

Physique du quark top au LHC avec le détecteur ATLAS

Méthode des éléments de matrice et mesure de la masse

Aurélien Demilly

Université Pierre et Marie Curie

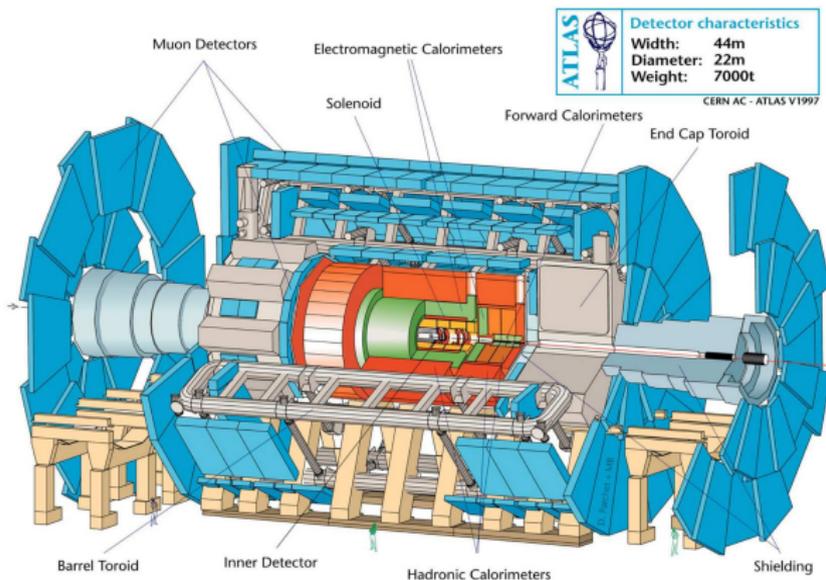
17 juin 2011

- 1 Contexte
 - LHC & ATLAS
 - Masse du quark top
- 2 Méthode des éléments de matrice
 - Principes
 - MadGraph & MadWeight
- 3 Résultats
 - Temps de calcul
 - Erreur sur la reconstruction
 - Linéarité de la méthode
 - Essai sur des données ATLAS 2011
- 4 Conclusion

LHC & ATLAS

LHC :

- Collisionneur proton-proton
- $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$



A enregistré plus d'un fb^{-1} de données sur 2011 !

Masse du quark top

Au Tevatron :

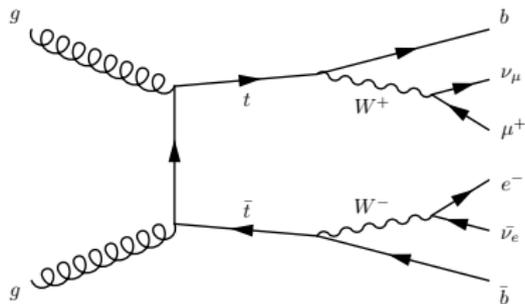
- Collisionneur proton-antiproton
- $\sqrt{s} = 1,96$ TeV
- $q\bar{q} \rightarrow t\bar{t}$ dominant

Mesure de la masse (juillet 2010) :
 $173,3 \pm 1,1$ GeV/ c^2
 avec $5,6$ fb $^{-1}$ de données

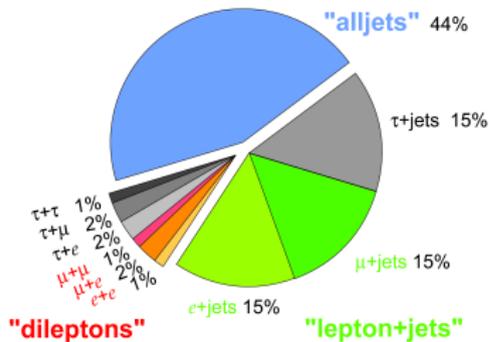
Au LHC :

- $gg \rightarrow t\bar{t}$ dominant

CMS : $175,5 \pm 9,2$ GeV/ c^2
 ATLAS : $169,3 \pm 8,9$ GeV/ c^2



Top Pair Branching Fractions



Principes

Historiquement utilisée au Tevatron pour son efficacité à faible statistique. Le principe est le suivant :

- À un événement et une hypothèse de masse est associé un poids $P_{evt}(M_t)$
- Ce poids dépend des grandeurs cinématiques mesurées et de l'hypothèse de masse à travers la section efficace différentielle $\frac{d\sigma(M_t)}{d\mathbf{x}}$
- $\frac{d\sigma(M_t)}{d\mathbf{x}} \propto \int d\mathbf{g}_1 d\mathbf{g}_2 d\Phi |M_{t\bar{t}}(\mathbf{g}_1, \mathbf{g}_2, \mathbf{p}, M_t)|^2 W(\mathbf{p}, \mathbf{x}) f_{pdf}(\mathbf{g}_1) f_{pdf}(\mathbf{g}_2)$
- \mathbf{g}_i l'impulsion du gluon i , $d\Phi$ l'espace de phase, \mathbf{x} les quantités mesurées, \mathbf{p} les quantités au niveau partonique
- $M_{t\bar{t}}$ l'élément de matrice du processus, W la fonction de transfert et f_{pdf} la fonction de densité des partons du proton
- La valeur mesurée correspond au maximum de vraisemblance

MadGraph & MadWeight

MadGraph :

- Génère des lots d'événements
- Évalue numériquement les éléments de matrice
- Travaille au *Leading Order*

Éléments à lui fournir :

- Processus
- Paramètres du modèle standard à utiliser
- Nombre d'événements

MadWeight :

- Calcule les poids associés à chaque événement
- Travaille au *Leading Order*

Éléments à lui fournir :

- Processus
- Lot d'événements
- Paramètres du modèle à faire varier
- Nombre d'événements sur lesquels calculer les poids

Temps de calcul

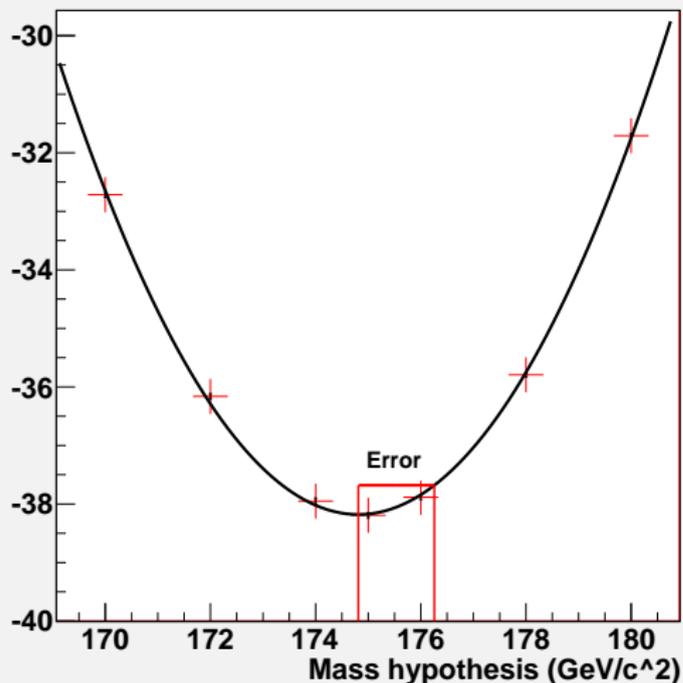
Entrent en jeu dans le temps de calcul de MadWeight :

- Le nombre d'événements étudiés (Nb Evts)
- Le nombre de points utilisés pour les intégrales évaluant les poids (Nb Pts MW)
- Le nombre de points utilisés pour calculer les éléments de matrice (Nb Pts MG)

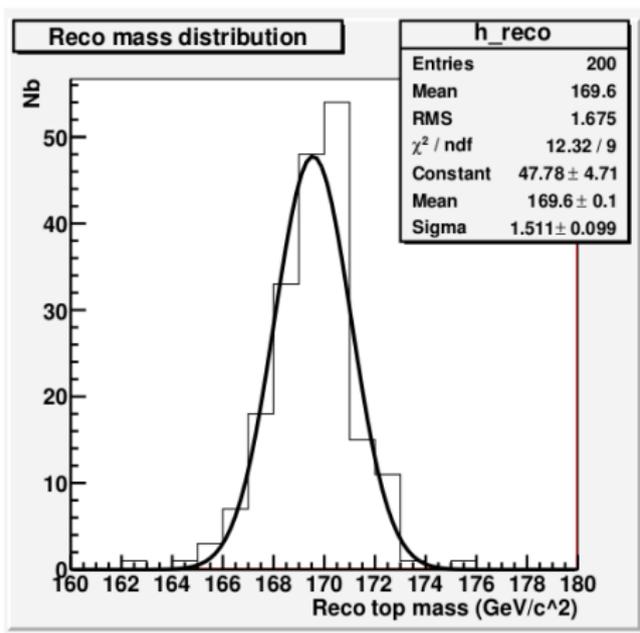
Nb Evts	10	10	10	20
Nb Pts MG	10000	20000	10000	10000
Nb Pts MW	10000	10000	20000	10000
Temps (minutes)	78	86	96	110
Erreur (GeV/c^2)	2,2	2,0	2,1	1,7

Erreur sur la reconstruction

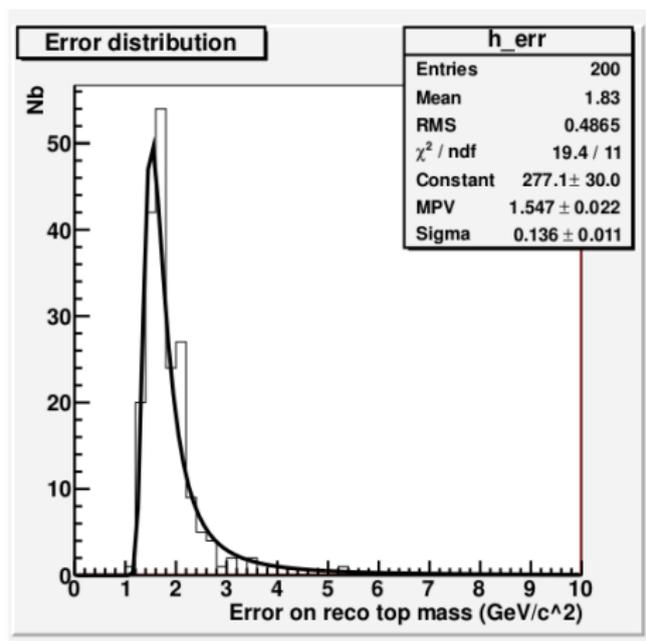
Top mass generated at 175 GeV/c²



- L'erreur est la demi-largeur de la courbe ajustée au minimum + 0,5
- N'est valable que si la distribution des masses reconstruites est gaussienne



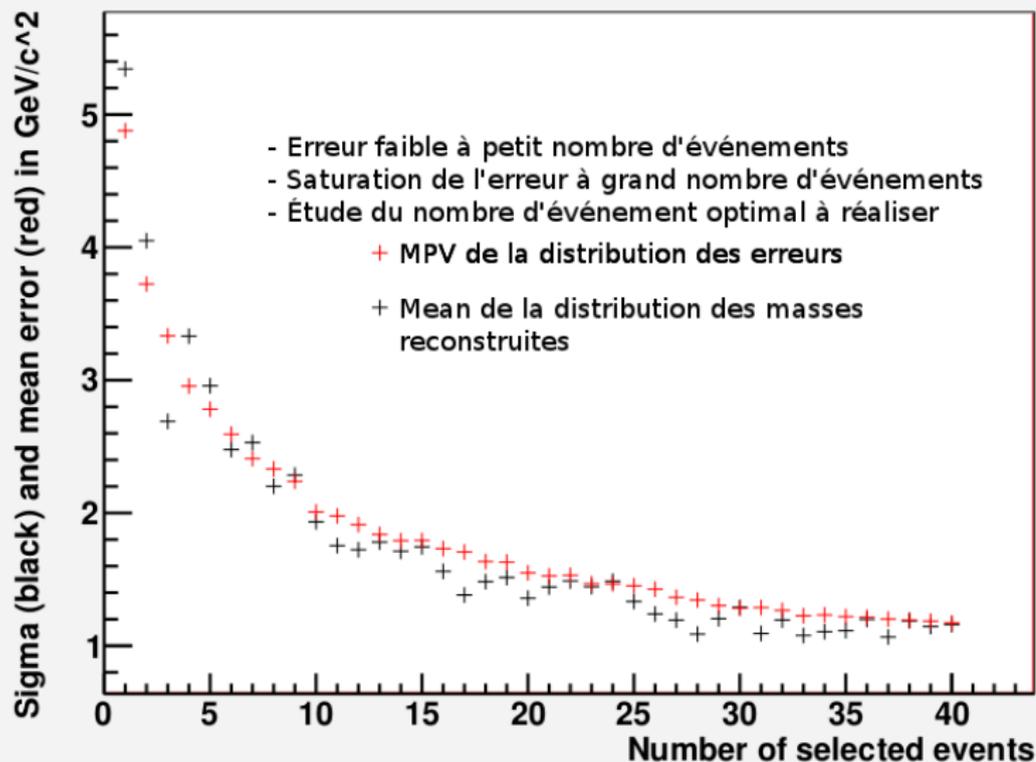
Distribution de 200 masses reconstruites, événements générés à $170 \text{ GeV}/c^2$.



Distribution des erreurs associées aux masses reconstruites.

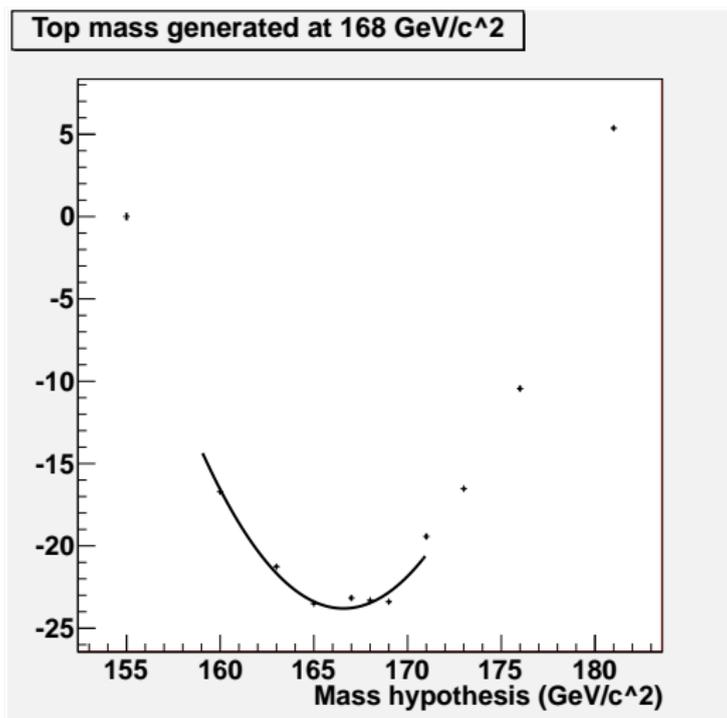
Evolution de l'erreur avec le nombre d'événements contribuant à la courbe de vraisemblance.

Error evolution



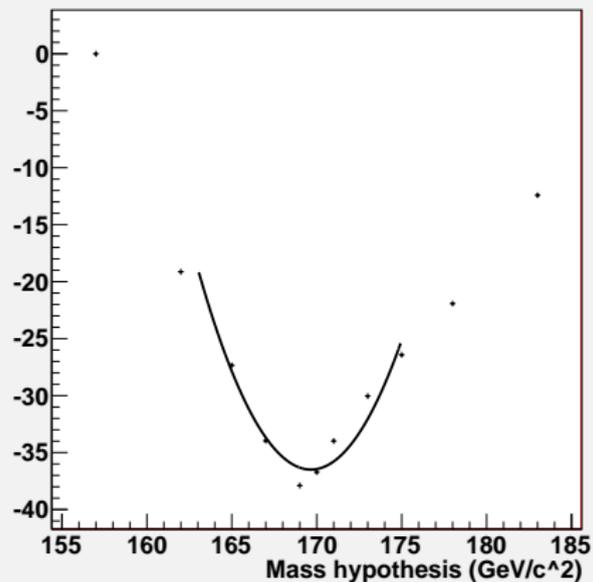
Linéarité de la méthode

- Test de la linéarité de la méthode
- 5 lots générés à 168, 170, 173, 175 et 178 GeV/c^2



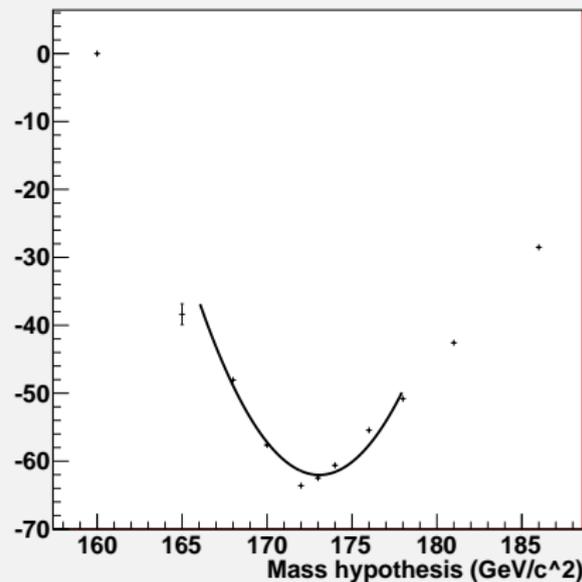
Masse générée : 168 GeV/c^2

Masse reconstruite à $166,5 \pm 1,7 \text{ GeV}/c^2$

Top mass generated at 170 GeV/c²

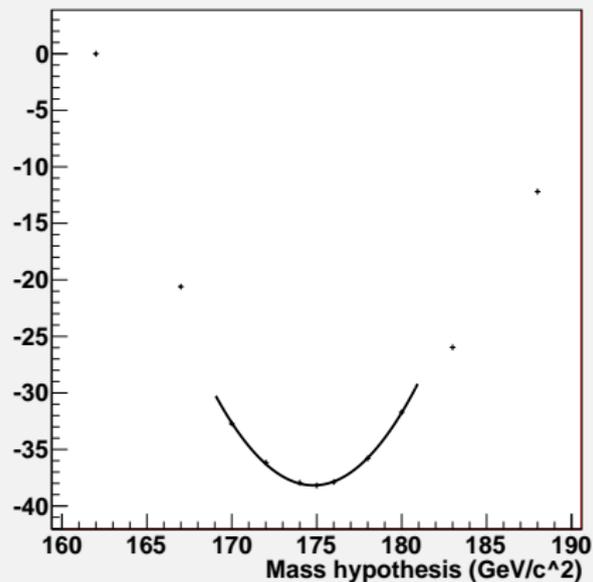
Masse générée : 170 GeV/c²

Masse reconstruite : $169,7 \pm 1,1$ GeV/c²

Top mass generated at 173 GeV/c²

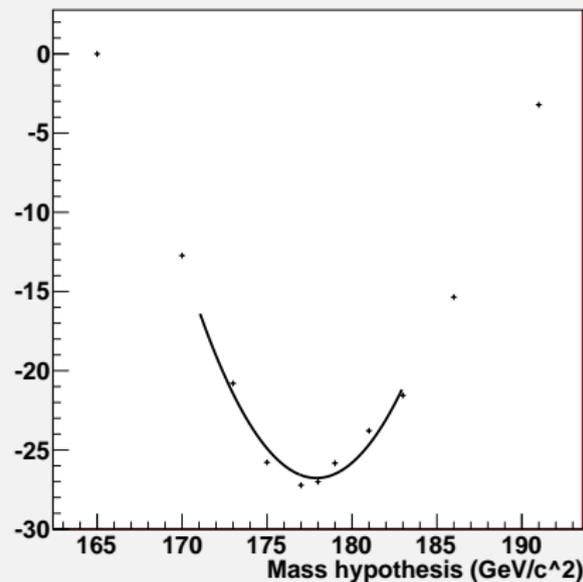
Masse générée : 173 GeV/c²

Masse reconstruite : $173,1 \pm 1,0$ GeV/c²

Top mass generated at 175 GeV/c²

Masse générée : 175 GeV/c²

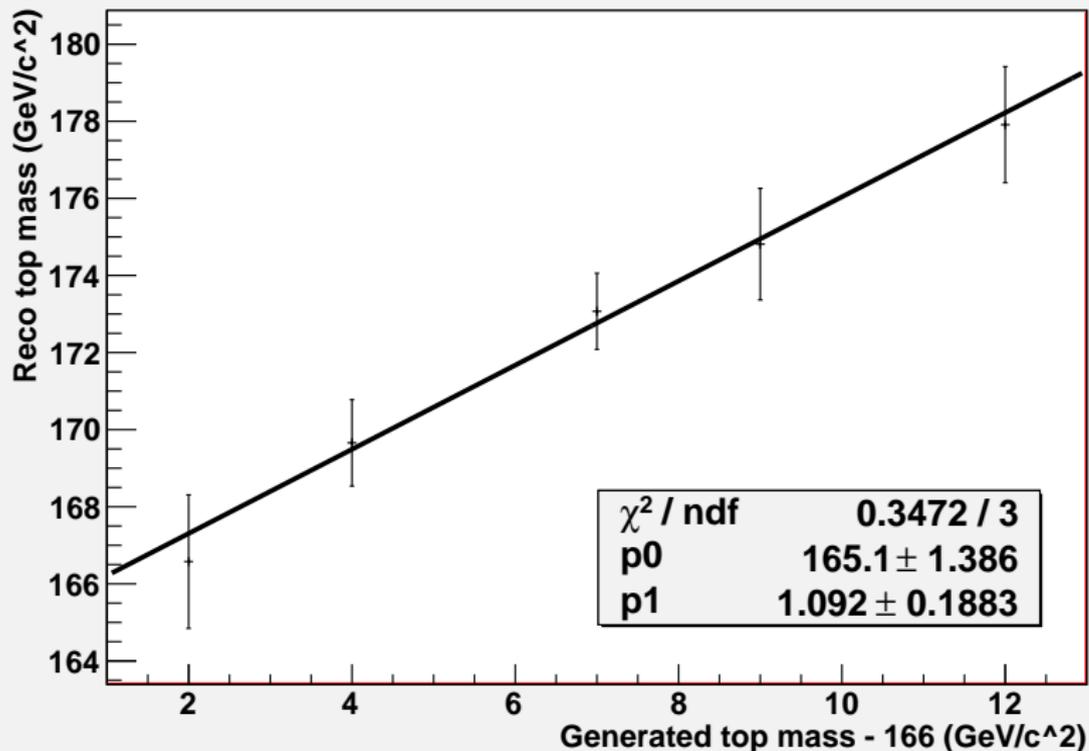
Masse reconstruite : $174,8 \pm 1,4$ GeV/c²

Top mass generated at 178 GeV/c²

Masse générée : 178 GeV/c²

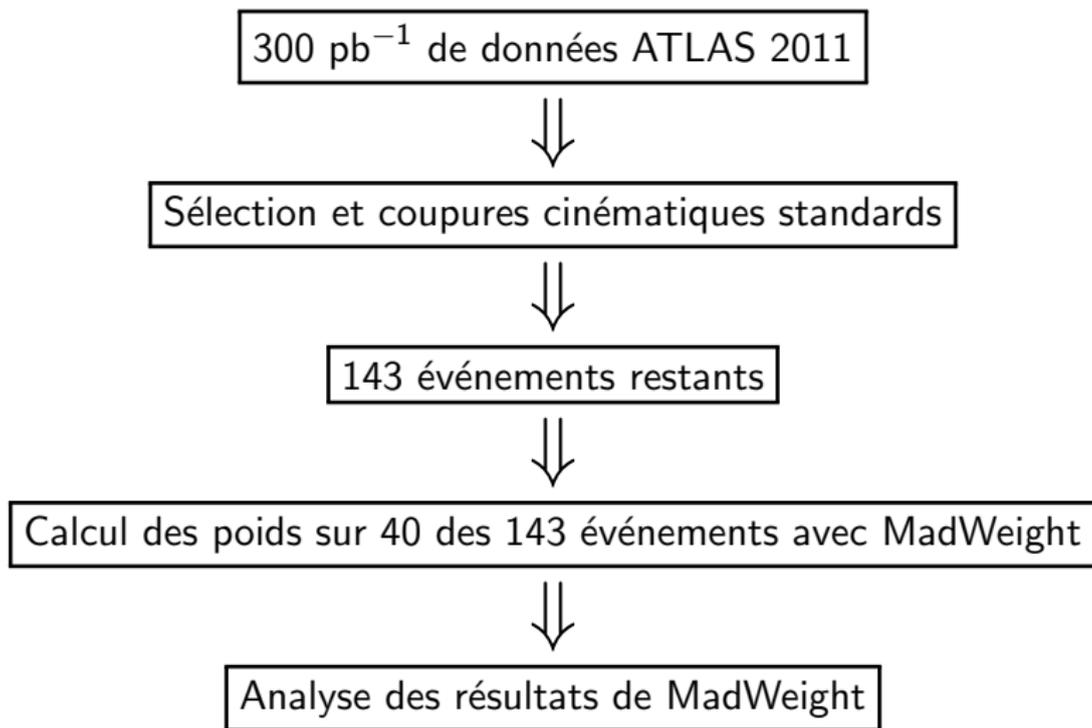
Masse reconstruite : $177,9 \pm 1,5$ GeV/c²

Linearity graph

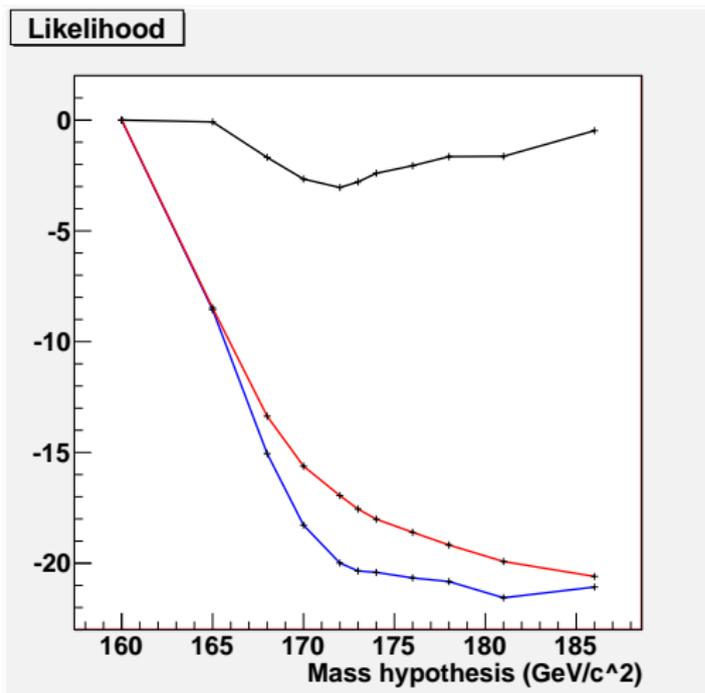


La courbe ajustée est compatible avec une droite de pente unité.

Essai sur des données ATLAS 2011



Données ATLAS 2011, en cours d'étude :



- Noir : 12 contributions $e^- \mu^+$
- Rouge : 23 contributions $e^+ \mu^-$
- Bleu : somme des contributions des deux processus

Travail effectué :

- Familiarisation avec les outils MadGraph et MadWeight
- Méthode comprise par application sur données simulées
- Premier essai sur les données réelles actuelles d'ATLAS

Beaucoup de sujets restent à aborder avant de réaliser la mesure de la masse du quark top dans le canal dileptonique, entre autres :

- Les fonctions de transfert
- Optimisation de la sélection des événements
- Comparaison simulations ATLAS / données ATLAS
- Estimation des erreurs systématiques
- Incidence des bruits de fonds