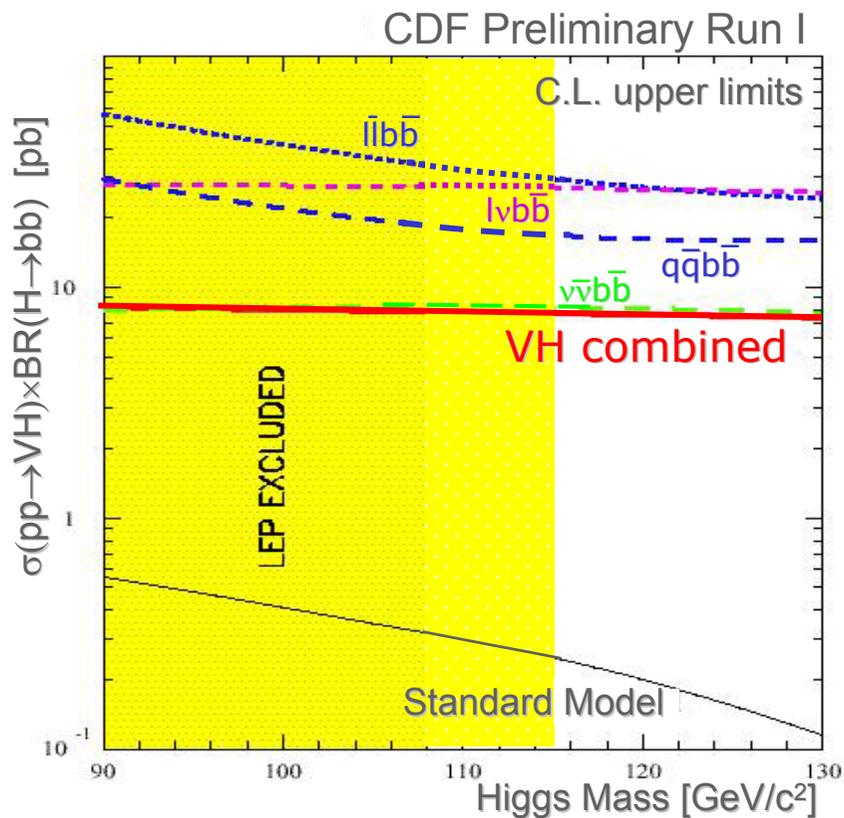


# Recherche du Higgs au TeVatron Run I



TeVatron au Run I :  $\sim 110 \text{ pb}^{-1}$   
Défaut d'un facteur  $\sim 30\text{-}80$  en sensibilité !

# Que peut apporter le TeVatron au Run II ?

## Trois raisons d'être optimiste:

### 1. Améliorations du collisionneur

- Hausse de la luminosité délivrée
  - $L_{\text{RunII}} \sim L_{\text{RunI}} \times 150$
- Accroissement de l'énergie des faisceaux
  - $\sigma_{\text{Higgs}}$  accrue de 20%

### 2. Améliorations des détecteurs

- Sous-détecteurs plus performants (Leptons ID)
  - Meilleure ID des b et W
- Nouveaux détecteurs de traces & Vertex
  - Etiquetage des b
- Capacité de DAQ et de déclenchement accrues
  - Echantillons de calibration, topologies Higgs

### 3. Recherche du Higgs

- Outils d'analyse spécifiques
- Combinaison de canaux multiples
- Mesures de précision sur le W, top
  - Contraintes indirectes

# La recherche du Higgs au TeVatron: le Run II

Arnaud Lucotte  
LAL Orsay

**I. Upgrade du TeVatron & détecteurs**

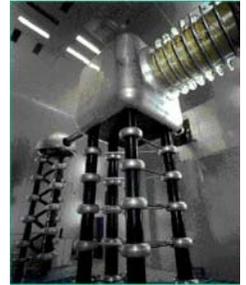
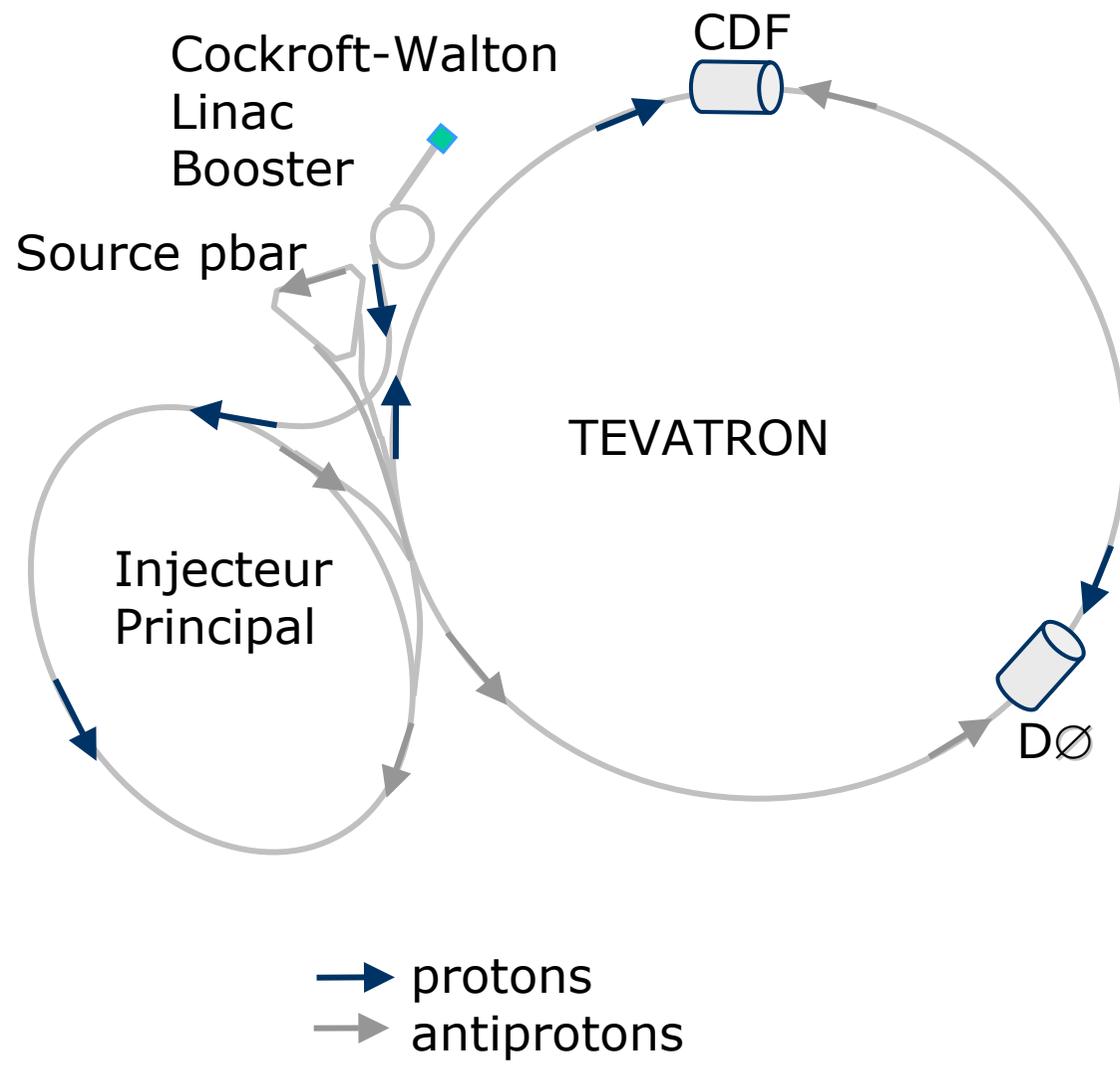
**II. Recherche directe du Higgs**

**III. Mesures de Precision**

**Conclusion**

Saclay 17-DEC-01

# Complexe des accélérateurs à FermiLab



# Le TeVatron au Run II

## Paramètres du collisionneur

$f_0$  fréquence révolution

$$L = \frac{N_p N_{\bar{p}} f_0}{2\pi(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)} \propto \frac{3\gamma f_0 N_p N_{\bar{p}}}{\beta^* (\epsilon_p + \epsilon_{\bar{p}})}$$

$$\gamma = E/m_p$$

Nombre de p et  $\bar{p}$

Taille/émittance faisceaux  $\bar{p}$  et p

La Luminosité:

- Croît avec  $N_p/N_{\bar{p}}$
- Décroit avec  $\sigma^2$  des faisceaux  
ie avec l'émittance  $\sigma^2 = \frac{\epsilon \beta^*}{6\pi\gamma}$

Limitations principales au TeVatron:

- Nombre d'antiprotons
- Effets faisceau-faisceau (augmente  $\epsilon$  donc  $\sigma$ )

## Améliorations du TeVatron

Nombre d'antiprotons en collision:

- chaîne de production
- recyclage en fin de période de collisions

Nombre protons en collision:

- hausse de l'intensité faisceaux ( $N_p/\epsilon_p$ )

Hausse de l'énergie des faisceaux

# Nouveaux Paramètres machine au Run II

## Les améliorations de FermiLab

Chaîne des protons:

Hausse de l'intensité faisceau: pour cible et pour collision

- installation de l'Injecteur Principal

Chaîne des antiprotons:

Hausse de l'intensité faisceau pour collision

- Collection des antiprotons
- Refroidissement & accumulation
- Recyclage
- Refroidissement par faisceau d'e-

2004



Taux horaire de production accru d'1 facteur 2-4

Collisionneur TeVatron:

Montée en énergie:  $E_{\text{fais}} = 1000 \text{ GeV}$

- Ajout d'aimants supraconducteurs
- Accroissement du #collisions:  
#paquets / intensité / espace entre paquets  
Angle de croisement entre faisceaux p/ $\bar{p}$  (132ns)

Run IIb

- réduction de l'émittance faisceaux (b-beam compensation)

# Nouveaux Paramètres machine au Run II

## Paramètres machine

	Run Ib	Run IIa	Run IIa	Run IIb
$p \times \bar{p}$	6x6	36x36	140x103	140x103
Protons / paquet	$2.3 \times 10^{11}$	$2.7 \times 10^{11}$	$2.7 \times 10^{11}$	$2.7 \times 10^{11}$
Total antiprotons	$3.3 \times 10^{11}$	$1.1 \times 10^{12}$	$4.2 \times 10^{12}$	$1.1 \times 10^{13}$
Temps/ paquets (ns)	3,500	396	132	132
Lumi $\times 10^{32} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$	0.16	0.8	2.1	5.2
Angle croisement ( $\mu\text{rad}$ )	0	0	136	136
Fonction $\beta^*(\text{m})$	0.3	0.3	0.3	0.3
CM Energy (GeV)	1,800	2,000	2,000	2,000
interactions/crossing	2.6	2.3	1.9	4.8

## Agenda

### Run IIa (36x36)

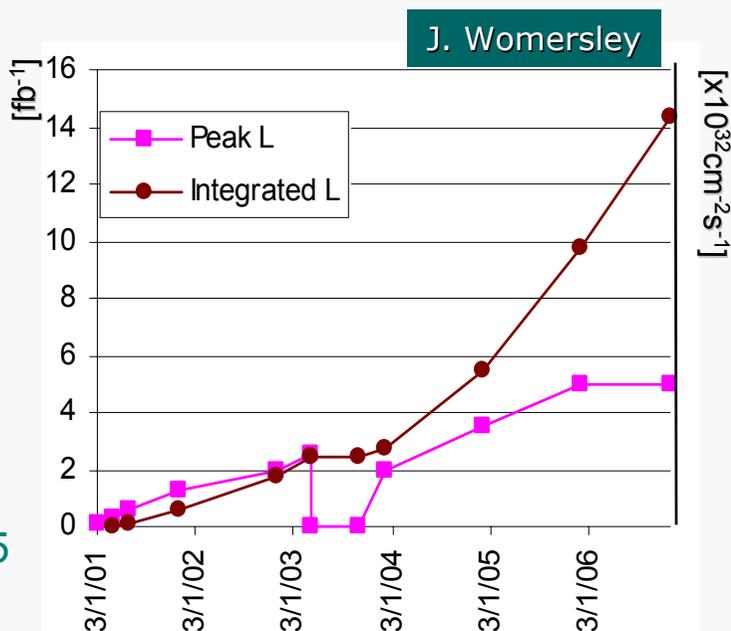
- Mode 396 ns
- $17 \text{pb}^{-1}$  / semaine

### Run IIa (140x103) / 2004 ?

- Mode 132ns
- $42 \text{pb}^{-1}$  / semaine
- Recycleur

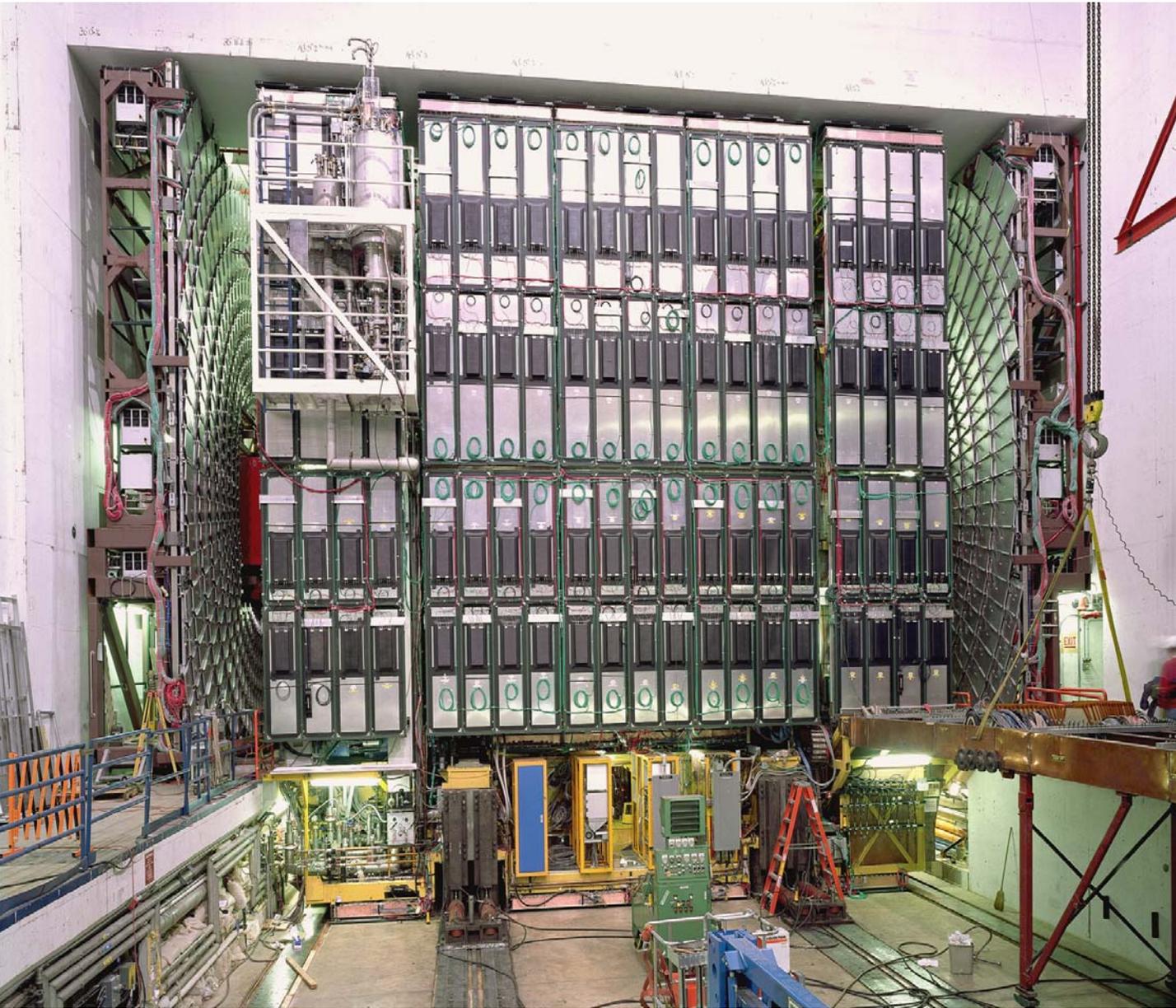
### Run IIb:

- $5 \times 10^{32} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$  / 2005
- $105 \text{pb}^{-1}$  / semaine

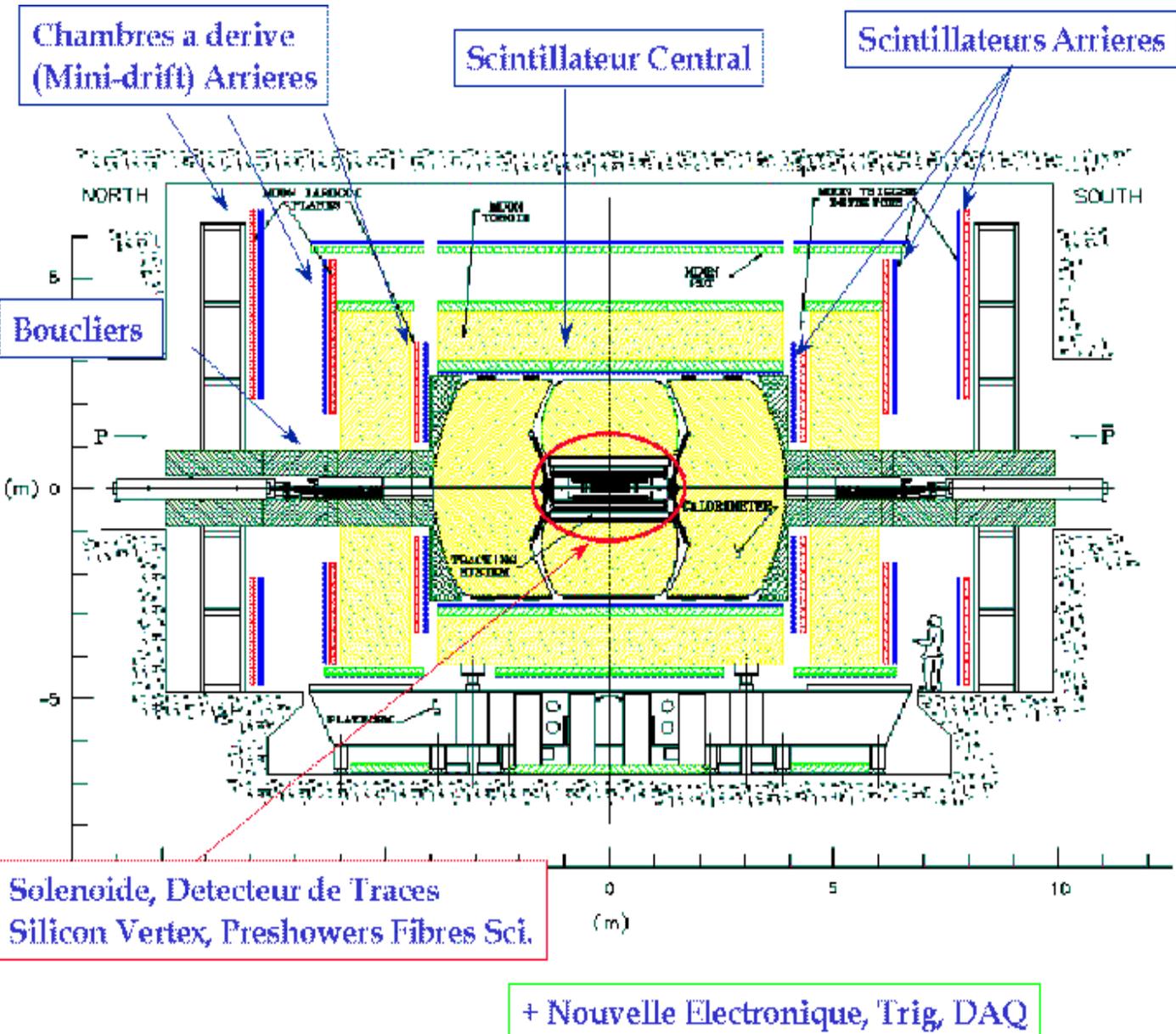


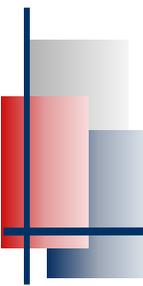
**15  $\text{fb}^{-1}$  / experience en fin 2007**

# L'upgrade des détecteurs



# L'expérience DØ





# Les atouts de DØ

---

## Calorimétrie EM et hadronique

Performances comparables au Run I @  $5 \times 10^{31} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

- Granularité, Herméticité, Uniformité

## Reconstruction des traces

Nouveau Solénoïde ( $B = 2\text{T}$ )

Nouveau détecteur à fibres scintillantes:

- Reconstruction des traces chargées
- E/p avec calorimètre

Nouveau détecteur de Vertex:

- Reconstruction 3D de Vertex, param. d'impact

## Identification des particules

Nouveaux détecteurs pieds-de-gerbe:

- Identification  $e/\gamma$

Nouveaux scintillateurs muons:

- Région centrale + bouchon
- Meilleurs Seuil de détection

Remplacement chambres /dérive muon

## Système de déclenchement

Acceptance accrue L1/L2/L3: 10 kHz / 1 kHz / 20 Hz

- Combinaison des détecteurs au 1er niveau
- Vertex déplacés, Leptons mous

# Reconstruction des Traces à DØ

## Architecture:

Détecteur Vertex

6 tonneaux centraux + 12 disques

Détecteur de Traces

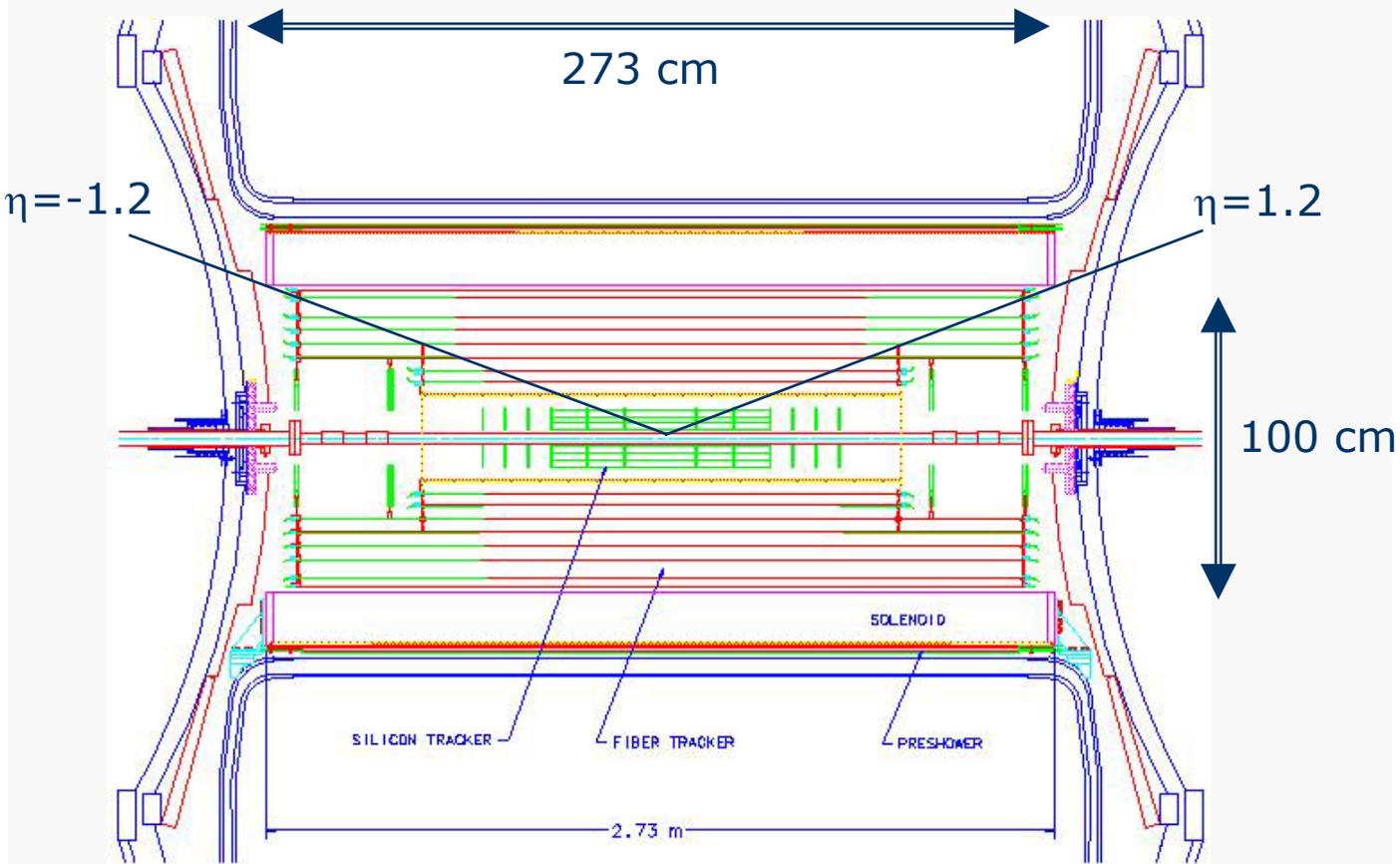
8 super-couches de fibres scintillantes

Solénoïde (supra-conducteur)

champ de 2T

Preshower

3 couches de pistes / fibres scintillantes



# Détecteur de Vertex à DØ

## Caractéristiques:

Couverture :

- $|\eta| < 1.7$  (tonneaux) et  $2.5 < |\eta| < 3.0$  (disques)
- $R = 2.7$  à  $9$  cm,  $L = 60$ cm

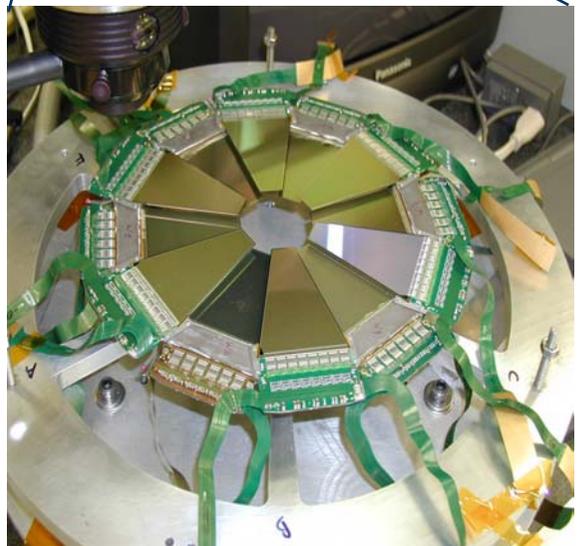
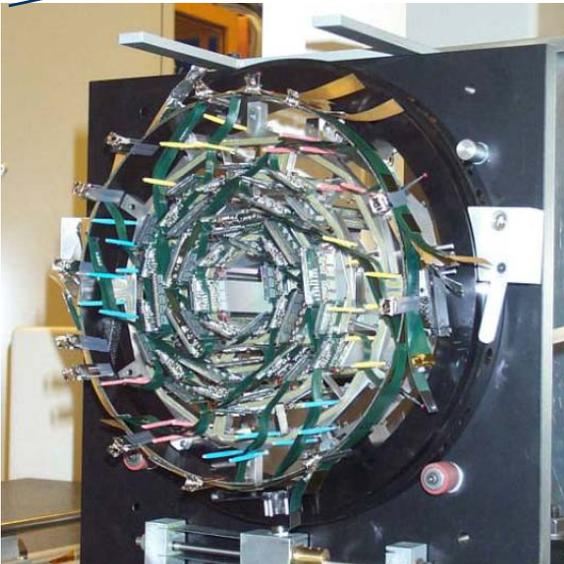
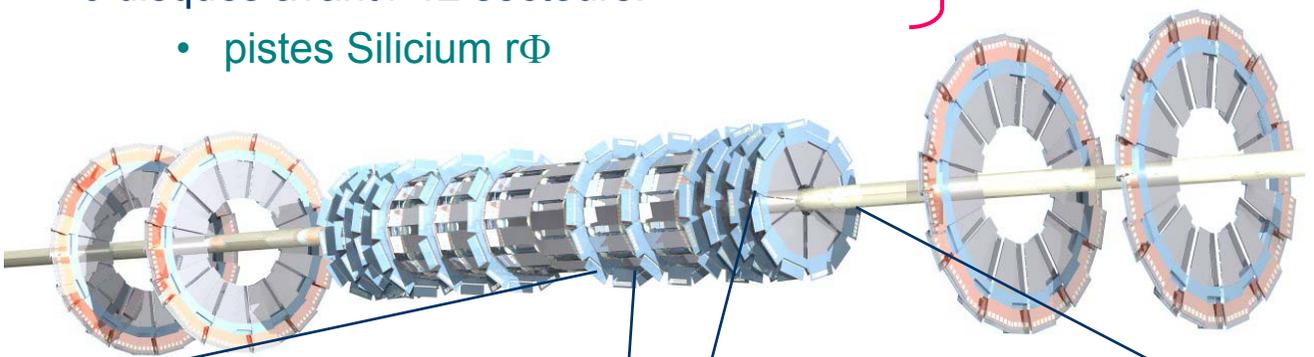
6 modules centraux / 4 couches

- Cylindres Beryllium / pistes Silicium
- Mesures axiale & stereo (3D)

6 disques avant / 12 secteurs:

- pistes Silicium  $r\Phi$

790K canaux  
de lecture



# Détecteur Central à Fibres scintillantes (CFT)

## Caractéristiques:

### Couverture:

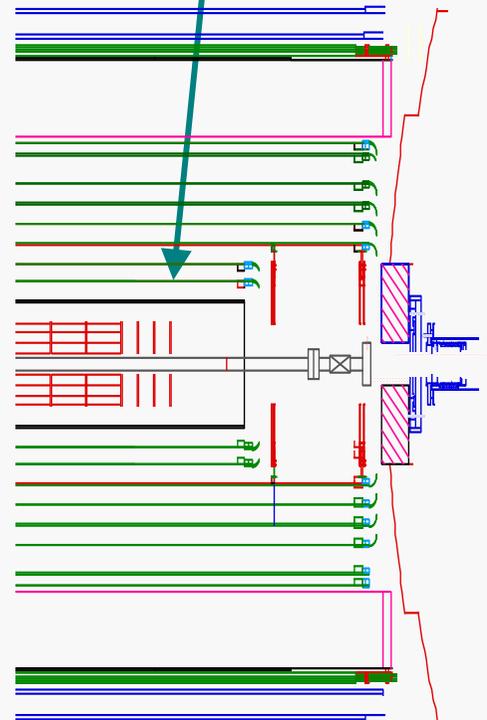
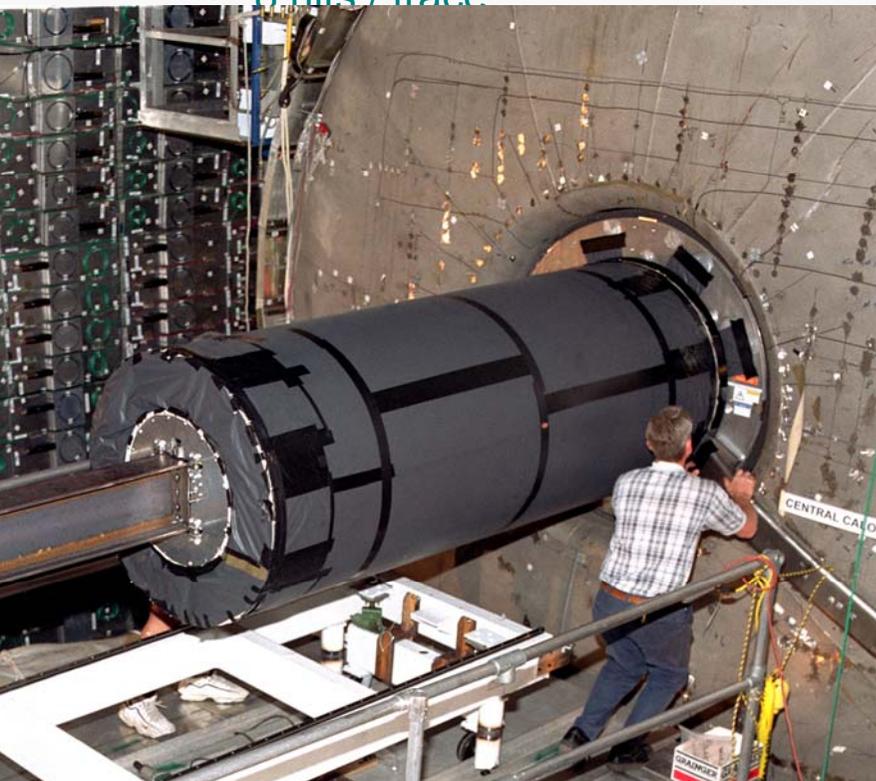
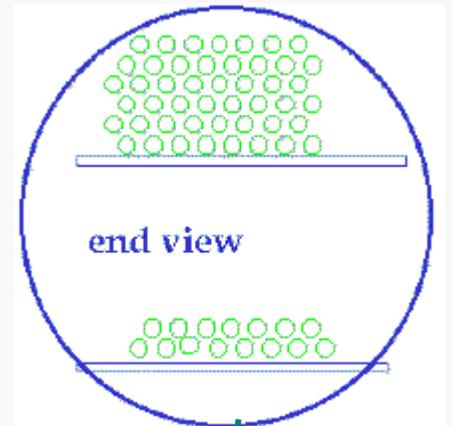
- $|\eta| < 1.7$
- $R = 20$  à  $51$  cm

### 8 super-couches:

- Fibres scintillantes  $\varnothing = 830 \mu\text{m}$
- 3 x 2 doublets par couche:  
→ mesures axiale & stereo
- Nombre de canaux  $\sim 77\text{k}$

### Performances:

- 8 hits / trace



# Performances des détecteurs de traces à DØ

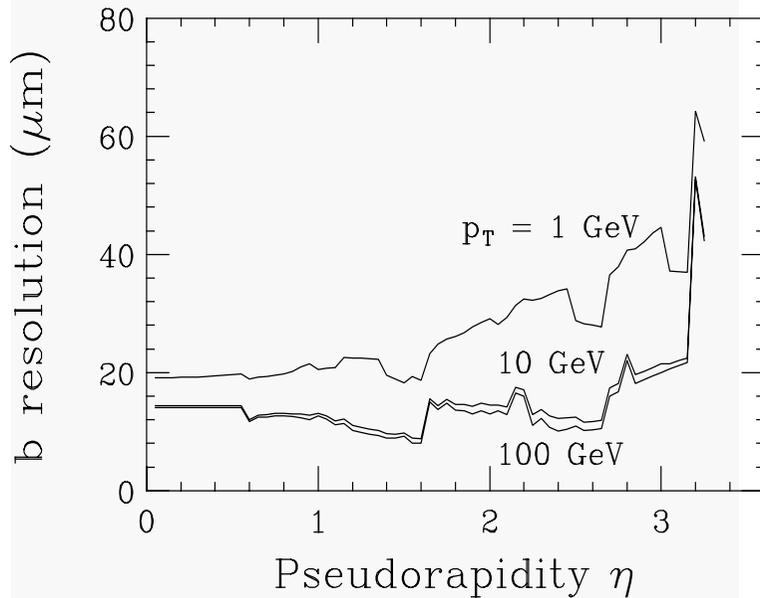
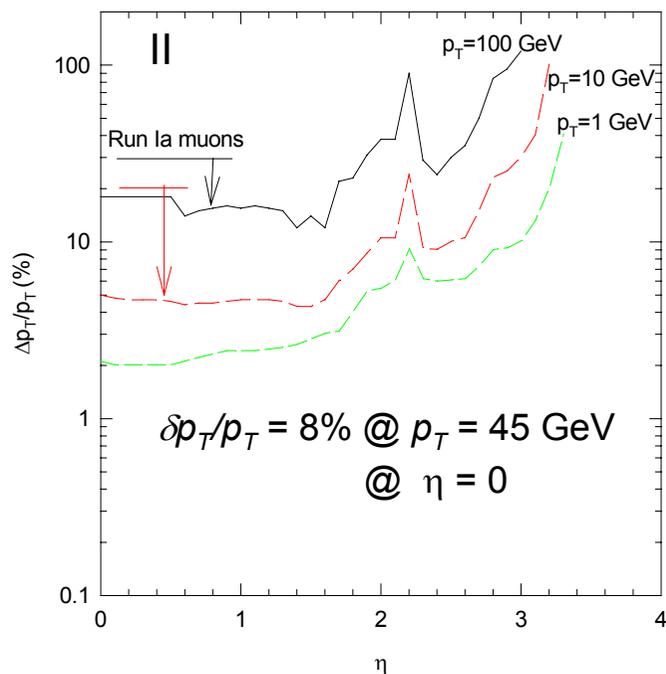
## Performances

Efficacité de reconstruction

- 95% sur large région

Résolution vs rapidité  $\eta$

- moment :  $dp_T/p_T^2 = 0.2\%$
- paramètre d'impact  $b$ :  $<80 \mu\text{m}$



Reconstruction des Vertex:

Vertex primaire  $\sim 15\text{-}30 \mu\text{m}$  (r- $\Phi$ ) pour tt / bb

Vertex secondaire:  $\sim 40 \mu\text{m}$  (r- $\Phi$ ) ,  $100 \mu\text{m}$  (r-z)

# Détecteurs de Muons

## Architecture

Région centrale:

Chambres Proportionnelles à Dérive (PDT):

- Gaz plus rapide (dérive + courte)

Nouveaux scintillateurs:

- 630 compteurs (70 en  $\Phi$  X 9 en z)

Région Bouchon:

Nouvelles PDT's:

- Meilleure Granularité ( $1 \times 1 \text{cm}^2$ )
- Gaz « rapide » (dérive  $\sim 50 \text{ns}$ )

Nouvelles couches de Scintillateurs

- Scintill. pixel ( $\Delta\eta \times \Delta\phi = 0.1 \times 4.5^\circ$ ) / octant

## Performances

Meilleure extension ( $\eta < 2$ )

Déclenchement niveau 1:

- Combiné av/ traces
- Central/Bouchon

Identification muon

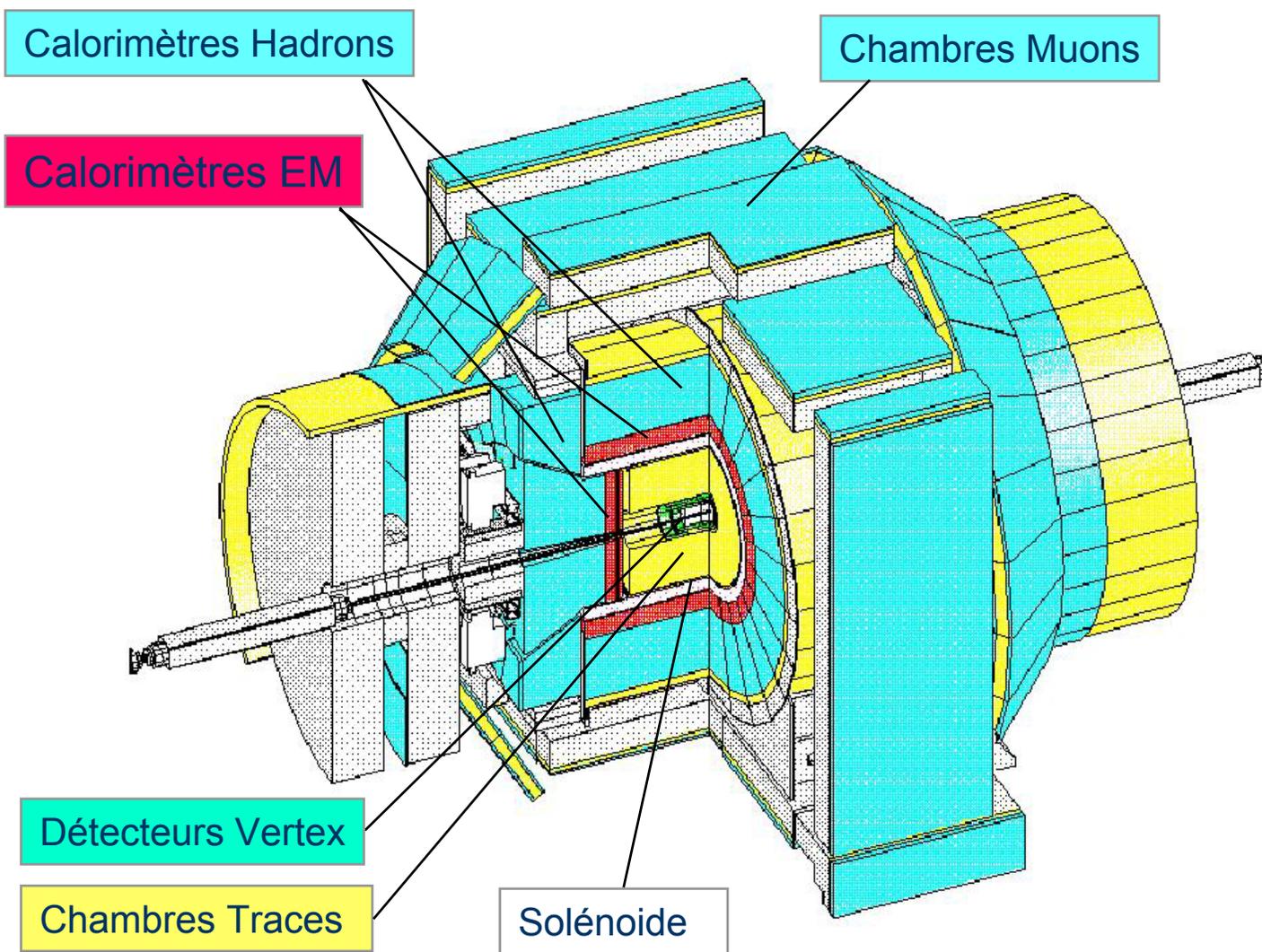
- avant le torroïd  
(muons de faible  $p_T$ )

Etiquetage en temps

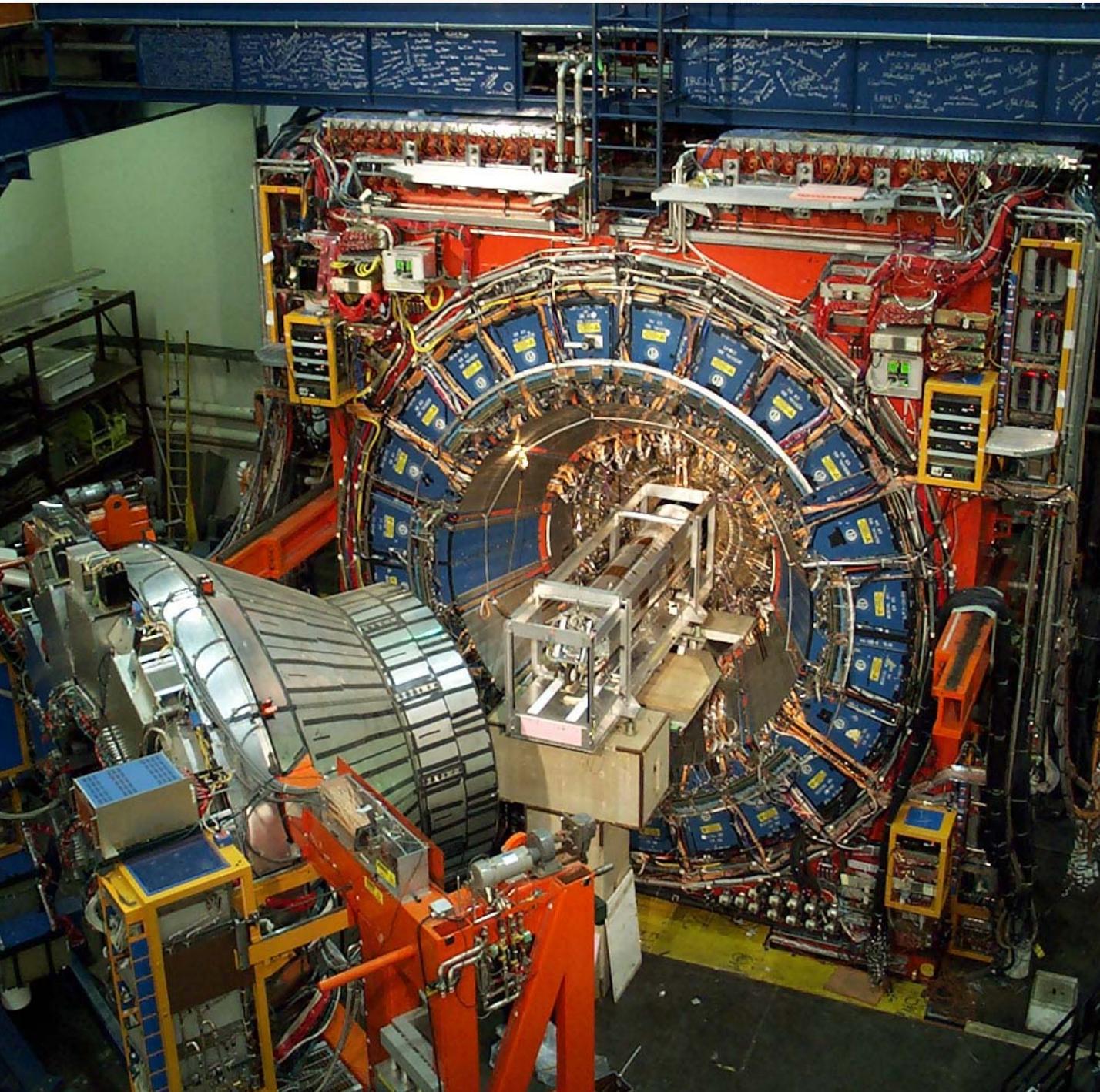
- Rejet cosmic

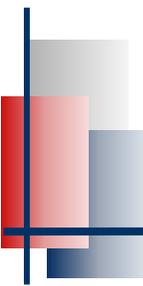


# L'expérience CDF



# Roll-In de CDF / Janvier 2001





# Les atouts de CDF

---

## Reconstruction des Traces

Grand Volume de Tracking dans région centrale

- Rayon de 1m
- Acceptance accrue

Nouvelle chambre à dérive Centrale:

- Reconstruction des traces chargées
- E/p avec calorimètre

Nouveau système détecteur de Silicium:

- Reconstruction autonome des traces
- Nouveau détecteur de vertex avec “couche 0”
- 3 couches intermédiaires

## Identification des particules

Nouveau détecteur a muons

- Couverture étendue

Nouveaux Scintillateurs muons

- Time stamp : réjection cosmic
- Seuil de déclenchement plus bas

Détecteur “Time of Flight” (TOF)

- Identification des kaons / pions

## Calorimétrie EM et hadronique

Calorimètre central inchangé

Nouveau calorimètre bouchon

- Couverture étendue

# Reconstruction des traces à CDF

## Architecture:

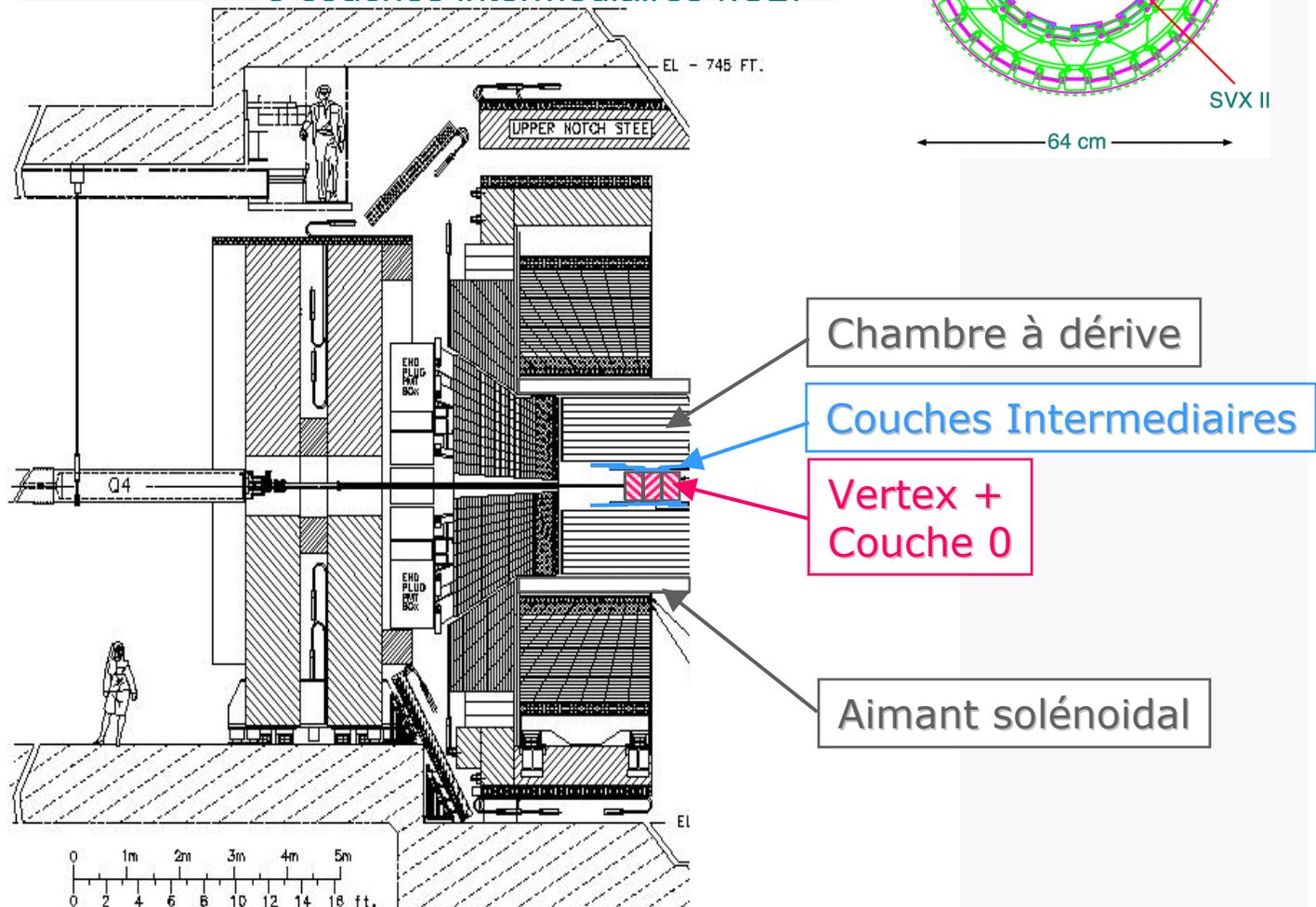
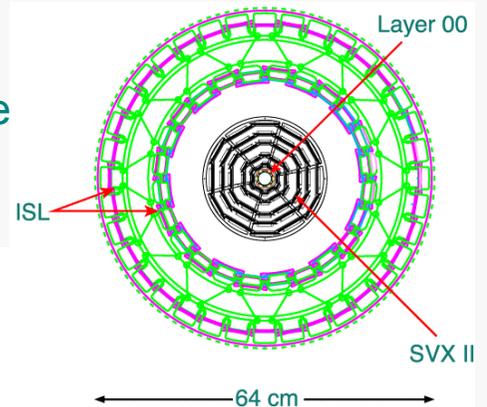
Deux systèmes autonomes:

Chambre à Dérive :

- Nouvelle chambre COT

Détecteurs de Traces au Silicium:

- 1 Couche 0 / proche Tube à vide
- détecteur Vertex (SVXII)
- 3 couches intermédiaires (ISL)



# Performance des détecteurs de Traces à CDF

## Performances

Grande efficacité de reconstruction

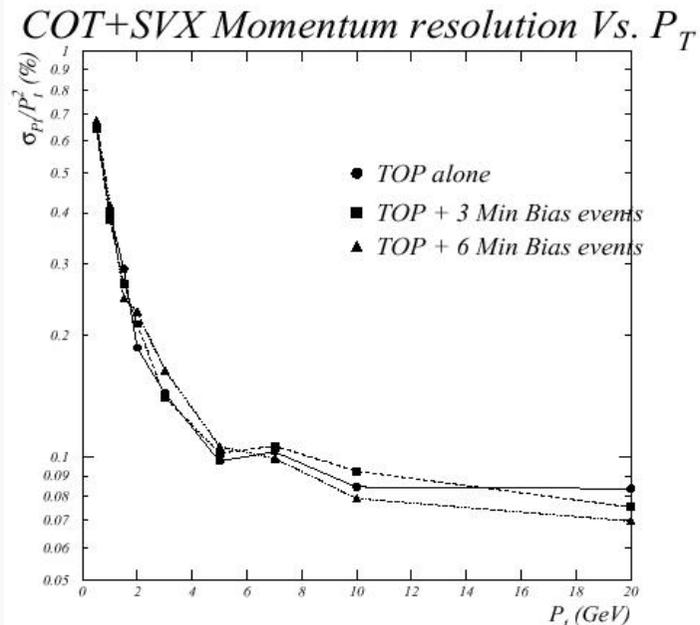
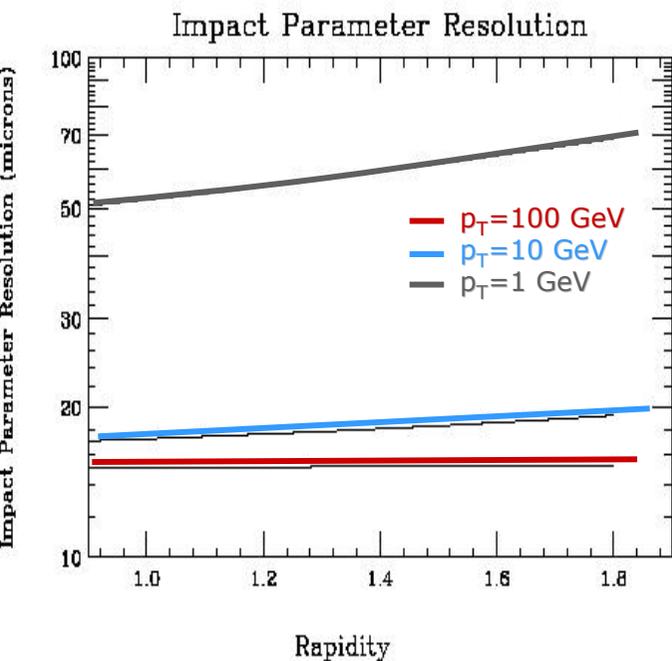
- 2 systèmes autonomes
- efficacité > 96% jusqu'à  $|\eta| < 2.0$

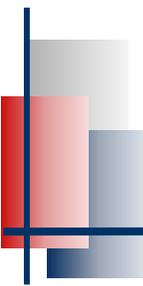
Résolution moment;

- ( $p_T < 3$  GeV/c):  $dp_T/p_T^2 < 0.7\%$
- ( $p_T > 3$  GeV/c):  $dp_T/p_T^2 < 0.15\%$

Résolution sur paramètre d'impact:

- $|\eta| < 1.0$  par. impact < 50  $\mu\text{m}$
- $|\eta| < 2.0$  par. impact < 70  $\mu\text{m}$





# Higgs Phenomenology at the TeVatron

---

# Contraintes théoriques sur le Higgs Standard

## Unitarité

Boson scattering

$\sigma(V_L V_L \rightarrow V_L V_L)$  diverge  
 → Compensation via Higgs

Unitarité implique:

$$m_H \leq (2\sqrt{2}\pi / G_F)^{1/2} \leq 700 \text{ GeV}/c^2$$

## Trivialité

RGE equation  $\lambda(\Lambda)$ :

$\lambda > 1$  for  $\Lambda \sim \Lambda_L$  (landau)  
 $\lambda < 1$  valide jusqu'à  $\lambda(\Lambda_L) \rightarrow \infty$

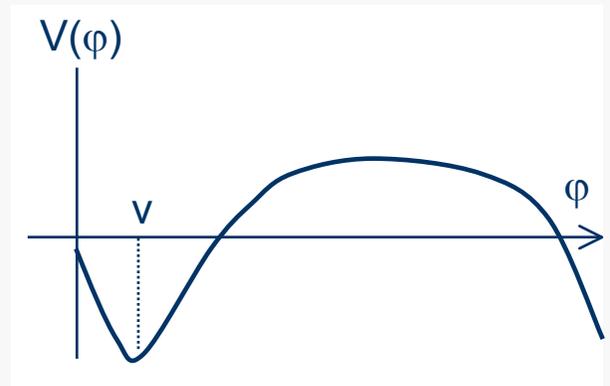
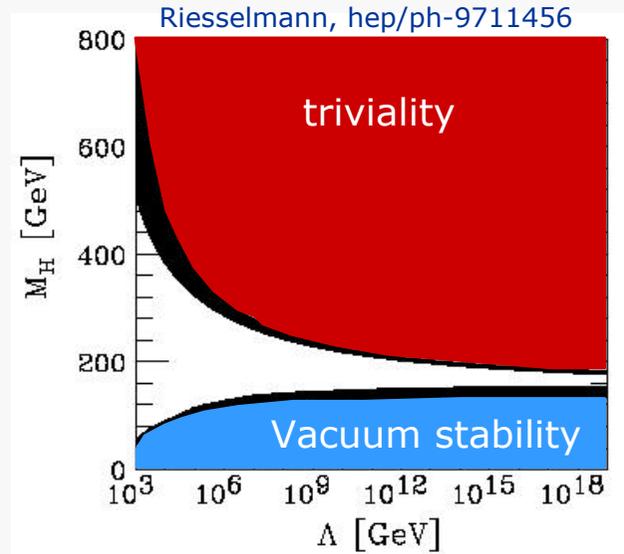
$$m_H < 8\pi^2 v^2 / 3 \log(\Lambda^2/v^2)$$

## Stabilité du Vide

$V(\phi)$  a un minimum absolu:

$\partial V(\phi) / \partial \phi > 0$   
 $\Leftrightarrow \lambda(\Lambda) > 0$   
 $\Leftrightarrow m_H(\Lambda) > M_{\min}$

$$m_H > 52 \text{ GeV}/c^2 @ \Lambda = 1 \text{ TeV}$$

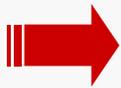


# Contraintes expérimentales sur le Higgs Standard

## Recherche Directe

LEP:

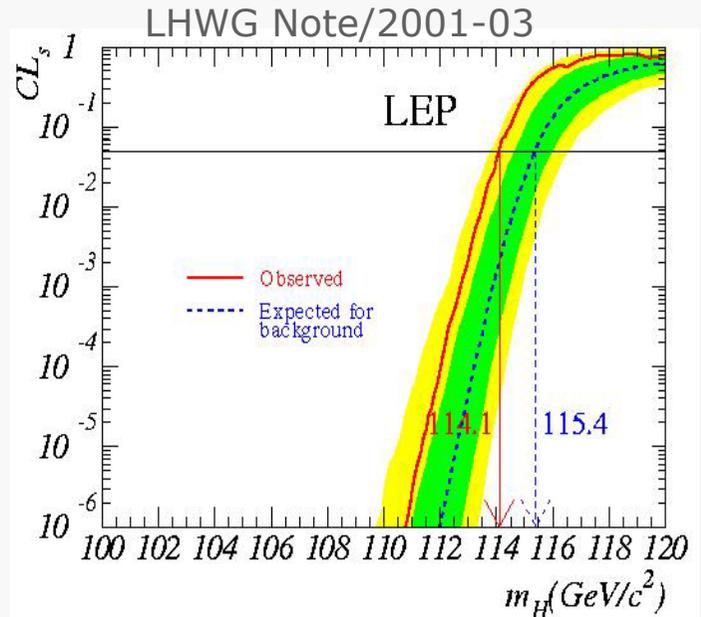
- $e^+e^- \rightarrow HZ$
- $ZH \rightarrow b\bar{b}$
- $ZH \rightarrow b\bar{b}qq$



Exclusion @ 95% CL:  
 $m_H > 114.1 \text{ GeV}/c^2$



Higgs Candidates  
 $m_H \approx 115 \text{ GeV}/c^2$



## Recherche indirecte

Mesures de Précision

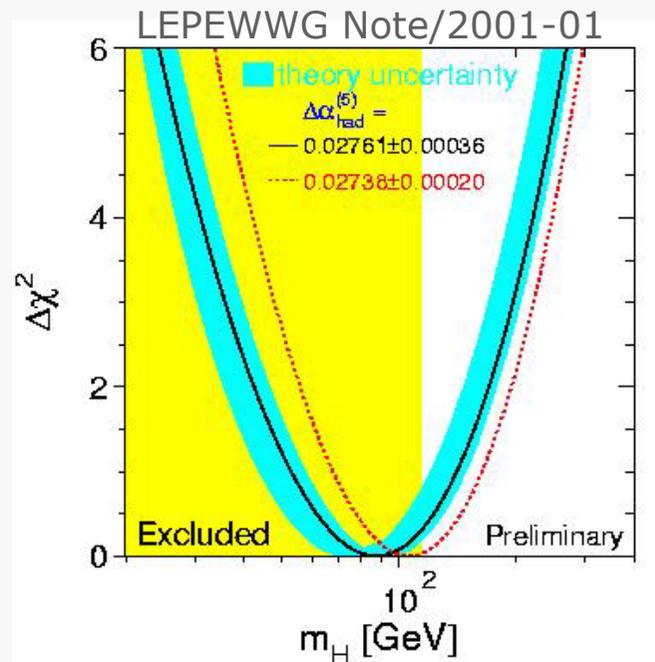
- $m_Z, m_W, m_t$
- $\sin^2\theta_W, \alpha_{EM}$

Prediction dans le MS:

- $m_H, \chi^2$

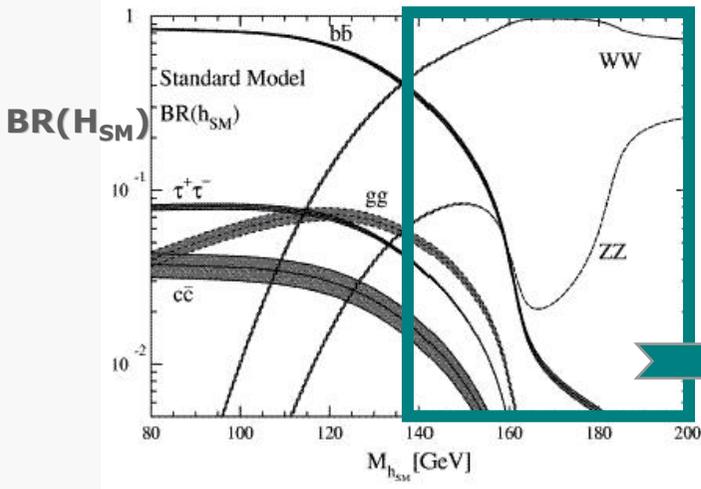


Higgs léger favorisé  
 $m_H < 300 \text{ GeV}/c^2$



# Production du Higgs au TeVatron

## Modes de Désintégration



$m_H < 135 \text{ GeV}$

- $H \rightarrow b\bar{b}$        $\sim 90 - 45\%$
- $H \rightarrow \tau^+\tau^-$      $\sim 8\%$
- $H \rightarrow gg$          $\sim 3 - 8\%$

$m_h > 135 \text{ GeV}$

- $H \rightarrow WW^*$ 
  - $\rightarrow l^+l^- \nu \nu$     ( $\sim 4.5\%$ )
  - $\rightarrow l \nu qq'$     ( $l = e, \mu$ )

## Modes de Production

$p\bar{p} (\rightarrow gg) \rightarrow H_{SM}$

$\sim 1000 \text{ evts / fb}^{-1}$

- $p\bar{p} \rightarrow b\bar{b}, \tau\tau$     **<135GeV**
- $p\bar{p} \rightarrow WW^*$         **>135GeV**

$p\bar{p} (\rightarrow q\bar{q}' \rightarrow V^*) \rightarrow VH_{SM}$

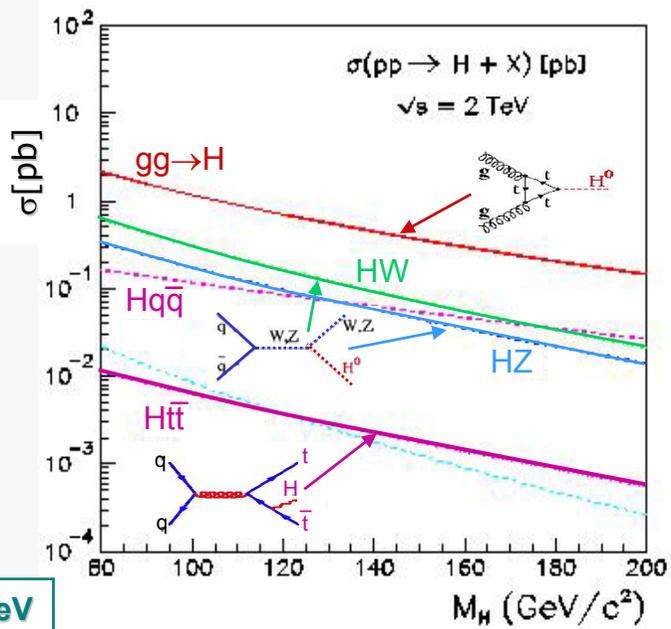
$\sim 200 \text{ evts / fb}^{-1}$

- $p\bar{p} \rightarrow V b\bar{b}$         **<135GeV**
- $p\bar{p} \rightarrow V WW^*$     **>135GeV**

$p\bar{p} \rightarrow t\bar{t}H_{SM}$

$\sim 2-5 \text{ evts / fb}^{-1}$

- $p\bar{p} \rightarrow WbWb b\bar{b}$     **<135GeV**
- $p\bar{p} \rightarrow WW^*WW b\bar{b}$  **>135GeV**



# Contraintes théoriques sur les Higgses MSSM

## Masses a l'ordre-0

2 paramètres libres:

- $\tan\beta = v_u/v_d$
- $m_A$  (or  $m_H, m_h$ )

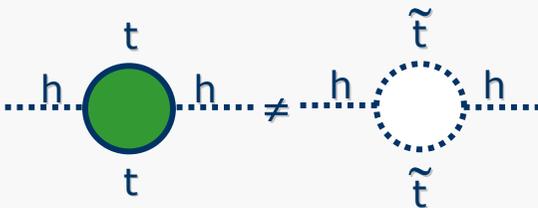
$$m_{H^\pm}^2 = m_W^2 + m_A^2$$

$$m_{H,h}^2 = \frac{1}{2} (m_A^2 + m_Z^2 \pm \sqrt{(m_A^2 + m_Z^2)^2 - 4m_Z^2 m_A^2 \cos^2 2\beta})$$

## Masses aux ordres supérieurs

+ 3 paramètres:

- $M_{\tilde{t}}$  = stop Mass
- $X_{\tilde{t}}$  = stop Mixing
- $\mu$  = Higgs Mass

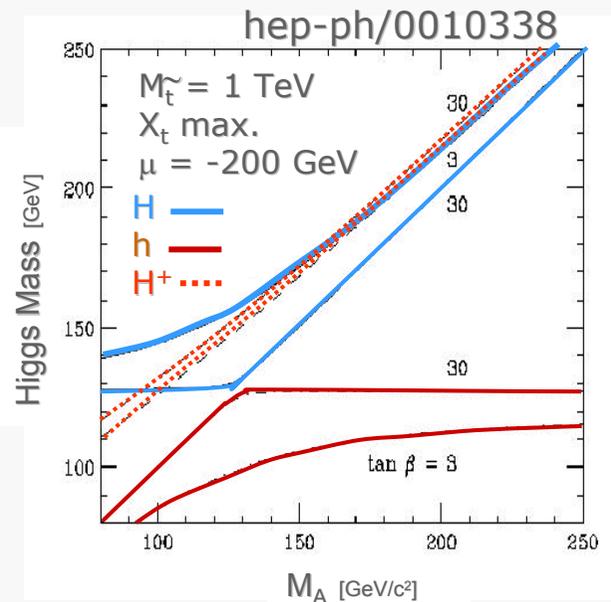


SUSY est brisée:  $M_{\tilde{t}} \neq m_t$

$$m_h^2 \leq m_Z^2 + \frac{3g^2 m_t^4}{8\pi^2 m_W^2} \left( \ln\left(\frac{M_{\tilde{t}}^2}{m_t^2}\right) + X_{\tilde{t}}^2 \left(1 - \frac{X_{\tilde{t}}^2}{12}\right) \right)$$

0 si  $M_{\tilde{t}} = m_t$

Augmente avec  $X_{\tilde{t}}$



# Contraintes Expérimentales sur les Higgs neutres

## Recherches directes

LEP :

- $e^-e^+ \rightarrow Zh$
- $e^-e^+ \rightarrow hA$

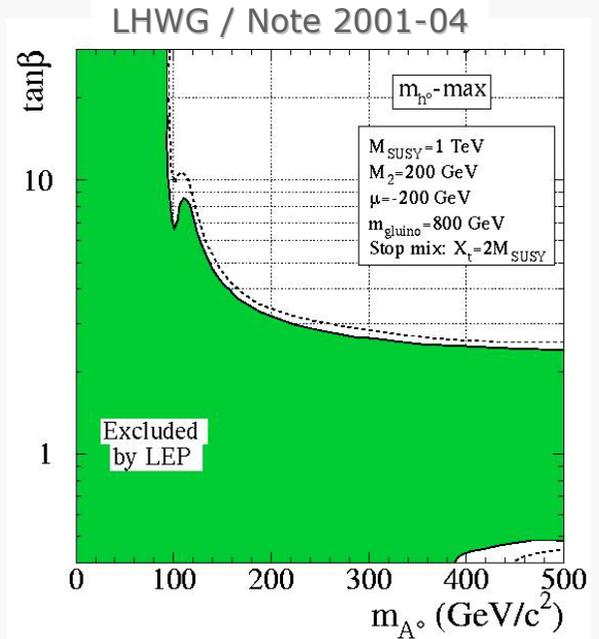
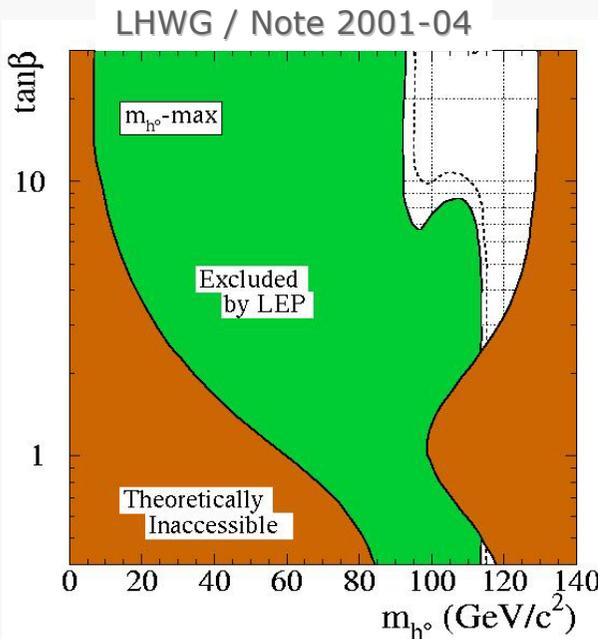
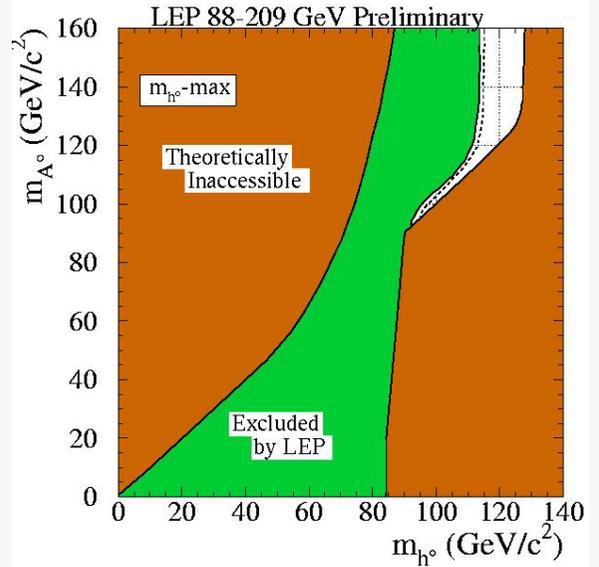
Luminosity  $L = 870 \text{ pb}^{-1}$

Energy  $\sqrt{s} = 200\text{-}209 \text{ GeV}$

Scenario :

Maximal Mixing ( $\tilde{t}_1, \tilde{t}_2$ )

→ plus conservatif



$m_h \geq 90.1 \text{ GeV}/c^2$   
 $m_A \geq 91.0 \text{ GeV}/c^2 \text{ @ } 95\% \text{ CL}$

# Phenomenologie du h/H/A au TeVatron ( $\tan\beta=6$ )

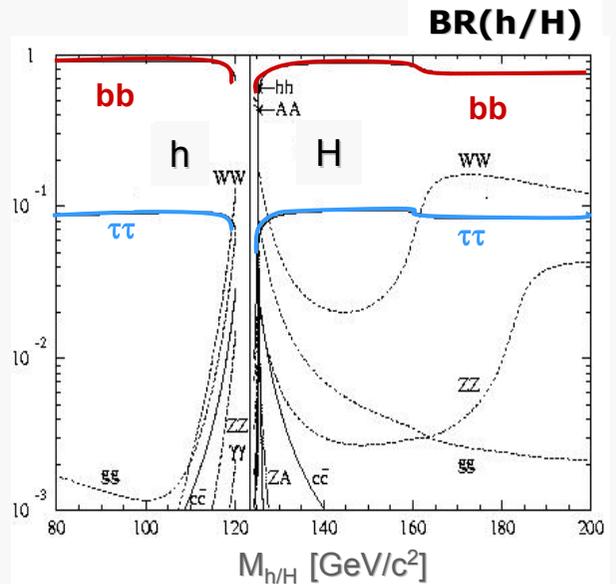
## Modes de Désintégration:

Higgs léger:

- $BR(b\bar{b}) > 90\%$
- $BR(\tau^+\tau^-) < 8\%$

Higgs lourd:

- $g_{H/Abb} \propto \tan\beta$
- $BR(b\bar{b}) > 80\%$
- $BR(\tau^+\tau^-) < 8\%$
- $BR(W^+W^-) < 12\%$



## Modes de Production:

Higgs léger:

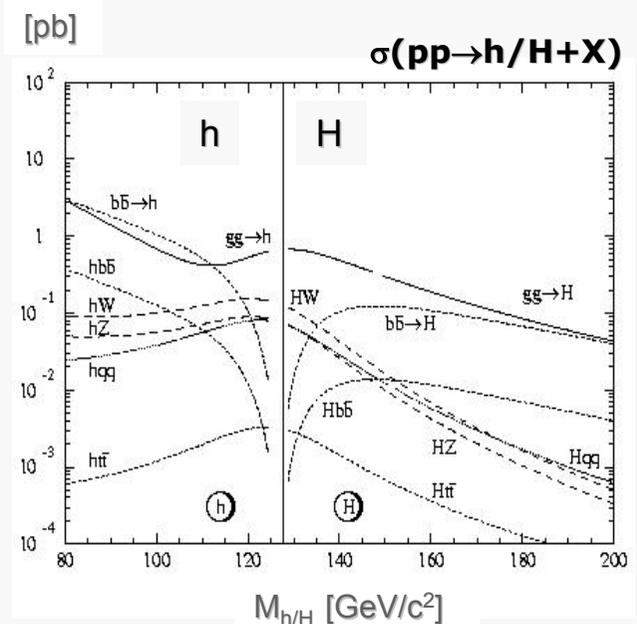
- $\sigma(p\bar{p} \rightarrow Wh) \sim 0.15 \text{ pb}$



Analyse MS-like

Higgs lourd:

- $\sigma(p\bar{p} \rightarrow A/Hb\bar{b}) \sim 10 \text{ fb}$   
 $\Rightarrow 4b$  en état final



- $\tan\beta=6$ :
- Higgs léger h: analyse MS
  - Higgs lourds A/H: états finaux 4 b's

# Phenomenologie du h/H/A au TeVatron ( $\tan\beta=30$ )

## Modes de Désintégration:

Couplages:

- $g_{Abb} \propto \tan\beta$

Higgs h/A:

- $BR(b\bar{b}) > 90\%$
- $BR(\tau^+\tau^-) < 8\%$

Higgs lourd H:

- $BR(b\bar{b}) > 90\%$
- $BR(\tau^+\tau^-) < 10\%$

⇒  $H \rightarrow WW$  closed !

## Modes de Production:

Canaux standards "out":

- $\sigma(Wh)/\sigma(WH_{SM}) < 0.1$

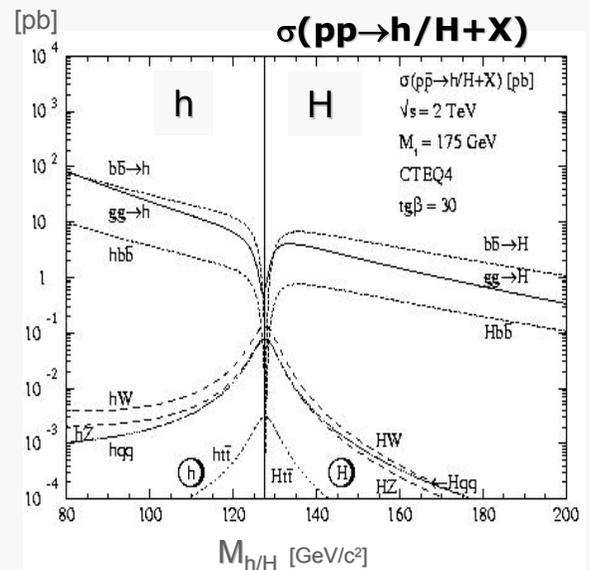
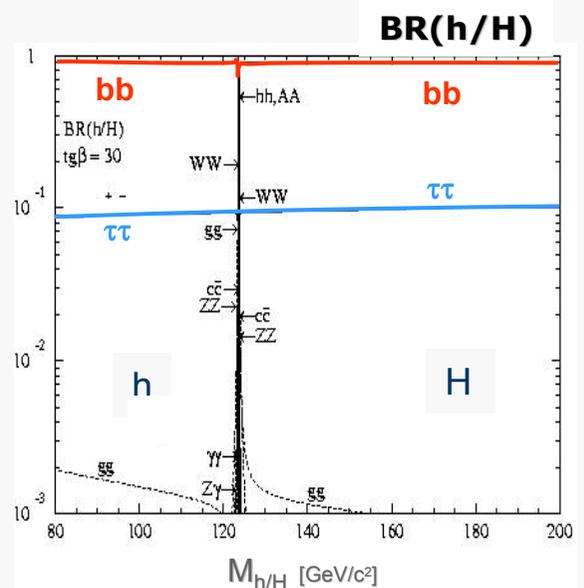
⇒  $WH$  closed !

Canaux accessibles:

- $\sigma(A/hb\bar{b} \rightarrow b\bar{b}b\bar{b}) \sim 1-10 \text{ pb}$
- $\sigma(Hb\bar{b} \rightarrow b\bar{b}b\bar{b}) \sim 0.1-1 \text{ pb}$



**$\tan\beta=30$ :** – Canaux Standard plus exploitables  
– Analyse états finaux a 4 b



# Phénoménologie des Higgs $H^\pm$

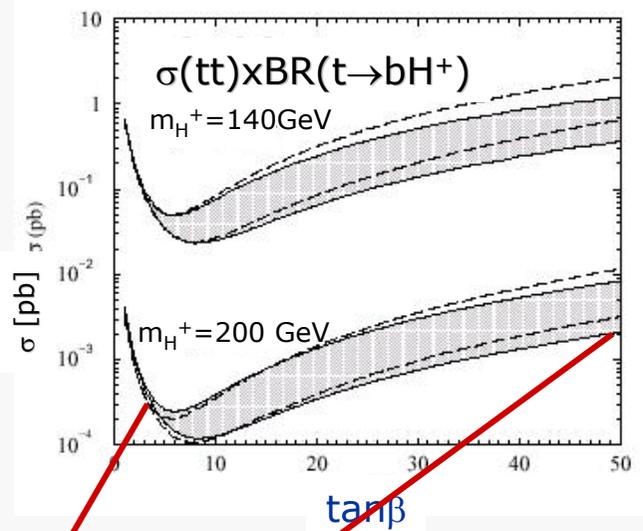
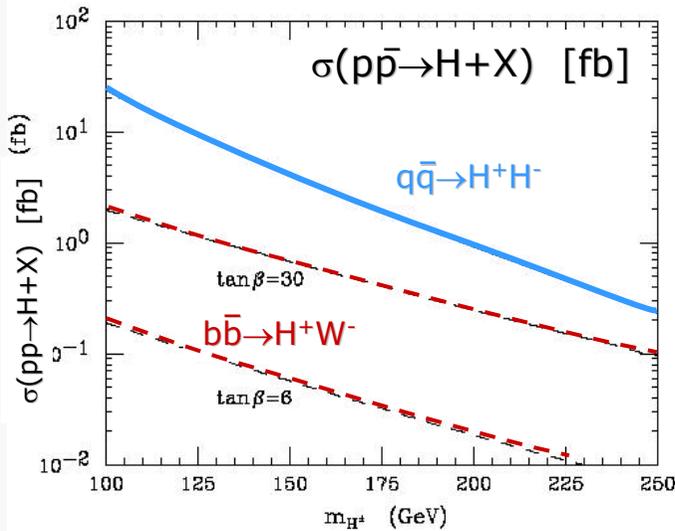
## Modes de production

2 modes directs:

- annihilation:  $\sigma < 10$  fb
- associée  $W\text{-}H^+$  :  $\sigma < 1$  fb

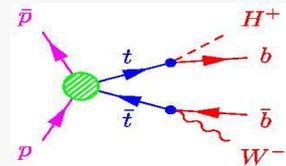


Modes  $\sim$  inaccessibles  
car  $\sigma$  trop faible



1 mode indirect:

- $p\bar{p} \rightarrow t\bar{t}$  avec  $t \rightarrow H^+b$   
possible si:
- $m_{H^\pm} < m_t - m_b$
- $\tan\beta \sim 1$  et  $\tan\beta \gg 1$
- Diminue avec  $m_{H^+}$  (top off-shell)



Recherche du Higgs chargé :  $m_H < 200$  GeV/c<sup>2</sup>  
Production par paires de Top

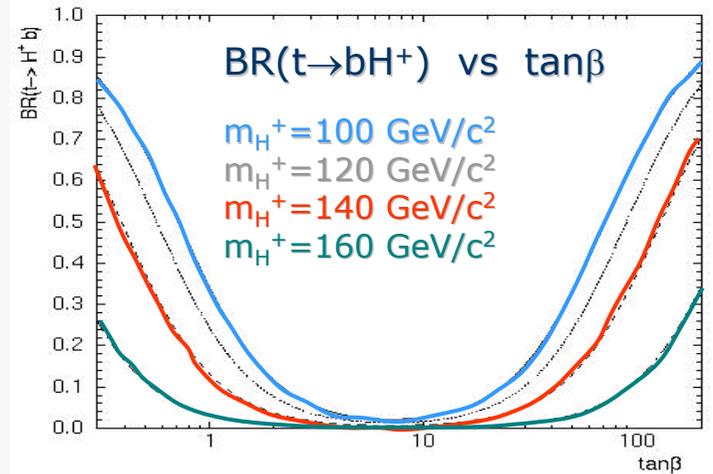
# Phénoménologie des Higgs $H^\pm$

## Modes de désintégration du Top

Désintégrations du Top:

- Standard:  $t \rightarrow W^+ b$
- SUSY:  $t \rightarrow H^+ b$
- dépend de  $\tan\beta$

$\Rightarrow$   $BR(t \rightarrow bH^+) > BR(t \rightarrow bW^+)$   
 $\forall \tan\beta < 1$  et  $> 30$



## Modes de désintégration du $H^\pm$

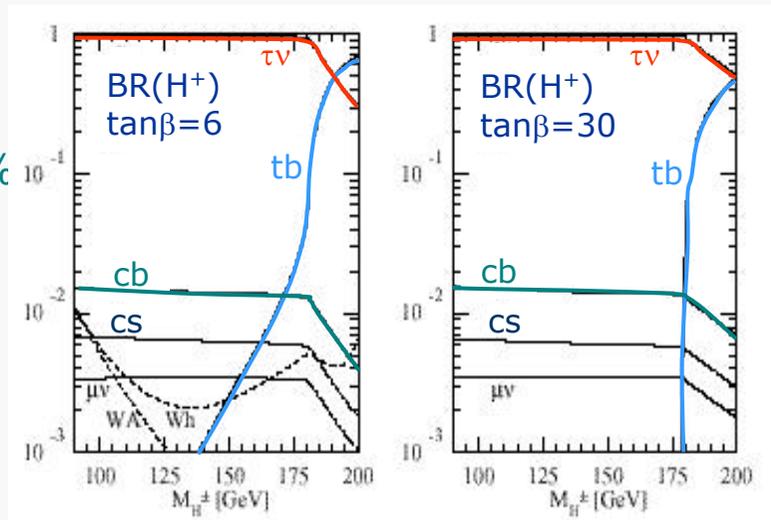
fonction ( $m_{H^\pm}, \tan\beta$ )

$m_{H^\pm} < m_t - m_b$

- $BR(H^\pm \rightarrow \tau^\pm \nu) > 90\%$
- $BR(H^\pm \rightarrow cb) \sim 1\%$

$m_{H^\pm} > m_t - m_b$

- $BR(H^\pm \rightarrow tb) \sim 50\%$



$\Rightarrow$  Recherche du Higgs chargé:

- indirecte: mesure de  $\sigma(tt \rightarrow W^+ b W^+ b)$  vs  $\sigma_{tt}$  (théorique)
- directe: apparition de  $H^+ \rightarrow \tau^+ \nu$  ?

# Fonds Standards à la recherche du Higgs

## Fonds Principaux à $H \rightarrow bb/WW$

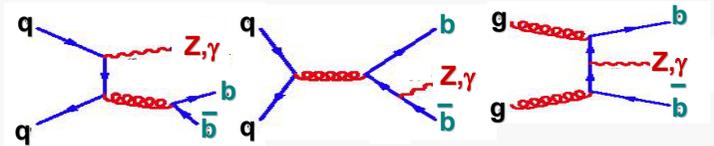
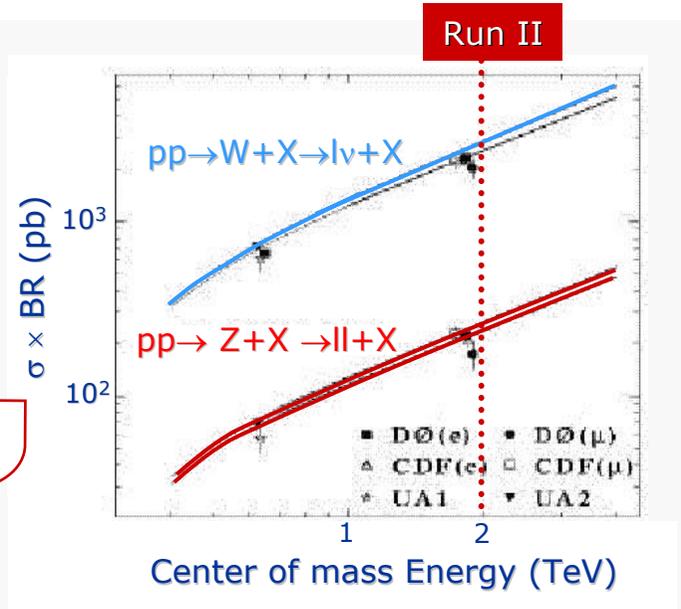
QCD bb:

- $\sigma_{bb} \approx 100 \mu\text{b}$
- factor  $10^8$  vs signal

Production de Bosons:

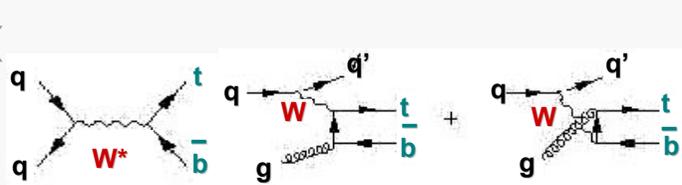
- $W+X$ :  $\sigma \sim 7 \text{ nb}$
- $Z+X$ :  $\sigma \sim 0.2 \text{ nb}$
- $Wbb$ :  $\sigma \sim 8060 \text{ fb}$
- $Zbb$ :  $\sigma \sim 5290 \text{ fb}$

( $60 < m_{bb} < 160 \text{ GeV}$ )



Production de Top:

- $pp \rightarrow tt$ :  $\sigma \sim 8 \text{ pb}$
- single t:  $\sigma \sim 1.5 \text{ fb}$



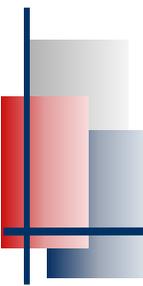
Production Di-boson

- $WW$ :  $\sigma \sim 24 \text{ pb}$
- $ZZ+WZ$ :  $\sigma \sim 1.2 \text{ pb}$

Grandes incertitudes dans les calculs pour  
signal et fonds.

K-factor (1.3-1.8) + effets sur distributions  $d\sigma/dm_{bb}$





# Outils pour la recherche du Higgs

---

# Strategy and Tools for Higgs Search

## Low Mass Analysis

$pp \rightarrow WH \rightarrow l\nu bb$

$pp \rightarrow ZH \rightarrow \nu\nu bb$

$pp \rightarrow ttH \rightarrow WbWb bb$

– Triggers:

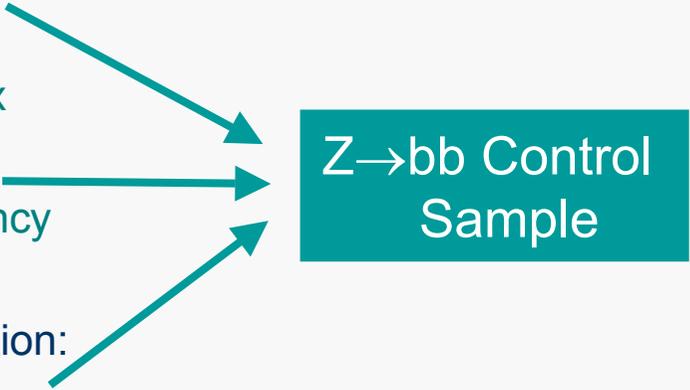
- Lepton,  $mE_T$
- Displaced Vertex

– b-tagging:

- b-tagging efficiency
- mistag rate

– Jet Energy & Resolution:

- $M_{bb}$  resolution



Z→bb Control  
Sample

## High Mass Analysis

$H \rightarrow WW^*, WWW^*$

$pp \rightarrow ttH \rightarrow WbWb WW^*$

– Triggers:

- Lepton,  $mE_T$

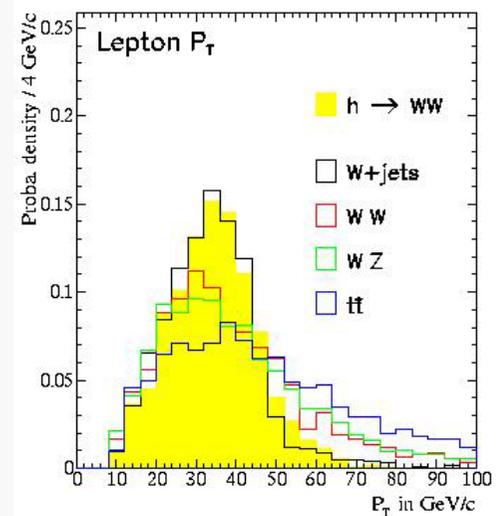
– Lepton ID

–  $E_T, mE_T, \text{angles resolution}$

# Lepton trigger for Higgs Searches

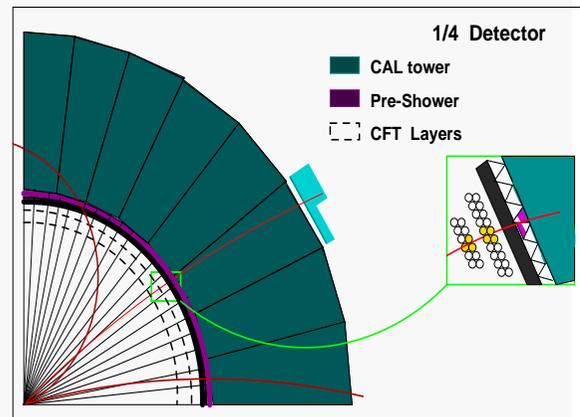
## Motivation & goals

- Huge QCD Background:
  - $\sigma_{\text{dijets}} \approx 43 \text{ mbarn}$
- Specific triggers:
  - Soft Lepton for b-tagging  
 $b \rightarrow l\nu + X$  and  $b \rightarrow J/\psi(\rightarrow ll) + X$
  - High  $p_T$  leptons &  $mE_T$   
 $H \rightarrow W^*W^*, Z^*Z^*$  w  $W \rightarrow l\nu, Z \rightarrow ll$



## New Trigger Design

- New Architecture:
  - Fast & pipelined electronics
  - Band width: L1= 10-50 kHz
  - Correlations at L1
- Lowered Thresholds:
  - [ee]  $p_T(e) > 2.5 \text{ GeV/c}$
  - [ $\mu\mu$ ]  $p_T(\mu) > 1.5 \text{ GeV/c}$
  - [ $\mu$ ]  $p_T(\mu) > 4.0 \text{ GeV/c}$
- Missing  $E_T$  triggers:
  - missing  $E_T$  resolution  $\sim 7\text{-}10\text{ GeV}$



- Triggers to be tested with 1<sup>st</sup> data
- effects of mbias, pile-up, to be assessed

# b trigger for Higgs Searches

## Principles

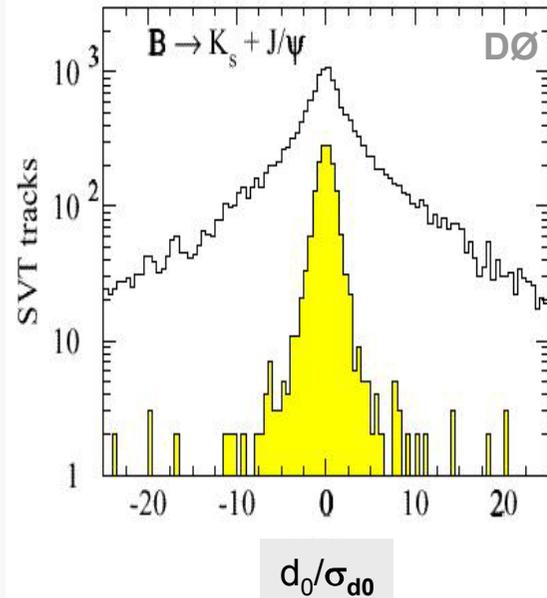
b decays within few  $\sim$ mm

- Soft Lepton from b

$\Rightarrow$  High Impact parameter tracks

Specific Triggers for run II:

- Inclusive muon trigger
- L2 selection with high  $d_0/\sigma_{d0}$



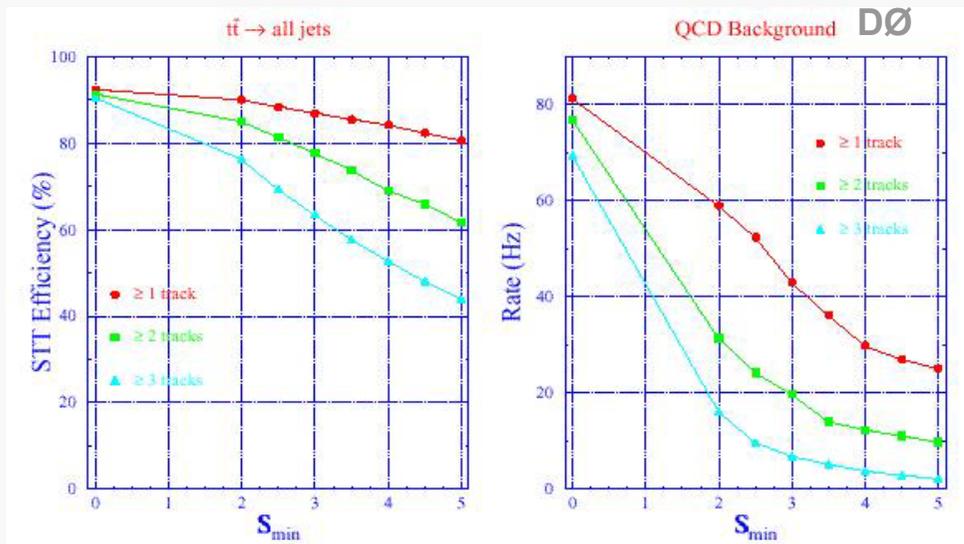
## Performances

Trigger on  $ZH \rightarrow \nu\nu bb$ :

efficiency  $\varepsilon \sim 80\%$

Trigger on  $Z \rightarrow bb$

efficiency  $\varepsilon \sim 20\%$  vs rates  $\sim 20$  Hz

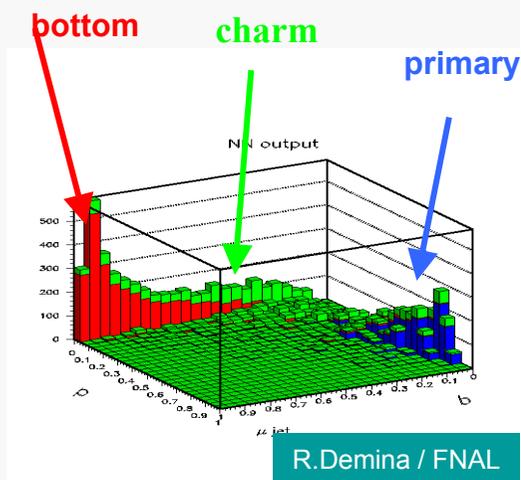


50,000  $Z \rightarrow bb$  /exp./2  $fb^{-1}$

# b-tagging for Higgs Search

## b-jet Tagging

- “Multi-tag” approach developed:
  - Soft Lepton from  $b \rightarrow l\nu X$
  - High Impact parameter tracks
  - Secondary Vertices:  $|L_{xy}|/\sigma_{xy}$
- b/c separation:
  - LifeTime
  - Vertex Mass
  - Kinematics, topology
- Optimization w/ Likelihood & Nnet
  - Tight / Loose taggers



## Performances

Estimates w/ SHW parametrization:

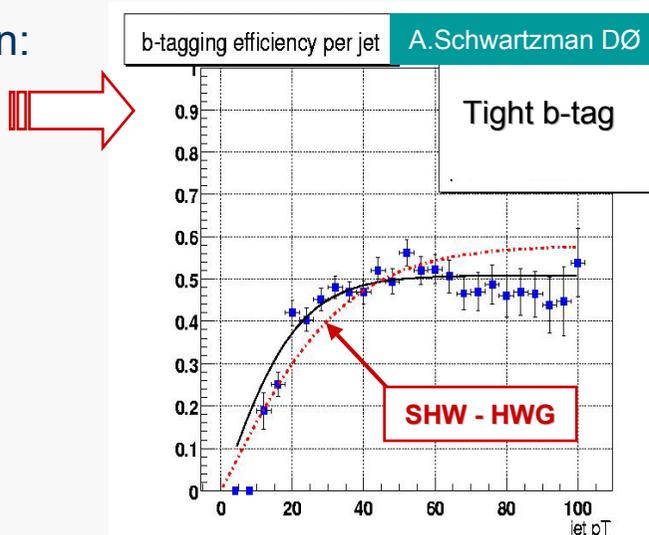
- Checks in progress

Tagging Efficiency & mistag:

- b-jet:  $\epsilon_{1b} \sim 50\%$  (tight)
- c-jet:  $\epsilon_{1b} \sim 13\%$
- light jet:  $\epsilon_{1b} \sim 0.7\%$

Tagging for  $WH \rightarrow l\nu b\bar{b}$

$$\epsilon_{1-btag} \sim 70\%$$



Numerous progresses made / still to be made  
Use of likelihood & NNet being tested & implemented

# Mass resolution and $Z \rightarrow b\bar{b}$ sample

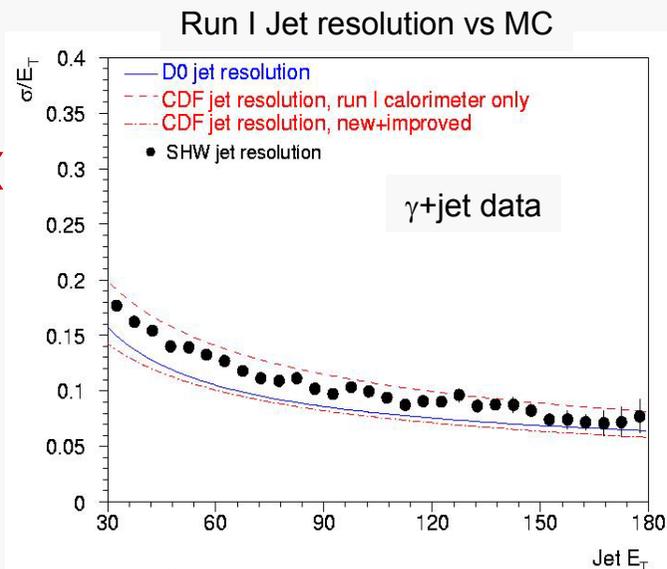
## Jet $E_T$ resolution

Run I data:

- $\sigma/E \sim 75\%/\sqrt{E}$  (DØ)
- $\sigma/E \sim 78\%/\sqrt{E}$  (CDF) ←

Run II:

- More challenging (materials, mbias etc.)
- Improve energy scale (20 x more  $\gamma$ +jet)
- Use Track+Calorimeter (CDF: 30% better)



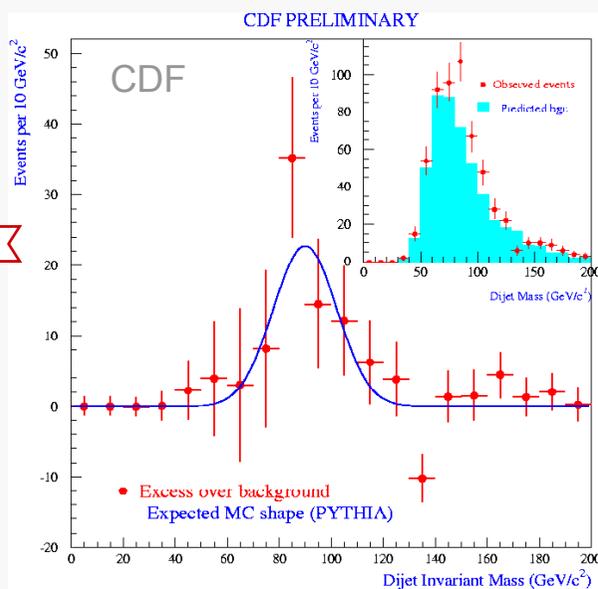
## M resolution with $Z \rightarrow b\bar{b}$

Run I (CDF):

- Inclusive muon sample
  - Corrections for  $b \rightarrow l$
- $\Rightarrow S \sim 50$  evts /  $0.1 \text{ fb}^{-1}$
- 15% resolution in  $M_{bb}$  ←

Run II:

- Specific  $Zbb$  triggers:
- Muon:  $500$  evts /  $\text{fb}^{-1}$
- Vertex:  $50,000$  evts /  $\text{fb}^{-1}$



— Improvements needed\* to reach  $\sigma/M \sim 10\%$

# Résolution sur $M(jj)$ avec $Z \rightarrow bb$

## Motivations

Sélection de  $Z \rightarrow bb$  indispensable pour  $H \rightarrow bb$

- étiquetage des b
- résolution de  $M_{bb}$

Echantillon disponible important

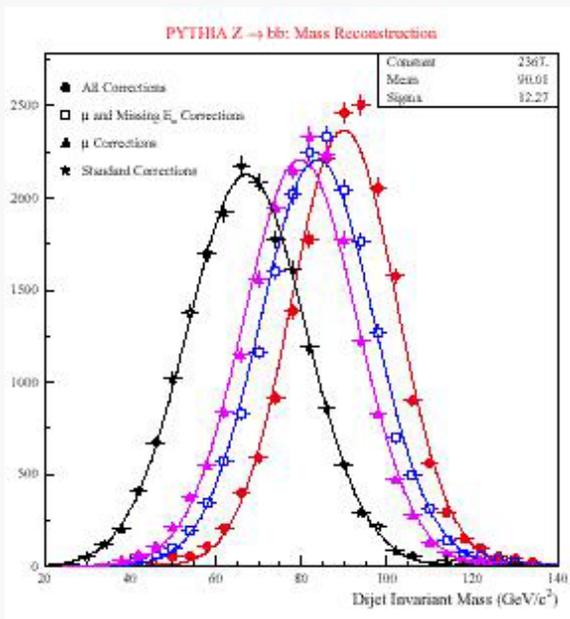
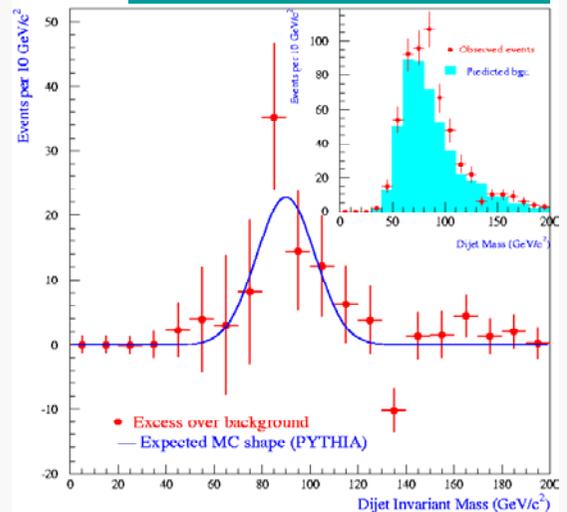
- déclenchement spécifique

## Algorithme (CDF Run I)

Sélection:

- 1 single muon ( $b \rightarrow \mu\nu X$ )
- 2 jets étiquetés-b dos-à-dos
- Coupures Cinématiques

T.Domago / these CDF



- Optimisation de S/B:
  - Minimise  $p(\text{jet-b})^{\text{mes}} - p(b)^{\text{MC}}$
  - Utilisant  $p_{\mu}^{\text{mes}}$ ,  $mE_T$  fraction chargée
- Analyse **\*\*très\*\*** délicate:
  - S/B  $\sim 1 / 10^6$  avant coupure
  - S/B  $\sim 1 / 30$  après sélection



$S \sim 90 \text{ evts} / 0.1 \text{ fb}^{-1}$   
 $\sigma_{M_{bb}}/M_{bb} \sim 15 \%$

# Résolution des jets avec $Z \rightarrow b\bar{b}$

## Performances attendues

Echantillon de  $Z \rightarrow b\bar{b}$

- déclenchement single muon

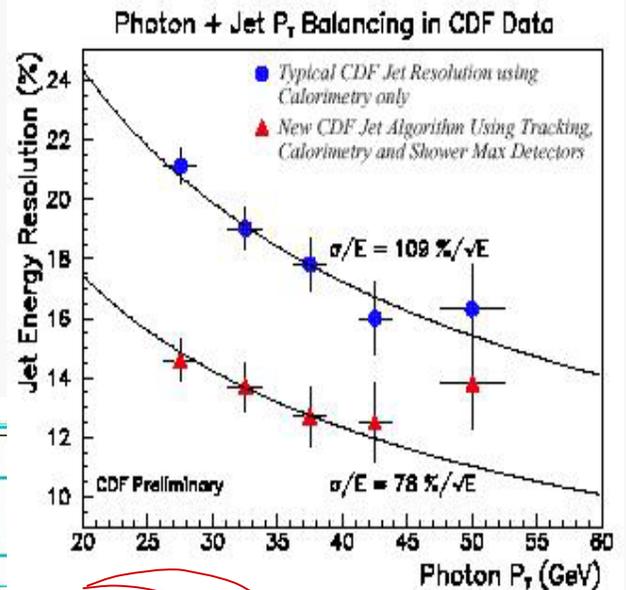
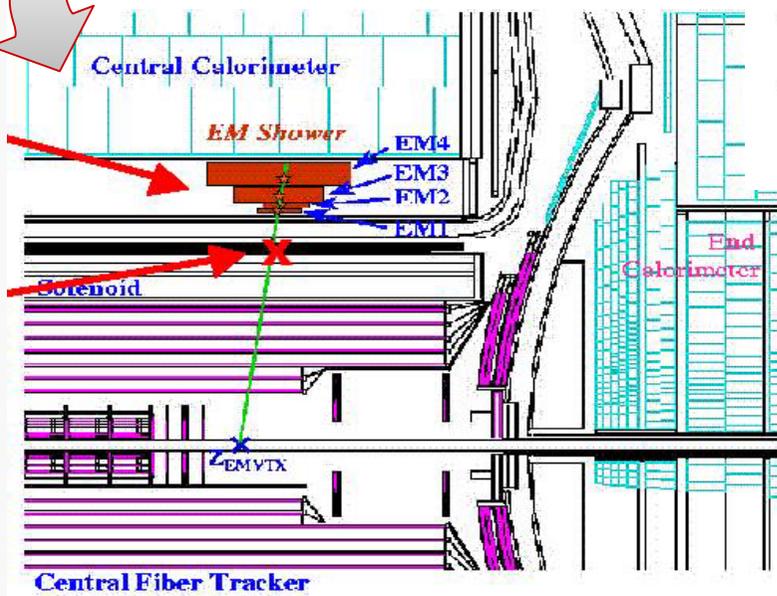
⇒  $S \sim 500 \text{ evts} / \text{fb}^{-1}$

- déclenchement 2jet+vertex

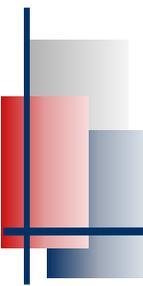
⇒  $S \sim 50000 \text{ evts} / \text{fb}^{-1}$

Energie flow pour  $E_{\text{jet}}$ :

- inclusion de p (traces)
- mesure de gerbe EM à l'extension maximale ("shower Max")



Technique de énergie-flow améliore  $\sigma/M$  de 30%



# Recherche Directe du Higgs

---

# Le canal $WH \rightarrow l\nu b\bar{b}$

## Caractéristiques

Pre-sélection:

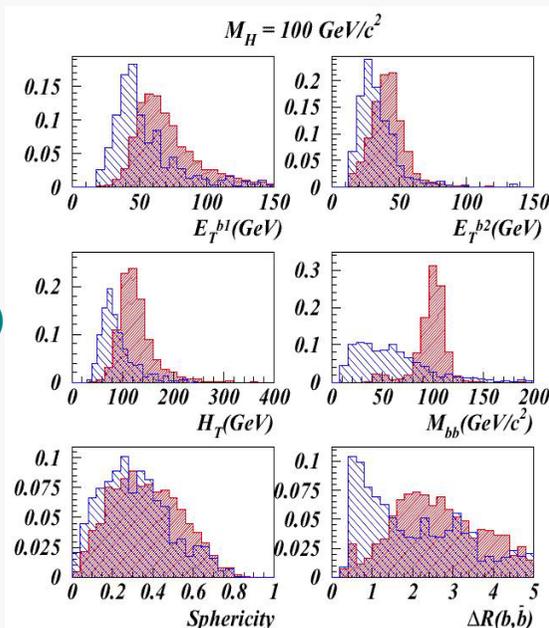
- Lepton de grand  $p_T$ ,  $mE_T$
- 2 jets taggés-b

Variables discriminantes:

- Lepton:  $E_T^l$  et  $\eta^l$  et  $mE_T$
- Energie  $E_T^b$ ,  $M_{bb}$  ( $=m_H \pm 2\sigma_m$ )
- Energy totale Jets  $H_T$
- Sphéricité

Fonds dominants:

- $Wbb$ ,  $tt$ , single top,  $WZ$



## Performances attendues

Paramètres-clef:

- Efficacité b-tag & mistag
- Détermination de  $Wbb$
- Résolution  $M(bb)$  ( $\sigma_M/M \sim 10\%$ )

$1 \text{ fb}^{-1}$	$m_H \text{ GeV}$	110	120	130
	<b>Signal</b>	5.0	3.7	2.2
<b>Cuts</b>	$\epsilon \times \text{BR}$	2.3%	2.3%	1.9%
	$S/\sqrt{B}$	0.72	0.53	0.35
<b>NNet</b>	<b><math>S/\sqrt{B}</math></b>	<b>1.1</b>	<b>0.87</b>	<b>0.55</b>

$- S \sim 4 / \text{fb}^{-1}$   
 $- S/B \sim 10\%$



# Le Canal $ZH \rightarrow \nu\bar{\nu} b\bar{b}$

## Caractéristiques

Pre-sélection:

- High  $mE_T$  + 2 jets b-taggs

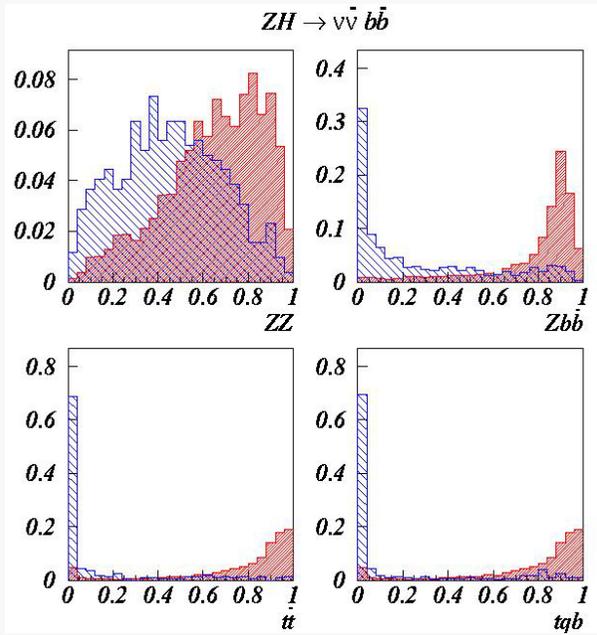
Variables discriminantes:

- $E_T^b$  et  $mE_T$
- $M_{bb}$  ( $=m_H \pm 2\sigma_m$ )
- Total jet energie  $H_T$
- Sphéricité , Centralité
- $\Delta\Phi(mE_T, jet) > 0.5$

Fonds dominants:

- QCD bb, Zbb, tt

From Data only !!



## Performances attendues

Paramètres-clef:

- b-tagging &  $\sigma_M/M$  resolution ( $\sim 10\%$ )
- Reliable estimates for QCD bb+m $E_T$  & Zbb

1 fb<sup>-1</sup>

	$m_H$ GeV	110	120	130
	<b>Signal</b>	2.7	1.7	0.9
<b>Cuts</b>	$\varepsilon \times \text{BR}$	2.1%	1.7%	1.2%
	$S/\sqrt{B}$	0.84	0.59	0.38
<b>NNet</b>	<b><math>S/\sqrt{B}</math></b>	<b>0.90</b>	<b>0.73</b>	<b>0.53</b>

S ~ 2 evts / fb<sup>-1</sup>  
S/B ~ 15%  
 $M_H$  distribution

# Le canal $ZH \rightarrow l^+l^-b\bar{b}$

## Caractéristiques

Pre-sélection:

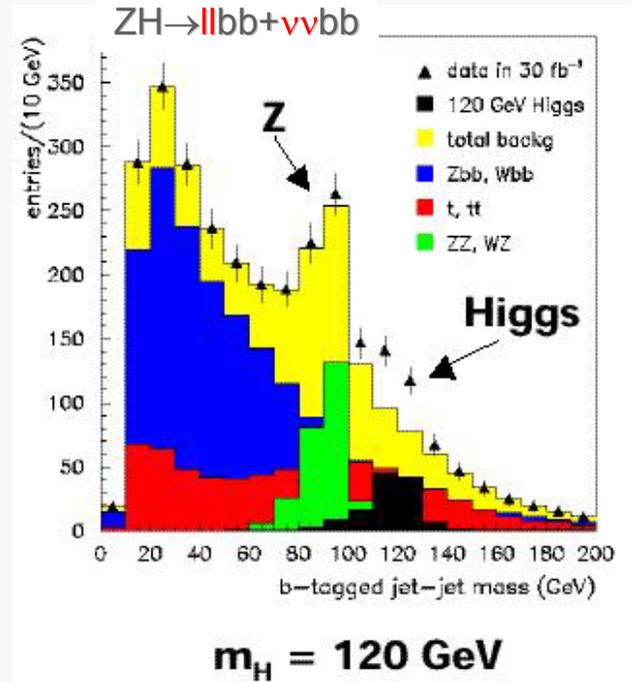
- 2 high  $p_T$  lepton
- 2 jets b-taggués

Variables discriminantes:

- Energies  $E_t^b, E_T^l$
- $M(l\bar{l})$  &  $M(b\bar{b})$
- Energie totale Jets  $H_T$
- $\Delta R(l,b)$

Fonds dominants:

- $ZZ, Zbb, Wbb$



## Performances attendues

Paramètres-clef:

- b-tag et résolution  $\sigma_M/M$  ( $\sim 10\%$ )
- Détermination précise de  $Zbb$

1 fb <sup>-1</sup>		$m_H$ GeV	110	120	130
Cuts	Signal		0.9	0.6	0.4
	$S/\sqrt{B}$		0.5	0.4	0.3
NNet	$S/\sqrt{B}$		0.6	0.5	0.4



$S \sim 0.5 / \text{fb}^{-1}$   
 $S/B \sim 30\text{-}45\%$   
 $M_H$  distribution

# Le canal $H \rightarrow W^*W^* \rightarrow l^+ l^- \nu \bar{\nu}$

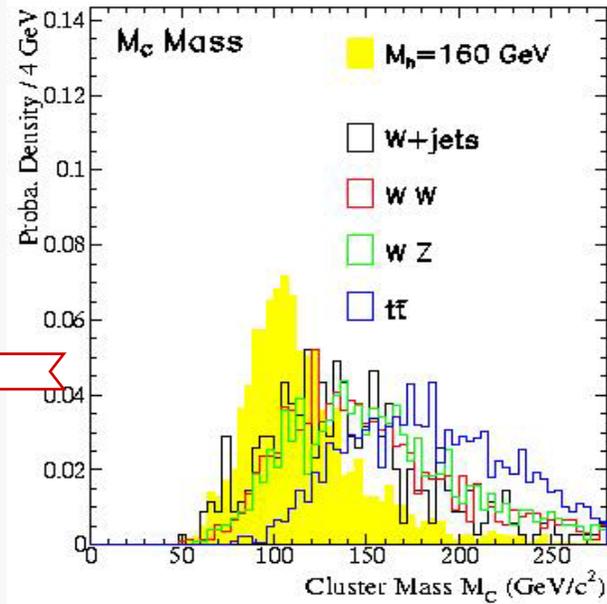
## Caractéristiques

Variables discriminantes:

- 2 high  $p_T$  lepton, high  $\cancel{E}_T$
- Spin correlation  $h \rightarrow WW^*$   
 $\Phi(\text{ll}), \theta(\text{ll})$
- $M_T(\text{ll} \cancel{E}_T), p_T(\text{ll})$  (vs  $\tau^+\tau^-$ )
- Cluster Mass: (vs WW)  
 $M_C = \sqrt{p_T^2(\text{ll}) + M_T^2(\text{ll})} + \cancel{E}_T$

Fonds dominants:

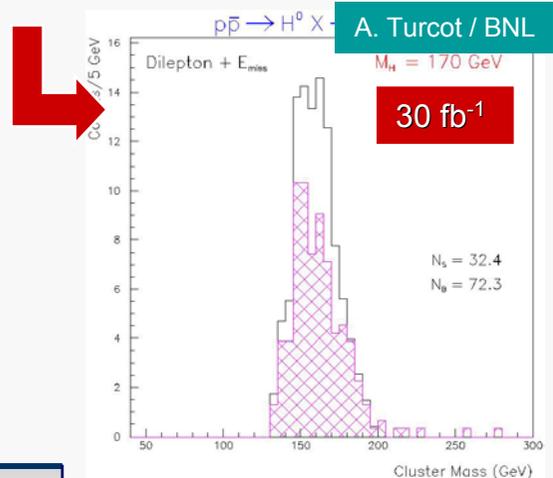
- $W^+W^- \rightarrow l^+l^- \nu \bar{\nu}$
- W+fake,  $t\bar{t} \rightarrow l^+l^- \nu \bar{\nu} b\bar{b}$



## Performances attendues

Paramètres-clef:

- Mesure de WW, W+jets
- Experience de comptage !



$1 \text{ fb}^{-1}$	150	160	170	180
<b>Signal</b>	2.8	1.5	1.1	1.0
<b>S/B(%)</b>	10%	34%	45%	25%
<b>S/<math>\sqrt{B}</math></b>	0.5	0.7	0.7	0.5

$S \sim 1-3 / \text{fb}^{-1}$   
 $S/B \sim 10-45\%$

# Le canal: $pp \rightarrow tt H \rightarrow WbWb bb$

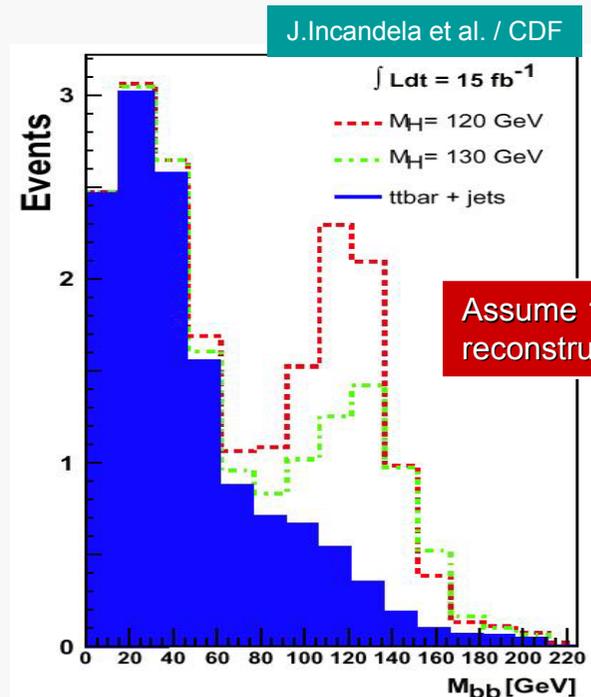
## Caractéristiques

Variables discriminantes:

- $\geq 1$  lepton haut  $p_T + mE_T$
- 4 high  $E_T$  jets + 2 jets  
→ reconstruit  $tt$
- 3 b-tags (vs  $tt$ +jets)
- $M_{bb}$  une fois  $tt$  reco !

Fonds dominants:

Backgrounds	$\sigma \times BR$ [fb]
$tt+jj$ ( $\Delta R_{jj} > 0.4$ )	1030
$tt+bb$	27
$tt+Z(bb)$	1.5
$W(l\nu)Z(bb)+jj$	10.4



## Performances attendues

Paramètres-clef:

- btagging & mistag:  $\epsilon_b \sim 60\%$   $\epsilon_c \sim 25\%$   $\epsilon_{uds} \sim 0.5\%$
- Efficacité d'identification des produits de désint. des top
- Ajouter le canal  $H \rightarrow WW^*$  ?
- Reliable NLO calculations

See S. Dittmaier, L. Reina



$S \sim 0.5 / \text{fb}^{-1}$   
 $S/B \sim 50\%$

# MSSM Higgs: $p\bar{p} \rightarrow b\bar{b}\varphi \rightarrow b\bar{b}b\bar{b}$ ( $\varphi = h, H, A$ )

## Caractéristiques

Variables discriminantes:

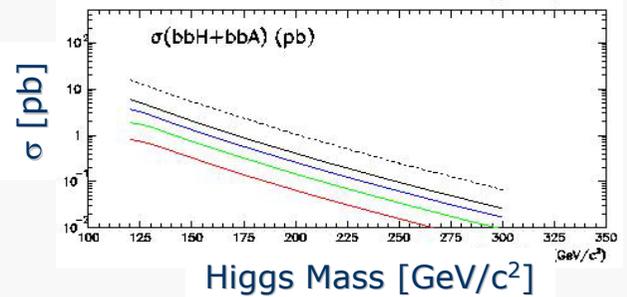
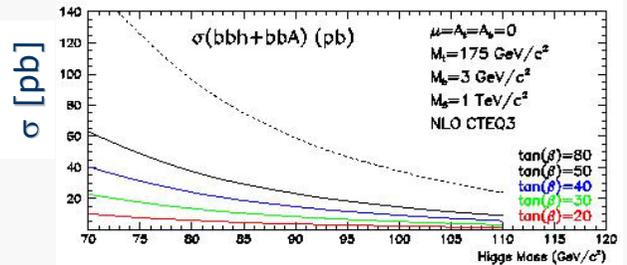
- 4 b-jets: ( $\geq 3$  b-tags)
- $E_T(j)$  cuts as  $f(m_\varphi)$
- Topologie &  $\Delta\Phi(bb)$

Fonds dominants

- QCD (bb/cc), Z/Wjj, tt

Fonds	$\sigma \times \text{BR}$ [pb]
qq,gg $\rightarrow$ bbbb	2.40
pp $\rightarrow$ Zbb	0.49
pp $\rightarrow$ W(jj)bb	2.11
pp $\rightarrow$ bbjj	1610.8

$\sigma(\text{bbH}+\text{bbA})$  [pb]

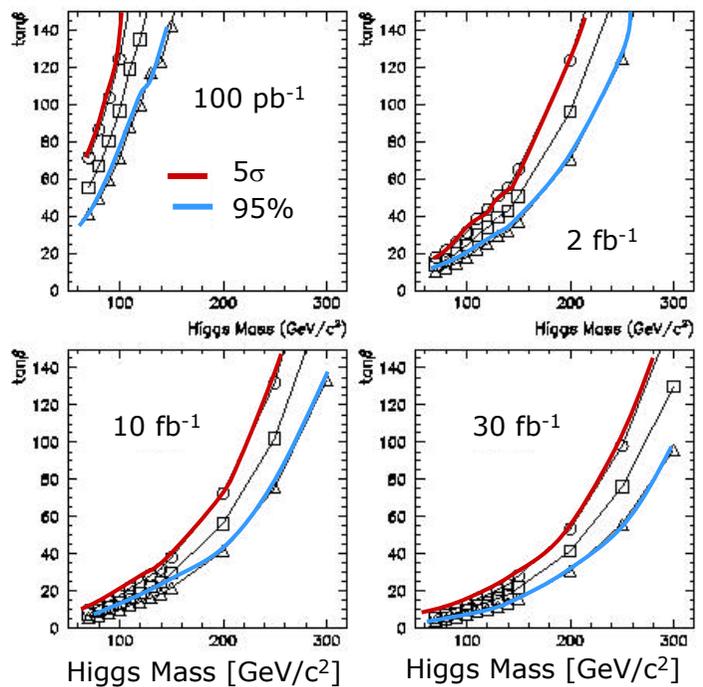


## Expected Performance

Paramètres-clef:

- b-tag
- Résolution  $\sigma_M/M$
- Fonds 4-jets

- Sensibilité à  $M_A$   
 125GeV avec  $2\text{fb}^{-1}$   
 - Contraintes dans  
 le plan  $(m_A, \tan\beta)$



# Higgs SUSY: $t^+ \rightarrow H^+ b$

## Analyse:

Sélection de paires t-tbar

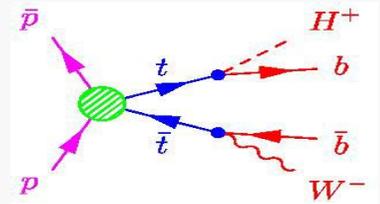
- $BR(t \rightarrow bH^\pm) \sim BR(t \rightarrow Wb)$  (MS)
- pour grand et petit  $\tan\beta$

Désintégrations du  $H^\pm$ :

- $H^\pm \rightarrow \tau\nu, cs$
- $H^\pm \rightarrow t^*b \rightarrow Wbb$

Statistique t-tbar / expérience ( $2 \text{ fb}^{-1}$ ):

- $\sim 3,800 \text{ tt} \rightarrow WbWb \rightarrow blvbjj$
- $\sim 200 \text{ tt} \rightarrow WbWb \rightarrow blvblv$



## Recherche directe

Extension de l'analyse CDF run I

- $H^\pm \rightarrow \tau\nu$  in t-tbar
- ⇒ Accès aux grands  $\tan\beta$
- $H^\pm \rightarrow cs$  ?
- ⇒ Accessible si  $m_{H^\pm} > m_W$

## Recherche indirecte

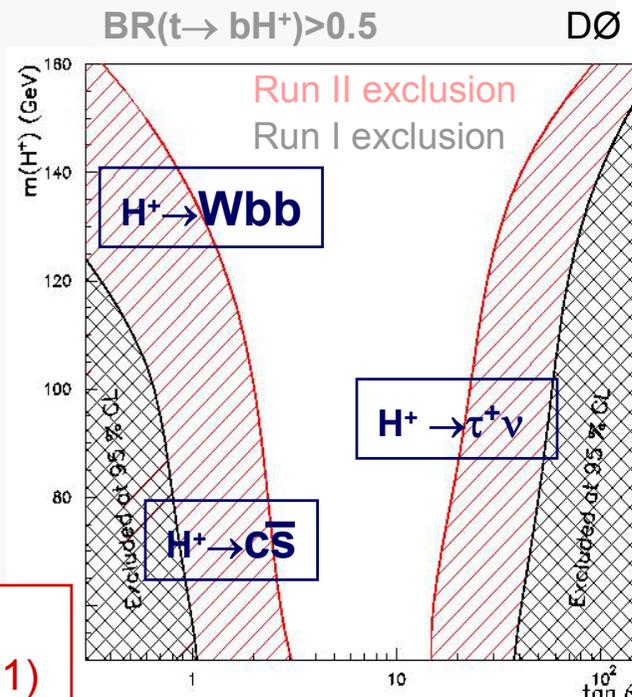
Efficacité de sélection t-tbar

- petite pour  $H^\pm \rightarrow \tau\nu, cs$  !
- Mesure du déficit de  $\sigma(t\text{-tbar})$



$S \sim$  dépend de  $\tan\beta$   
 $BR(t \rightarrow bH^\pm) \sim 0.5-0.9$  ( $\tan\beta \gg 1$ )  
 Exclusion importante au run II

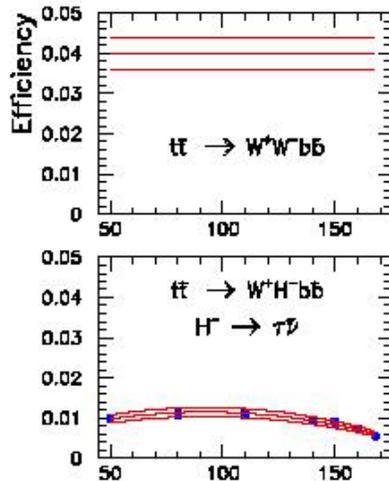
D. Chakraborty/DØ



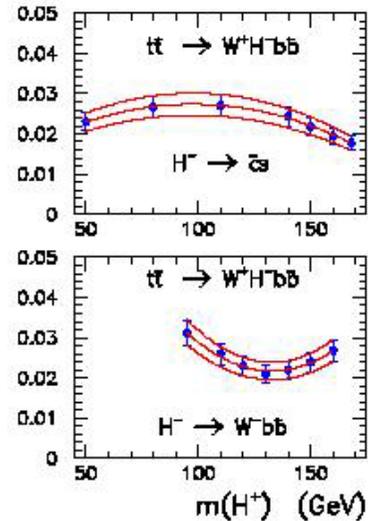
# Higgs Chargés: $p\bar{p} \rightarrow t\bar{t}$ avec $t \rightarrow H^+ b$

$$t\bar{t} \rightarrow W^+ H^- b\bar{b}$$

- $\rightarrow c\bar{s}$
- $\rightarrow \tau^- \nu$
- $\rightarrow W^- b\bar{b}$

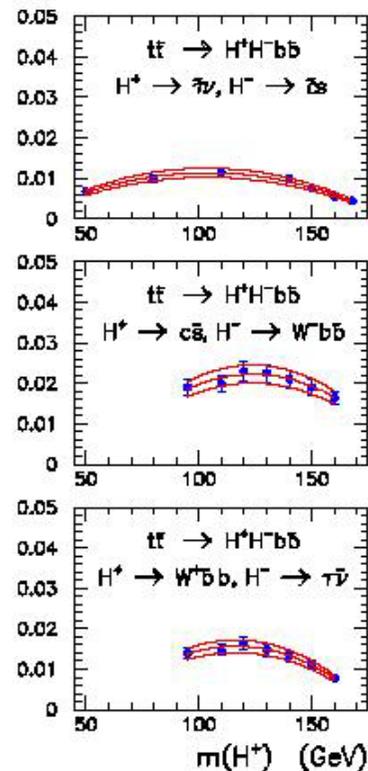
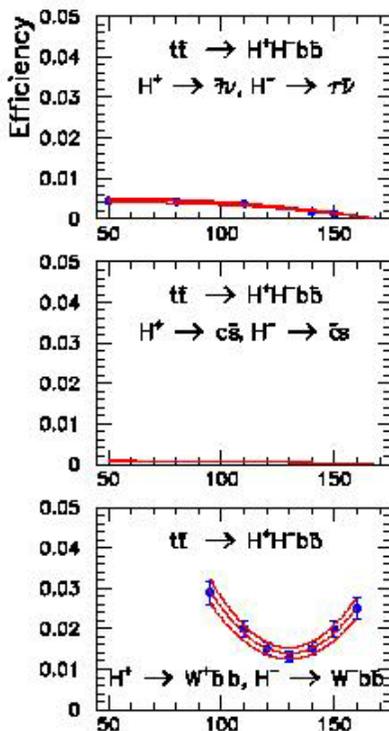


D. Chakraborty/DØ



$$t\bar{t} \rightarrow H^+ H^- b\bar{b}$$

- $\rightarrow c\bar{s} \bar{c}s$
- $\rightarrow \tau^- \bar{\nu} \tau^+ \nu$
- $\rightarrow W b\bar{b} W b\bar{b}$
- $\rightarrow W b\bar{b} \tau \nu$
- $\rightarrow W b\bar{b} c\bar{s}$
- $\rightarrow \tau \nu c\bar{s}$

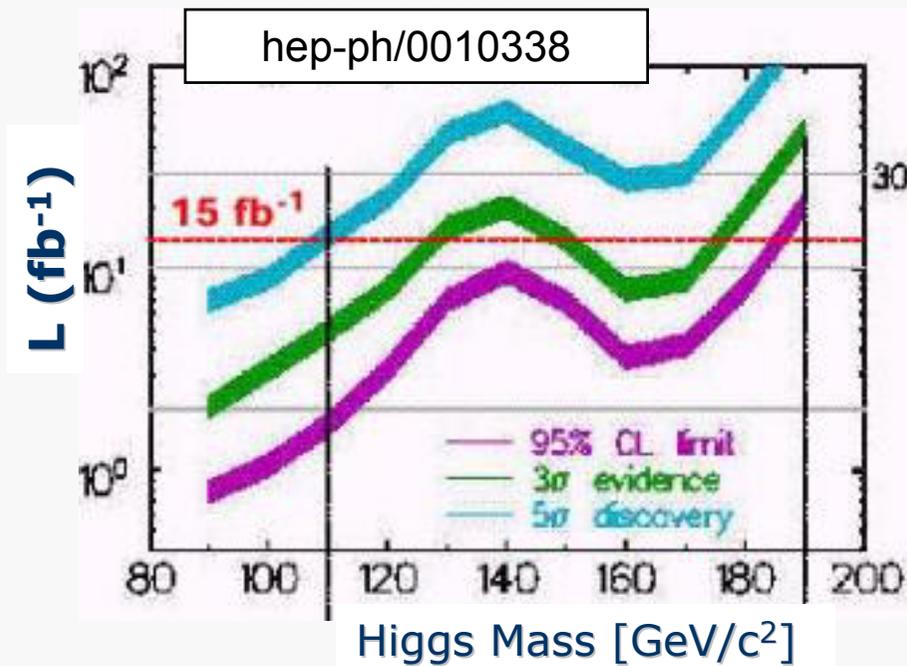


# Conclusion & Perspectives

## Neutral (SM) Higgs

Needed luminosity to get 95% exclusion / discovery:

- Assuming 10%  $M_{bb}$  resolution, NNet analysis for  $H \rightarrow bb$
- Bands represent 30% effect in  $M_{bb}$ ,  $\epsilon_b$ , backgds



## New Channel: $t\bar{t}H$

- looks promising : ~15% reduction in luminosity threshold for discovery at 120 GeV

## MSSM Higgses

- Accessible with 4 b's final states and Charged Higgs

Still a lot of work ahead of us. Progress needed:

- on  $M_{bb}$  resolution (energy flow)
- on b-tagging & trigger
- on theoretical calculation (bckgd)

...But data are flowing in...and could bring surprises



# ....What about $m_H = 115$ GeV ?

## If Higgs is indeed here:

- Signal Evidence requires
  - $\sim 5 \text{ fb}^{-1}$  with 3 standard evidence (2004-5)
- Expected number of events
  - per experiment with  $15 \text{ fb}^{-1}$  (2007)

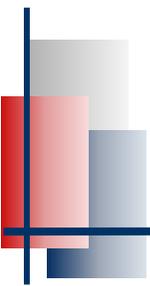
J.Womersley. / DØ

<i>Mode</i>	<i>Signal</i>	<i>Background</i>	<i>S/<math>\sqrt{B}</math></i>
<i>lvbb</i>	92	450	4.3
<i>vvbb</i>	90	880	3.0
<i>llbb</i>	10	44	1.5

- If we do see something, we need to measure:
  - its Mass
  - Its production cross-section
  - Can we see  $H \rightarrow \tau\tau$  (BR  $\sim 8\%$ ) ?
  - Can we see  $H \rightarrow W^*W^*$  (BR  $\sim 5\%$ ) ?

## If Higgs is not here:

- we can exclude a  $m_H = 115$  GeV Higgs
  - at 95% CL with  $2 \text{ fb}^{-1}$  (2003)



# Recherche Indirecte du Higgs

---

# Paramètres fondamentaux dans le MS

## Les paramètres fondamentaux du MS

Choix des paramètres les mieux connus expérimentalement  
Prédictions à partir de:

Paramètre	Désignation	
$G_\mu$	Constante de Fermi	
$\alpha(0)$	Constante structure fine	Ordre 0
$M_Z$	Masse du boson Z	de la théorie
$m_f$	Masses des fermions (x6)	Corrections radiatives
$m_H$	Masse du Higgs	

## Les corrections radiatives

Formalisme des "couplages effectifs" (LEP+SLC)

$$\alpha_{em}(s), \quad \rho (\equiv m_W^2/m_Z^2 \cos^2\theta_W), \quad \sin^2\theta_W^{eff}(g_V, g_A)$$

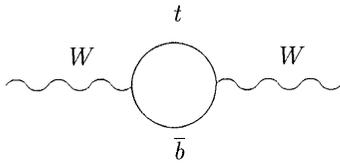
Définition	Dépendance en $m_t$ et $m_H$
$\rho$	
$\sin^2\theta_W^{eff} \equiv 1/4(1-g_V^I/g_A^I)$	$g_A^I = -1/2 \sqrt{1-\Delta\rho}$ $g_V^I = g_A^I(1-4 \sin^2\theta_W^{eff})$

# Contraintes sur $m_H$ provenant de $m_W$ et $m_t$

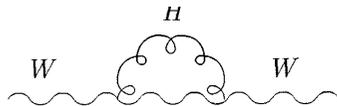
## Contraintes provenant de $m_W$ et $m_t$

La masse du W s'écrit en  $f(m_t, m_H)$

$$m_W \rightarrow m_W + \Delta m_W$$



$$\Delta m_W \propto m_t^2/m_W^2$$



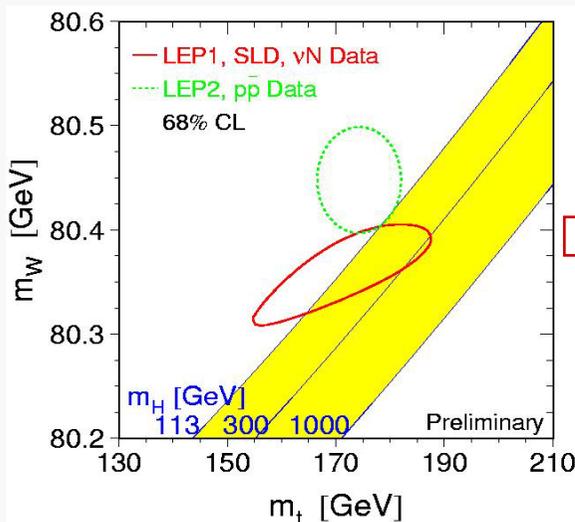
$$\Delta m_W \propto \ln(m_H^2/m_W^2)$$

⇒ Mesures de  $m_t$  et  $m_W$  contraignent  $m_H$

## Mesures existantes avant le Run II

Contraintes indirectes LEP (contour)

Mesures directes LEP2+TeVatron run I



### Conclusions:

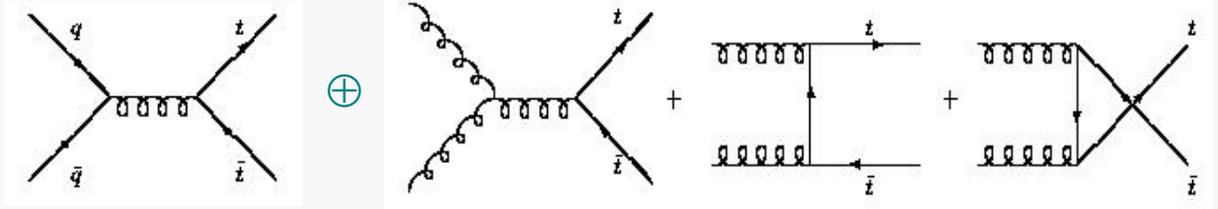
- $m_H > 114$  GeV
- $m_H$  léger favorisé
- \*\*\*si\*\*\*:
- compatibilité des mesures entre elles pour  $m_W$  et  $\sin^2\theta_W^{\text{eff}}$  est avérée !!



# Production du Quark Top au TeVatron

## Production de paires de quarks Top

annihilation de quarks  $\oplus$  fusion de gluons



Section efficace de production:

	$E_{CM}=1.8 \text{ TeV}$	$E_{CM}=2.0 \text{ TeV}$
$\sigma(tt)$	5.5 pb	7.5 pb
Etat initial qq	90%	85%
Etat initial gg	10%	15%

## Désintégrations du Quark Top

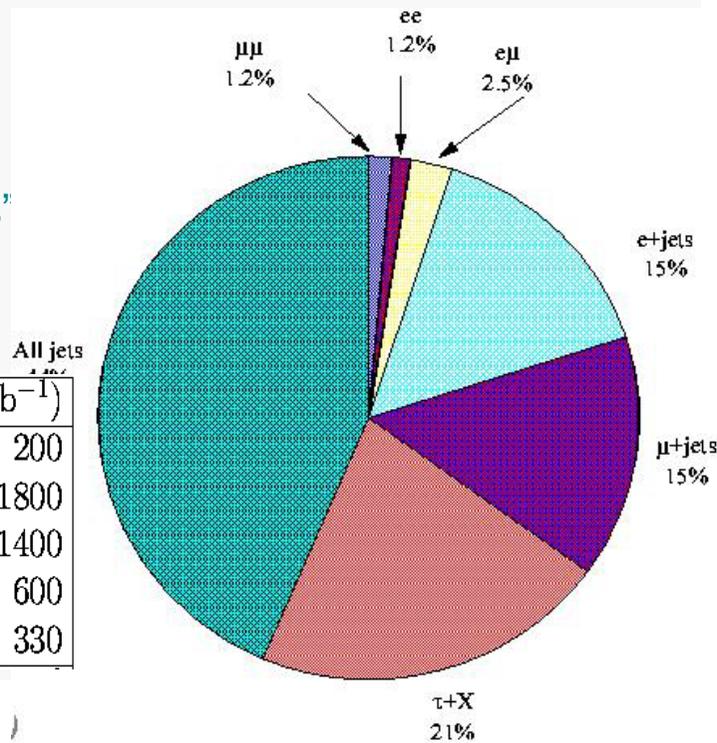
Classification états finaux:

$bjj+blv \Rightarrow$  "jets + leptons"

$blv+blv \Rightarrow$  "di-leptons"

$bjj+bjj \Rightarrow$  "all-jets"

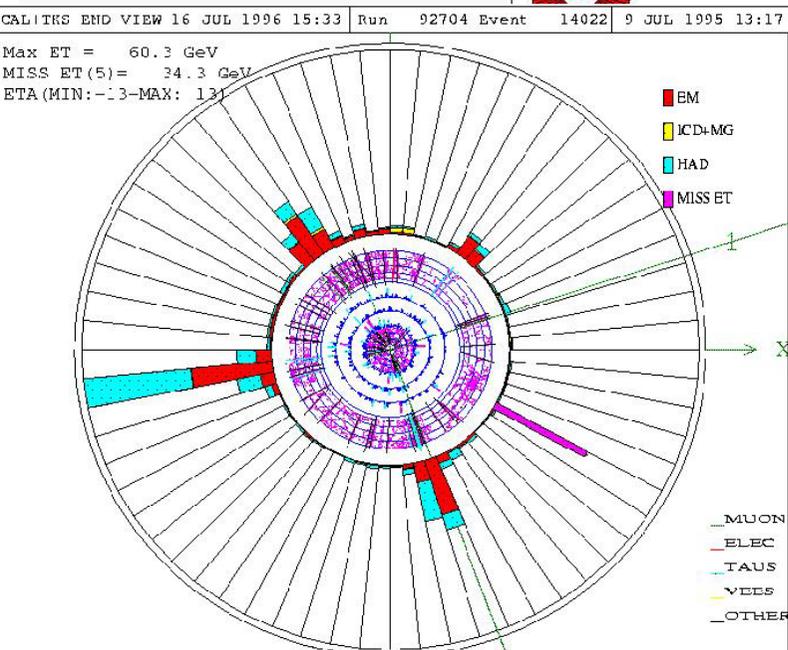
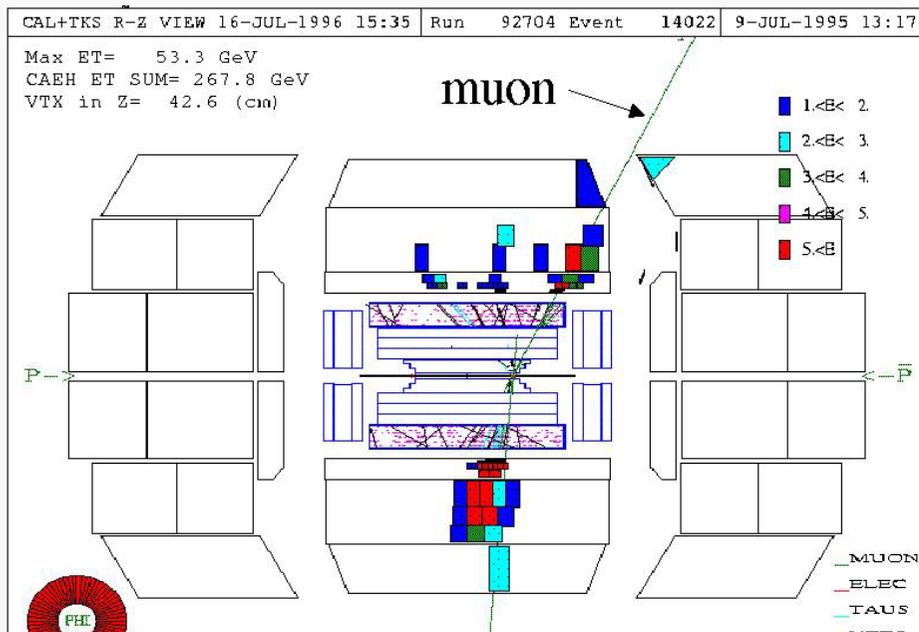
Processus	Canal	Run II ( $2 \text{ fb}^{-1}$ )
$t\bar{t} + X$	di-lepton	200
	$l+\geq 4$ jets	1800
	$l+\geq 4$ jets/b-tag	1400
	$l+\geq 4$ jets/b-b tag	600
$t + X$		330



# Un événement t-tbar (Run I)

## Etiquetage du b par "lepton mou"

- Etiquetage- $\mu$  avec  $\varepsilon_b^\mu \sim 10\%$  / jet
  - Etiquetage avec e : PS+Calorimetre+CFT
- $\Rightarrow$  ttbar (b-lepton)  $\varepsilon_b^l \sim 20\%$



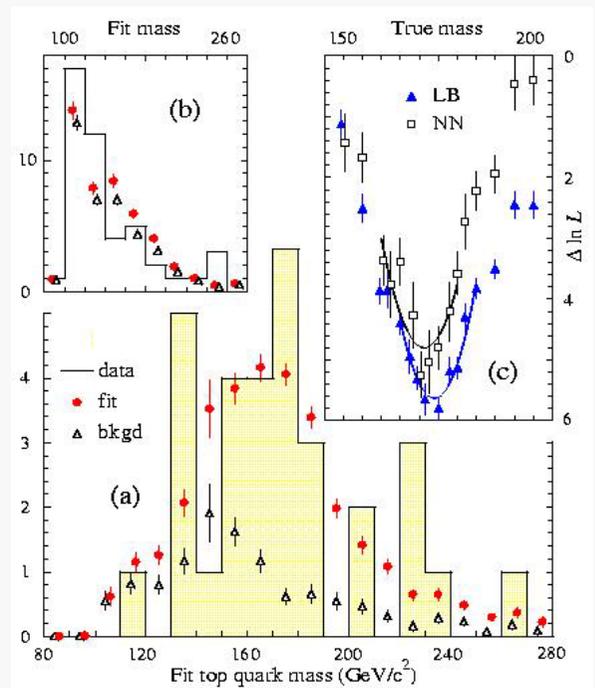
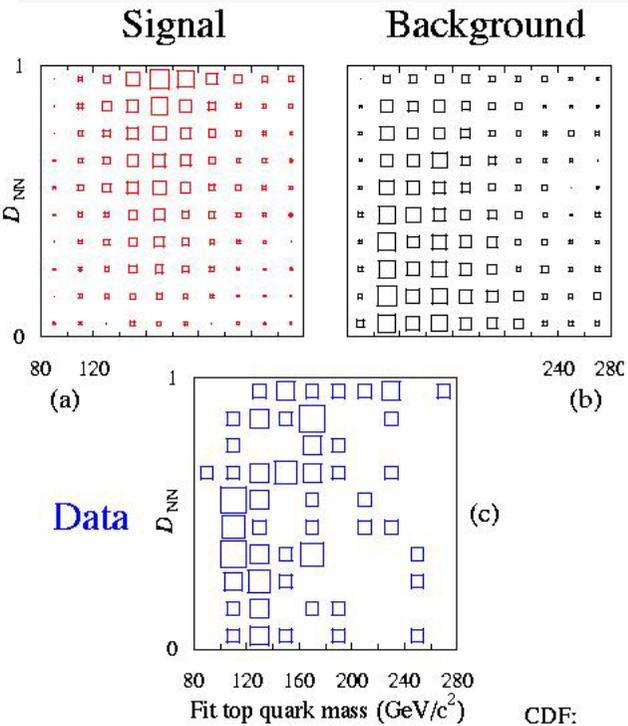
# Masse du Top: "lepton+jets"

## Détermination de la Masse: [Abott et al., hep-ex/9801025]

Ajustement likelihood  $L(m_t) = D / 1+D$  dans le plan  $(m_t, D)$

91 événements (7 b-tags)

$$m_t = 173 \pm 5.6(\text{stat}) \pm 5.4(\text{syst}) \text{ GeV}/c^2$$



### Incertitudes principales:

- Echelle d'énergie
- Combinatoire + gluon
  - 12 (pas btag)
  - 6 (1 b-tag)

### Systématiques

### Erreur

échelle d'énergie Jet	4.0 GeV
Fond W+jets	2.5 GeV
tt QCD radiation	1.9 GeV
Bruit & int. multiple	1.3 GeV
MC statistique	0.9 GeV
Fit Likelihood	1.0 GeV
<b>TOTAL</b>	<b>5.5 GeV</b>

# Masse du Top au Run II

## Perspectives au Run II

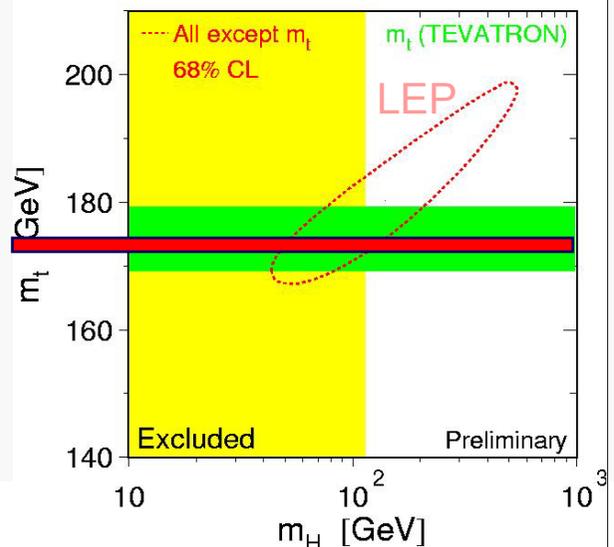
Capacite de sélections accrues:

- Calibration des jets  $p_T$  utilisant les data:  
Z+jets ,  $\gamma$ +jets,  $W \rightarrow \text{jet jet}$ ,  $Z \rightarrow b\bar{b}$
- Contraintes simulations par data
- Meilleure identification des  $e/\mu$
- Meilleure systématique avec double-étiquetage du b

Prévisions des erreurs systématiques:

Incertitudes	Run I	Run II (2 fb <sup>-1</sup> )
<b>Statistiques</b>	<b>5.6 GeV</b>	<b>1.3 GeV</b>
<b>Energie Jet</b>	<b>4.0 GeV</b>	<b>2.2 GeV</b>
<b>Generateur Fond</b>	<b>2.5 GeV</b>	<b>0.7 GeV</b>
<b>Generateur Signal</b>	<b>1.9 GeV</b>	<b>0.4 GeV</b>
<b>Fit Likelihood</b>	<b>1.1 GeV</b>	<b>0.3 GeV</b>
<b>Total syst.</b>	<b>5.5 GeV</b>	<b>2.3 GeV</b>
<b>TOTAL</b>	<b>7.8 GeV</b>	<b>2.7 GeV</b>

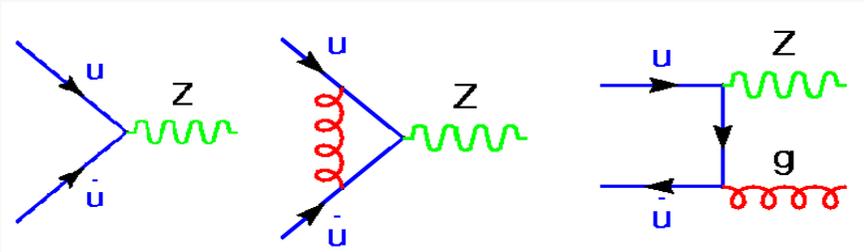
Incertitude attendue sur  $m_t$ :  
 [2 fb<sup>-1</sup>] :  $\Delta m_t = 3 \text{ GeV}/c^2$   
 [15 fb<sup>-1</sup>] :  $\Delta m_t = 1.5 \text{ GeV}/c^2$



# Production des bosons W/Z au TeVatron

## Production des bosons

Graphes (Z):



Sections efficaces élevées:

$$\sigma(pp \rightarrow W+X) \sim 7 \text{ nb}$$

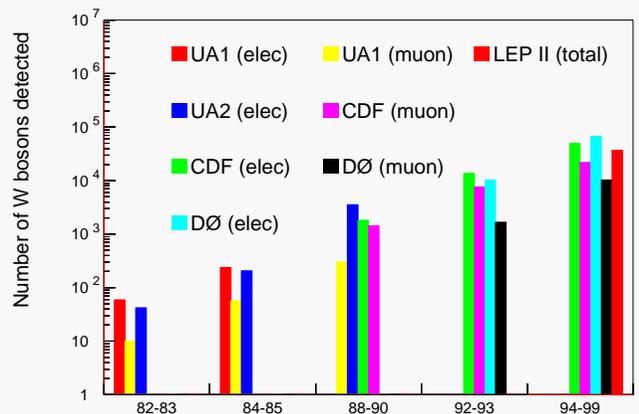
$$\sigma(pp \rightarrow Z+X) \sim 0.2 \text{ nb}$$

Modes utilisés au Run II:

$$W \rightarrow e\nu, \mu\nu (\sim 11\%)$$

$$Z \rightarrow ee, \mu\mu (\sim 3\%)$$

$$Z \rightarrow bb (\sim 15\%)$$



Years of Collider Runs (SPS, Tevatron and LEP II)

Stat	$W/Z + X$	$W \rightarrow e\nu$	$1.6 \times 10^6$
		$Z \rightarrow ee$	$160 \times 10^3$
	$W\gamma, Z\gamma$		1000
	$WW, WZ, ZZ$	$\geq 2$ leptons	150

# Masse du boson W au Run I

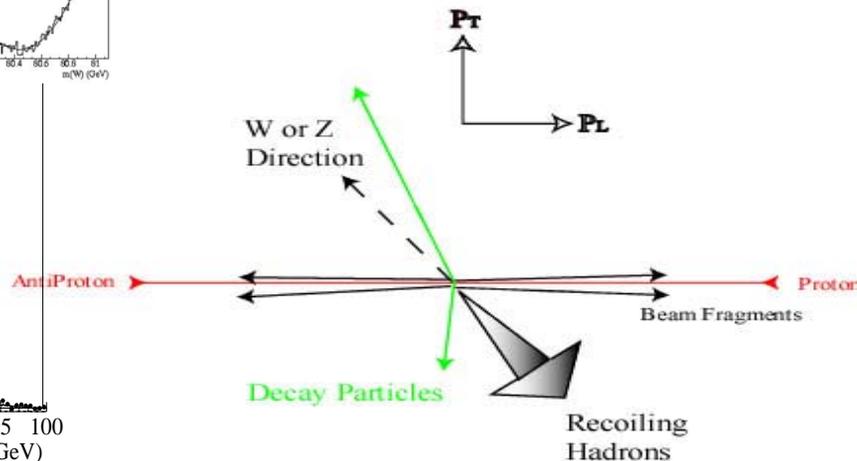
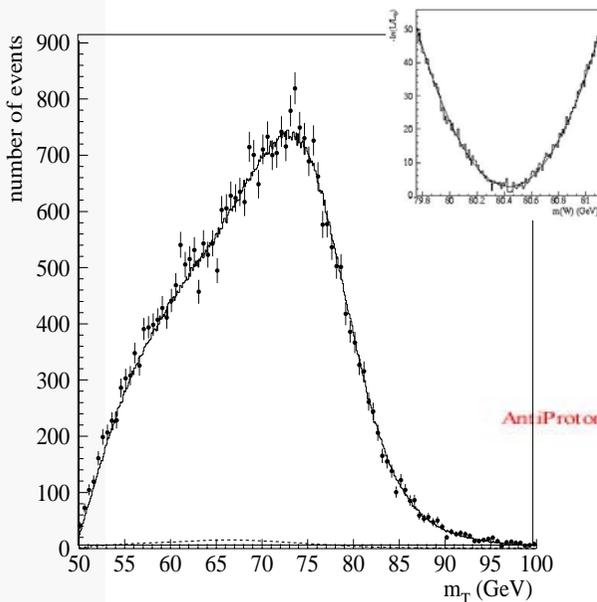
## Mesures à partir de la Masse transverse

Définition:

$$M_T^W = \sqrt{2 P_T^e P_T^{\nu} (1 - \cos\Delta\phi)}$$

Résultats DØ:

$$m_W = 80.48 \pm 0.09 \text{ GeV}/c^2$$



Incertitudes dominantes:

Incertitudes	Run I
Statistiques	65 MeV
Energie Jet	75 MeV
Resolution Detecteur	25 MeV
PDF's	15 MeV
$P_T(W)$	15 MeV
Recul (Modèle)	37 MeV
<b>TOTAL</b>	<b>92 MeV</b>

# Masse du boson W au Run II

## Perspectives au Run II

Réduction des incertitudes

Statistiques:

- Diminue à  $<20$  MeV (mais limité par # int./croisement)

Résolution & réponse du détecteur:

- Taille des échantillons de calibration (Z, J/Ψ, Y)

Modèle de production Monte Carlo:

- Contrainte des fonctions de structure partoniques (pdf)
- Contrainte sur la production de W, Z visible (spectre  $p_T^{W/Z}$ )

Autres options pour la mesure de  $m_W$

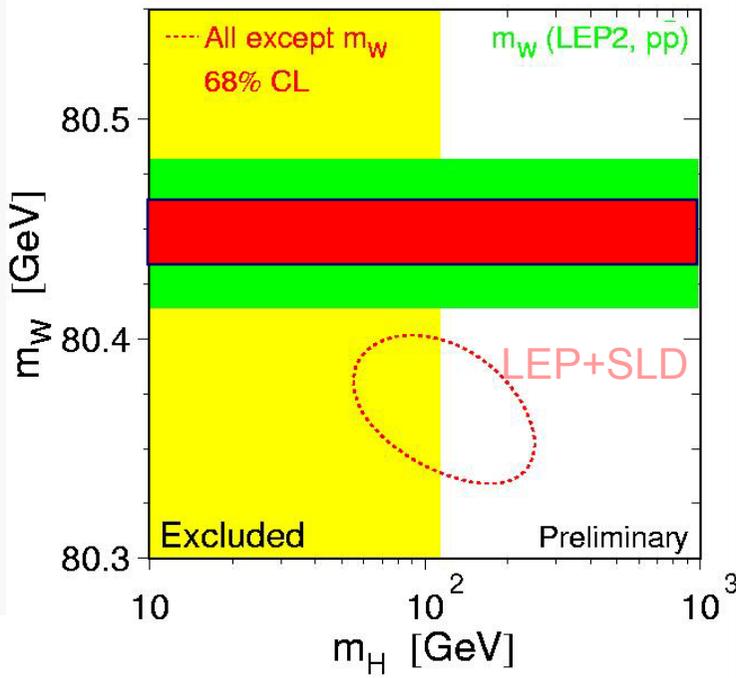
- Masse a partir du spectre en  $p_T$  de l'électron (sensible à  $p_T^W$ )
- mesure du rapport  $M_T^W / M_T^Z$  (utilise LEP, sensible à l'acceptance du neutrino)

Résultats attendus:

Incertitudes attendues:

$[2 \text{ fb}^{-1}] : \Delta m_W = 40 \text{ MeV}/c^2$

$[15 \text{ fb}^{-1}] : \Delta m_W = 15 \text{ MeV}/c^2$

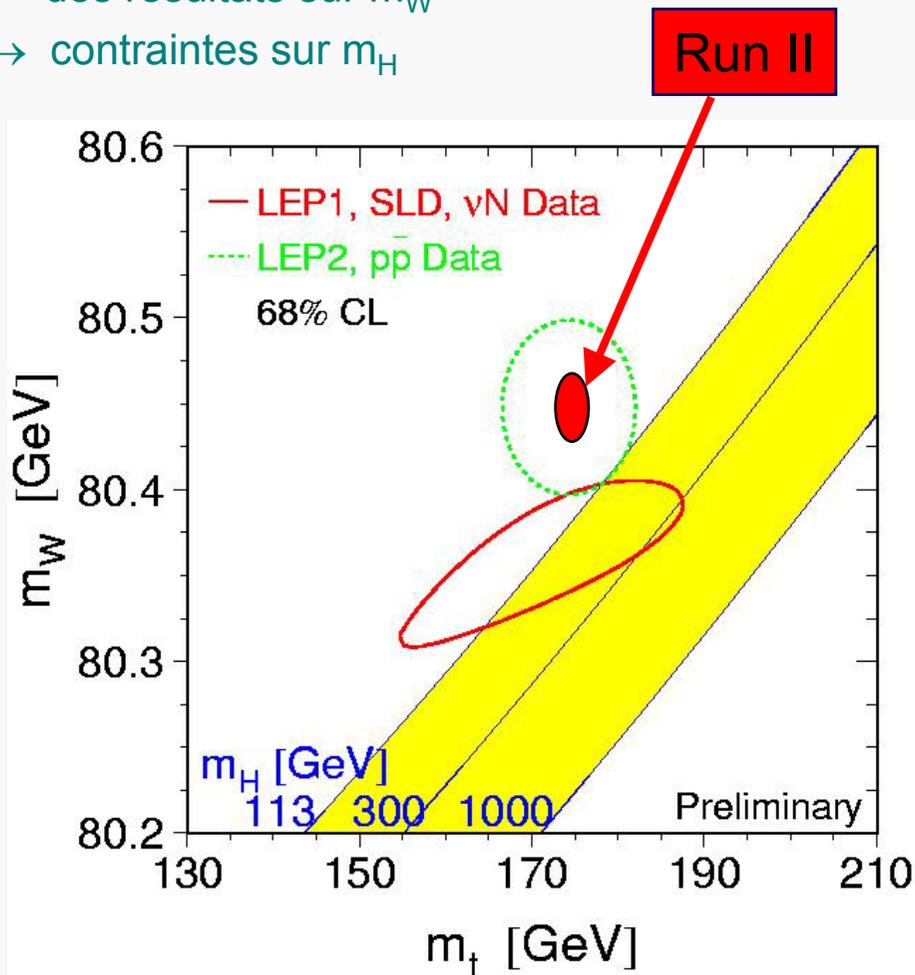


# Contraintes indirectes sur $m_H$

## Résultats attendus

Mesures des masses  $m_t, m_W$  au TeVatron

- vérification de la cohérence des résultats sur  $m_W$
- contraintes sur  $m_H$



# Conclusions

Le TeVatron Run II semble, en premier lieu, adapté aux mesures de précision ( $m_W$ ,  $m_t$ , etc..) à la physique du B (Bs) et SUSY...

## ...cependant...

les mesures indirectes semblent favoriser un Higgs léger

les mesures directes de LEP-2 → possibilité de signal  $m_H \sim 115 \text{ GeV}/c^2$

## ...le TeVatron peut alors apporter des réponses:

grâce à l'amélioration du collisionneur

- accroissement de la luminosité (inst.) →  $15 \text{ fb}^{-1}$  d'ici 2007

grâce à des améliorations significatives des 2 détecteurs

- nouveaux détecteurs de traces ( vertex du b )
- nouveaux détecteurs pied-de gerbe (identification des leptons)
- amélioration des capacités d'identification des muons
- électronique + rapide et déclenchement pour large bande passante

## La recherche du Higgs au TeVatron:

Recherche directe sur la gamme  $115 < m_H < 180 \text{ GeV}$ :

Exclusion à 95% d'un Higgs avec  $4 \text{ fb}^{-1} / \text{exp.}$  (2003)

- $m_H < 125 \text{ GeV}$  et  $155 < m_H < 175 \text{ GeV}$

Evidence à  $3\sigma$  avec  $20 \text{ fb}^{-1} / \text{exp.}$

- $m_H < 180 \text{ GeV}$

Recherche indirecte:

- mesures de précision sur  $m_t$ ,  $m_W$
- mesures des asymétries  $A_{\text{FB}}(Z)$  au TeVatron  $\Rightarrow \sin^2\theta_W^{\text{eff}}$