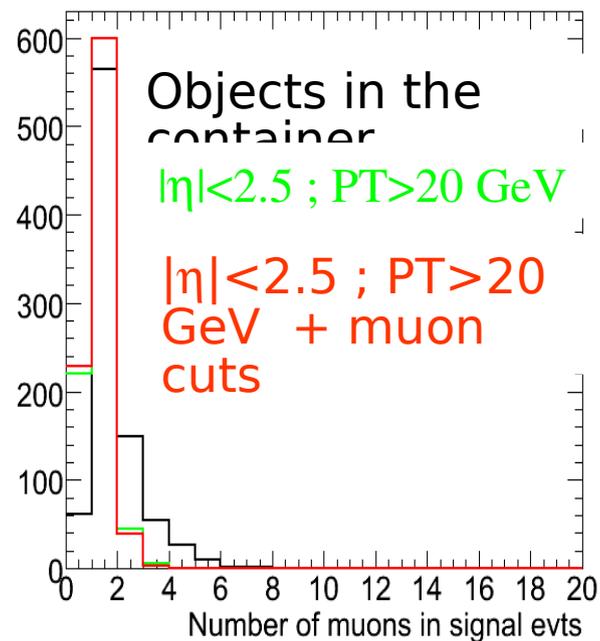
Sélection des événements

Électrons



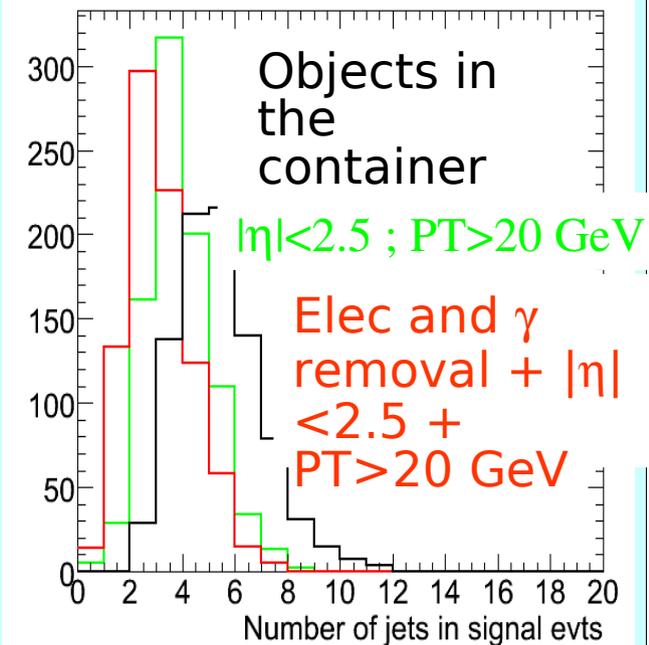
✓ $eg_isEM == 0$ signifie que l'objet reconstruit a passé toutes les coupures nécessaire pour être considéré un electron

Muons



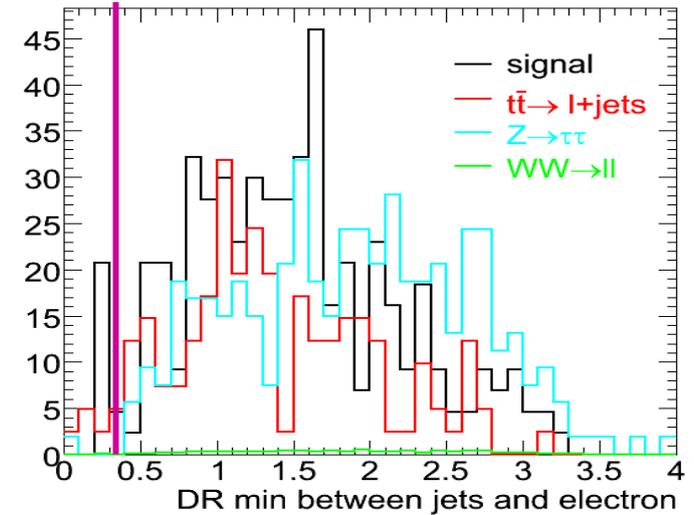
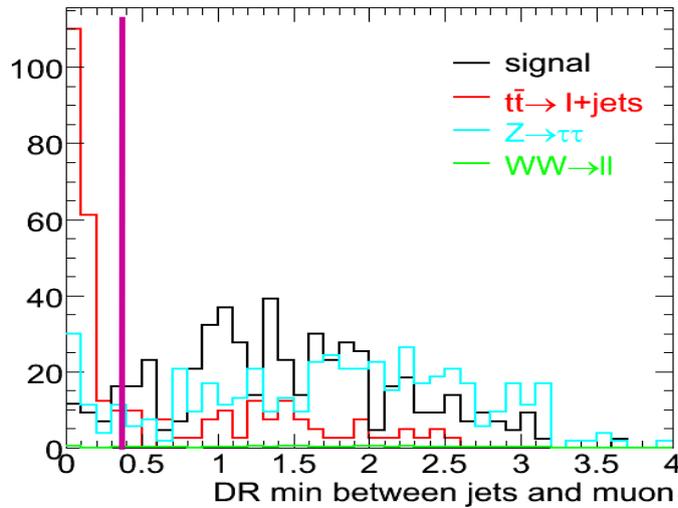
✓ on demande qu'il y ait un "matching" entre l'information de spectromètre et le tracker

Jets

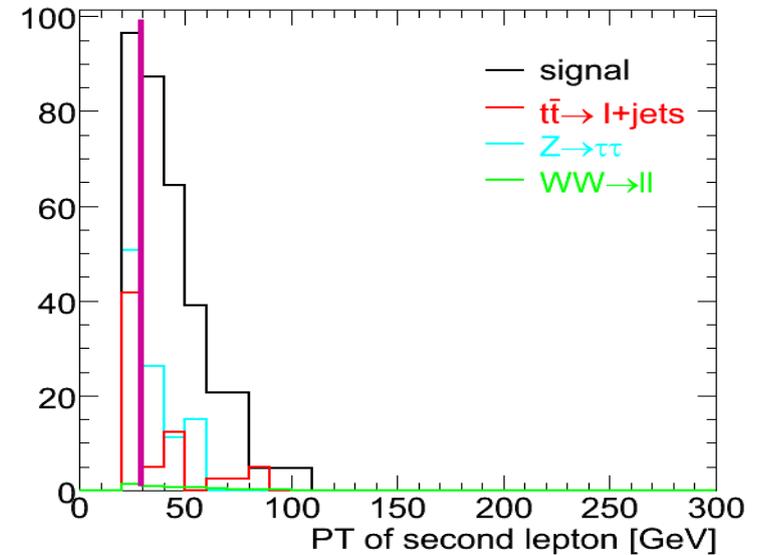
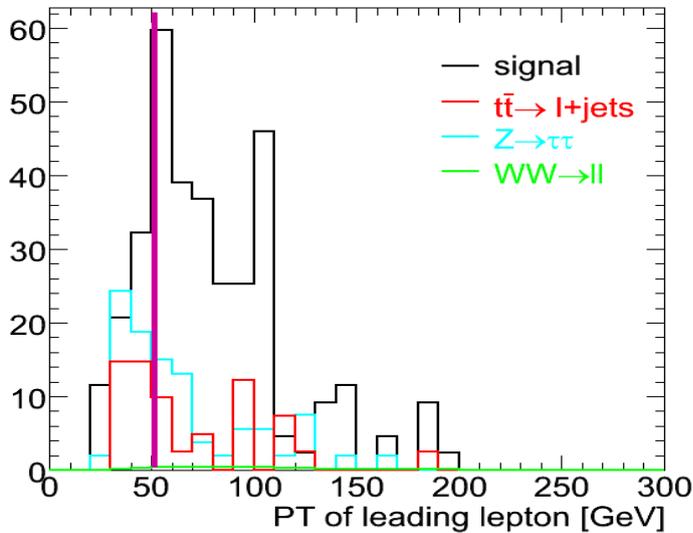


Matching entre jets et élec+ γ containers. Si un jet match un e^- ou un γ et $isEm == 0$ --> le jet ne sera pas utilisé

Isolation des leptons et coupure sur PT



Seulement les événements pour lesquels $\Delta R_{min} > 0.4$ sont conservés



PT > 50 GeV pour le "leading" lepton

PT > 30 GeV pour le second lepton

Coupages supplémentaires

1 électron, 1 muon, charges leptons opposées et au moins 2 jets

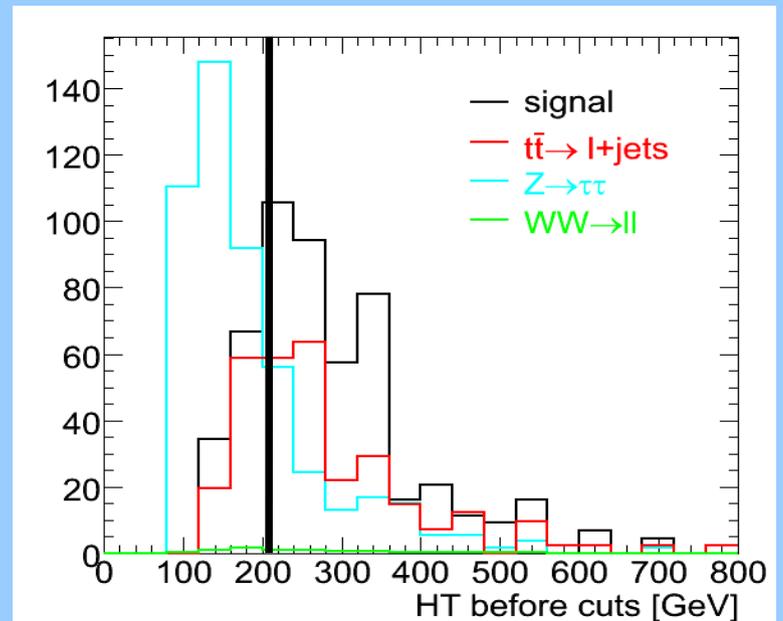
Bruits de fond principaux (dus à une mauvaise identification des objets) seront:

$tt \rightarrow l + \text{jet}$
 $ZZ \rightarrow \tau\tau$
 $WW \rightarrow ll$

Doivent être éliminés en utilisant coupures supplémentaires

- ✓ $HT \approx \sum P_T$ (2 leptons + 2 “leading” jets)
- ✓ HT : Somme scalaire, représente la quantité d'énergie de l'événement

HT permet de réduire le bdf $ZZ \rightarrow \tau\tau$
mais pas $tt \rightarrow l + \text{jet}$



Work in progress

- ✓ Implementation de la fonction de transfert pour les énergies des jets
- ✓ Meilleure estime des erreurs statistique et surtout des celles systématiques
- ✓ Utilisation des données Atlas avec effets du détecteur