Introduction

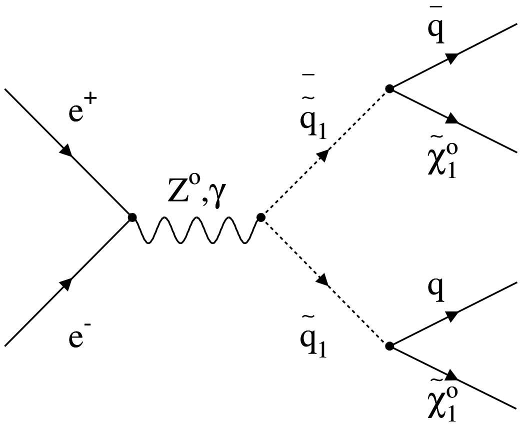
Recherche des squarks et du gluino

Patrice Verdier
Institut de Physique Nucléaire de Lyon

- Recherche des squarks avec le $\tilde{\chi}^0_1$ LSP
  - L'hadronisation du stop
  - Recherche du $\tilde{\mathrm{t}}_1$ et du $\tilde{\mathrm{b}}_1$
- Le gluino LSP ?
  - L'hadronisation du gluino
  - Recherche des R-hadrons dans la désintégration du $\tilde{\mathrm{t}}_1$
- Le générateur 4-fermions "x0gen"
- Conclusion

Désintégration des squarks

R-parité conservée et $\widetilde{\chi}_1^0$ LSP

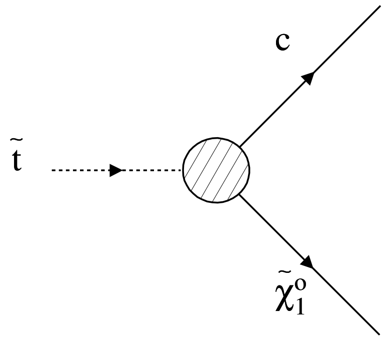


Désintégration du sbottom :

- **Recherche du sbottom ($\tilde{\mathrm{b}}_1$) dans le canal:** $\tilde{\mathrm{b}}_1 \rightarrow \mathbf{b}\widetilde{\chi}_1^0$

Désintégration du stop :

$\tilde{\mathrm{t}}_1 \rightarrow$ **c**$\widetilde{\chi}_1^0$ **intervient par correction radiative:**

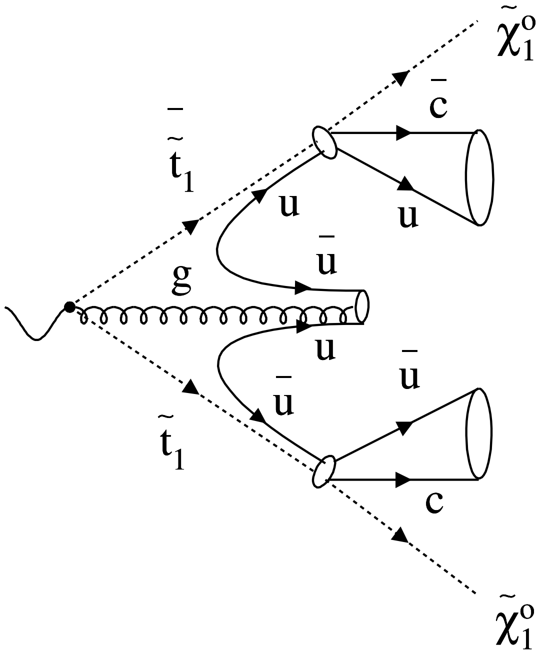


$\tau_{\tilde{t}_1} \gg \tau_{QCD}$

$\Longrightarrow$ **Le stop s'hadronise avant de se désintégrer.**

Hadronisation du stop

Le générateur STOPGEN :



- émission de gluon "dur" du stop
- modèle d'hadronisation **non-pertubative** (distribution de Peterson)
- Les jets de fragmentation et les quarks spectateurs sont traités comme des quarks de type "up"
- Mouvement de Fermi

Sytématiques dûes à l'hadronisation du $\tilde{t}_1$

Recherche des squarks

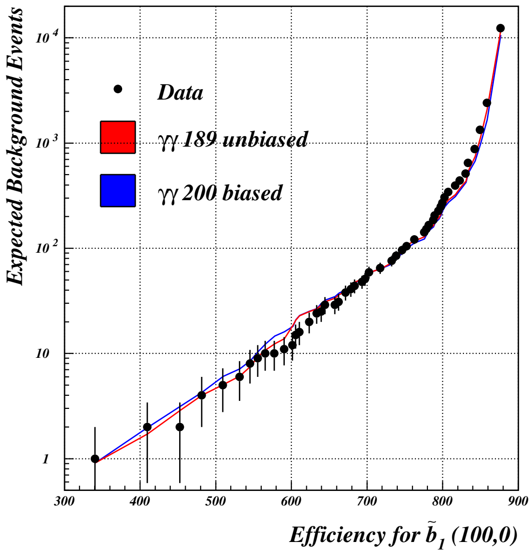
Fenêtres de masse :

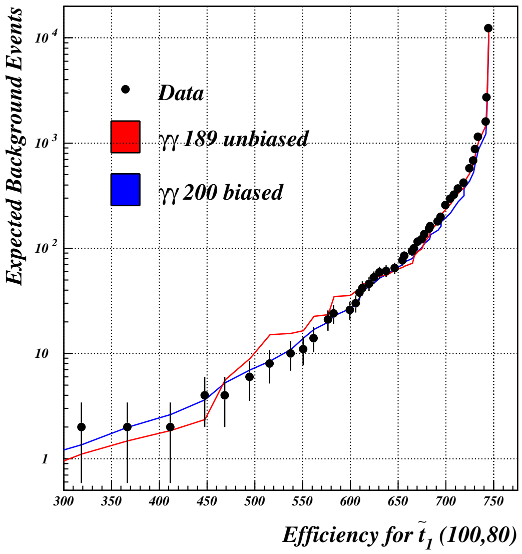
- $\Delta M \geq 30.$ **et** $30. < \Delta M < 10.$

Réseaux de neurones :

Output node	node 1	node 2	node 3
Signal	1	0	0
$q\bar{q}\gamma$ 4-fermions	0	1	0
$\gamma\gamma QCD$ $\gamma\gamma QPM$	0	0	1

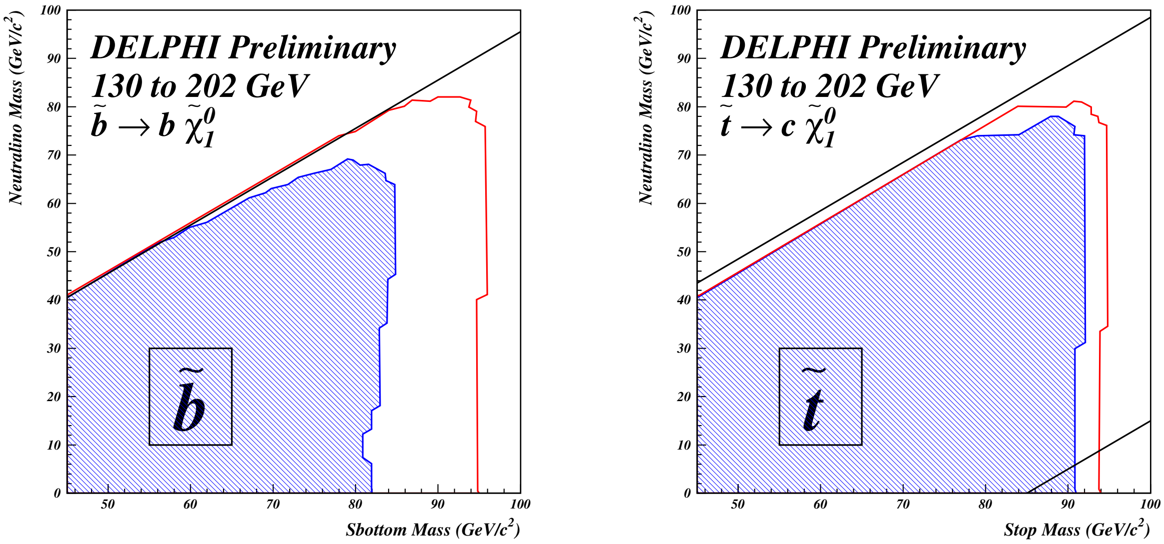
Réseaux de neurones :





Résultats :

- Combinaison des résultats avec l'analyse de Marc Besançon pour les faibles ΔM (=$M_{\tilde{t}_1}$ - $M_{\tilde{\chi}_1^0}$):



	stop	sbottom
$\tilde{t}_1 \equiv \tilde{t}_L$	$\geq$ 93	$\geq$ 94
découplage au Z^o	$\geq$ 91	$\geq$ 81

Le gluino LSP ?

Modèle SUGRA :

- **Masse commune à l'échelle GUT :** $m_{1/2}$
- **Equation du groupe de renormalisation:**

$$M3 : M2 : M1 \ \sim \alpha_3 : \alpha_2 : \alpha_1$$

- **Mais, il existe des modèles où** $m_{\tilde{g}} \ < $ **M1,M2**
  $\Longrightarrow$ **Le gluino est la LSP**

Modèle GMSB :

- **le** $\tilde{\mathrm{g}}$ **peut être la LSP**
- **Un** $\tilde{\mathrm{g}}$ **NLSP (**$\tilde{\mathrm{G}}$ **LSP) aura une durée de vie** $>$ **100 ans.**
  $\Longrightarrow$ **Gluino stable**

Hadronisation du $\tilde{g}$

Hadronisation du gluino :

Un $\tilde{g}$ stable s'hadronise pour former des hadrons singlets de couleurs :

• **Isoscalar**	$R_o = \tilde{g}g$	**(gluballino)**
• **Isotriplet**	$\tilde{\rho} = \tilde{g}q\bar{q}'$	**(glumesino)**
• **flavor singlet**	$S_o = \tilde{g}uds$	**(glubarino)**
	$n\tilde{g} = \tilde{g}\tilde{g}$	**(gluinoball)**

$n\tilde{g}$ **:** $m_{n\tilde{g}} > m_{R_o} > m_{glueball}$ **est instable**

$\Longrightarrow$ **Pour la suite, on considère 2 états de R-hadrons :**

$$R_o \ , \ R^{\pm}$$

Soit P la probabilité que le $\tilde{g}$ fragmente en un $R^{\pm}$

Interaction $\tilde{g}$-matière

Energie déposée dans un calorimètre:

- Les R-hadrons interagissent peu avec la matière
- Utilisation de modèles de section efficace d'interaction pour estimer l'énergie moyenne perdue à chaque collision lors du processus :

$$R_0 N \rightarrow R_0 X$$

Les R-hadrons dans DELPHI :

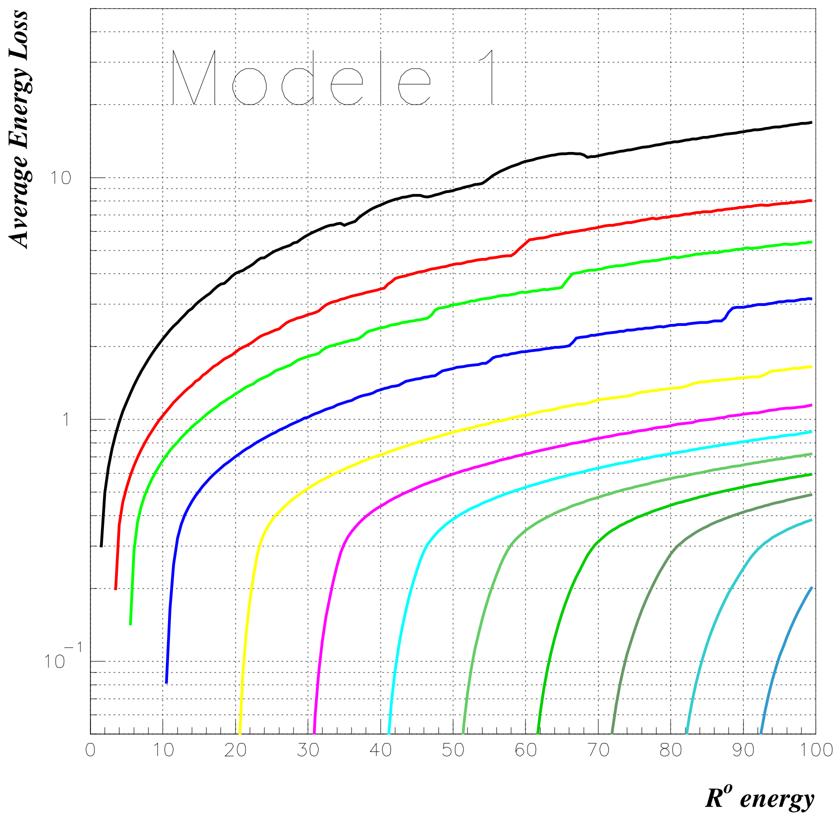
Calorimetres Electromagnetiques:	$\sim 1\ \Lambda_T$
Calorimetre Hadronique:	$6.6\ \Lambda_T$

- Corrections : $\Lambda_T(R^o) = (16/9)\ \Lambda_T(\pi)$)
- $\Longrightarrow$ 4 collisions

Choix des particules pour la simulation

On simule les R-hadrons comme :

- **des muons lourds pour le cas des $R^{\pm}$**
- **des k_L^o pour le cas des R^o. L'énergie donnée au k_L^o sera celle calculée à partir des modèles de sections efficaces.**



Production de R-hadrons

Désintégration de particules SUSY:

- $e^+e^- \quad \widetilde{\chi}_1^0\widetilde{\chi}_1^0 \quad \rightarrow$ **qq'**$\tilde{g}$ **qq'**$\tilde{g}$ **(6 jets)**
- $\widetilde{\chi}^+\widetilde{\chi}^- \quad \rightarrow$ **qq'**$\tilde{g}$ **qq'**$\tilde{g}$ **(6 jets)**
- $\tilde{\mathrm{t}}_1\tilde{\mathrm{t}}_1 \quad \rightarrow c\tilde{g}c\tilde{g}$ **(4 jets)**

Indépendante des autres sparticules:

- **Splitting du gluon :**

$$e^+e^- \rightarrow q\bar{q}\tilde{g}\tilde{g}$$

- **Diagramme en boucle**

$$e^+e^- \rightarrow \tilde{g}\tilde{g} \ (loops)$$

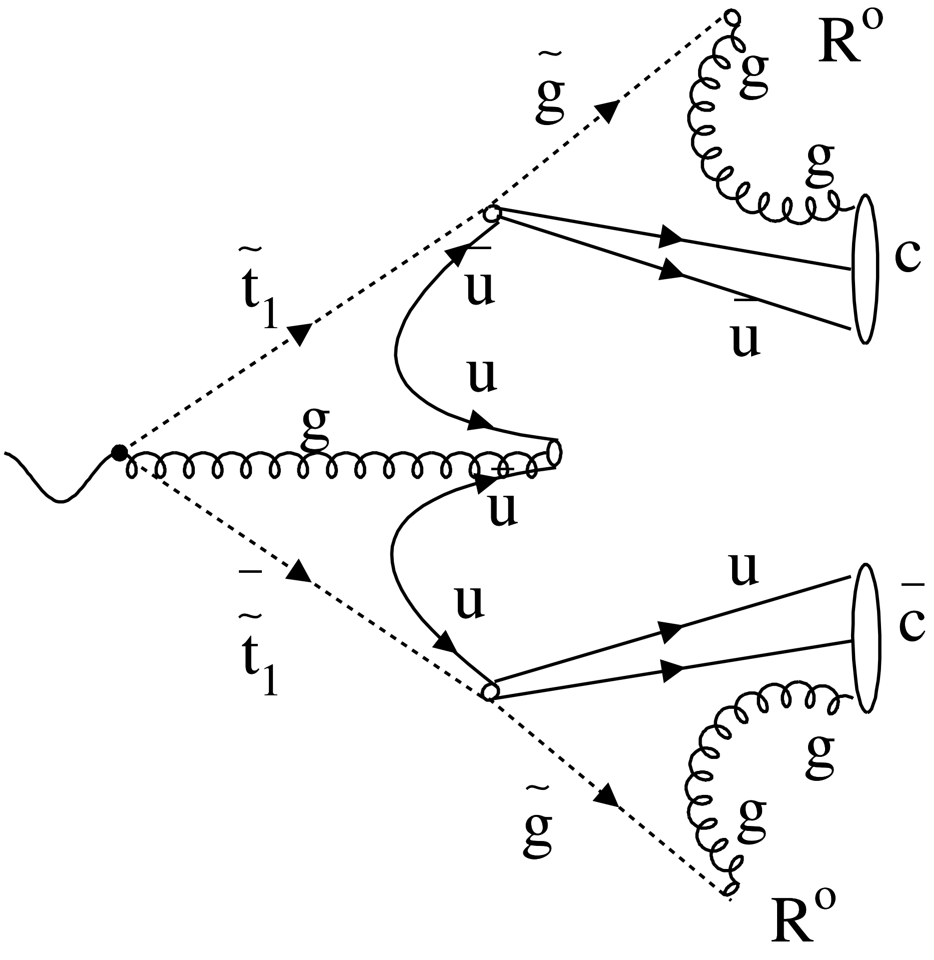
$$Br(Z^o \rightarrow \tilde{g}\tilde{g}) \sim 1 - 2 \times 10^{-4}$$

$$pour\ \tilde{m} \sim 200\ GeV \sim \frac{1}{\tilde{m}^2}$$

Le générateur STOPGEN

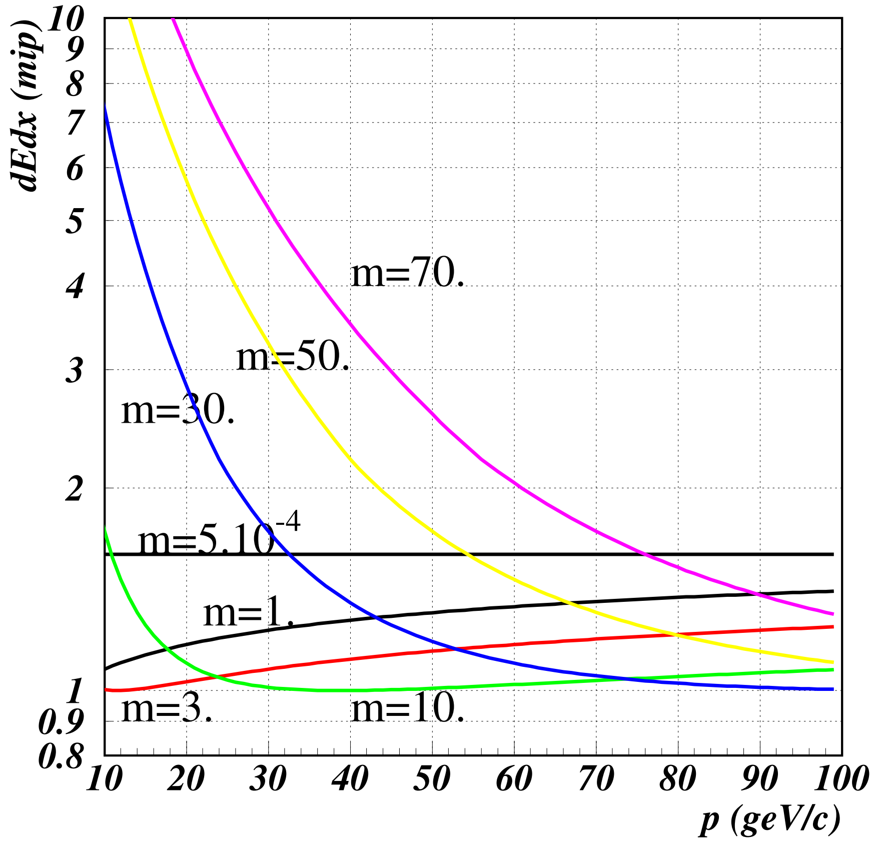
Niveau des "Partons"

- **Mode 2 dans STOPGEN**
- **Exemple pour la production de R^o : ($R^o \equiv \tilde{g}g$)**



Recherche de $R^{\pm}$: $\tilde{t}_1 \rightarrow c\tilde{g}$:

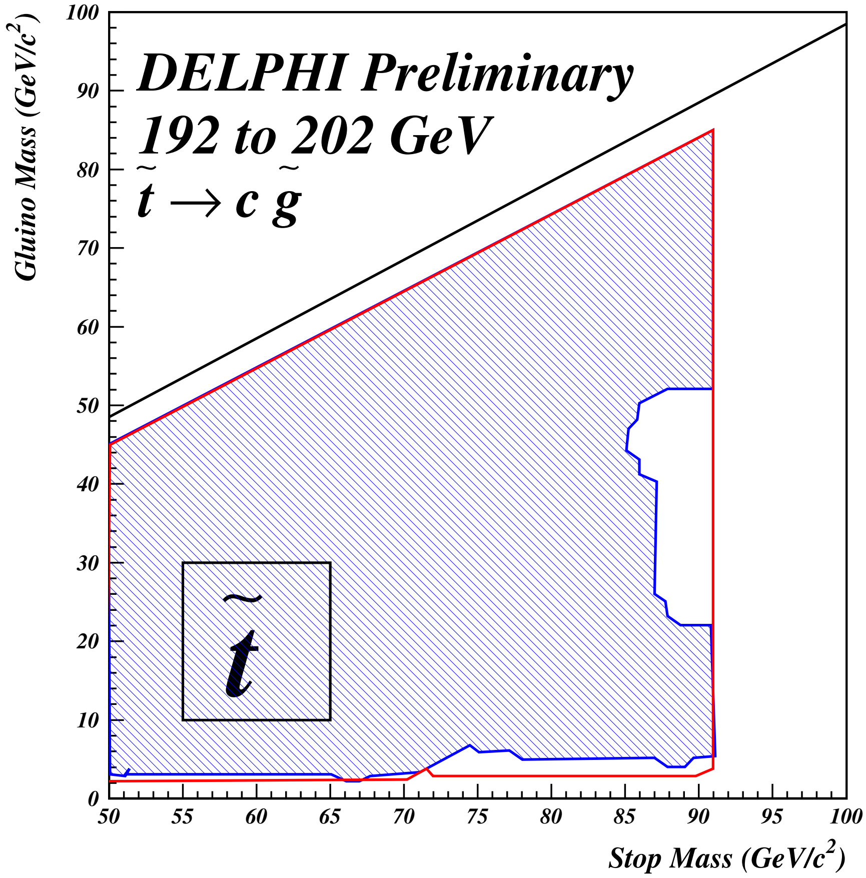
- **Analyse en fenêtre de masse basée sur (P,dE/dx)**
- **A venir : utilisation du RICH**



Recherche de $R^{\pm}$

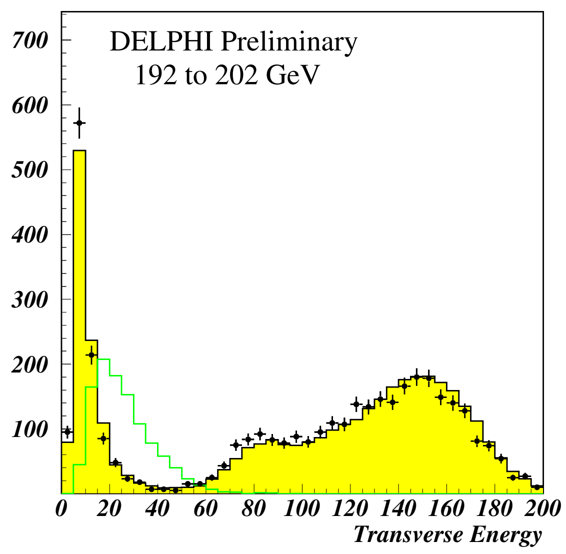
	192 GeV		196 GeV	
	Observed	Backgrounds	Observed	Backgrounds
$M_{\tilde{g}} \leq 20.$	1	.50±.13	2	1.23±.20
$20. < M_{\tilde{g}} \leq 50.$	1	2.20±.29	11	5.30±.51
$M_{\tilde{g}} > 50.$	0	.15±.09	0	.07±.07

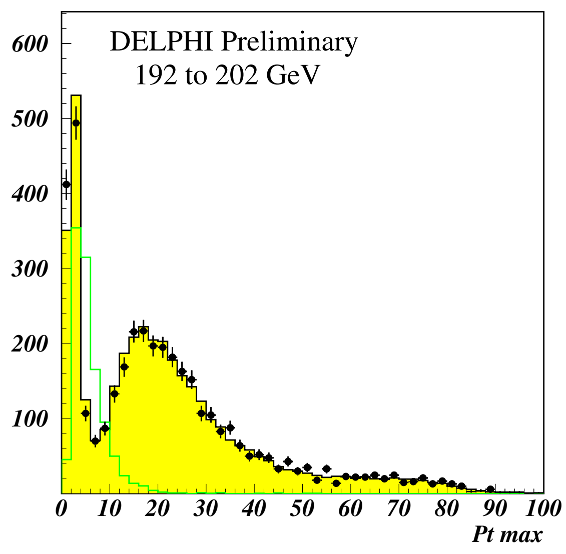
	200 GeV		202 GeV	
	Observed	Backgrounds	Observed	Backgrounds
$M_{\tilde{g}} \leq 20.$	4	1.57±.21	0	.74±.13
$20. < M_{\tilde{g}} \leq 50.$	6	6.00±.44	4	2.70±.24
$M_{\tilde{g}} > 50.$	0	.12±.06	0	.08±.04



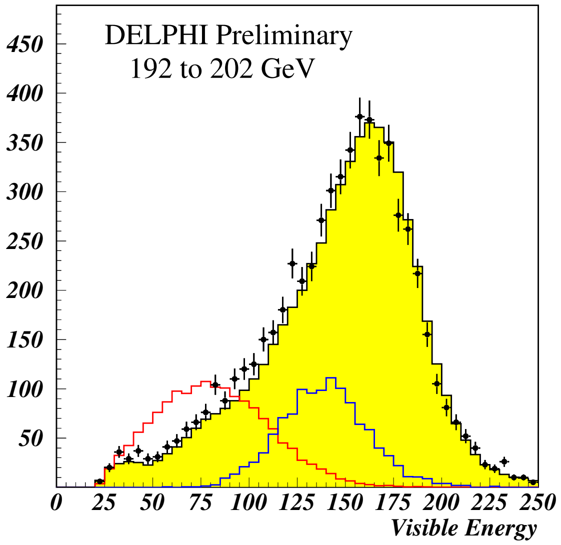
Recherche de R^o : $\tilde{t}_1 \rightarrow c\tilde{g}$:

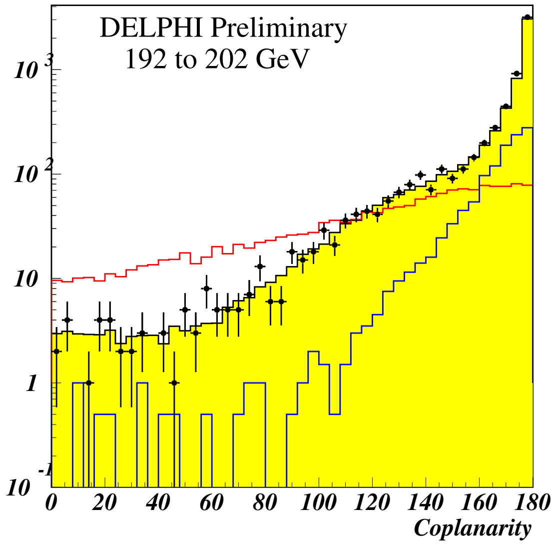
- **Analyse en fenêtre de masse :**
  - $\Delta M > 10$: **réseau de neurones**
  - $\Delta M \leq 10$: **méthode séquentielle**
- **Comparaison Data-MC :**

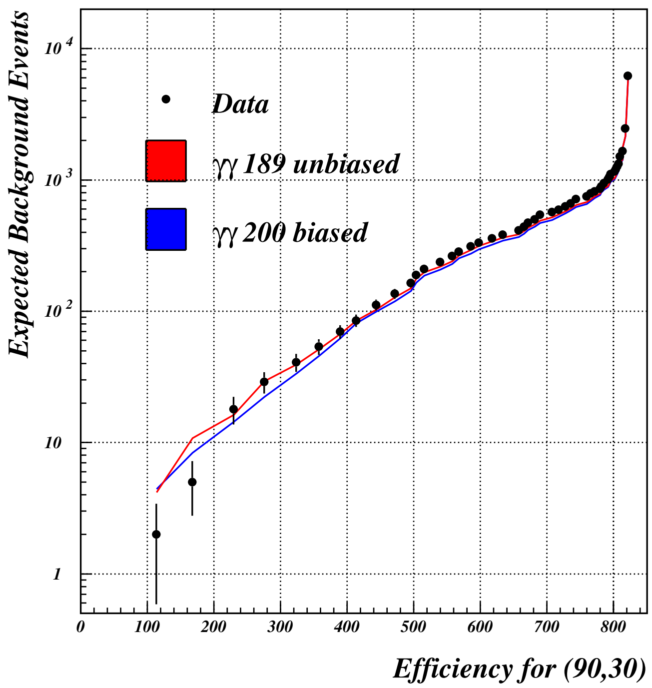




Recherche de R^0



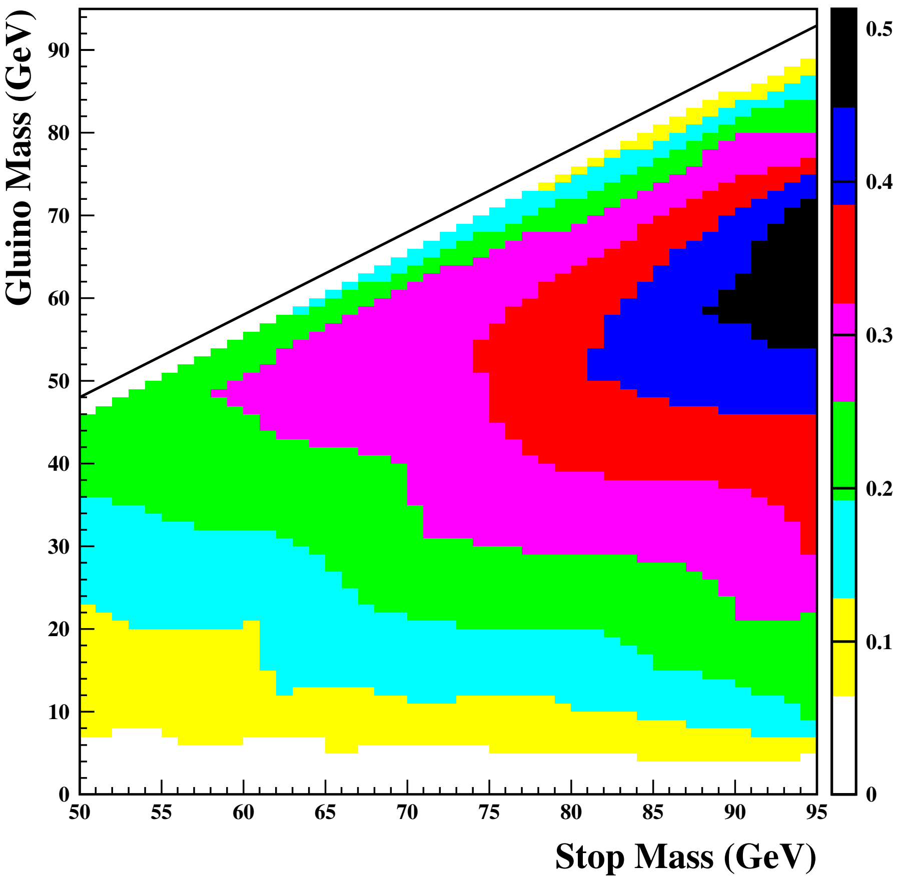




Recherche de R^o

	192 GeV		196 GeV	
	Observed	Backgrounds	Observed	Backgrounds
$\Delta M > 10.$	6	2.76±.28	11	7.70±.54
$\Delta M \leq 10.$	2	1.48±.20	5	4.61±.60

	200 GeV		202 GeV	
	Observed	Backgrounds	Observed	Backgrounds
$\Delta M > 10.$	10	9.31±.51	6	4.81±.31
$\Delta M \leq 10.$	4	5.42±.65	1	2.49±.32



Travail en cours

Le générateur STOPGEN:

- **3 modes de désintégration:**
  - **Mode 1 :** $\tilde{\mathrm{t}}_1 \rightarrow$ **c**$\widetilde{\chi}_1^0$
  - **Mode 2 :** $\tilde{\mathrm{t}}_1 \rightarrow$ **c**$\widetilde{\mathrm{g}}$
  - **Mode 3 :** $\tilde{\mathrm{t}}_1 \rightarrow \mathrm{b}\tau$**(RPV)**
- **Bientôt : Mode 4 : désintégration à 4 corps** $\tilde{\mathrm{t}}_1 \rightarrow$ **b**$\widetilde{\chi}_1^0$**ff'**

Le générateur X0GEN:

- **Un générateur 4-fermions** $e^+e^- \rightarrow f\bar{f}\widetilde{\chi}_1^0\widetilde{\chi}_1^0$ **basé sur les amplitudes d'hélicité.**

CONCLUSION

Générateur:

- **STOPGEN dans SUSYGEN :**
  - **Hadronisation du stop**
  - **Toutes les désintégrations du stop**
- **Générateur 4-fermions X0GEN**

Suivi des analyses DELPHI en 2000:

- **Neutralino ($\tilde{\chi}_1^0$) LSP :**
  - **Stop :** $\tilde{t}_1 \rightarrow \mathbf{c}\tilde{\chi}_1^0$
  - **Sbottom :** $\tilde{b}_1 \rightarrow \mathbf{b}\tilde{\chi}_1^0$
- **Gluino ($\tilde{g}$) LSP :**
  - **Stop :** $\tilde{t}_1 \rightarrow \mathbf{c}\tilde{g}$
  - **Chargino ?** $\tilde{\chi}^{\pm} \rightarrow$ **qq'**$\tilde{g}$
  - **Neutralino ?** $\tilde{\chi}_1^0 \rightarrow$ **qq'**$\tilde{g}$

Analyse commune:

- **Participation à l'écriture et au développement du code d'analyse SUSANA pour la limite LSP.**

$\Longrightarrow$ **http://home.cern.ch/verdier/**