

# Recherches de SUSY et stop au Tevatron

Pedrame Bargassa



Rice University, Houston

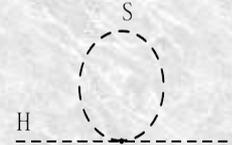
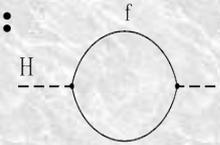
CPPM  
13 mars 2006

- 
- SUSY ( $R_p$  conservée)
  - Tevatron : D0 et CDF
  - Recherches de chargino & neutralinos
  - Recherches de squark & gluino
  - Le stop  $\sim t_1$  :
    - Motivations physiques
    - Recherches de stop dans D0
      - Canal  $\mu\mu$
      - Canal  $e\mu$
  - Conclusions, perspectives

# SUSY : Brève introduction

**Motivation(s) : Résoudre le problème de "hiérarchie" :**

$$\Delta m_H^2 = \frac{\lambda_f^2}{16\pi^2} \cdot [-2\Lambda_{UV}^2 + \dots]$$



Si  $\Lambda_{UV} \sim M_P \rightarrow \Delta m_H^2 \sim 3 \cdot 10^4 m_H^2 !!!$

SuperSymétrie : particule spin 1/2 <-> partenaire spin 0  
particule spin 1 <-> partenaire spin 1/2

$$\Delta m_H^2 = \frac{\lambda_s}{16\pi^2} \cdot [\Lambda_{UV}^2 - \dots]$$

Divergence quadratique du  $\Delta m_H^2$   
naturellement annulée

Names		spin 0	spin 1/2
squarks, quarks (×3 families)	$Q$	$(\tilde{u}_L \ \tilde{d}_L)$	$(u_L \ d_L)$
	$\bar{u}$	$\tilde{u}_R^*$	$u_R^\dagger$
	$\bar{d}$	$\tilde{d}_R^*$	$d_R^\dagger$
sleptons, leptons (×3 families)	$L$	$(\tilde{\nu} \ \tilde{e}_L)$	$(\nu \ e_L)$
	$\bar{e}$	$\tilde{e}_R^*$	$e_R^\dagger$
Higgs, higgsinos	$H_u$	$(H_u^+ \ H_u^0)$	$(\tilde{H}_u^+ \ \tilde{H}_u^0)$
	$H_d$	$(H_d^0 \ H_d^-)$	$(\tilde{H}_d^0 \ \tilde{H}_d^-)$
Names		spin 1/2	spin 1
gluino, gluon		$\tilde{g}$	$g$
winos, W bosons		$\tilde{W} = \tilde{W}^0$	$W^\pm \ W^0$
bino, B boson		$\tilde{B}^0$	$B^0$

Multiplets de masse

Particule(s) SUSY de masse =  $m_{\text{quark,lepton}}$  ? Non

**SUSY : symétrie brisée...**

**sParticules physiques : mélange de super-partenaires**

- > Chargino ( $\chi_{1,2}^\pm$ ), Neutralino ( $\chi_{1,2}^0$ ) :  
Mélange Wino - Higgs (chargé)  
Bino - Higgs (neutre)
- > Squarks, sleptons : Mélange  
 $\sim \tilde{f}_L - \sim \tilde{f}_R$

- mSUGRA :
- Modèle motivé par brisure spontanée de la super-gravité
  - Modèle plus contraint :
  - 5 paramètres (échelle de brisure de SUSY) :  $m_0, M_2, \mu, \tan\beta, A$   
-> RGE -> spectre de masses à nos énergies

- MSSM :
- Aucune hypothèse sur la brisure : Paramétrise notre ignorance sur la brisure de la SUSY.
  - -> Modèle non-contraint -> 124 paramètres

Conservation  $N_{B,L}$  : “protégée” par  $R_p$  :  $R_p \equiv (-1)^{3(B-L)+s} = +1 / -1$  pour particules MS / SUSY  
—►  $R_p$  conservée : sParticule la plus légère est stable

---

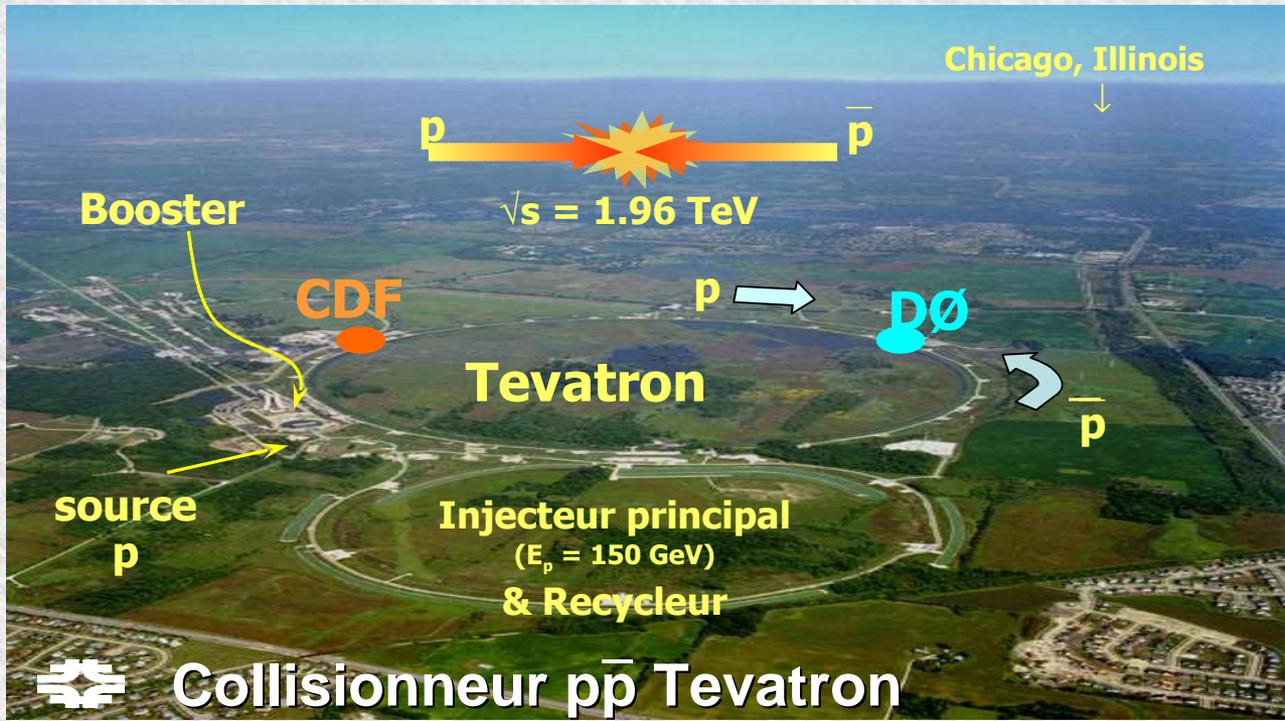
*Tevatron :*



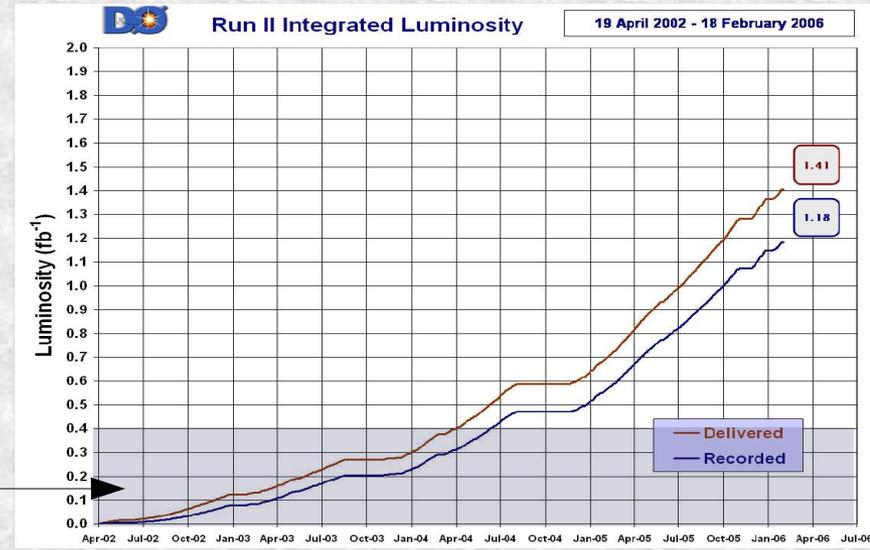
*et*



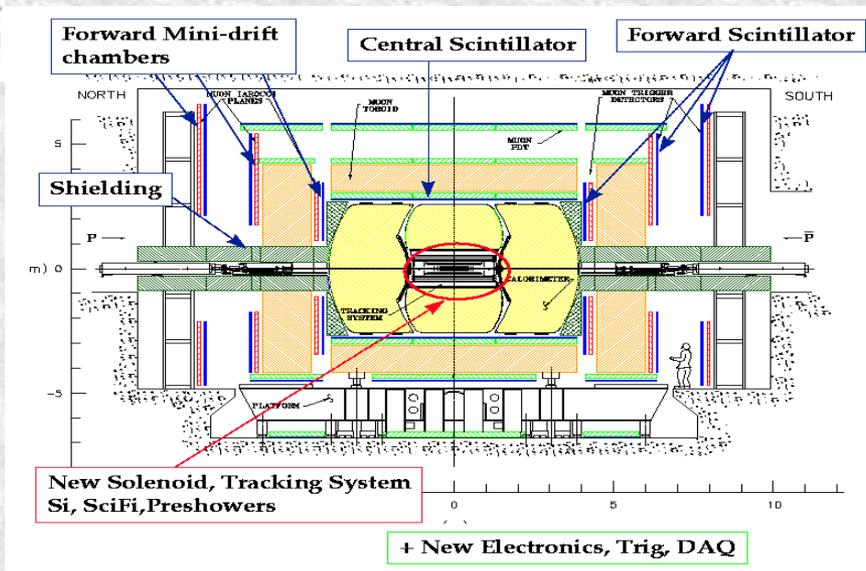
# Tevatron : machine et performance



- > Luminosité intégrée délivrée :  $1.4 \text{ fb}^{-1}$
- >  $1.2 \text{ fb}^{-1}$  / expérience sur bande
- > Pics de luminosité :  $10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- >  $\sim 25 \text{ pb}^{-1}$  / semaine
- > **Données utilisées pour résultats :**  
 $\sim 0.4 \text{ fb}^{-1}$

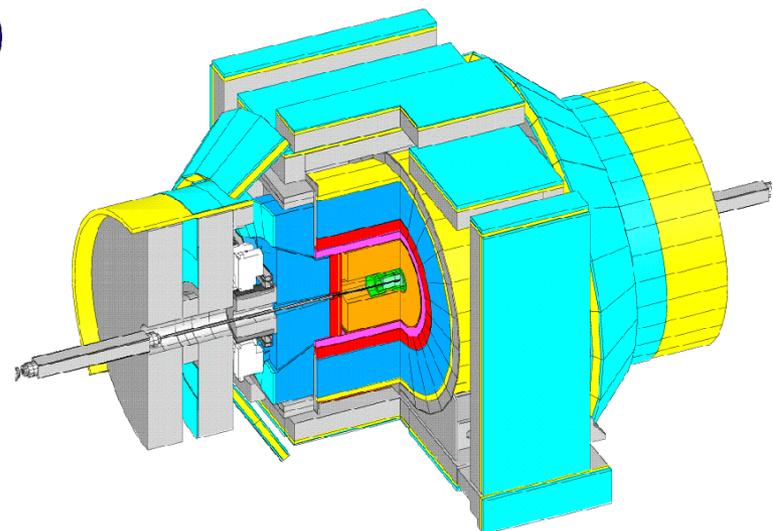


# Tevatron : les détecteurs



- Détecteurs de traces :
  - Silicium
  - Fibres scintillantes
- Solénoïde : 2 T
- Calorimètre liquide argon/uranium  $|\eta| < 4$
- Détecteur de muons  $|\eta| < 2$  :
  - Scintillateurs
  - Mini-tubes à dérive

- Détecteurs de traces silicium
- Détecteurs de traces centrales (chambres à dérive)
- Solénoïde : 1.4 T
- Calorimètre à scintillation  $|\eta| < 3$  :
  - EM : Plomb
  - Hadronique : Fer
- Détecteur de muons  $|\eta| < 1$  :
  - Compteur scintillateurs
  - Chambres à dérive
- Protection acier



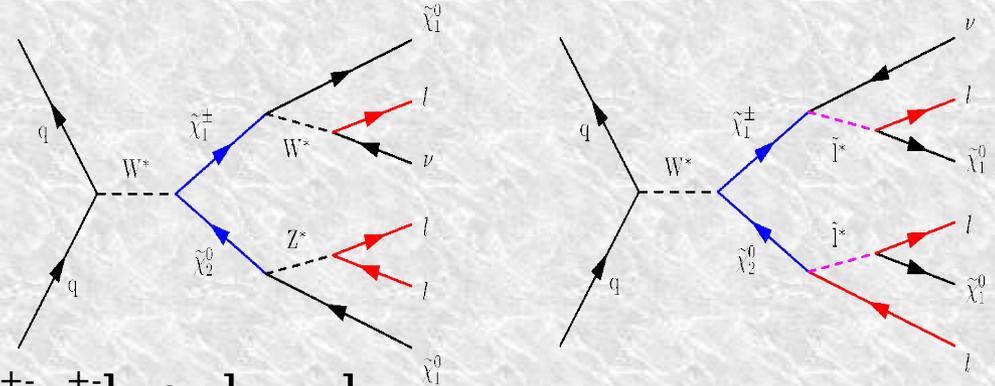
---

*Recherche de particules supersymétriques :*  
*Charginos, Neutralinos*  
*Squarks, Gluinos*

# Production de chargino ( $\chi^{\pm}_1$ ) associée avec neutralino ( $\chi^0_2$ )

2 scénarios :

- >  $M(\sim l) \gg M(\chi^0_2)$  : échange Z/W domine :  $Br(\chi^{\pm}_1, \chi^0_2 \rightarrow lept.)$  faible
- >  $M(\sim l) \sim M(\chi^0_2)$  : échange slepton domine :  $Br(\chi^{\pm}_1, \chi^0_2 \rightarrow lept.)$  maximale

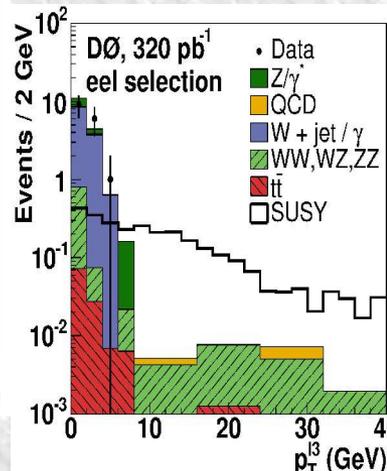
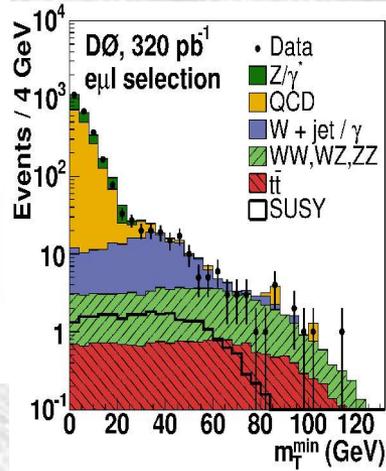
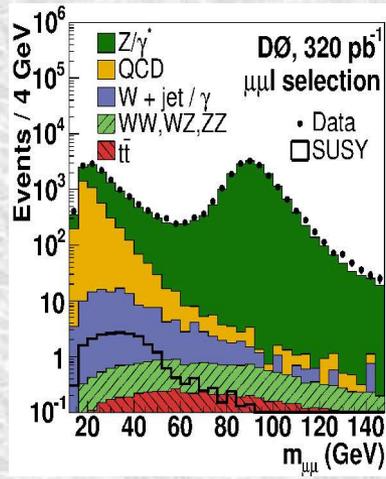


**D0 RunII** :  $e\mu l, eel, \mu^+\mu^+l, \mu^+\mu^+l, e\tau l, \mu\tau l$

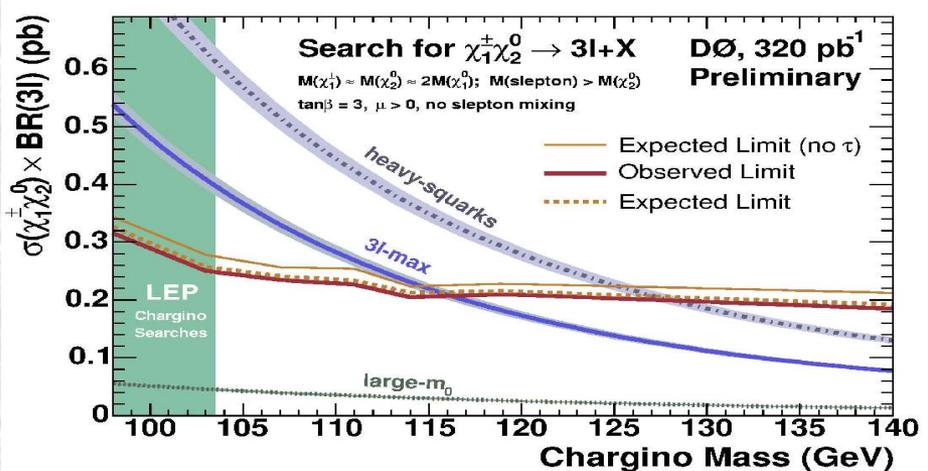
Cadre choisi : mSUGRA

Sélection :

- >  $P_T(e) > 12, 8 \text{ GeV}/c$
- >  $P_T(\mu) > 11, 5 \text{ GeV}/c$
- >  $MET > 22 \text{ GeV}$
- >  $25 \text{ GeV}/c^2 < M_{T}^{\min}(e\mu) < 90 \text{ GeV}/c^2$
- > Jets : veto
- >  $P_T(3^{eme} \text{ trace}) > 7, 3 \text{ GeV}/c$



# Charginos et Neutralinos



$M(\chi^{+}_{1}) > 117 \text{ GeV}/c^2$

## LEP II : trileptons, à bas $P_T$ ...

- > Beaucoup moins de QCD
- > -> Topologies :
  - > ll :  $N(\text{ch}) < 6$
  - > jjl :  $N(l) > 0$   $N(\text{ch}) > 5$
  - > "jets" :  $N(\text{ch}) > 5$
- > -> plus grand Br
- > -> Résultat plus "libre" d'hypothèse

## LEP II

### Production $\chi^0_1 \chi^0_2$ , $\chi^0_2 \rightarrow Z^* \chi^0_1$

2 voies de productions en interférence :

- > s :  $e^-e^+ \rightarrow Z^* \rightarrow \chi^0_1 \chi^0_2$  : dominant à grand  $m_0$
- > t :  $e^-e^+ \rightarrow \sim l \rightarrow \chi^0_1 \chi^0_2$  : dominant à petit  $m_0$

#### Petit $\Delta m$ :

- > Etat final :  $Z^* \rightarrow l^+l^-$
- > Bruits dominants :  $\gamma/Z \rightarrow 2\gamma, 2l$

#### Grand $\Delta m$ :

- > Etat final :  $Z^* \rightarrow qq$
- > Bruits dominants :  $\gamma/Z \rightarrow qq, W^+W^-$

Grand  $m_0$  :  $M(\chi^0_1) > \sim 51 \text{ GeV}/c^2$

Tout  $m_0$  :  $M(\chi^0_1) > \sim 46 \text{ GeV}/c^2$

# Squarks et gluinos

## Cadre choisi : mSUGRA

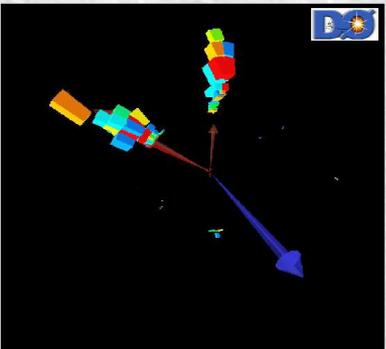
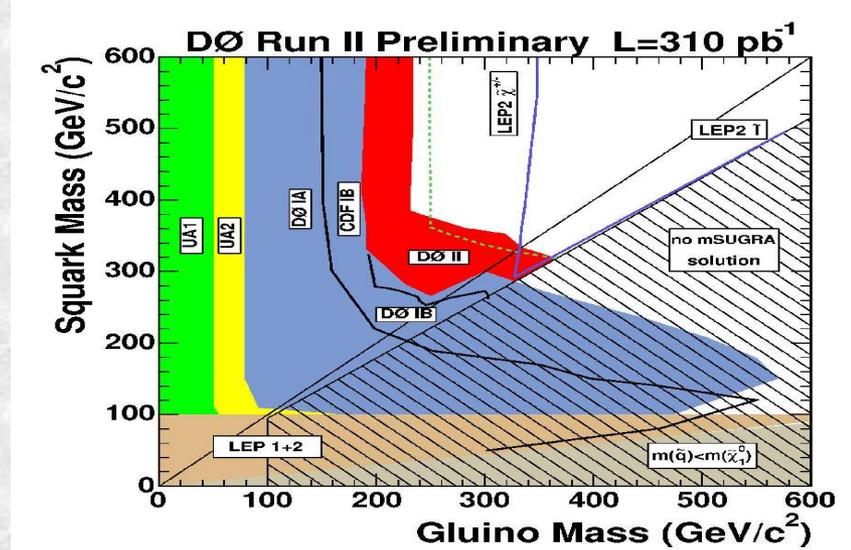
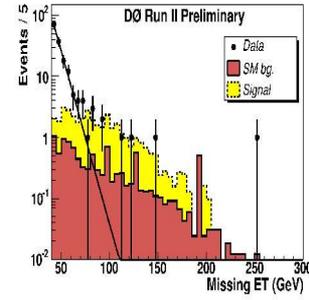
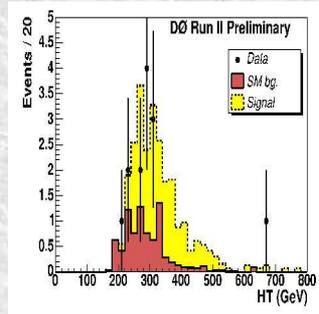
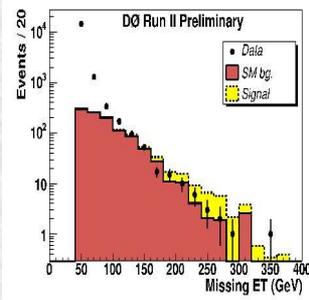
$\tan \beta = 3 \quad A = 0 \quad \mu < 0 \quad (m_0, m_{1/2}) \leftrightarrow (M_{\tilde{q}}, M_{\tilde{g}})$

Squarks : 5 saveurs  $\sim q$

- > **Petit  $m_0$  :  $M_{\tilde{g}} > M_{\tilde{q}}$** 
  - >  $qq, gg \rightarrow \tilde{q} \tilde{q}$
  - > Signature : 2 jets acoplanaires
  - > Bruits dominants :  $jjZ \rightarrow jj \nu \nu$ ,  $jjW \rightarrow jj \text{lept } \nu$
- > **Grand  $m_0$  :  $M_{\tilde{q}} > M_{\tilde{g}}$** 
  - >  $qq, gg \rightarrow \tilde{g} \tilde{g}$
  - > Signature :  $N(\text{jets}) > 3$
  - > Bruits dominants :  $tt \rightarrow bb jj \text{lept } \nu$ ,  $jjZ \rightarrow 4j \nu \nu$ , QCD
- >  **$m_0$  intermédiaire :  $M_{\tilde{q}} \sim M_{\tilde{g}}$** 
  - >  $qq \rightarrow \tilde{q} \tilde{g}$      $qq, gg \rightarrow \tilde{g} \tilde{g}$
  - > Signature :  $N(\text{jets}) > 2$
  - > Bruits dominants :  $jjW \rightarrow jj \text{lept } \nu$ ,  $tt \rightarrow bb jj \text{lept } \nu$

## 3 sélections de signal

- > Veto sur  $e$  &  $\mu$
- >  $P_T(j_{2,3,4})$
- >  $MET > 175, 75, 100 \text{ GeV}$
- >  $H_T = \sum_{j=\text{jets}} E_T(j) > 250, 325 \text{ GeV}$



Événement  $\tilde{q} \tilde{q}$  ?  
 $MET = 350 \text{ GeV}$   
 $E_T(j_{1,2}) = 264, 106 \text{ GeV}$

---

*Le cas du stop...*

# $\mathcal{L} \sim t_1$ : Motivations physiques

Lagrangien MSSM avec termes de brisure douce :

Superpartenaires (scalaires) des quarks -gauche & -droit peuvent **fortement se mélanger** pour former les états propres de masse :

$$M_{\tilde{q}}^2 = \begin{pmatrix} \tilde{M}_Q^2 + M_Q^2 + M_Z^2 \left( \frac{1}{2} - \frac{2}{3} \sin^2 \theta_W \right) \cos 2\beta & M_Q \left( A_T + \frac{\mu}{\tan \beta} \right) \\ M_Q \left( A_T + \frac{\mu}{\tan \beta} \right) & \tilde{M}_U^2 + M_Q^2 + \frac{2}{3} M_Z^2 \sin^2 \theta_W \cos 2\beta \end{pmatrix}$$

Squarks "up"

$\mu$  : paramètre de masse Higgs ( $\mu H_1 H_2$ )

$A_T$  : terme de mélange (stop) tri-linéaire

$$\tan \beta = \langle H_2^0 \rangle / \langle H_1^0 \rangle$$

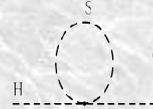
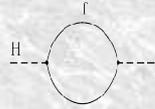
$$\mathbf{M}_Q = \mathbf{M}_{\text{top}}$$



$\sim t_1$  peut être le squark le plus léger

# Motivations physiques pour le $\tilde{t}_1$ : relations spéciales avec le Higgs

Couplage Yukawa (s)top/Higgs



$$M(h) = f [ M(\tilde{q}, \tilde{t}_1) ]$$

Mélange stop très fort  $M_Q ( A_T + \mu/\tan\beta )$

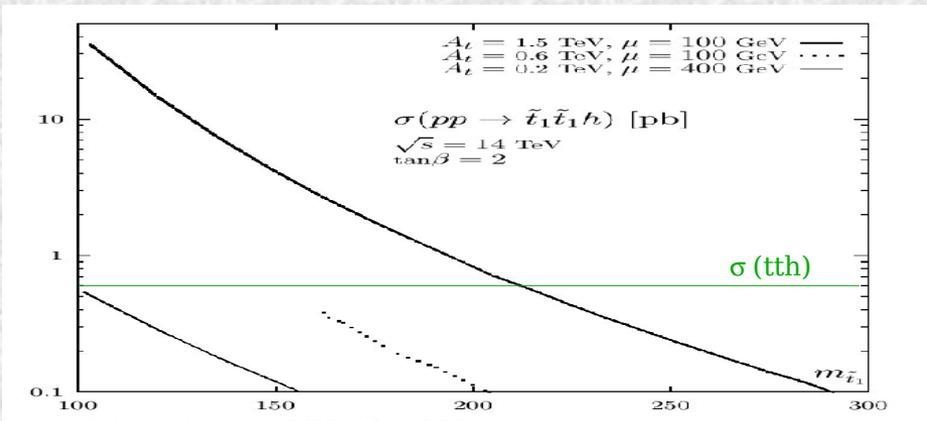
$$M(\tilde{t}) < M(t)$$

pp  $\rightarrow$   $h\tilde{t}\tilde{t}$  favorisé /  $\rightarrow$  htt

**Régime découplé** : h léger, {H, H $^\pm$ , A} beaucoup plus lourds (dégénérés)

h : "de type SM" : h  $\rightarrow$   $\gamma\gamma$

$$\text{Couplage : } g_{h\tilde{t}\tilde{t}} = \dots + [ -m_t^2 + m_t \sin 2\theta_{\tilde{t}} (A_T + \mu/\tan\beta)/2 ] / M_Z^2$$



- >  $A_T \sim 0$  :  $\sigma(\tilde{t}\tilde{t}h) = 2 \sigma(\tilde{t}_1\tilde{t}_1h) > \sim \sigma(tth)$
- >  $A_T$  intermédiaire : interférence destructive
- >  $A_T$  (très) grand :  $\sigma(\tilde{t}_1\tilde{t}_1h) > \sigma(tth)$  pour  $M(\tilde{t}_1) < 220 \text{ GeV}/c^2$

- > Grande partie de l'espace de paramètres SUSY :  $\sigma(\tilde{t}_1\tilde{t}_1h) > \sigma(tth)$
- > Même si  $\sigma(\tilde{t}_1\tilde{t}_1h) \sim \sigma(tth)$  :  $\Gamma(\text{ll jj } \gamma\gamma) - \Gamma(tth) \rightarrow$  **couplage  $\tilde{t}_1\tilde{t}_1h$**  :
  - > plus grand couplage électrofaible du MSSM
  - > test du potentiel scalaire (brisure douce du SUSY)

# Motivations physiques pour le $\tilde{t}_1$ : arguments de cosmologie...

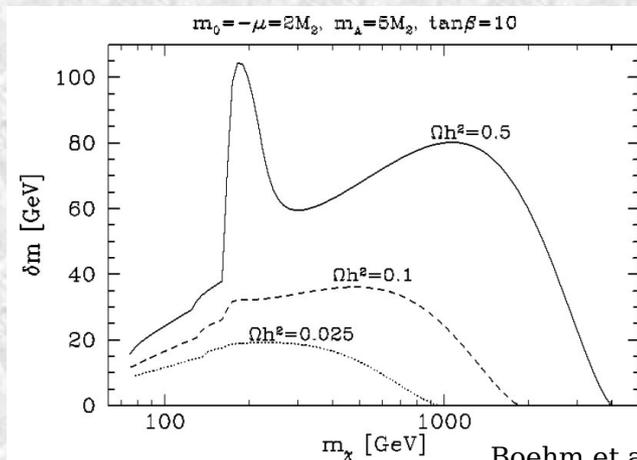
**Neutralino : LSP** candidat naturel pour la matière noire froide (CDM)

$0.1 < \Omega_{\text{CDM}} h^2 < 1$  : “reproduit” dans la plus grande partie de l'espace de paramètres susy...

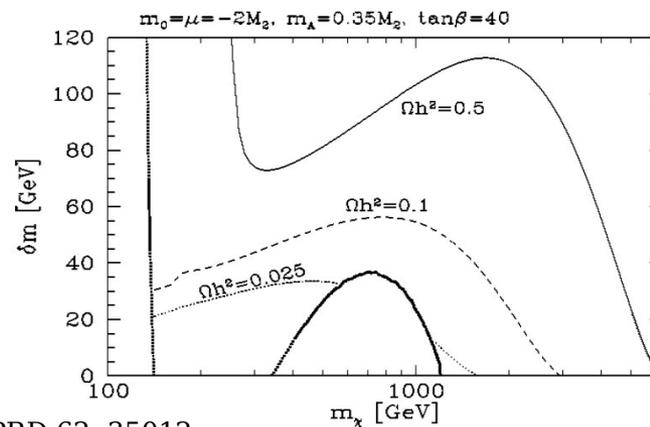
... **si** annihilations  $\chi_1^0 \chi_1^0$  seuls processus changeant le nombre de superparticules

**Si** :  $\delta m = M(\tilde{P}) - M(\chi_1^0)$  petit : co-annihilations domine :

- $\chi_1^0 \tilde{t}_1 \rightarrow t g, t H_i^0, b H^+$
- $\tilde{t}_1 \tilde{t}_1 \rightarrow t t$
- $\tilde{t}_1 \tilde{t}_1^* \rightarrow g g, H_i^0 H_j^0, H^- H^+, b \bar{b}, t \bar{t}$



Boehm et al., PRD 62, 35012



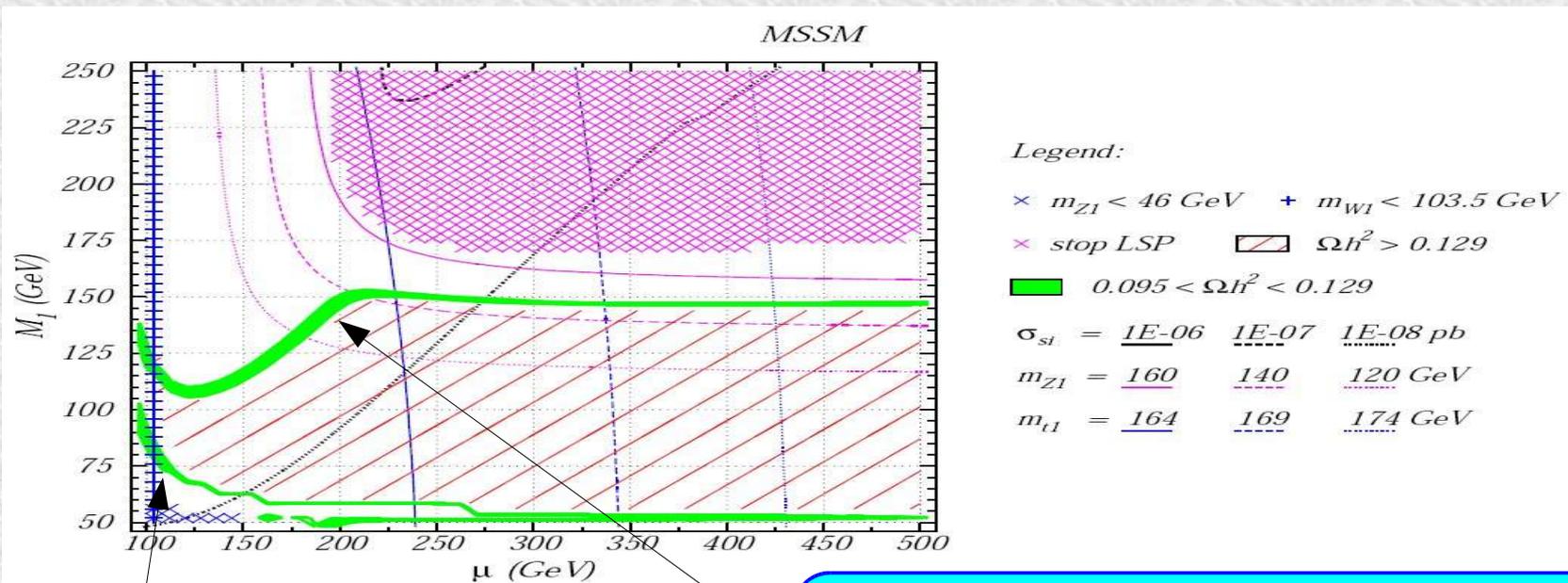
**Si  $\Omega_{\text{CDM}} h^2 \sim 0.1$  : analyse sensible aux faibles  $\delta m \rightarrow$  LHC “devrait” voir des superparticules**

# Motivations physiques pour le $\sim t_1$ : ... arguments de cosmologie

## Données de la cosmologie :

WMAP & SDSS :  $\Omega_{\text{CDM}} h^2 = 0.1126 + 0.0161 - 0.0181$  @ 95% CL

► Plan de paramètres MSSM : contraintes intéressantes



Balazs et al. : hep-ph/0403224

Annihilation  $\chi_1^0 \chi_1^0 \rightarrow h, H$

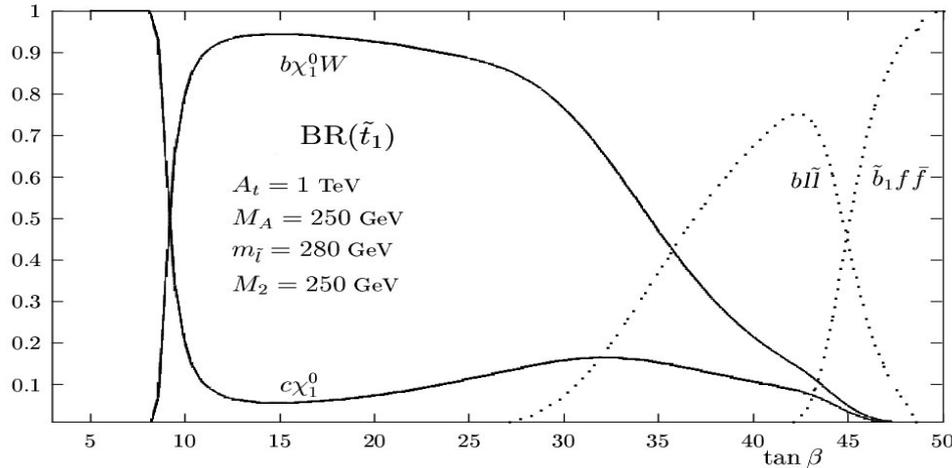
- **Co-annihilation**  $\sim t_1 / \chi_1^0$
- Large bande ( $\mu, M_1$ )
- Expérimentalement : intérêt spécial pour :
  - $\sim t_1$  léger : explorable au Tevatron
  - Faible  $\Delta m = M(\sim t_1) - M(\chi_1^0)$  : défi !



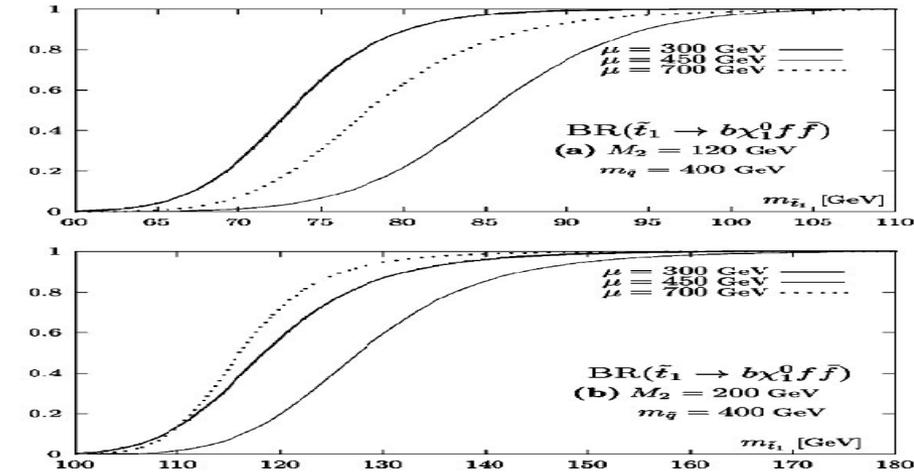
# Motivations physiques pour le $\sim t_1$ : quelles désintégrations ?

3-corps

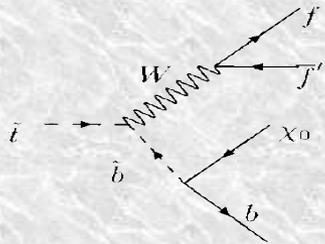
Dominant à  $\tan\beta$  / masses  $\sim t_1$  intermédiaires



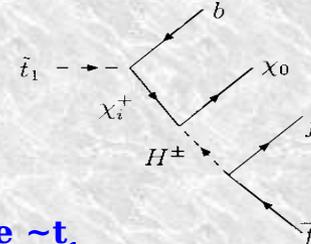
Djouadi et al. : PR D, Vol. 63, 115005



Boehm et al. : PRL D, Vol. 61, 095006

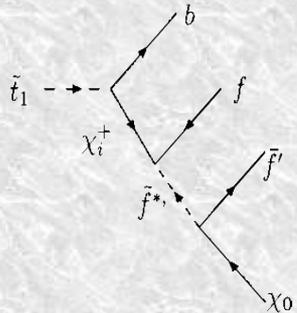


Régime grand  $\tan\beta$  :  
hautes masses de  $\sim t_1$

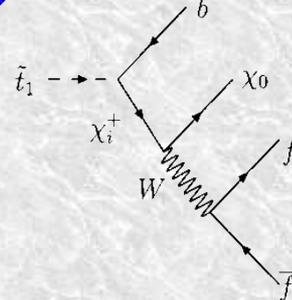


- > MSSM :  $H^+$  : lourd
- > Faible couplage aux fermions légers

Fenêtres "masses intermédiaires" de  $\sim t_1$



- >  $\sim f'$  = sneutrino  $f$  = lepton
- > Domine si  $M(\sim\nu) \sim 80 \text{ GeV}/c^2$
- >  $\text{Br}(\sim\chi^+ \rightarrow \sim\nu \text{ lept}) = 1/3$



- > Pas d'hypothèse sur  $M(\sim\nu)$
- > Canal {2leptons+2jets+Met} : faisable; rapport d'embranchement bas

- > Explorer le cas le plus facile : échange  $\sim\nu$
- > Étalonner analyse pour le scénario échange W

*Recherche de stop ( $\sim t_1$ ) dans*



$$\begin{aligned} \tilde{t}_1 \bar{\tilde{t}}_1 &\rightarrow b \bar{b} \tilde{\chi}^\pm \\ &\hookrightarrow \mu \tilde{\nu} \rightarrow \mu \nu \tilde{\chi}_1^0 \quad \tilde{\chi}^\pm \\ &\hookrightarrow e \tilde{\nu} \rightarrow e \nu \tilde{\chi}_1^0 \quad \hookrightarrow \mu \tilde{\nu} \rightarrow \mu \nu \tilde{\chi}_1^0 \end{aligned}$$

# Recherche du $\tilde{t}_1$ dans Do : simulation du signal

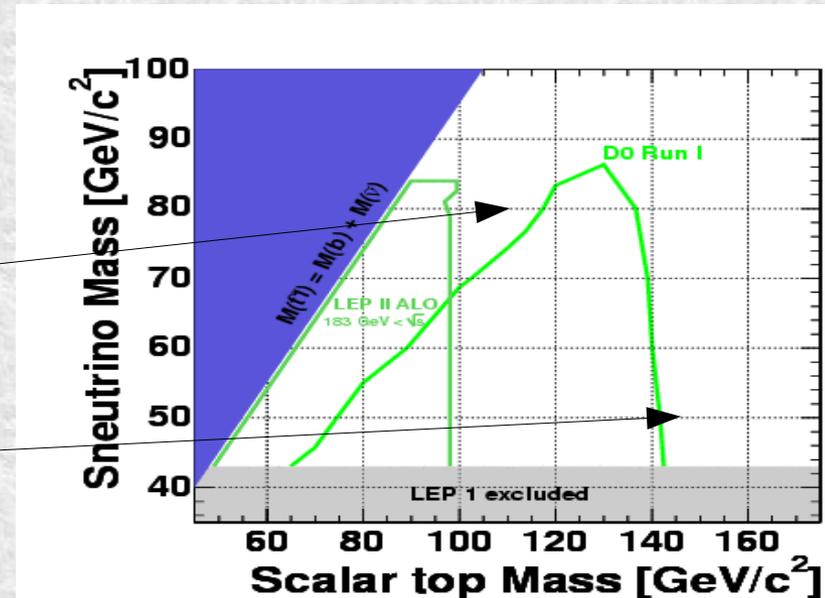
## Cadre choisi : MSSM

- $\mu = 225 \text{ GeV}$
- $M(\text{gluino}) = 500 \text{ GeV}/c^2$ ,  $M(H_A) = 800 \text{ GeV}/c^2$
- $M(\tilde{q}_{1,2,3}, L_3) = 250 \text{ GeV}/c^2$
- $\tan\beta = 20$
- Désintégrations 3-corps du stop :
  - $A_T$  : varie  $M(\tilde{t}_1)$
  - $M_{L1,2}$  : varie  $M(\tilde{\nu})$
  - $M_1$  : varie  $M(\chi^0_1) = < M(\tilde{\nu})$
  - $M_2$  : garder  $\chi^+$  virtuel :  $M(\chi^+) > M(\tilde{t}_1) + 30 \text{ GeV}/c^2$

- Générateur :
- CompHEP : désintégrations 3-corps
  - Pythia : hadronisation des jets

## 2 points de repère pour l'analyse :

- D2 (110,80) : basse  $\Delta m$ 
  - Grand  $\sigma = 50 \text{ pb}$
  - **Jets, leptons mous**
- A7 (145,50) : Haute  $\Delta m$ 
  - Faible  $\sigma = 1.8 \text{ pb}$
  - **Jets, leptons durs**



# Recherche du $\sim t_1$ dans $D_0$ : Canaux $\mu\mu$ et $e\mu$

## Sélection de muons :

- > Coups dans détecteurs de muon interne & externe
- > Pas de muons cosmiques : coupure en temps
- > Isolé / activité jet :
  - > chargée :  $\sum_{i=\text{Tracks}} \text{dR}=0.5 P_T(i) < 2.5, 4 \text{ GeV}/c$
  - > neutre :  $E_T^{(R=0.4)} - E_T^{(R=0.1)} < 2.5, 4 \text{ GeV}$
- > Qualité de trace :
  - > Associé à une trace
  - > N(Silicon Module Tracker) > 0

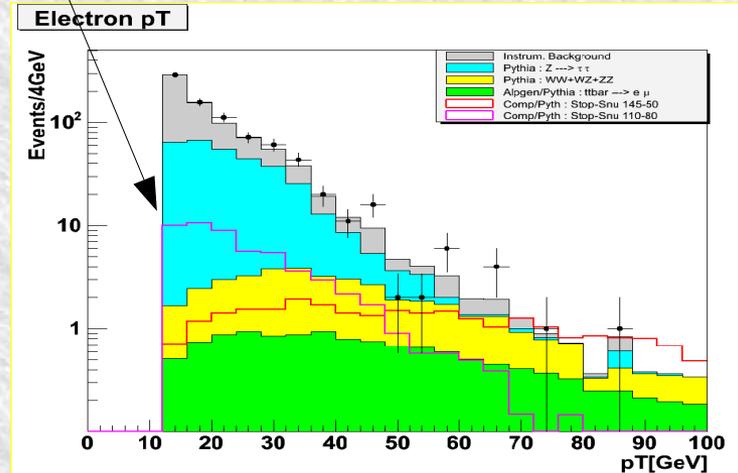
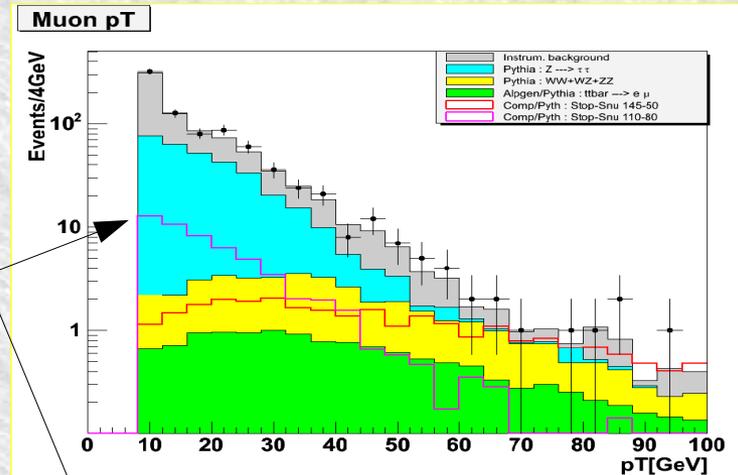
## Sélection d' électrons :

- > Vraisemblance (EM) > 0.5 :
  - > profil de gerbes
  - > E/p
  - > Association à une trace

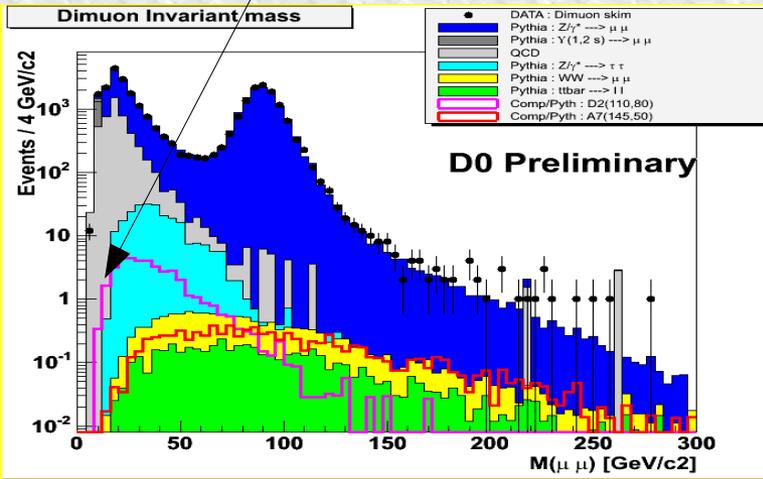
## Sensibilité / signal petit $\Delta m$ :

- > ( $\mu\mu$ ) :  $P_T(\mu_{1,2}) > 8, 6 \text{ GeV}/c$
- > ( $e\mu$ ) :  $P_T(e,\mu) > 12, 8 \text{ GeV}/c$

( $e\mu$ )



( $\mu\mu$ )

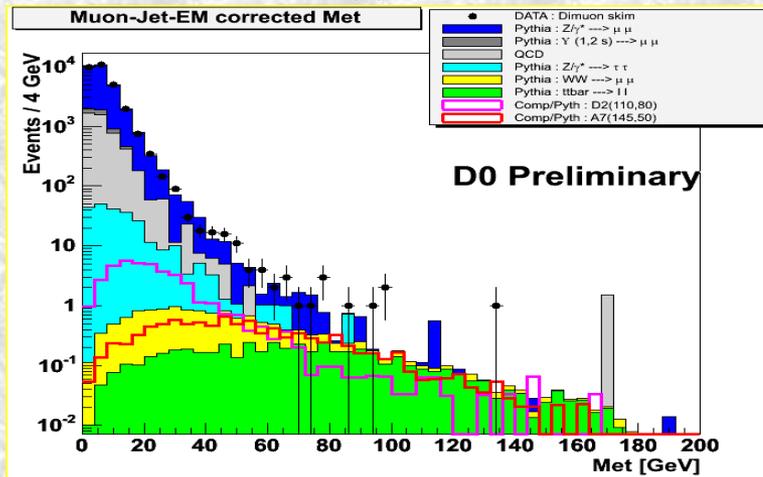


# Recherche du $\sim t$ dans $D_0$ : Canaux $\mu\mu$ et $e\mu$

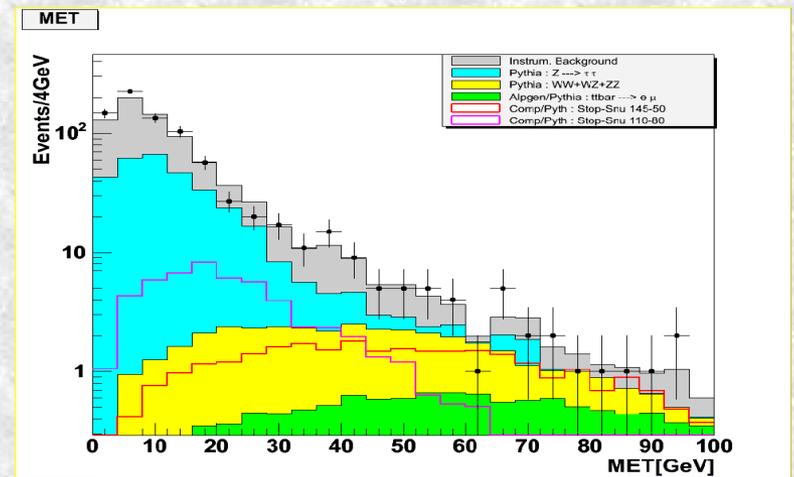
Energie Transverse Manquante (MET) : signature du  $\chi_1^0$

Différence d'énergie calorimétrique, corrigée de  $P_T(\mu)$

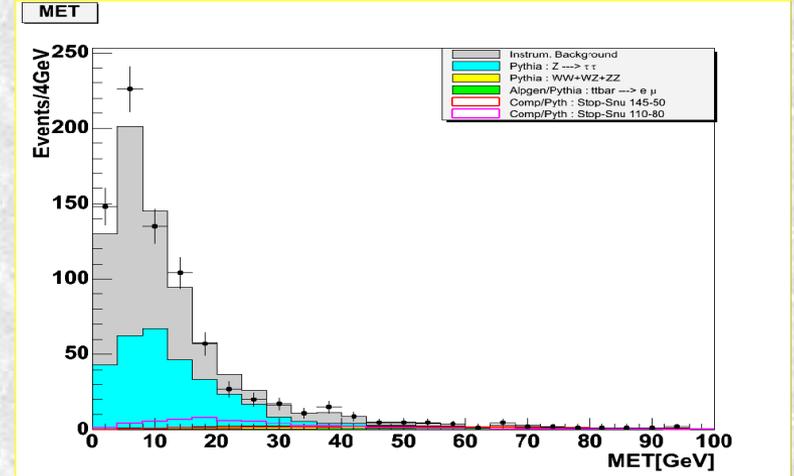
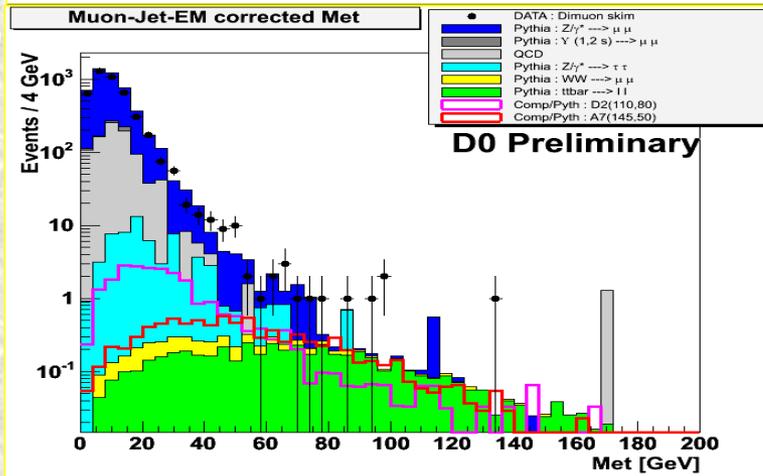
( $\mu\mu$ )



( $e\mu$ )



$N(\text{jet}) > 0$



Bruits de fond dominant :

$Z \rightarrow \mu\mu$  , QCD

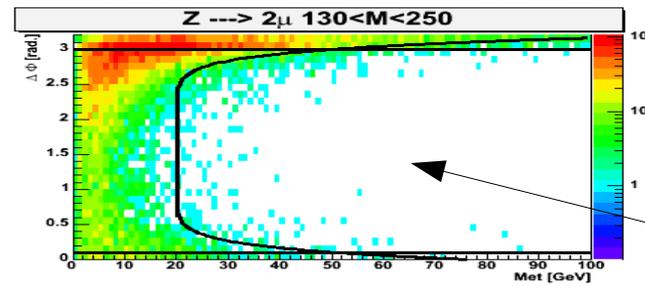
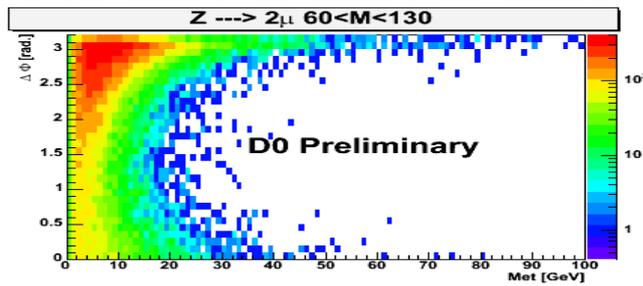
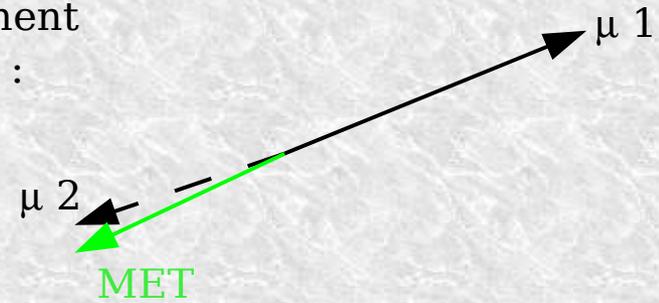
QCD ,  $Z \rightarrow \tau\tau$

# Recherche du $\sim t_1$ dans $D_0$ : Canal $\mu\mu$ : sélection de signal

Variables topologiques :

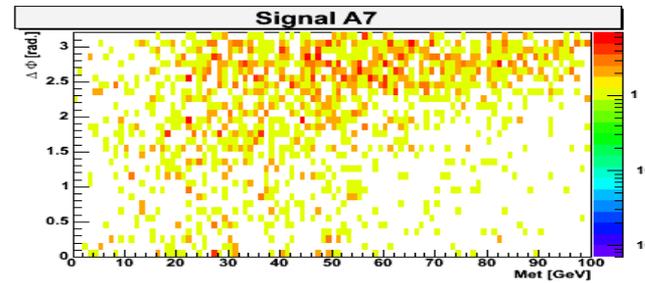
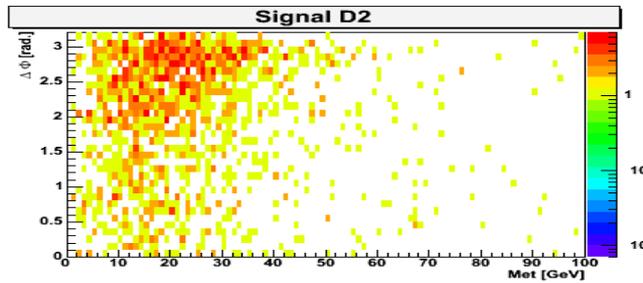
$\Delta\phi(\mu_1, MET)$  vs MET : muons mal reconstruits corrélés avec MET :

Événement  
 $Z \rightarrow \mu\mu$  :

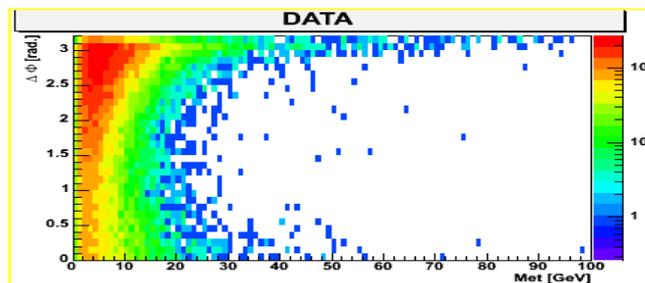
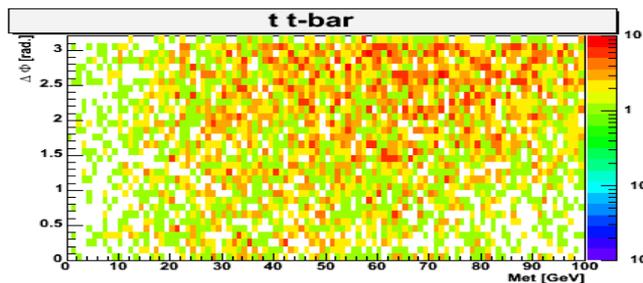


$Z \rightarrow \mu\mu < \text{Signal} < t\bar{t}$

Coupure : optimisée avec  
 $Z \rightarrow \mu\mu$  haute masse



Facteurs de réduction :  
 $Z / 28$



D2 / 1.9  
A7 / 1.2

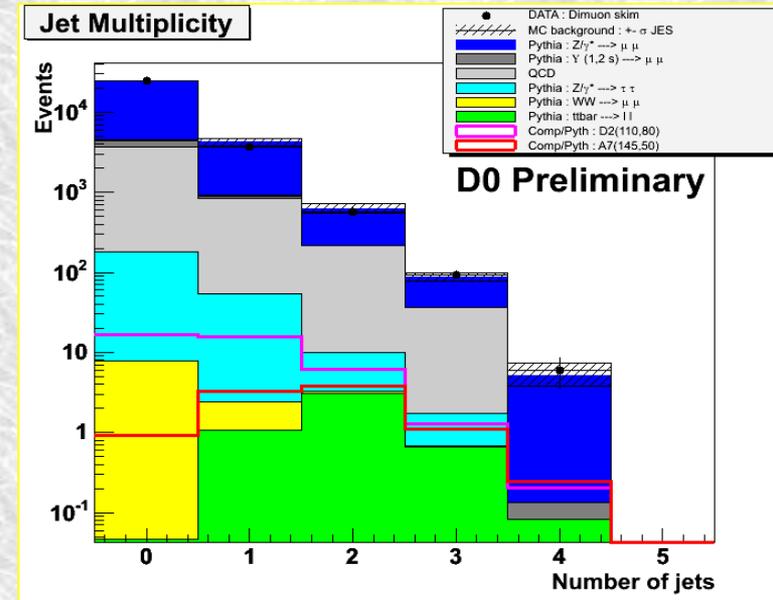
# Recherche du $\sim t_1$ dans $D_0$ : Canal $\mu\mu$ : les jets

**Jets :**  $E_T(\text{corrige}) = [ E_T(\text{mesuré}) - O ] / R \cdot S$   
 $\sigma_S$  : principale source d'erreur systématique  
 $E_T(\text{jet}) > 15 \text{ GeV}$

$N(\text{jet}) > 0$

Facteurs de réduction :  
 $Z / 6.1$

D2 / 1.7  
 A7 / 1.1

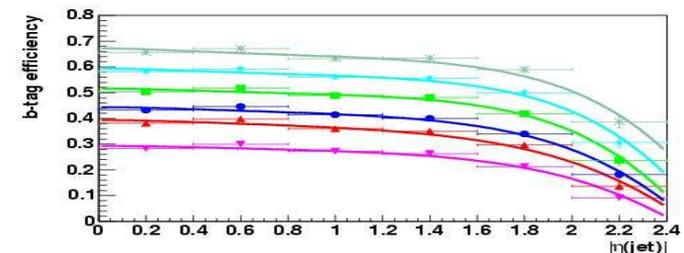
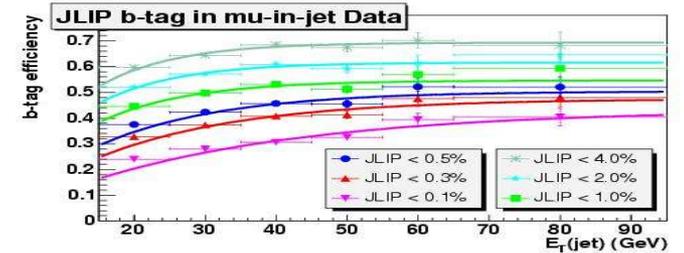


## Etiquetage de quarks b :

Probabilité pour traces(jet) de provenir de VP  
 $\text{Prob.}(\text{jet1}) < 1\%$  : Coupure assez "lâche"

Facteurs de réduction :  
 $Z / 24$

D2 / 3.8  
 A7 / 2.2



# Recherche du $\sim t_1$ dans $\mathcal{D}_0$ : Canal $\mu\mu$ : sélection de signal

$$\mathcal{L} = 339 \text{ pb}^{-1}$$

Cut	$\Upsilon_{1,2s}$	QCD	$Z^0 \rightarrow 2\mu$	$Z^0 \rightarrow 2\tau$	WW	$t\bar{t}$	Background	Data	A7	D2
Quality cuts	973	4525	23549	233	9.6	5.1	$29295 \pm 348$	28733	9.8	41.1
$N(\text{jet}) > 0$	81	856	3836	59	1.5	5.1	$4838 \pm 97^{+452}_{-553}$	4337	$8.81^{+0.11}_{-0.10}$	$24.14^{+1.46}_{-1.90}$
$\Delta\phi(\mu_1, \cancel{E}_T)$ vs $\cancel{E}_T$	0.4	53	136	20	1.1	4.7	$214 \pm 8^{+52}_{-22}$	213	$7.49^{+0.17}_{-0.12}$	$12.92^{+1.21}_{-1.28}$
$b$ tagging	0	0	5.7	0.44	0.03	2.6	$8.7 \pm 1.6^{+1.3}_{-0.1}$	4	$3.49^{+0.21}$	$3.37^{+0.37}_{-0.27}$
$M(\mu\mu) \notin [75, 120]$ for $\cancel{E}_T < 50$	0	0	0.10	0.44	0.03	2.3	$2.88 \pm 0.43^{+0.10}_{-0.04}$	1	$3.06^{+0.15}$	$3.30^{+0.39}_{-0.27}$

Bruit de fond dominant :  $t\bar{t}$

$$\varepsilon = \quad 4.5 \% \quad 0.1 \%$$

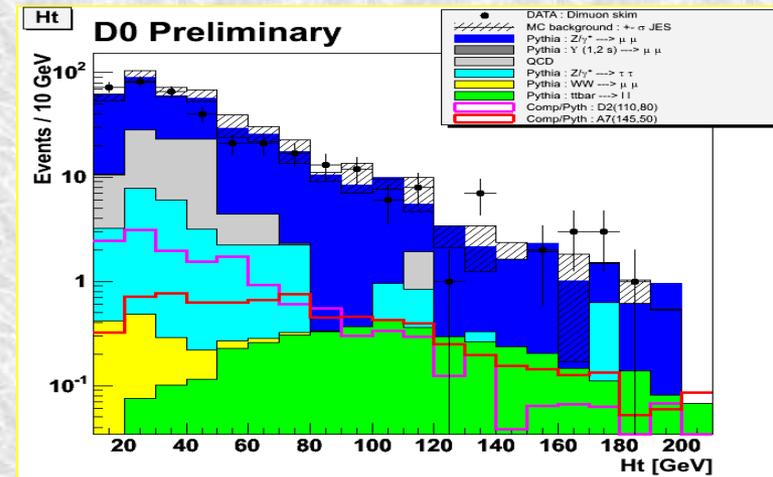
Variable discriminante :

$$H_T = \sum_{j=\text{Jets}} E_T(j)$$

...mais différents signaux ( $\Delta m$ ) : différents  $H_T$

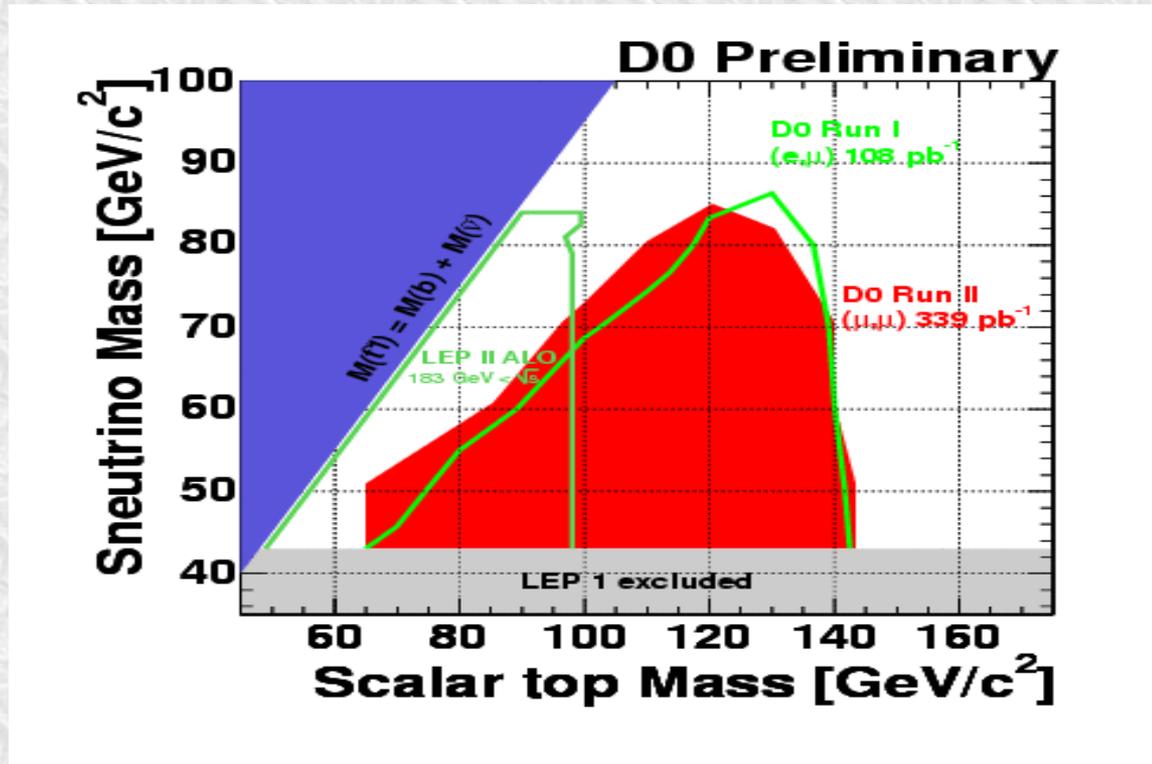
Considérer bins  $H_T$  de 40 GeV :

- $N(\text{data})$ ,  $N(\text{bruit})$ ,  $N(\text{signal})$
- Analyse statistique : combinaison de tous les bins, utilisant tout le spectre  $H_T$  (mieux que coupures "glissantes")



# Recherche du $\tilde{t}_1$ dans $Do$ : Canal $\mu\mu$ : résultats

Obtenir 95% CL  $\sigma_{UL}$  et comparer avec  $\sigma_{th}$  (prospino)



- > Erreurs systématiques dominantes : **Jets** :
  - >  $\sigma_s$  : [5,12] %
  - > résolution : [4,15] %
  - > étiquetage de b : 10 %
- > Région haute  $\Delta m \sim$  aussi bien qu'au RunI...
- > Région basse  $\Delta m$  : mieux, avec :
  - > x3 Luminosité
  - >  $\frac{1}{2}$  Br(signal)
  - > x15 bruits de fond non-QCD
  - >  $P_T(\mu 1,2) > 8, 6$  GeV/c
  - > Triggers muon  $\sim 100\%$  pour  $P_T > 5$  GeV/c
  - > **Sensibilité limitée** :
    - >  $E_T(\text{jet}) > 15$  GeV
    - > MET  $> 20$  GeV
    - > ... dominée par le Z

LEP II ( $675\text{pb}^{-1}$ ) : > Signature : Jets acoplanaires, MET.  $N(\text{ch}) > 10$

- > Petit  $\Delta m$  :
  - > Bruit dominant :  $\gamma\gamma \rightarrow qq$
  - > Sélection :  $\Sigma P_T > 1$  GeV/c,  $\Phi$  (acop), M(miss)

Sensibilité à très faible  $\Delta m$ ...

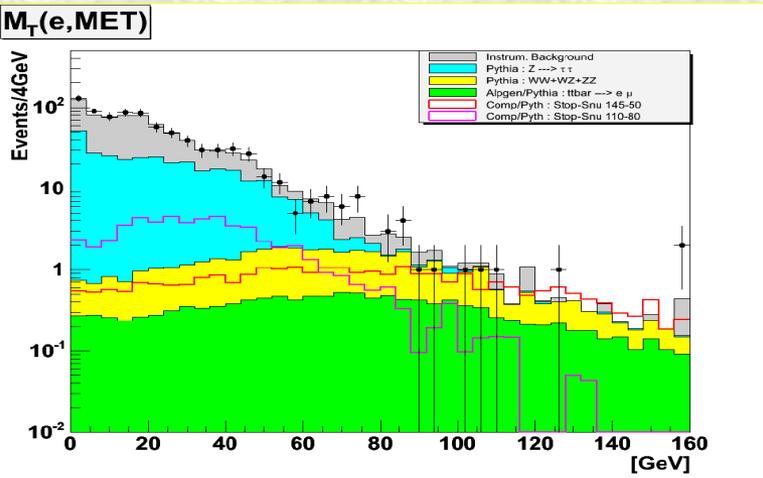
... moins de QCD > Grand  $\Delta m$  :
 

- > Bruit dominant :  $\gamma^*Z, WW, W\text{ev}$
- > Sélection :  $\Sigma P_T > 10$  GeV/c,  $\Phi$  (acop), M(miss)

# Recherche du $\sim t_1$ dans $\mathcal{D}_0$ : Canal $e\mu$ : sélection de signal

Variable topologique/cinématique :  $M_T(l, MET)$

$$M_T(\tau \rightarrow l \text{ met}) < M_T("W" \rightarrow l \text{ met})$$



$MET > 15 \text{ GeV}/c^2$   
 $M_T(e, MET) > 15 \text{ GeV}/c^2$

Facteurs de réduction :

Z  $\rightarrow$   $\tau\tau$  / 4.3  
 QCD / 6.8

D2 / 1.6  
 A7 / 1.1

Variable topologique : Centralité des leptons =  $|\eta(e)| + |\eta(\mu)|$

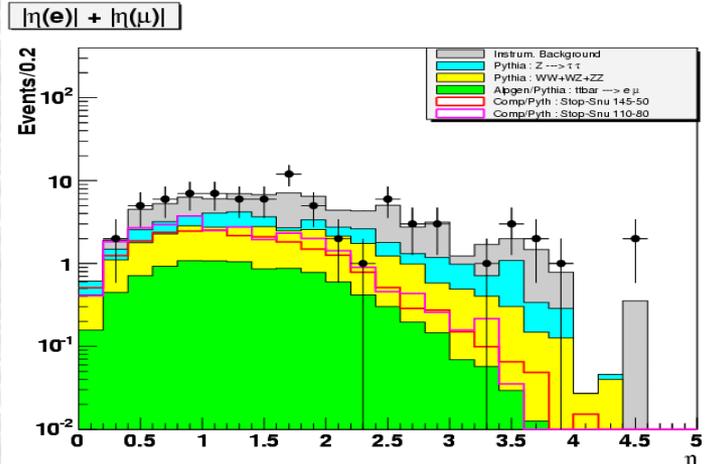
Événements signal (ttbar) : plus "central" (petit  $\eta$ )

$$|\eta(e)| + |\eta(\mu)| < 1.9$$

Facteurs de réduction :

Z  $\rightarrow$   $\tau\tau$  / 1.6  
 QCD / 1.8

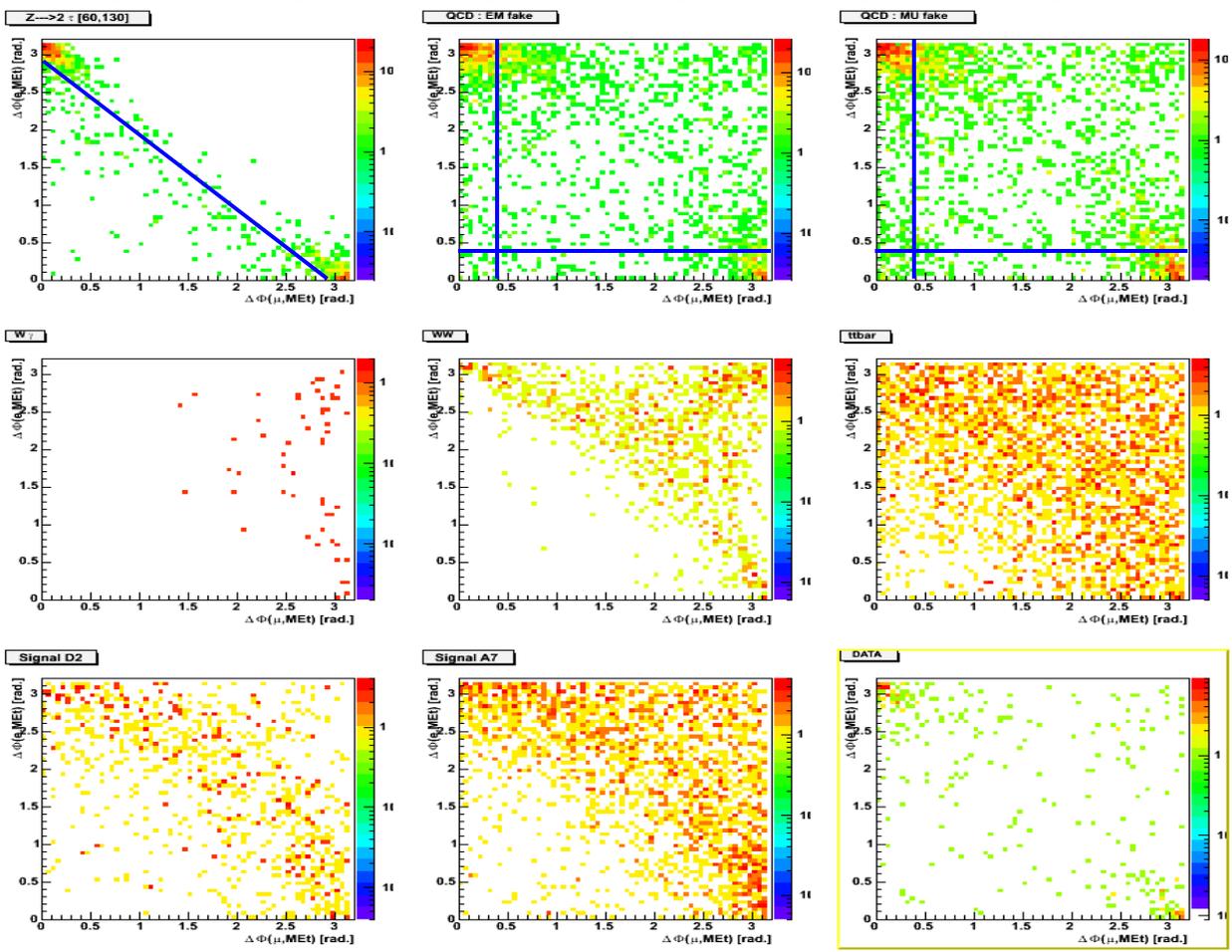
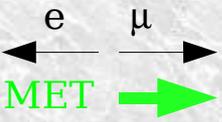
D2 / 1.2  
 A7 / 1.2



# Recherche du $\sim t_1$ dans $\mathcal{D}_0$ : Canal $e\mu$ : sélection de signal

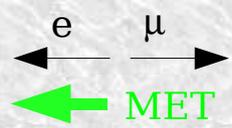
Variables topologiques :  $\Delta\phi(e, MET)$  vs  $\Delta\phi(\mu, MET)$  :

Utiliser différence de corrélation  $\Delta\phi(\text{lepton}, MET)$  pour  $Z \rightarrow \tau\tau$  et signal



$\Delta\phi(e, MET) > 0.4$   
 $\Delta\phi(\mu, MET) > 0.4$   
 $\Delta\phi(e, MET) + \Delta\phi(\mu, MET) > 2.9$   
 Optimisation :  
 Min. de  $\sigma$  (attendu)

Facteurs de réduction :  
 $Z \rightarrow \tau\tau / 17.8$   
 QCD / 2  
 D2 / 1.3  
 A7 / 1.3



# Recherche du $\sim t_1$ dans Do : Canal $e\mu$ : sélection de signal

$\mathcal{L} = 350 \text{ pb}^{-1}$

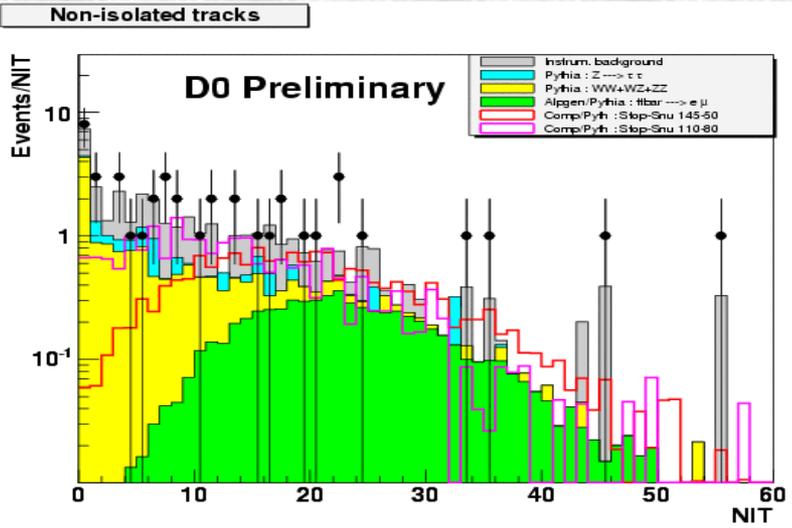
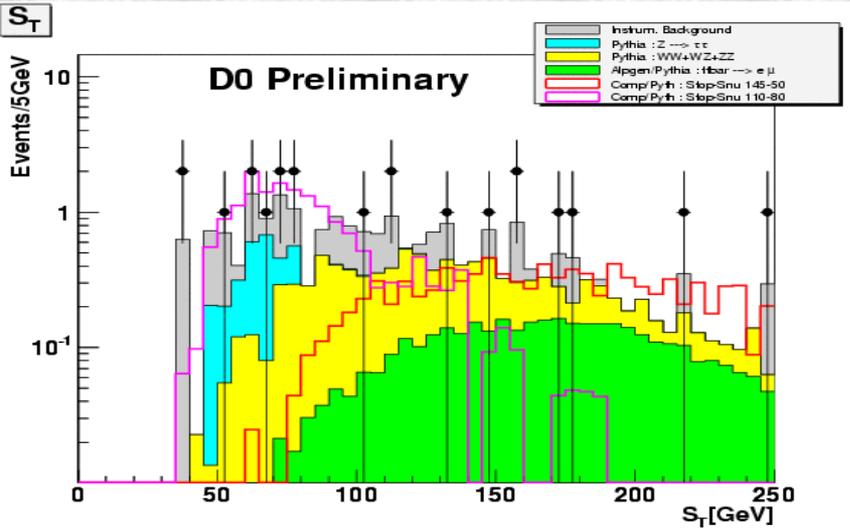
	QCD	$Z \rightarrow \tau^+\tau^-$	Diboson	$t\bar{t}$	Background	Data	A7	D2
$\Delta m \leq 40 \text{ GeV}$	9	2.1	7.6	4.3	$23.0 \pm 3.1$	21	11.5	16.4
$50 \text{ GeV} \leq \Delta m \leq 60 \text{ GeV}$	14.8	3.0	11.1	5.7	$34.6 \pm 4.0$	34	15.2	18.5
$70 \text{ GeV} \leq \Delta m$	18.2	3.3	12.8	6.5	$40.7 \pm 4.4$	42	16.7	20.4

$S_T = P_T(e) + P_T(\mu) + MET : \quad \epsilon = 12.2 \% \quad 2.7 \%$

- séparation QCD / Signal grand  $\Delta m$
- séparation WW / Signal petit  $\Delta m$

Bruits de fond dominants :  
QCD, WW

- **Nombre de traces non-isolées (NIT) :**
  - avantage : “signer” un jet sans systématiques(jets)
  - séparation WW / Signal haute  $\Delta m$
- Combiner l'information statistique de 9 bins [ $S_T$ ,NIT]

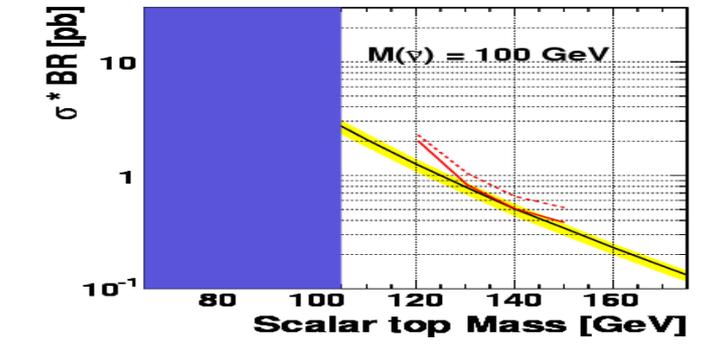
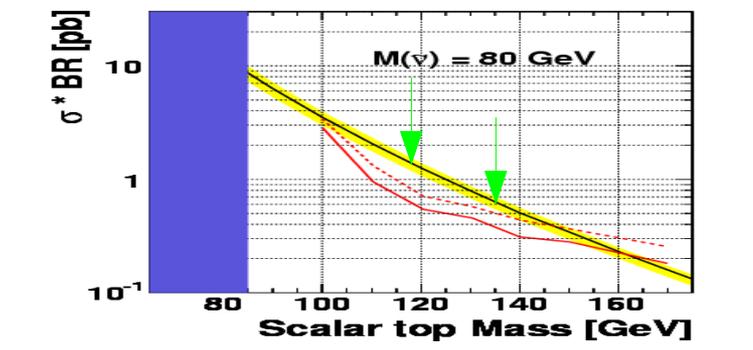
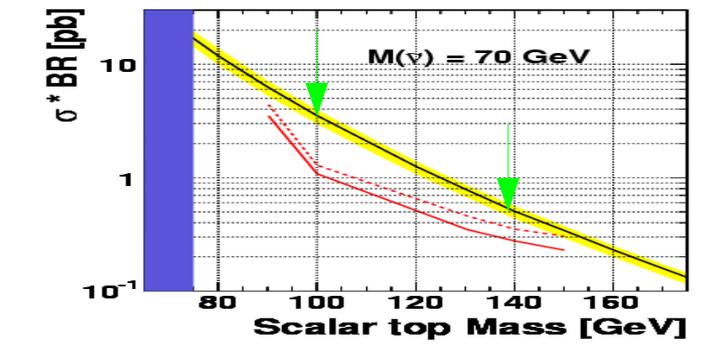
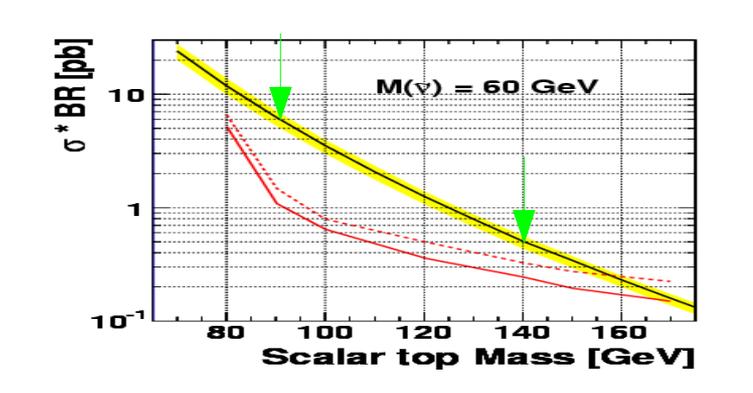
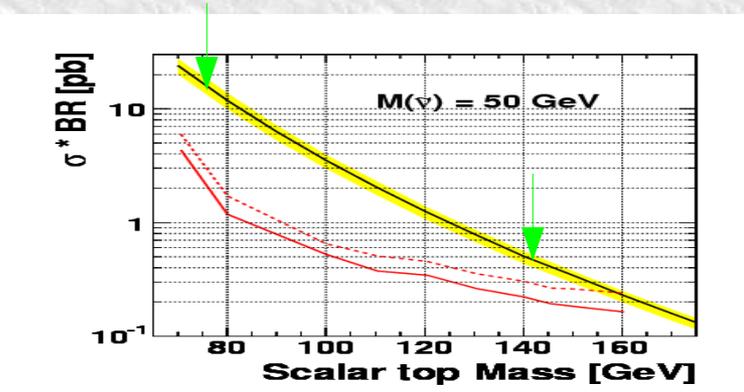


# Recherche du $\sim t_1$ dans $D_0$ : Canal $e\mu$ : résultats

- Erreurs systématiques < 5% pour signal
- Région grand  $\Delta m$  : +20 GeV/c<sup>2</sup> / RunI
- Région petit  $\Delta m$  : +[5,15] GeV/c<sup>2</sup> / RunI :

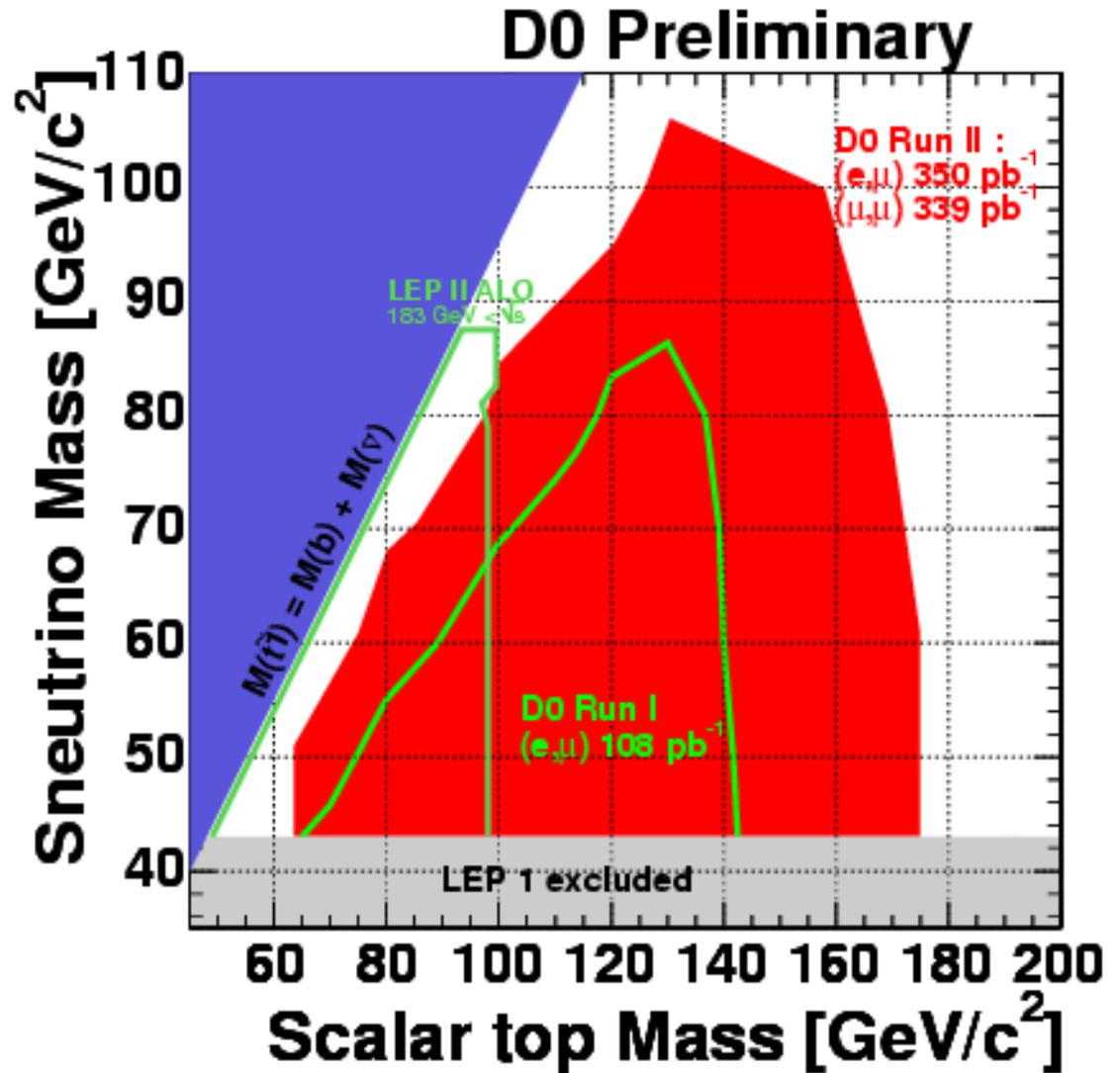
↓ : Limites du RunI

D0 Preliminary



# Recherche du $\tilde{t}_1$ dans $D_0$ : Combinaison des canaux $\mu\mu$ et $e\mu$

- Combinaison :
  - vérifier événements communs
  - corrélations prises en compte
- $(e\mu)$  : domine largement la performance
- $(\mu\mu)$  : améliore  $[9,15]$   $\text{GeV}/c^2$  pour  $M(\tilde{\nu})$



## Recherches SUSY ( $R_p$ conservée) au Tevatron :

- D0 :
  - $M(\chi_1^{+-}) > 117 \text{ GeV}/c^2$  dans scénario échange  $\sim 1$
  - $M(\sim g) > 230 \text{ GeV}/c^2$ . Analyse “générique”  $\sim q/\sim g$  en place. Bientôt interprétation MSSM
- CDF :
  - Trileptons : en progrès
  - Squark, gluino : en progrès
- D'autres recherches SUSY... mes excuses...

## Désintégrations $\sim t_1 \rightarrow b l \sim \nu$ :

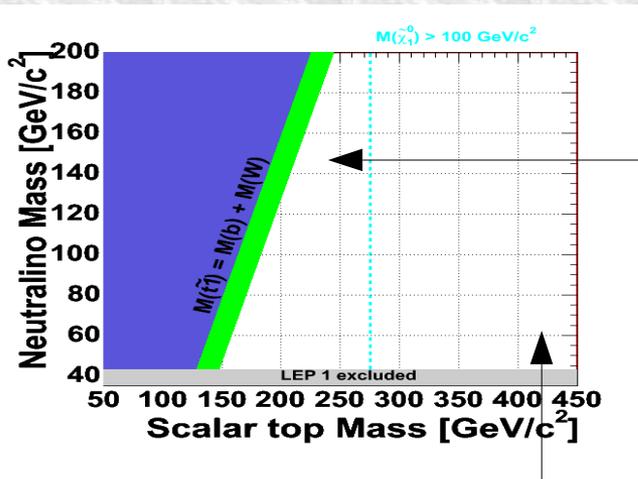
Analyse difficile :

Z, QCD < Signal <  $t\bar{t}$

- (e, $\mu$ ) : mène la recherche du stop en 3-corps
- ( $\mu,\mu$ ) : Malgré Z :
  - Coupures topologiques, 1 jet, étiquetage-b “mous”
    - NN, “Decision Making Tree” : pas mieux
    - “Probability Density Function” : en cours
  - Sensibilité au-delà du RunI à basse  $\Delta m$
- (e,e) : bientôt...
- (e, $\mu$ )+( $\mu,\mu$ ) : Pas de signe de  $\sim t_1$   
Sensibilité à  $\Delta m \sim 20 \text{ GeV}/c^2$

## Développer outils d'analyse "petit $\Delta m$ " auprès collisionneur hadronique

- Perspective SUSY au LHC :  
Sensibilité  $M(\chi_1^0 / \tilde{t}_1) < 1 \text{ TeV}/c^2$
- $M(\tilde{t}_1) = 230 \text{ GeV}/c^2 \dots M(\chi_1^0) = 200 \text{ GeV}/c^2 \dots (!)$



$$M(\tilde{t}_1) - M(\chi_1^0) \sim M_{\text{top}}$$

Signature très "top" !!!

$$M(\tilde{t}_1) > M_{\text{top}} + M(\chi_1^0) :$$

W/Z + jets < ttbar < Signal ...

$$M(\tilde{t}_1) < M_{\text{top}} + M(\chi_1^0) : b \chi_1^{+-} / b W \chi_1^0$$

- Préféré(e)s par grande partie d'espace MSSM & données de cosmologie
- Canal {ll Met 2jets} :
  - Bruit faible, Br petit : pas un problème avec luminosité LHC
  - D0 :  $\sigma_{\text{UL}} \sim 5.7 \sigma_{\text{th}}$  avec  $350 \text{ pb}^{-1}$   
Estimation : 1-2  $\text{fb}^{-1}$  pour sensibilité
- Canal {l Met 4jets} :  
test exclusif du scénario b l W
  - W + jets < Signal < ttbar, plus haute Br
  - Estimation : >  $6 \text{fb}^{-1}$  pour sensibilité :  
domaine du LHC...

