

# Mesure de l'asymétrie de charge des paires de quarks top-antitop auprès des détecteurs et

Antoine Chapelain

sous la direction de Frédéric Déliot  
et de Viatcheslav Sharyy

– Service de Physique des Particules –

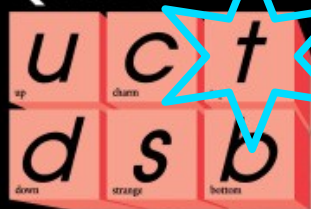




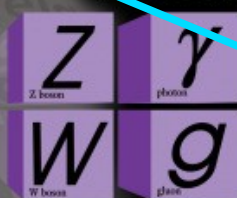
# Le quark Top



## Quarks

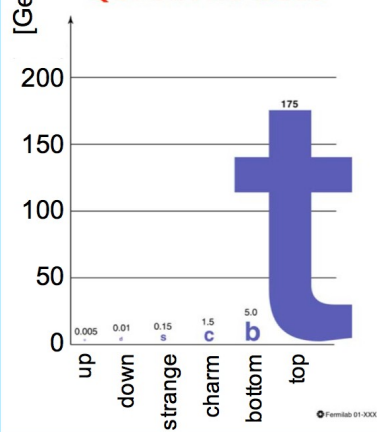


## Forces



## Leptons

## QUARK MASSES



VOLUME 74, NUMBER 14

PHYSICAL REVIEW LETTERS

3 APRIL 1995

## Observation of the Top Quark

S. Abachi,<sup>12</sup> B. Abbott,<sup>33</sup> M. Abolins,<sup>23</sup> B. S. Acharya,<sup>40</sup> I. Adam,<sup>10</sup> D. L. Adams,<sup>34</sup> M. Adams,<sup>15</sup> S. Ahn,<sup>12</sup> H. Aihara,<sup>20</sup>

**Découverte !** (DØ Collaboration)

VOLUME 74, NUMBER 14

PHYSICAL REVIEW LETTERS

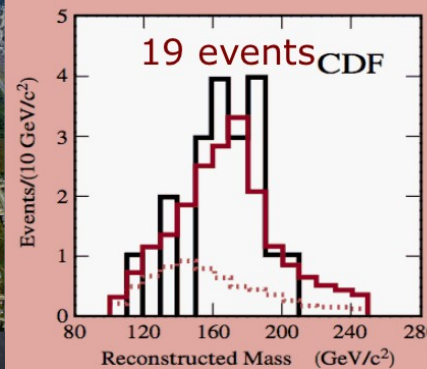
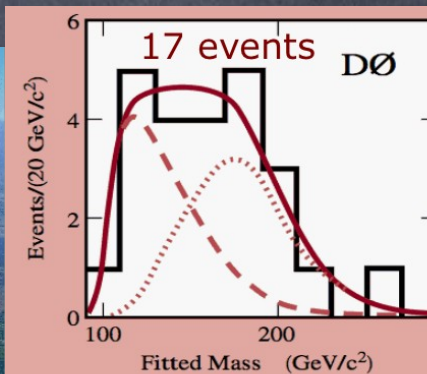
3 APRIL 1995

## Observation of Top Quark Production in $\bar{p}p$ Collisions with the Collider Detector at Fermilab

F. Abe,<sup>14</sup> H. Akimoto,<sup>32</sup> A. Akopian,<sup>27</sup> M. G. Albrow,<sup>7</sup> S. R. Amendolia,<sup>24</sup> D. Amidei,<sup>17</sup> J. Antos,<sup>29</sup> C. Anway-Wiese,<sup>4</sup>

(CDF Collaboration)

## FERMILAB TEVATRON



Plus lourde  
particule  
jamais  
Observée !

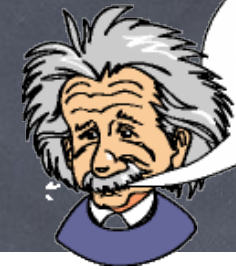
Fenêtre vers une nouvelle physique ?



3



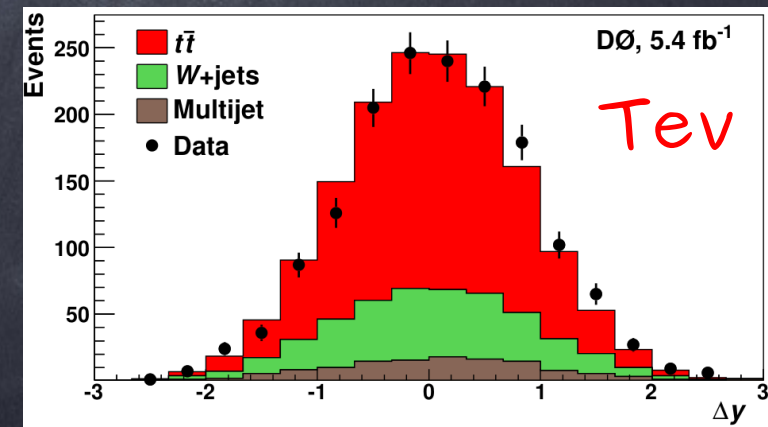
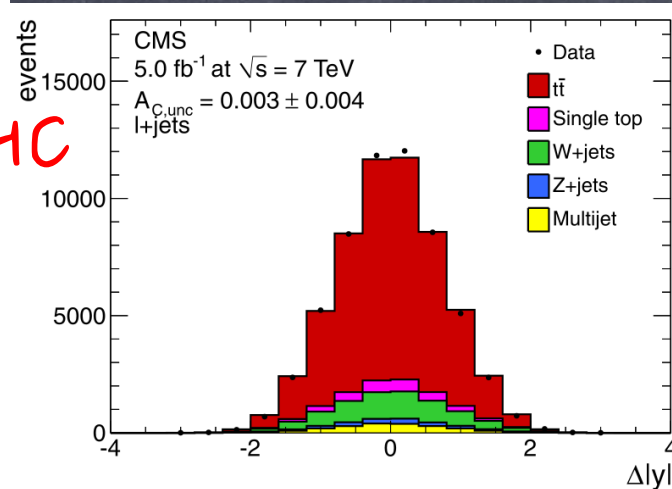
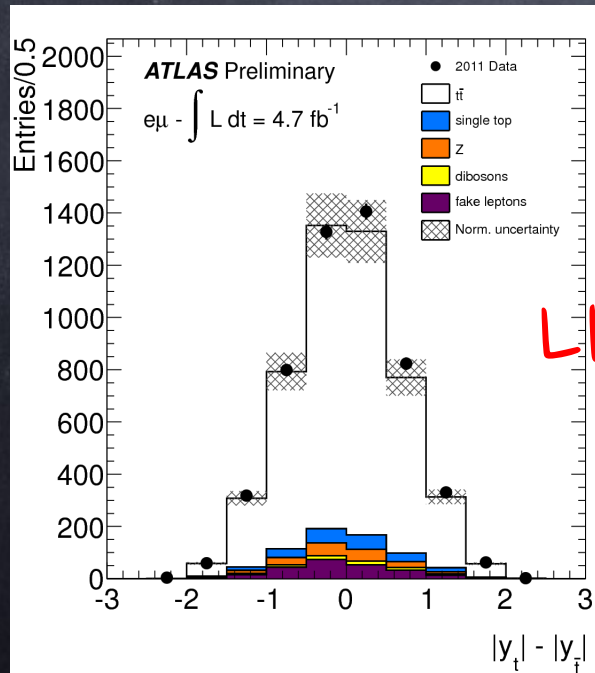
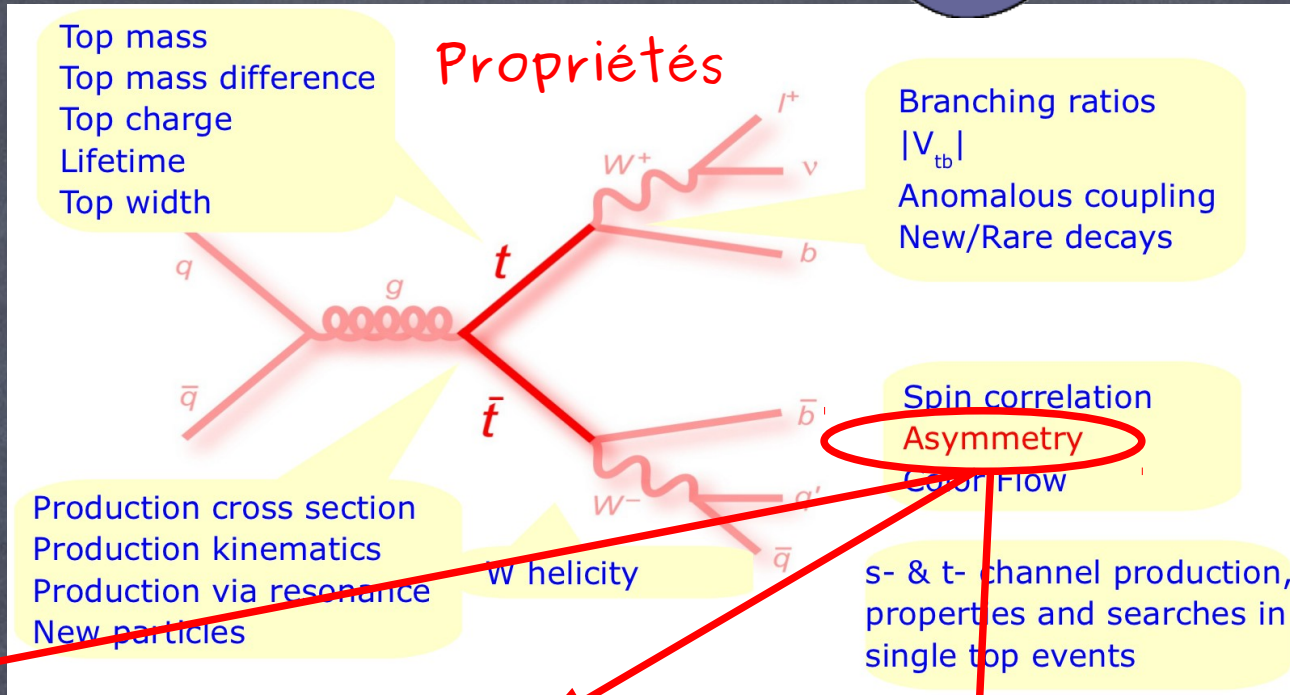
# Étude du quark Top



WHAT CAN WE  
LEARN FROM  
FERMILAB DATA?

Des milliers de paires de quark top-antitop ont été produites depuis au Tevatron et maintenant au LHC.

→ possibilité de mesurer précisément ses propriétés



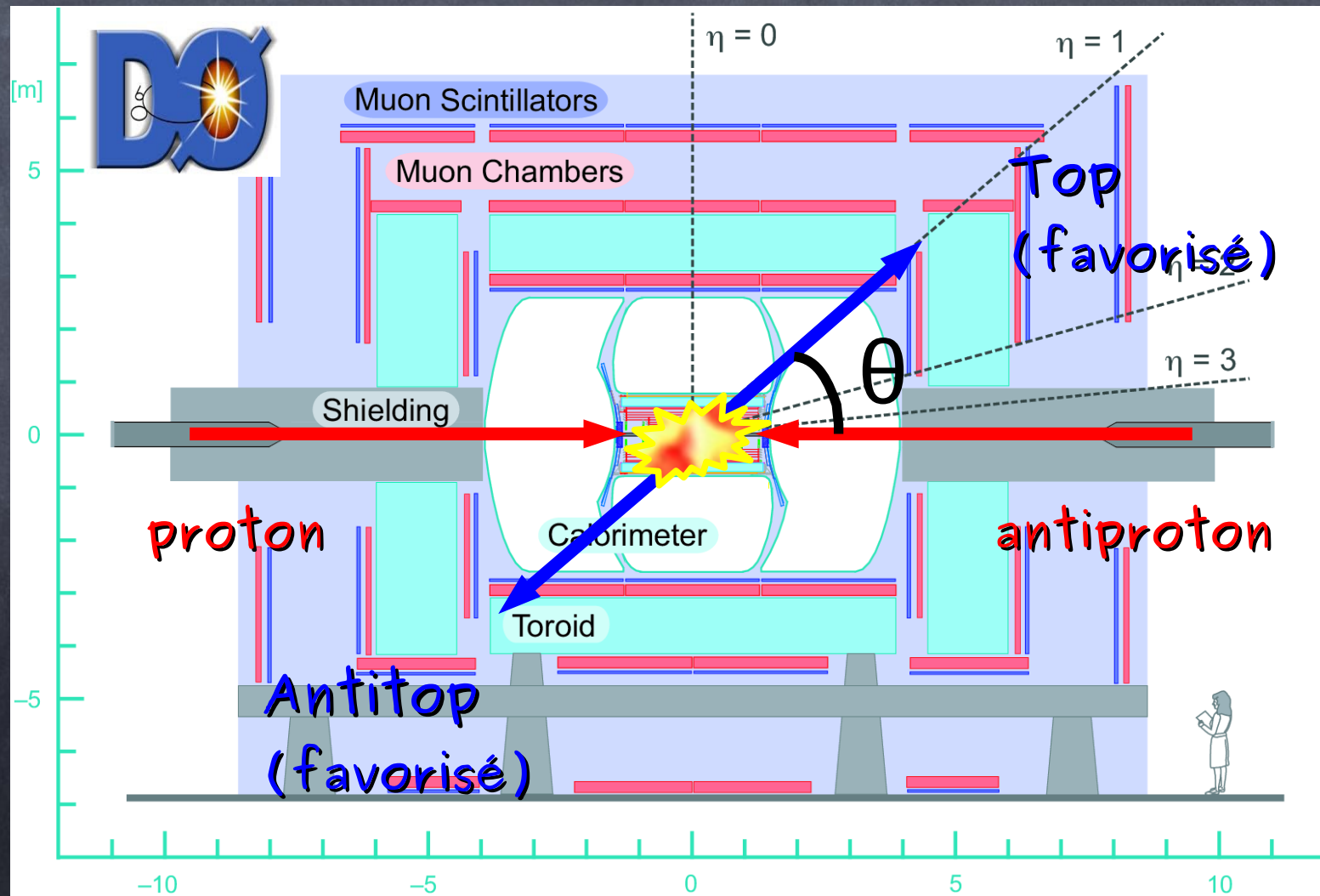


# Asymétrie de charge des paires de quarks top-antitop

Les paires sont produites par le biais de l'interaction forte.

La théorie de l'interaction forte prédit que les quarks top et antitop ne sont pas produit de manière isotrope.

→ direction favorisée !





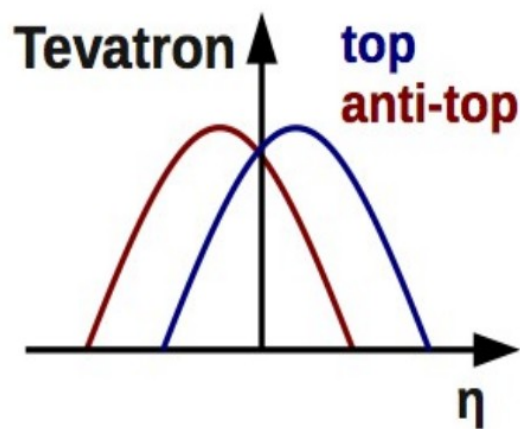


# Asymétrie de charge des paires de quarks top-antitop



Tevatron

$$A_{FB}^{t\bar{t}} = \frac{N(\Delta y > 0) - N(\Delta y < 0)}{N(\Delta y > 0) + N(\Delta y < 0)}$$



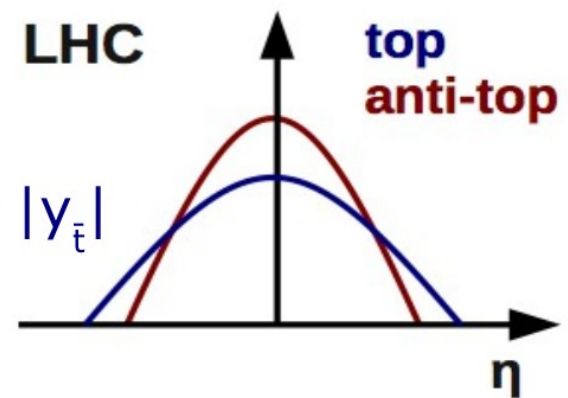
$$y \sim \eta = -\ln(\tan \theta/2)$$

$$\Delta y = y_t - y_{\bar{t}}$$

$$\Delta|y| = |y_t| - |y_{\bar{t}}|$$

Complémentaire

LHC



La différence dans les distributions angulaires est due au fait que le Tevatron est un collisionneur proton-antiproton et le LHC un collisionneur proton-proton.



# Asymétrie de charge au Tevatron



Hot topic !

Cette mesure est l'une des rares qui montre des déviations assez significatives avec les prédictions du modèle standard de la physique des particules !

Mesure qui me concerne  
→ nouvelle mesure avec toute la statistique du Tevatron (ie 2X) !

## Top Quark Asymmetry

CDF L+jet ( $9.4 \text{ fb}^{-1}$ )

D0 L+jet ( $5.4 \text{ fb}^{-1}$ )

## Lepton Asymmetry

D0 Dilepton ( $5.4 \text{ fb}^{-1}$ )

D0 L+jet ( $5.4 \text{ fb}^{-1}$ )

Comb D0 ( $5.4 \text{ fb}^{-1}$ )

CDF L+jet ( $9.4 \text{ fb}^{-1}$ )

2 types  
d'asymétries

$16.4 \pm 4.7 \%$

$19.6 \pm 6.5 \%$

$5.8 \pm 5.4 \%$

$15.2 \pm 4.0 \%$

$11.8 \pm 3.2 \%$

$9.4 \pm 3.2 \%$

Mesures semblent > Prédiction !

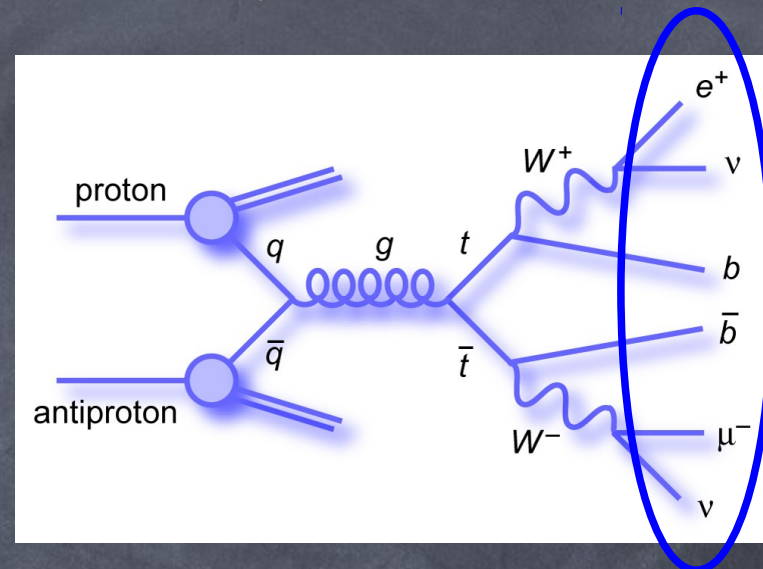
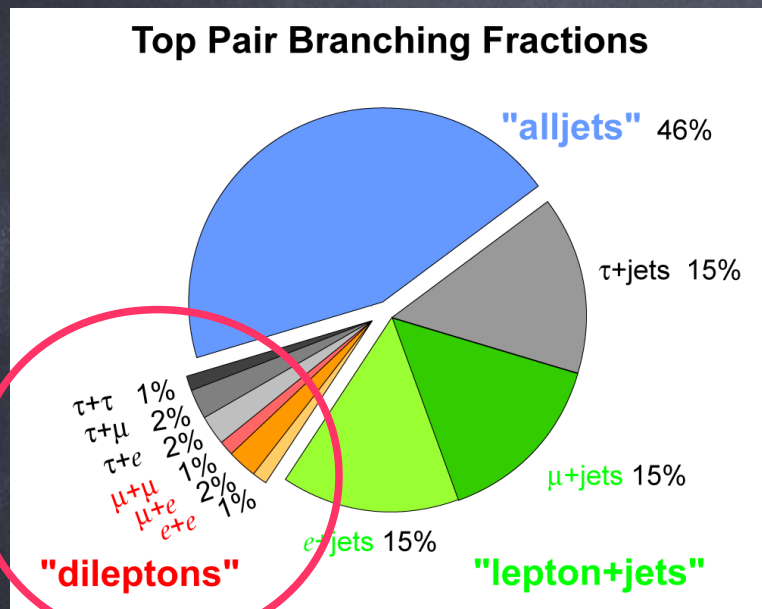
Bernreuther & Si, Phys.Rev., D86 (2012) 034026

Asymmetry (%)





# Asymétrie de charge dileptonique à $D0$



Faible **statistique**.



Peu de **bruit de fond**.

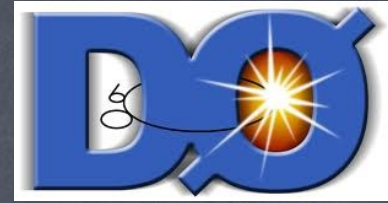


sélection des événements :

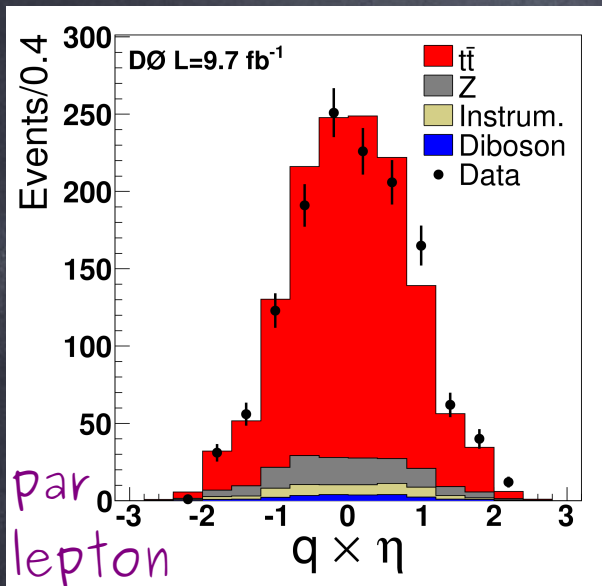
- Au moins deux jets & deux leptons.
- De l'énergie manquante due aux neutrinos (non-déTECTés).
- Identification des jets issus de quarks  $b$ .



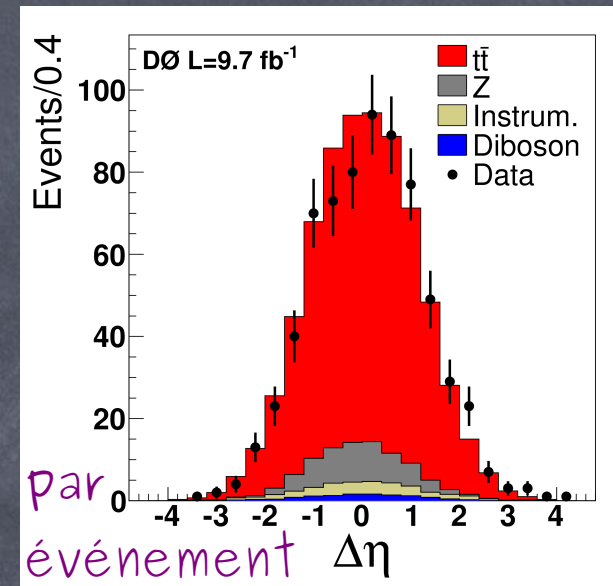
# Asymétrie de charge



## 2 asymétries dileptonique à DØ



Asymétrie = mesure des différences relatives entre les côtés positifs et négatifs des distributions.



1) Asymétrie « single lepton »  $A_{FB}^l$   
(cf « Lepton Asymmetry » page 6)

2) Asymétrie « lepton pair »  $A^{\ell\ell}$

$$\Delta\eta = \eta_{\ell+} - \eta_{\ell-}$$

$$A_{FB}^{\ell} = \frac{N(q \times \eta > 0) - N(q \times \eta < 0)}{N(q \times \eta > 0) + N(q \times \eta < 0)}$$

$$A^{\ell\ell} = \frac{N(\Delta\eta > 0) - N(\Delta\eta < 0)}{N(\Delta\eta > 0) + N(\Delta\eta < 0)}$$

ICI : Mesure de ce que l'on voit et attend dans le détecteur.



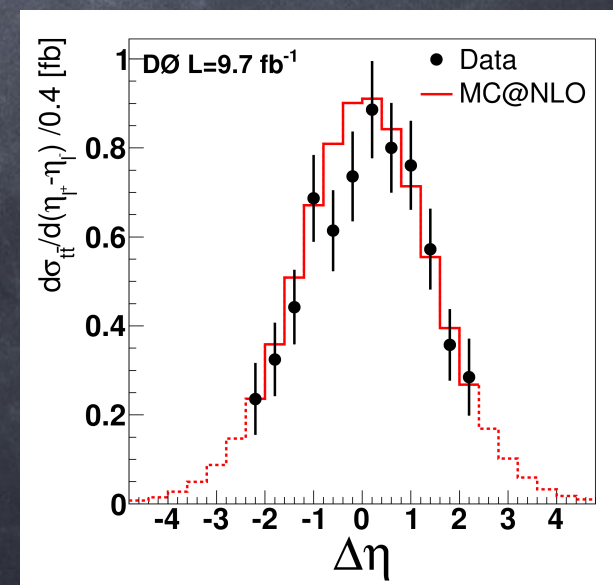
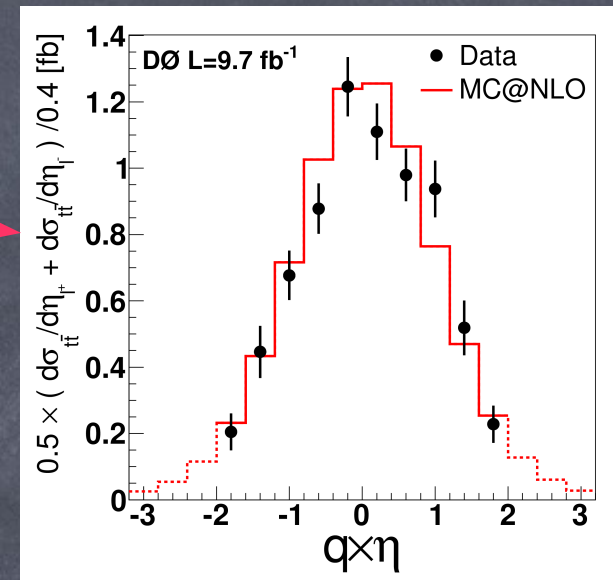


# Asymétrie de charge dileptonique à DØ



On corrige ensuite des effets de détection (Asymétrie « corrigée ») et de l'acceptance géométrique limitée du détecteur (Asymétrie « extrapolée »).

On le fait à l'aide de la simulation.

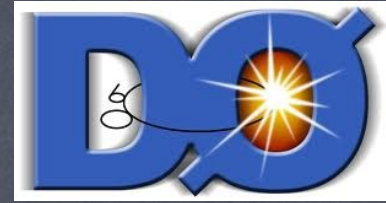


	Corrected	Extrapolated	SM NLO prediction
$A_{\text{FB}}^{\ell}$	$4.1 \pm 3.5 \pm 1.0$	$4.4 \pm 3.7 \pm 1.1$	$3.8 \pm 0.3$
$A^{\ell\ell}$	$10.5 \pm 4.7 \pm 1.1$	$12.3 \pm 5.4 \pm 1.5$	$4.8 \pm 0.4$

Incertitude statistique systématique



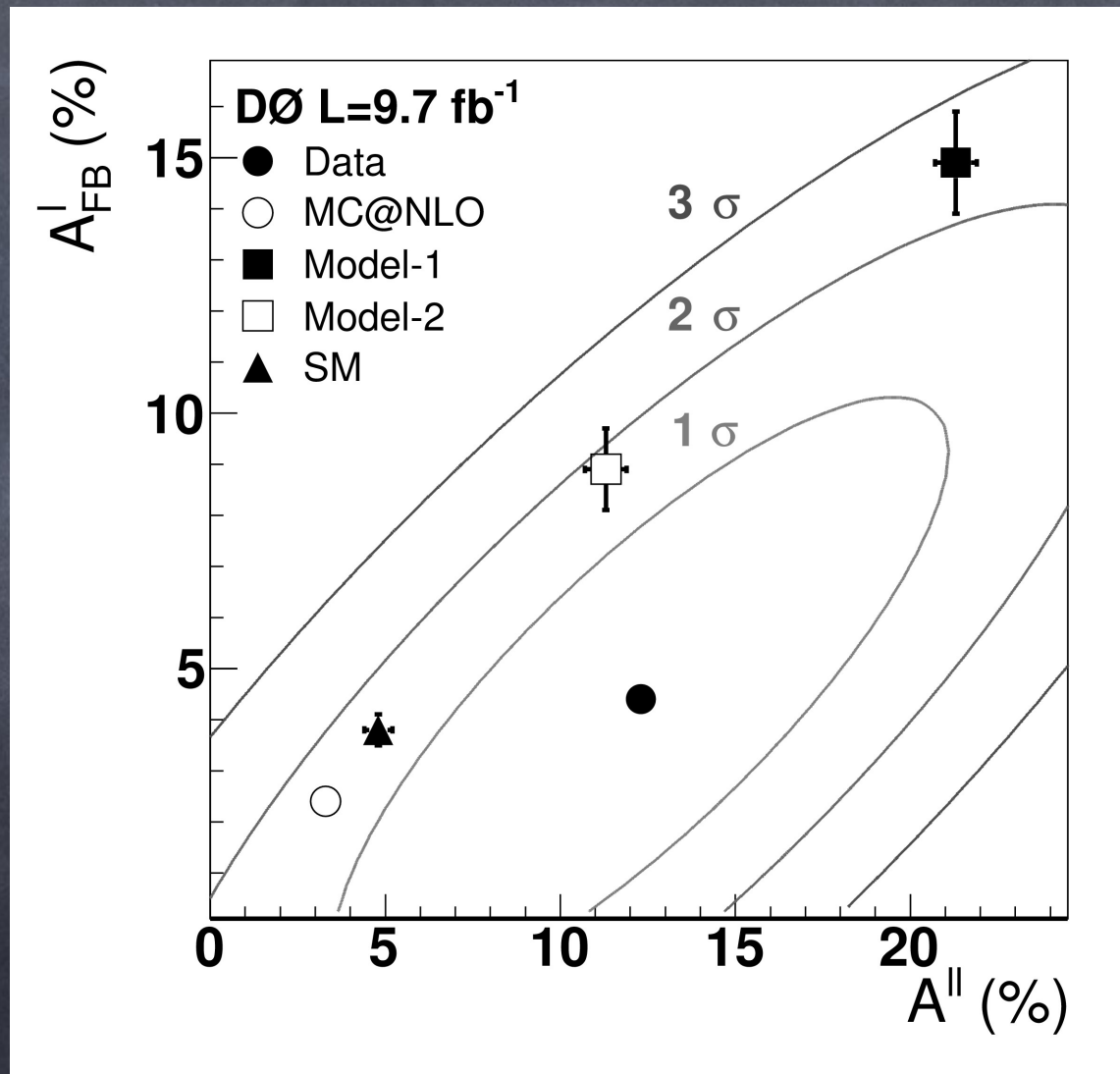
# Asymétrie de charge dileptonique à DØ



On s'intéresse également au rapport  $A_{FB}^l / A^l$ . On le mesure égal à  $0,36 \pm 0,2$ .

Comparé à la prédiction égale à 0,79.

Conclusion : un bon accord avec les prédictions pour  $A_{FB}^l$  et  $A^l$  et peut-être une légère différence pour le rapport des deux.

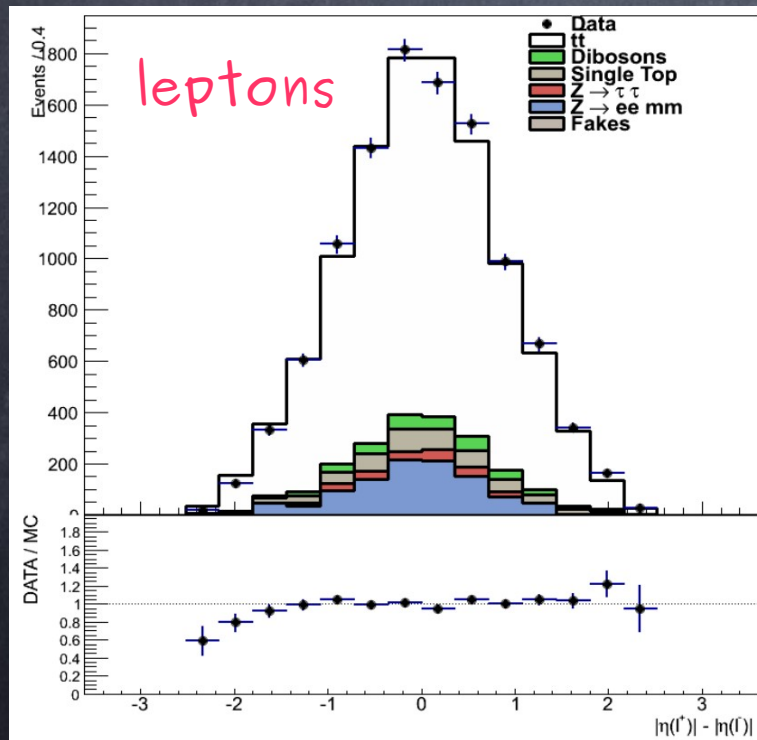




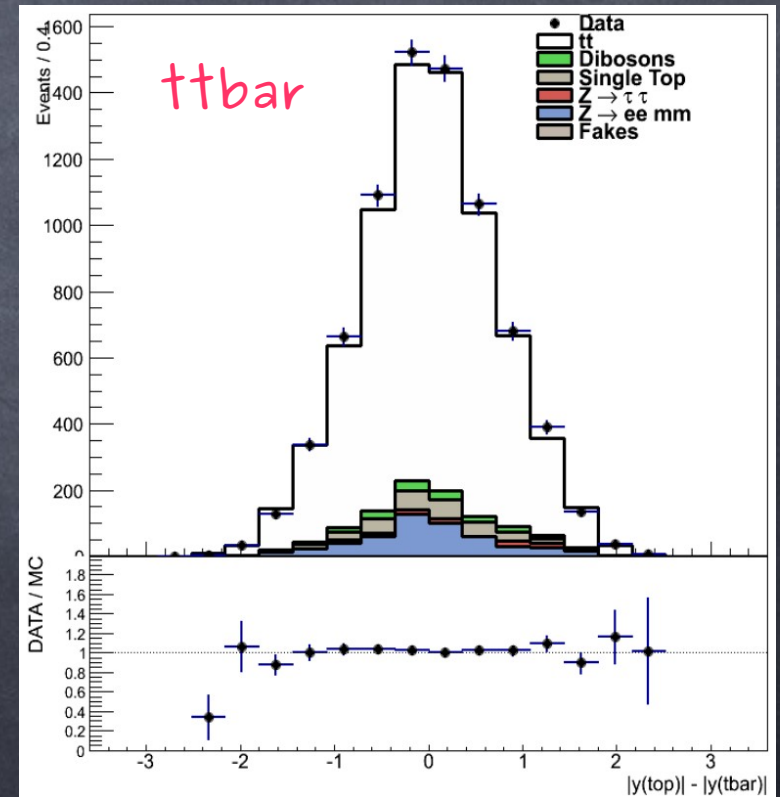


# Asymétrie de charge dileptonique à ATLAS

On va mesurer à la fois l'asymétrie des leptons et aussi l'asymétrie top-antitop : mesure plus compliquée que celle faite à D0 !



Work  
In  
progress





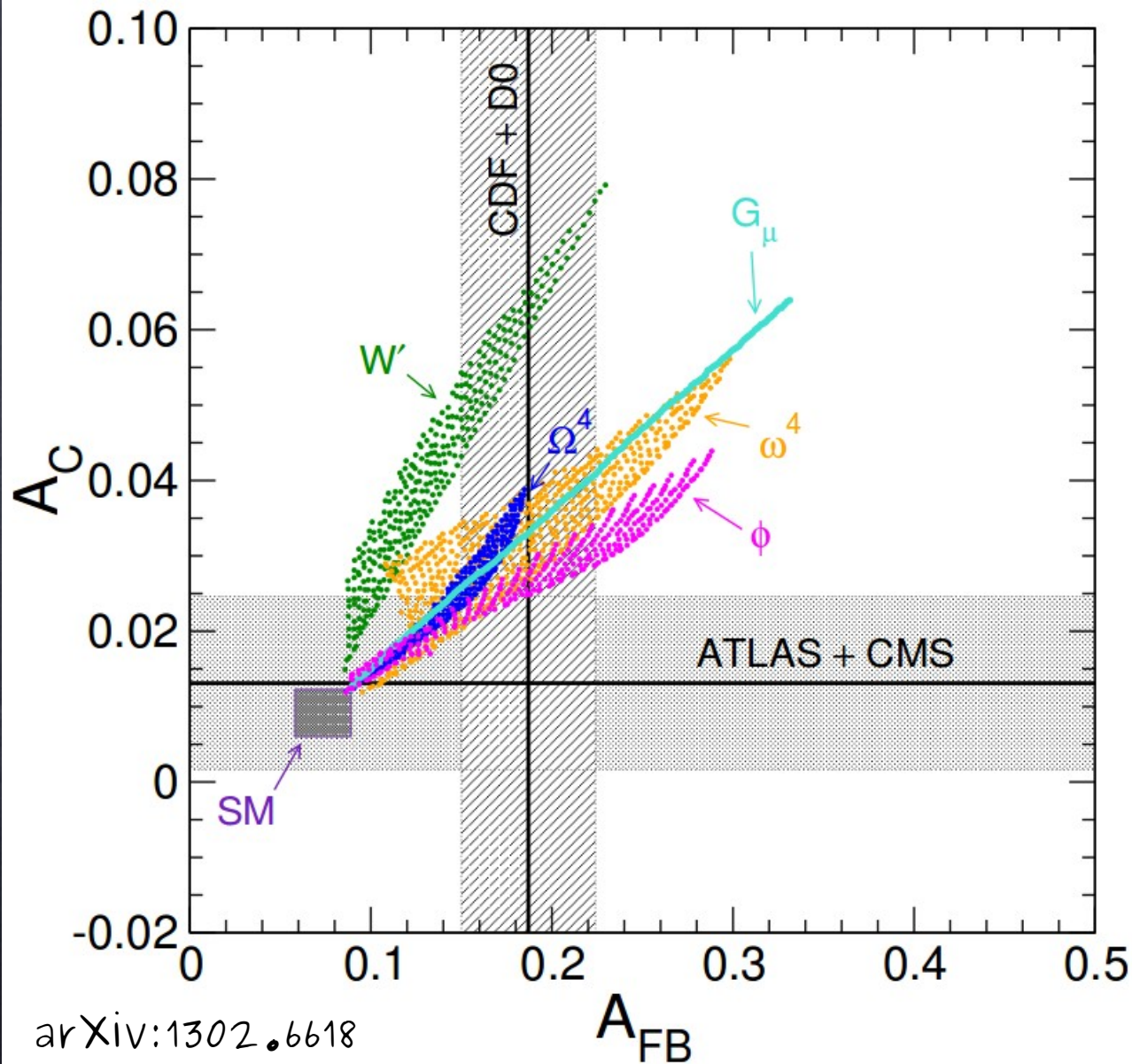
# Conclusion

- x Le Tevatron (plus puissant collisionneur proton-antiproton) et le LHC (plus puissant collisionneur proton-proton) permettent de réaliser des mesures complémentaires de l'asymétrie de charge des paires de quarks top-antitop.
- x Au Tevatron : on observe des différences avec les prédictions théoriques. Les mesures de l'asymétrie de charge avec toute la statistique du Tevatron vont bientôt être dévoilée (Tevatron arrêté en septembre 2011).
- x Au LHC : on observe un bon accord avec les prédictions théoriques à 7 TeV → intéressant de voir les mesures à 8 TeV avec 4 fois plus de données ! Plus long terme (2015) : redémarrage du LHC à 13 TeV.





# Conclusion



Nouvelle  
physique  
???

Restez branché !

Merci

