



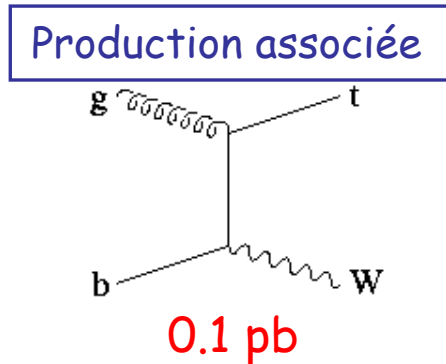
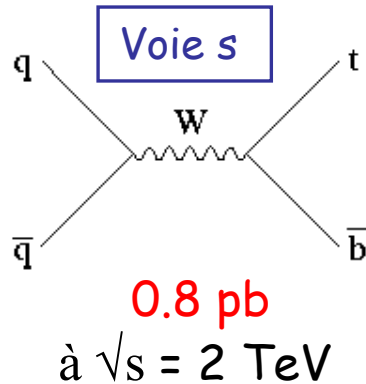
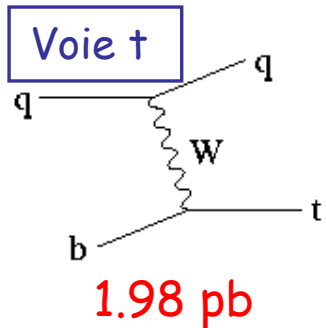
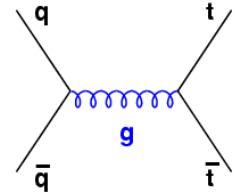
Production électrofaible du quark top dans DØ

Mathieu AGELOU
CEA - Saclay DAPNIA / SPP

- **Quoi ?** Description de mon sujet de thèse
- **Avec quoi ?** Le détecteur DØ (spectromètre à muons - détecteur de traces)
- **Comment ?** Etiquetage des b, estimation des bruits de fonds.

Production électrofaible du quark top

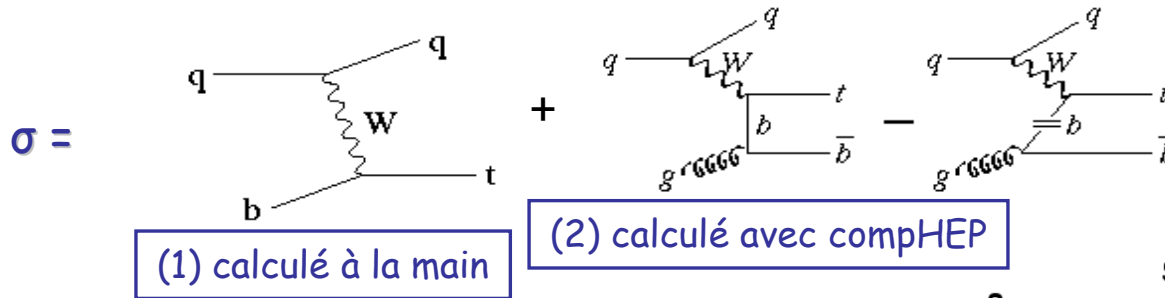
- Lors du Run I (1992-96), le top a été étudié via son **couplage au gluon** (production de paires t-anti t).
 $m_t = 174.3 \pm 5.1 \text{ GeV}/c^2$ $\sigma(t\bar{t}) = 6.2 \pm 1.2 \text{ pb}$ à $\sqrt{s} = 1.8 \text{ TeV}$
- Au Run II, possibilité **d'étudier le vertex Wtb**. Production d'un top seul.
- Important pour mesurer directement **l'élément $|V_{tb}|$ de la matrice CKM** pour la vérification du Modèle Standard
- Trois modes de production électrofaible :



Pas vu au Run I
Limite sur la section efficace

- Le top se désintègre dans $\sim 100\%$ des cas en **b-W**. Le canal étudié est ici le **canal muonique**
- Pour la voie t, le calcul de la section efficace pose quelques problèmes :

La voie t

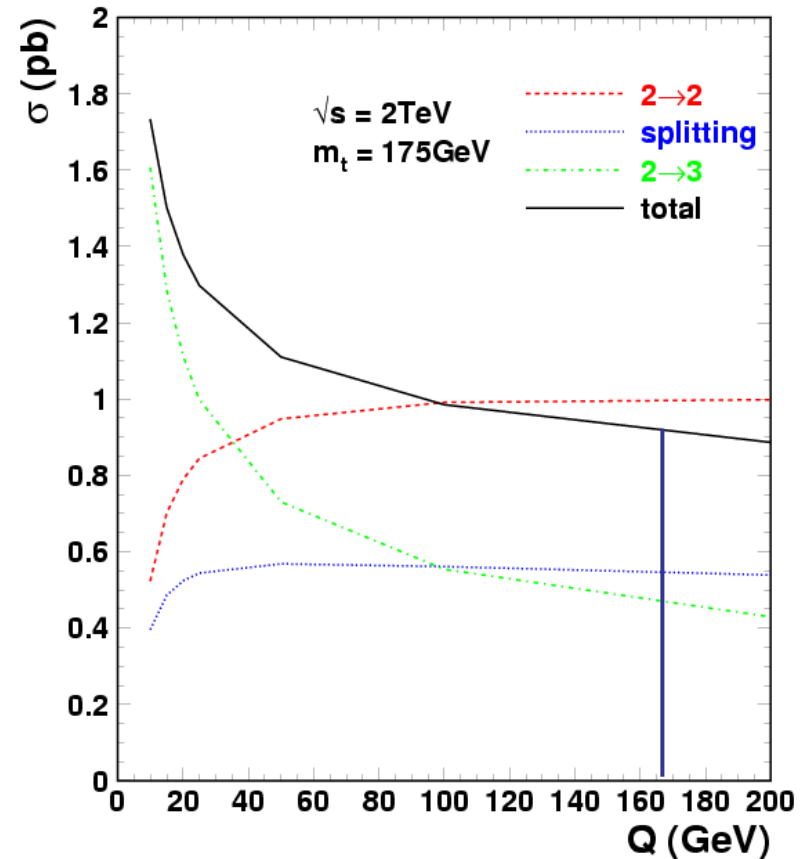


Comme (1) avec une nouvelle PDF pour le b.

- On *surestime* la section efficace si on ne considère que le processus $2 \rightarrow 2$.
- Pour les grandes échelles, la section efficace varie peu.
- On vérifie bien qu'à $Q = m_t$, $\sigma = 0.9 \text{ pb}$ (cohérent avec les publications).

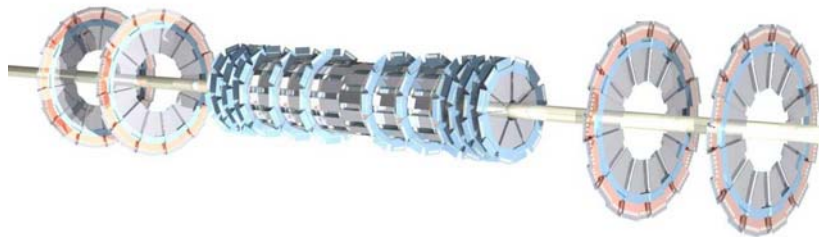
NB : Il reste quelques difficultés dans la simulation d'événements (description du quark \bar{b} venant du gluon).

section efficace

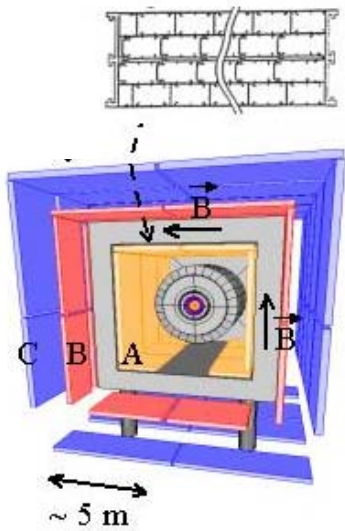
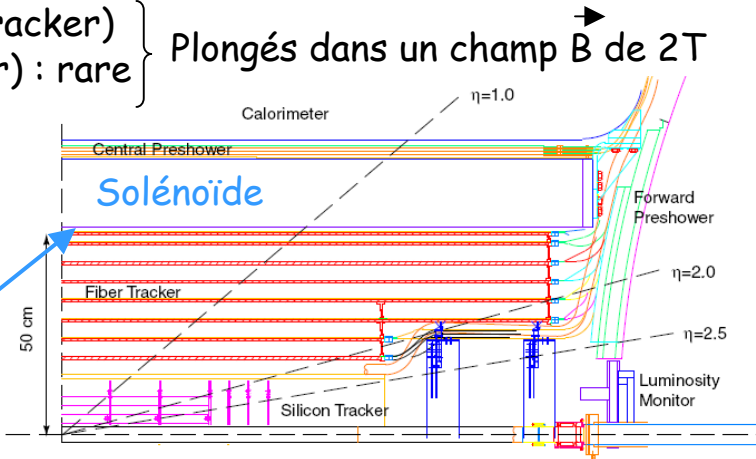


Le détecteur

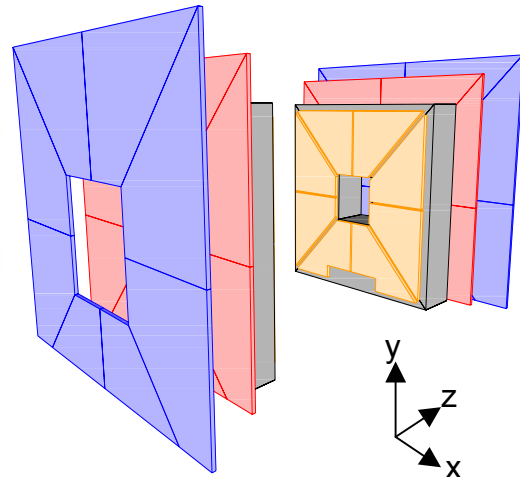
Les détecteurs de traces : - SMT (Silicon Microstrip Tracker) } Plongés dans un champ B de 2T
 - CFT (Central Fiber Tracker) : rare



Reconstruction du vertex : précision $\sim 35\mu\text{m}$
 Mesure de l'impulsion : $\sigma(p)/p \sim 18\%$ pour $p \sim 100\text{GeV}/c$



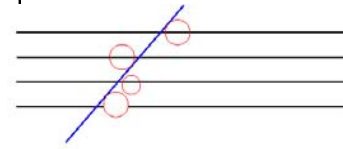
Central



Avant

Le spectromètre à muons :

- 3 couches de chambres à dérives + scintillateurs
- résolution des chambres: $\sim 600\mu\text{m}$ par plan, principale contribution à $\sigma(p)/p$ jusqu'à 50 GeV : diffusion multiple dans le toroïde



On reconstruit des segments à partir de coups dans les chambres : trajectoire du muon

L'association des segments des 3 trois couches permet la mesure de l'impulsion.

Effacité du déclenchement

Capacité d'enregistrer 50 evts sur les 2.5 millions d'interactions qui ont lieu chaque seconde.
→ Nécessité de sélectionner les événements à conserver = "trigger"

Trois niveaux de déclenchement : niveau L1 et L2 basés sur le détecteur
niveau L3 purement software

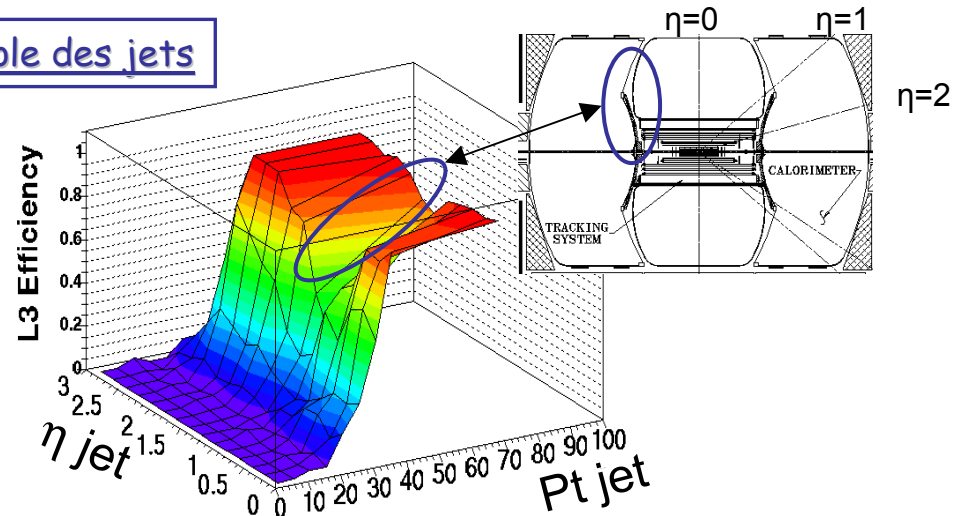
La simulation du trigger existe mais n'est pas parfaite -> on fait donc appel aux données

Pour chaque objet (muon, jet...), on paramétrise l'efficacité du déclenchement en fonction de ses variables cinématiques reconstruites, à partir d'un échantillon non biaisé.

Exemple des jets

Le trigger de l'analyse muon+jets demande:

- un muon au L1 (scintillateurs et fils touchés)
- une tour de trigger calo au L1 (~"pré-jet")
- un muon au L2 (criteres de qualité)
- un jet au L3 d'au moins 20 GeV



Cette paramétrisation permet de pondérer les evts simulés pour estimer la fraction qui aurait déclenché le trigger.

Efficacité de sélection des muons

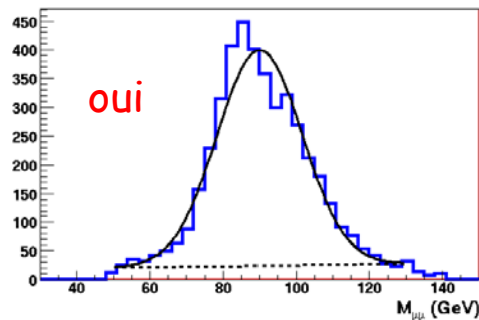
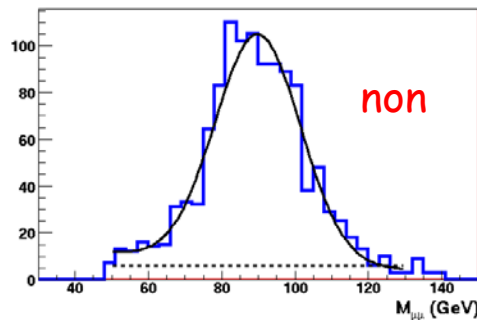
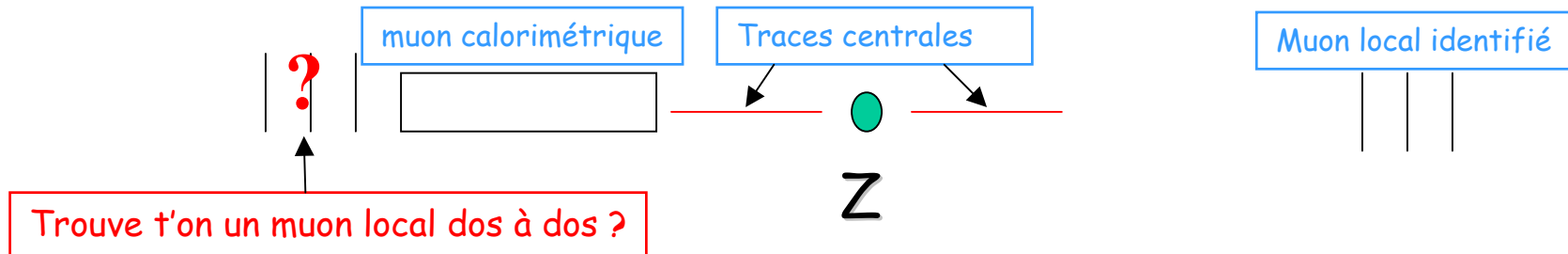
On va demander au muon de remplir certains critères :

- satisfaire des **critères de qualités** dans le spectromètre.
- être associé à une **trace centrale**.
- être **isolé** d'autres traces et isolé dans le calorimètre.

La simulation des performances du détecteur $DØ$ ne reproduit pas encore suffisamment bien les données (notamment la reconstruction des traces)

→ nécessité de calibrer les efficacités sur les données.

Par exemple : Utilisation du pic du Z pour déterminer l'efficacité d'identification des muons

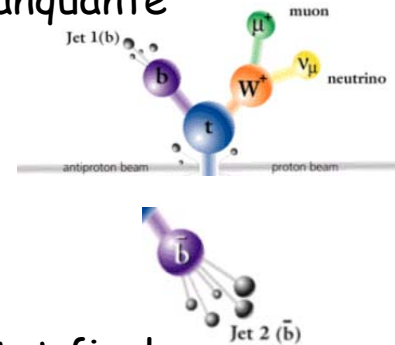


Le rapport du nombre de Z (après soustraction du fond) dans les deux pics donne la valeur de l'efficacité

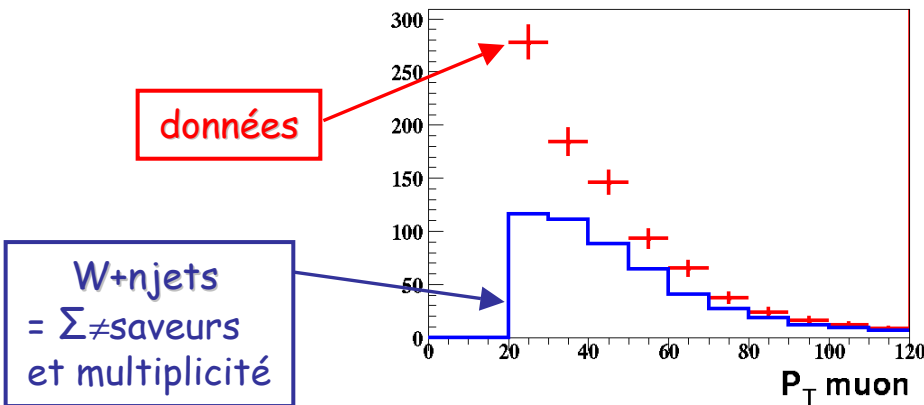
Recherche du signal I

Le signal : - voie s : 1 muon de grand Pt, 2 jets de b centraux, énergie manquante
 - voie t : 1 muon de grand Pt, 2 jets de b centraux, énergie manquante
 1 jet vers l'avant.

Le bruit de fond : - QCD (multijets)
 - W + jets (en particulier Wbb)



- On applique des coupures cinématiques sur les objets présent dans l'état final :
 $P_{T\mu} > 20 \text{ GeV}$, $P_{T\text{jet}1} > 50 \text{ GeV}$, $P_{T\text{jet}2} > 20 \text{ GeV}$, $E_T > 20 \text{ GeV}$
- On veut vérifier l'accord entre les données et le Monte Carlo :
 - On sait générer des événements **W+njets** de différentes saveurs
 - La simulation d'événements **QCD** reste encore difficile (1er ordre dans Pythia)



Il faut trouver un moyen d'estimer la contribution des événements QCD

➔ Méthode de la matrice

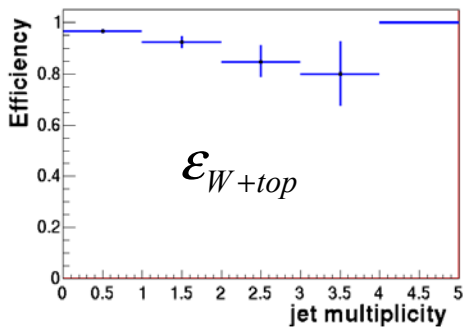
Recherche du signal II

Méthode de la matrice :

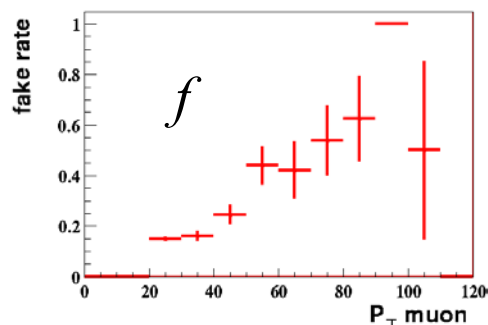
- Elle est basée sur l'utilisation d'une variable discriminante qui sépare les evts QCD des W+jets
- On définit un échantillon avant et après une coupure sur cette variable
- On doit connaître les efficacités de cette coupure sur les deux types d'evts.

$$\begin{cases} N_L = N_{W+top} + N_{QCD} \\ N_T = \epsilon_{W+top} \cdot N_{W+top} + f \cdot N_{QCD} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} N_{W+top} = \frac{N_T - f \cdot N_L}{\epsilon_{W+top} - f} \\ N_{QCD} = \frac{N_T - \epsilon_{W+top} \cdot N_L}{f - \epsilon_{W+top}} \end{cases}$$

Pour le canal muon, ce critère est l'isolation du muon



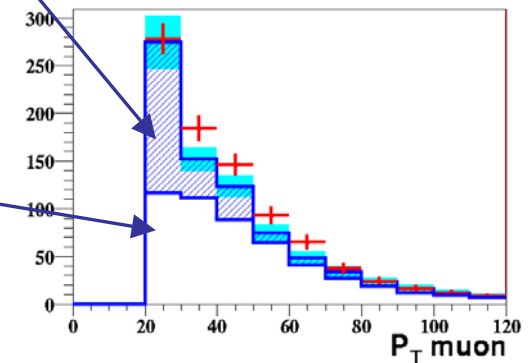
ϵ calculée au pic du Z



f calculé à partir d'un échantillon de données enrichi en evts QCD

Contribution QCD calculée par la méthode de la matrice

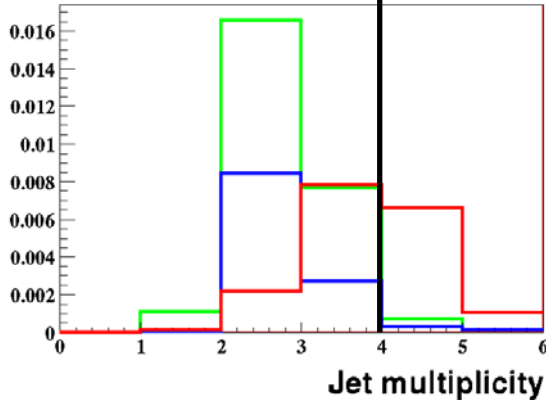
W+njets = $\sum_{\neq \text{saveurs}}$ et multiplicité



Recherche du signal III

- Coupures additionnelles pour sélectionner le signal :
 - multiplicité (rejeter le fond $t\bar{t}$) : $2 \leq N_{\text{jets}} < 4$
 - $H_T = \sum (P_{T\mu} + P_{T\text{jet}1} + P_{T\text{jet}2} + \cancel{E}_T)$ (rejeter le fond $t\bar{t}$) : $H_T < 300 \text{ GeV}$
 - fenêtre en masse autour de M_{top} (rejeter le W+jets) : $150 < M_{\text{top}} < 200 \text{ GeV}$

Multiplicité



~ 50% des evts $t\bar{t}$ est au delà de 3

Masse du top : Masse(b, μ, \cancel{E}_T)

On doit choisir une prescription (on ne connaît pas Pznu)

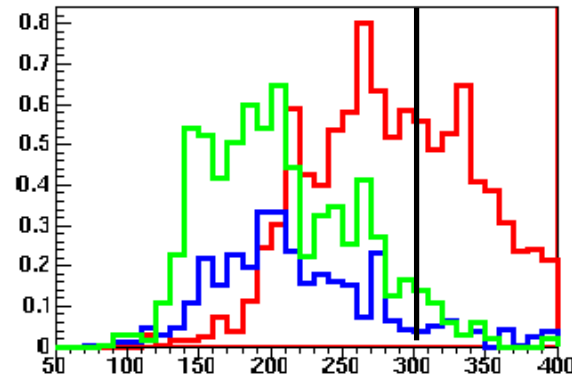
-> on fixe la masse transverse (μ, \cancel{E}_T) à 80 GeV

-> équation en Pznu² qui possède 2 solutions

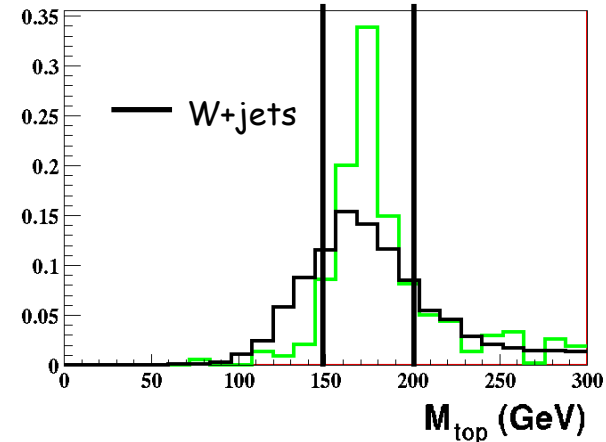
-> Prescription : 1) plus petit Pznu

2) Pznu qui mène M_{top} le plus proche de 175 GeV.

H_T

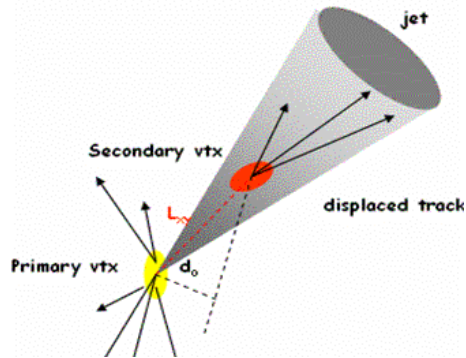


M_{top}



Etiquetage des quarks b

• Le b-tagging (étiquetage des quarks b) repose essentiellement sur le **détecteur de traces central**. Le méson B provenant du quark b a un **temps de vie** suffisamment grand pour que son vertex de désintégration soit reconstruit séparément du vertex principal.

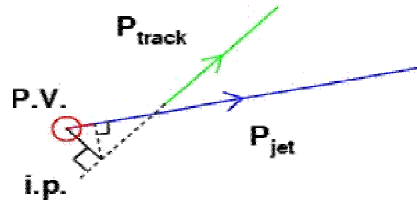


Plusieurs algorithmes de tagging :

- **SVX** (Secondary Vertex Tagging)
- **CSIP** (Counting Sign Impact Parameter)
- **JLIP** (Jet Lifetime Impact Parameter)

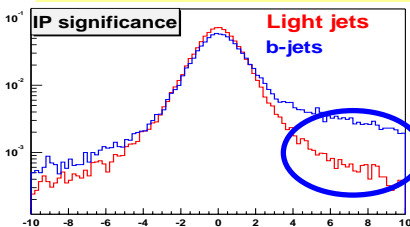
Typiquement :

~40% d'efficacité pour 1% de mis-identification



Obtention de "tag rate functions" (Probabilité qu'un jet soit identifié comme un jet de b) pour estimer le nombre d'événements attendus.

Paramètre d'impact

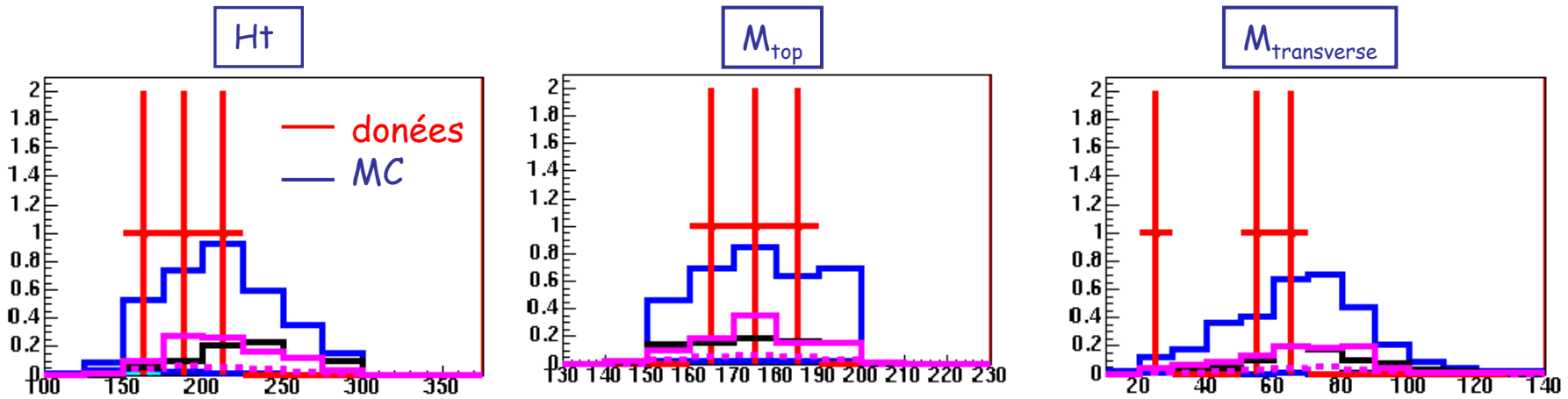


Prédominance des b pour les grands paramètres d'impact.

Le B-tagging est une tache dédiée à un groupe dans $D\emptyset$

Résultat

La dernière coupure repose sur la présence de quarks b dans l'état final
 on demande que le jet de plus grand Pt soit taggé
 on applique les "tag rate functions" aux evts simulés pour estimer le fond résiduel



$$N_{\text{données}} = 3$$

$$N_{\text{attendu}} = 3.34$$

$$\left\{ \begin{array}{l} N_{\text{QCD}} = 0.09 \\ N_{\text{tt}} = 0.79 \\ N_{\text{signal}} = 0.93 \\ N_{\text{W+jets}} = 1.52 \end{array} \right.$$

On obtient une limite sur la section efficace de production de single top :

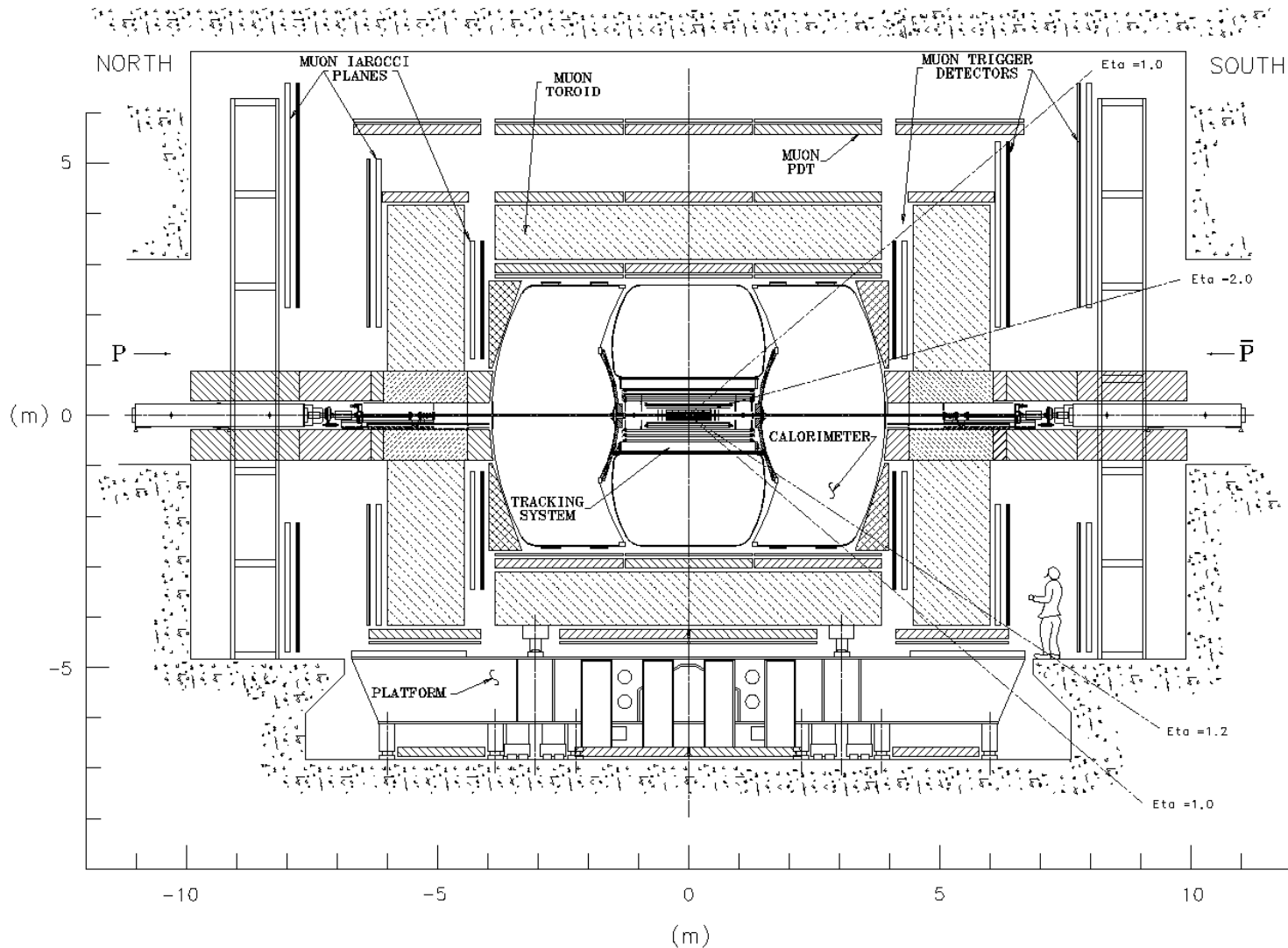
$$\sigma < 36.4 \text{ pb} \quad \text{avec } \mathcal{L} = 97.5 \text{ pb}^{-1}$$

Ce premier résultat est très encourageant : c'est mieux qu'au RunI avec un seul canal !
 Pour la suite : mieux exploiter les variables de l'état final (ajustement de Ht...)

Conclusion

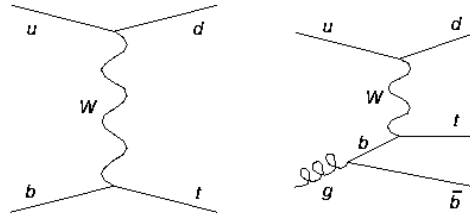
- DØ est une des deux seules expériences (avec CDF) à explorer la physique des particules en collisionneur à l'énergie du TeV.
- Depuis le démarrage au printemps 2001, DØ a accumulé $\sim 250 \text{ pb}^{-1}$ de données. De nombreux résultats ont déjà été présentés aux différentes conférences, notamment la "re-découverte" du quark top.
- La recherche du single top est pour l'instant menée comme une recherche de nouvelles particules mais, sauf problèmes de luminosité, on est sur de voir le signal !

Le détecteur



La voie t

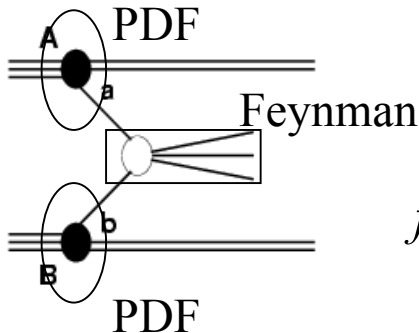
- 2 diagrammes sont à prendre en compte du fait de la présence du quark b dans l'état initial :



- En effet, un terme en $\log(\text{échelle}/mb)$ rend la contribution du second diagramme non négligeable.
- Mais, on ne peut pas simplement sommer les deux diagrammes

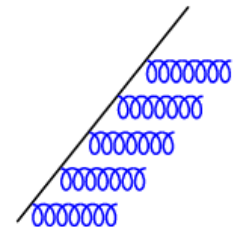
➔ problème de double comptage

- Une partie du diagramme 2 \rightarrow 3 est déjà prise en compte dans le diagramme 2 \rightarrow 2 via la définition de la PDF du b



$$\sigma_{A+B} = \iint f_A^a(x_1) \sigma_{a+b}(\hat{s} = x_1 x_2 S) f_B^b(x_2) dx_1 dx_2$$

$f_B^b(x_2)$ représente la probabilité de trouver dans le hadron B un parton b avec la fraction d'impulsion x_2



Le Tevatron

Le **Tevatron** : dernier étage du complexe d'accélération de Fermilab. Faisceaux de protons et d'antiprotons de 980 GeV.

$$\sqrt{s} \approx 2 \text{ TeV}$$

RunI de 1992 à 1996 (100 pb⁻¹)

Arrêt jusqu'en 2001 (améliorations de la machine et des détecteurs)

RunII de 2001 à 200? (2 fb⁻¹ attendus)

