



La Physique Electrofaible à DØ au Run II

Arnaud Lucotte
ISN Grenoble

1. Introduction
 - Le Run II : motivations et caractéristiques
2. L'upgrade de DØ
 - Les nouveaux détecteurs de Traces
 - Les détecteurs à pied de gerbe
 - Performances
3. La Physique électrofaible au run II
 - Physique du quark Top
 - Physique des bosons W/Z
4. Conclusion

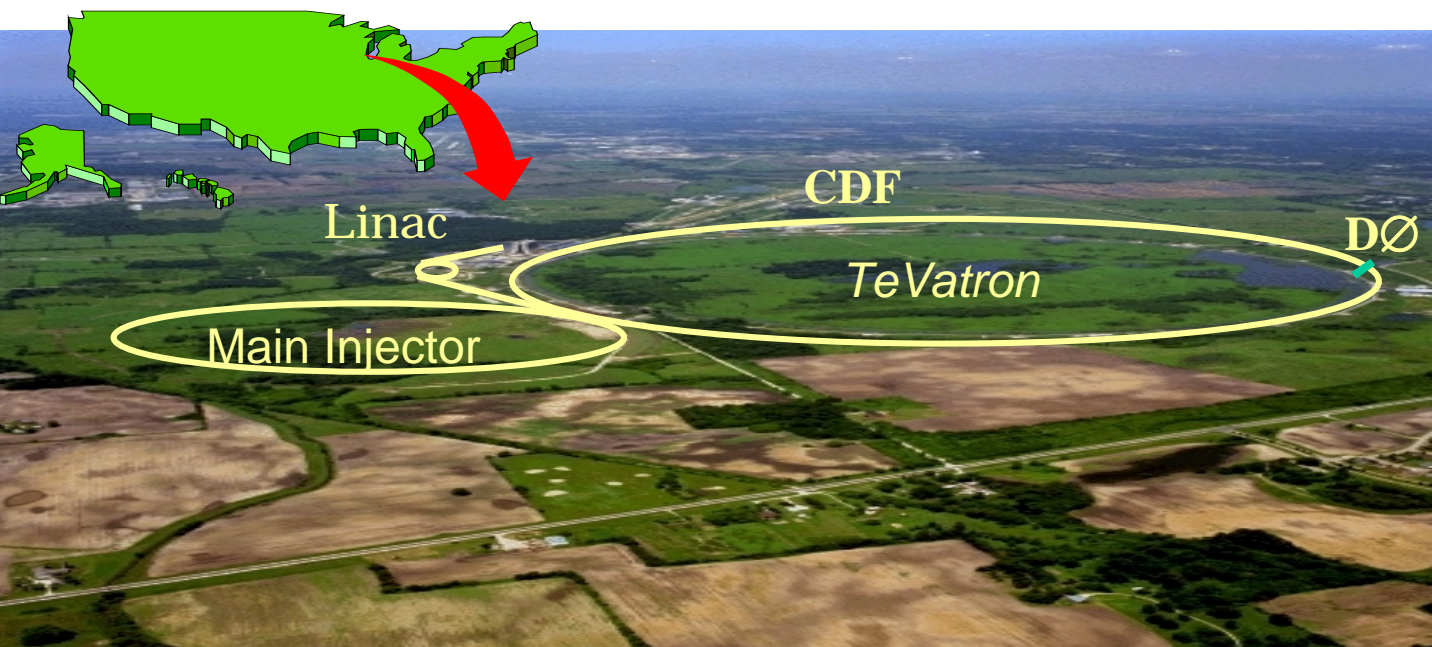
1. Introduction



L'upgrade du TeVatron

Upgrade du collisionneur à Fermilab

- Amélioration du Linac
- Installation du Main Injector: synchrotron/accél. de 120-150GeV
- Installation du Recycleur (MI): refroidissement/stockage/recyclage des anti-protons



Caractéristiques de fonctionnement

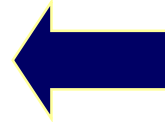
	Run Ib	Run IIa	Run IIa	Run IIb
Structure / Paquets	6x6	36x36	140x108	140x108
Lum. ($\times 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0.16	0.86	2.1	5.2
Lum. Intégrée (fb^{-1})			2	10 ?
Energie cdm (GeV)	1,800	2,000	2,000	2,000
Tps entre paquets (ns)	3500	396	132	132
Interactions / croisemt	2.6	2.3	1.9	4.8



Motivations physiques du Run II

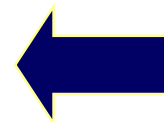
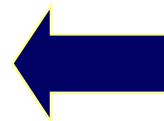
Test de précision du Modèle Standard:

- Propriétés du quark Top
 - Mesure de masse, $BR(t \rightarrow Wb)$, $\sigma(t\bar{t})$...
 - Propriétés des bosons W/Z:
 - Mesure de $Z \rightarrow b\bar{b}$, m_W , $\Gamma_W \sin^2\theta_W$
- importance pour contraintes sur la masse du Higgs



Physique du B

- Mesure d'oscillations du B_s
 - détermination de $\Delta m_s / \Delta m_d$
 - seule machine avant le LHC
- Mesure de la violation CP dans $B_d^0 - \bar{B}_d^0$
 - détermination de $\sin 2\beta$
- Spectroscopie, masses, tps de vie des mésons B
- Désintégration rares du B
- Test de QCD –production de $b\bar{b}$



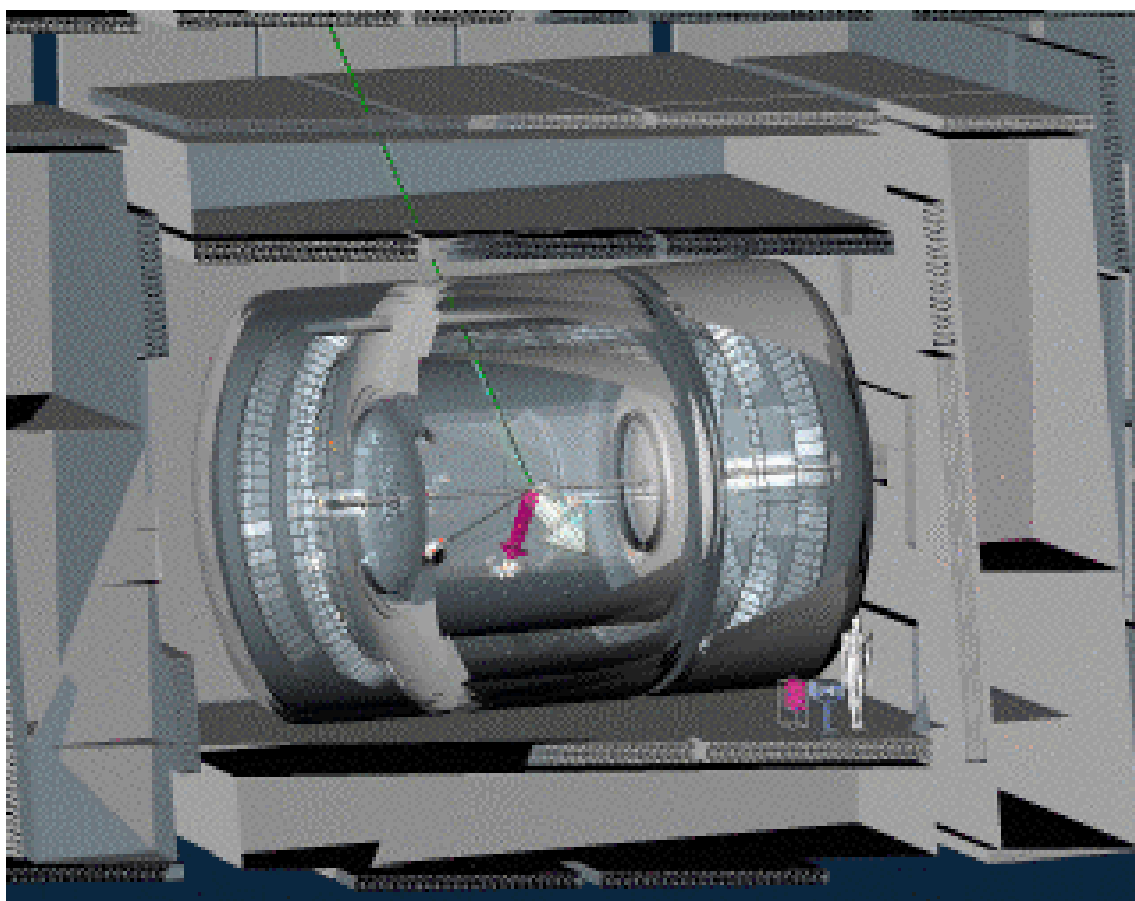
Recherche directe de Higgs (run II étendu)

- Higgs de basse masse $H \rightarrow b\bar{b}$ ($m_H < 130 \text{ GeV}/c^2$)
- Higgs de haute masse $H \rightarrow WW^*$ ($m_H < 180 \text{ GeV}/c^2$)

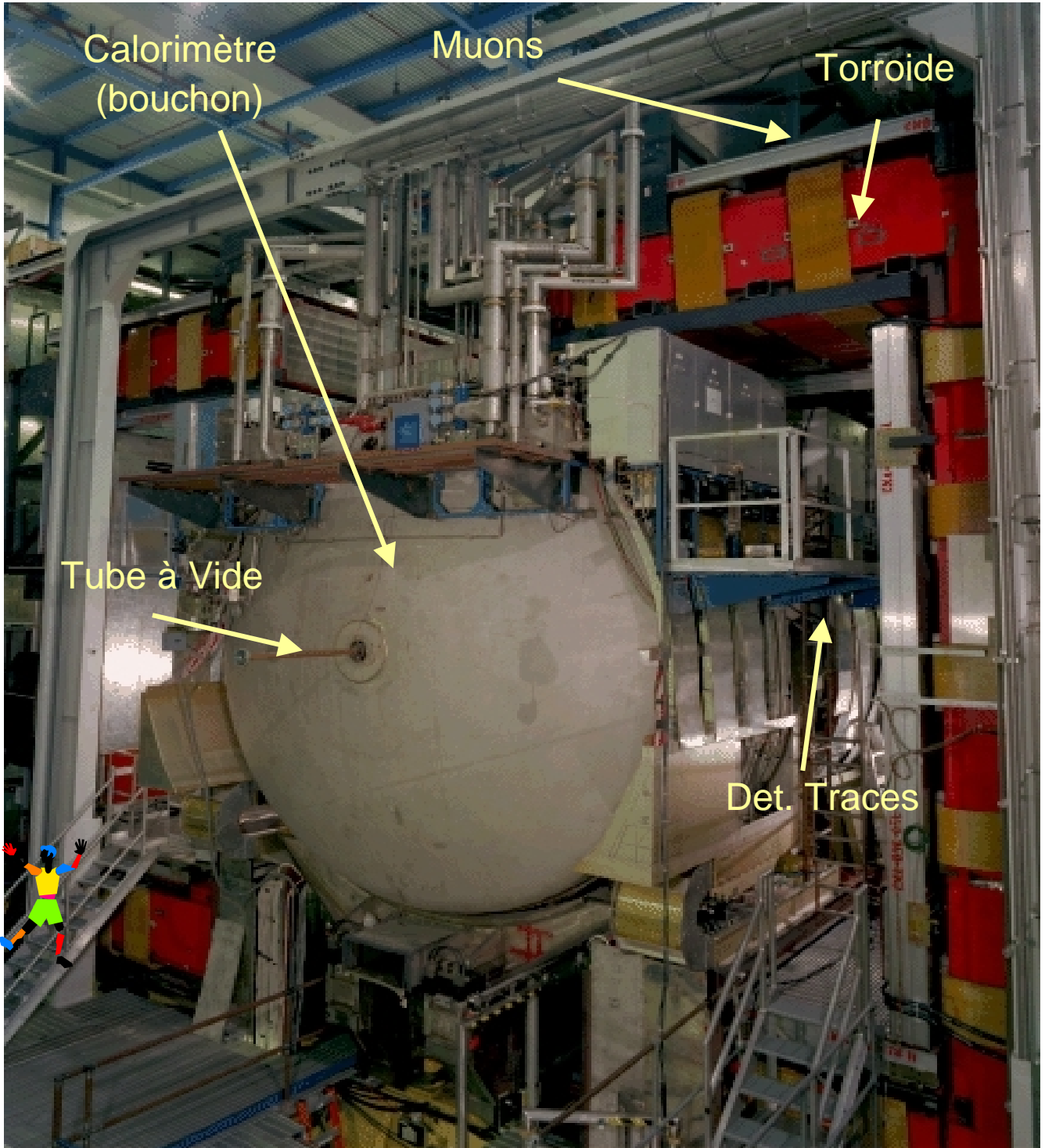
Recherche de nouvelle physique:

- Production squarks et gluinos: \tilde{q}, \tilde{g}
- Sensibilité à \tilde{t}, \tilde{b}
- Production de paires de gauginos: $\chi_1^\pm \chi_1^0$ et $\chi_1^\pm \chi_2^0$

2. L'upgrade de DØ



Le détecteur DØ



Les détecteurs Centraux

Silicon Microstrip Tracker (SMT)

- 6 barrels + 12 disques

Fiber Tracker (CFT)

- 8 super-couches de fibres scintillantes

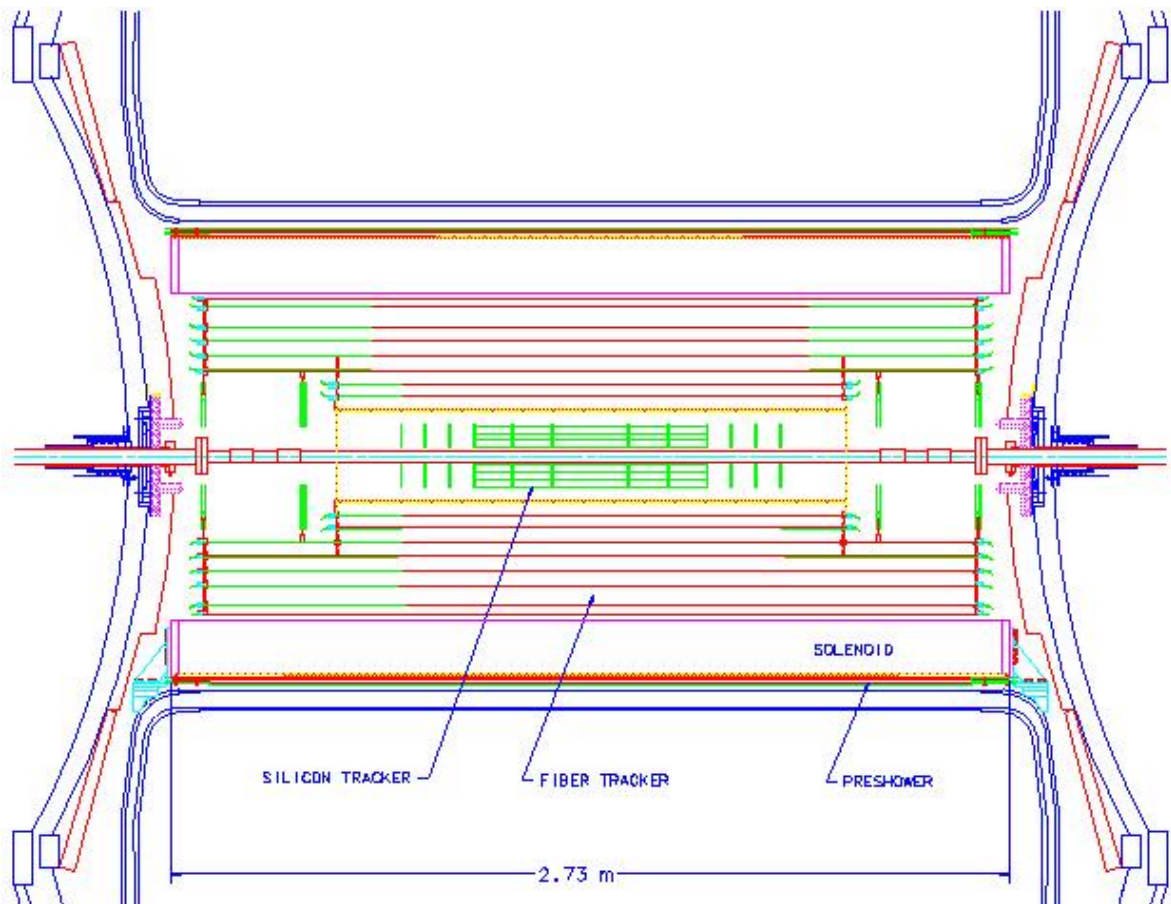
Solenoid

- champ de 2T (supra-conducteur)

Central Preshower (CPS)

- 3 couches de strips/pistes + fibres scintillantes

Forward Preshower (FPS)



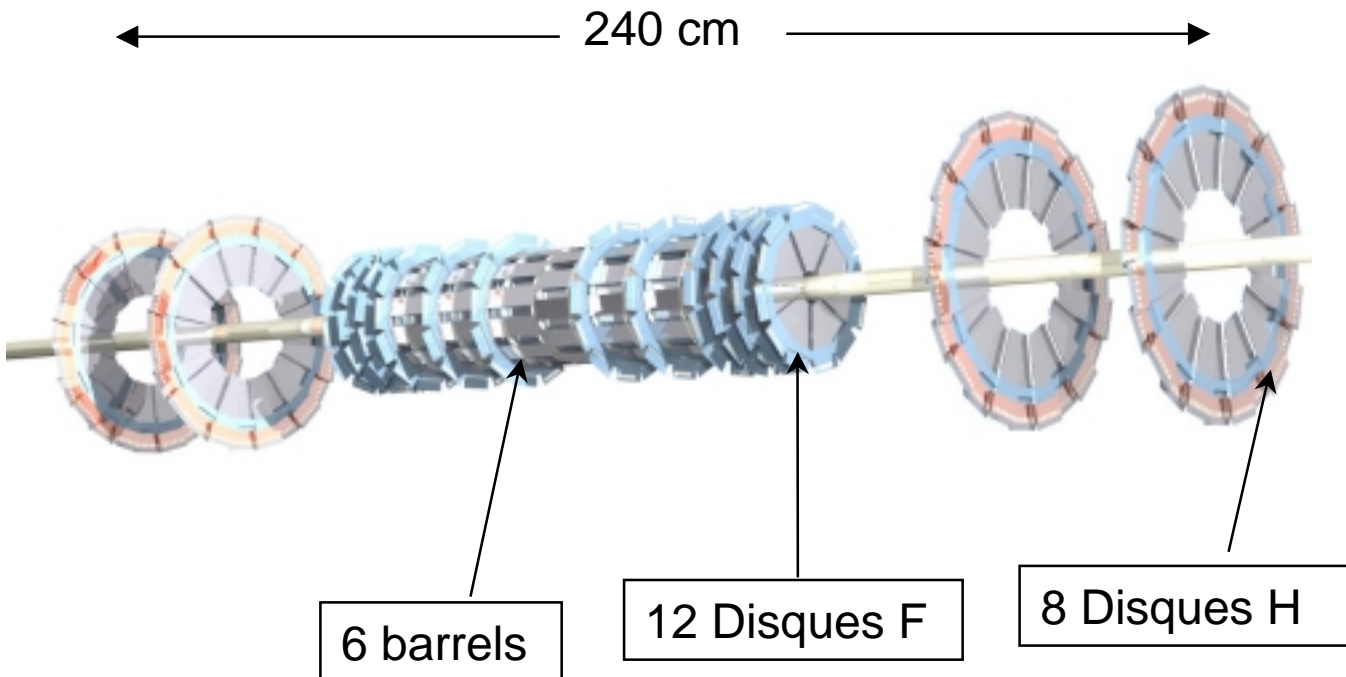
Détecteur au Silicium

Motivations:

- mesure des moments des traces proche du tube à vide
- mesure des vertex secondaires pour identification des quarks lourds

Caractéristiques:

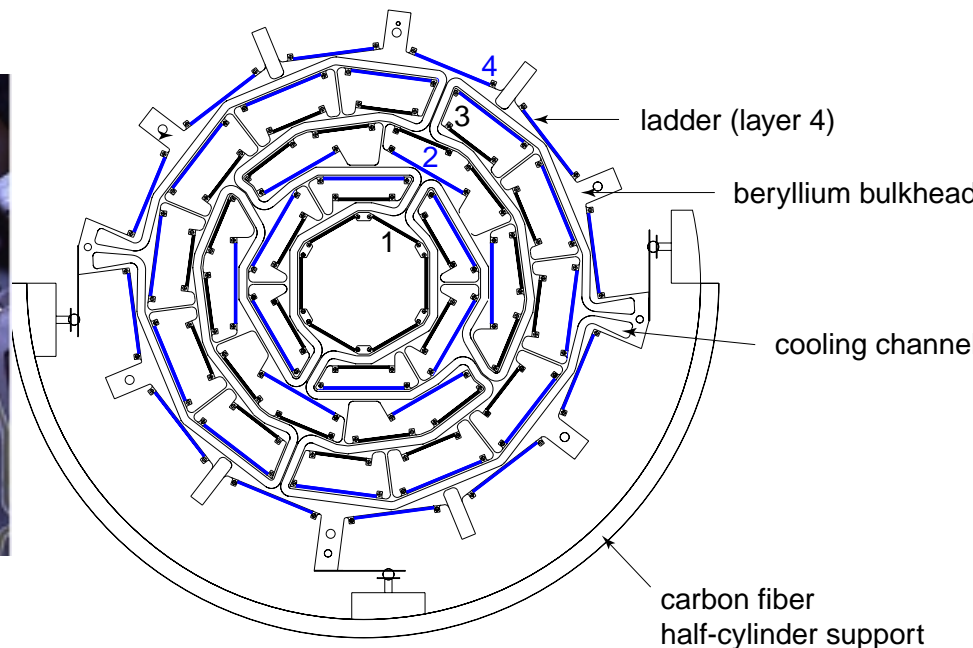
- 790 K canaux
- Couverture : $|\eta| < 3$
- Supporte radiations > 1 Mrad
- Déclenchement de niveau 2: paramètre d'impact



Silicon Tracker – détecteurs

Structure: détecteur à micro-pistes Si

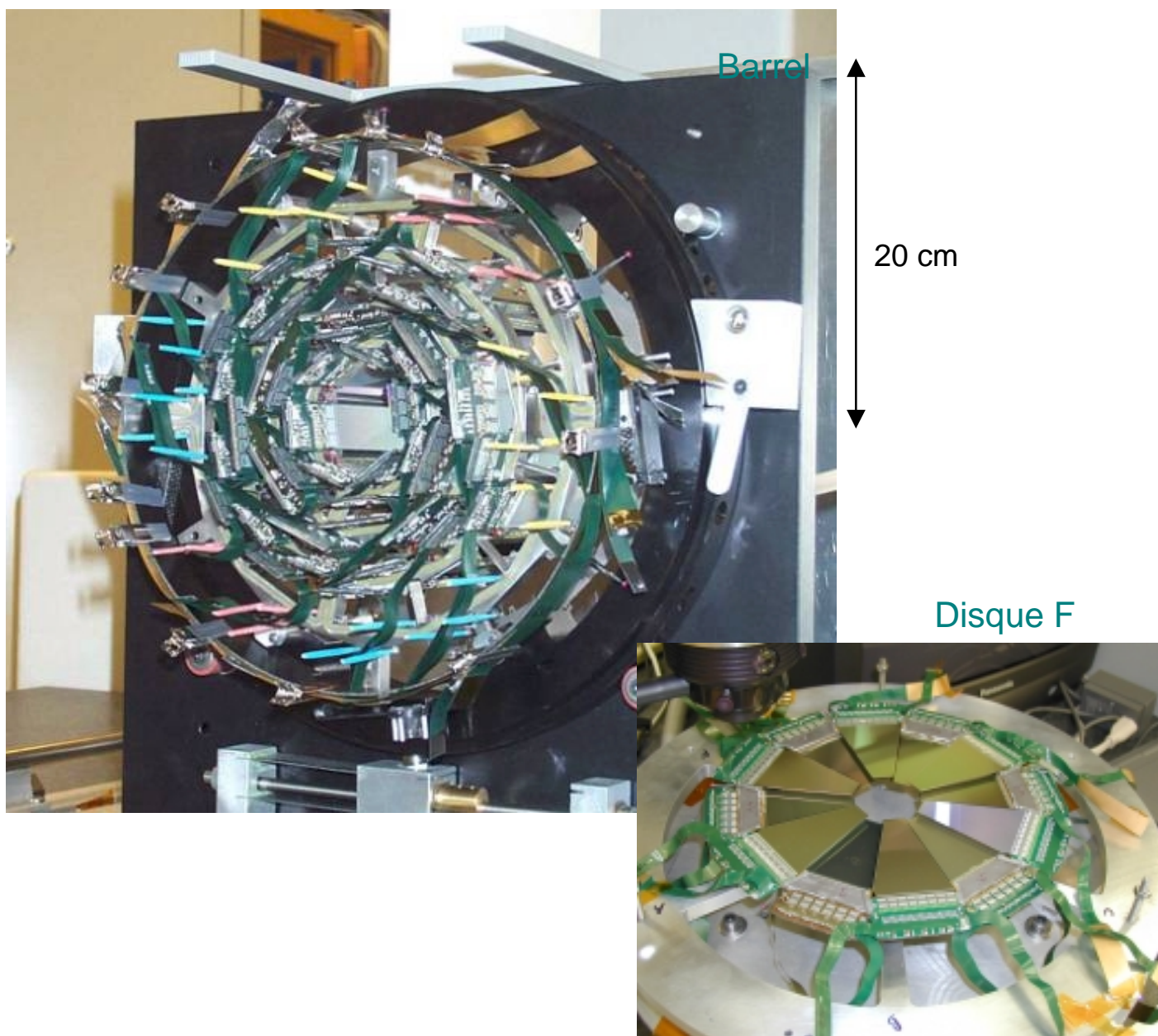
1. Tonneau: 6 modules, 4 couches
 - Double Face: couches 1,3 (90° stereo)
couches 2,4 (2° stereo)
 - Simple Face: couches 1,3 (modules extérieurs)
2. Disques Centraux: 12 ($2.5 < r < 10$ cm)
 - 12 wedges double-faces / disque
 - pitch 50 & 62.5 μm , $\pm 15.0^\circ$ stereo
3. Disques Arrieres : 4 ($9.5 < r < 20$ cm, $z=94,126$ cm)
 - 384 single-sided detectors for 4 disks,
 - pitch 40 μm , $\pm 7.5^\circ$ stereo



Détecteur de Vertex

Performances

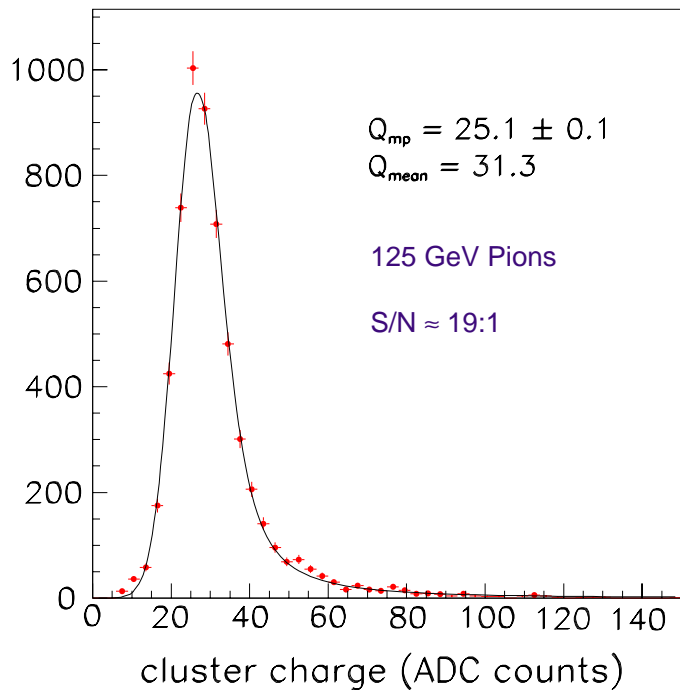
- vertex primaire $\sim 15\text{-}30\ \mu\text{m}$
- paramètre d'impact $\sim 50\ \mu\text{m}$



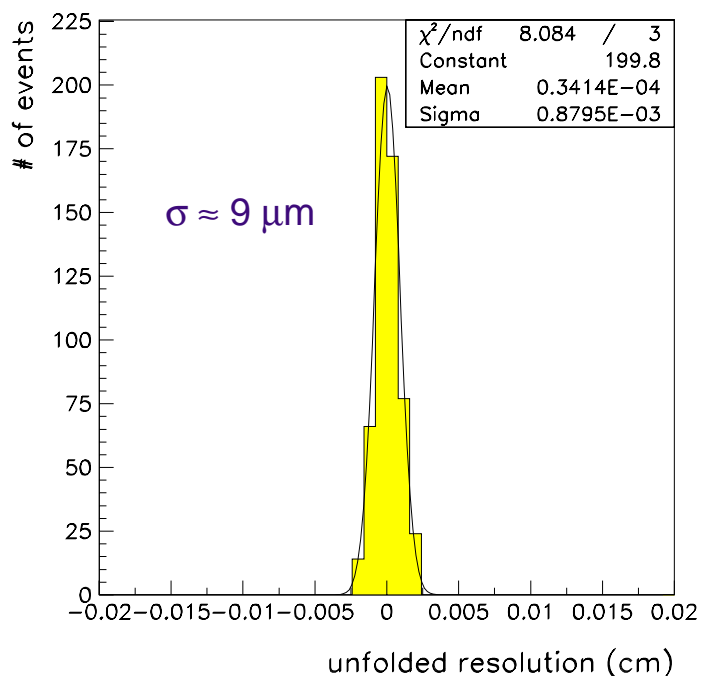
Faisceau Test du Silicium

Faisceau test du Silicium détecteur (Juin - Septembre 1997)

Charge déposée
dans les clusters



Résolution en
Position



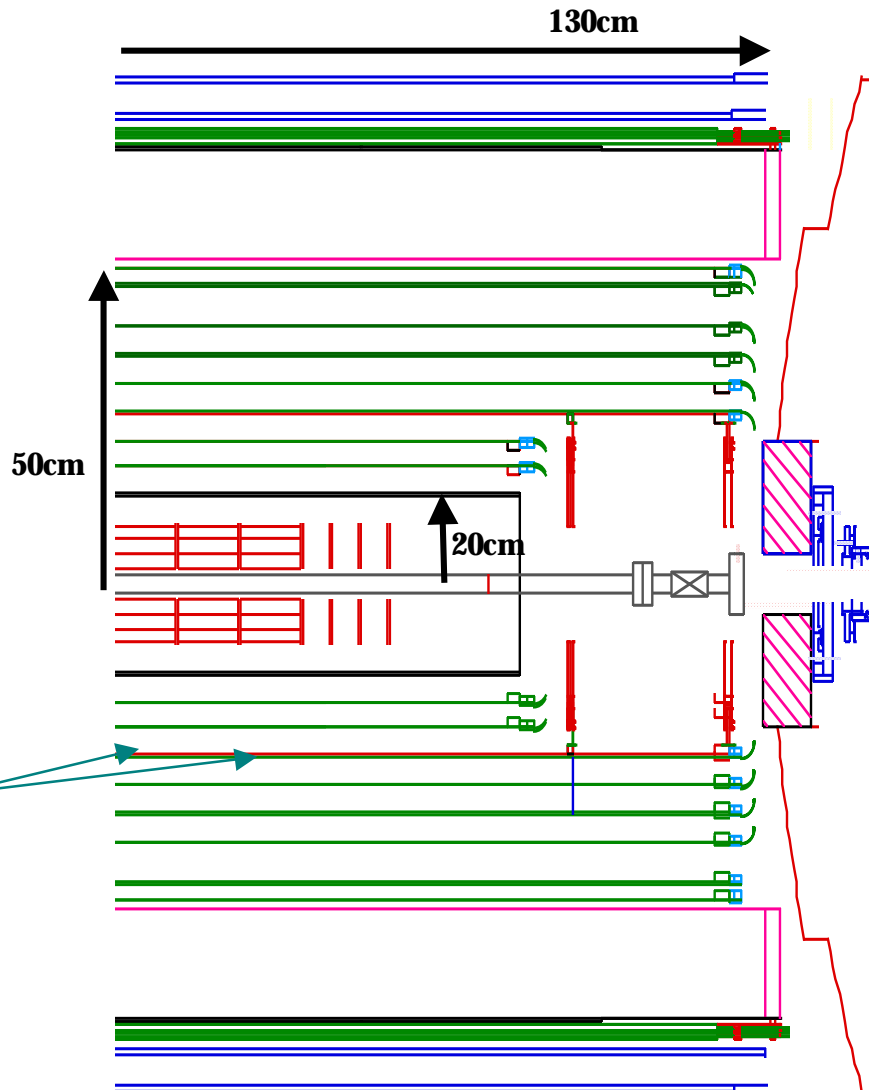
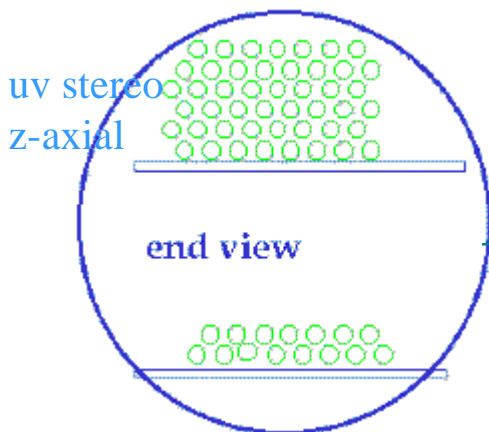
Détecteur Central à Fibres scintillantes (CFT)

Caractéristiques:

- Fibres de diamètre de $830 \mu\text{m}$
- 8 super-couches de rayon $r = 20$ à 51 cm
- 2 doublets par couche: Axiales + Stereo (angle $\sim 3^\circ$) u-z, v-z
- Couverture: $|\eta| < 1.7$
- Nombre de canaux $\sim 77\text{k}$

Performances:

- Résolution position $\sim 100 \mu\text{m}$
- Information utilisée niveau 1/2

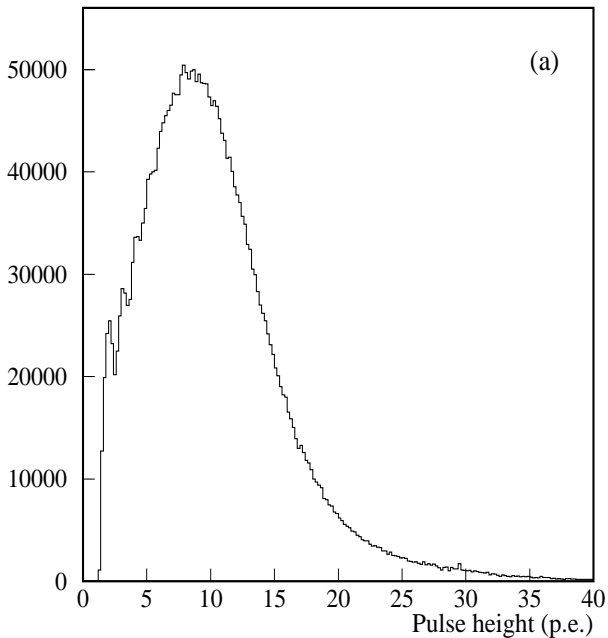


Performances du CFT

Test avec des muons (cosmiques)

a) 8.5 p.e. / fibre

- > 2.5 p.e. nécessaire pour 100% efficacité

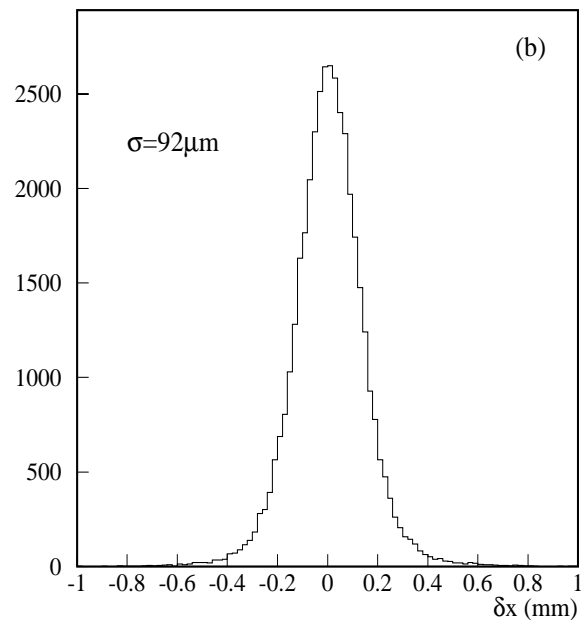


b) Résolution sur la position (Doublet):

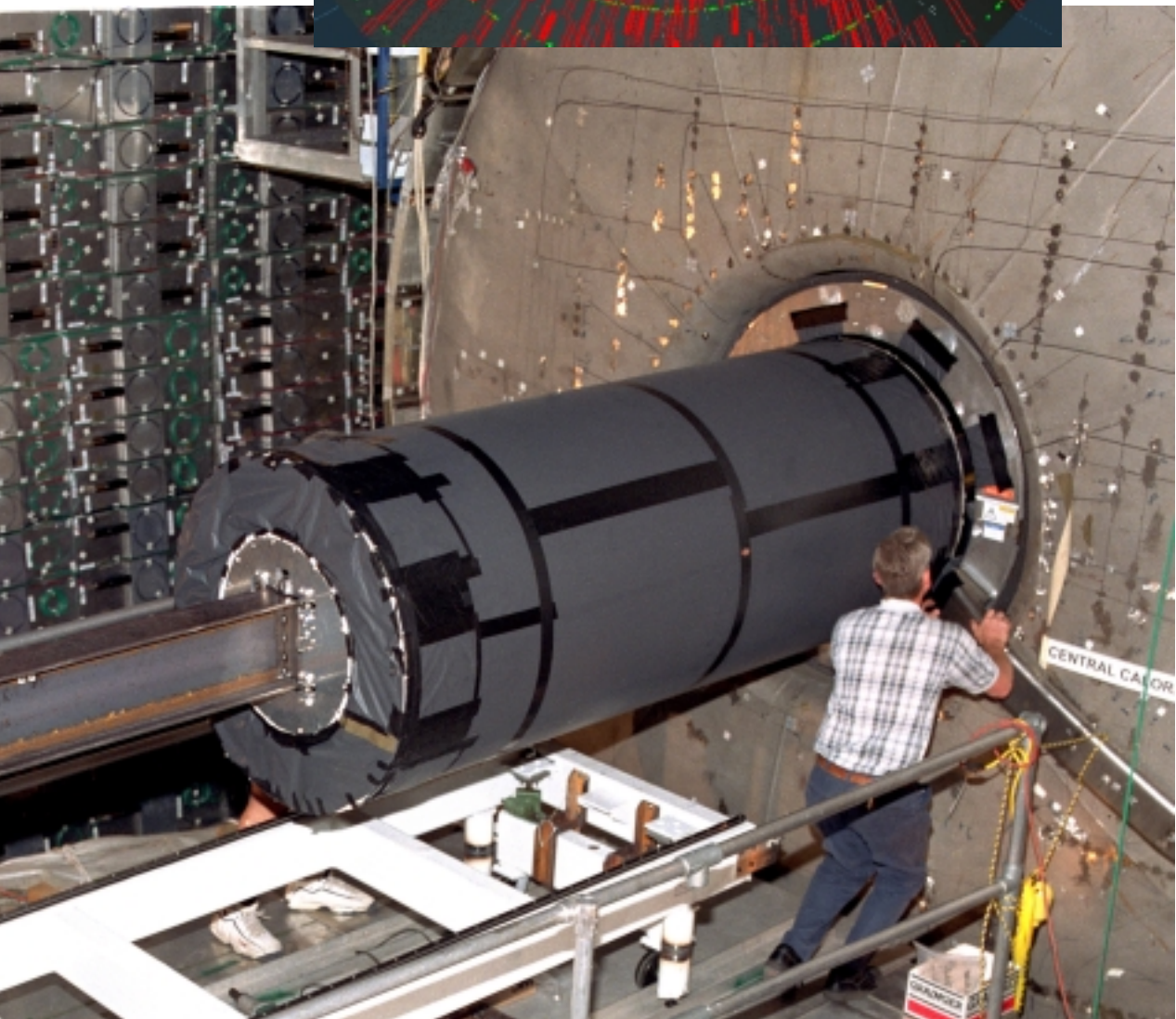
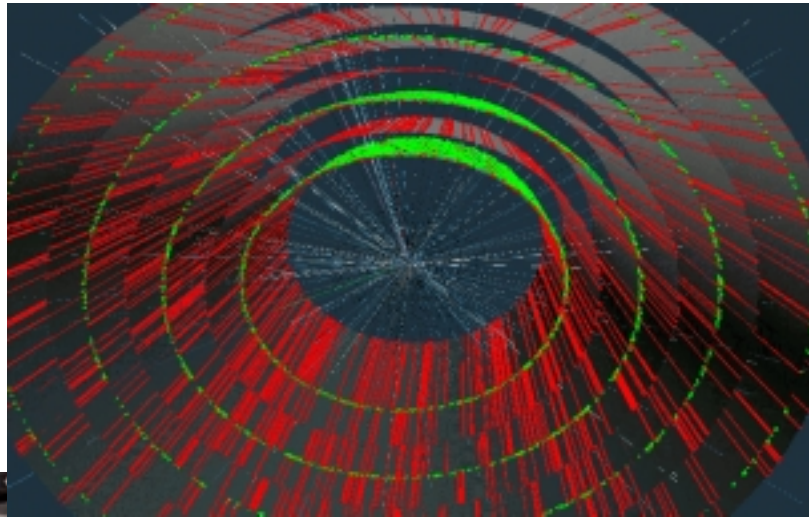
- $\sim 100 \mu\text{m}$

c) Efficacité reconstruction (Doublet):

- > 99.9%



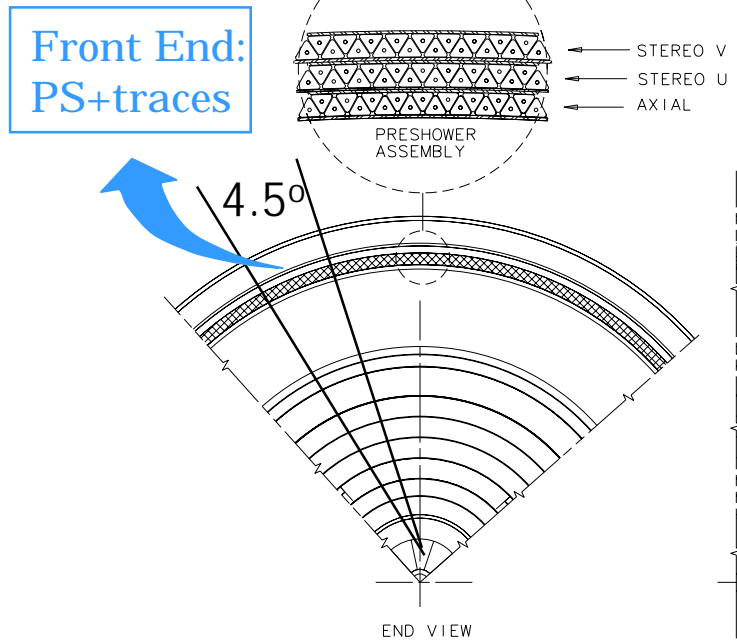
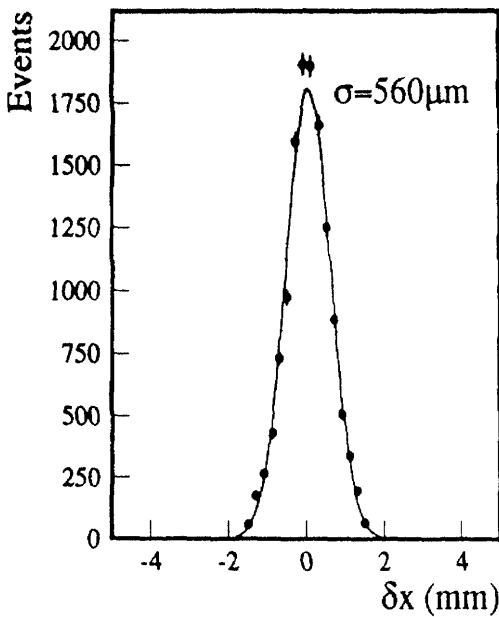
Tracker à fibres scintillantes



Preshower Central (CPS)

Caractéristiques:

- Pré-radiateur $2X_0$ (solénoïde + Pb)
- 3 couches de pistes triangulaires traversées par fibres scint.:
 - 1 axiale (x) + 2 stereo 20° (u,v) = 1280 x 3 canaux
- Lecture / secteur conjointe avec le Tracker



Performances:

- Identification des particules:
 - Position : résolution < 1.4 mm (e- de 10 GeV) / $600 \mu\text{m}$ (μ^-)
 - ID : étiquetage électron avec Preshower + trace
- Déclenchement:
 - niveau 1,2: réduction des fonds QCD par facteur 3-5

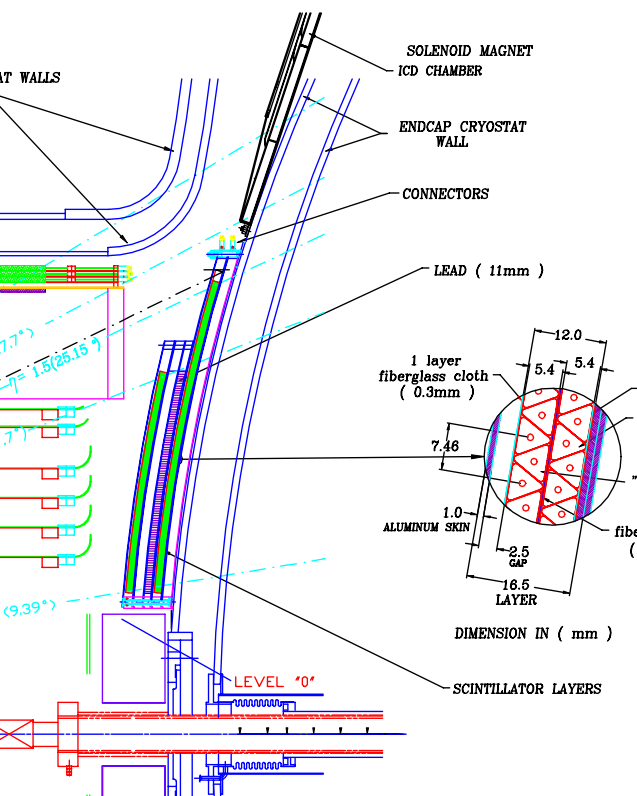
Preshower Avant-Arrière

Caractéristiques:

- Placement sur paroi externe du cryostat du Calorimètre bouchon
- Couverture : $1.5 < |\eta| < 2.5$
- 4 couches de strips triangulaires / fibres scint.:
 - 4 x stéréo 22.5° (u,v) = 14878 canaux
 - 2 couches(u,v) / Radiateur $2X_0$ (Pb) / 2 couches(u,v)

Performances:

- Meme résolution que pour le preshower central
- Déclenchement & ID particules:
 - L1 & L2 : réduction des fonds QCD par facteur 3-5



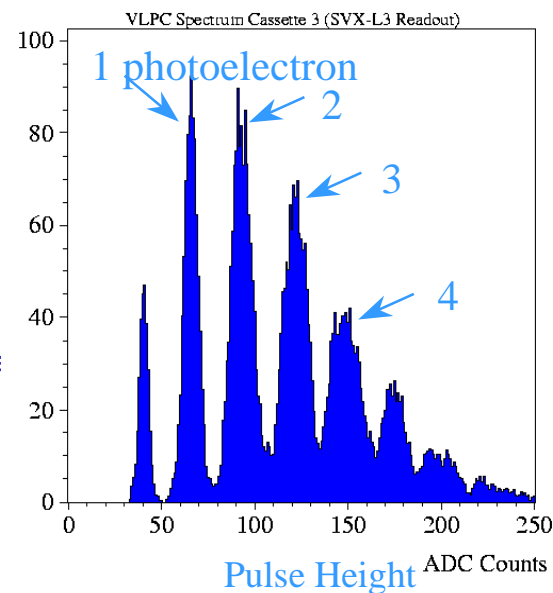
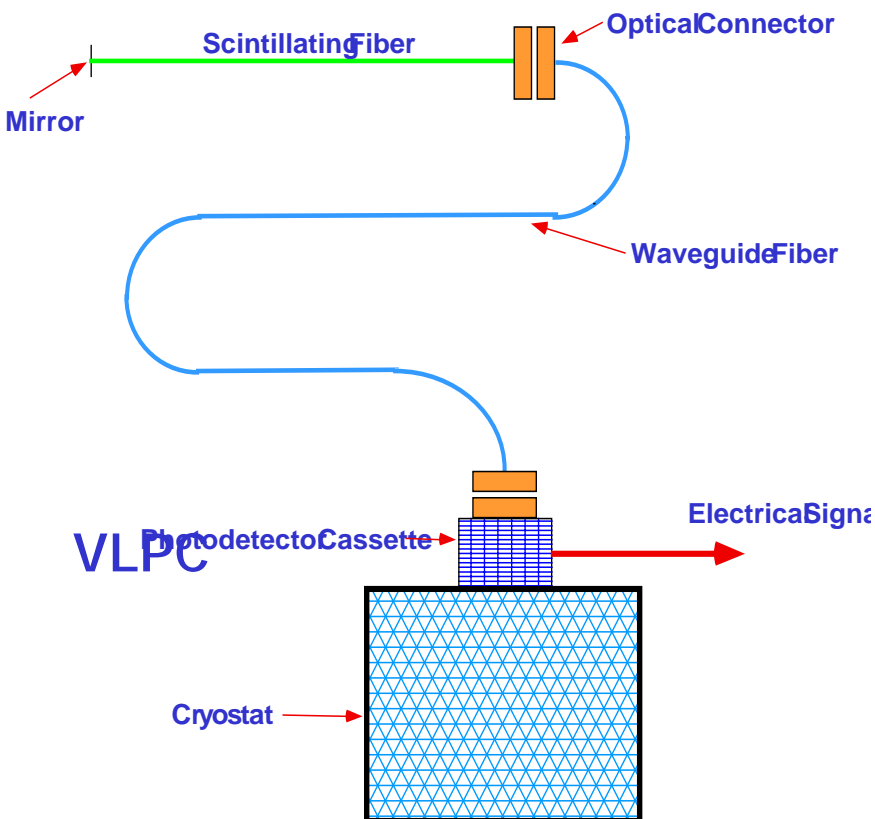
Lecture des Fibres scintillantes

Système de lecture des fibres

- Commun au tracker + preshowers
- Signal (photon visible) guidé par fibres WLS

Amplification du signal

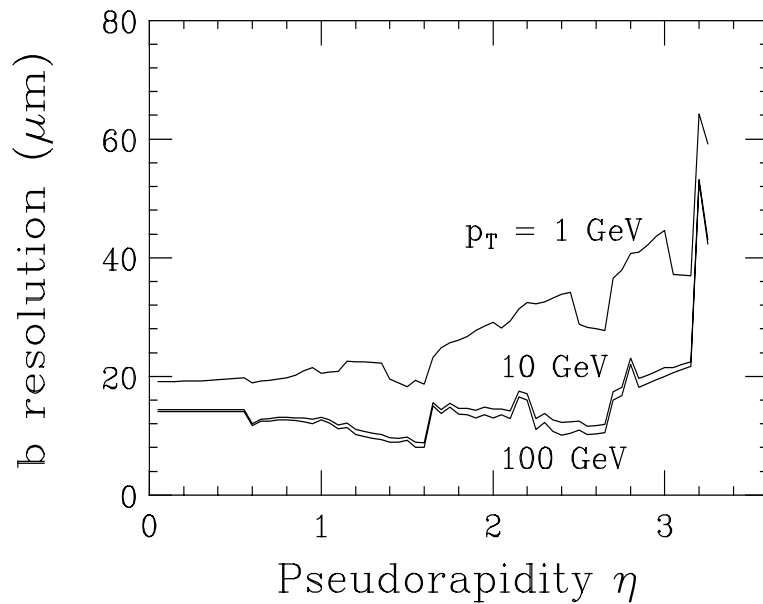
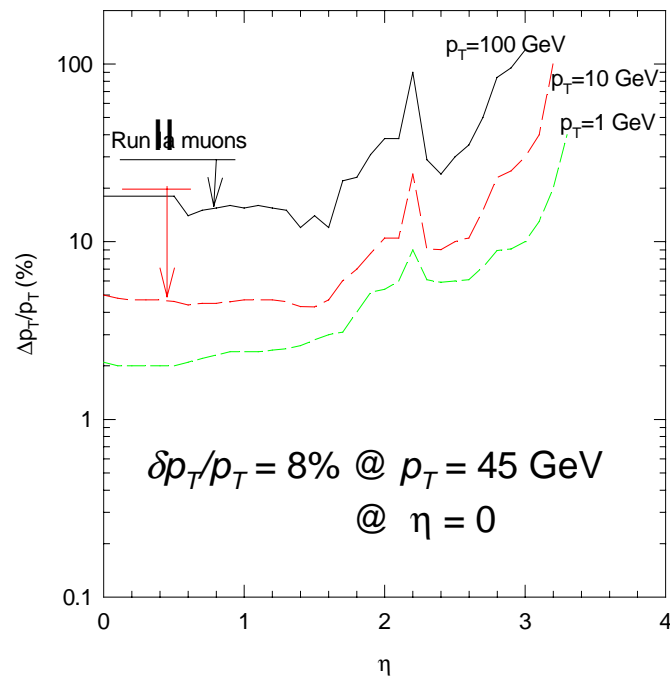
- Cartes Analogiques "Front End"
- Photo-conversion de photons visibles (VLPC)
 - Température: $T=6-13\text{ K}$
 - Amplification: 40K-60K, efficacité quantique $\sim 80\%$
 - Conversion : 15 p.e. / mip (1 mip $\sim 0.8\text{ MeV}$)
 - Bruit faible: seuil 1.3 p.e. (0.5% occupation)



Performance des détecteurs de traces

Résolutions sur p_T et sur paramètre d'impact (SMT + CFT):

- Haute efficacité de reconstruction (95%)
- Résolutions vs rapidité η
 - moment: $dp_T/p_T^2 = 0.002$ (Silicon+CFT)
 - paramètre d'impact b : $<80 \mu\text{m}$



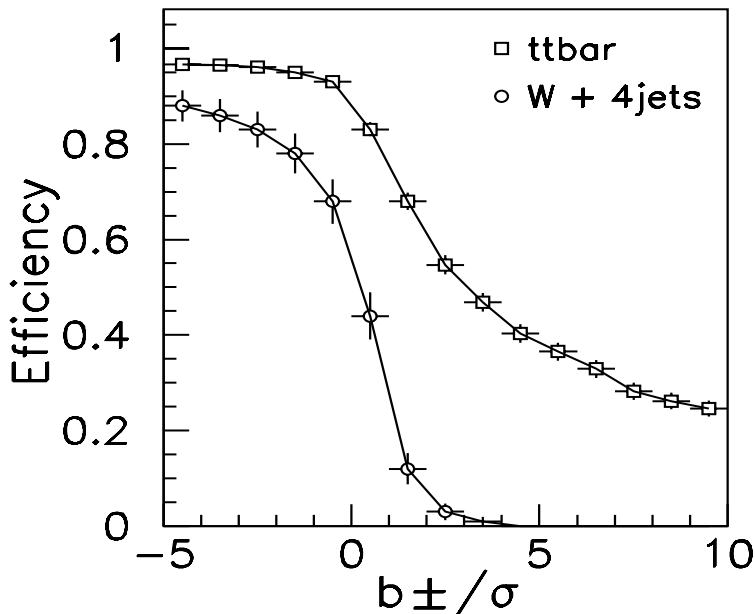
- Reconstruction des Vertex:

- Vertex primaire $\sim 15\text{-}30 \mu\text{m}$ (r- Φ) pour tt / bb
- Vertex secondaire: $\sim 40 \mu\text{m}$ (r- Φ) , $100 \mu\text{m}$ (r-z)

Performance des détecteurs de traces

Efficacité d'étiquetage du b / événement

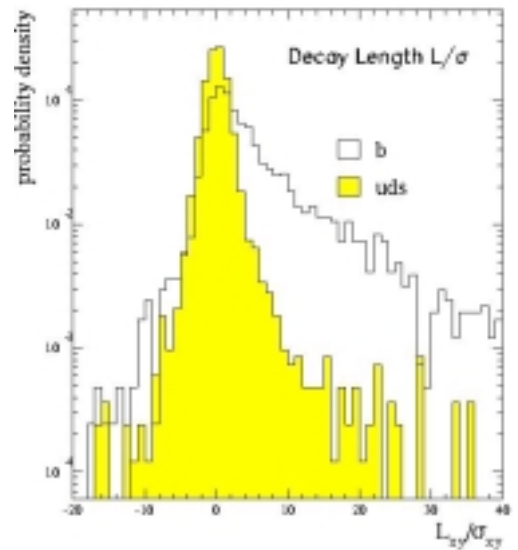
- utilisation de nb de traces de haut paramètres d'impact b_{\pm}/s



$b_{\pm}/\sigma > 3$:

> 50% de $tt\bar{b}$ events

< 2% de $W + \text{jets}$



Identification des électron/photons

- Réjection E/p (calibration du CAL EM), signe (charges)
- Déclenchement electron dès niveau 1



Le Système Muon Central

1) Chambres Proportionnelles à dérives (PDT)

- Utilisation des PDT's existantes pour $|\eta| < 1$
- Utilisation de gaz (Ar+CH₄+CF₄) plus rapide (tps dérive ~450ns)
- Remplacement électronique "Front End" (pas de temps mort)

2) Scintillateurs

- Extension couverture (sous le calorimetre)
- Réjection des fonds cosmiques (timing)
- Résolution en temps 2.5ns
 - déclenchement L1 / ID en dehors du torroide
 - étiquetage en temps pour muons dans PDT's

3) Scintillateurs - région centrale

- 630 compteurs (70 en ϕ X 9 en z)
- Fournit:
 - déclenchement L1
 - muon ID avant le torroid (muons de faible p_T)
 - Etiquetage en temps des muons

Le Système Muon Avant/Arrière

Détecteur Arrière ($1 < |\eta| < 2$):

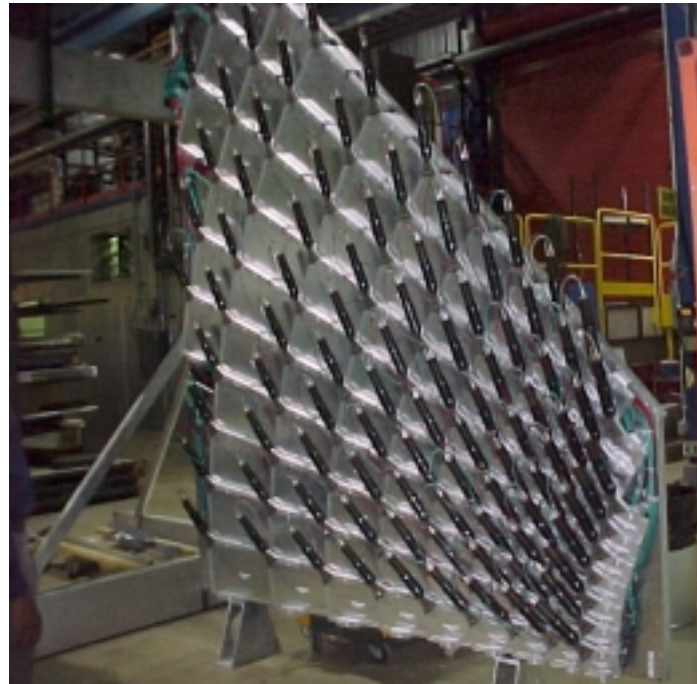
- Remplacement des chambres proportionnelles (PDT's)
 - 3 couches de MDT's de fine granularité: $1 \times 1 \text{ cm}^2$
- Utilisation de Gaz ($\text{CF}_4 + \text{CH}_4$)
 - temps de dérive a 40-60 ns

Scintillateurs Arrières ($1 < |\eta| < 2$):

- 3 couches de Scintillateurs pixel ($\Delta\eta \times \Delta\phi = 0.1 \times 4.5^\circ$) / octant
 - Etiquetage en temps des muons , combinaison vs traces du CFT
 - Déclenchement niveau 1



“Mini-Drift Tube” (MDT)



Scintillateurs “pixel”

Protection des chambres à Muons

Boucliers autour du tube à vide

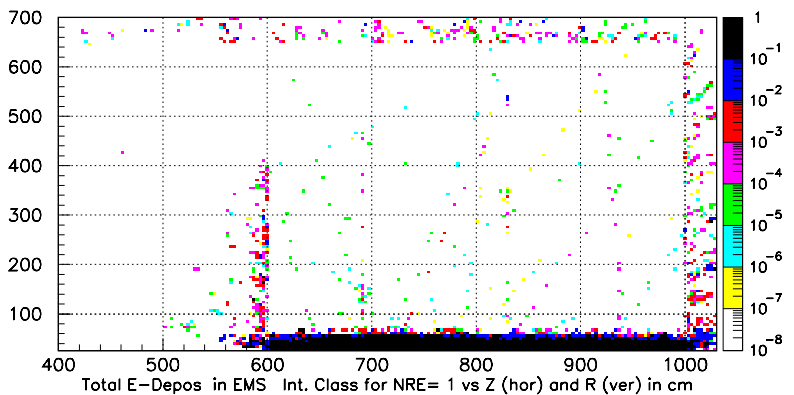
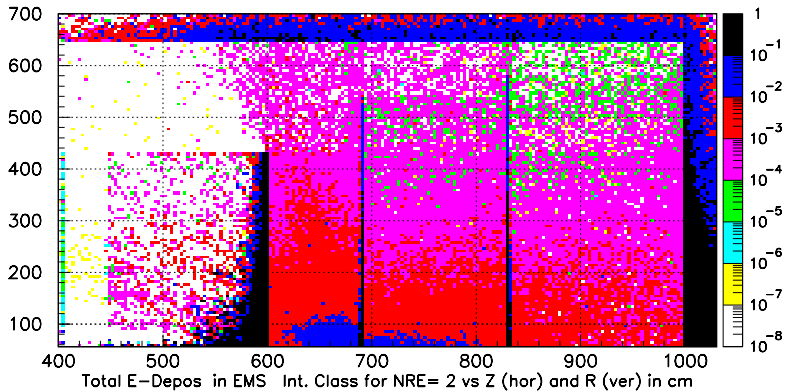
- Composé de Fer (39cm), polyethylene (15cm), Plomb (15 cm)
- Rejette fonds
 - p et pbar interagissant avec calo+ tube à vide+quadrupôles

énergie EM
déposée
(GeV/cm³/sec):

Sans
Shielding

Avec
Shielding

r (cm)



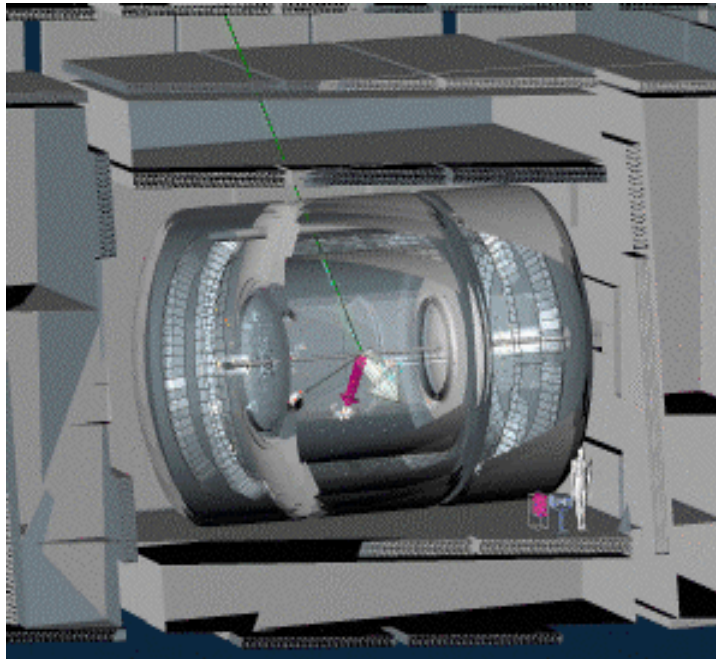
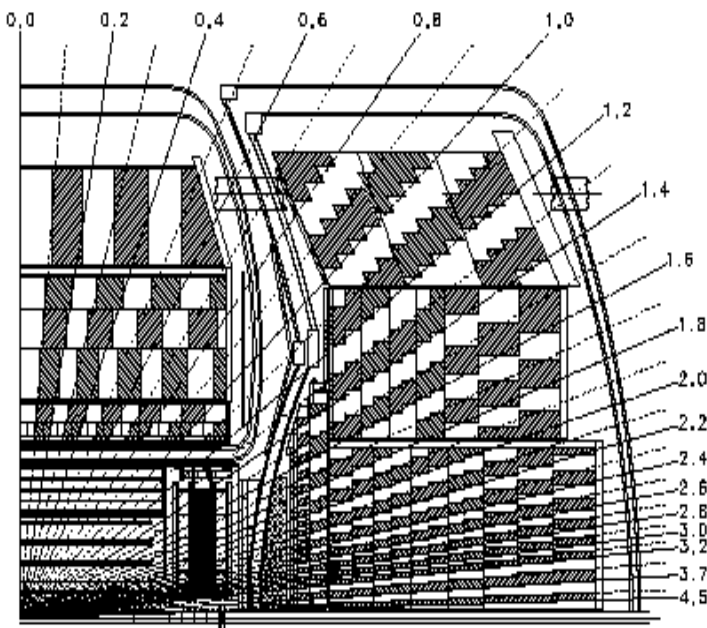
In units of 10ⁿ GeV/cm³ per sec, where the color indicates the power n

z (cm)

Le Calorimètre de DO

Calorimètre

- Absorbeur : Uranium / Echantillonneur: Argon Liquide
 - Cryostat Central : $|\eta| < 1.0$
 - Cryostat Avant/Arrière: $1.2 < |\eta| < 4.0$
- Fine segmentation:
 - 5000 Tours: $\Delta\phi \times \Delta\eta = 0.1 \times 0.1$
 - Fine granularité (0.05 x 0.05) à l'extension maximale de gerbe EM
 - Tours de déclenchement: $\Delta\phi \times \Delta\eta = 0.2 \times 0.2$

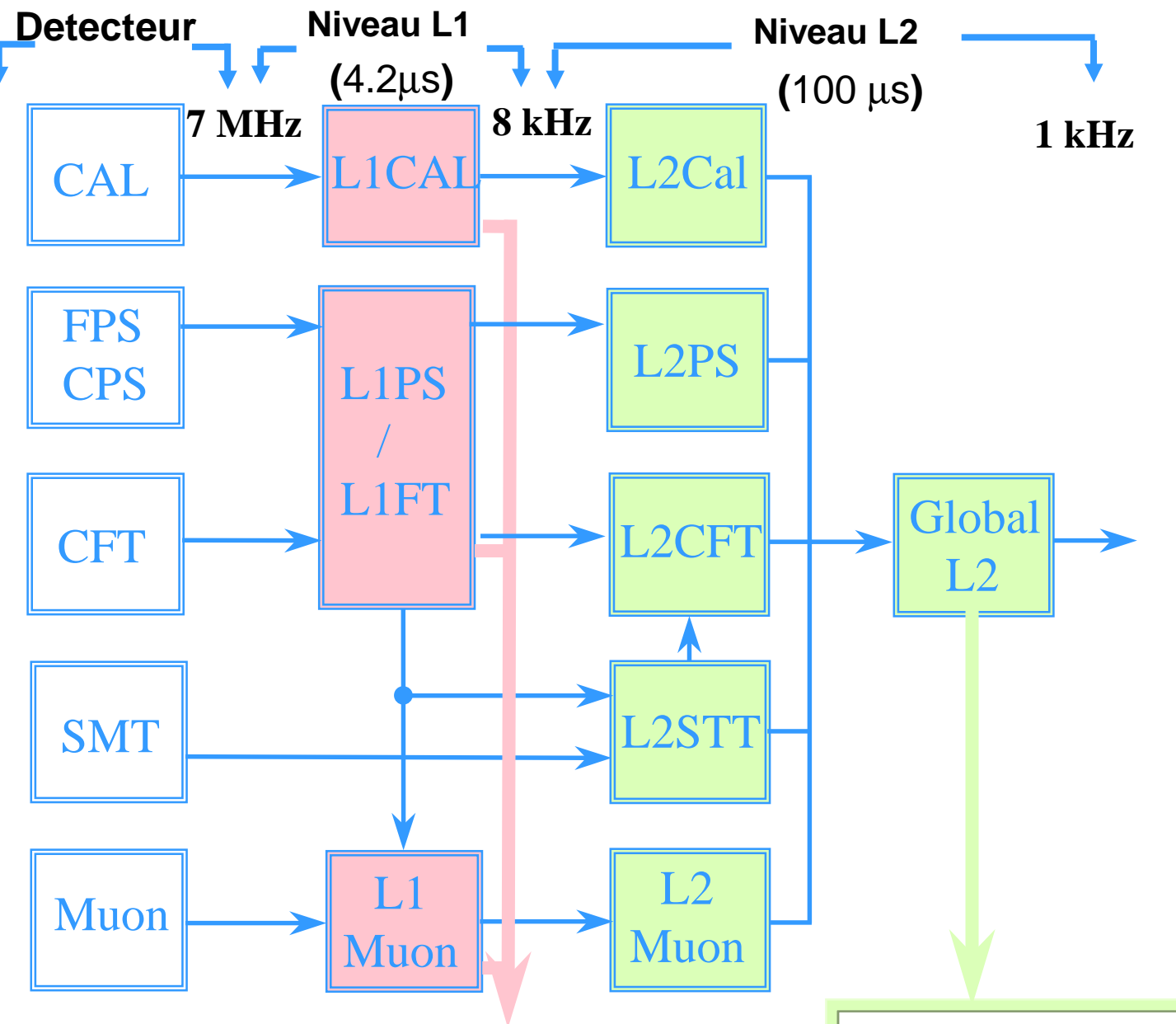


- Performances:
 - $\sigma(\text{EM}) \sim 16\% / \sqrt{E}$ et $\sigma(\text{HAD}) \sim 50\% / \sqrt{E}$
 - Résolution position $\sim 0.8\text{-}1.2$ mm pour e- de 100 GeV

Electronique du Run II

- adaptation aux 396/132 ns entre paquets
 - pipeline

Architecture & Contraintes



L1FW: tours CAL, traces, Muon

- 128 combinaisons (ORs) possibles
- Calorimetre vs Preshower + traces
- Calorimetre vs Traces

L2FW: Combine objets (e, μ, j)



Résumé: l'upgrade de DØ

Détecteurs de Traces

- Silicon:
 - paramètre d'impact, vertex
- Tracker à fibres scintillantes
 - Moments, permet le E/p avec le calorimètre

Détecteurs de pied de gerbe:

- Capacité d'identification d'électron/photon accrue
 - région centrale et bouchon
- Limite la dégradation de résolution de $E_{\text{mesurée}}^{\text{calo}}$
- Déclenchement au niveau 1/2:
 - réjection x3-5 p/r calorimètre seul

Calorimètre

- performances comparable à 5×10^{32} avec 2×10^{31} (en fait 15% moins bon)

Chambres à muons

- Seuils p_T plus petits (pas de "pre-scale"):
 - single muon $p_T > 7 \text{ GeV}/c$,
 - di-muon $p_T > 2 \text{ GeV}/c$
- Fonds réduits et amélioration du déclenchement

Déclenchement

- Largeur Bande passante accrue: 7 MHz en entrée
 - L1 $\rightarrow 8 \text{ kHz}$
 - L2 $\rightarrow 1 \text{ kHz}$
 - L3 $\rightarrow 50 \text{ Hz sur bande}$

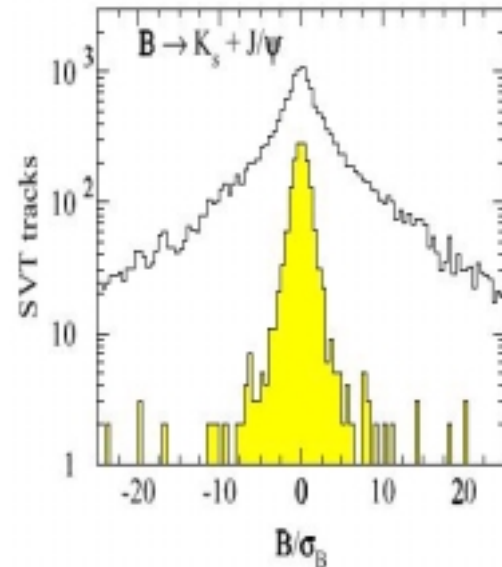
Déclenchement avec le SMT

Principes d'un déclenchement avec le SMT

- Projection des traces CFT dans SMT
- Trouver hits / SMT le long de la trajectoire
- Ré-ajuster la trace (SMT+CFT)
- Calculer paramètre d'impact B + erreur

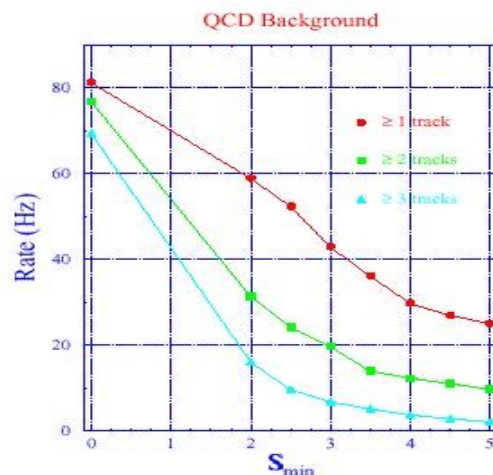
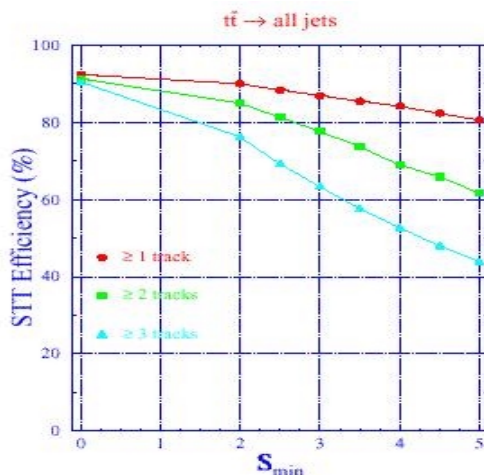
$$S_B = B/\sigma_B$$

$$\sigma_B^2 = (12.6)^2 + (49.7/p_T)^2 \mu\text{m}$$



Bénéfices d'un déclenchement STT

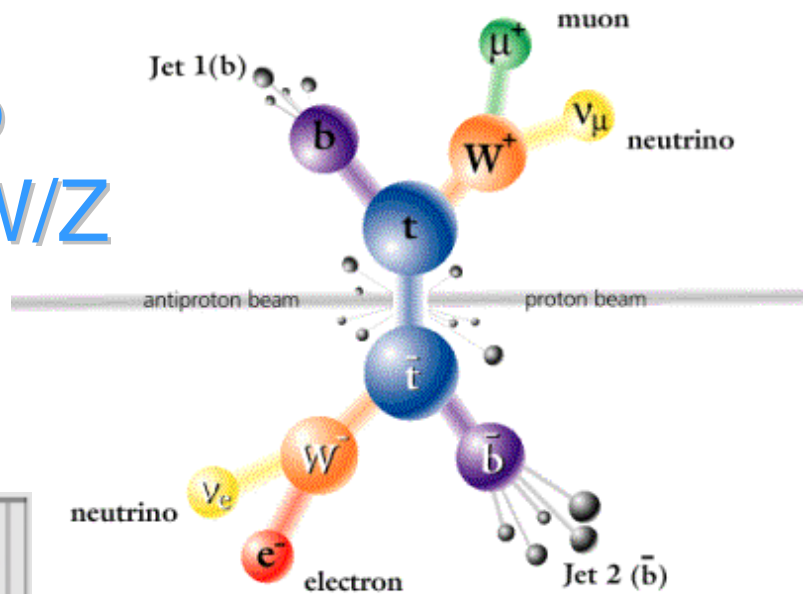
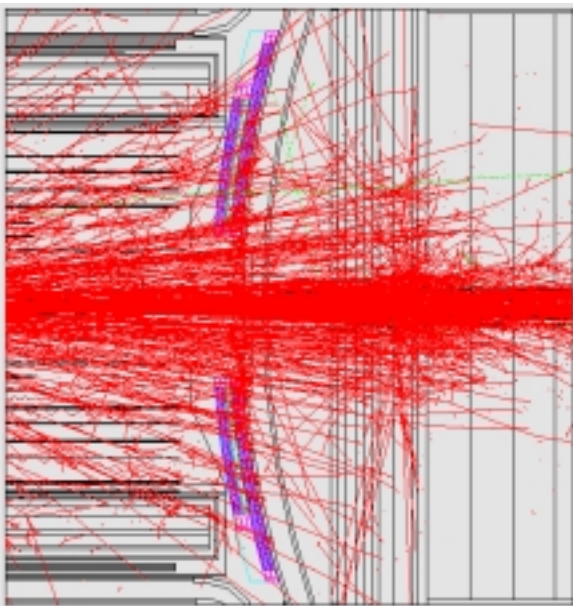
- Amélioration du déclenchement:
 - $Z \rightarrow bb$ avec $\epsilon \sim 20\%$ vs fonds 20 Hz
 - Collection de 43000 $Z \rightarrow bb$ (900 avec μ)
 - $ZH \rightarrow \nu\nu bb$ avec $\epsilon \sim 80\%$



- Assure un échantillon important:
 - Reconstruction résonances bb
 - Résolution en Masse M_{bb} , énergie Jet
 - Estimation efficacité b-tag
 - Résolution de Masse

3. La physique du run II

Le Quark Top
Les Bosons W/Z
Le Méson B



La physique du Top

Programme de Physique du Top au TeVatron

- Masse du quark Top
- Section efficace de production, dynamique
- Rapport de Branchement, désintégrations rares
- Vertex Wtb
- Largeur du quark Top
- Recherche de Higgs chargé


Le TeVatron au Run II

- Energie dans centre de masse:
 - de 1.8 TeV à 2.0 TeV

Production de paires $t\bar{t}$ bar:

$\sigma(pp \rightarrow t\bar{t}+X) = 8 \text{ pb}$ (accroissement de 40%) 

Production de "single top"

- accroissement de 22% dans $t\bar{b}$ (s-channel)
- accroissement de 44% dans tqb ("W-gluon fusion") 

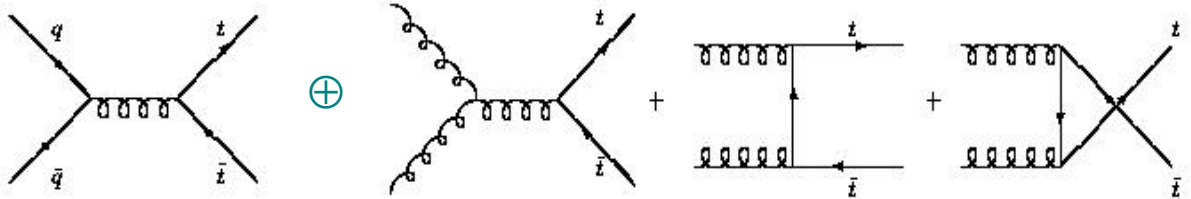
Statistique attendue au Run II:

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

Production du Quark Top

Production de paires de quarks Top au Tevatron

- annihilation de quarks \oplus fusion de gluons



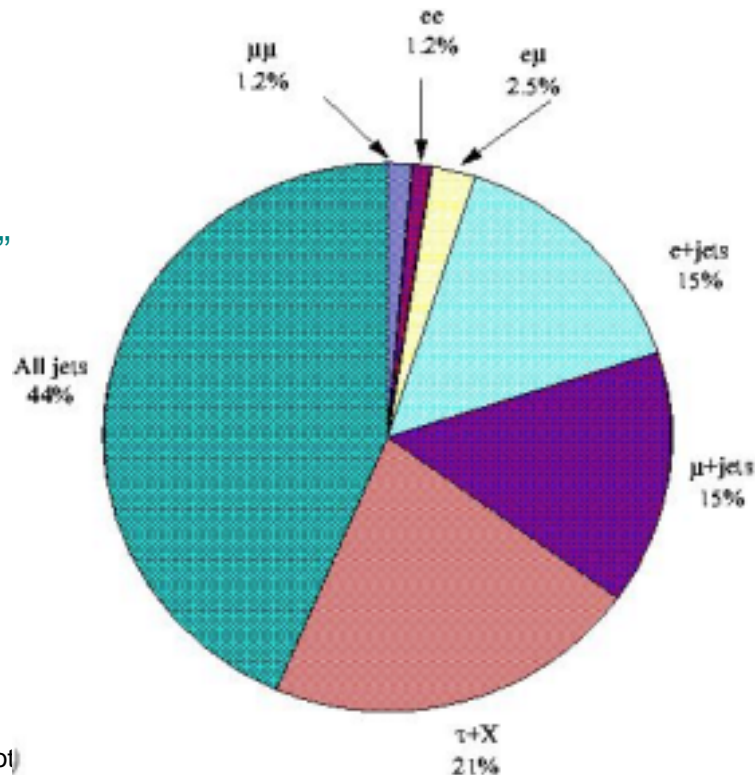
- Section efficace de production:

	$E_{CM}=1.8 \text{ TeV}$	$E_{CM}=2.0 \text{ TeV}$
$\sigma(tt)$	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 "jets + leptons"
- blv+blv "di-leptons"
- bjj+bjj "all-jets"



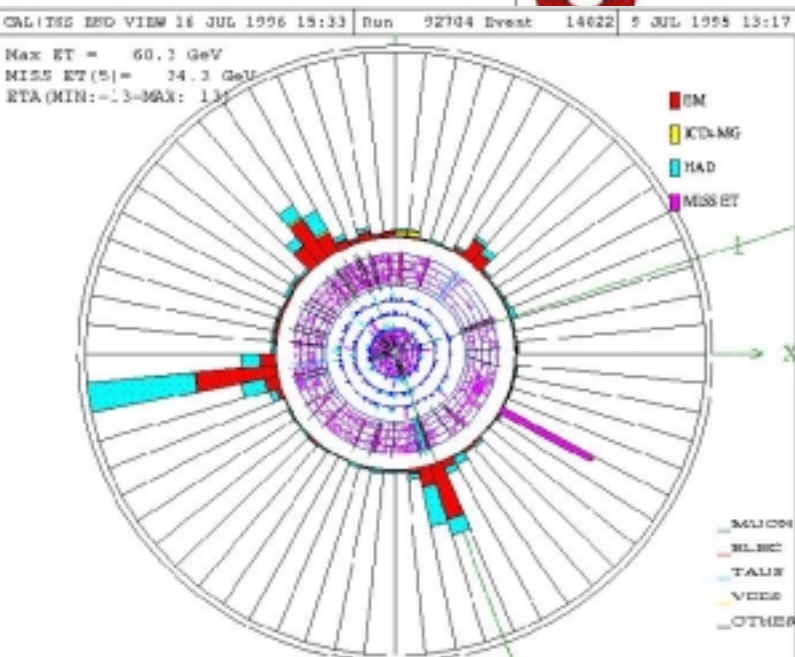
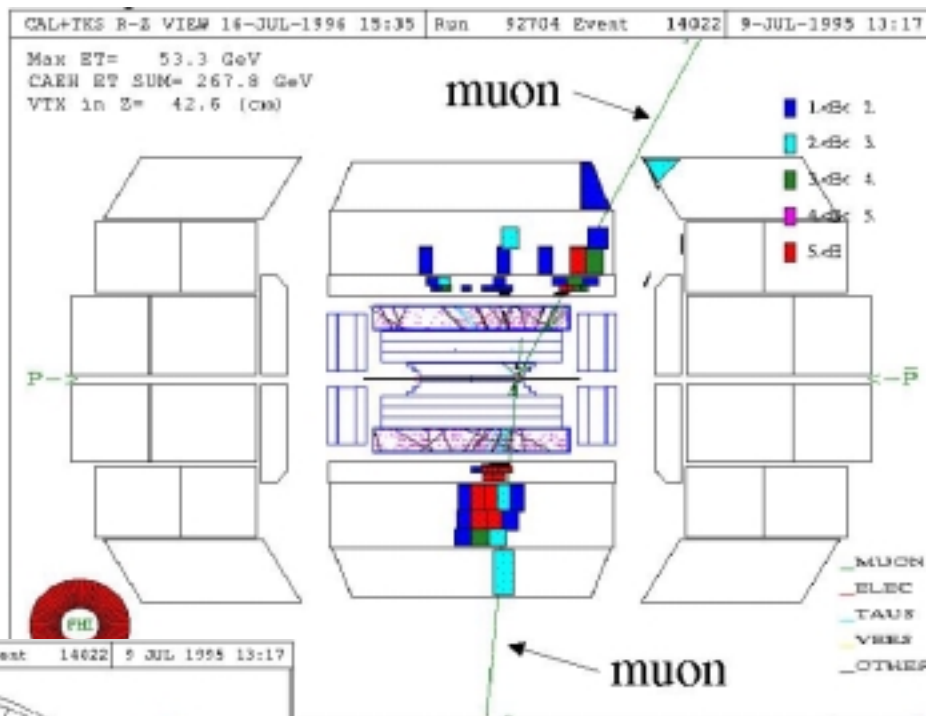
Evénement $t\bar{t}$

Etiquetage du b par “soft lepton”

Etiquetage- μ avec $\epsilon_b^\mu \sim 10\%$ / jet

Etiquetage avec e (algo complexe) : PS+Calorimetre+CFT

$t\bar{t}$ bar (b-lepton) $\epsilon_b^l \sim 20\%$



Evénement $t\bar{t}$

Etiquetage du b par Vertex déplacé

Hadron b vole $L_{XY} \sim 3$ mm

– Performances de CDF (Run I)

- Résolution sur parametre d'impact $\sim 40\mu\text{m}$, $L/\sigma \sim 3$
- Efficacité d' étiquetage / jet : $\sim 44\%$ pour "fake" $\sim 0.1\%$
- Efficacité d' étiquetage de paires $t\bar{t}$ $\sim 42\%$

e + 4 jet event

40758_44414

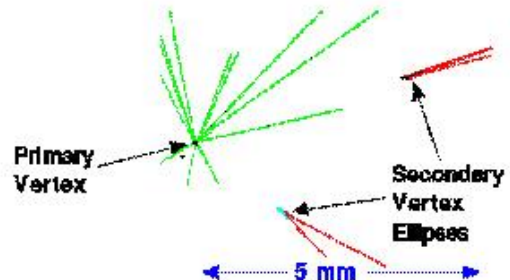
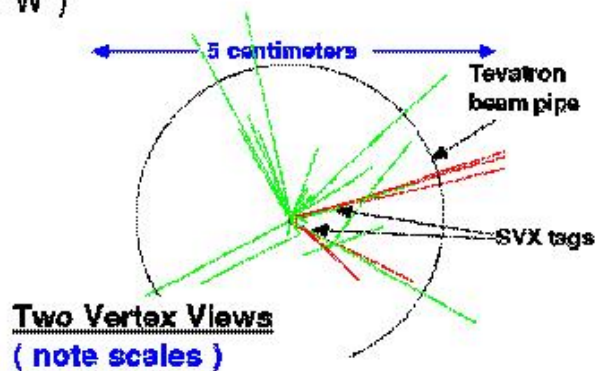
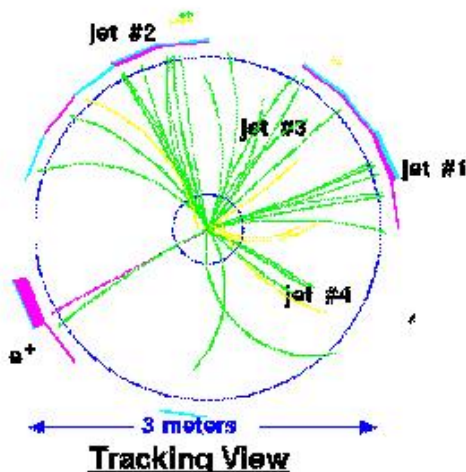
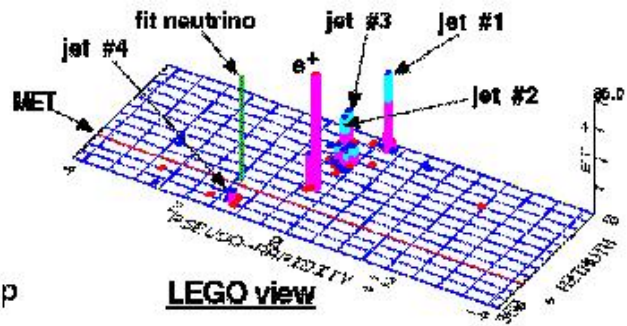
24-September, 1992

TWO jets tagged by SVX

fit top mass is 170 ± 10 GeV

e^+ , Missing E_t , jet #4 from top

jets 1,2,3 from top (2&3 from W)



Masse du Top: "lepton+jets"

Sélection des événements (type "Run I")

- 1 lepton isolé, E
- ≥ 4 jets, utilise les "leading jets"
- Etiquetage du b
- Ajustement cinématique (2C):

- 24 variables, 1 libre

- 3 contraintes:

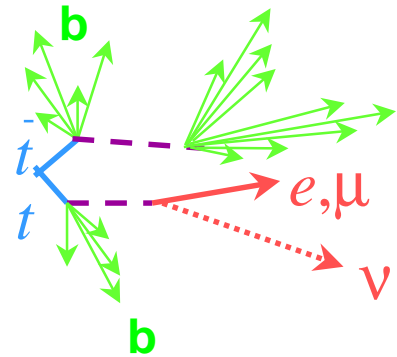
$$M(l\nu) = M_W, M(qq') = M_W$$

$$M(lvb) = M(bqq')$$

combinaison de meilleur m_{fit}, χ^2

- Fonction de vraisemblance:

- calcule densité probabilité $D = \Pi S/B$ per évt



"centralité"



$$x_1 = \cancel{E}_T$$

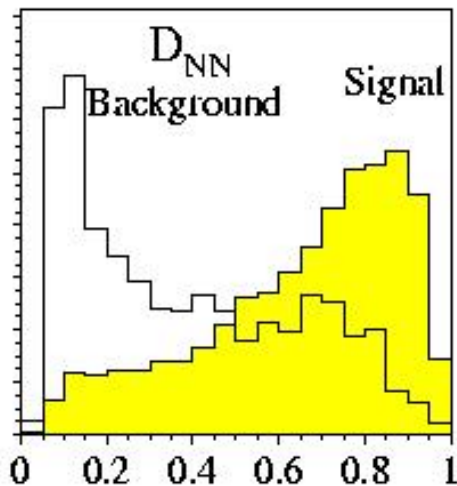
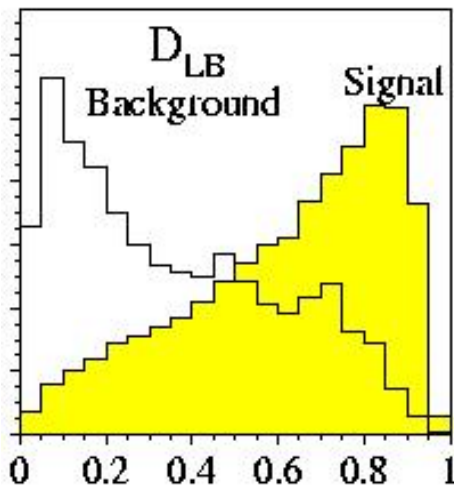
$$x_3 = \frac{H_{T2} \equiv H_T - E_T^{\text{jet } l}}{|p_z(l)| + |p_z(\nu)| + \sum_j |p_z(j)|}$$

"Aplanarité"



$$x_2 = A$$

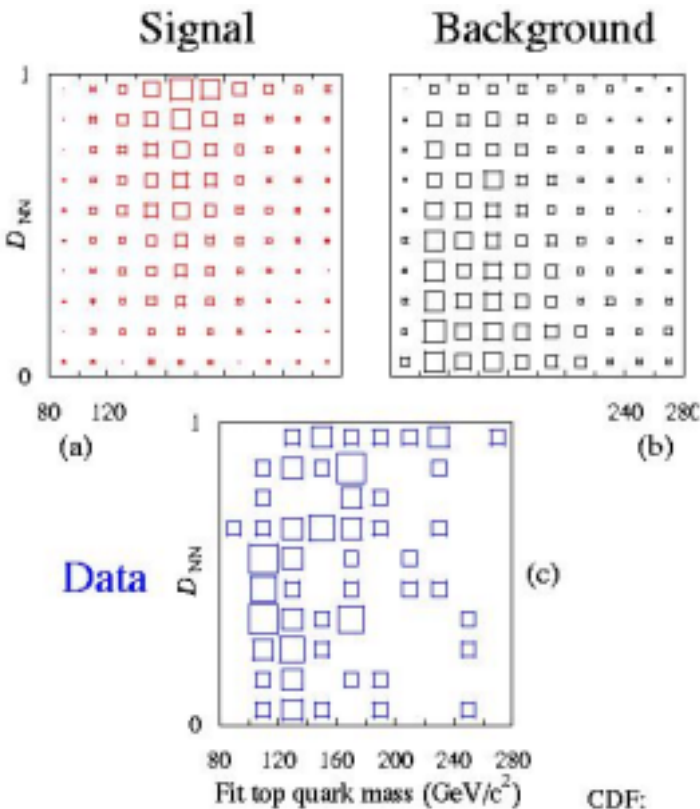
$$x_4 = \frac{\Delta R_{jj}^{\text{min}} E_T^{\text{min}}}{E_T^L} \text{ "vs gluon rad"}$$



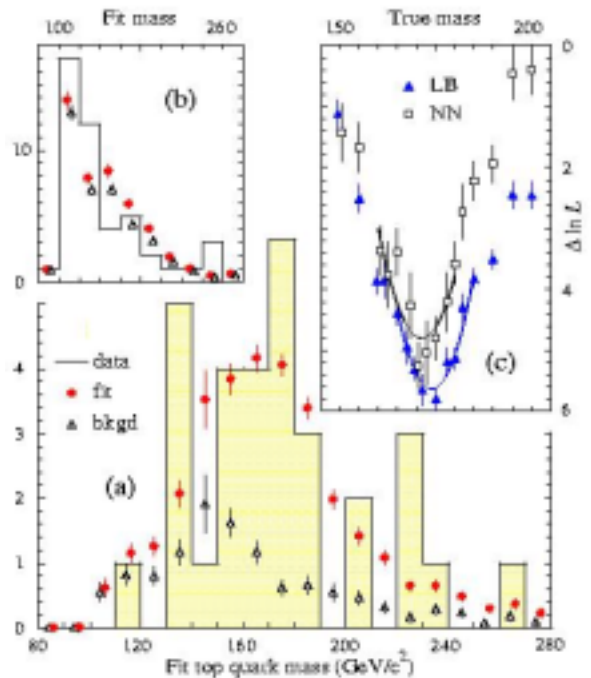
Masse du Top: "lepton+jets"

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
TOTAL	5.4 GeV

Masse du Top: “di-leptons”

Sélection des événements

- 2 leptons isolés + Energie manquante

- Ajustement Cinématique:

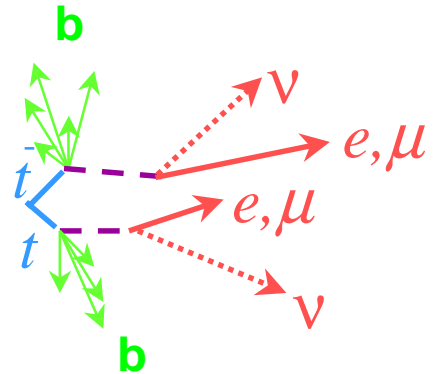
- 24 variables, 4 libres (2v)

- 3 contraintes : (-1C)

$$M(l\nu) = M_W, M(l'\nu') = M_W$$

$$M(bl\nu) = M(bl'\nu')$$

résolution en supposant connue m_t



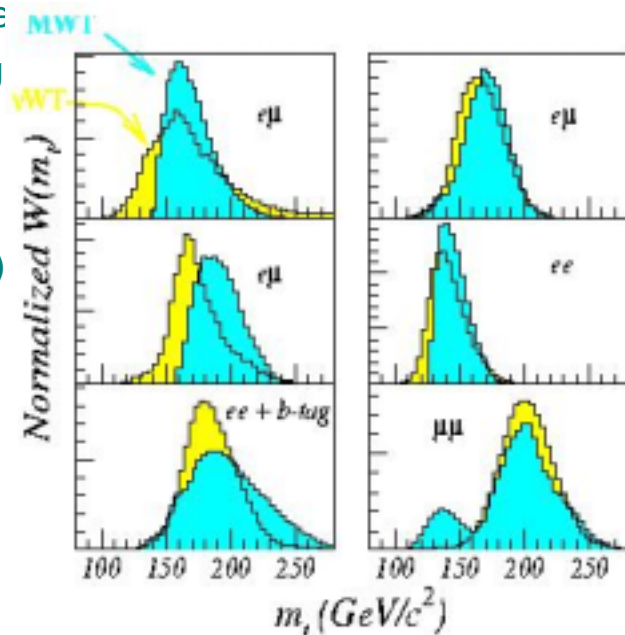
- Fonction de Vraisemblance: $P(m_t | \{\mathbf{o}_i\}) \propto P(\{\mathbf{o}_i\} | m_t)$

- fonction de la cinématique & espace des phases de tt
- fonction des variables cinématiques $\{\mathbf{o}_i\}$ (MC)
- fonction des fonction de résolution du détecteurs
- fonction de l'assignation des je consommateur de temps CPU

- Modélisation simplifiée:

- Variables des neutrinos (vWT) poids W fonction de m_t
- Pondération Element de Matrice (MWT)

Data vs MC(signal+fonds)

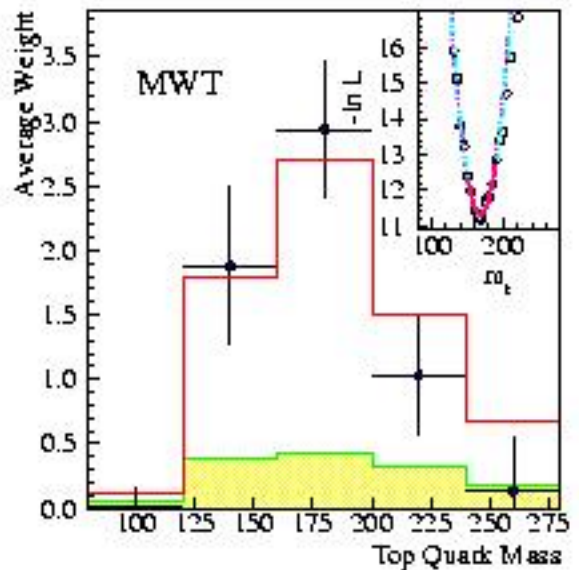
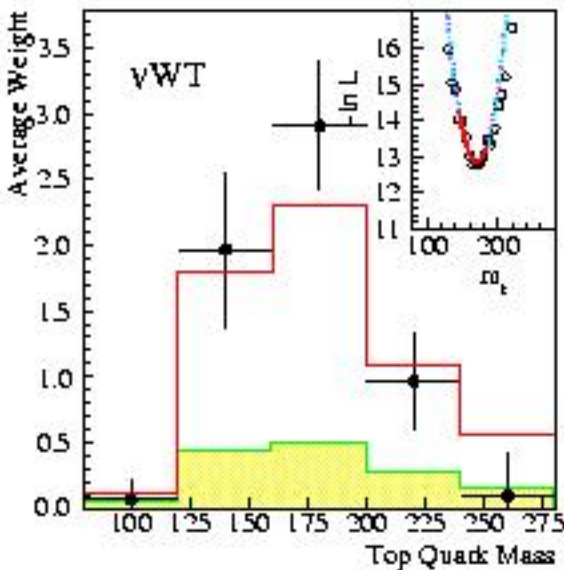


Analyse en di-leptons

Détermination de la Masse [Abott et al., hep-ex/980829]

- Ajustement likelihood $-\ln L(m_t)$ (ν WT et MWT ~ sensibilité)
 - 6 evts (2 ee, 3 e μ , 1 $\mu\mu$)

$$m_t = 168.4 \pm 12.3(\text{stat}) \pm 3.6(\text{syst}) \text{ GeV}/c^2$$



Incertitudes

- Echelle d'énergie
- Forme des fonds & signal
(générateurs)
- Statistique

Systématique	Erreur
échelle d'énergie Jet	2.4 GeV
Generateur Fond	1.8 GeV
Generateur Signal	1.1 GeV
Buit & int. multiple	1.3 GeV
Fit Likelihood	1.1 GeV
MC statistique	0.3 GeV
TOTAL	3.6 GeV

Masse du Top au Run I

Résultats au Run I

- Combinaison de 5 mesures (3 CDF + 2 DO)

Incertitudes:

stat. ~ systématique

- énergie jet
- Fonds, pdf
- Statistiques

Corrélations:

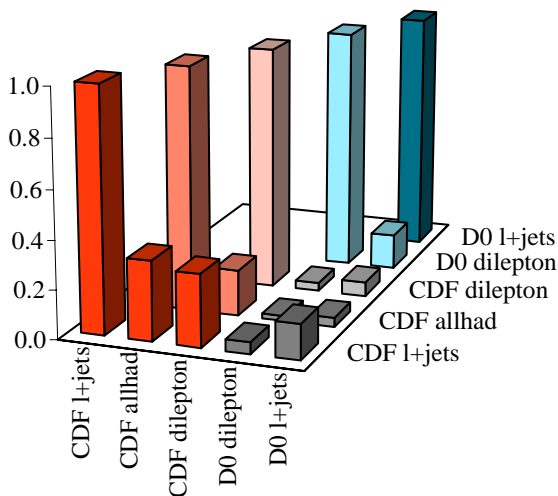
100% (2 exp.):

- distribution partonique
- gluon ISR, FSR

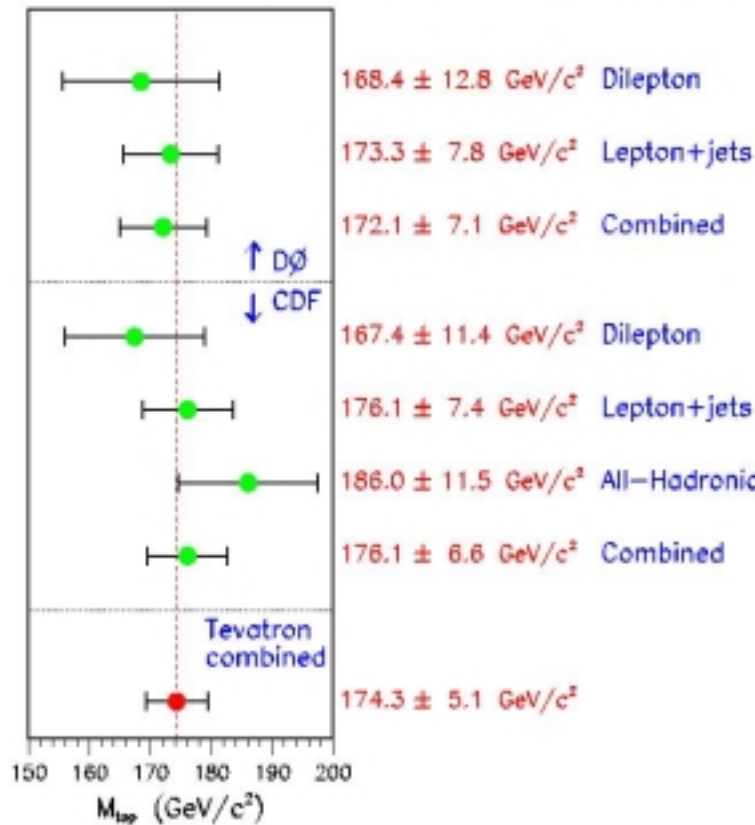
0% :

- Echelle d' énergie jet
- fonds , etc...

Correlation in top mass



Tevatron Top Quark Mass Measurements



Masse du Top au Run II

Perspectives au Run II

- Capacité de sélections accrues:
 - Calibration des jets p_T utilisant les data:
Z+jets , γ +jets, $W \rightarrow \text{jet jet}$, $Z \rightarrow b\bar{b}$
 - Contraintes MC par data
 - Meilleure identification des e/μ
 - Meilleure systématique avec double-étiquetage du b
- Erreurs systématiques probablement réduites:
 - “lepton+jets”:

Incertitudes	Run I	Run II
Statistiques	5.6 GeV	1.3 GeV
Energie Jet	4.0 GeV	2.2 GeV
Generateur Fond	2.5 GeV	0.7 GeV
Generateur Signal	1.9 GeV	0.4 GeV
Fit Likelihood	1.1 GeV	0.3 GeV
Total syst.	5.5 GeV	2.3 GeV
TOTAL	7.8 GeV	2.7 GeV

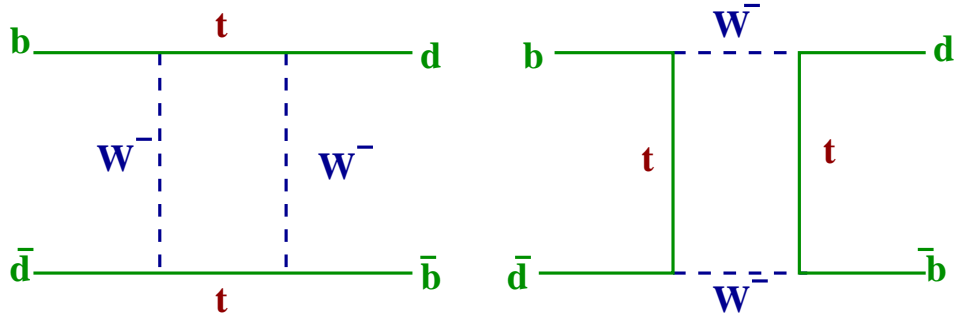
- Incertitude totale:
 - $\Delta m_t = \pm 2 - 3 \text{ GeV}/c^2$ (par expérience)

Pourquoi mesurer m_t ?

Interet de la Mesure de la Masse du quark Top

De nombreuses prédictions du MS dépendent de m_t , ex:

- Mélange $B\bar{B}$



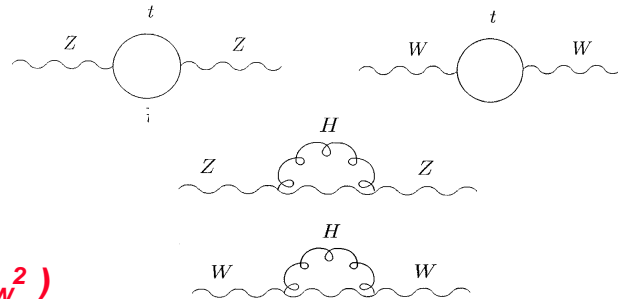
- Corrections radiatives aux masse

- paramètre

$$\rho = m_W^2/m_Z^2 \cos^2\theta_w$$

- $\rho \rightarrow 1 + \Delta\rho$

$$\equiv (\alpha/\pi) m_t^2/m_W^2 - (\alpha/4\pi) \ln(m_H^2/m_W^2)$$



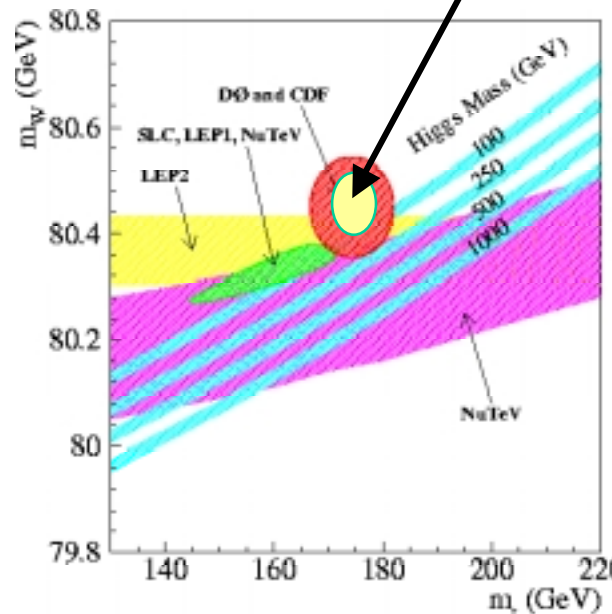
contraintes sur m_H *dans MS*

- Avec:

$$\Delta m_W \sim 40 \text{ MeV}/c^2$$

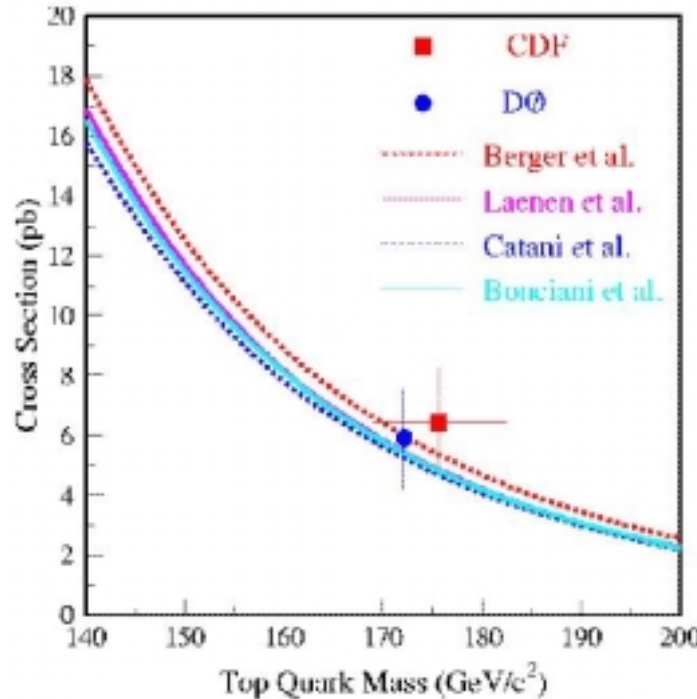
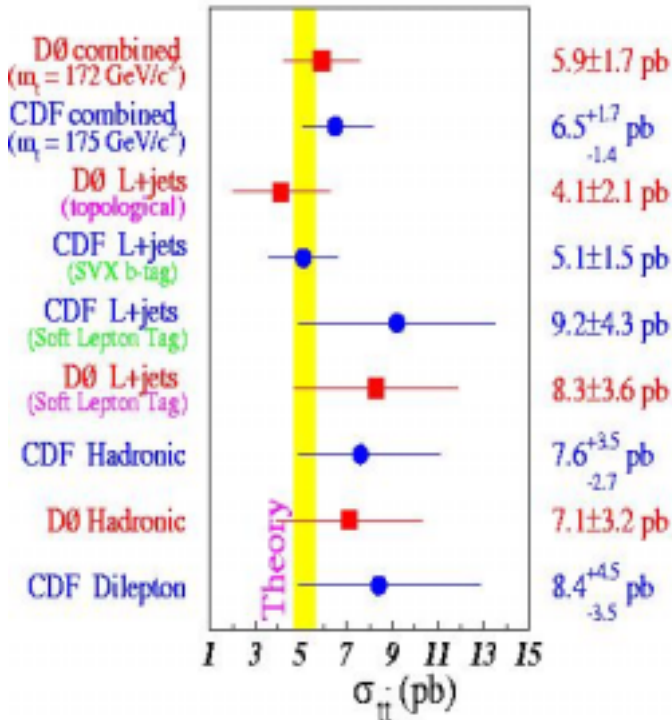
$$\Delta m_t \sim 3 \text{ GeV}/c^2$$

Run II (2 fb⁻¹)



Sections efficaces du Top

Mesures au Run I



Perspectives au Run II

- $\Delta\sigma(tt) \sim 8\%$
 - les incertitudes en majorité varient en $1/\sqrt{N}$ (stat)
 - systématiques sur fonds, acceptance réduites avec stat.
- Mesure $B(t \rightarrow Wb)/B(t \rightarrow Xb)$
 - précision attendue de 7% (2fb^{-1})
 - sensible aux désintégrations sans W (ex. H^+b ; stop léger)
- Recherche de résonances $t\bar{t}$
 - Utilise le Spectre $m_{t\bar{t}}$ (ex: Z')



BR($t \rightarrow Wb$) et $|V_{tb}|$

Rapport de Branchement

- BR($t \rightarrow Wb$) ~ 100% dans le Modèle Standard

Mesure de $|V_{tb}|$

- Attend $|V_{tb}| \sim 1$ avec 3 générations
 - 4eme génération: départ de 1....
- Mesure:
 - rapport d'évts avec 0,1,2 jets étiquetés-b dans l+jets
 - corriger d'acceptance/efficacité:

$$\frac{B(t \rightarrow W + b)}{B(t \rightarrow W + q)} = \frac{|V_{tb}|^2}{|V_{td}|^2 + |V_{ts}|^2 + |V_{tb}|^2}$$

- CDF: Run I = 0.99 ± 0.29
- Si on suppose 3 générations, alors $|V_{tb}| > 0.76$ @ 95%CL

Perspectives au Run II

- Mesure avec événements $t\bar{t}$:
 - $\Delta |V_{tb}| \sim 2\%$ (2 fb^{-1})

Production de single Top

Production de single Top / courant chargé

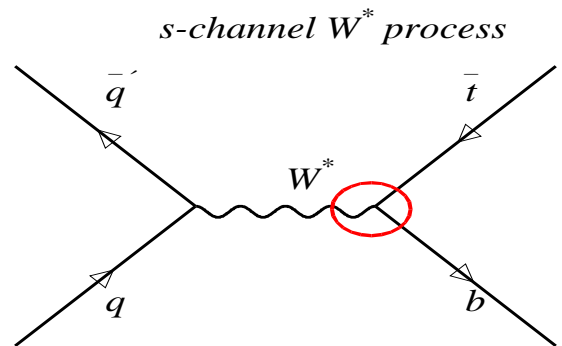
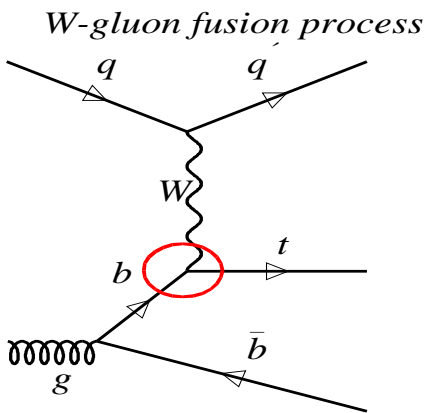
– Production:

$$\sigma = 2.44 \pm 0.12 \text{ pb}$$

signal = l+2 jets+ 1b-tag

$$\sigma = 0.89 \pm 0.05 \text{ pb}$$

signal = l+2 jets+ ≥ 1 b-tag

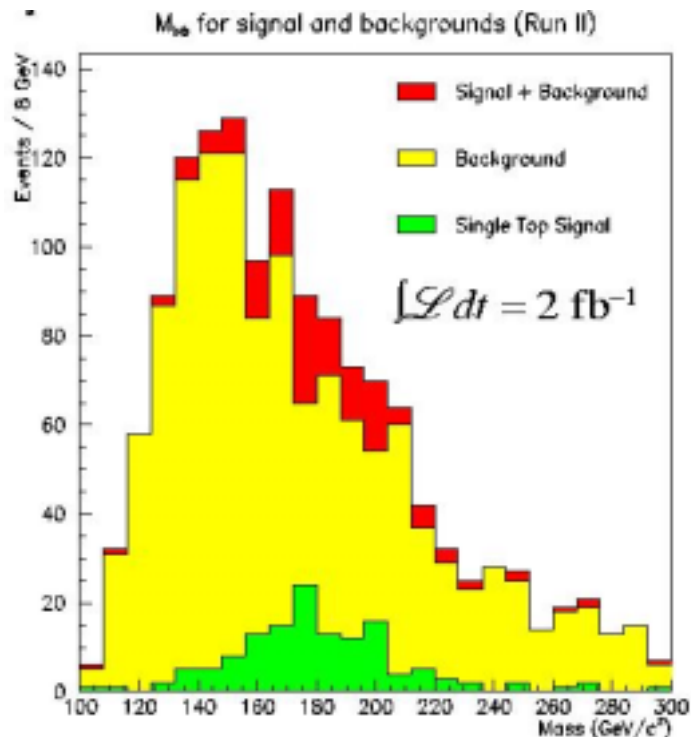


– Largeur par mesure de:

$$\sigma(\text{single top}) \propto \Gamma(t \rightarrow W+b)$$

Perspectives au Run II (2 fb⁻¹)

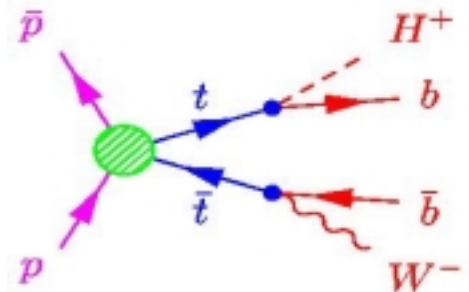
- Nombre evts ~ 330
- Rapport S/B $\sim 1/10$
 - $\Delta\sigma(\text{single top}) \sim 19\%$
 - $\Delta\Gamma(t \rightarrow W+b) \sim 27\%$
 - $\sigma(qq \rightarrow tb) \propto |V_{tb}|^2$
 $\Delta|V_{tb}| \sim 14\%$



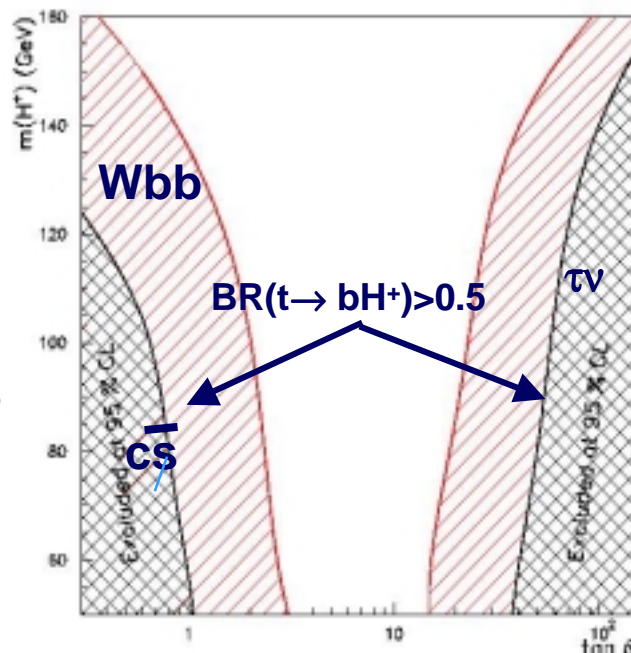
Recherche de Higgs $t \rightarrow bH^\pm$

Recherche de Higgs chargé

- Modèle Standard Minimal, 1 seul doublet Higgs
 - Un boson de Higgs physique H^0
- Modèles étendus (MSNM, MSUSY) à 2 doublets Higgs
 - 5 Higgs physiques: H, h, A, H^+, H^-
 - Secteur électrofaible spécifié par: $m_W, m_H, \tan\beta$
($\tan\beta$ = rapport des vev des 2 doublets de Higgs)
 - Si $m_{H^\pm} < m_t - m_b$,
BR($t \rightarrow bH^+$) important \forall haut / bas $\tan\beta$
 - Désintégration H^+
 $H^+ \rightarrow \tau \nu, cs$
 $H^+ \rightarrow t^*b \rightarrow Wbb$



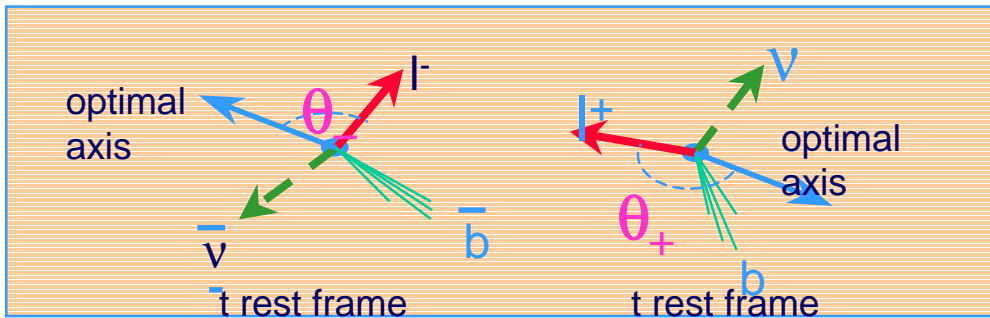
- Analyse:
 - disparition d'événements σ_{tt}
 - calcul $P(m_{H^\pm}, \tan\beta | n(\text{obs}))$
- Perspectives Run II
 - section σ_{tt} augmentée de 40%
 - sensibilité accrue ($\sim 600\text{evts}$)



Corrélation de spin du Top

Principe de la mesure

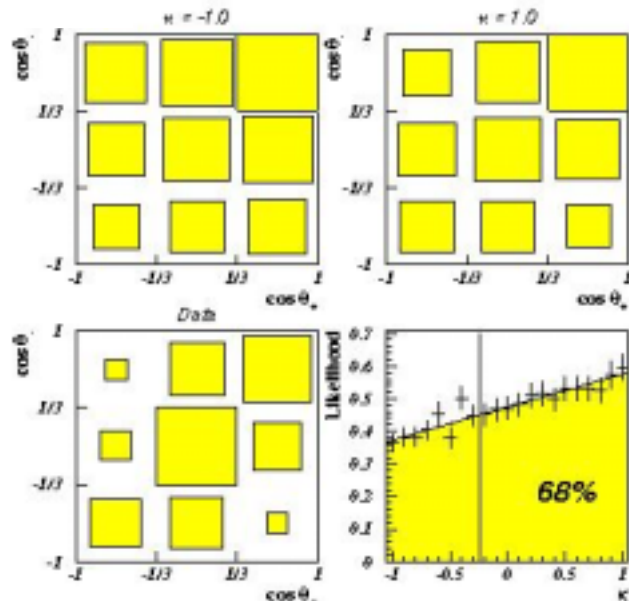
- TeVatron: 90% des états initiaux sont qq̄b avec gluon spin-1
- Les Top se désintègrent avant hadronisation
 - leptons sensibles à la polarisation du Top



- asymétrie “même spin” vs “spin opposé” dans les paires tt̄bar
~70% tt̄bar d'hélicité opposée
- Mesure de corrélation angulaire θ_+ vs θ_-

$$\frac{1}{\sigma} \frac{d^2\sigma}{d(\cos\theta_+)d(\cos\theta_-)} = \frac{1 + \kappa \cos\theta_+ \cdot \cos\theta_-}{4}$$

- $\kappa = 0$: ~~corrélation de spin~~
- $\kappa = 1$: corrélation de spin
- $\kappa > -0.25$ @ 68%CL (Run I)



Perspectives au Run II

- Mesure à 3σ

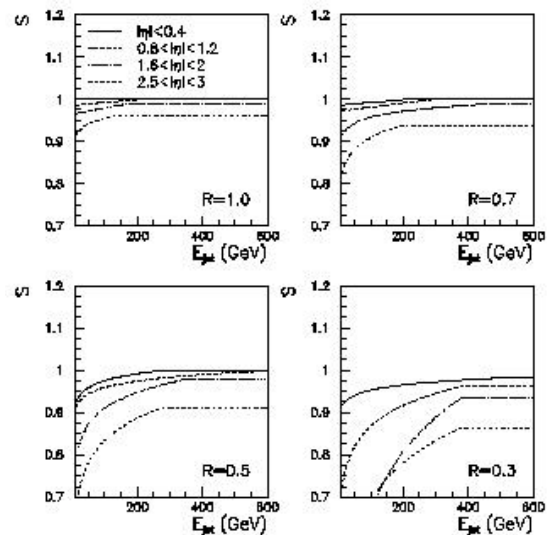
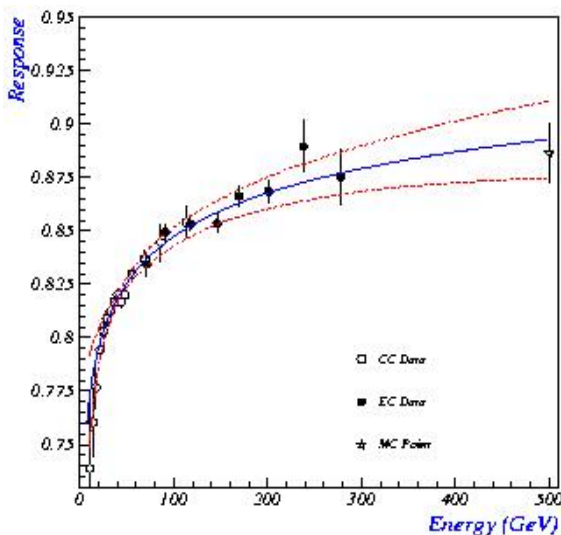
Echelle d'énergie des jets

Correction de l'échelle d'énergie des jets

- Principale source d'incertitude dans m_t :
 - Association parton / jet reconstruit dans calorimètre hadronique

Calibration en 3 étapes:

- Fonction de de:
 - la définition des jets (cône de largeur ΔR , énergie E), $\eta(\text{jet})$
- Offset dans la réponse en énergie du calorimètre $O(\Delta R, \eta, E)$:
 - Correction du bruit électronique + fission Uranium
 - Corrections des interactions multiples (lumi. dépendant)
 - Corrections du fond provenant des "quarks spectateurs"
- Détermination de la réponse en énergie $R(\Delta R, \eta, E)$
 - Utilise événements γ + jets pour la calibration (EM vs Hadron)
- Correction des modèles d'hadronisation + gerbe $S(\Delta R, \eta, E)$
 - Energie flow et développement du jet (gluon en dehors du jet)



$$\rightarrow E_{\text{jet}} = \{E_{\text{jet}}^{\text{reco}} - O\} / (1 - S) R$$

Calibration des jets au run II

Echelle d' énergie des jets

- Si l' échelle d' énergie fausse
biais systématique sur m_t

Calibration avec jets de b ($Z \rightarrow bb$):

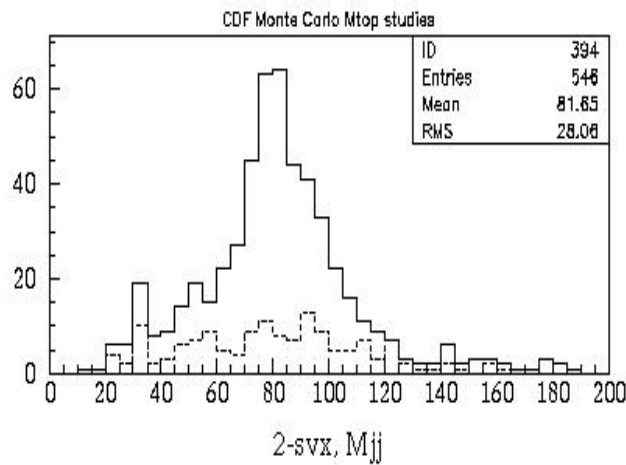
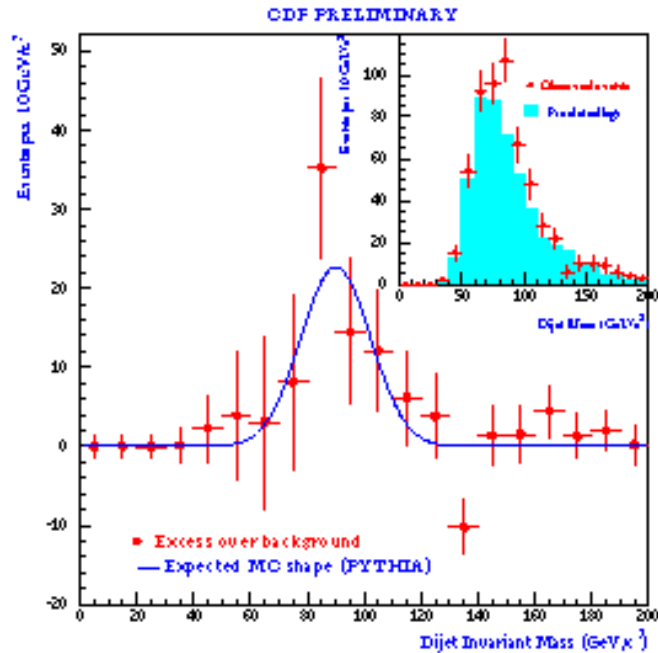
- bénéficie de déclenchement dévolu aux $Z \rightarrow bb$
 - Traces + Ht parametre d'impact au L2
- Pour événements étiquetés b
 - reconstruire $Z \rightarrow bb$

$$\Delta M_{bb}/M_{bb}$$
 - réduire l'erreur sur échelle d'énergie du jet

Réduction incertitude : 2 à <1 GeV

Calibration avec ttbar

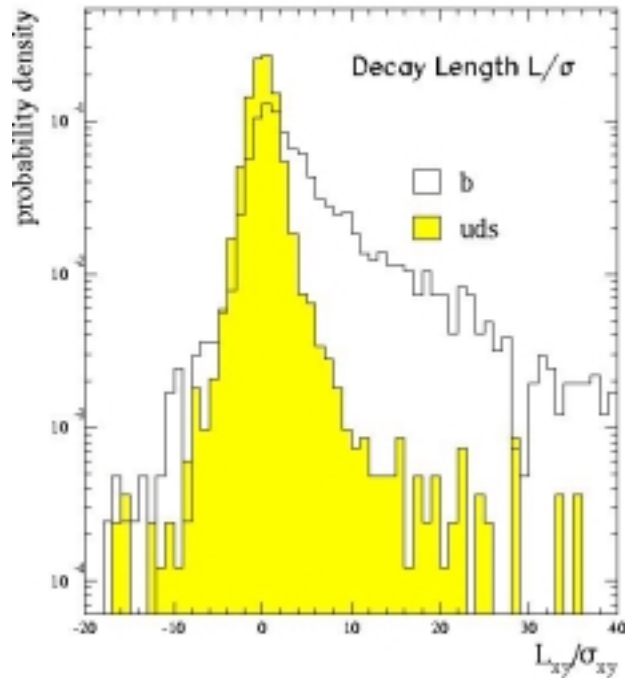
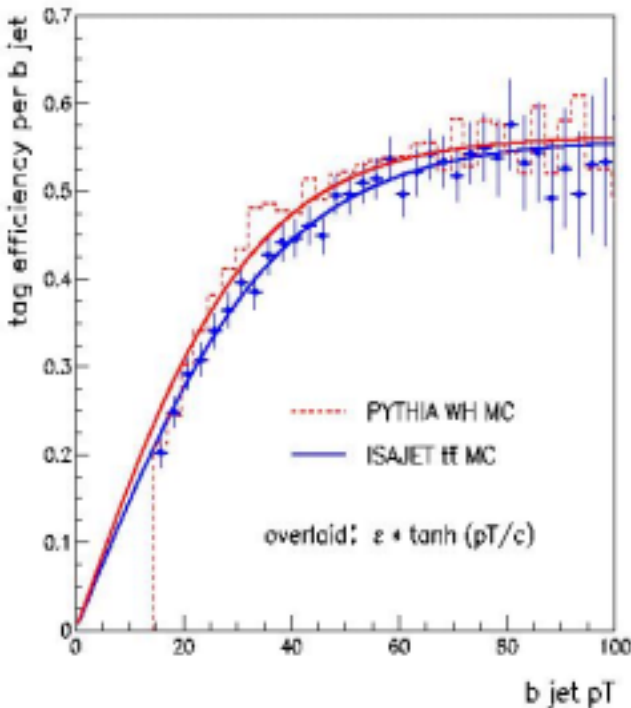
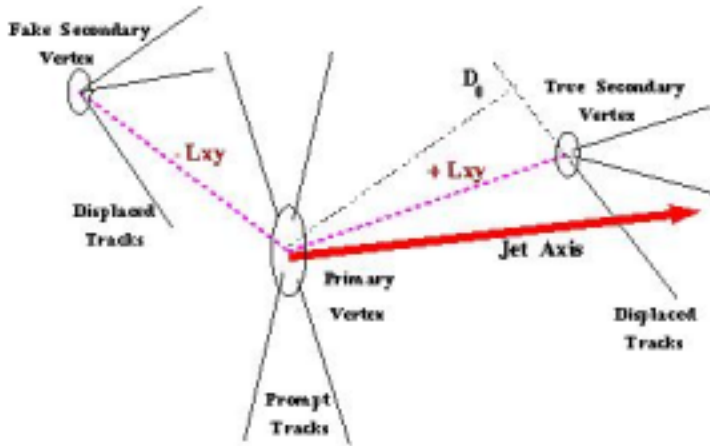
- Echantillons de ttbar (double t-tag)
 - échelle d' énergie des quarks légers ($W \rightarrow qq'$)
- Avantages:
 - peu de fonds non-top
- Inconvénients:
 - dépendance aux jets de gluons
résolution avec qq seuls: 18 GeV
résolution avec qq+g : 36 GeV !



Etiquetage du b au run II

Etiquetage des b par vertex déplacés

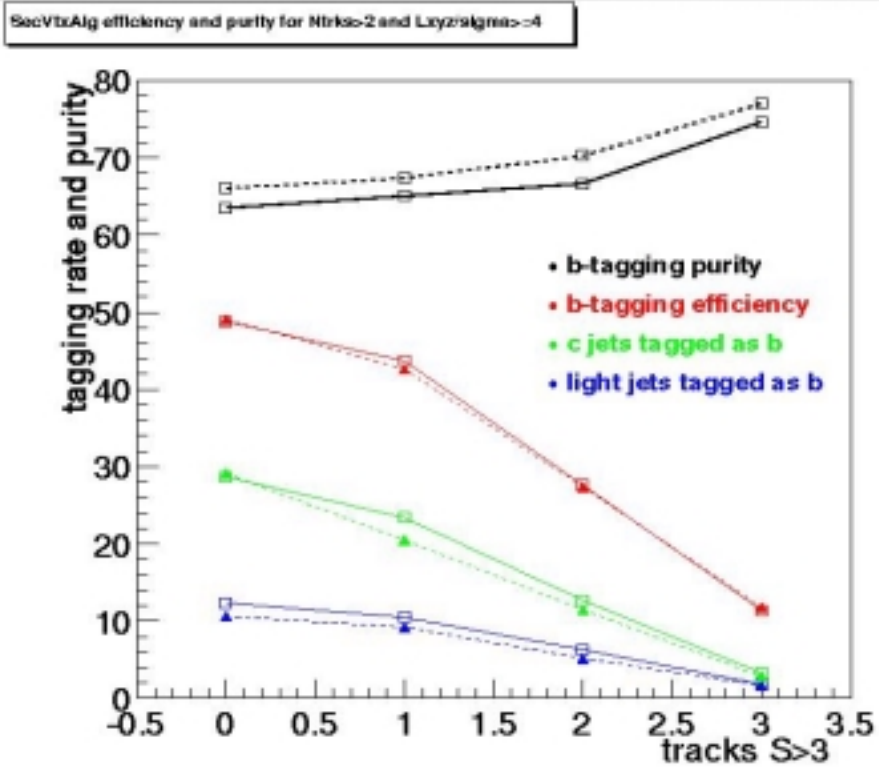
- crucial au Run II
- Approche multi-tag a DO:
 - parametres d'impact
 - vertex secondaires
 - soft-lepton dans jet
 - likelihood
- Performances *préliminaires*
 - "MC rapide" (SMT+CFT)
 - Efficacité = 0.56 ± 0.01 (vertex)



- Efficacité $\epsilon_b \sim 65\%$ (lepton e + μ + vertex) / jet (extrapolation CDF)

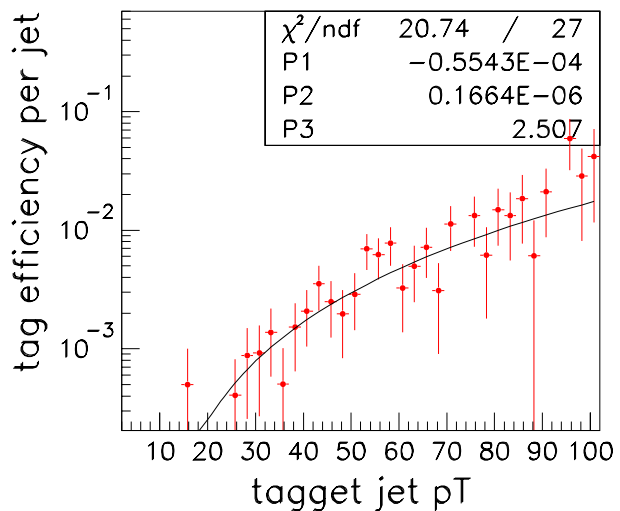
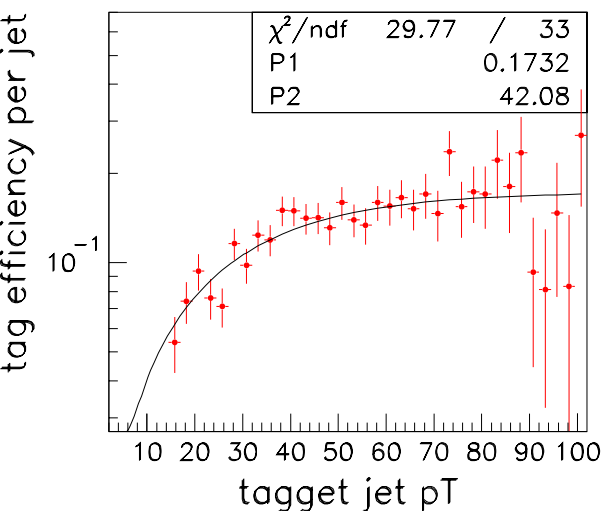
Etiquetage du b au run II

Etiquetage des b par vertex décalés



c-jets

u,d,s,g-jets





Résumé: Physique du Top au run II

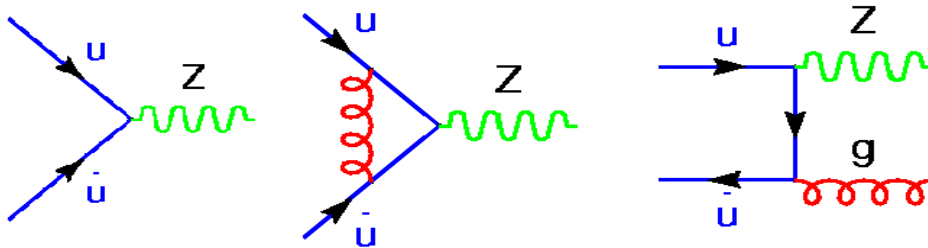
Expected Run II(2 fb⁻¹) results for top mass, cross section and decays

$\delta(m_t)$	3 GeV	accuracy of top mass measurement
$\delta(\sigma(t\bar{t}))$	9%	accuracy of $t\bar{t}$ cross-section
$\sigma(Z')BR(Z' \rightarrow t\bar{t})$	< 90 fb	upper limit for Z'
$BR(t \rightarrow c \gamma)$	< 0.28%	upper limit of rare decay
$BR(t \rightarrow c Z)$	< 1.3%	"
$BR(t \rightarrow H^+ b)$	< 12%	"
$\delta BR(t \rightarrow W(b))$	3%	from ratio of 2 b-tags/1 b-tag
$\delta BR(t \rightarrow (W)b)$	9%	from ratio of dileptons/single-leptons
$\delta BR(t \rightarrow bW[\lambda = -1])$	3%	$W \rightarrow \text{lepton} + \nu$ helicity
$\delta BR(t \rightarrow bW[\lambda = 0])$	6%	$W(\lambda=0)/W(\lambda=1) = (1/2)(m_t/m_W)^2$
$\delta \Gamma(t \rightarrow bW)$	26%	from single top production
δV_{tb}	13%	from single top production
$\delta \kappa$	0.4	spin correlation coefficient

Physique des bosons W/Z

Production au Run II

- Graphes:

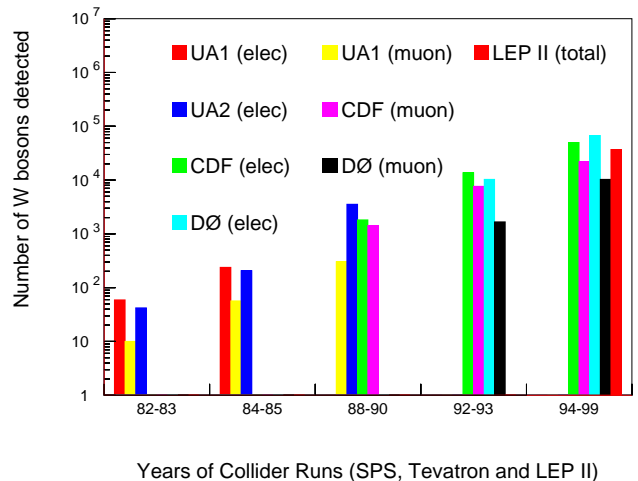


- Sections efficaces élevées:

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

- Modes au Run II:

- $W \rightarrow e\nu, \mu\nu$ (~11%)
- $Z \rightarrow ee, \mu\mu$ (~3%)
- $Z \rightarrow bb$ (Run II)



- Statistique attendue (2 fb^{-1}):

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

Masse du boson W

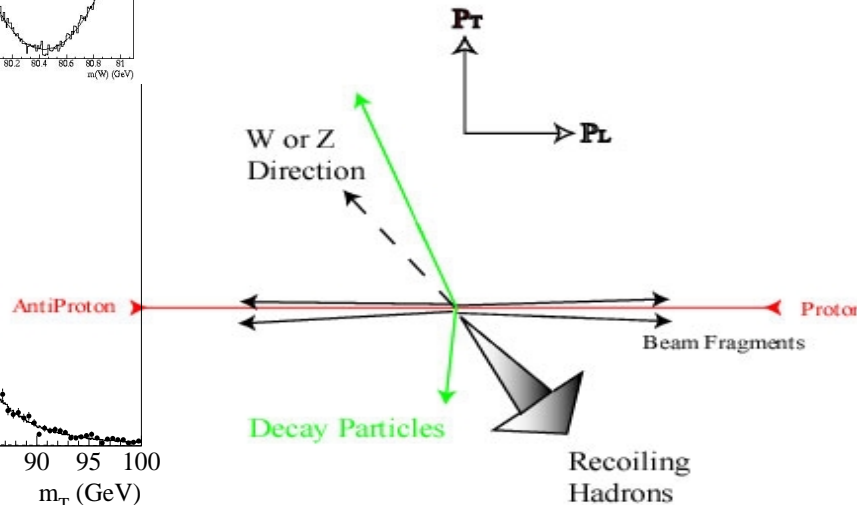
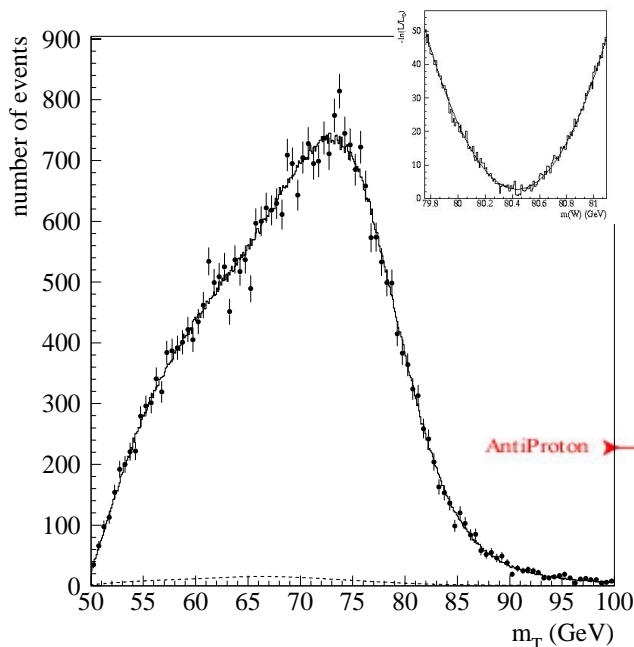
Masse au Run I

- Masse transverse:

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

- Résultats DO:

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



- Incertitudes dominantes:

Incertitudes	Run I
Statistiques	65 MeV
Energie Jet	75 MeV
Resolution Detecteur	25 MeV
PDF's	15 MeV
PT(W)	15 MeV
Recul (Modele)	37 MeV
TOTAL	92 MeV

Masse du boson W

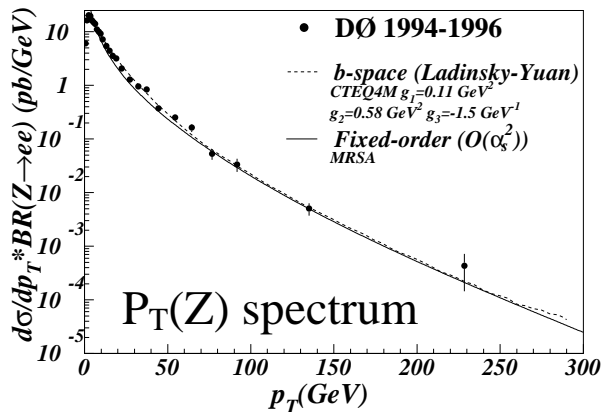
Perspectives au Run II

Réduction des incertitudes

- Statistique:
 - Diminue à <20 MeV (mais limité par int./croisement)
- Résolution & réponse du détecteur:
 - Taille des échantillons statistiques (Z, J/Ψ, Υ)
- Modèle de production MC:
 - Contrainte des fonctions de structure partoniques (pdf)
 - Différence production W, Z visible (haute stat.)

Incertitude totale attendue:

$$\Delta m_W = 40 \text{ MeV}/c^2$$



Autres options pour 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 a l'acceptance du neutrino)

Largeur du boson Γ_W

Largeur du W

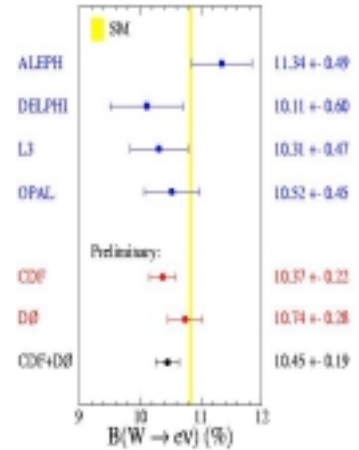
- Test les couplages du W / comparaison au SM
- Test des corrections sensibles aux effets non standard

Mesure de R:

$$R \equiv \frac{\sigma(pp \rightarrow W) \cdot B(W \rightarrow e\nu)}{\sigma(pp \rightarrow Z) \cdot B(Z \rightarrow ee)}$$

$$= \frac{\sigma(W)}{\sigma(Z)} \cdot \frac{\Gamma(Z)}{\Gamma(Z \rightarrow ee)} \cdot \frac{\Gamma(W \rightarrow l\nu)}{\Gamma(W)}$$

theory \uparrow \uparrow LEP \uparrow SM \leftarrow **measure** \leftarrow **extract**



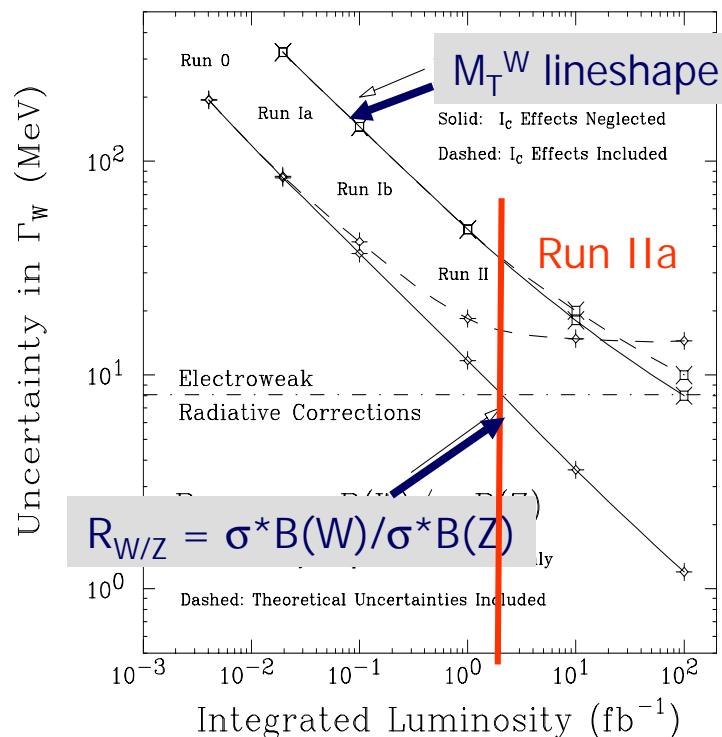
Electron Channel

Résultats:

$$\Gamma_W = 2.062 \pm 0.059 \text{ GeV}$$

Perspectives au Run II

- Attend (2 fb⁻¹):
 - ~0.010 (stat) GeV
 - +err. théorique
 - Mesure directe !
 - -sensible à erreur theo.
 - Utilise spectre M_T
- $$\Delta\Gamma = 30\text{-}50 \text{ MeV}$$



Propriétés des bosons W

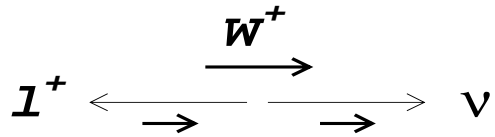
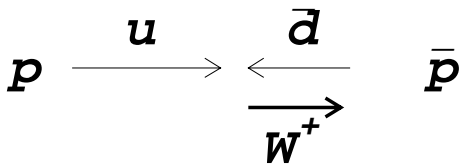
Contraintes sur fonction de densité partonique (pdf):

- Mesure de l'asymétries de charge due à:

Production: $X_u > X_d$

+

Couplage V-A

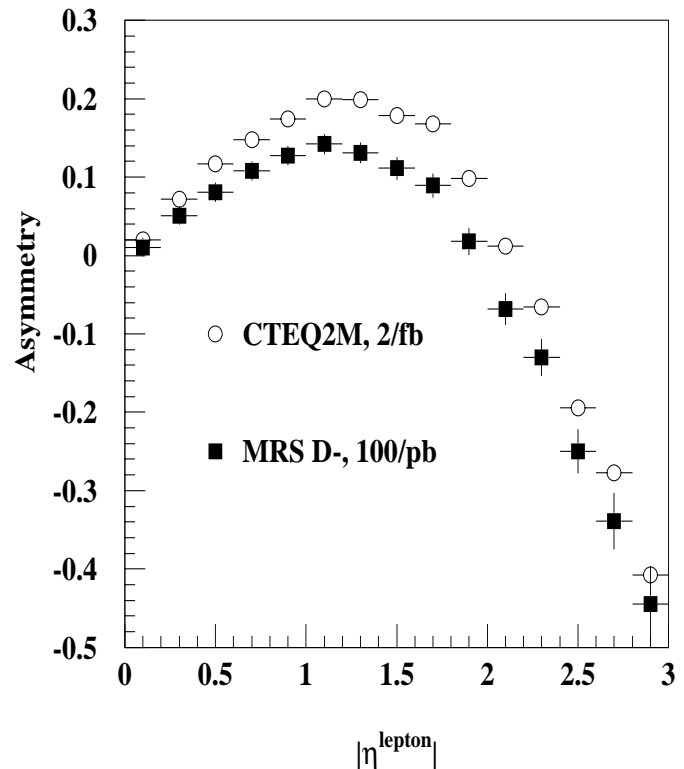


Asymétrie dans la distribution leptonique

- Bénéficie a D0:
 - couverture détecteur $|\eta| < 2.5$
 - Electron ID (preshower)
 - Muon ID

Perspectives Run II

- Contrainte des pdf's:
 - CTEQ, MRSD ...
- Mesure cruciale pour *toute* mesure de précision



Asymétrie avec le boson Z (AFB)

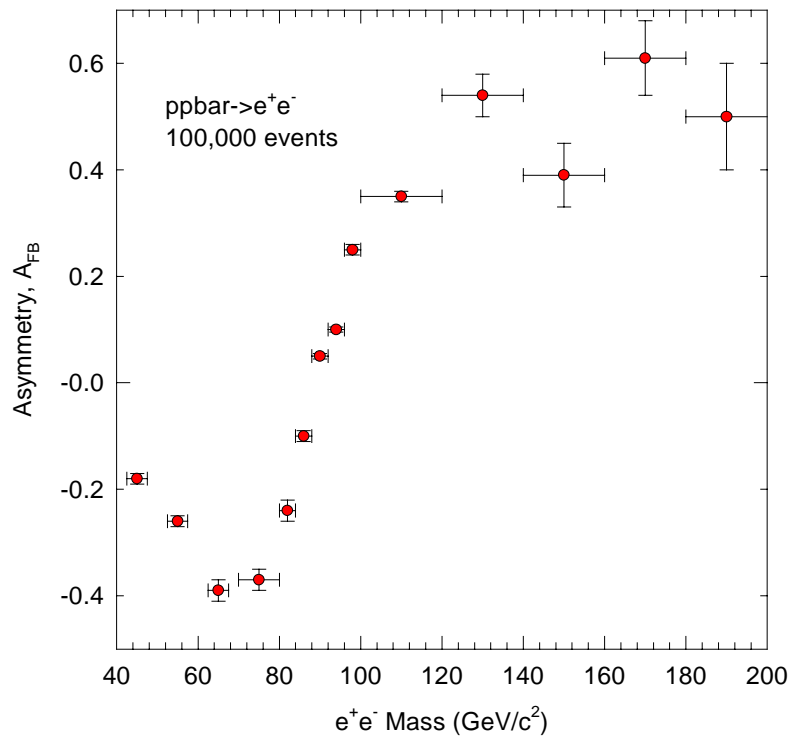
Asymétrie Avant-Arrière avec $Z \rightarrow ll, qqbar$

- Processus au niveau des partons ($qq \rightarrow ll$)
- Dépendance en g_V et g_A du Z aux leptons
- Sensible à $\sin^2\theta_W$

Perspectives au Run II

- 2fb-1 \Rightarrow 100k $Z \rightarrow ee$ events

- mesur
- Erreur
- Test c



EP 0.0016)
gmentation

Couplages anormaux

WWg and WWZ Couplings

- SM predicts triple gauge boson coupling



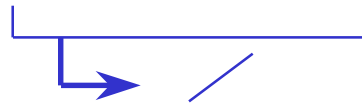
- 4 independent amplitudes with coupling constants

- $k = 1, l = 0$

- $k = 0, l = 0$

-

- tree level unitarity constrains couplings to SM values at high energies
introduce form factor



- study via diboson production : Wg, WW, WZ

- non standard couplings @ increased cross section

-

harder pT spectrum

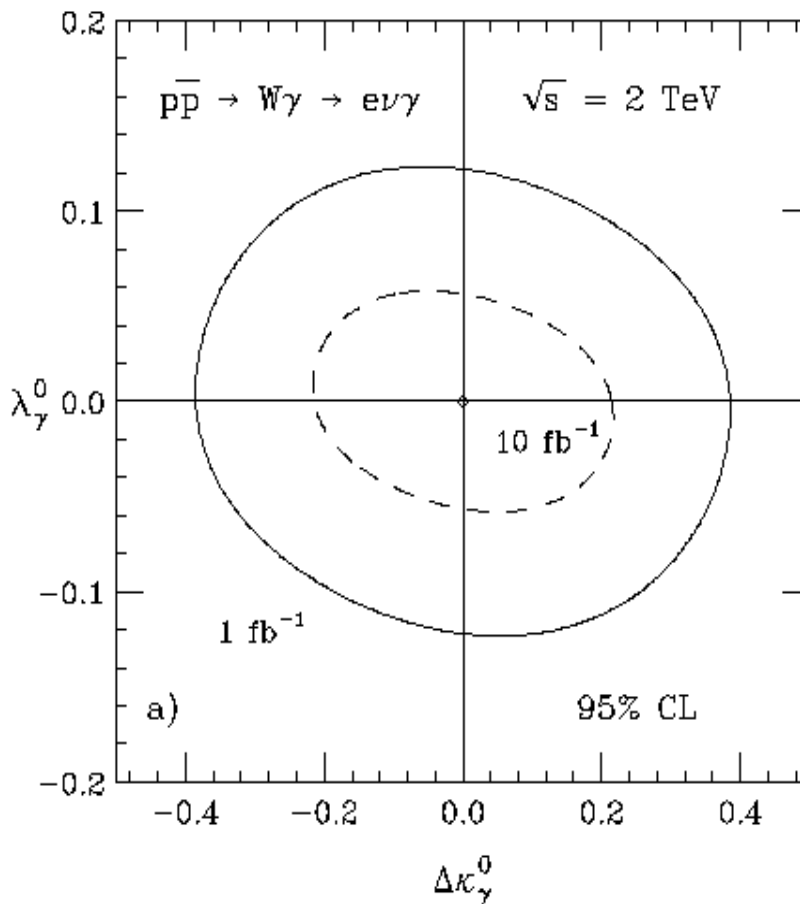
$$\frac{1}{\left(1 + \frac{s}{\Lambda^2}\right)^n}$$

Couplages anormaux

Limites sur couplages non-standard $WW\gamma$ et WWZ

Channel	present limits	1 fb^{-1}
$W\gamma \rightarrow l\nu\gamma$	$ \Delta\kappa_\gamma < 1.4$	< 0.38
	$ \lambda_\gamma < 0.4$	< 0.12
$WW, WZ \rightarrow l\nu jj$	$ \Delta\kappa_\gamma < 0.8$	< 0.35
	$ \lambda_\gamma < 0.5$	< 0.19

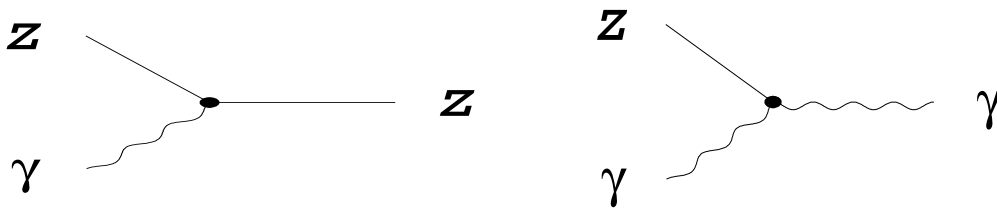
→ Limites gagnent un facteur 3-5 au RunII



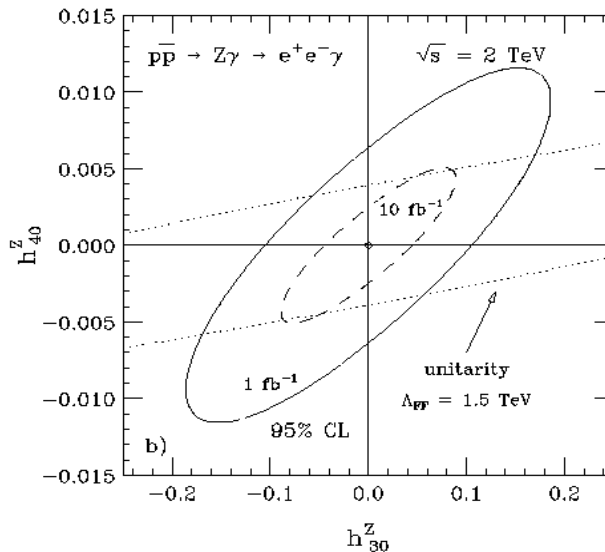
Couplages $ZZ\gamma$, $Z\gamma\gamma$

Paramétrage des Couplages tri-linéaires

- $h_1^Z, h_2^Z, h_3^Z, h_4^Z$ $h_1^\gamma, h_2^\gamma, h_3^\gamma, h_4^\gamma$
- dans MS: $h_i^V = 0$



	$ h_{3,1} $		$ h_{4,2} $	
	RunI	RunII	RunI	RunII
$Z\gamma \rightarrow l\bar{l}\gamma$	<1.6	<0.11	<0.4	<0.0064
$\rightarrow \nu\bar{\nu}\gamma$	<0.9	<0.038	<0.21	<0.0027



- Limites gagnent un facteur 10-100 au RunII (1fb^{-1})

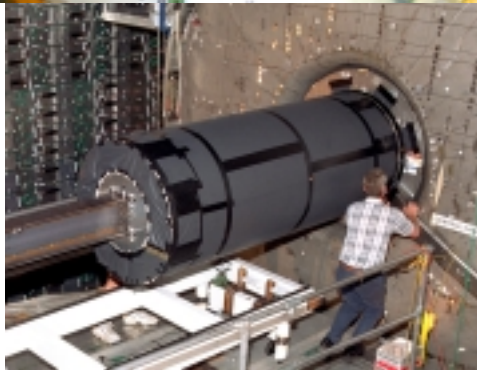
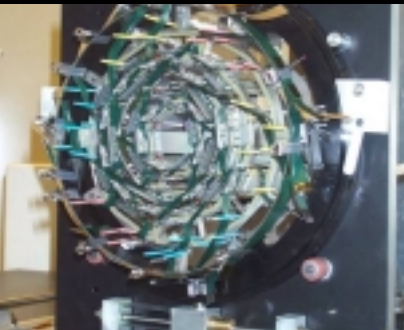
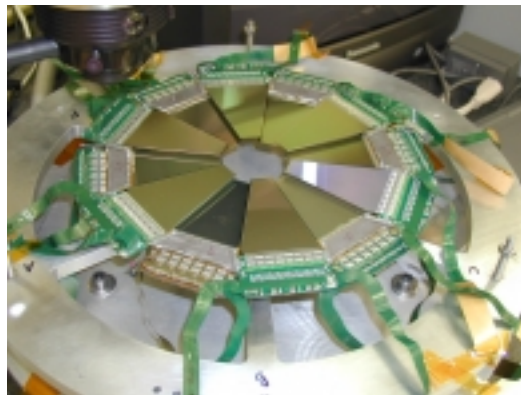
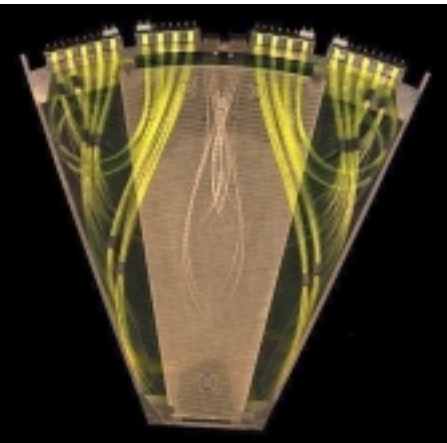
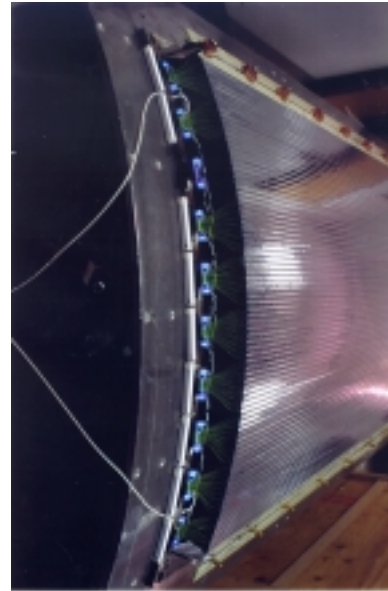
Conclusion



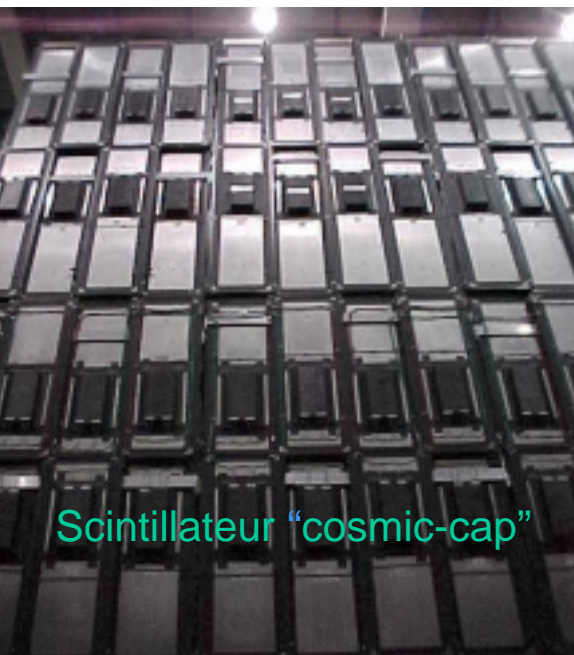
Le Tevatron délivre des données depuis 1er mars
DØ est au complet (hardware), détecteurs installés
Configuration complète de l'électronique: ~été 2001

Les capacités DØ sont significativement améliorées
Nouveaux détecteurs de traces dans 2T: traces, vertex
Amélioration du système de détection des muons
Nouveaux preshower: capacité d'ID electrons/photons

Les perspectives de physique sont enthousiasmantes
Mesures de précision (EW, Top, M_W)
Physique du B: violation CP, Bs mixing
Recherche de signaux SUSY
Recherche de Higgs $m_H < 180$ GeV (Run IIb)



tion

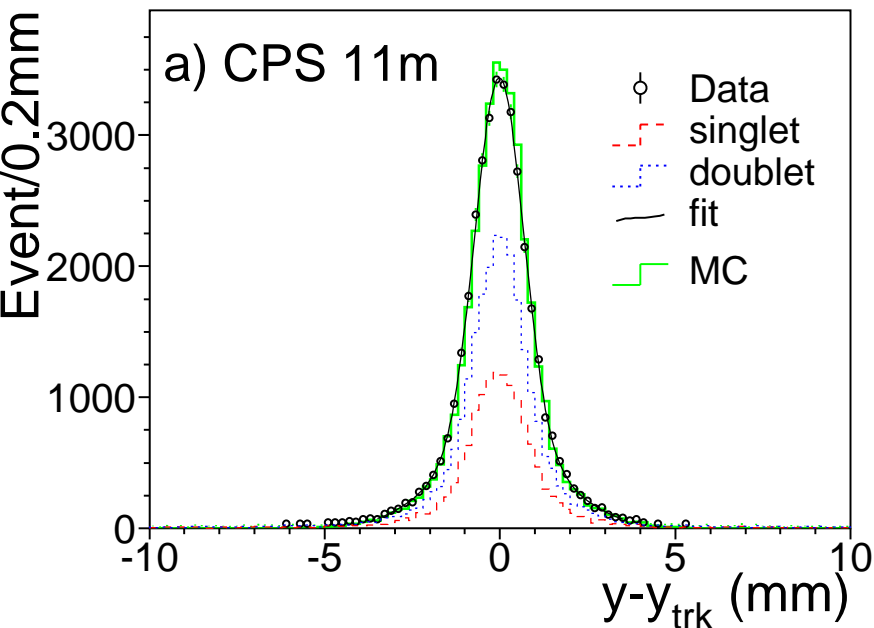
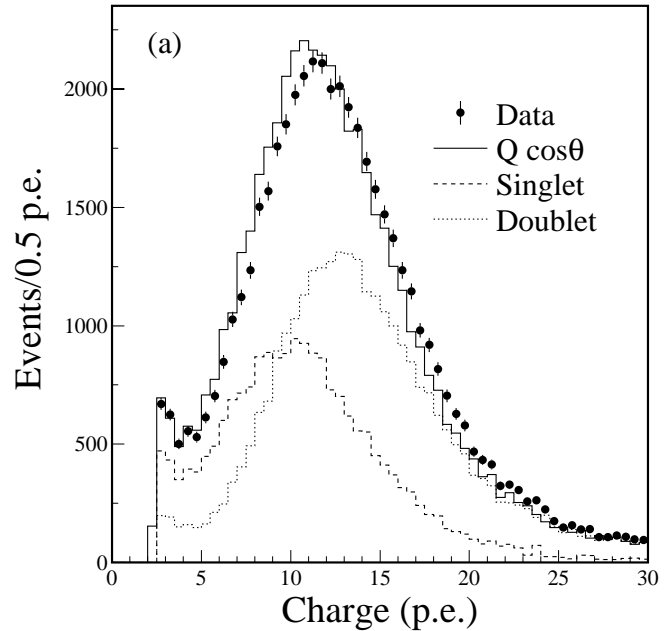


Performances du CPS

Tests avec des muons (Cosmiques):

Lumiere & Charge

- 11m clear waveguide
- Singlet = trace passe a travers un simple strip
- Doublet = deux strips



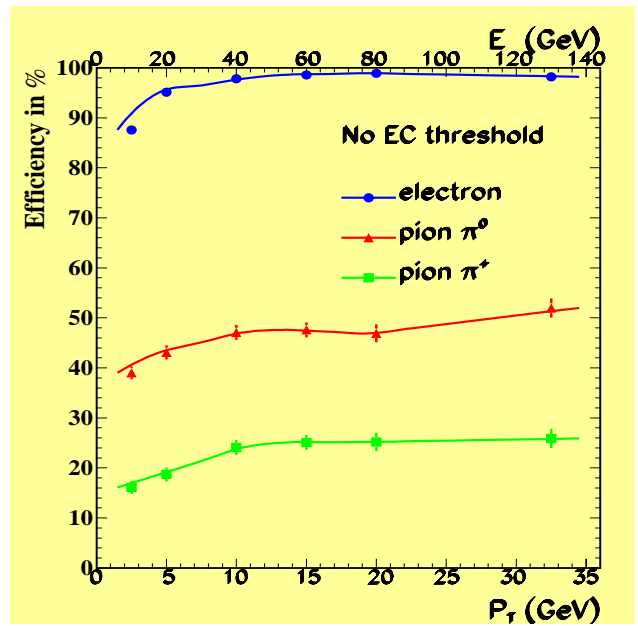
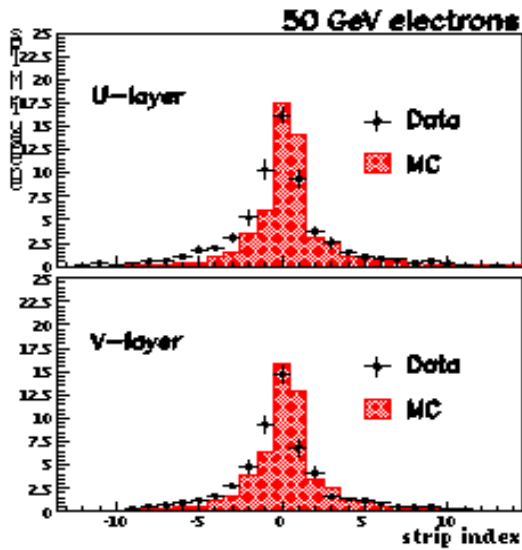
Resolution

muons

$\sigma(\text{doublet}) \approx 550 \mu\text{m}$

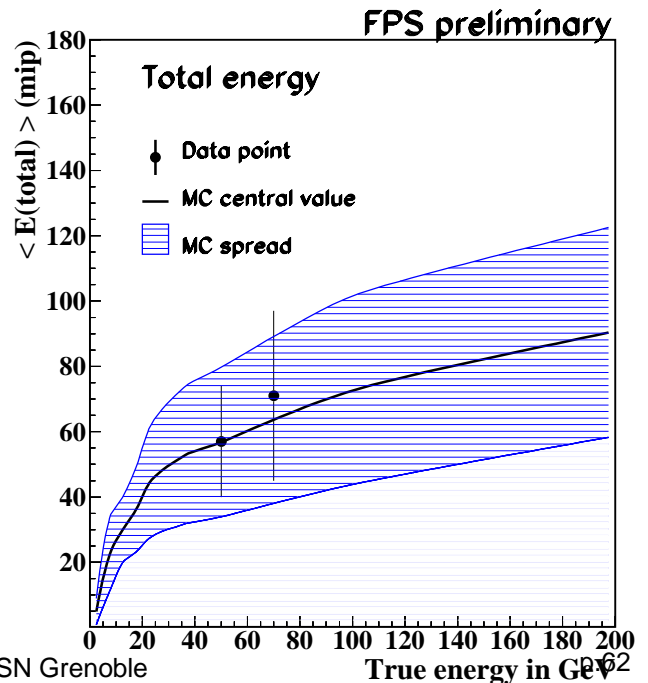
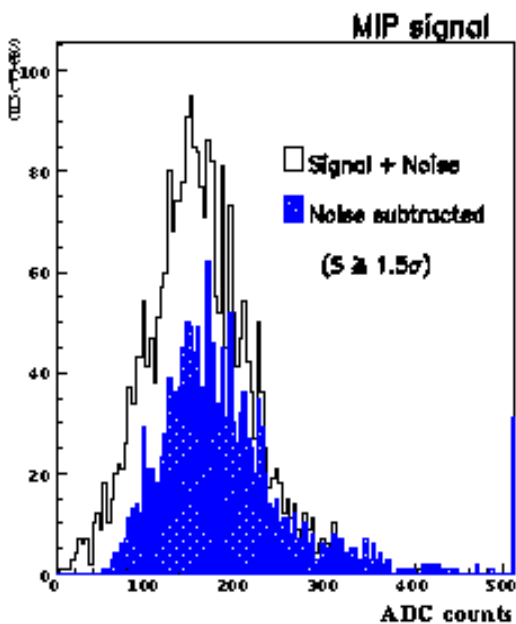
Performances du FPS

Electrons: forme de gerbe EM versus MC:



Calibration: 1 mip = 14 ± 3 p.e.

EFPS vs EVraie

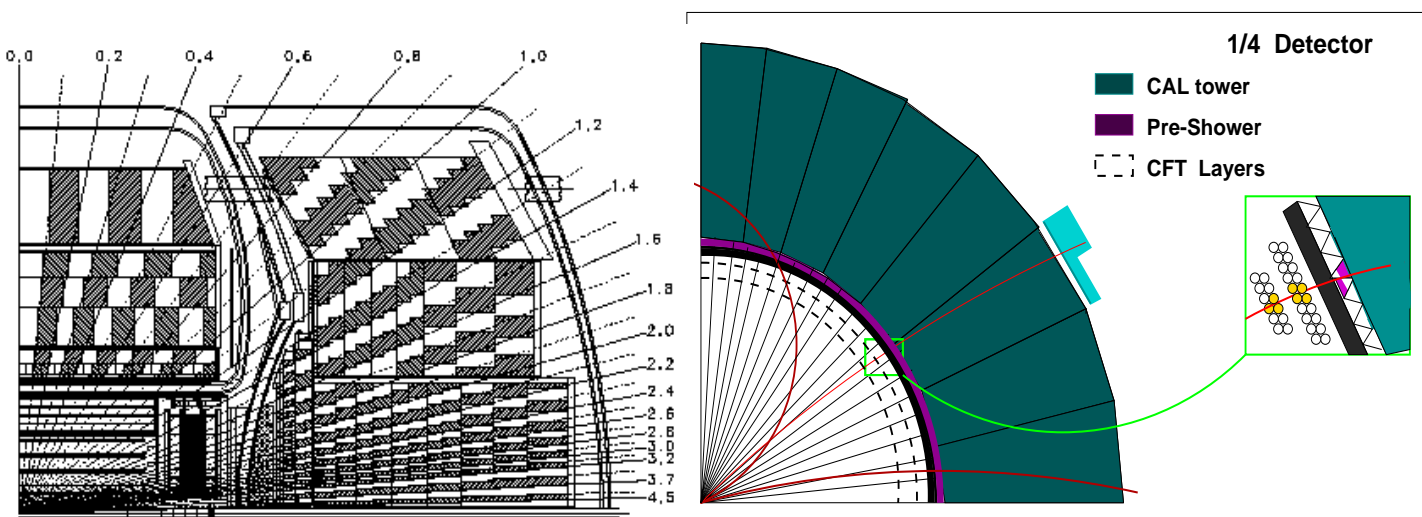


Déclenchement EM central L1

L1CAL

Calorimètre EM / HAD

basé sur: # tours EM (0.2x0.2) avec $E >$ seuil (2.5, 5, 7, 10 GeV)



L1PS

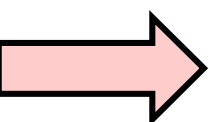
Pré-Shower Central (CPS)

basé sur: # gerbes EM = Σ strips avec $E_{strip} >$ seuil Haut/Bas

L1CFT

Détecteur de Traces central (CFT)

– #trajectoires signées / bin p_T [1.5-3], [3-5],[5-10] GeV/c



Déclenchement global:

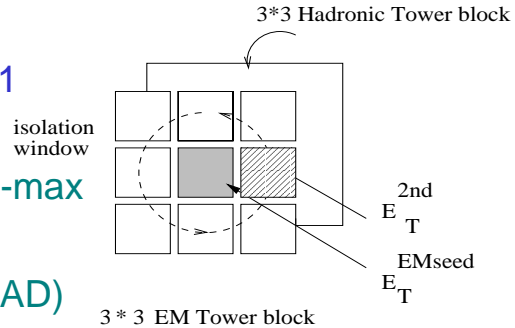
- Coïncidence par quadrant etc... 128 combinaisons possibles
 - 1 tour EM + (1 gerbe CPS + 1 Trajectoire p_T)

Déclenchement EM central L2

L2CAL

Calorimètre EM/HAD

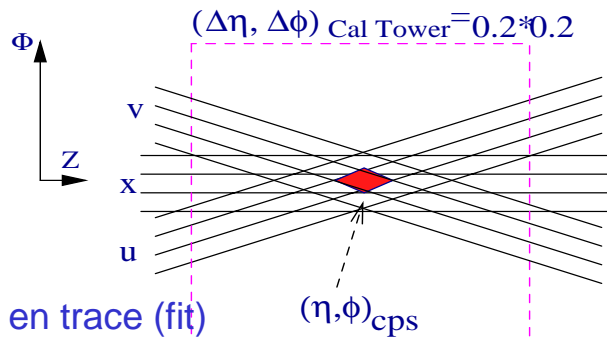
- Tours calorimétrique "seed" = L1
- Energie EM totale du dépôt:
 - $E_{EM} = E_{TSEED} + E_{T2nd-max}$
- Fraction EM du dépôt:
 - $EMF = E_{EM} / (E_{EM} + E_{THAD})$
- Isolation du dépôt:
 - $TISO = E_{EM} / \Sigma(E_{EM} + E_{THAD})$ ($3 \times 3 \Sigma$ + "seed")



L2PS

Préshower PS:

- forme les gerbes 3D $(u, v, x) \rightarrow (\eta, \phi, z)$ étiquetée electron/photon



L2CFT

Détecteur de Traces (CFT)

- convertit les trajectoires L1 en trace (fit)
- extrapole trace jusqu'à 3eme couche du calorimetre EM(3) (maximum de la gerbe)

L2CTT

Détecteur Vertex (SMT+CFT)

- combine traces CFT et SMT
- ré-ajustement :
 - p_T , d_0 parametre d'impact

Déclenchement EM Avant/Arriere

L1CAL

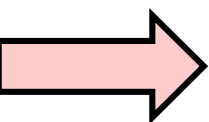
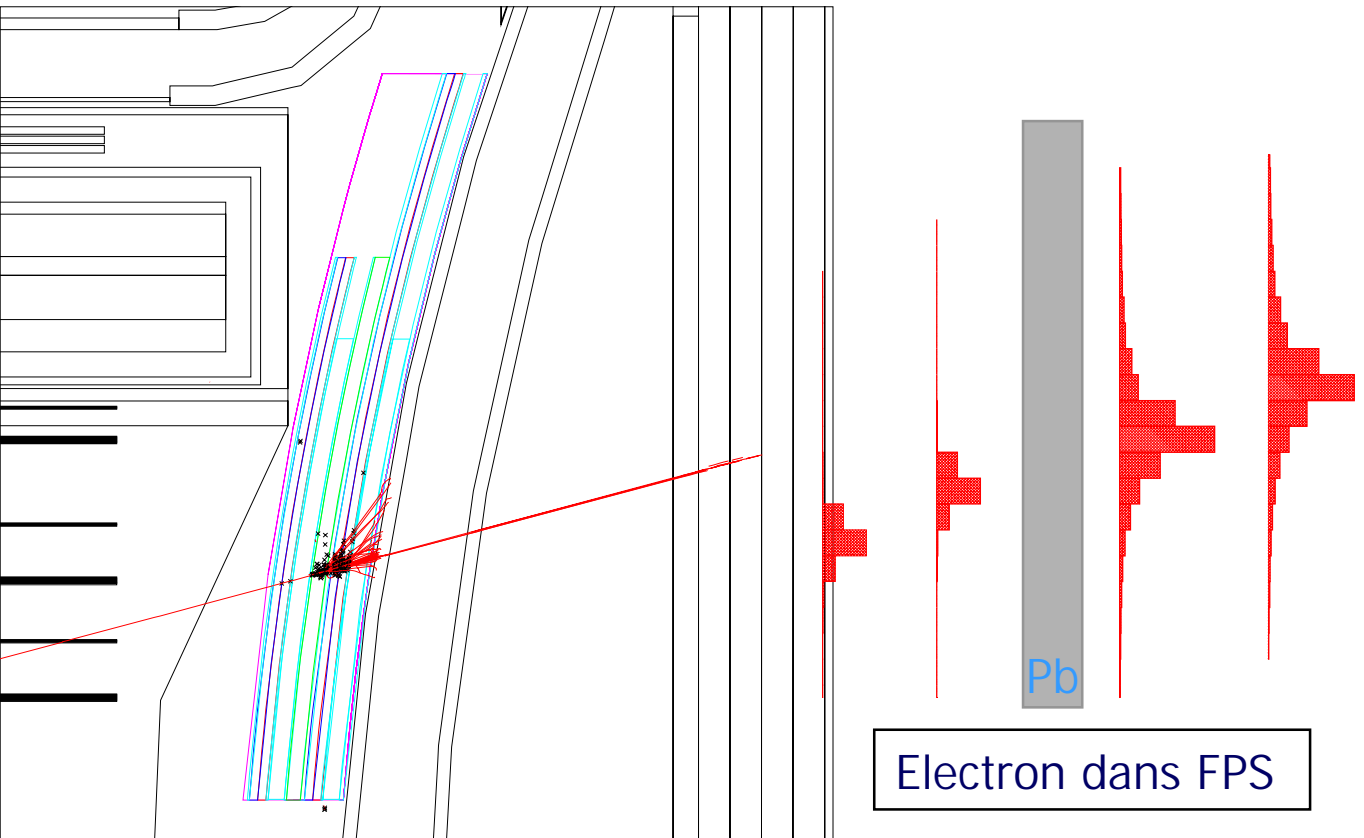
Calorimetre EM

- tours EM ($\Delta\eta \times \Delta\Phi = 0.2 \times 0.2$) \rightarrow ET $> [2.5, 5, 7, 10]$ GeV

L1PS

PreShower Avant /Arriere

- gerbes = Σ strips avec Estrip $>$ seuil Haut/Bas (5/10 MIPs)
- electron = gerbe PS (u ou v) + MIP (u ou v)



Déclenchement global

- combinaison des termes , coincidence par quadrant etc...
- ex: 1 tour EM + 1 electron (u et v) FPS

DAQ des fibres scintillantes

Déclenchement et digitization du signal fibre:

- Utilisation de deux gammes dynamiques:
 - Détection MIP (~ 0.9 MeV): traces , calibration [0.3-3] MIP
 - Reconstruction des gerbes electrons [5, 60] MIPs
- Déclenchements et lecture:
 - L1: chips SIFT [0/1], alimente carte trigger (FPGA)
 - L2: chips SVX-II qui digitize le signal

