L'expérience DØ au Tevatron

Gregorio Bernardi
LPNHE - Paris

- Introduction: DØ au Run I (92-96)
- L'"upgrade" du Tevatron et de DØ
- L'implication de l'IN2P3 dans DØ
- Les contributions de l'IN2P3 (et du CEA)
- Les perspectives de Physique au Run II
- L'évolution de l'équipe de l'IN2P3

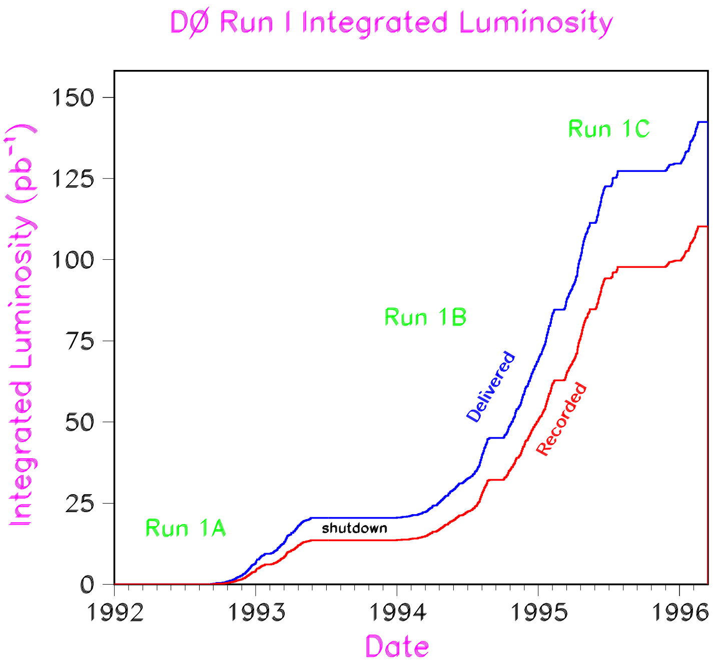
Journées de Prospectives de l'IN2P3
Giens, 24 septembre 1998

12 pays, 50 laboratoires, 450 physiciens

L'Histoire de DØ

- Conception et construction du détecteur 1983-1992
- **Prêt** pour le début du Run I du Tevatron en mai 1992
- Prise de données 1992 $\rightarrow$ 1996 avec $\epsilon > 80$ %
- Luminosité totale enregistrée ~ 110 pb^{-1}
- Début des activités de l'"upgrade" en 1992

Très bons résultats pour la machine, CDF et DØ



dans de nombreux domaines de physique:

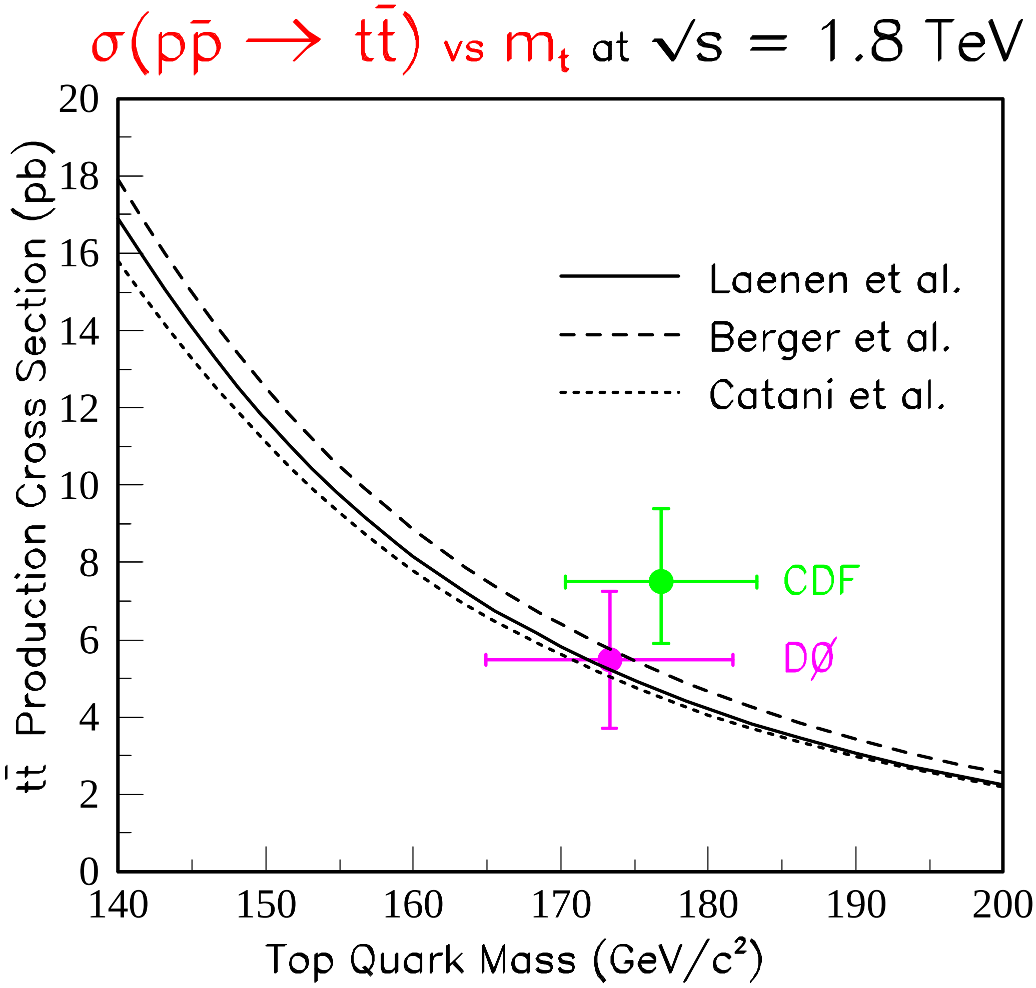
Top, Electrofaible, QCD, Physique du b, SUSY, Physique exotique...

55 publications, 107 thèses

$\Rightarrow$ Quelques points forts...

La Découverte du Top

- Indication ("evidence") de l'existence du Top (CDF, 1994)
- Découverte du quark Top (CDF/DØ, 1995, $\mathcal{L} \simeq 40$ pb^{-1})
- Mesure du Run I de $\sigma_{t\bar{t}}$, M_{top} (CDF/DØ, 1996, $\mathcal{L}$=120 pb^{-1})

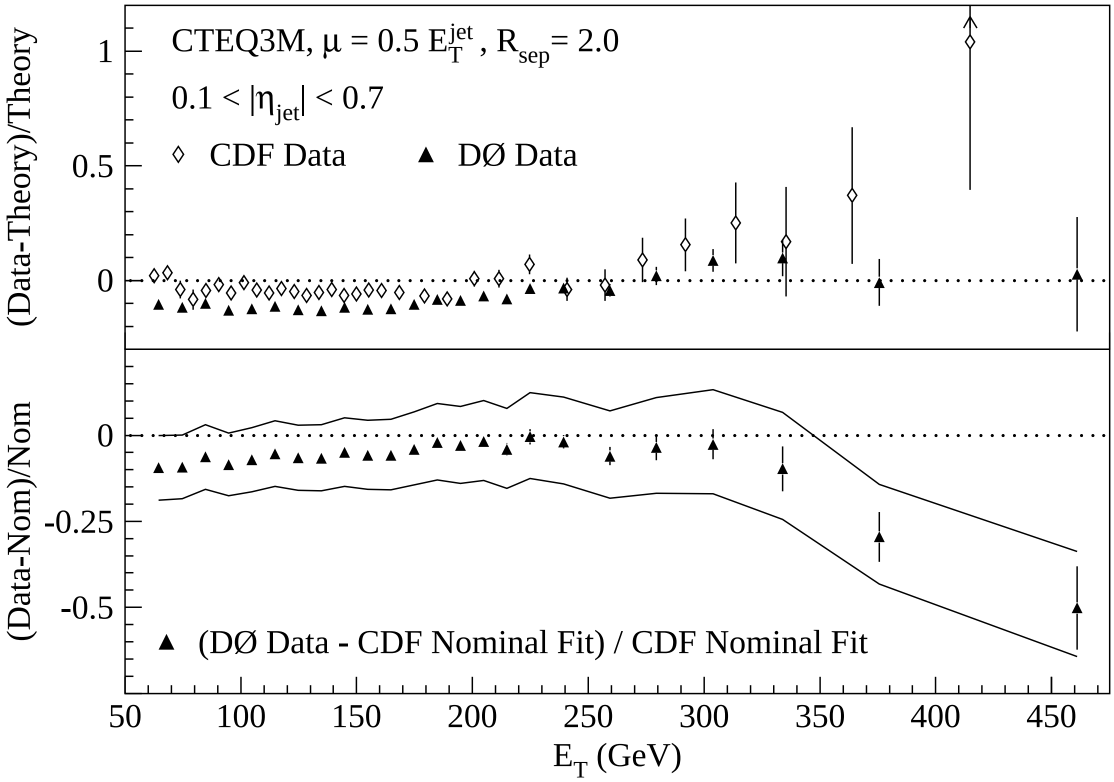


$\Rightarrow$ Statistique nécessaire pour étudier ce quark de 175 GeV

Autres Points Forts du Run I

- **QCD:**

  $\Rightarrow$ Excès de jets à grand E_T ? (CDF, mais DØ...)



- **Physique du b:**

  $\Rightarrow$ Découverte du B_c (CDF)

- **Physique Electrofaible:**

  $\Rightarrow$ $M_W = 80.41 \pm 0.09$ GeV (DØ,CDF)

- **Recherche de Nouvelles Particules:**

  $\Rightarrow$ Exclusion des LeptoQuarks de HERA (DØ,CDF)

  $\Rightarrow$ Limites contraignantes sur SUSY (DØ,CDF)

Plus de Luminosité au Tevatron ?

Motivations physiques évidentes pour obtenir un facteur ≥ 10 en luminosité integrée:

1) Continuer les tests du Modèle Standard:
   mesures précises sur le Top, le W,
   les mesons B (B_S, B_C)

2) Poursuivre la recherche de nouvelles particules:
   SUSY, LeptoQuarks, W′, Z′...

3) Rechercher l'origine de la brisure de symétrie électrofaible:
   Higgs Standard? MSSM Higgs?

4) Chercher à comprendre l'origine de la violation de CP:
   $B^\circ \to J/\Psi K_S$

L'Amélioration du Tevatron

L'augmentation de la luminosité nécessite d'augmenter le nombre de $\bar{p}$ dans l'anneau!

2 nouveaux accélerateurs:

- **Main Injector:**

un accélérateur de 120 GeV qui remplace le Main Ring (premier accélerateur à Fermilab) comme injecteur pour le Tevatron et la production des $\bar{p}$

– admittance adaptée au "booster" de 8 GeV

– cycles rapides (1.5 s)

– "duty factor" élevé pour les expériences de cible fixe pendant la prise de données en mode collisionneur

- **Recycler:**

– anneau de stockage à aimants permanents

– recyclage des $\bar{p}$ du faisceau à la fin d'un "store" après refroidissement stochastique.

– permet de réduire le temps entre "stores"

$\Rightarrow$ intensité de $\bar{p}$ plus grande!

L'Evolution du Tevatron

- **RUN I: MAIN RING**

$\sqrt{s} = 1.8$ TeV
$6 \times 10^{10}\ \bar{p}/h$
6 paquets, 2.7 int./crois.
$\mathcal{L} = 2 \times 10^{31}$ cm^{-2} s^{-1}
$\int \mathcal{L}dt = 0.1$ fb^{-1} (1 an)

$\Downarrow$

- **Run IIa: MAIN INJECTOR**

- cycles plus rapides
- plus d'antiprotons

$\sqrt{s} = 2$ TeV
$17 \times 10^{10}\ \bar{p}/h$
36 paquets, 2.3 int./crois.
$\mathcal{L} = 1 \times 10^{32}$ cm^{-2} s^{-1}

$\Downarrow$

- **Run II : MAIN INJECTOR + RECYCLER**

- récupérer $\bar{p}$ du collisionneur
- refroidissement stochastique
- recycler de 8 GeV avec des aimants permanents

$\sqrt{s} = 2$ TeV
$20 \times 10^{10}\ \bar{p}/h$
108 paquets, 2.0 int./crois.
$\mathcal{L} = 2 \times 10^{32}$ cm^{-2} s^{-1}
$\int \mathcal{L}dt = 2\text{-}4$ fb^{-1} (2 ans)

$\Downarrow$

- **Run III: LUMINOSITY LEVELLING**

- limiter la luminosité maxi. à 50 % , mais la garder à valeur constante
- augmenter la production $\bar{p}$
- bien séparer les faisceaux $p\bar{p}$

$\sqrt{s} = 2$ TeV
$100 \times 10^{10}\ \bar{p}/h$
108 paquets, 7 int./crois.
$\mathcal{L} = 1 \times 10^{33}$ cm^{-2} s^{-1}
$\int \mathcal{L}dt = 20\text{-}30$ fb^{-1} (5 ans)

Implications pour l'Upgrade de DØ

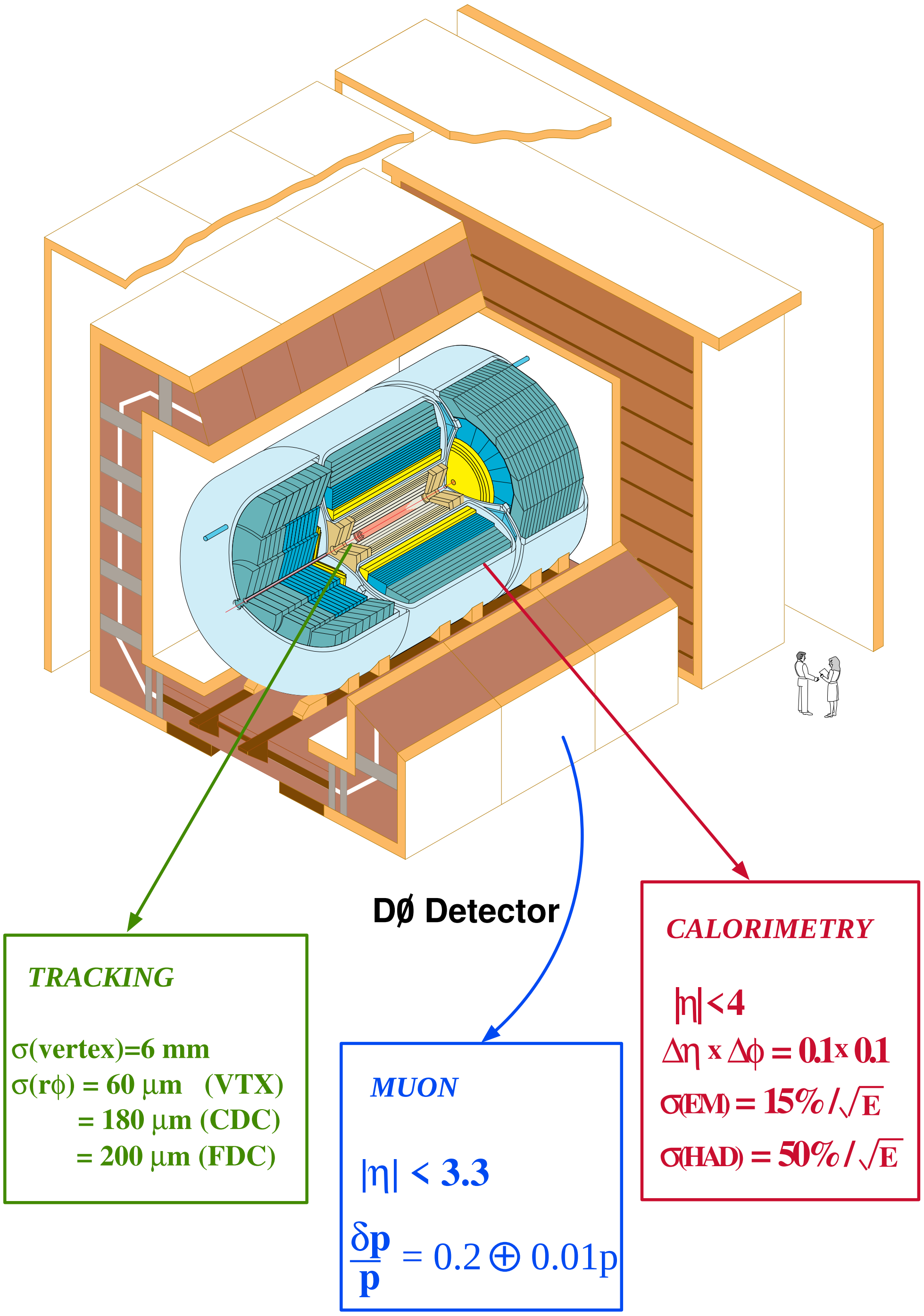
- Evolution du Tevatron:
  - Run I $\rightarrow$ Run II:
    $\mathcal{L} = 2 \times 10^{31}$ cm^{-2} s^{-1} $\rightarrow$ $\mathcal{L} = 2 \times 10^{32}$ cm^{-2} s^{-1}
  - temps entre 2 croisements (Δt_b):
    3.5 μs $\rightarrow$ 396 ns $\rightarrow$ 132ns

- Conséquences pour DØ:
  - $\mathcal{L}$ integrée $\Rightarrow$ irradiation des systèmes de traces
  - Δt_b plus court $\Rightarrow$ effets d'empilement
    $\Rightarrow$ électronique à pipeline
  - Sous-détecteurs améliorés: **Calorimètre, Muon, Trigger/DAQ**
    ou remplacés: **Détecteurs de Traces**
  - Utilisation de nouvelles technologies de détection:
    Détecteurs à microstrip, Fibres scintillantes,
    Nouveaux processeurs pour les triggers

- Meilleure Fonctionalité:
  - Champ magnétique central de 2T:
    - $\rightarrow$ Identification de la charge
    - $\rightarrow$ E/p $\rightarrow$ calibration du calorimètre
    - $\rightarrow$ Détection des muons à bas p_t
  - μVTX au silicium:
    - $\rightarrow$ Etiquetage des **b**

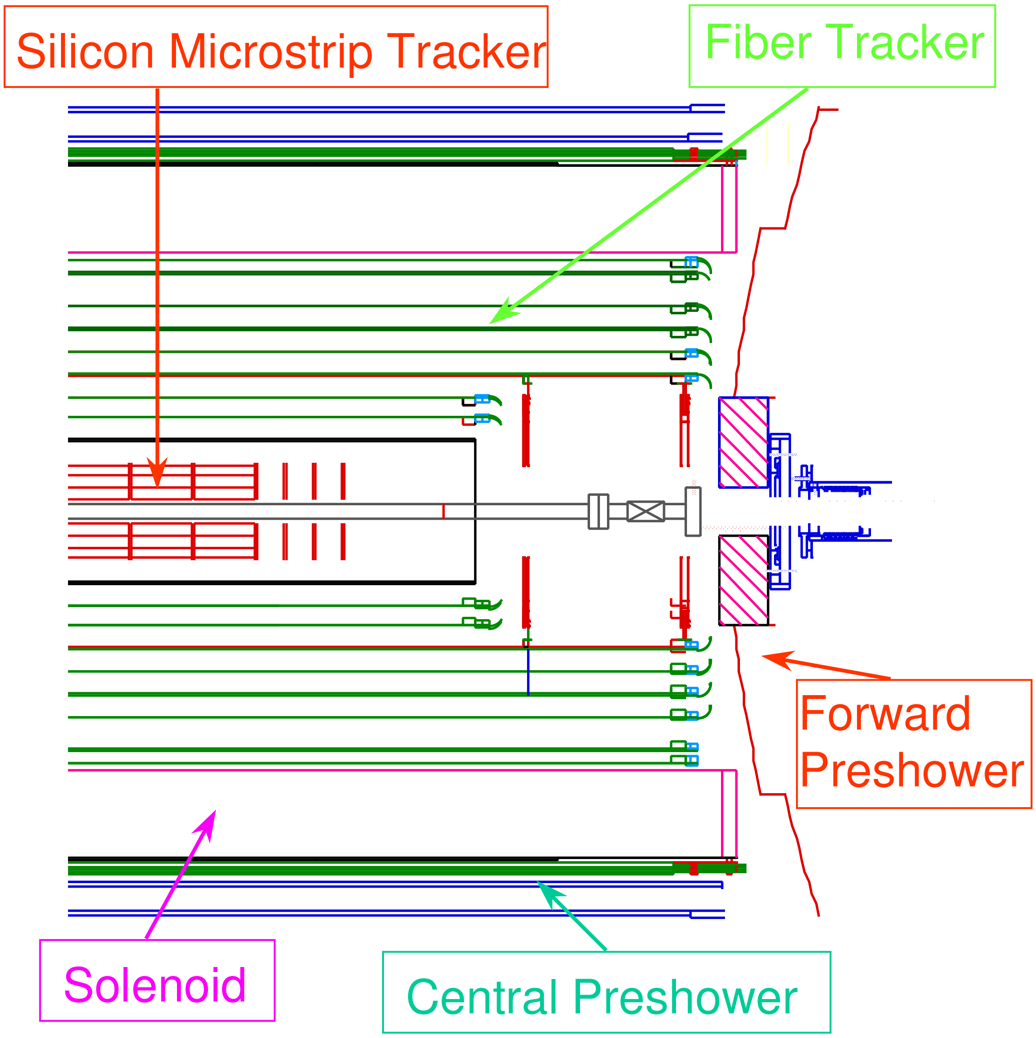
L'upgrade de DØ est conçu pour exploiter
les possibilités du Tevatron pendant
le Run II et au-delà

Le Détecteur DØ / Run I ⇒ Run II



- Pas de champ magnétique ⇒ solenoïde (2T)
- Pas de détecteur de μ-vertex ⇒ micropistes au silicium
- Large couverture muonique ⇒ consolidée
- Excellente calorimétrie/herméticité ⇒ conservée ("preshower")

Système de Mesure des Traces

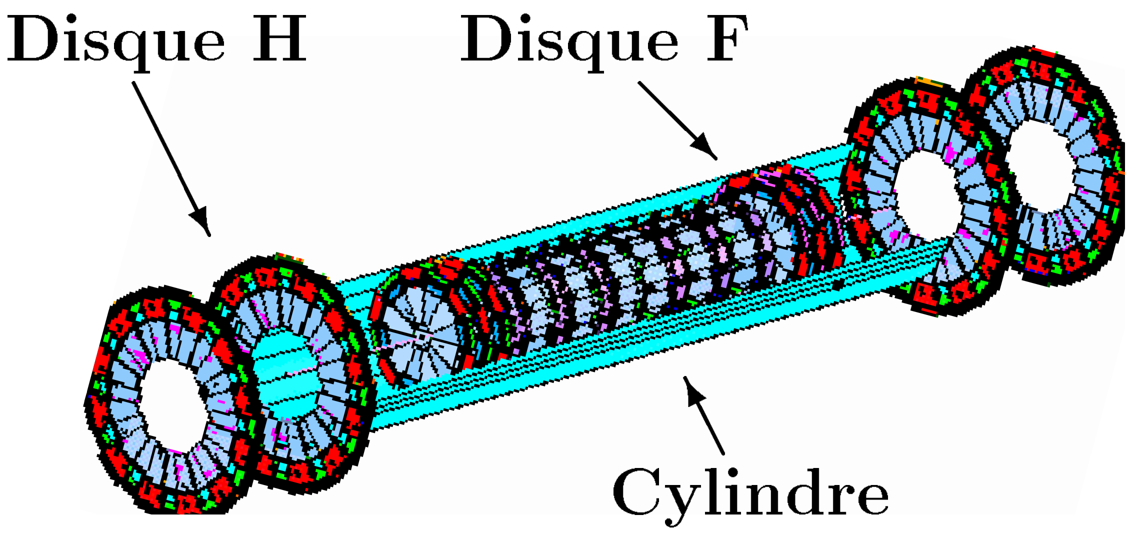


"Tracker" à fibres scintillantes (CFT):

- 8 couches entre $20 < R < 50$ cm
- couverture $|\eta| \leq 1.7$
- léger ($\simeq .06 X_o$)

  $\Rightarrow$ peu de diffusions multiples
- précision 80 μm
- résistant aux radiations

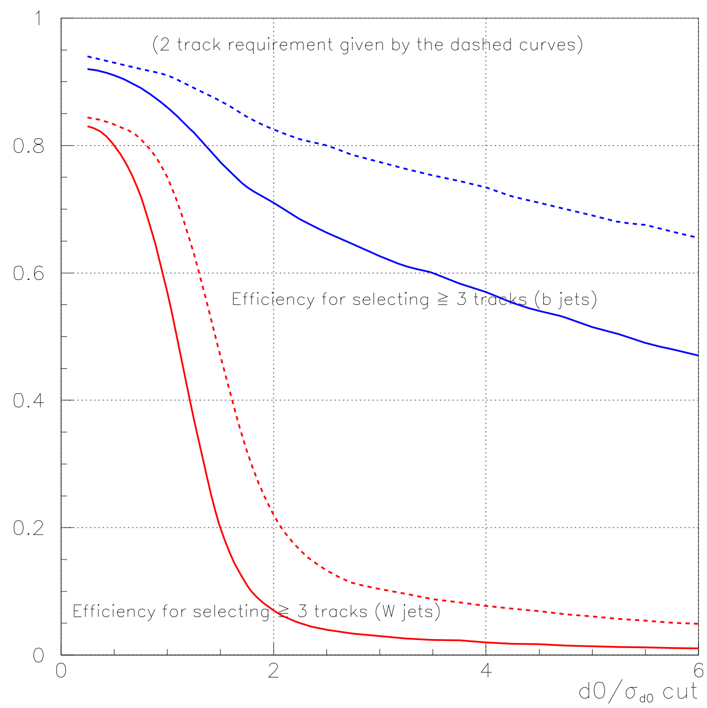
Détecteur de Microvertex



- Longueur totale: $\simeq$ 100cm $\Rightarrow |\eta| \leq 3$
- 4 couches cylindriques ($r\varphi$,90°) et ($r\varphi$,2°)
- Disques $\Rightarrow$ bonne couverture/résolution à l'avant
- Micropistes au silicium, 800000 canaux de lecture
- Résolution des "hits": 10 μm
- "Readout chip" SVX IIe
- Résistant aux radiations > 1 Mrad
- Prototype complet, testé en faisceau
- Production démarrée (responsable E. Kajfasz)

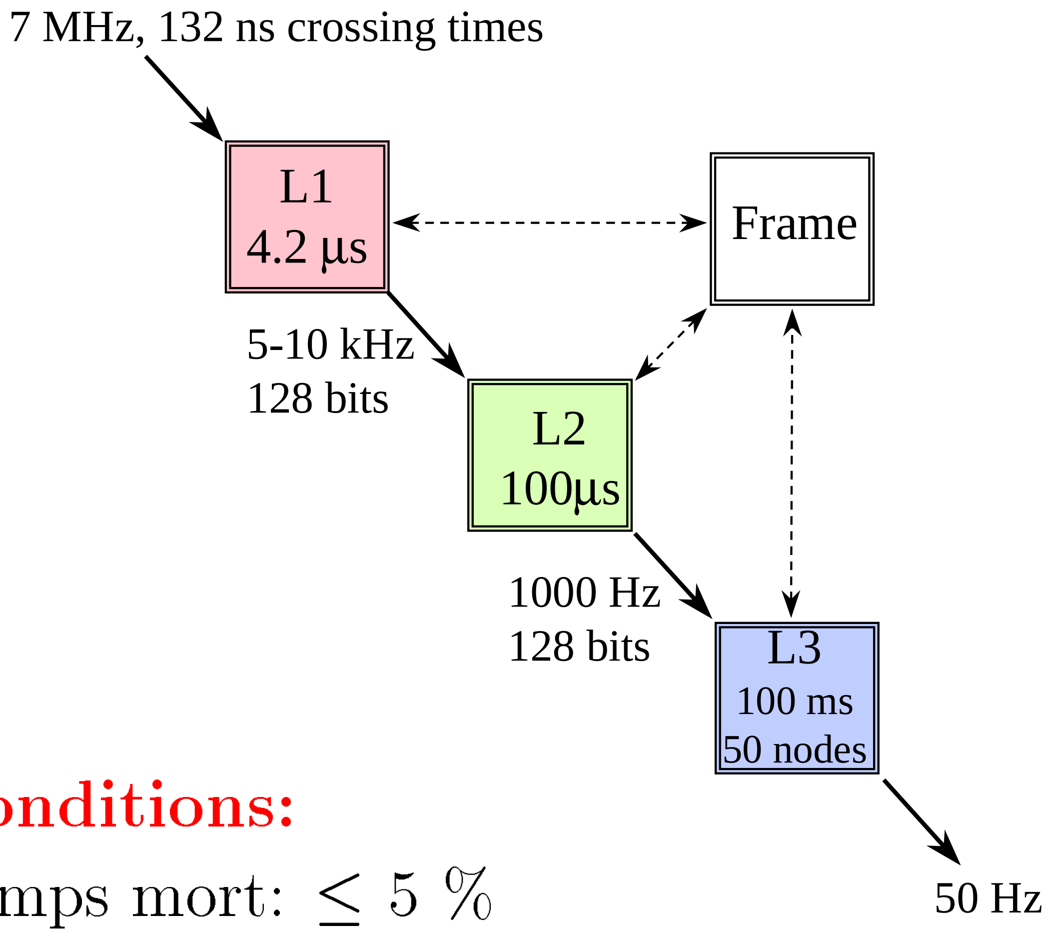
Performances du Tracking

- Efficacité attendue du tracking $\geq 95\%$
- Résolution en moment transverse:
  $\delta P_T / P_T^2 = 0.002$ (μVertex + Tracker à Fibres)
- Mesure des vertex primaires/secondaires
  précision en x,y de 15/40 μm; en z de 50/150 μm



- Corrélation des traces à grand paramètre d'impact avec jet de quark $b \Rightarrow$
  Probabilité d'étiquetage d'un b pour un $t\bar{t}$:
  simple (double) étiquetage $\simeq 50$ % (25 %)
  + etiquetage par lepton mou $\simeq 80$ %
  bruit de fond (étiquetage du W) < 3 %

Architecture du "Trigger"



Conditions:

Temps mort: $\leq 5\ \%$

$\mathcal{L} = 2 \times 10^{32} cm^{-2} s^{-1}$

Espacement des paquets: 132 ns

Taux de trigger à grand p_T:

L1: 2.4 kHz
L2: 510 Hz

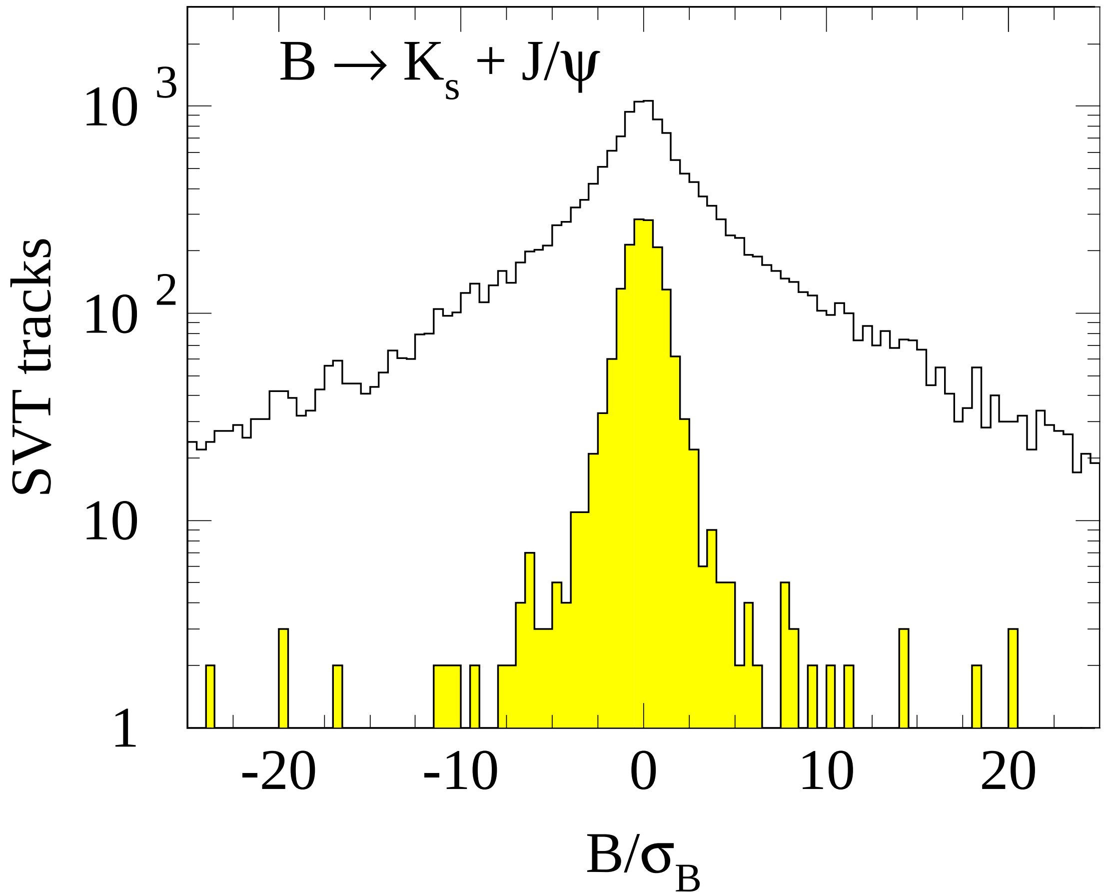
$\Rightarrow$ Situation "facile" pour la physique à grand p_T

$\Rightarrow$ Difficile pour la physique du b ($B \to \pi^+\pi^-$)

Trigger sur Vertex Secondaire (L2)

- Principe de fonctionnement:
  - corrélation des hits dans le détecteur à μ-vertex (SMT) au niveau L2 avec les traces du "trigger" du tracker à fibres (CFT)
  - "fit" rapide des traces (SMT + CFT)
    - ∗ amélioration de la résolution en moment
    - ∗ détermination du paramètre d'impact

$\Rightarrow$ sélection des traces à grand paramètre d'impact $\rightarrow$ vertex déplacé
$\rightarrow$ réjection du bruit de fond



X

Nouvelles de Fermilab ($\rightarrow$ 8/98)

– L'"upgrade" du Tevatron est en temps

– La situation de l'"upgrade" de DØ est bonne
(cf Lehman Review, janvier 98)

– La situation du "Software" est satisfaisante
(cf VanRueden Review, mai 98)

– De nouveaux collaborateurs ont rejoint en 1998:
NIKHEF, U. of Washington, Kansas State

– La situation financière est bonne:
l'"upgrade" devrait couter moins (2 M\$?) que les 39 M\$ disponibles

$\Rightarrow$ possibilité (?) d'avoir pour le démarrage:

le STT (trigger sur vertex deplacé $\simeq$ 1.8 M\$)
le FPD (forward proton detector $\simeq$ 1.0 M\$)

$\Rightarrow$ Potentiel de physique augmenté:

- recherche du Higgs
- physique du b
- physique diffractive

Implication de l'IN2P3 au Tevatron

- Arret du SSC ⇒ Amélioration du Tevatron
- Fin de LEP II $\Longleftrightarrow$ démarrage de LHC:
  fenêtre en temps disponible pour
  – se familiariser à la physique pp
  – faire la jonction entre les domaines de physique de LEP/HERA et du LHC

– printemps 97: Workshop DØ (Saclay)
Workshop CDF (Paris)

– août 97: Propositions des groupes DØ et CDF

– sept. 97: Conseils scientifiques des laboratoires et de l'IN2P3

– oct. 97: Recommandations du Conseil Scientifique et de la Direction:

Avis favorable pour une participation au Tevatron concentrée sur une seule manip (DØ)

– jan 98: Approbation par la collaboration DØ de la participation de l'IN2P3 au Run II du Tevatron avec une contribution financière relativement limitée (<1M$).

Motivations pour le Tevatron/DØ

Conclusions du Conseil Scientifique:

- Perspectives scientifiques
- Formations des jeunes + possibilités de Thèses
- Favorise la mixité des équipes
- Nécessité de concentrer les efforts pour un bon accès aux données
- **Participation:**
  - Centrée sur le développement de logiciels, la prise de données et leur analyse
  - Contributions techniques limitées
  - Groupe d'une trentaine de physiciens
  - Engagement seulement pour le Run II
  - Ne pas mettre en péril ATLAS et CMS

Participation IN2P3

M.L. Andrieux, P. Bambade, U. Bassler, **G. Bernardi**, L. Duflot, F. Fleuret, J.F. Grivaz, M. Jaffre, E. Kajfasz, D. Lacour, **E. Nagy**, S. Negroni, B. Olivier, N. Parua, **P. Petroff, G. Sajot**

Origines → ALEPH, ANTARES, ATLAS, DELPHI, H1

CPPM:	2 + 1 thésard
ISN:	2 + 1 visiteur étranger
LAL:	5 + équipe technique (6)
LPNHE: Paris	4 + 1 thésard + équipe technique (5)
	= 16 physiciens → places disponibles

SACLAY: 12 physiciens + équipe technique (3)

DØ-France organisé en groupes de travail

cf page Web (groupes, meetings, minutes etc...)

http://www.in2p3.fr/d0-france/

Organisation du groupe DØ-France

Spokespersons:

Pierre Petroff (IN2P3/CNRS), **Armand Zylberstejn** (CEA/DAPNIA/SPP)

General software

Contacts: Michel Jaffre, Pierrick Micout

D0GSTAR	**Magnetic field parametrisation**	**Global computing model group**

Calorimetry

<table>
<tr><td rowspan="2">On-line calorimeter calibration

Project leader: Herve Lebbolo

Contact: Gregorio Bernardi</td><td colspan="2">Calorimeter reconstruction

Contacts: Ursula Bassler,

Laurent Duflot</td></tr>
<tr><td>Offline calibration</td><td>Reconstruction algorithms</td></tr>
</table>

Tracking

Contacts: Eric Kajfasz, Saclay

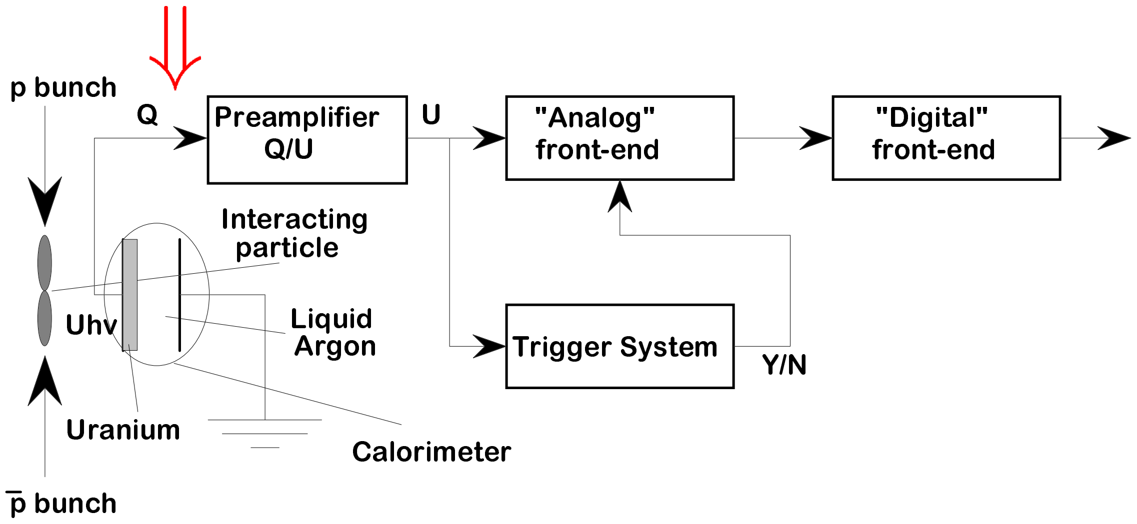
Algorithms of track reconstruction	**b tagging**	**muon ID**

Physics analysis

Contacts: Gregorio Bernardi, Claude Guyot

R-parity violating SUSY (RUN I)	**W mass analysis with the endcaps (RUN I)**
SUSY	**Top physics**
Fast simulation program (Elemer Nagy)	

La Calibration du Calorimètre



- Nouvelle électronique plus rapide:
  Δt_b: 3.5 $\mu s \Rightarrow 396/132\ ns$
  temps de "shaping": 2.2 $\mu s \Rightarrow 400\ ns$

La calibration en ligne:

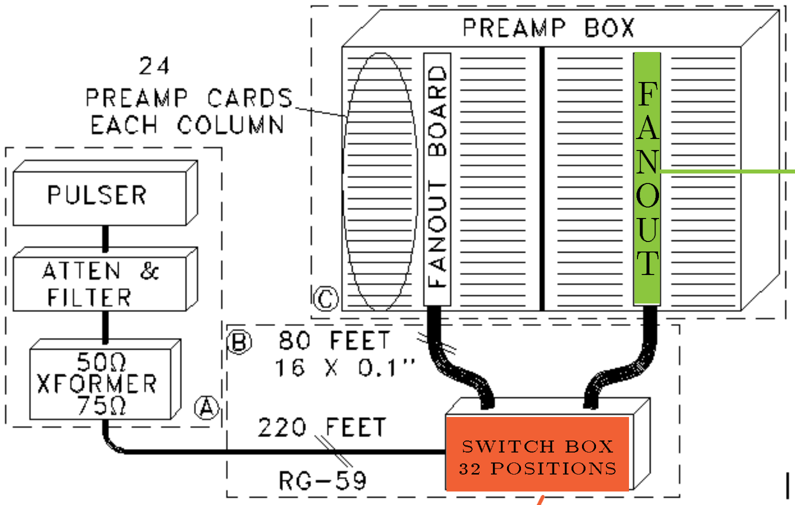
- Nouveau système de "pulser" du calorimètre adapté aux conditions du Run II (LAL-Paris)
- Soft "on-line" de calibration (Paris-Stony Brook)

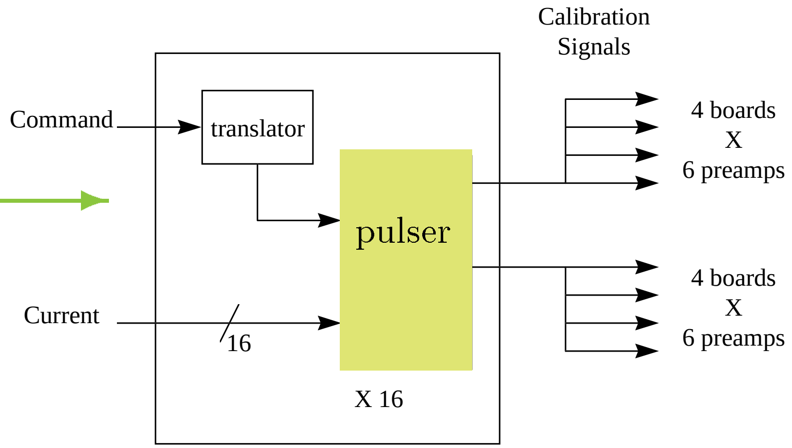
La calibration hors ligne:

- Calibration au niveau des cellules
- Calibration au niveau des objets reconstruits

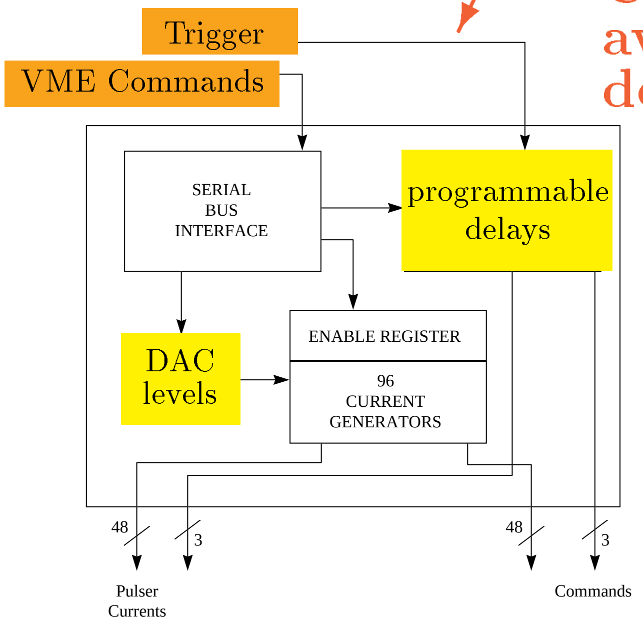
La calibration en ligne Run I → Run II

Calibration Run I:





FANOUT ACTIF
avec les pulsers



CONTROLEUR
avec les unités
de commande

→ Adaptation au nouveau “timing”

→ Amélioration de l’intercalibration:

Run I : < 1.5 %

Run II: < 1.0 %

→ Calibration absolue

→ Plus de flexibilité

La Calibration en ligne

Tâches de la calibration en ligne:

- intercalibration des cellules et des gains
- mesures de linéarité
- ajustement de retards à l'échantillonage maximale
- vérification du trigger
- vérification du cablage

Calendrier:

	hardware	software
printemps 98:	simulation finalisation du dessin	
été 98:	production du proto.	dessin du logiciel
automne 98:	test à Fermilab	version simplifiée
1999:	production	integration dans l'On-Line de DØ
été 99:	installation	"debugging"

Calibration Off-line du Calorimètre

- Reconstruction de l'échelle "0" du calo (Paris)
  - Corrections diverses (hautes tensions, linéarité, inter-cellules...)
  - Conversion ADC/GeV, correction des matériaux morts (run II: solenoïde)
  - Suppression topologique du bruit
  - Application de techniques de pondération

- Calibration électromagnétique (CPPM, Paris)
  - Cruciale pour la mesure précise de M_W
  - Référence d'énergie pour la calib. des jets

- Calibration des jets (LAL, Paris)
  - Effet dominant sur la masse du Top, et systématique importante dans toute la physique du Top
  - Déterminante pour la QCD
  - Importante pour l'estimation des bruits de fond aux processus rares

le Software de DØ en bref

- Réecriture pour le Run II de tout le software de DØ en C^{++}
- Les choix principaux sont faits:
  - Format des données (objets) et stockage séquentiel (DØOM, DSPACK)
  - Database: Oracle 8
  - Systèmes d'exploitation: UNIX, LINUX et WINDOWS NT
  - Choix et développements sont faits en collaboration avec CDF et la Computer Division
  - Le choix du "package" d'analyse reste à faire (ROOT?)

- Premier module de reconstruction operationel (Tracking, TRF^{++}), présenté à CHEP'98

Objectif: Programme complet de reconstruction pour Janvier 99

Le groupe "Software Général"

- Installation/debugging du programme DØGSTAR (≡ MC-GEANT de DØ) à Lyon et son interface C^{++}. (Saclay, LAL)
- Préparation à la production de masse, et au "MC-challenge" de début 99. (Saclay, LAL)
- Définition des moyens de calcul pour DØ-Run II (Comité Global Computing Model) (LAL)
  - estimation de la puissance de calcul, de l'espace disque, des PC, des systèmes, des logiciels standards...
  - schéma de l'architecture du calcul à Fermilab (Production Farm, Project Servers, User's PC)
- Importance d'une liaison fiable et rapide France - FNAL

⇒ le Tevatron sera un excellent banc de test pour le LHC (volume de données, C^{++}, analyse USA-Europe...)

Algorithmes du Calorimètre

- Algorithmes de Jets (LAL)
  - Ecriture et Implémentation de l'algorithme de cône dans le programme de reconstruction (6/98)
  - Algorithme k_T en préparation
  - Généralisation du "preclustering" à tous les objets (cellules, "tours", traces...)
- Identification de l'électron (LAL/ISN+FNAL)
  - Amélioration de la méthode utilisée au Run I
  - Influence de l'aimant/"preshower' au Run II
  - E/p
  - Association trace-cellules
- Energie Transverse Manquante (Paris+LBL)
  - Etude de sa dépendance en fct du choix du vertex primaire (interactions multiples)
  - Algorithmes de suppression de cellules chaudes
  - Amélioration de la reconstruction de l'énergie entre les jets par une combinaison de traces et cellules
  - Accord France-Berkeley (Paris-LBL) de soutien à ce projet ($ 10000) en vue de la recherche de la désintégration du Top $\rightarrow$ sTop+X+$\vec{\not{E}}_T$

Tracking

- Responsabilité de la production et des tests des composants du Microvertex (CPPM)
- Algorithmes de reconstruction de traces pour le trigger L3 (CPPM + USA)

- Algorithmes de reconstruction des muons (Saclay + USA)

Premier Bilan

- **Recommendation suivies:**

– Participation technique limitée mais visible et bien avancée

– Travail démarré dans le soft de manière cohérente

– Thésards recrutés, interaction avec LHC

– Faible impact sur ATLAS et CMS

– Renforcement nécessaire avant fin 99:
Même dans le cas optimiste ou 2 physiciens par groupe viendrait sur DØ, il reste
$\simeq$ 10 places à saisir !!!!!
$\Rightarrow$ possibilité d'accueil de nouveaux groupes

– l'expérience a montré que la concentration des efforts est nécessaire vu le volume de données des expériences Tevatron: 20 Tb/an de μDST

$\Rightarrow$ **Où en est-on avec la physique ?**

Préparation à la Physique

- Participation à la conception et au développement du MonteCarlo rapide de DØ-Run II (CPPM)

- Familiarisation avec l'environnement d'analyse de DØ en participant à deux analyses en cours sur les données du run I

- Préparation à la physique du run II sur deux thèmes principaux:
  - Physique du Top (Paris, Saclay)
  - Supersymétrie et recherches de nouvelles particules (ISN, LAL, CPPM, Saclay)

- Mais les autres thèmes sont également de tout premier plan:
  - Physique Electrofaible, QCD, Physique du b, Physique Exotique

Participation aux Analyses Run I

1) Recherche de SUSY avec violation de R-parité (CPPM)

– Etudes déjà publiées sur le modèle mSUGRA avec conservation de R-parité

– Simulation de mSUGRA avec violation de R-parité. Le couplage non-nul $\lambda_{(121)}$ augmente le nombre d'événements attendus dans l'espace M_0/M_{12}

$\Rightarrow$ nouvelle limite

2) La masse du W avec le calorimètre entier (central + bouchons) (Paris)

basée sur les énergies transverses: E_T^e, ($\not\vec{E}_T \equiv E_T(\nu)$)

$\Rightarrow$ $\mathrm{M}_T(\mathrm{W}) = \sqrt{2E_T^e E_T^\nu (1 - \cos\phi)}$ et $\mathrm{M}_T(\mathrm{Z}) = ...$

Nombre d'événements dans le calorimètre:

	central	**+ bouchons**
$\mathrm{W} \to e\nu$:	**28323 events**	$\Rightarrow$ **47000 events**
$\mathrm{Z} \to ee$:	**2179 events**	$\Rightarrow$ **4500 events**

Amélioration de l'erreur de 110 à 90 MeV

Travail de calibration et d'alignement en cours

Physique Electrofaible au Run II

Nombre d'événements attendus:

channel	Run I (100 pb^{-1})	Run II (2 fb^{-1})
$W \rightarrow e\nu$	60K	1.6 M
$Z \rightarrow ee$	6K	160 k
$W\gamma$	50	1k
$Z\gamma$	20	0.3k
$WW, WZ, ZZ \rightarrow$ leptons	few	150

Le nombre important d'événements permet des études detaillées des proprietés du W et du Z:

- Mesure de la masse du W $\pm$40 MeV (20)
- Mesure de la largeur du W $\pm$30 MeV (15)
- Test des désintegration rares du W
- Couplages anormaux - $WW\gamma$, WWZ, $ZZ\gamma$...
- Asymétries W, Z
- Sections efficaces Drell-Yan

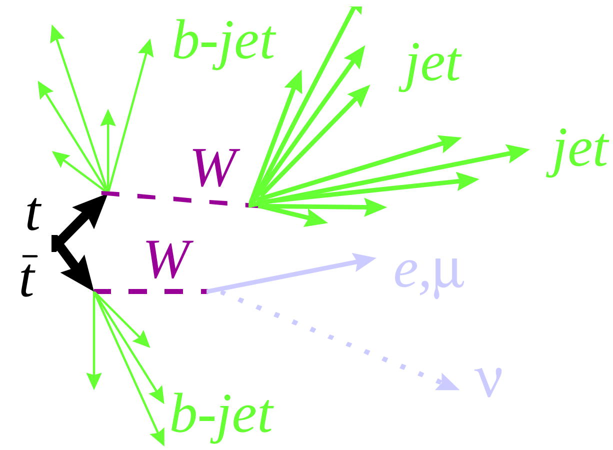
La physique du b au Run II

Au Run II, l'"upgrade" de DØ ouvre de nouvelles possibilités pour faire la physique du B grace au champ magnétique et au tracking de précision:

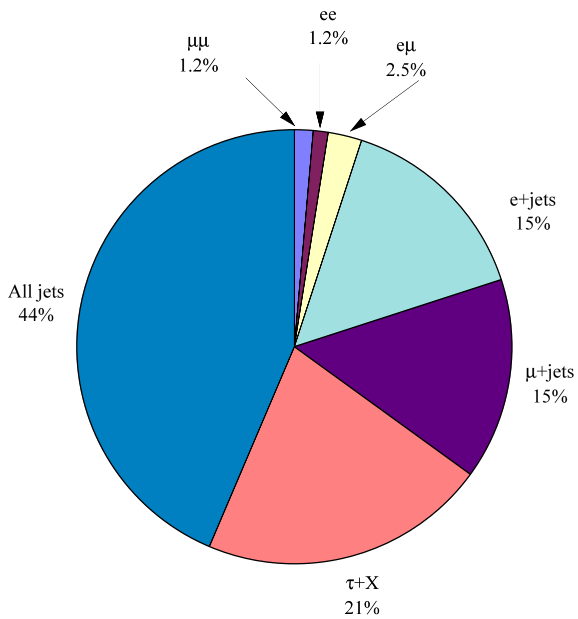
$\Rightarrow$ la section efficace pour la production de quarks b est grande au Tevatron (100 μb)

- Violation de CP dans les désintegrations
  $B \to J/\Psi K_S$
  $\delta \sin(2\,\beta\,) \sim 0.16$ (en $\mu^+\mu^-$) 0.11 (en e^+e^-)
- Mixing du B_S:
  $\mathcal{L} = 1\ \mathrm{fb}^{-1} \to 2000$ désintegrations B_s attendues pour $B_s \to D_s\pi\pi\pi, D_s \to \phi\pi$
  résolution du temps de vie $\sim 5\%$
- Autres sujets de la physique du B:
  - Spectroscopie du B_c
    (découvert par CDF au Run I)
  - Desintégrations rares: $B \to \mu^+\mu^-$
  - Etudes des baryons "beaux"
  - Tests de QCD de la dynamique de production

Production du Top



canal lepton-jet



Production dominée ($\simeq$ 90 %) par $q\bar{q} \rightarrow g^* \rightarrow t\bar{t}$

$M_{top} \simeq$ échelle d'énergie de la brisure de symétrie électrofaible

$\Rightarrow$ couplage de Yukawa $G_{top} \simeq 1$ (10^{-6} pour l'e$^-$)

$\Rightarrow$ grand couplage au Higgs

$\Rightarrow$ temps de vie bref $\tau \simeq 10^{-24}$s ($\tau_{qcd} \simeq 10^{-23}$s)

$\Rightarrow$ désintégration avant hadronisation

- Mesure de M_{top}, de $\sigma(\mathbf{t\bar{t}})$
- Mesure des **taux d'embranchement**
- Mesure du **"single"** Top, études du vertex **Wtb**

La Physique du Top au RunII

- Au Run II, l'énergie passe de **1.8 à 2 TeV**

$\rightarrow$ augmentation de la section efficace de $\sim$ 40%

- Nombre d'événements attendus:

canal	Run II (2 fb^{-1})	signal:bruit
dilepton	200	5:1
lepton+$\geq$ 4 jets	1800	
lepton+$\geq$ 3 jets/b-tag	1400	3:1
lepton+$\geq$ 4 jets/b-b tags	600	12:1
single Top	330	1:2

- Améliorations des erreurs systématiques:

– calibration de l'énergie des jets par les données: Z ou $\gamma + jet$, $W \rightarrow jet\ jet$

– réduction des "combinatoires" par le double étiquetage des b

– Contrainte des modèles de production du Top par les données

- Incertitude totale estimée sur $\mathbf{M}_{top} \lesssim$ **3 GeV**

  sur $\sigma(t\bar{t}) \lesssim$ **6%**

statistique $\oplus$ bruit de fond:	1 GeV
énergie des jets:	2.6 GeV
incertitude des modèles MC:	1.5 GeV

Taux d'embranchement du Top

Modèle Standard: $t \to W + b$ avec $|V_{tb}| \simeq 1$
Run II: mesure du taux d'embranchement Wb à 9 %

- Tests de disparition:
  $t \to W + (d, s)$? selection des $W + 0, 1$ ou 2 b -tags
  et extraction du taux d'embranchement:

Run I : B(W+q) < 42 %
Run II: B(W+q) < 3 % $\Rightarrow$ limite inférieure sur $|V_{tb}| > 0.25$

- Désintegration du Top sans W? e.g. t $\to$ H$^+$b
  Le rapport de la séction efficace $t\bar{t}$ en dilepton
  et lepton+jets permet de tester des désintegrations rares

Run II: limite sur le taux d'embranchement
$t \to H^+ b < 11\%$

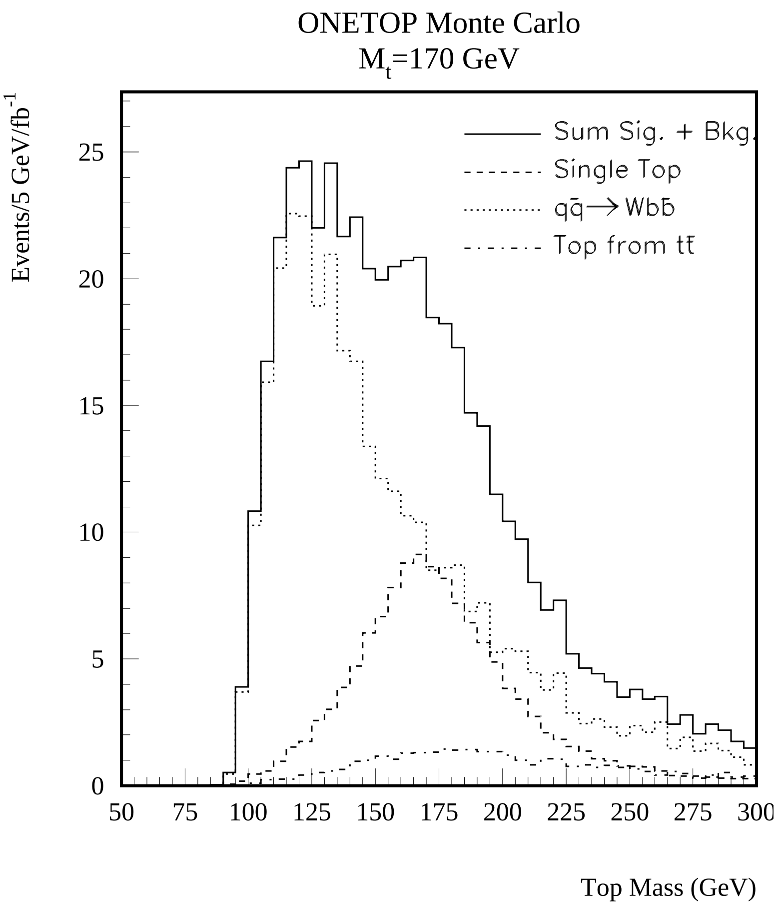
- Tests d'apparition:
  $t \to c\gamma$; $t \to ZWb$; $t \to W^+W^-c$; $t \to Hc$ ...
  Le Modèle Standard prédit des rapport d'embranchement
  pour les FCNC désintegrations du top $\sim 10^{-10}$.

Run I : $t \to c\gamma < 3$ %; $cZ < 33$ %
Run II: $t \to c\gamma < 0.3$ %; $cZ < 1.3$ %

Nombreuses pistes d'exploration de Physique au delà du Modèle Standard dans les désintégrations du Top!

Production du “Single” Top

- La production de $q\bar{q} \rightarrow t\bar{b}$, $qb \rightarrow qt$ est proportionelle à la largeur du Top $\Rightarrow$ mesure directe de la largeur du Top à 25%
- En l’absence de couplage anormal $|V_{tb}|$ peut être mesuré avec $\delta|V_{tb}| \sim 15$ %



- Etude du vertex Wtb pour les états d’hélicité du W produit dans les désintegrations du Top.

Recherche de SUSY

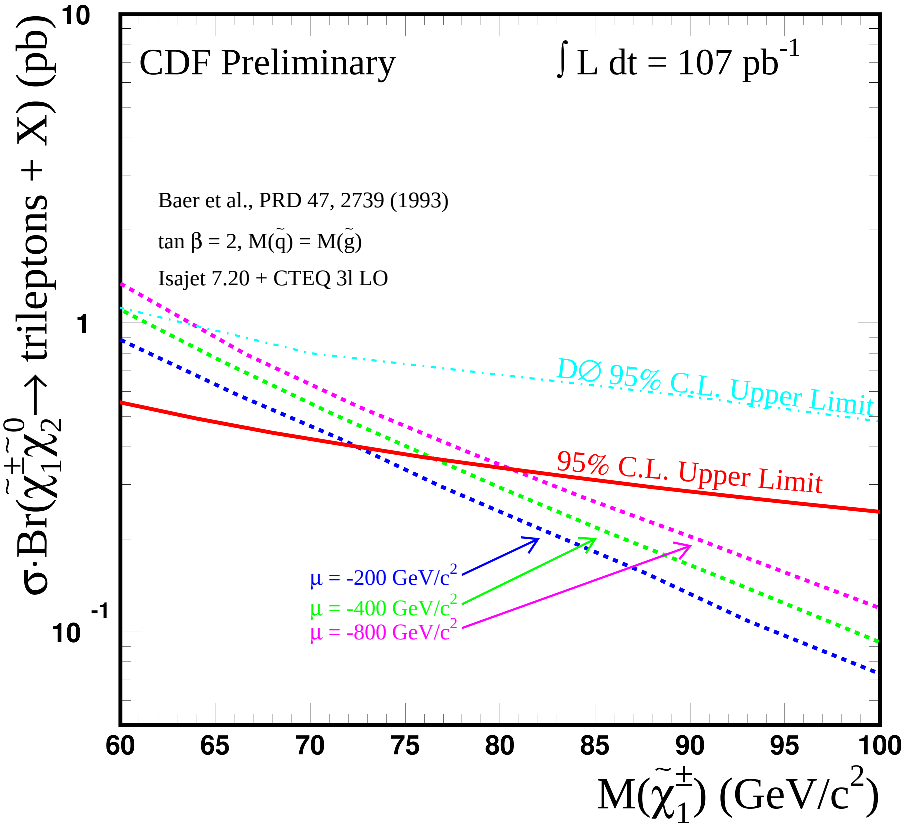
Exemple: Recherche de chargino:

MSSM prédit la production de paires chargino-neutralino suivi par désintégration en tri-lepton:

– Sélection de 3 leptons (e ou μ) + $\not{\vec{E}}_T$

– Réjection: cosmiques, Z, γ et J/Ψ

chargino-neutralino $\sigma*$Br vs. chargino mass



Run I : limite maximale à $\simeq$ 82 GeV

Run II: analyse similaire: $\mathcal{L}$= 2 fb^{-1} permet de chercher les charginos jusqu'à 210 GeV

Signatures Supersymétriques

CDF et DØ ont publié sur les données du Run I $>$ 30 papiers de recherches de particules SUSY dans le cadre des modèles MSSM, mSUGRA ou modèles avec violation de R-parité.

- Signature expérimentale:
  $\not\!\!E_T$ manquant
  et/ou photons
  et/ou di(tri)leptons dans l'état final
  et/ou 2(3) jets

- Signatures plus complexes dans les désintégrations du Top ou dans la recherche du Higgs chargé.

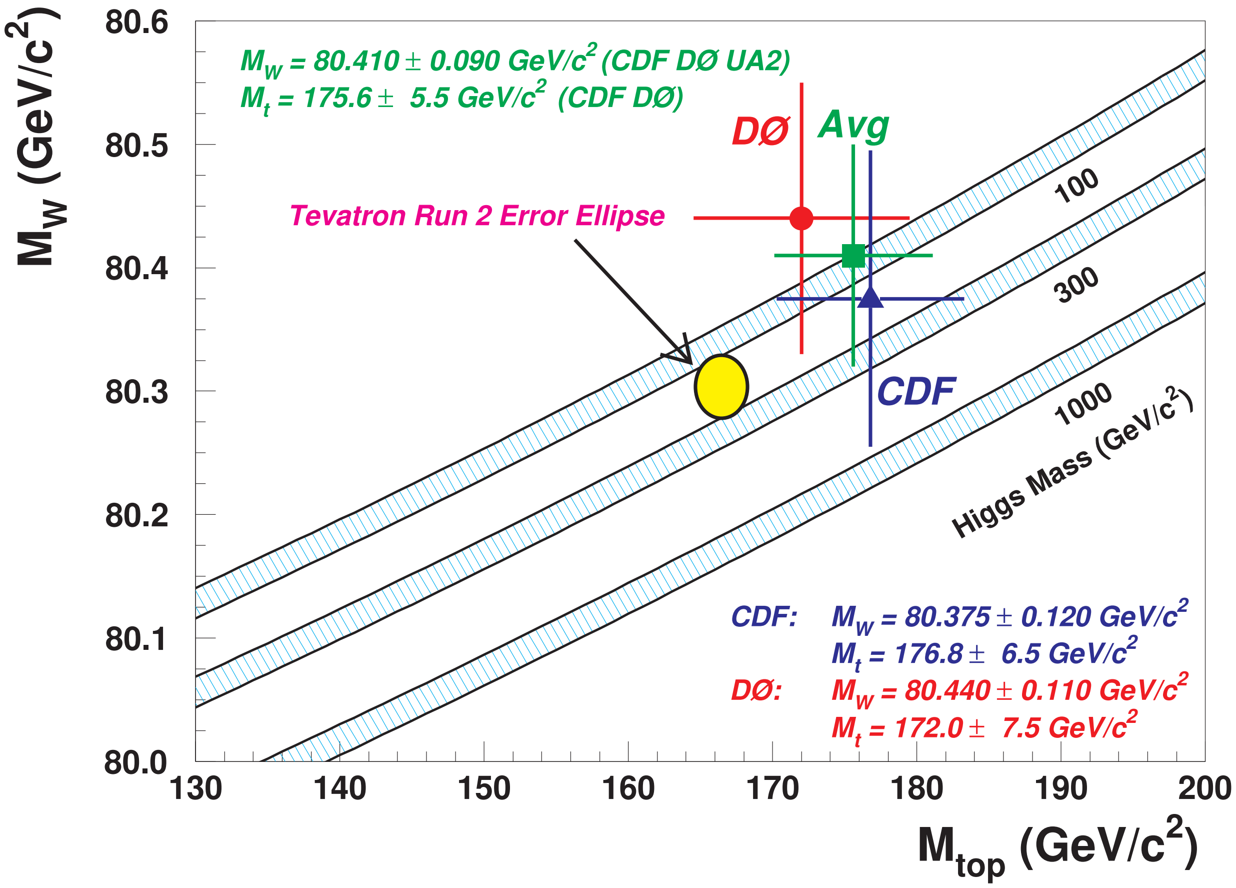
- Luminosité cruciale pour l'augmentation de l'espace des recherches (limite cinématique lointaine).

Recherches de Nouvelles Particules

- L'herméticité et la qualité du calorimètre de DØ sont des atouts dans la recherche de nouvelles particules
- Grand potentiel de découverte, dans des régions inaccessibles à LEP II ou HERA
- La luminosité du Run III devrait permettre de découvrir ou d'exclure MSSM-SUSY

signal	section efficace	limite actuelle	Run II ($1\ fb^-1$)
W′	0.5-.0001 $\times\sigma_W$	720 GeV	>1 TeV
Z′	0.1-.001 $\times\sigma_Z$	670 GeV	> 1 TeV
leptoquark 1er gen. scalaire	1-100 pb	225 GeV	> 350 GeV
paires de squarks and gluinos	5-1000 pb	230 GeV	> 390 GeV
charginos	0.5-10 pb	82 GeV	> 210 GeV
sTop	0.1-100 pb	93 GeV	> 150 GeV
q*	0.1-100 pb	720 GeV	800 GeV
Higgs standard		–	120 ($5\ fb^{-1}$)
Higgs chargé		–	170 GeV

Contraintes sur M_{Higgs} au Run II



La combinaison des masses du W et du Top de CDF et de DØ donnera une précision au Run II, sur la masse du Higgs de

$$\Delta M_{Higgs} \sim 40\% M_{Higgs}$$

Recherche Directe du Higgs

- LEP II va explorer des régions jusqu'à $M_{Higgs} \sim 105$ GeV
- Des masses plus grandes peuvent être trouvées au LHC $M_{Higgs} \gtrsim 130$ GeV

$\Rightarrow$ des masses plus faibles sont difficiles à trouver au LHC, à cause du bruit de fond $t\bar{t}$ important

La fenêtre en masse entre 100-130 GeV est un domaine où le Higgs peut être observé au Tevatron, et qui est "prédite" par le MSSM

Le Higgs est produit par:

$$p\bar{p} \to W(Z)H \text{ et } H \to b\bar{b}$$

Le rapport d'embranchement $H \to b\bar{b}$ est ~ 80 %

L'identification des leptons et l'étiquetage des b sont essentiels dans cette recherche.

avec 5 fb^{-1} $\to$ M $\sim$ 120 GeV
avec 30 fb^{-1} $\to$ M $\sim$ 130 GeV ($\to$ 180? GeV)
(canal W^+W^-)

Possibilités d'Implication

Software:

– Experts sur le soft (tracking) sont bienvenus dans DØ

– Programmes sont en train d'être réecrit (C^{++}), donc c'est le moment!

– L'introduction du STT ouvrirait de nouvelles possibilités pour la physique à grand E_T, mais surtout pour la physique du b.

Analyse:

– Possibilités d'implication sur Top et SUSY pour lesquels DØ est particulierement compétitif

– Autres sujets de physique possibles

– Sujets de thèses à foison

⇒ Les possibilités de formation à la physique proton-proton sont riches et variées

⇒ Grand potentiel de découverte!

Conclusions

- L'"upgrade" de DØ est très prometteur et la collaboration a apprécié l'arrivée des français de l'IN2P3 et le renforcement de Saclay

- La physique du Top et la recherche de nouvelles particules seront sans équivalent jusqu'au LHC et pourraient réserver d'excellentes surprises

- La contribution des groupes français de l'IN2P3 est concentrée prioritairement autour du calorimètre à argon liquide et de la physique à grand p_t

- L'axe proton-proton de l'institut va se trouver renforcé par les résultats et l'expérience du groupe DØ-France acquis en collaborant avec les spécialistes du Tevatron