



European Physical Society

HEP 2009

16-22 July 2009 Krakow, Poland



irfu

cea

sacly

Résumé EPS-HEP 2009 et Lepton – Photon 2009

Antoine Marzin, IRFU/SPP



LEPTON PHOTON 2009

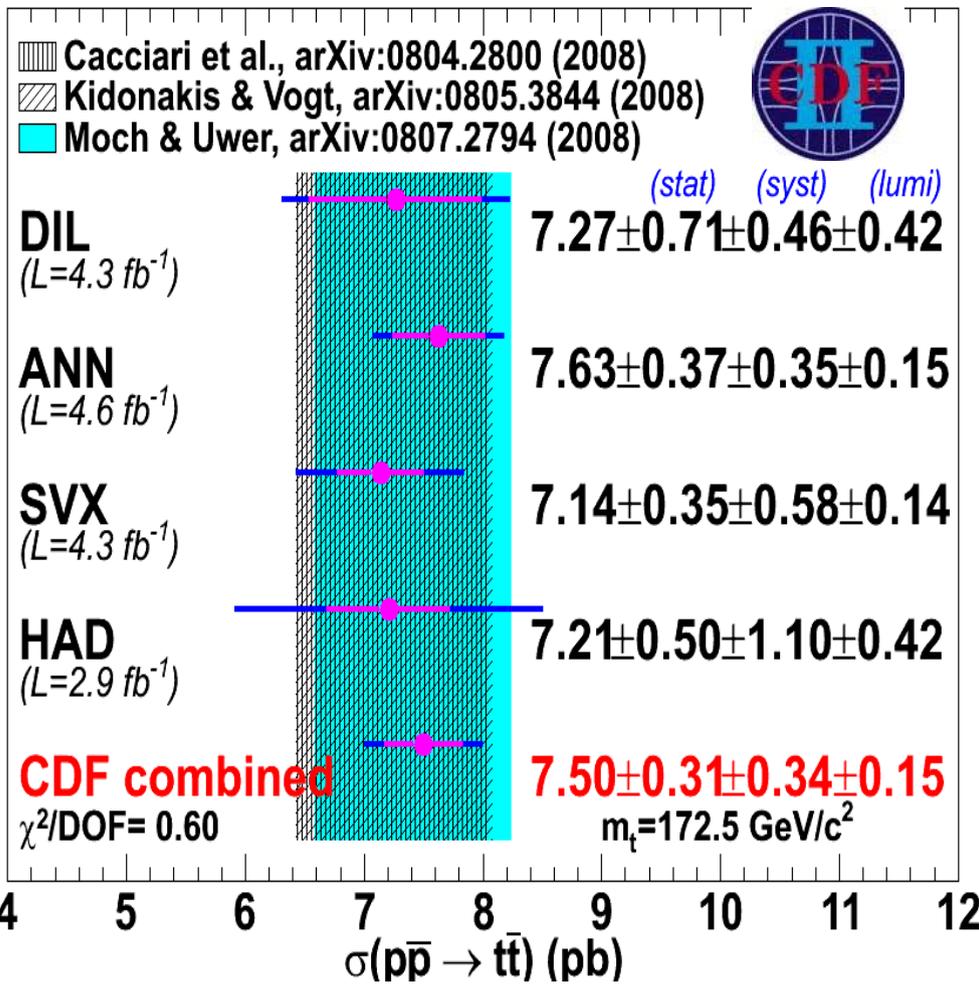
17 - 22 August 2009



Le quark top

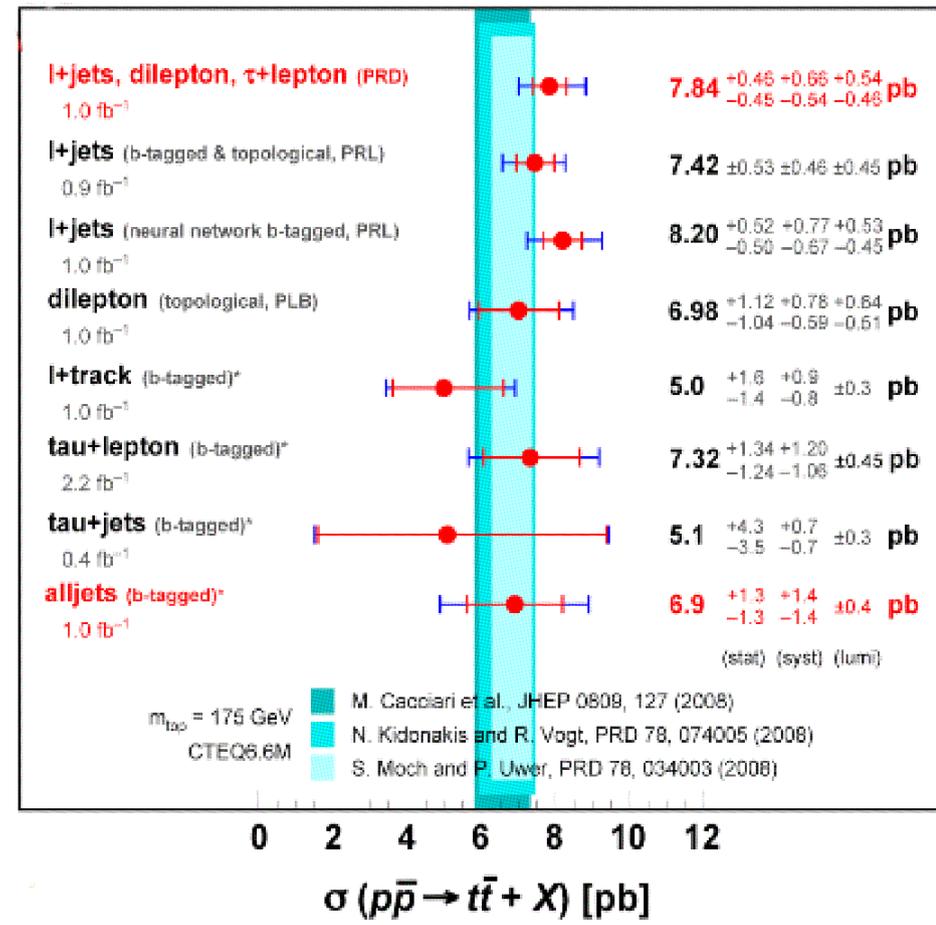
- section efficace de production
- Corrélation de spin top-antitop
- Single top et mesure directe de V_{tb}
- Masse

Section efficace du quark top



DØ Run II * = preliminary

August 2009



- Mesure des sections efficaces dans les différents canaux de désintégration cohérentes avec le MS.
- Erreur relative de 6 % dominée par la systématique.
- Effort commun de CDF et DØ pour établir des systématiques communes et combiner les mesure de section efficace.

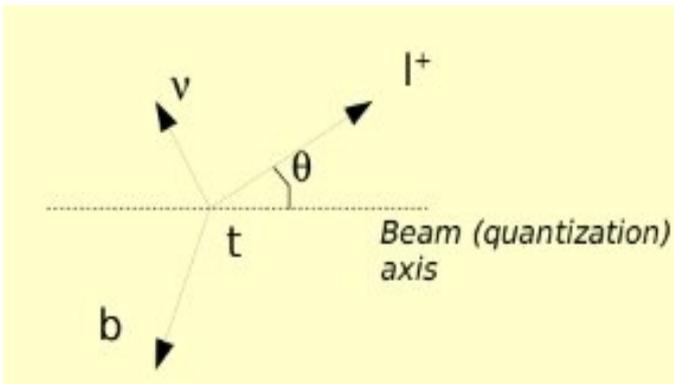
Corrélation de spin top-antitop



NEW

- La mesure de la corrélation peut apporter une limite supérieure sur le temps de vie du top, une limite inférieure sur V_{tb} et des limites sur la nouvelle physique
- Le quark top se désintégrant avant hadronisation, la corrélation angulaire est transmise aux produits de désintégration.

Dans le **canal dilepton**: on peut relier la corrélation C avec les angles Θ entre les leptons et la direction du faisceau dans le référentiel de repos du top par la relation:



$$\frac{1}{\sigma} \frac{d\sigma}{d \cos \theta_1 d \cos \theta_2} = \frac{1}{4} (1 - C \cos \theta_1 \cos \theta_2)$$

D0 : S. Greder
CDF : A. Lister

coefficient	LO	NLO
C	0.928	0.777

Résultats:

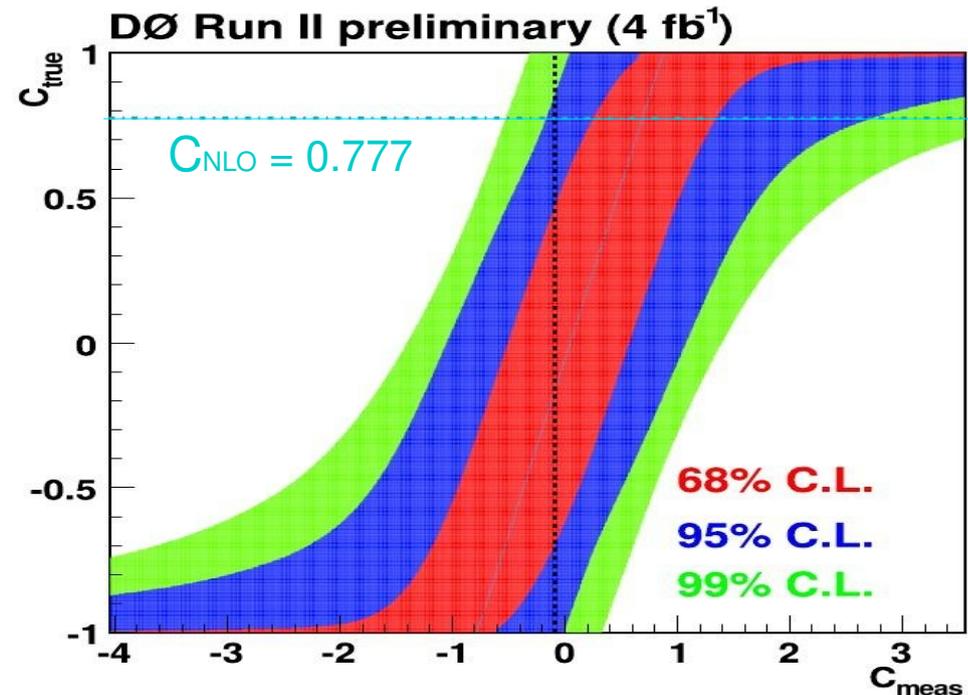
CDF: $-0.455 \leq C \leq 0.865$ (68% CL)

D0: $-0.7 \leq C \leq 0.47$ (68% CL)

Erreur dominée par la statistique

Erreurs systématiques :

- masse du top
- modélisation du signal

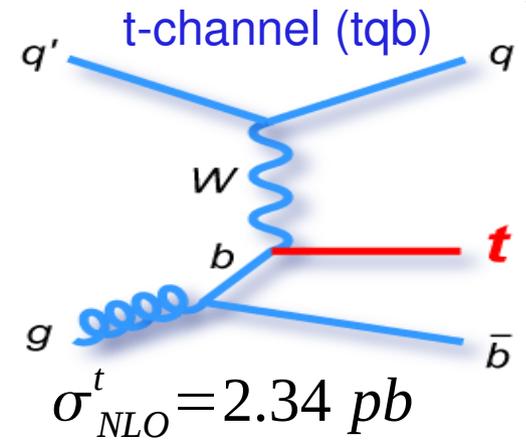
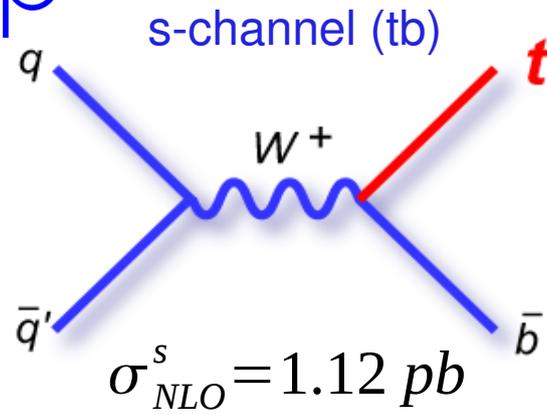


Single top



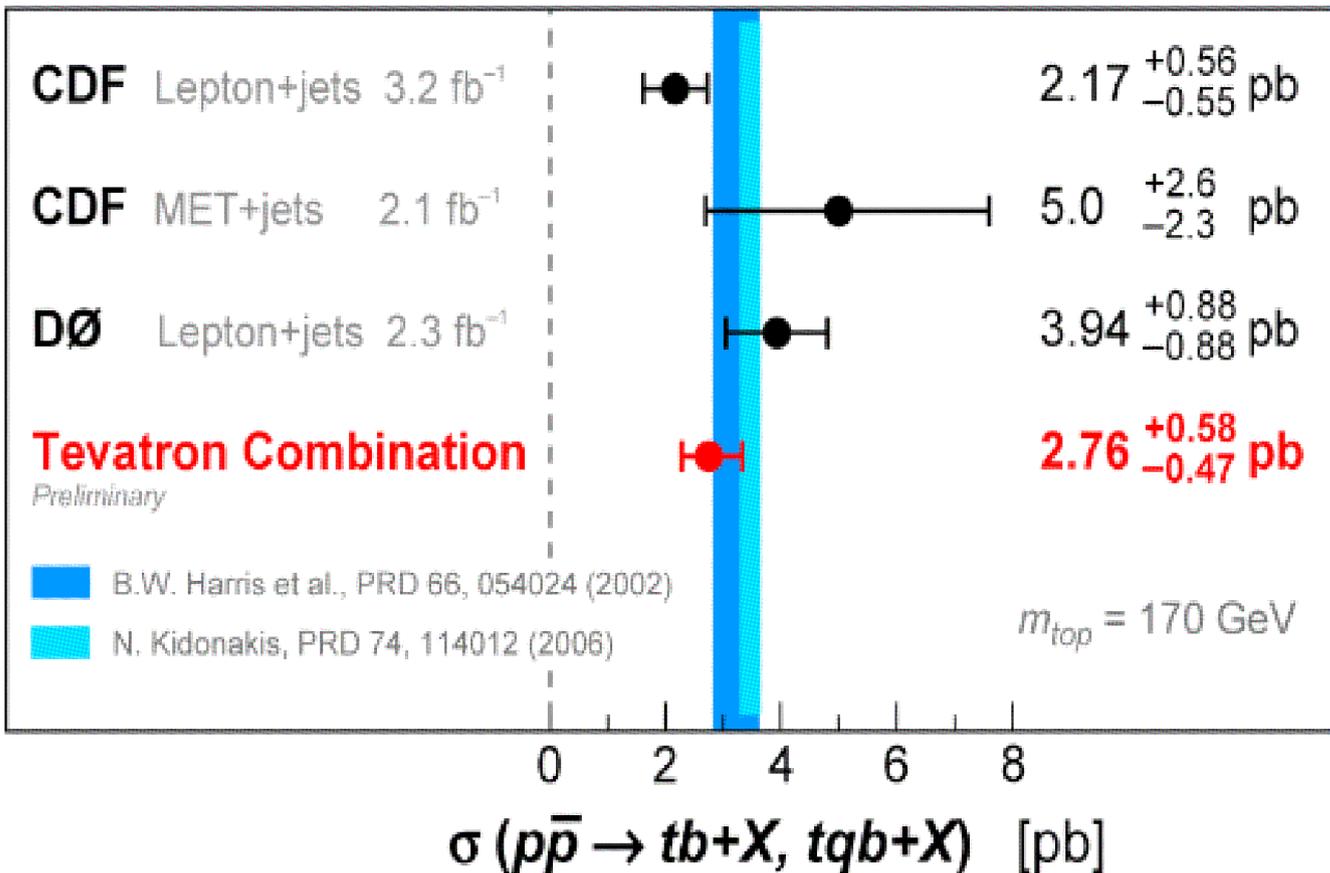
UPDATE

F. Canelli



Single Top Quark Cross Section

August 2009



♦ Observation du single top au Tevatron annoncée en mars 2009

♦ CDF et D0 on combiné leurs résultats avec une approche bayésienne:

$$\sigma_t = 2.76_{-0.47}^{+0.58} (stat + syst) \text{ pb}$$

➡ Amélioration de 13 %

Première évidence de production dans la voie t



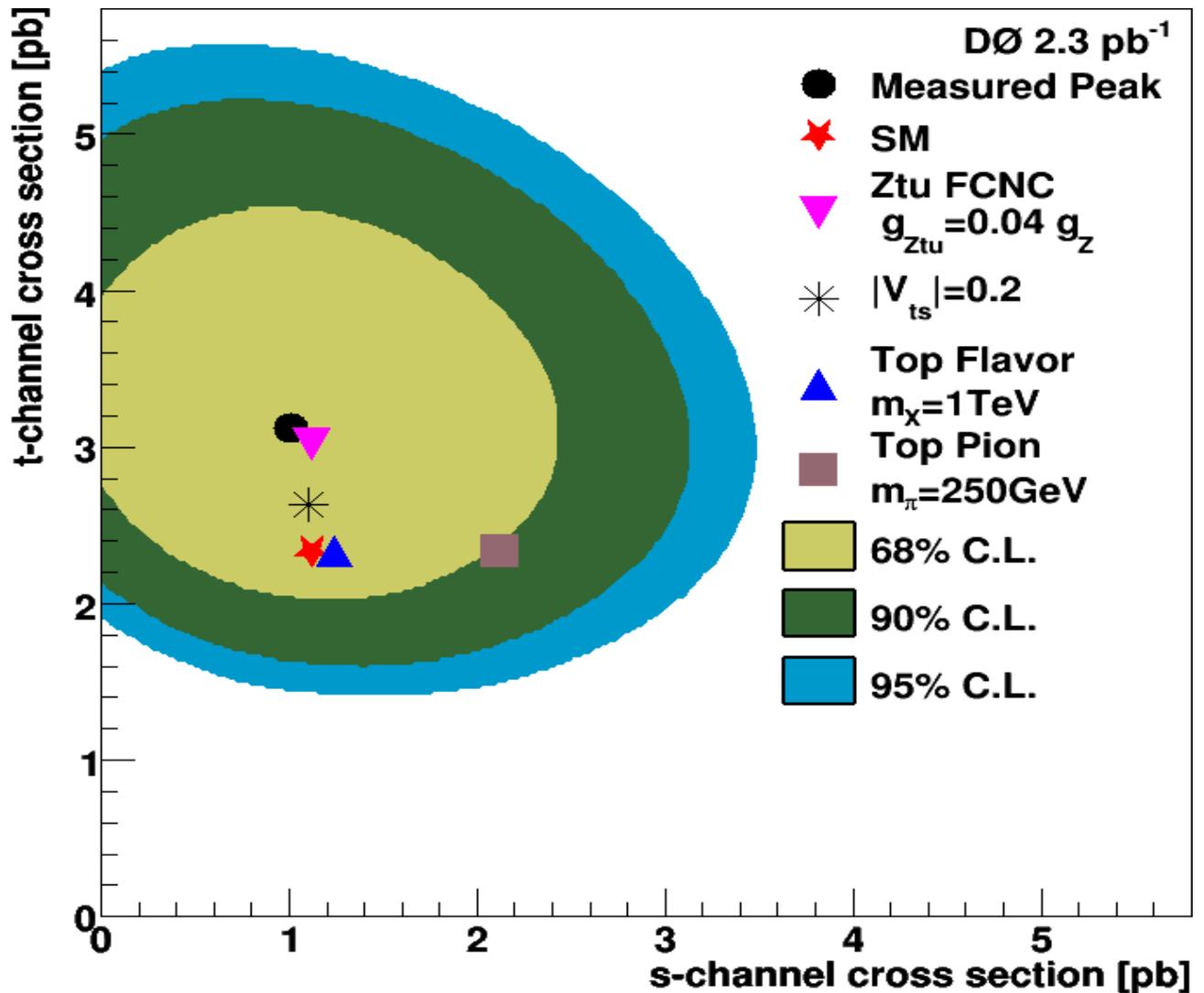
a isolé la voie t sans introduire d'hypothèse concernant la voie s

- ◆ Filtre MVA dans la voie t
- ◆ Mesure simultanée dans la voie s et dans la voie t

$$\sigma(t) = 3.14^{+0.94}_{-0.81} \text{ pb}$$

$$\sigma(s) = 1.05 \pm 0.81 \text{ pb}$$

- ◆ Significance attendue: 3.7σ
- ◆ Significance observée: 4.8σ



La masse du quark top

D0 : T. Ferbel

CDF : J. Linace

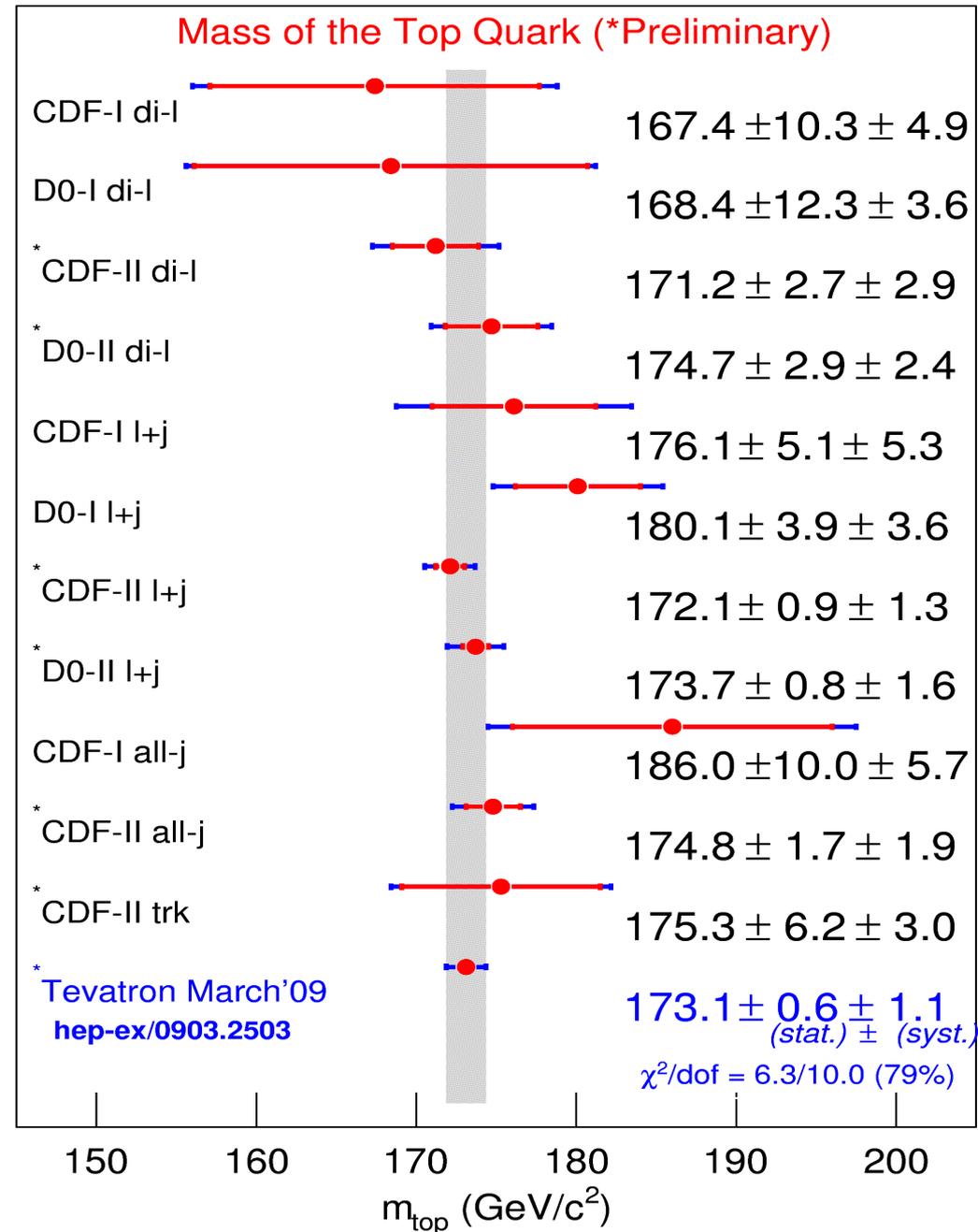
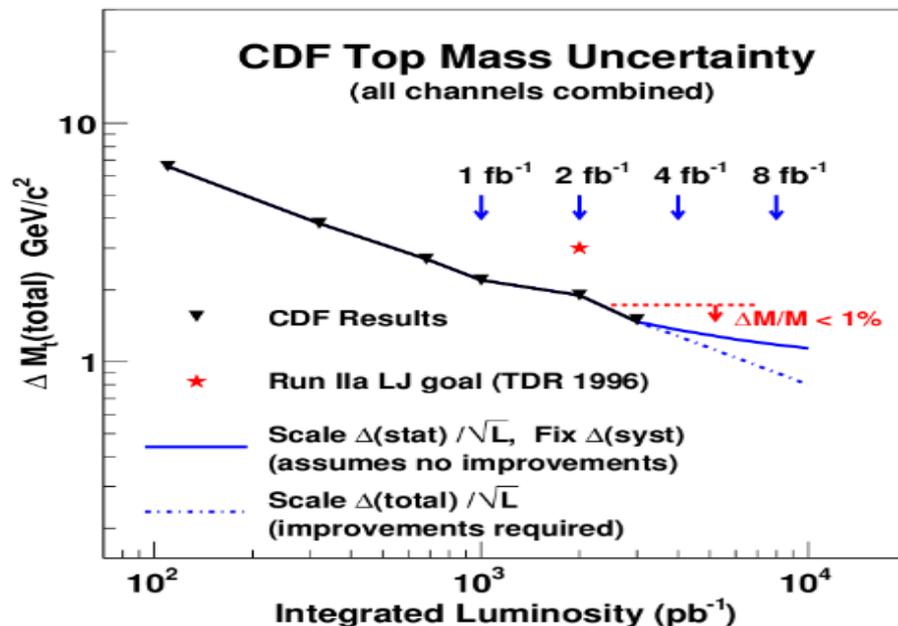


Reconnection de couleur récemment prise en compte dans les systématiques (0.4 GeV / c²)

Combinaison D0 + CDF (3.6 fb⁻¹)
 $m_t = 173.12 \pm 0.65 (stat) \pm 1.07 (syst) GeV/c^2$

D0: dilepton et lepton+jets (3.6 fb⁻¹)
 $m_t = 174.2 \pm 0.9 (stat) \pm 1.5 (syst) GeV/c^2$

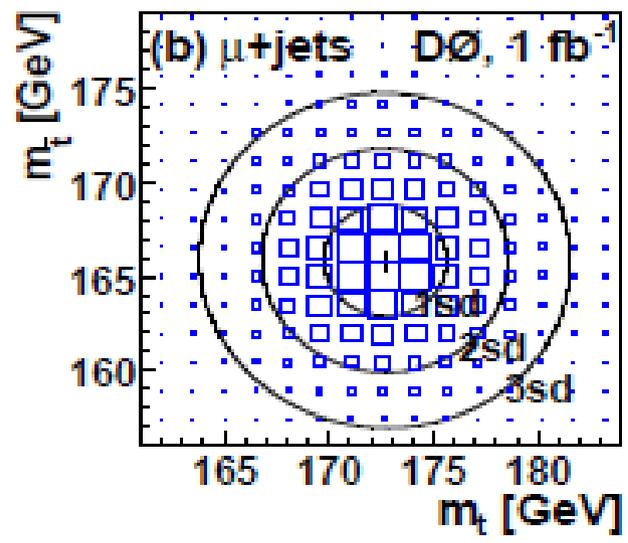
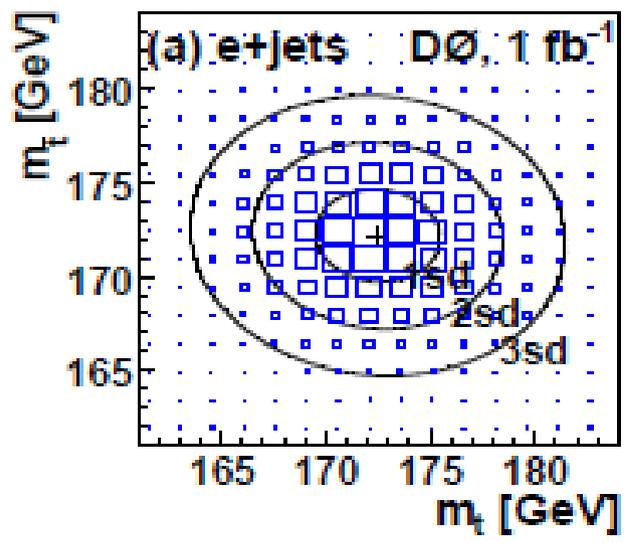
CDF: L = 3.2 fb⁻¹
 all jets, dilepton, l+jets, l+jets(L_{xy} + lepton pt)
 $m_t = 172.6 \pm 0.9 (stat) \pm 1.2 (syst) GeV/c^2$



Différence de masse entre top - antitop

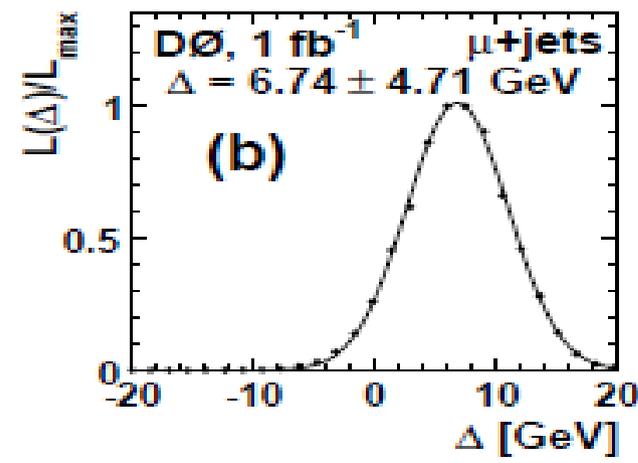
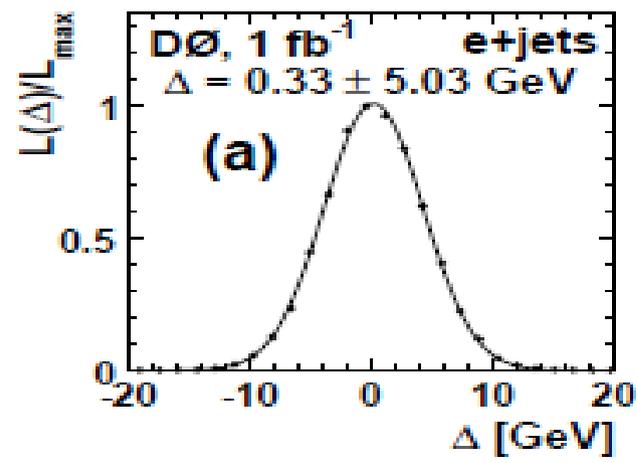
Motivation: Test du théorème CPT qui requiert que la masse d'une particule est identique à celle de son anti-particule.

- La charge du lepton dans les évènements l+jets est utilisée pour identifier le top et l'antitop.
- L'analyse est basée sur la méthode des éléments de matrice pour calculer une densité de probabilité pour chaque événement en fonction de m_t et $m_{\bar{t}}$.



La mesure combinée est:
 $\Delta = 3.8 \pm 3.7 \text{ GeV}/c^2$

➔ Compatible avec le théorème CPT



Référence:

Phys. Rev. Lett. 103, 132001 (2009)
 ArXiv : hep-ex: 0909.1172

D0 : T. Ferbel

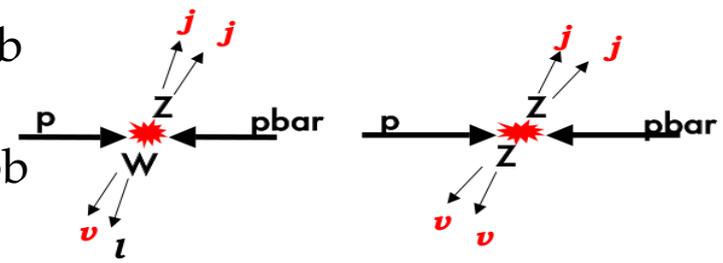
Z, W, diboson, Modèle Standard

- Observation de diboson hadronique
- Masse du W
- Fit électrofaible

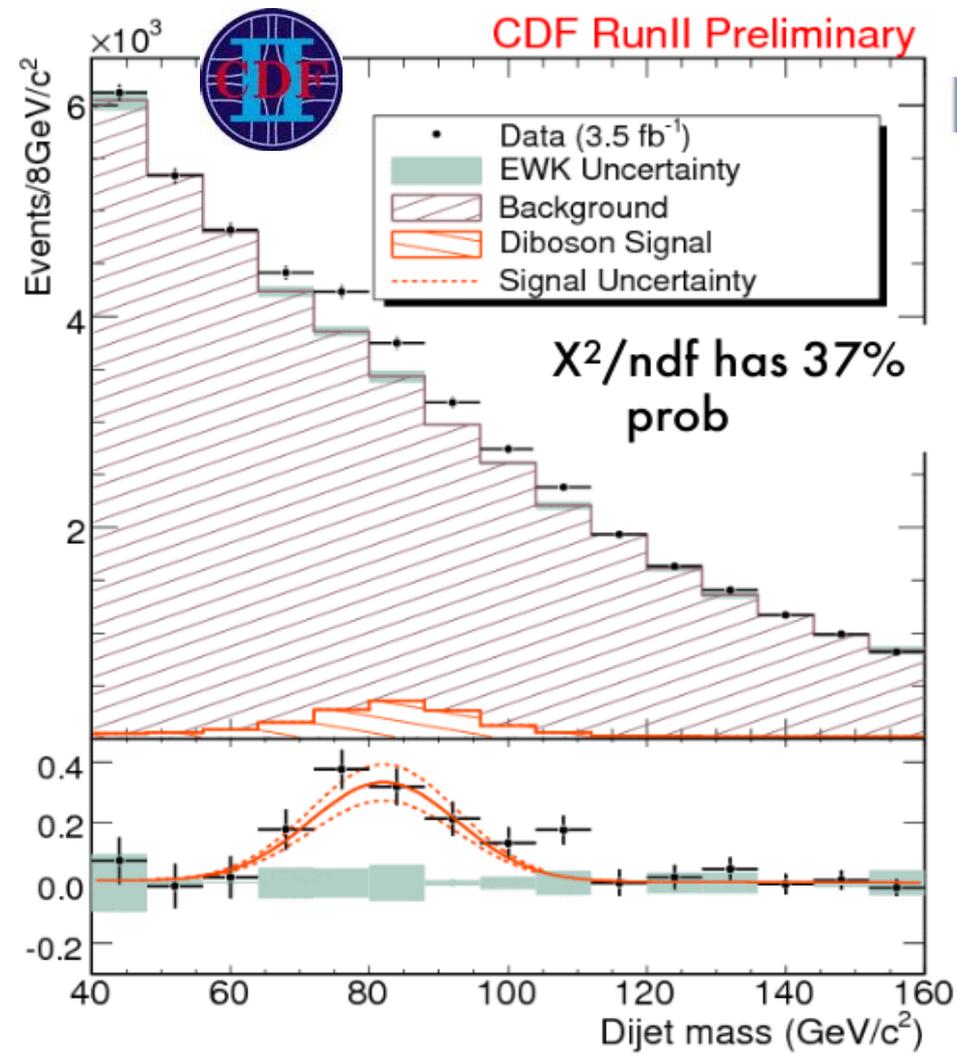
Observation de diboson hadronique au Tevatron NEW

- Première observation de $VV(V=Z,W) \rightarrow \text{met} + \text{jets}$ à CDF (significance = 5.3σ).
- Sélection d'évènements $lv + \text{jets}$ et $\nu\nu + \text{jets}$ (WW, WZ, ZZ) : ([hep-ex:0905.4714](#))

$\sigma(WW + WZ + ZZ) = 18.0 \pm 2.8 \text{ (stat)} \pm 2.4 \text{ (syst)} \pm 1.1 \text{ (lumi)} \text{ pb}$



- Compatible avec MS (MCFM + CTEQ6M): $\sigma = 16.8 \pm 0.5 \text{ pb}$

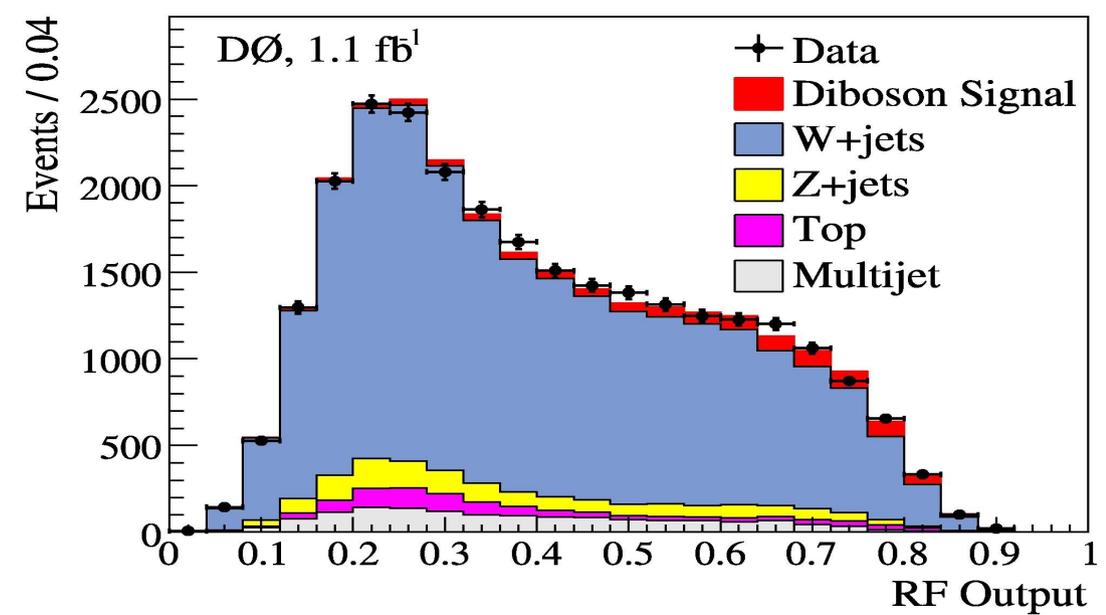


 : (Pas d'amélioration depuis Moriond)
Première évidence de $WW/WZ \rightarrow lv + qq$

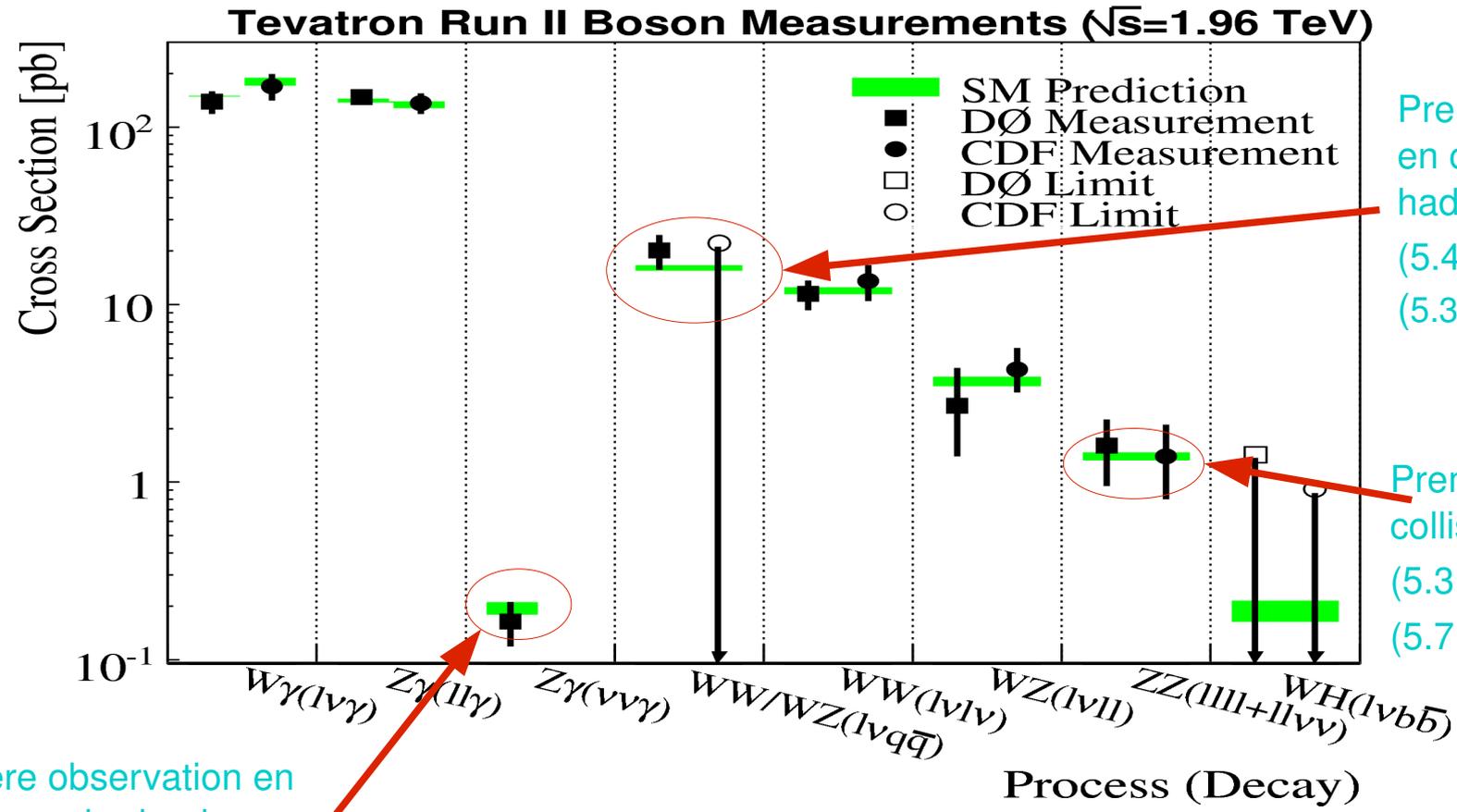


$\sigma(WW + WZ) = 20.2 \pm 4.4 \text{ (stat+syst)} \pm 1.2 \text{ (lumi)} \text{ pb}$

Significance observée : 4.4σ ([PRL 102, 161801](#))



Résumé sur la production diboson en 2009



Première observation en collisionneur hadronique (5.4 σ a CDF) (5.3 σ en WW/WZ/ZZ)



Première observation en collisionneur hadronique (5.3 σ a DØ) (5.7 σ a CDF)



Première observation en collisionneur hadronique (5.1 σ a DØ)



DØ : J. Haley
CDF : V. Cavaliere
: F. Canelli



- ◆ Nouvelles signatures difficiles observées cette année au Tevatron
 ➡ Important car ce sont des bruits de fond pour le Higgs
- ◆ ZZ → lljj pas encore observé au Tevatron
- ◆ Toutes les mesures sont cohérentes avec le modèle standard

Masse du W à (1 fb⁻¹, 2002 - 2006)

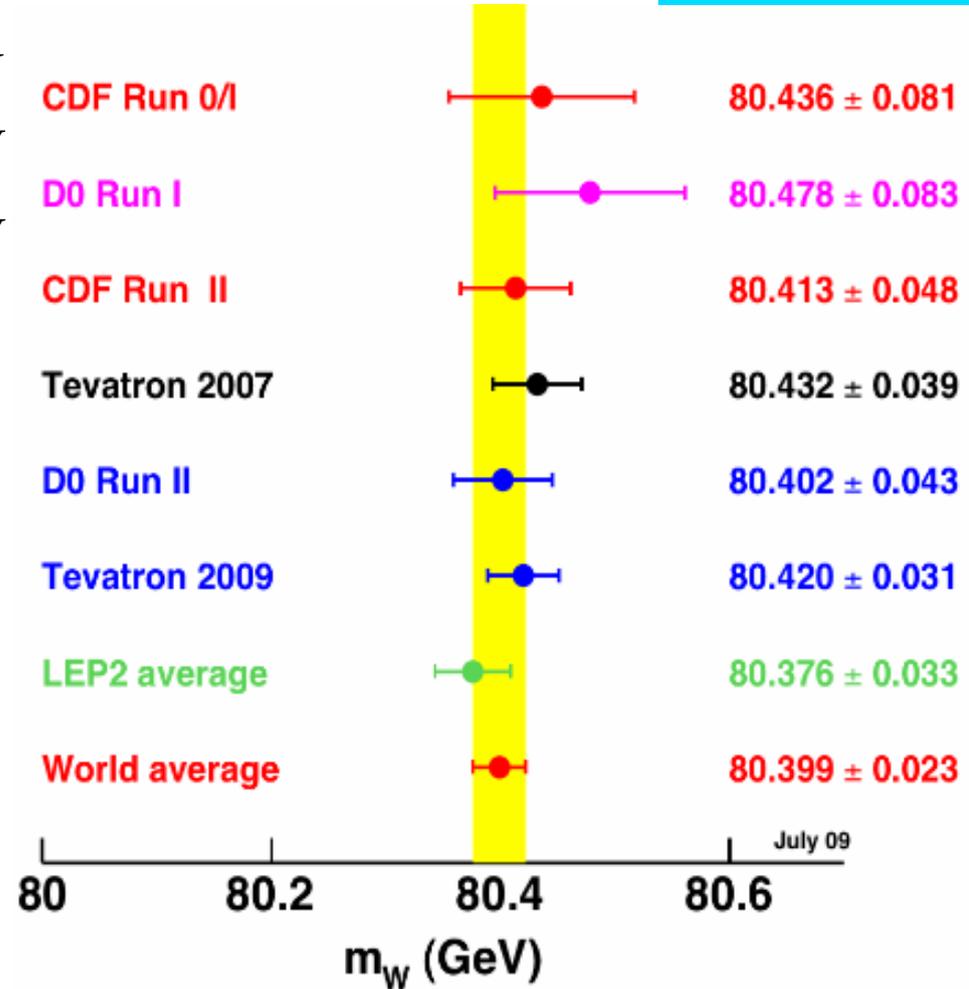
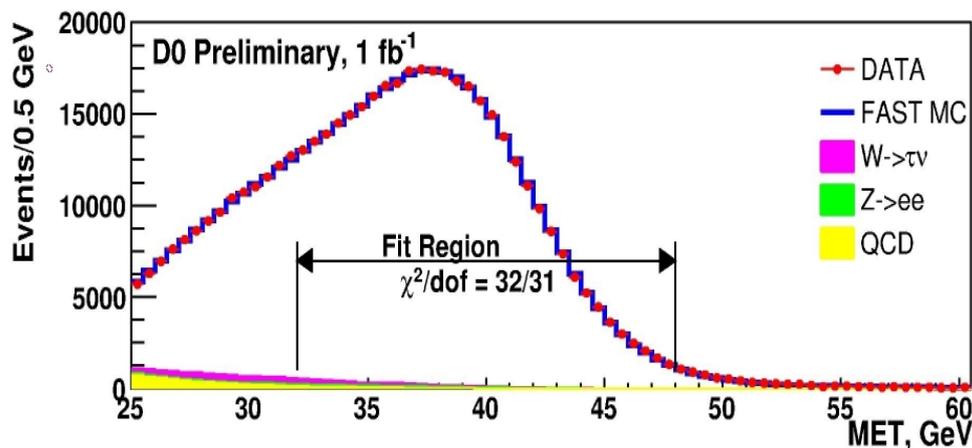


D0 : M. Cwiok

L'analyse est dans le canal $W \rightarrow e\nu$ seulement (résolution en énergie de 4% pour les électrons contre 10 % pour les muons à $p_T = 50$ GeV)

3 méthodes basées sur un likelihood biné entre données et MC:

- 1 M_T^W : $M_W = 80.401 \pm 0.023 (stat) \pm 0.037 (syst) GeV$
- 2 p_T^e : $M_W = 80.400 \pm 0.027 (stat) \pm 0.040 (syst) GeV$
- 3 p_T^ν : $M_W = 80.402 \pm 0.023 (stat) \pm 0.044 (syst) GeV$



Combinaison des 3 méthodes:

$$M_W = 80.401 \pm 0.021 (stat) \pm 0.038 (syst) GeV/c^2$$

➡ Meilleure mesure indépendante

➡ Seulement 1/6 de la stat dispo exploitée

➡ Erreur totale de 25 MeV attendue avec 2.3 fb⁻¹ pour CDF et 5 fb⁻¹ pour D0

➡ Nouvelle moyenne mondiale: $M_W = 80.399 \pm 0.023 (stat + syst) GeV/c^2$

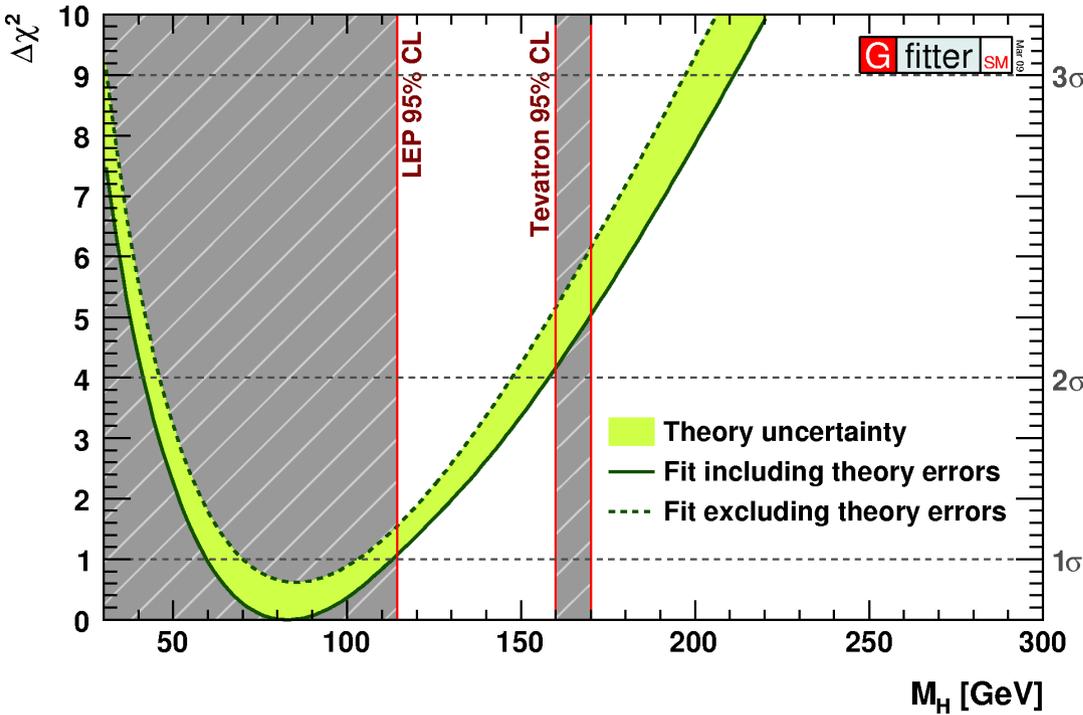
Fit électrofaible avec Gfitter



Gfitter : A. Hoecker

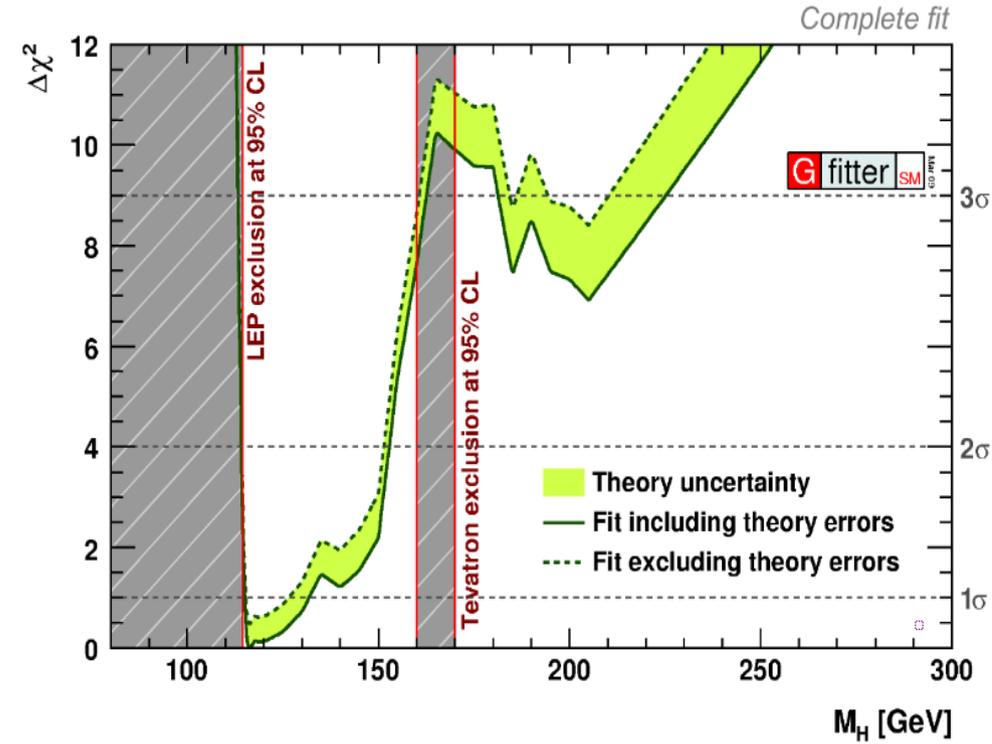
2 types de fit:

- Fit standard: toutes les mesures sauf recherches directes du Higgs
- Fit complet : toutes les mesures, recherches directes du Higgs incluses



M_H avec le fit standard :

- $M_H = 80_{-23}^{+30} \text{ GeV}/c^2$
- Intervalle à 2σ : [42, 158] GeV/c^2



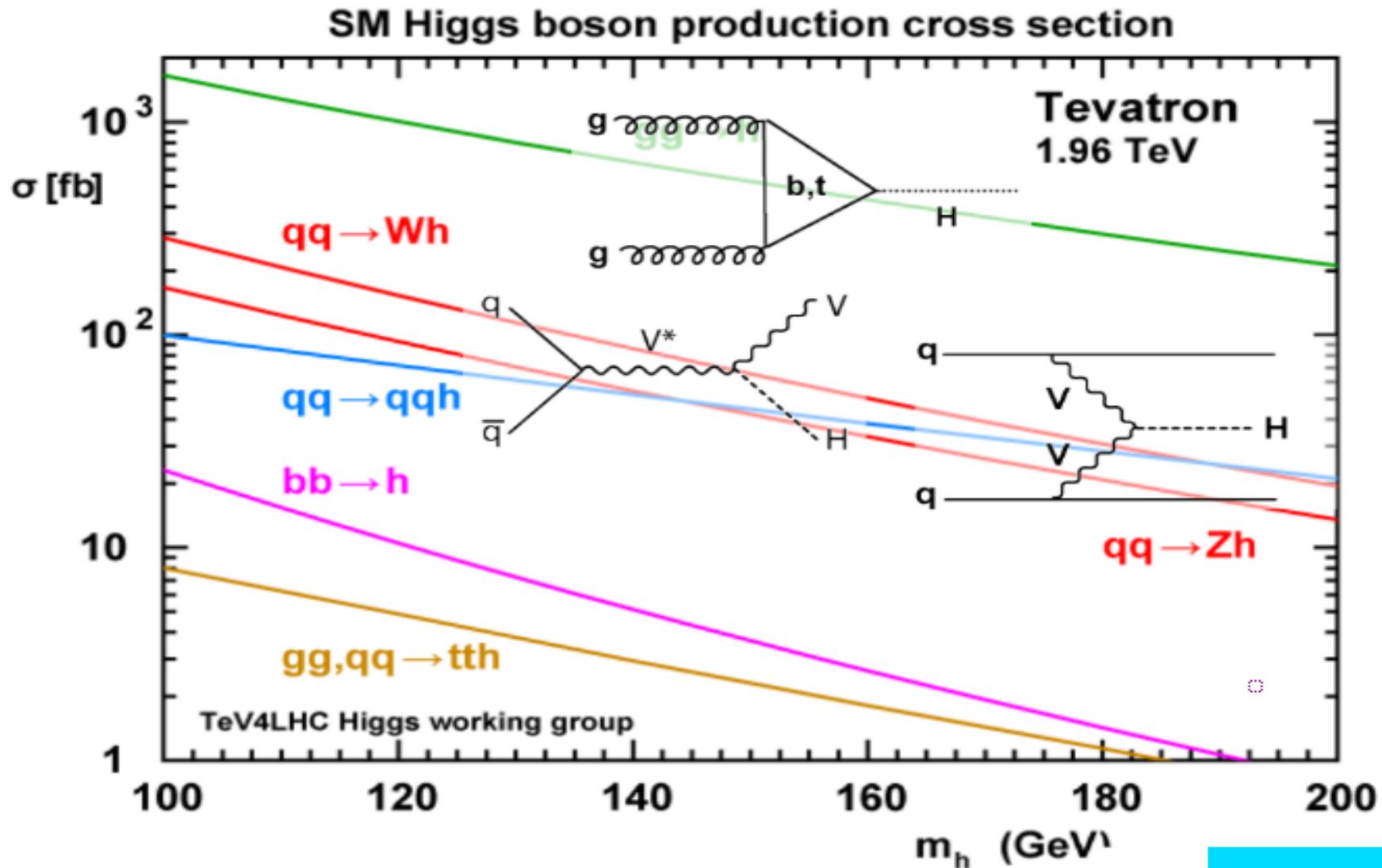
M_H Avec le fit complet :

- $M_H = 116_{-1.3}^{+16} \text{ GeV}/c^2$
- Intervalle à 2σ : [114, 153] GeV/c^2

Recherche du boson de Higgs

- Rappel: production du boson de Higgs standard
- Higgs léger: canal $WH \rightarrow l\nu bb$
- Higgs lourd: canal $H \rightarrow WW$
- Résumé des combinaisons de D_0 et CDF

boson de Higgs Standard au Tevatron



Tevatron : J. Conway

- $gg \rightarrow H$ domine
- $qq \rightarrow HW$ et $qq \rightarrow HZ$ avec un lepton sont également intéressants

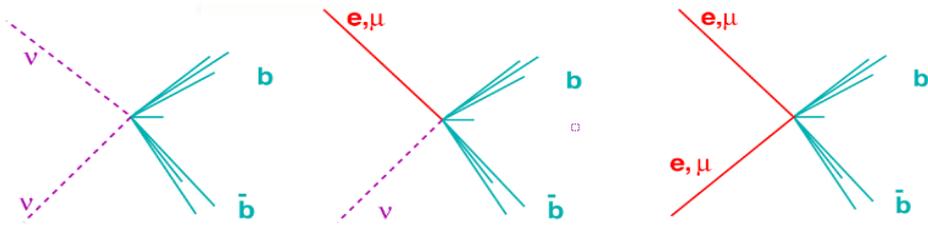
boson de Higgs Standard au Tevatron

Higgs léger

◆ $gg \rightarrow H \rightarrow bb$ domine mais est noyé sous le bruit de fond $\sigma(q\bar{q} \rightarrow b\bar{b}) \sim 10^6 pb$

◆ Les canaux privilégiés sont:

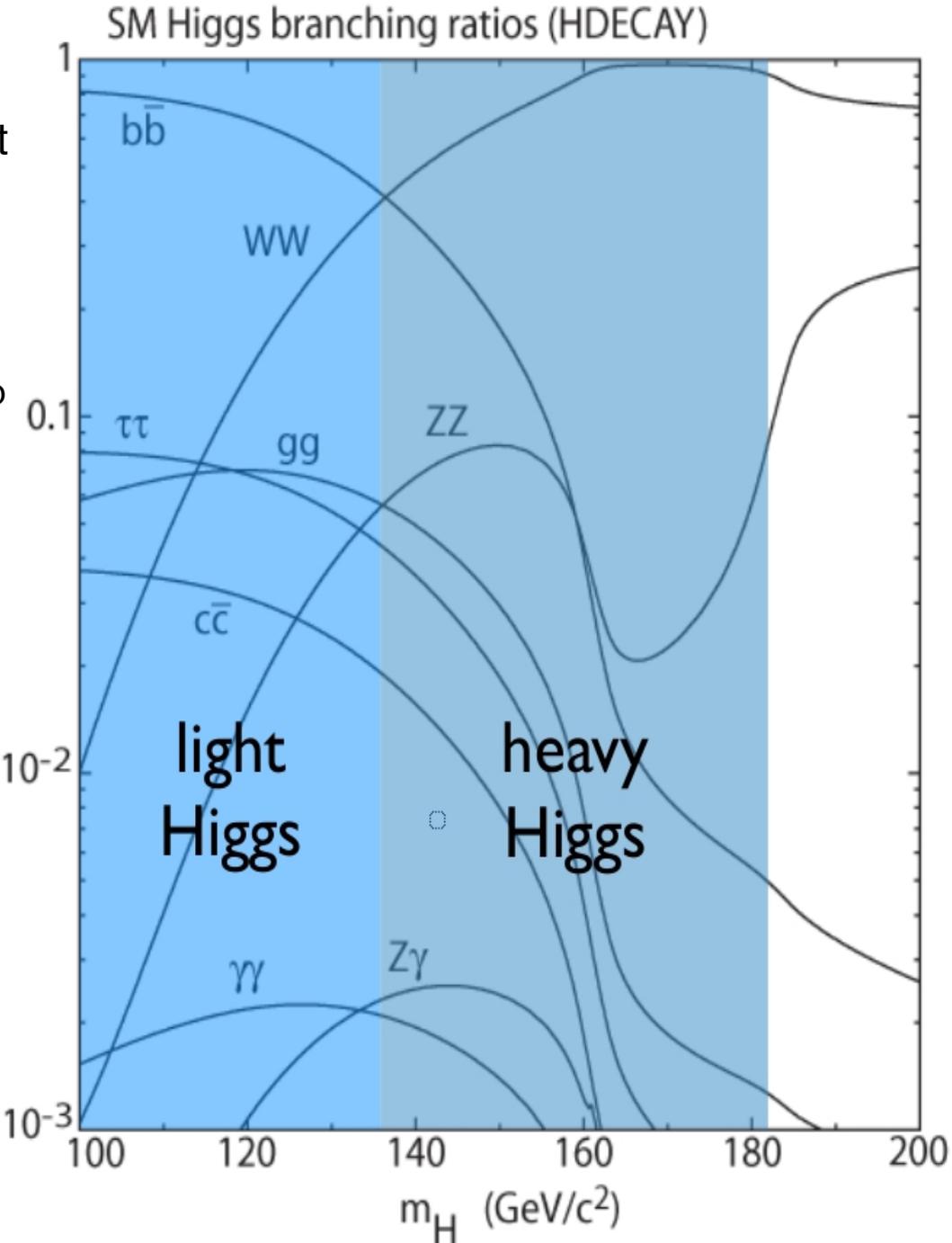
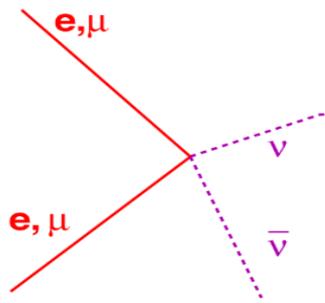
- ◆ $q\bar{q} \rightarrow WH \rightarrow Wbb$ en $e\nu bb$ et $\mu\nu bb$
- ◆ $q\bar{q} \rightarrow ZH \rightarrow Zbb$ en $eebb$, $\mu\mu bb$ et $\nu\nu bb$



Higgs lourd

◆ Les canaux recherche sont:

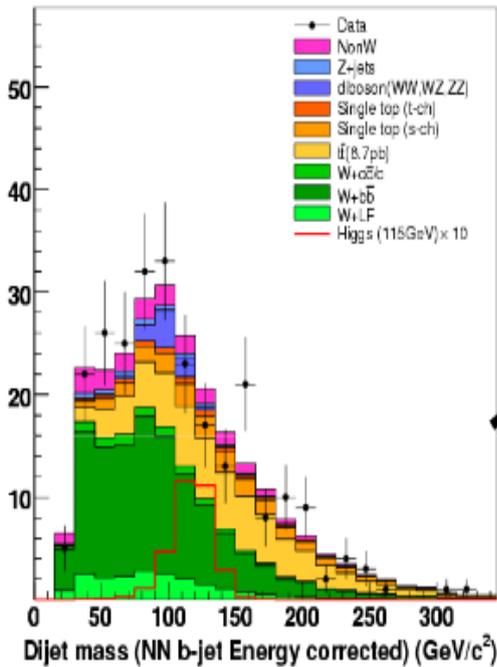
- ◆ $gg \rightarrow H \rightarrow WW$ (OS) en $e\nu e\nu$, $\mu\nu \mu\nu$ et $e\nu \mu\nu$
- ◆ $qq \rightarrow WH \rightarrow WWW$ (SS) en $e\nu e\nu jj$, $\mu\nu \mu\nu jj$ et $e\nu \mu\nu jj$



boson de Higgs léger $WH \rightarrow l\nu bb$

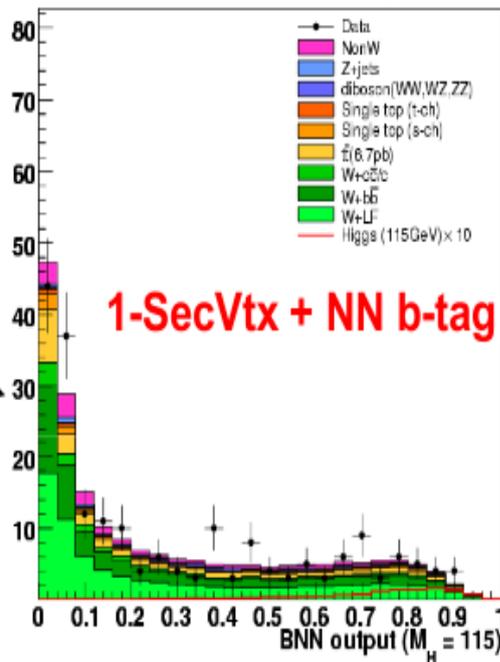


CDF Run II Preliminary (4.3 fb⁻¹)



CDF NN

CDF Run II Preliminary (4.3 fb⁻¹)



CDF utilise 2 analyses avec discriminant à multivariables:

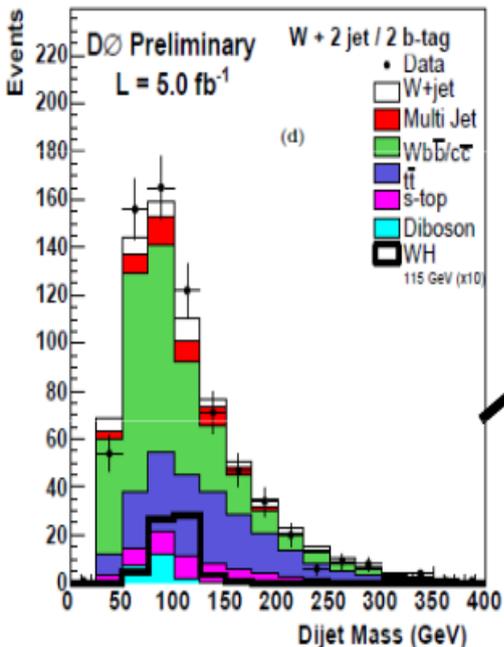
- ◆ Artificial Neural Network (NN)
- ◆ Matrix-Element + Boosted Decision Tree (ME+BDT)

L = 4.3 fb⁻¹:

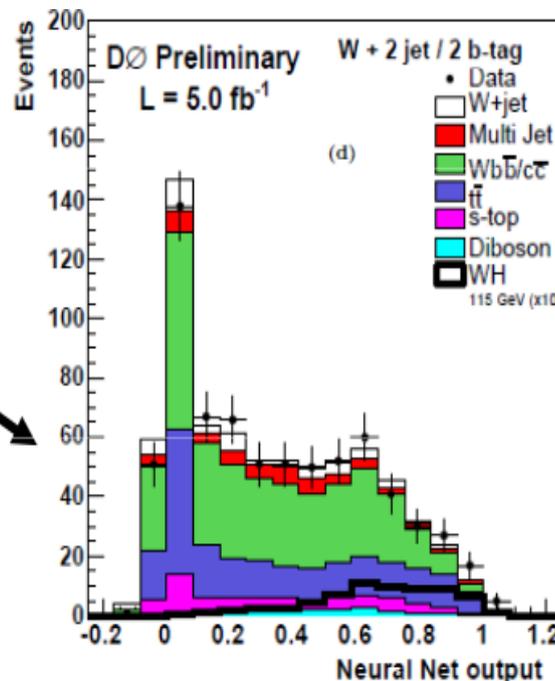
Limite 95 % CL ($M_H = 115$ GeV):

observée = $5.3 \times \sigma_{SM}$

attendue = $4 \times \sigma_{SM}$



D0 NN



D0 utilise un NN avec ME en entrée additionnelle

L = 5 fb⁻¹:

Limite 95 % CL ($M_H = 115$ GeV):

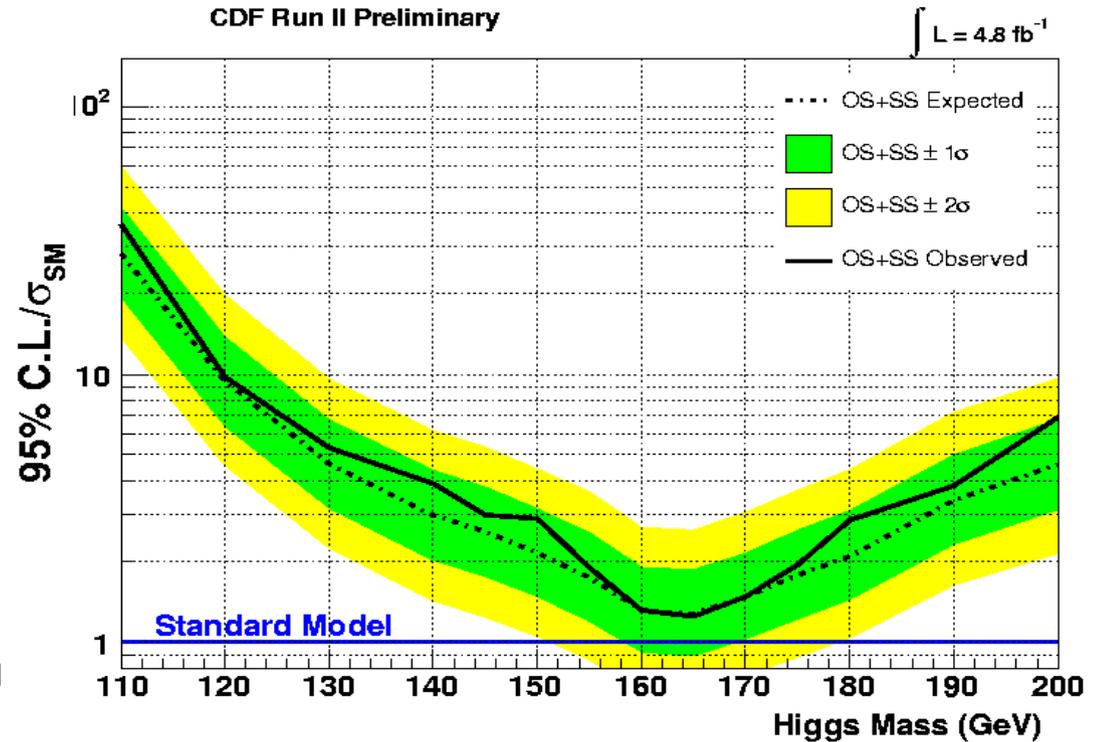
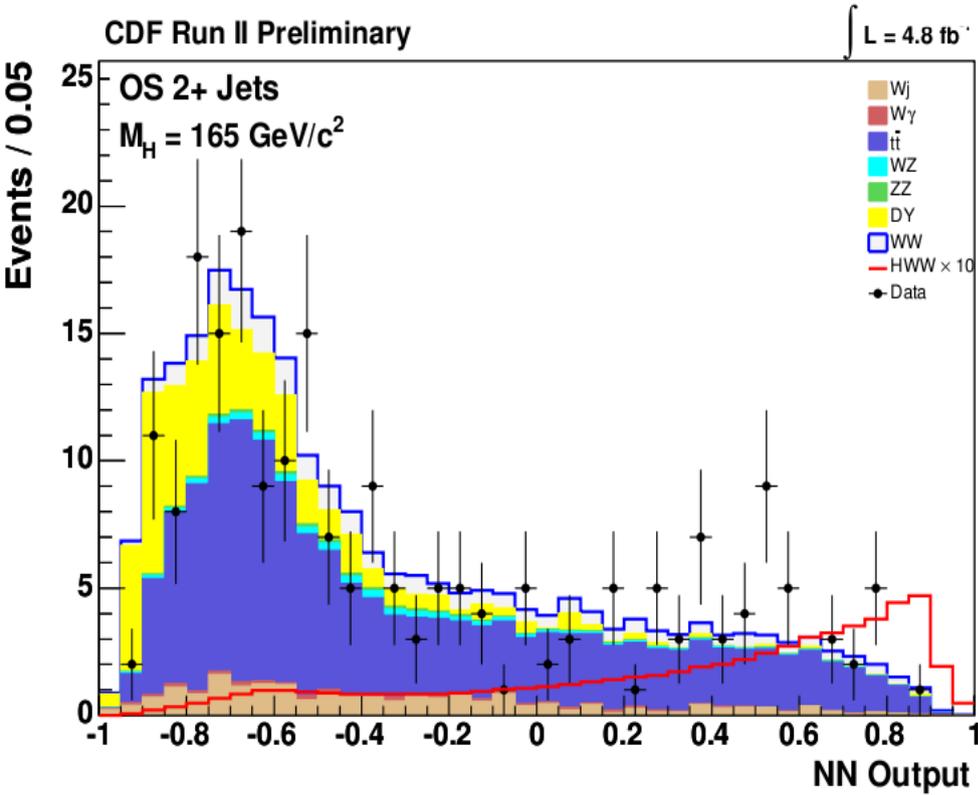
observée = $6.9 \times \sigma_{SM}$

attendue = $5.1 \times \sigma_{SM}$

boson de Higgs lourd $H \rightarrow WW$



Utilise dans chaque canal (OS 0 jet, OS 1 jet, OS ≥ 2 jets, SS ≥ 1 jets) un discriminant NN avec différentes variables cinématiques ($M_{ll}, p_T(l), \Delta\phi(ll), \dots$)



Après combinaison de tous les canaux:

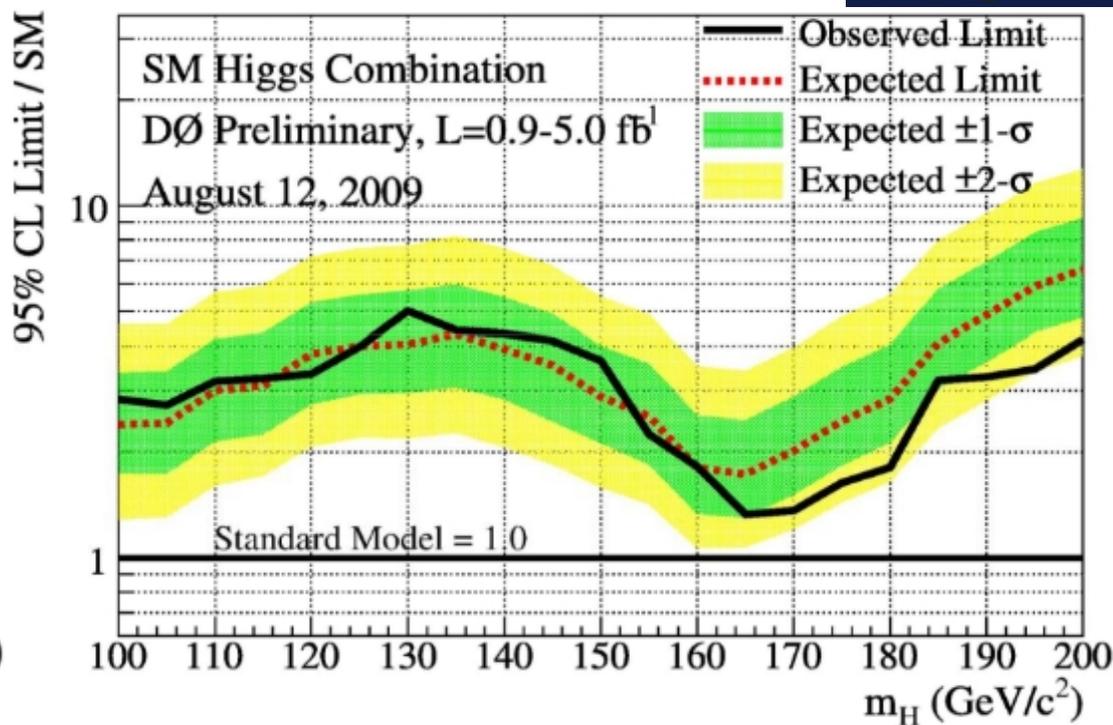
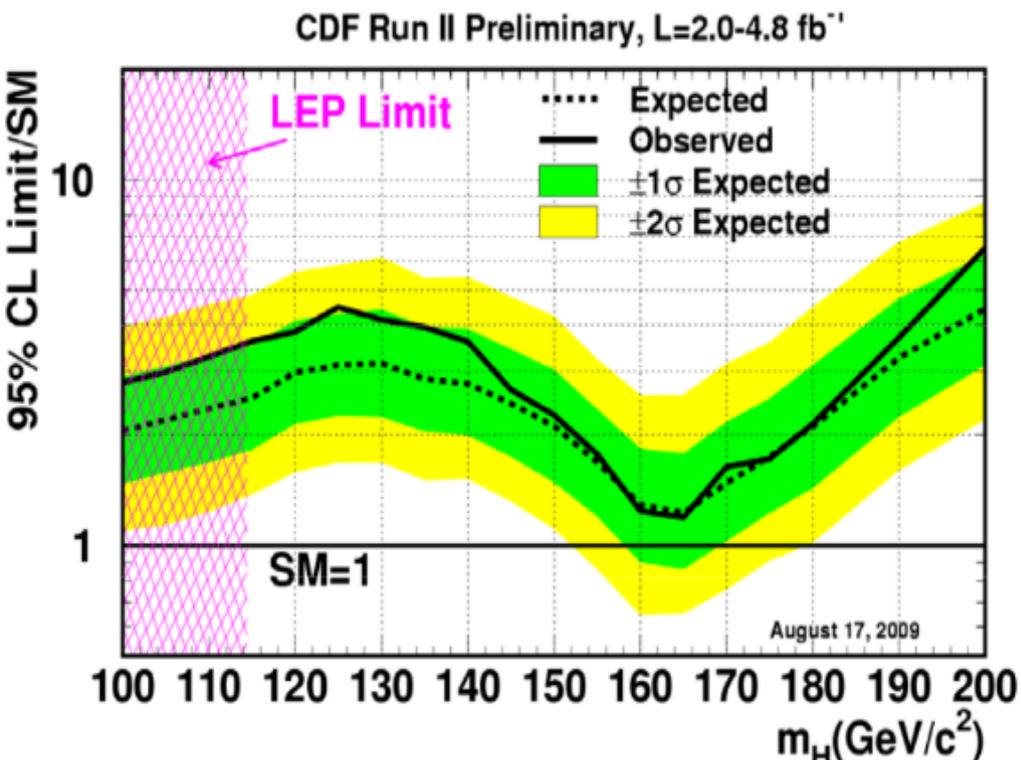
Limite 95 % CL ($M_H = 165 \text{ GeV}$): observée = $1.25 \times \sigma_{SM}$ (attendue $1.28 \times \sigma_{SM}$)



$L=3.0 - 4.2 \text{ fb}^{-1}$ (Pas d'amélioration depuis Moriond) :

Limite 95 % CL ($M_H = 165 \text{ GeV}$): observée = $1.3 \times \sigma_{SM}$ (attendue $1.7 \times \sigma_{SM}$)¹⁸

Résumé: combinaisons de CDF et



Combinaison de CDF: hiver 09 → été 09

$M_H = 115 \text{ GeV}$:

Limite attendue = $3.2 \sigma_{SM} \rightarrow 2.5 \sigma_{SM}$

Limite observée = $3.8 \sigma_{SM} \rightarrow 3.6 \sigma_{SM}$

$M_H = 165 \text{ GeV}$:

Limite attendue = $1.7 \sigma_{SM} \rightarrow 1.2 \sigma_{SM}$

Limite observée = $1.6 \sigma_{SM} \rightarrow 1.2 \sigma_{SM}$

Combinaison de DØ: hiver 09 → été 09

$M_H = 115 \text{ GeV}$:

Limite attendue = $3.6 \sigma_{SM} \rightarrow 3.2 \sigma_{SM}$

Limite observée = $3.7 \sigma_{SM} \rightarrow 3.1 \sigma_{SM}$

$M_H = 165 \text{ GeV}$:

Limite attendue = $1.7 \sigma_{SM}$

Limite observée = $1.3 \sigma_{SM}$

DØ analyse 5.4 fb^{-1} à haute masse. Pas de nouvelle combinaison CDF/DØ depuis Moriond.¹⁹

→ Excluent la région de masse 160 – 170 GeV/c²

Physique au-delà du Modèle Standard

- Recherche de charginos et neutralinos en 3 leptons
- Nouvelle limite sur le sbottom



UPDATE

Recherche de charginos et neutralinos avec 3 leptons

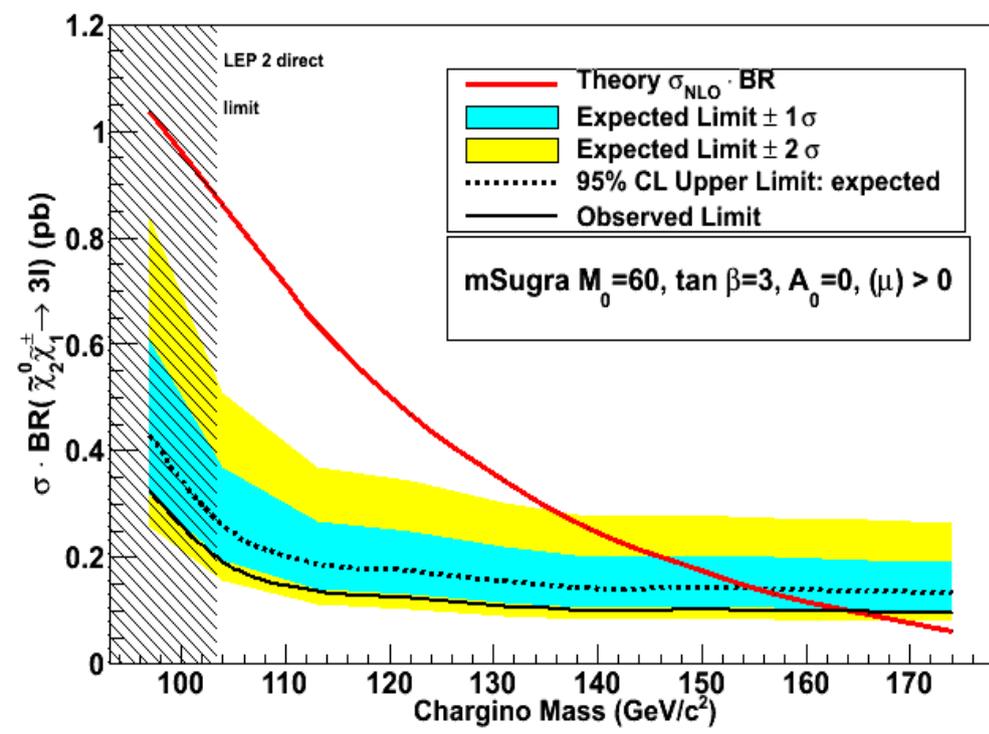
à



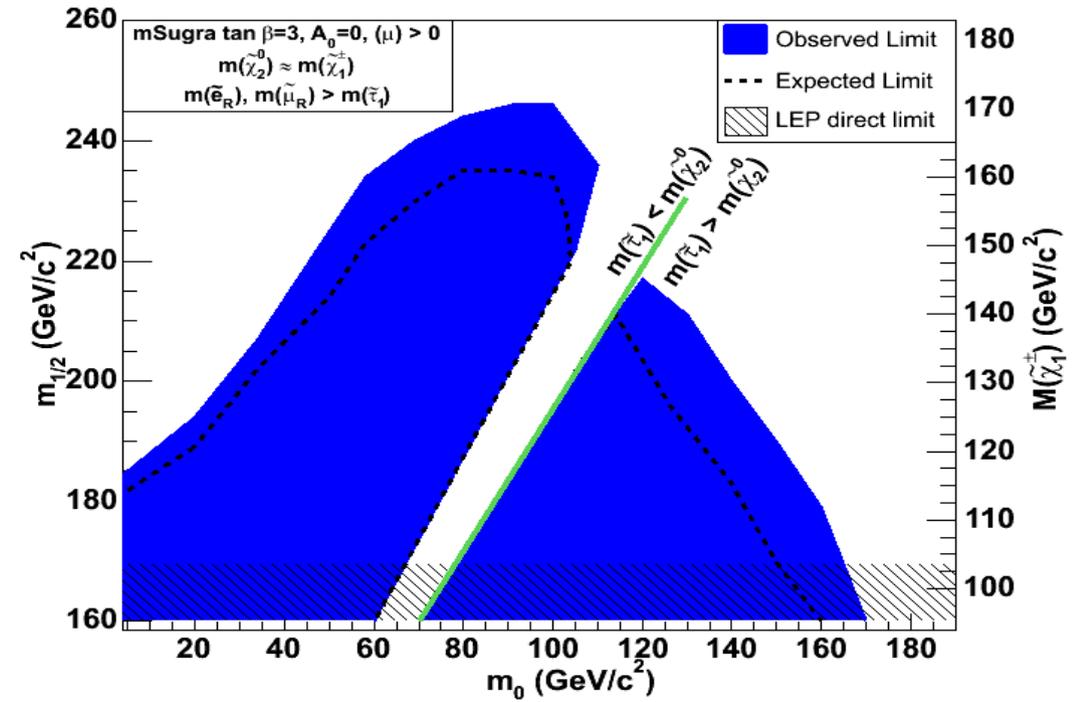
$L = 3.2 \text{ fb}^{-1}$

Tevatron : J. Yamaoka

CDF Run II Preliminary, 3.2 fb⁻¹



CDF Run II Preliminary, 3.2 fb⁻¹



◆ Nombre d'évènements observés compatible avec la prédiction du Modèle standard



nouvelle limite dans le modèle mSUGRA pour un ensemble de paramètres fixés:
masse du chargino $> 164 \text{ GeV}/c^2$



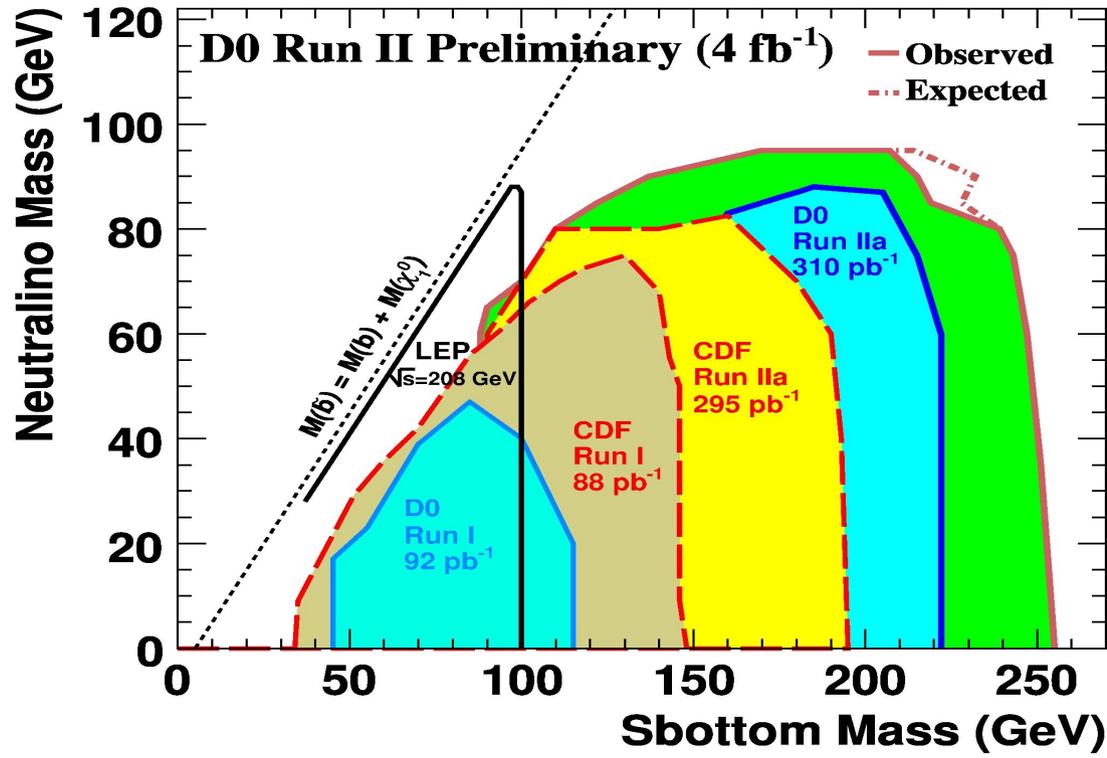
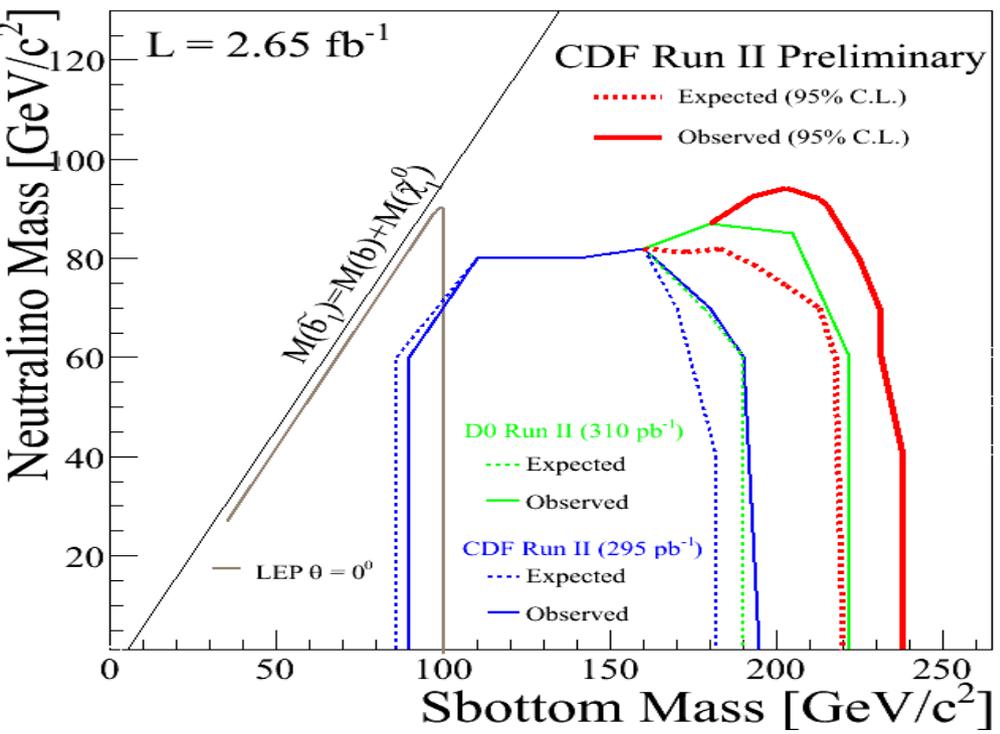
$L = 2.3 \text{ fb}^{-1}$: exclue une masse du chargino $< 155 \text{ GeV}/c^2$
(avec les mêmes paramètres)

UPDATE

Nouvelle limite sur le bottom scalaire



Tevatron : O. Gonzalez



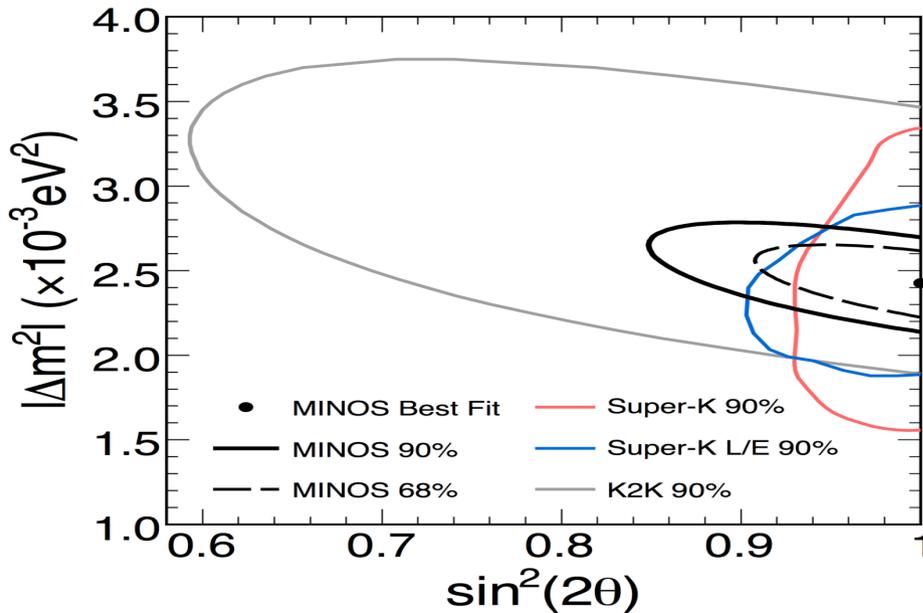
◆ CDF exclue à 95% C.L. la masse du sbottom jusqu'à 230 GeV/c^2 pour un neutralino de masse $< 80 \text{ GeV}/c^2$ (amélioration de 40 GeV/c^2 par rapport à la précédente analyse).

◆ D0 exclue à 95% C.L. la masse du sbottom jusqu'à 255 GeV/c^2 pour un neutralino de masse nulle.

Neutrinos

- ◆ Résultats de MINOS
- ◆ Résultats de MiniBOONE
- ◆ Status de T2K

Résultats récents de MINOS

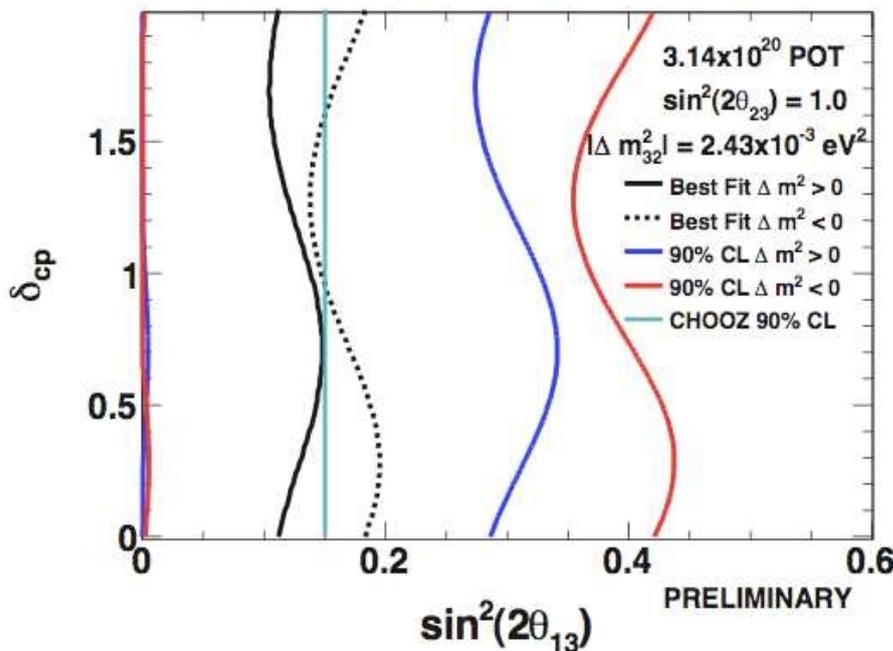


- Disparition de ν_μ dépendante de l'énergie
- MINOS a obtenu la mesure la plus précise sur l'« atmospheric neutrino mass splitting »:

$$|\Delta m^2| = (2.43 \pm 0.13) \times 10^{-3} \text{ eV}^2 \text{ (68 \% C.L.)}$$

$$\sin^2(2\theta_{23}) > 0.90 \text{ (90 \% C.L.)}$$

Feldman-Cousins C.L. contours for ANN



- Apparition de ν_e

Nouvelle limite sur θ_{13} :

- $\Delta m^2 > 0, \delta_{cp} = 0$:

$$\sin^2(2\theta_{13}) < 0.29 \text{ (90 \% C.L.)}$$

- $\Delta m^2 < 0, \delta_{cp} = 0$:

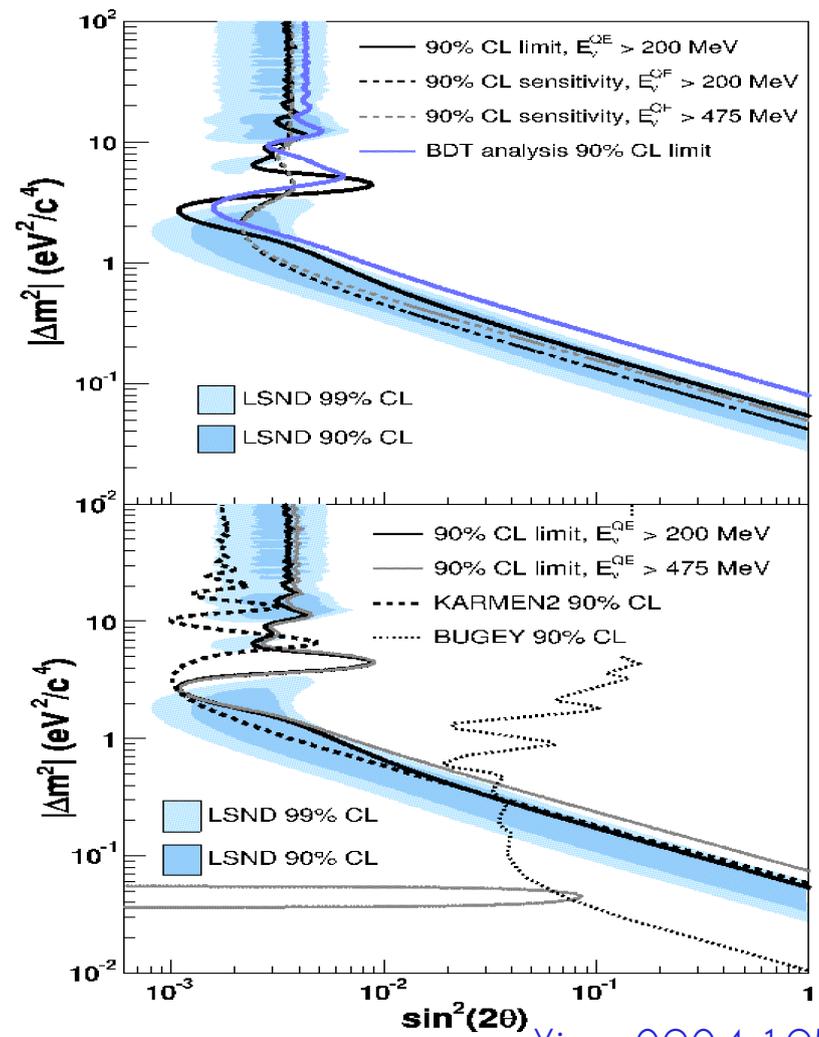
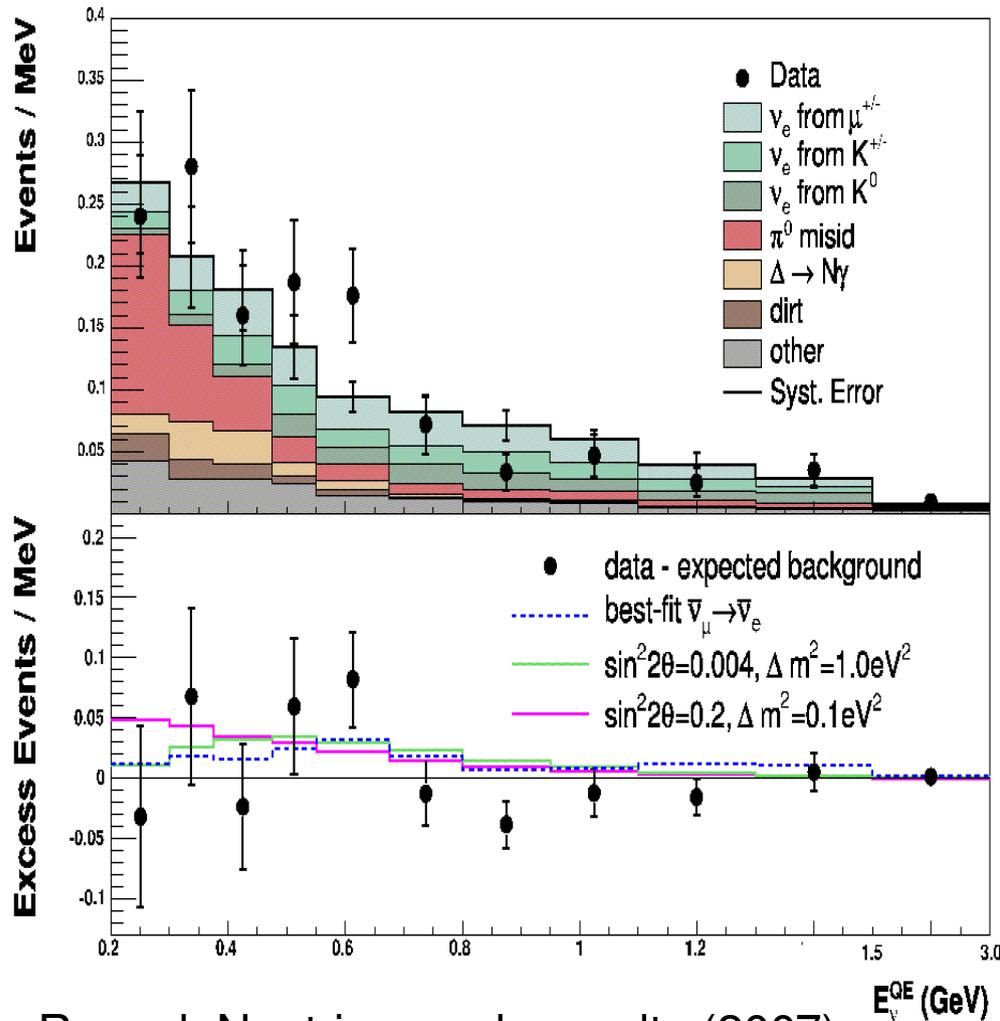
$$\sin^2(2\theta_{13}) < 0.49 \text{ (90 \% C.L.)}$$

Minos : J. Evans

- Ces analyses doivent être refaites avec le double de la statistique déjà enregistrée
- Début de runs dédiés anti-neutrinos en septembre 2009

Recherche d'oscillations $\bar{\nu}_\mu \rightarrow \bar{\nu}_e$

MiniBooNE : B. Osmanov



arXiv : 0904.1958

◆ Rappel: Neutrino mode results (2007):
 → Il y avait un excès d'évènements inexpliqué à basse énergie mais pas au dessus de 475 MeV ce qui contredisait l'interprétation de LSND sur l'observation d'oscillations.

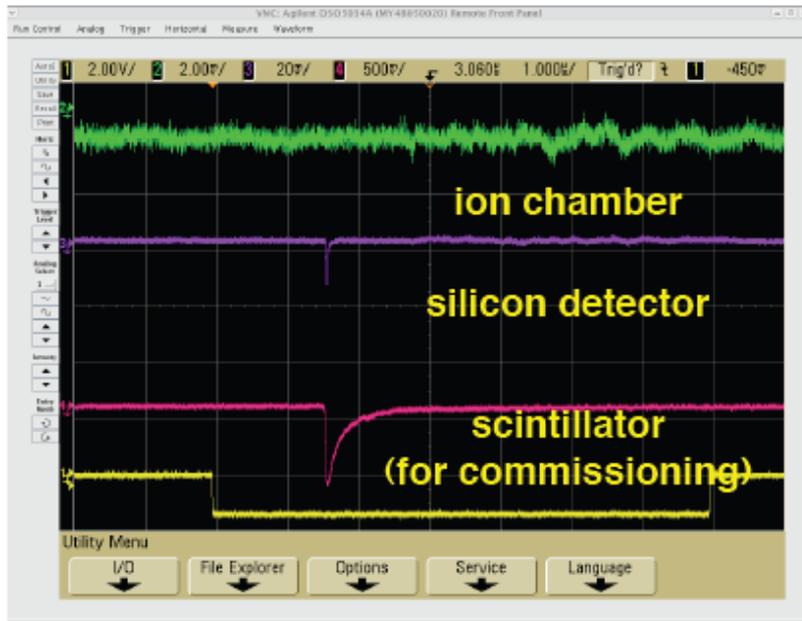
◆ Pas d'excès de $\bar{\nu}_e$ observé dans la région à basse énergie $200 < E_\nu^{QE} < 475 \text{ MeV}$

◆ Nouvelle limite sur l'oscillation $\bar{\nu}_\mu \rightarrow \bar{\nu}_e$ (ligne noire plot de droite)

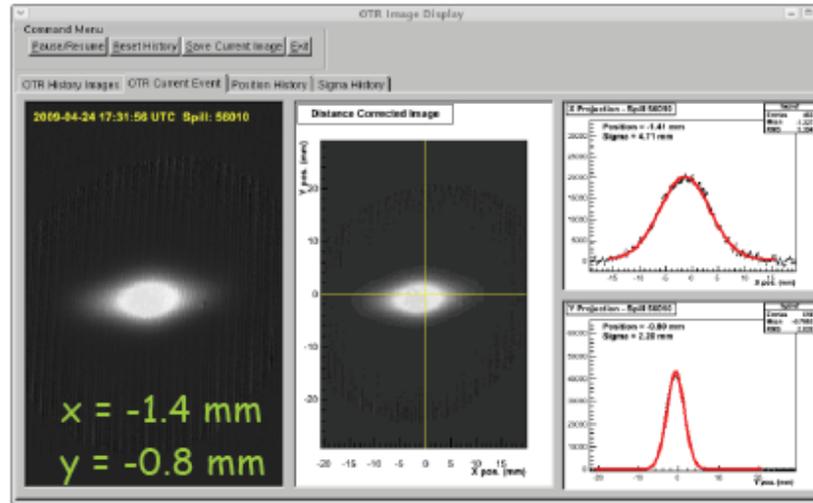
T2K neutrino beam-line starts operation

(First beam in Apr/23/2009)

Muon monitor signal
at 1st shot after SC turned on



proton profile just in front of the target
after 9 shots beam tuning
(fluorescence plate)



We successfully started to produce neutrino beam

- Installation du détecteur proche en cours → commisioning prévu en octobre-novembre 2009
- Démarrage des runs de physique en décembre 2009
- Objectif: atteindre une meilleure sensibilité que CHOOZ sur $\sin^2(2\theta_{13})$ dès 2010.

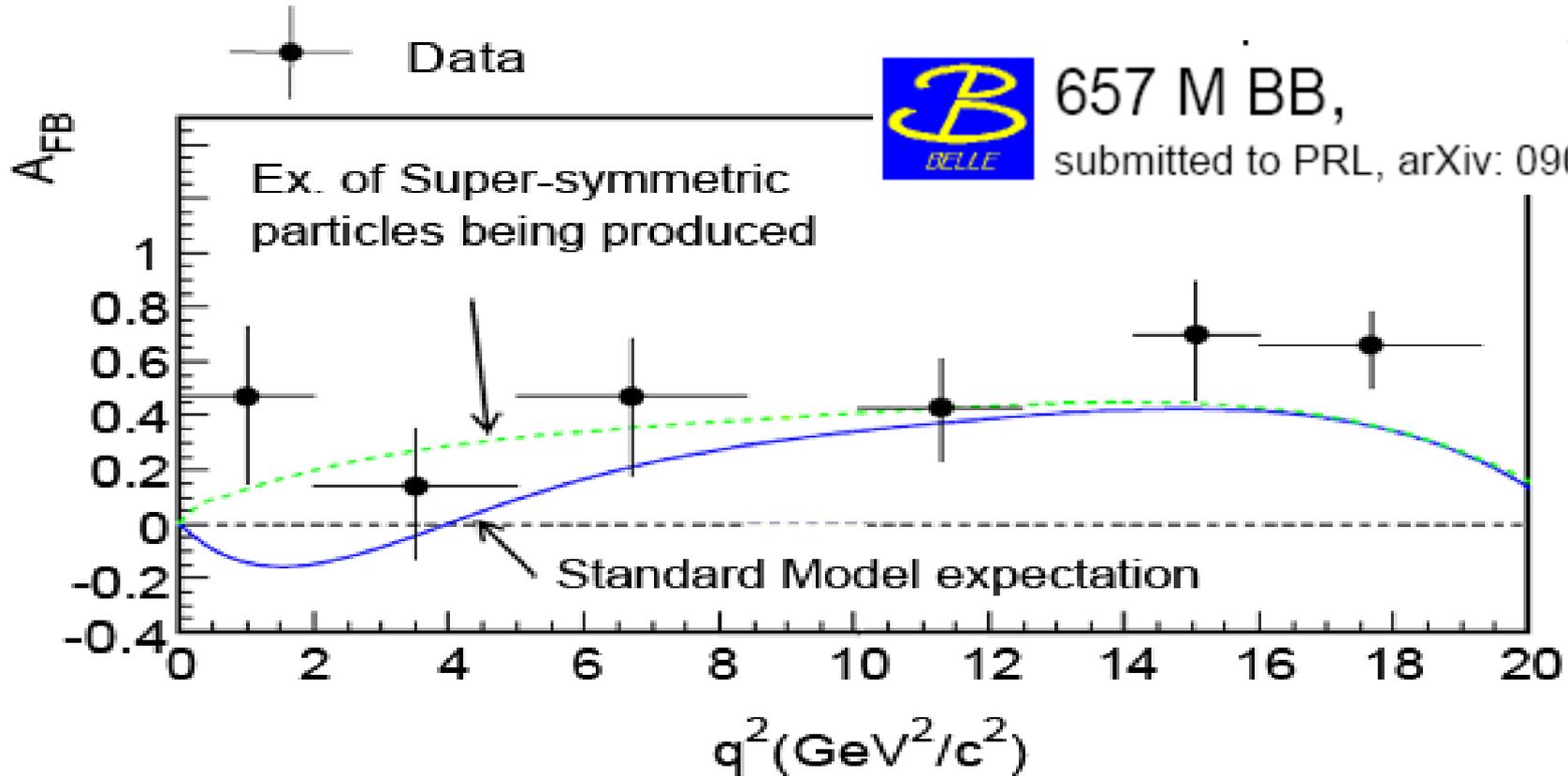
Physique du b: $B \rightarrow K^*$ 11

Moment magnétique anormal du muon

Déviation au MS avec $A_{FB}(B \rightarrow K^* l^+ l^-)$



Forward-Backward Asymmetry



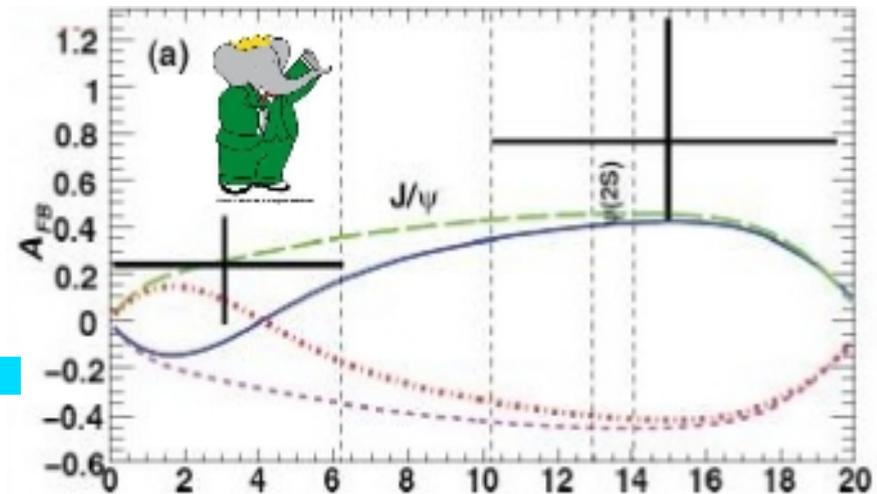
G. Isidori
M. Sozzi

Invariant mass of lepton pair



Belle voit une déviation à 2.7σ
au Modèle Standard

Faible statistique à Babar mais
observation dans la même direction



Moment magnétique anormal du muon



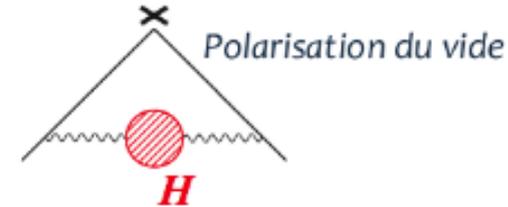
T. Gershon

◆ Dernière mesure de BNL E821: [PRD 73 (2006) 072003]

$$a_{\mu}^{\text{exp}} = (11\,659\,2080 \pm 63) \times 10^{-11}$$

◆ L'incertitude théorique sur $a_{\mu}^{\text{MS}} = a_{\mu}^{\text{QED}} + a_{\mu}^{\text{hadronique}} + a_{\mu}^{\text{EW}}$ est dominée par la polarisation hadronique du vide calculée au premier ordre :

$$a_{\mu}^{\text{HVP, LO}} = 1/(4\pi^3) \int_{m_{\pi^0}^2}^{\infty} ds K(s) \sigma_{e^+e^- \rightarrow \text{hadrons}}(s)$$



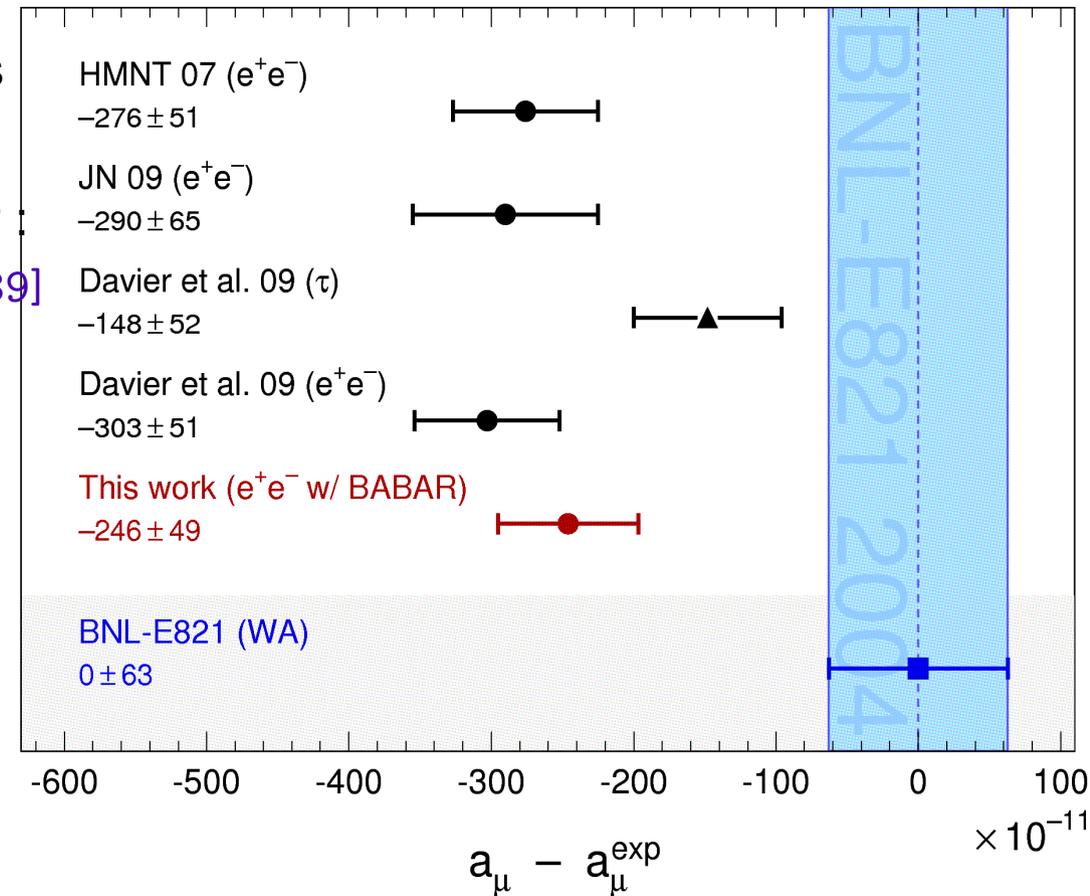
- ◆ Pour $S < 1.8$ GeV : mesures expérimentales
- ◆ Pour $S > 1.8$ GeV : pQCD

◆ En incluant la nouvelle mesure de Babar pour $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-(\gamma)$ [Babar: hep-ex:0908.3589]

On a $a_{\mu}^{\text{SM}} = (11\,659\,1834 \pm 49) \times 10^{-11}$

→ Déviation au Modèle Standard

$$a_{\mu}^{\text{exp}} - a_{\mu}^{\text{SM}} = (246 \pm 80) \times 10^{-11} (3.1 \sigma)$$



Résumé du résumé

Cette liste de résultats est loin d'être exhaustive et plus de détails sont disponibles sur les sites des conférences:

- ◆ EPS – HEP: <http://indico.ifj.edu.pl/MaKaC/conferenceTimeTable.py?confId=11>
- ◆ Lepton Photon : <http://indico.desy.de/conferenceOtherViews.py?view=standard&confId=1761>
- ◆ WIN : <http://indico.cern.ch/conferenceTimeTable.py?confId=54503>

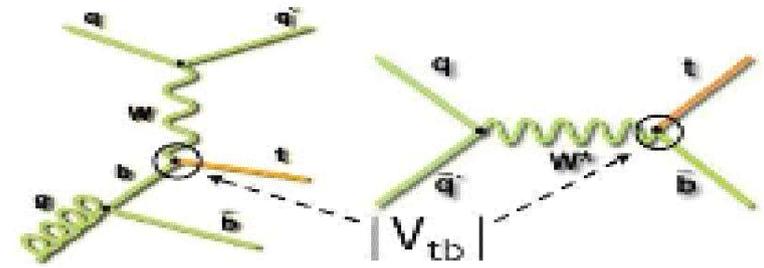
Prochaines grandes conférences: Moriond (mars 2010) et ICHEP (juillet 2010), peut-être avec les premières données du LHC, de T2K et de Double Chooz

Merci à F. Couderc, C. Giganti et G. Vasseur pour leurs suggestions de sélection

Bonus

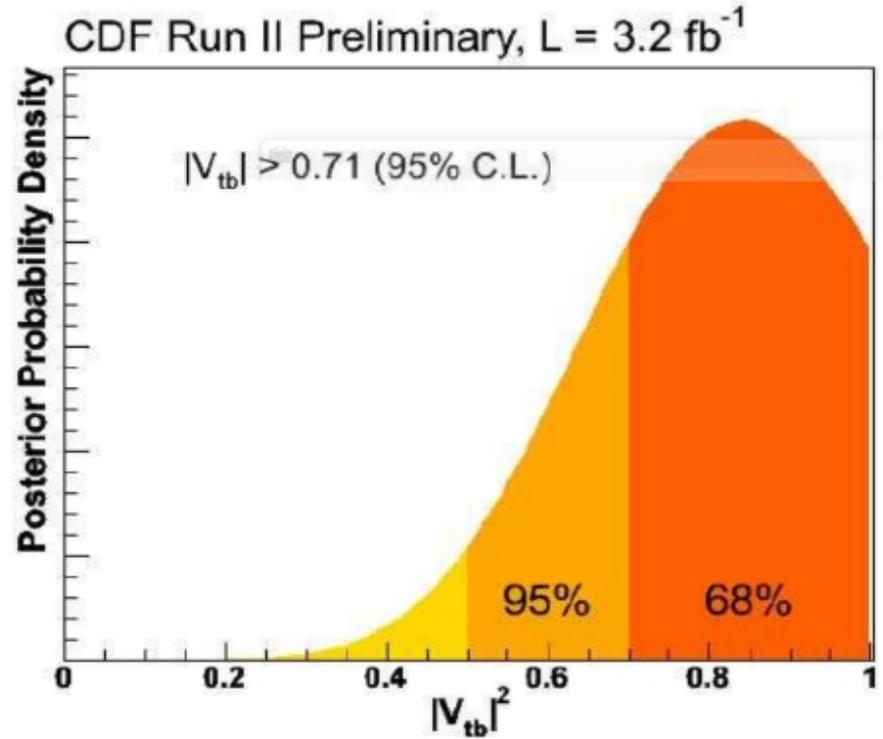
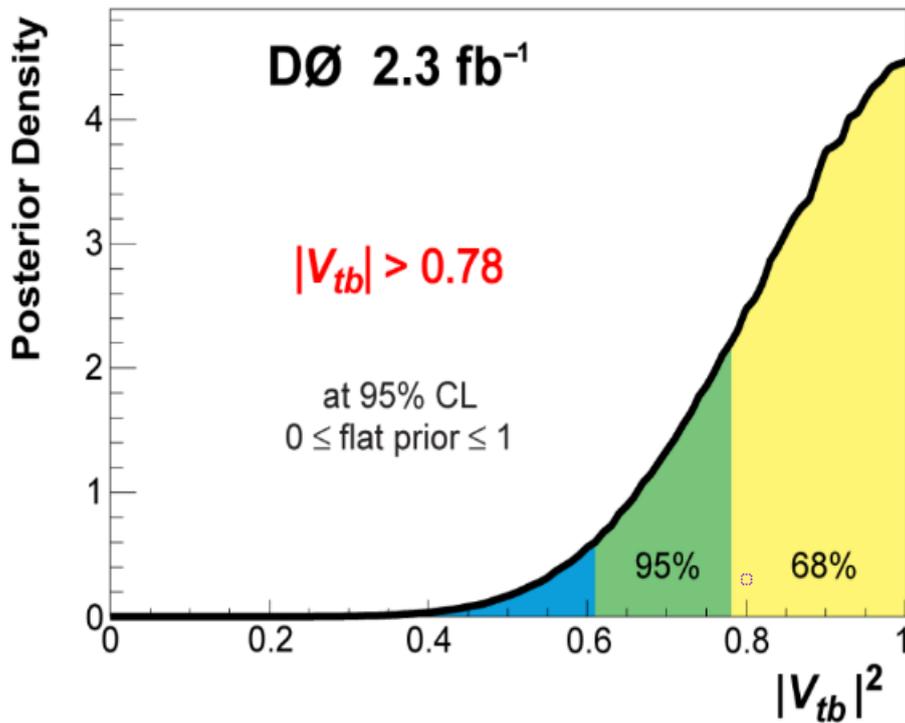
Mesure directe de V_{tb}

Pas d'amélioration depuis Moriond



$$|V_{tb}| \gg |V_{ts}|, |V_{td}|$$

$$|V_{tb, meas}|^2 = \frac{\sigma_{meas}^t}{\sigma_{MS}^t} |V_{tb, MS}|^2$$



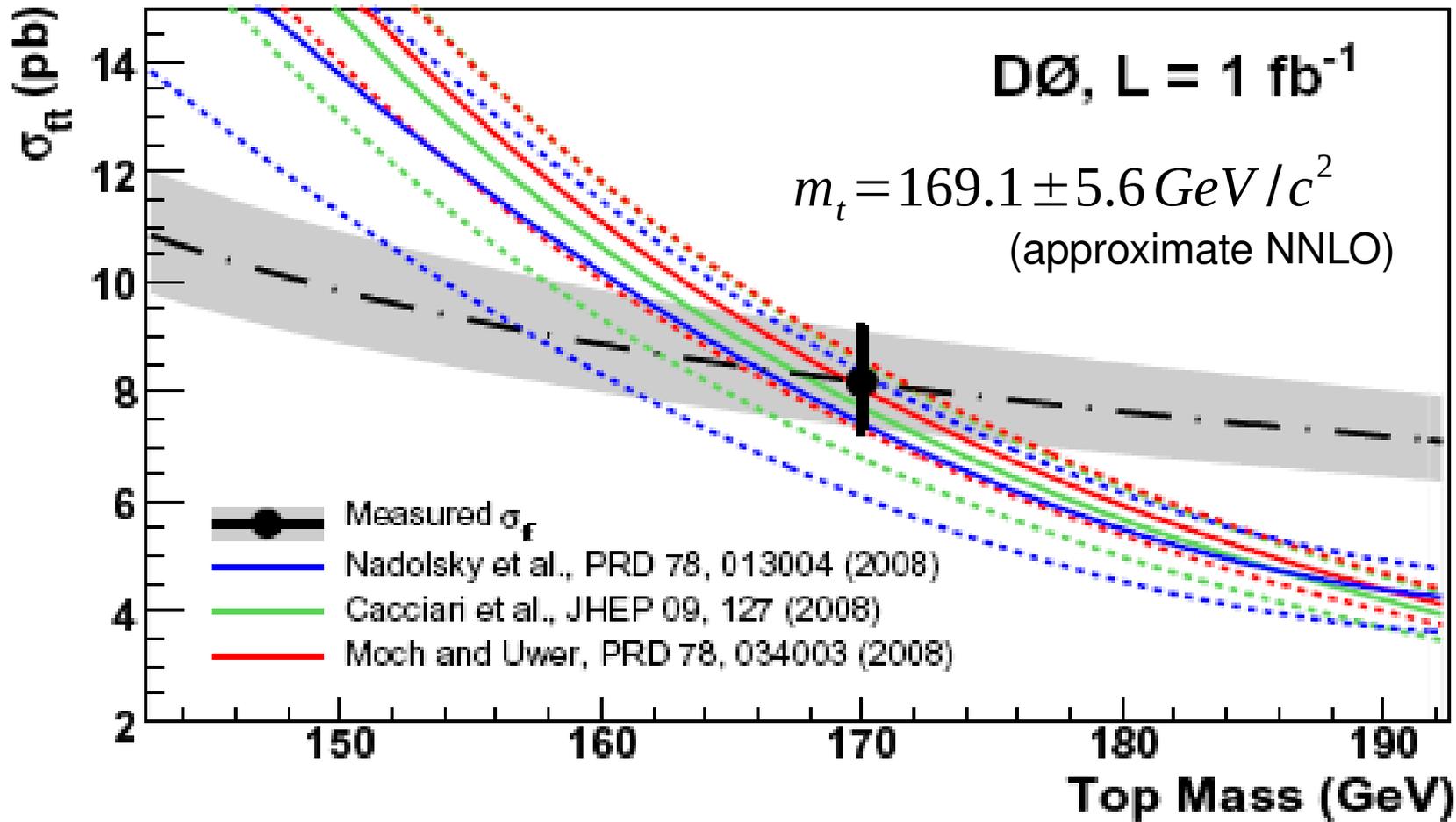
DØ : R. Schwienhorst
CDF : B. Casal

CDF: $|V_{tb}| = 0.91 \pm 0.11$ (stat+sys) ± 0.07 (théorie)³²



La masse du top à partir de la section efficace

DØ : T. Ferbel

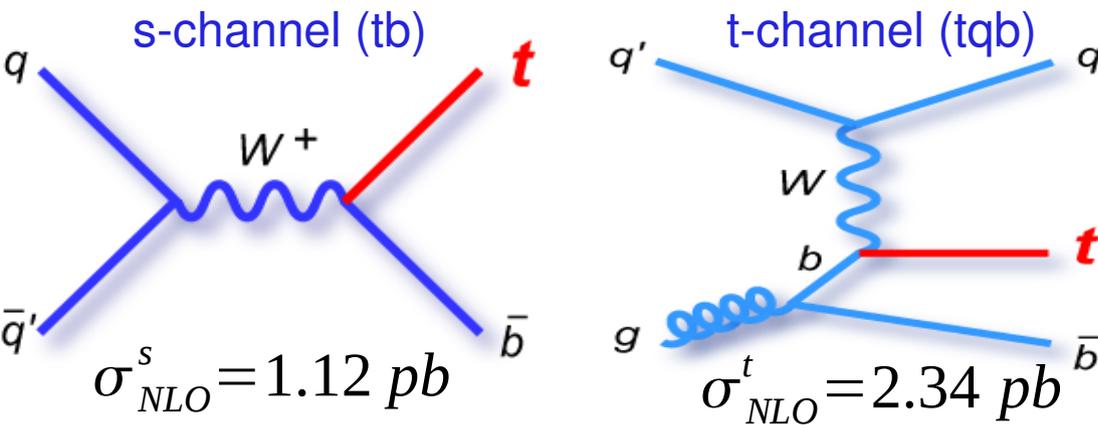


La masse mesurée ici est la masse du pôle confirme que la masse mesurée par
 les méthodes directes est égale à la masse du pôle la masse du quark top pour les systématiques

Incertitudes sur la masse du boson W

Source	m_W uncertainty [MeV]		
	m_T	$p_T(e)$	Missing E_T
Electron energy response	34	34	34
Electron energy resolution	2	2	3
Electron energy non-linearity	4	6	7
Electron energy loss differences for W and Z	4	4	4
Electron efficiencies	5	6	5
Recoil model	6	12	20
Backgrounds	2	5	4
Subtotal Experimental	35	37	41
PDF CTEQ6.1M	9	11	11
QED	7	7	9
Boson p_T	2	5	2
Subtotal Theory (W/Z production & decay)	12	14	17
Total Systematics	37	40	44
Total Statistics	23	27	23
TOTAL	44	48	50

Single top

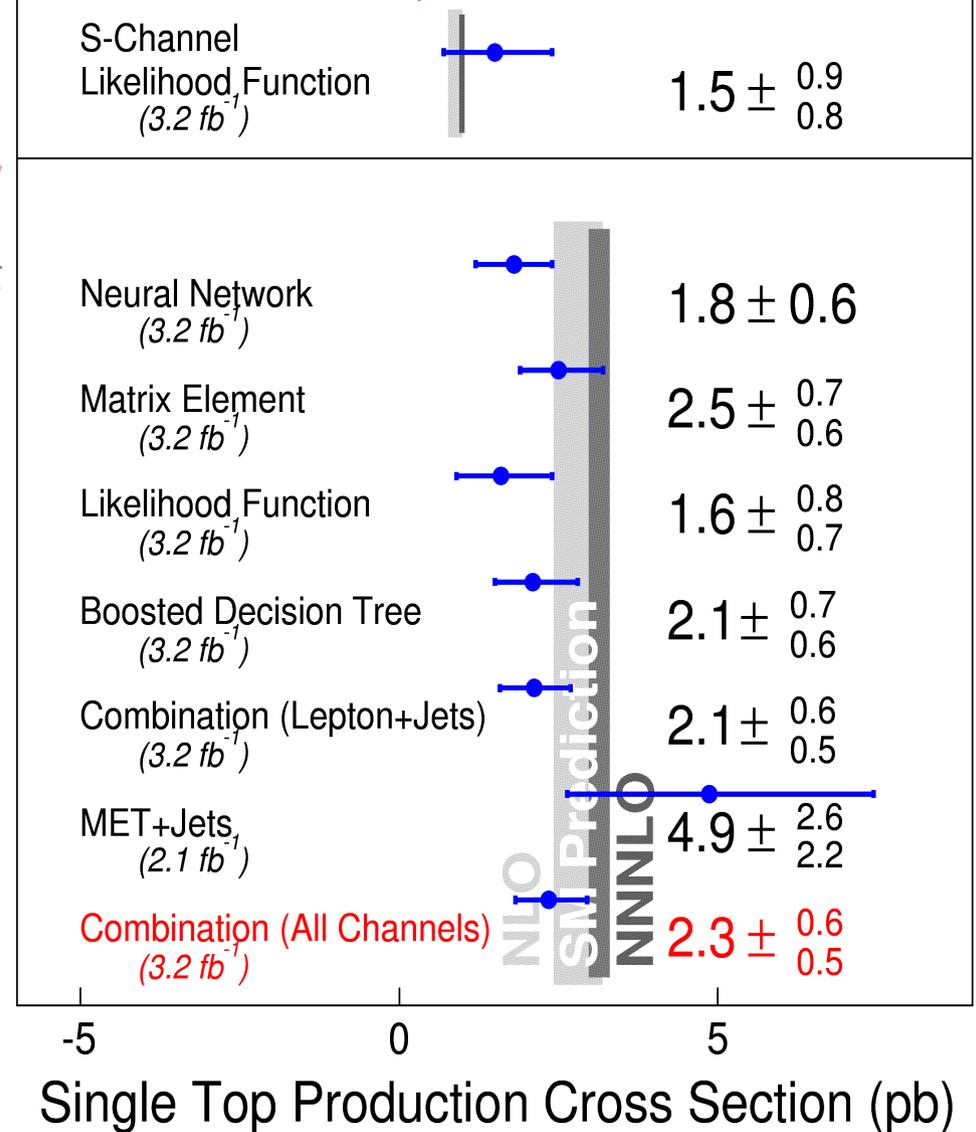


DØ 2.3 fb⁻¹ Single Top Results

Analysis Method	Single Top Cross Section	Significance	
		Expected	Measured
Boosted Decision Trees	$3.74^{+0.95}_{-0.79} \text{ pb}$	4.3σ	4.6σ
Bayesian Neural Networks	$4.70^{+1.18}_{-0.93} \text{ pb}$	4.1σ	5.4σ
Matrix Elements	$4.30^{+0.99}_{-1.20} \text{ pb}$	4.1σ	4.9σ
Combination	$3.94 \pm 0.88 \text{ pb}$	4.5σ	5.0σ

CDF Preliminary Single Top Summary

For $M_{\text{top}} = 175 \text{ GeV}/c^2$

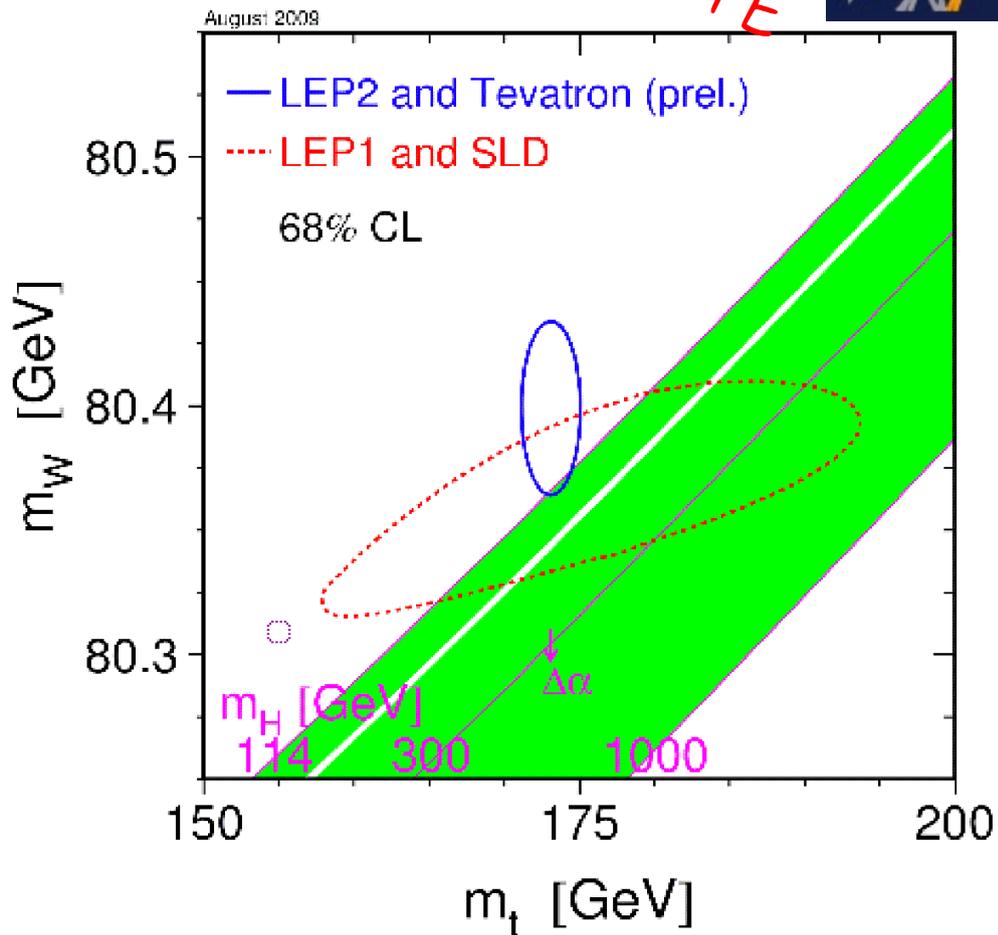
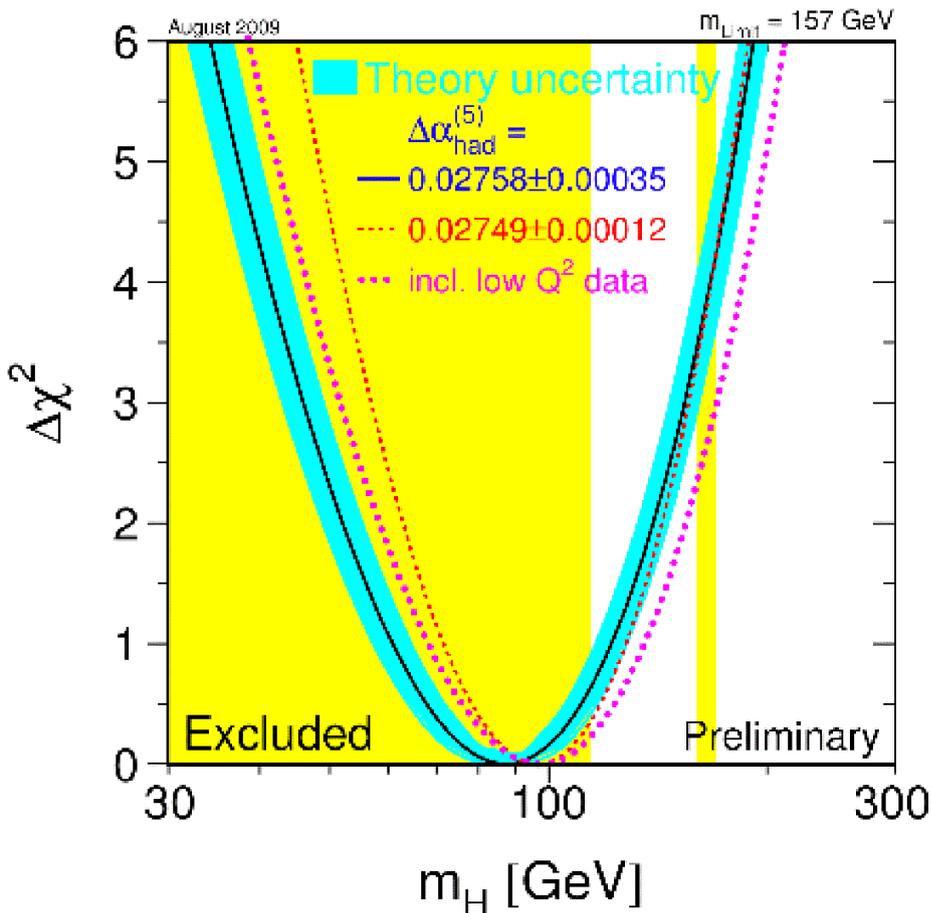


Observation indépendante à 5 σ à DØ et CDF

Fit électrofaible



UPDATE



$$M_H = 87^{+35}_{-26} \text{ GeV}/c^2$$

$$M_H < 153 \text{ geV}/c^2 \text{ à } 95\% \text{ C.L.}$$

- ◆ Fit standard: toutes les mesures sauf recherches directes du Higgs
- ◆ Fit complet : toutes les mesures, recherches directes du Higgs incluses



boson de Higgs léger $ZH \rightarrow 11bb$

UPDATE

Tevatron : M. Giunta

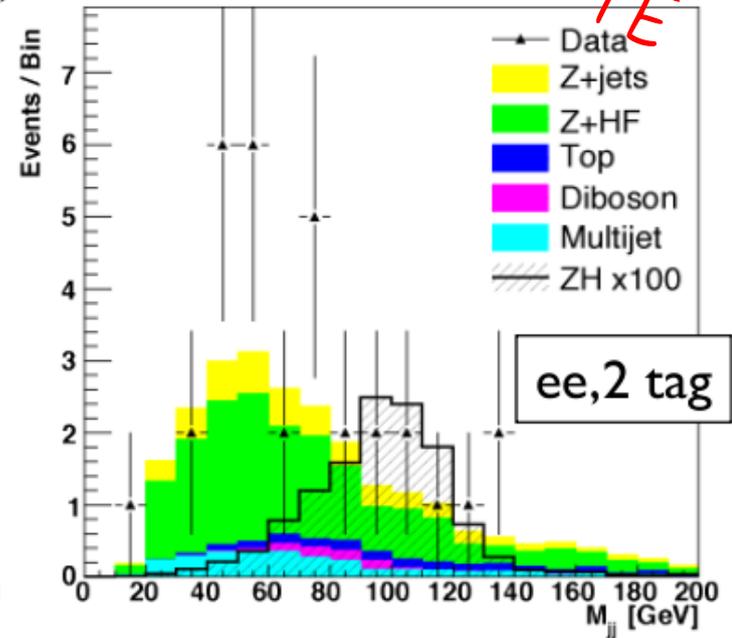
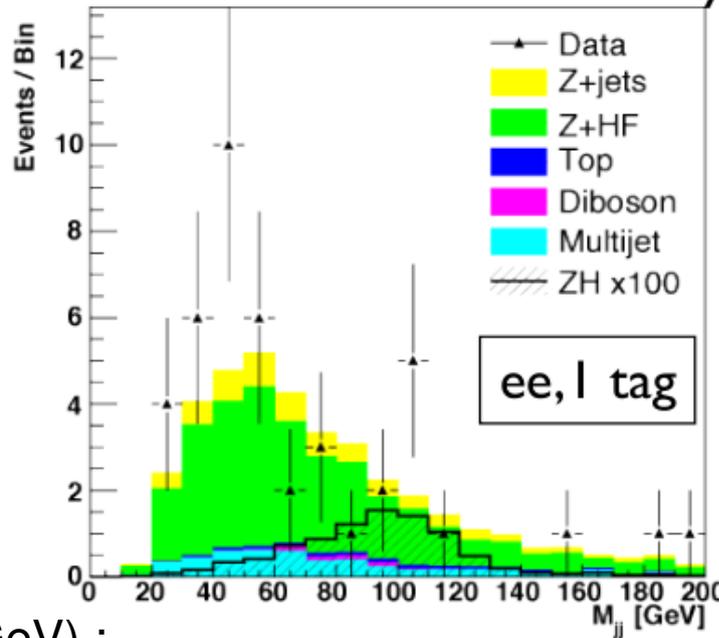
D0 Preliminary, 3.1 fb⁻¹



4.2 fb⁻¹



L'analyse utilise un Boosted Decision Tree (BDT) pour discriminer le signal du bruit de fond



Limite 95 % CL ($M_H = 115$ GeV) :
 observée = $9.1 \times \sigma_{SM}$
 attendue = $8.0 \times \sigma_{SM}$

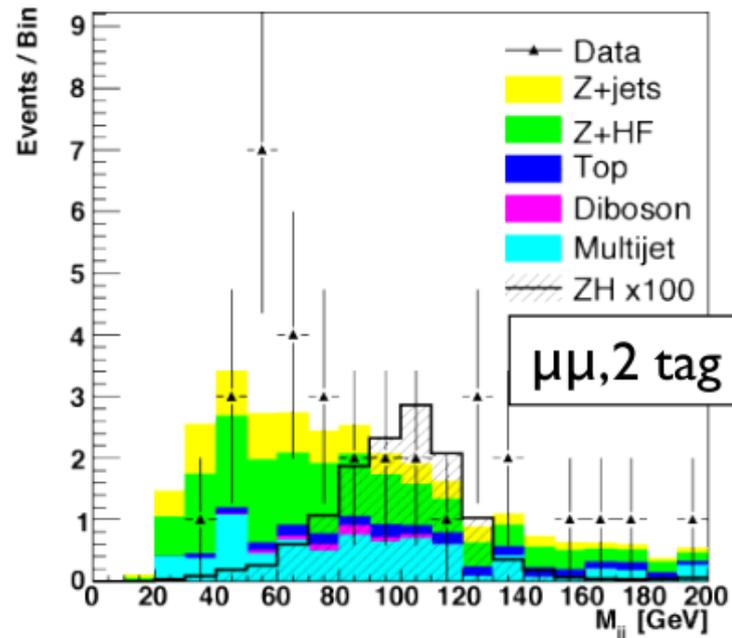
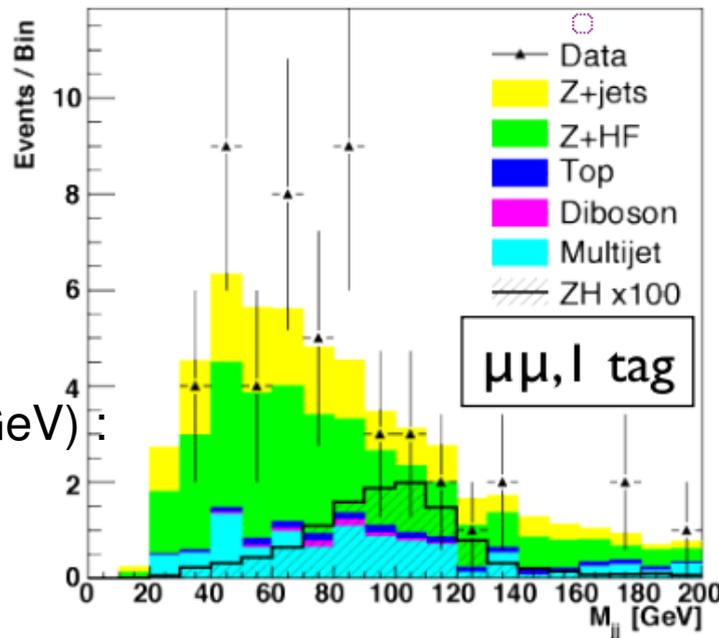
D0 Preliminary, 4.2 fb⁻¹



4.1 fb⁻¹



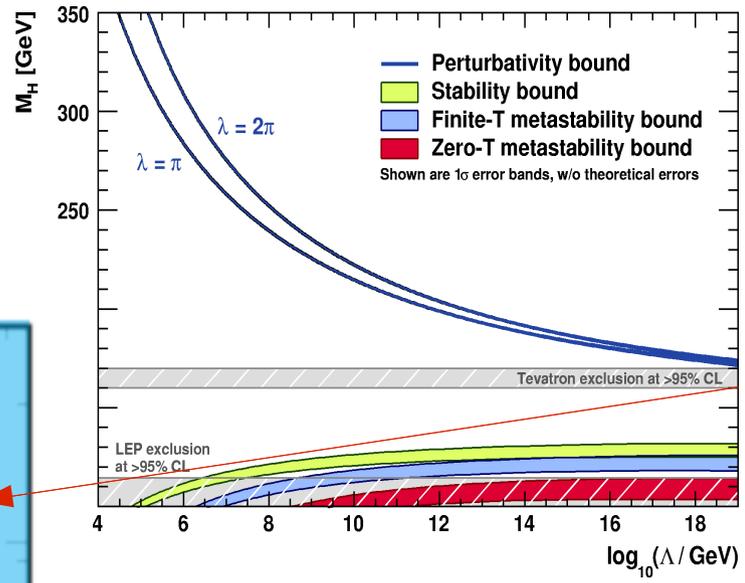
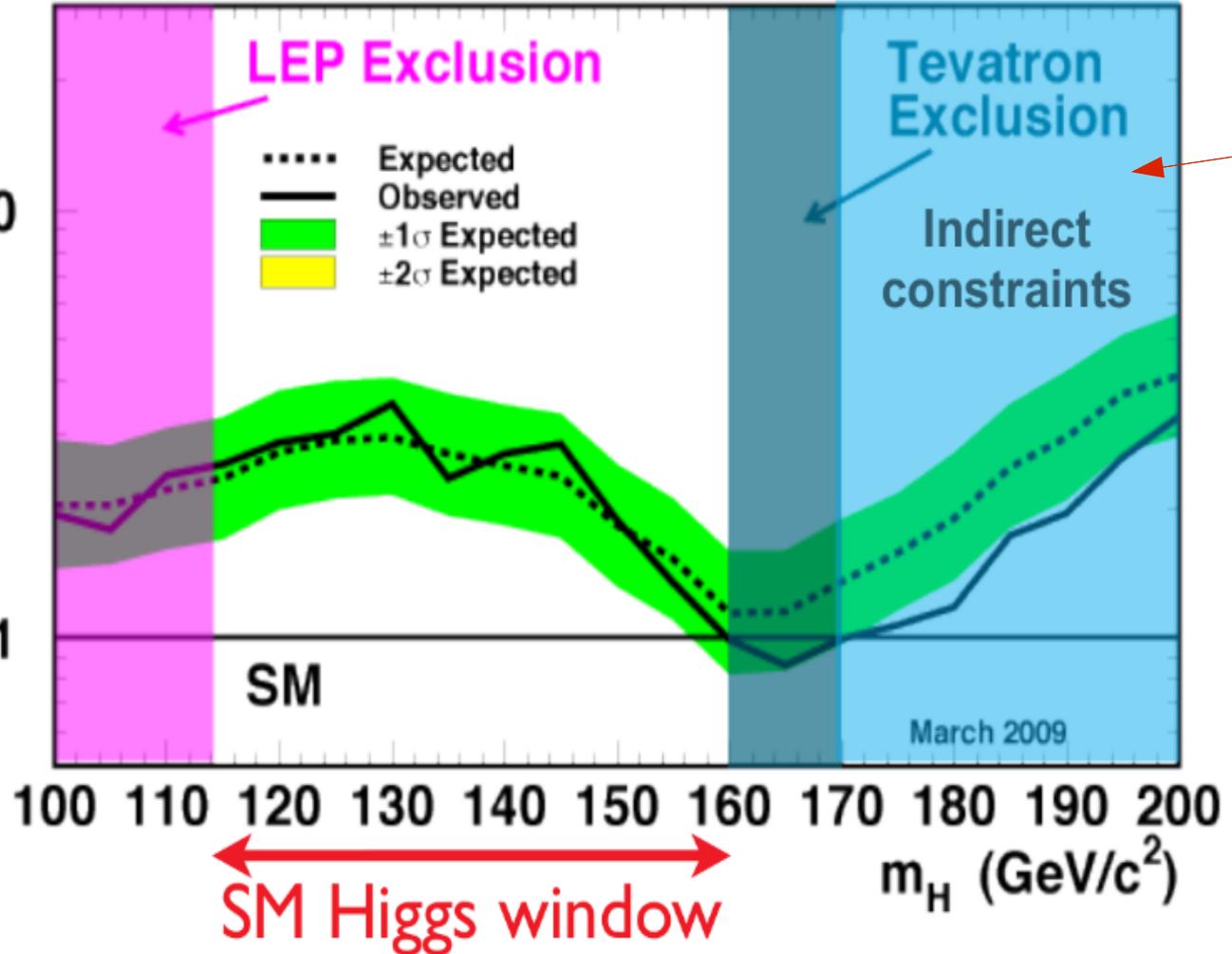
Limite 95 % CL ($M_H = 115$ GeV) :
 observée = $5.9 \times \sigma_{SM}$
 attendue = $6.8 \times \sigma_{SM}$





95% CL Limit/SM

Tevatron Run 2 Preliminary, L=0.9-4.2 fb⁻¹



Excluent la région de masse 160 – 170 GeV/c²

Fit global

