

Recherche du Higgs dans les cascades SUSY

Michele Consonni, Rémi Lafaye

Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de Physique des Particules

11/9/07 - Physique ATLAS France 2007

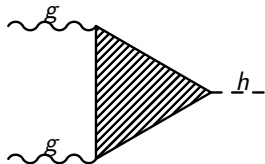


- Recherche du Higgs dans les cascades : généralités et motivations
- Choix des *benchmark points*
- Recherche du $h \rightarrow b\bar{b}$
- Recherche du $h \rightarrow \gamma\gamma$
- Extraction des paramètres SUSY
 - Signature $h + \text{jet}$
 - Signature di-leptonique
- Etude des performances en simulation complète
- Conclusions



Dans le MSSM, le Higgs léger peut être produit par :

- Fusion de particules SM
- Cascade de particules SUSY
 - $h + E_T^{miss}$
 - ⇒ Suppression du bruit QCD
 - ⇒ Etude de $h \rightarrow b\bar{b}$



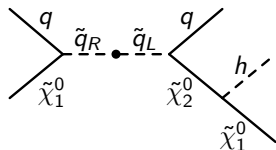
Motivations :

- Une résonance peut être reconstruite
- Possible canal de découverte du Higgs
- $\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 h / \tilde{\chi}_1^0 Z$ donne informations sur $\tan \beta$ et $\text{sgn} \mu$



Dans le MSSM, le Higgs léger peut être produit par :

- Fusion de particules SM
- Cascade de particules SUSY
 - $h + E_T^{miss}$
 - ⇒ Suppression du bruit QCD
 - ⇒ Etude de $h \rightarrow b\bar{b}$



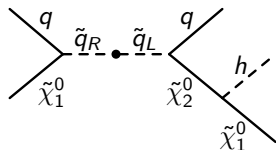
Motivations :

- Une résonance peut être reconstruite
- Possible canal de découverte du Higgs
- $\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 h / \tilde{\chi}_1^0 Z$ donne informations sur $\tan \beta$ et $\text{sgn} \mu$



Dans le MSSM, le Higgs léger peut être produit par :

- Fusion de particules SM
- Cascade de particules SUSY
 - $h + E_T^{miss}$
 - ⇒ Suppression du bruit QCD
 - ⇒ Etude de $h \rightarrow b\bar{b}$



Motivations :

- Une résonance peut être reconstruite
- Possible canal de découverte du Higgs
- $\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 h / \tilde{\chi}_1^0 Z$ donne informations sur $\tan \beta$ et $\text{sgn} \mu$



L'analyse est présente dans le TDR (1997) mais...

- Depuis, limite sur la masse du Higgs haussée à 114.4 GeV
- ⇒ Large région de l'espace des paramètres mSUGRA exclue
En particulier pour $\tan \beta \lesssim 5$

Conséquences ($\tan \beta \gtrsim 5$) :

- Mélange important entre sfermion gauche et droit de la 3^{ème} génération
- Large différence de masse entre les états propres \tilde{b}_1 et \tilde{b}_2
- Large $BR(\tilde{g} \rightarrow \tilde{b}b)$
- Production élevée de quarks bottom
- Plus de bruit pour $h \rightarrow b\bar{b}$



Benchmark points

Points intéressants de mSUGRA doivent satisfaire :

- Limites d'exclusion des particules SUSY et Higgs
- $BR(\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 h) \gtrsim 0.5$
- Eventuellement, limites WMAP sur la matière noire

Deux points sélectionnés :

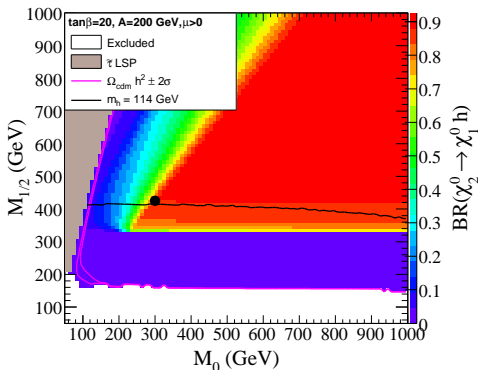
- $\tan \beta = 20$

Hors limites WMAP

- $\tan \beta = 54$

Augmenter $\tan \beta$ pour
rester dans WMAP

⇒ Production plus élevée
de b 's



Benchmark points

Points intéressants de mSUGRA doivent satisfaire :

- Limites d'exclusion des particules SUSY et Higgs
- $BR(\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 h) \gtrsim 0.5$
- Eventuellement, limites WMAP sur la matière noire

Deux points sélectionnés :

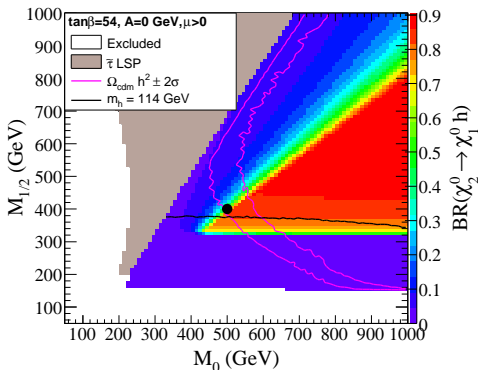
- $\tan \beta = 20$

Hors limites WMAP

- $\tan \beta = 54$

Augmenter $\tan \beta$ pour
rester dans WMAP

⇒ Production plus élevée
de b 's



Recherche du $h \rightarrow b\bar{b}$

Signal :

- Signature : E_T^{miss} et deux b -jets

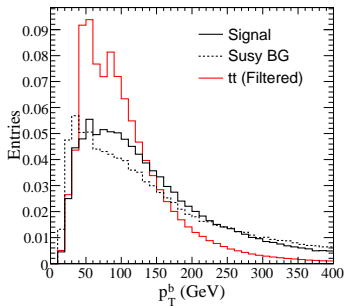
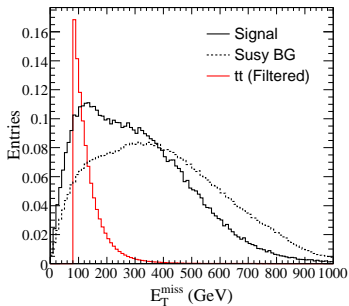
Bruits de fond :

- **Événements SM** avec neutrinos
- **Événements QCD** avec fausse énergie manquante
 - Bruit électronique et d'empilement
 - Jets dans les régions mortes
- **Événements SUSY** avec vrais ou faux b -jets
 - Sans $h \rightarrow b\bar{b}$ (*SUSY BG*)
 - Avec $h \rightarrow b\bar{b}$ (*COMB BG*)



Génération et simulation

- Spectre SUSY : Isajet 7.74
- Génération SUSY : Herwig + Jimmy
- Génération bruit SM : Alpgen + Herwig + Jimmy
- Simulation avec Atlfast
 - 60% efficacité b -tagging
 - 1/100 (1/10) rejet de (c -)jets



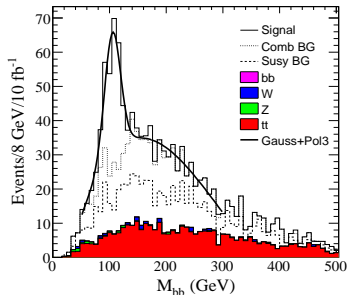
Recherche du $h \rightarrow b\bar{b}$

Coupages de sélection :

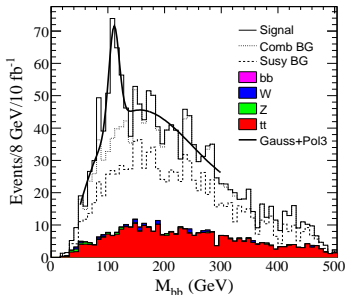
- 1 $E_T^{miss} > 300$ GeV
- 2 2 b -jets avec $p_T > 50$ GeV
- 3 2 jets en plus avec $p_T > 100$ GeV
- 4 Veto sur les leptons (contre $t\bar{t}$ et W)
- 5 $|m_{bb} - m_h| < 25$ GeV

$\Rightarrow S/\sqrt{B} \sim 10$ pour 10 fb^{-1}

Point à $\tan \beta = 20$



Point à $\tan \beta = 54$



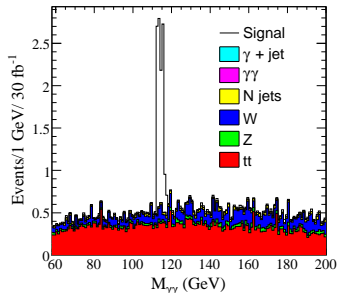
Recherche du $h \rightarrow \gamma\gamma$

- Le canal $b\bar{b}$ est le plus prometteur. . .
 - . . .mais bruit SUSY important
 - $h \rightarrow \gamma\gamma$ a une faible fraction d'embranchement
 - Mais peu de photons produits dans les événements SUSY
 - Faible bruit SM avec photons et E_T^{miss}
- ⇒ Ici : 1 faux photon chaque 500 jets (pessimiste)
Et : γ -identification à 80%

Coupages de sélection :

- 1 $E_T^{miss} > 100$ GeV
 - 2 2 γ avec $p_T > 20$ GeV
 - 3 $|m_{\gamma\gamma} - m_h| < 2$ GeV
- ⇒ Sign. Stat. ~ 3.5 pour 30 fb^{-1}
Sign. Stat. ~ 5 pour 70 fb^{-1}
(Statistique de Poisson)

Point à $\tan\beta = 20$



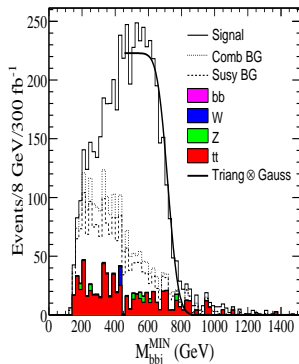
Cinématique de la cascade :

$$\tilde{q}_L \rightarrow \tilde{\chi}_2^0 q \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 h q$$

m_{hq} a un minimum et un maximum, dépendants de $m_{\tilde{q}_L}$, $m_{\tilde{\chi}_2^0}$ et $m_{\tilde{\chi}_1^0}$

- Ajouter un non- b -jet au $h \rightarrow b\bar{b}$
- Mesure de la **valeur maximale** du m_{hq}
⇒ Avec le jet qui minimise m_{hq}
- Mesure de la **valeur minimale** du m_{hq}
⇒ Avec le jet qui maximise m_{hq}
- Erreurs : 5 GeV (*stat.*) \oplus 1% (*J.E.S.*)

Point à $\tan\beta = 20$



Signatures di-leptonique

- Puisque $BR(\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 h)$ est large
- La fraction d'embranchement de

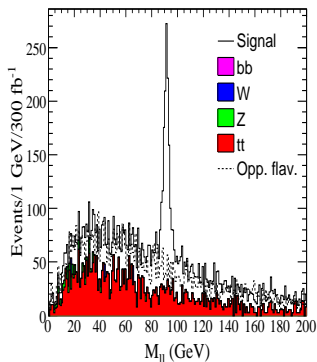
$$\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{l}^\pm l^\mp \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 l^+ l^-$$

est faible

⇒ Pas d'information directe sur les masses du secteur leptonique, mais...

- ...reconstruction du Z

Point à $\tan \beta = 20$



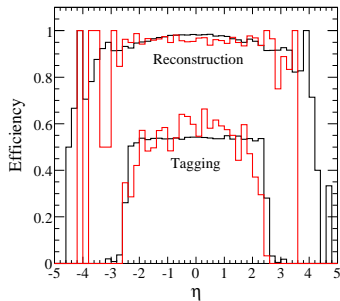
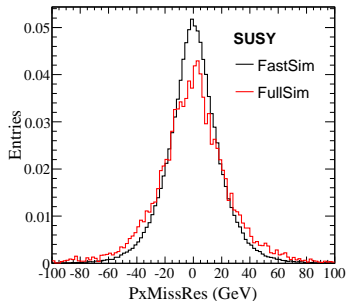
Mesure de deux limites

- 1 Pas d'observation de seuils : $\frac{\sigma((\text{Any but } Z) \rightarrow l^+ l^-)}{\sigma(Z \rightarrow l^+ l^-)} < 0.69 @ 95\% \text{ CL}$
 - Incertitude statistique : 0.03
 - Incertitude systématique :
 - Efficacité du trigger MET : se factorise
 - Identification des leptons : se factorise
 - Coupures en p_T
- 2 Rapport de la production h/Z : $\frac{\sigma(h \rightarrow b\bar{b})}{\sigma(Z \rightarrow l^+ l^-)} > 12.3 @ 95\% \text{ CL}$
 - Pas de valeur centrale à cause du bruit combinatoire sur signal $b\bar{b}$
 - Incertitude statistique : 0.5
 - Incertitude systématique :
 - Efficacité du trigger MET : se factorise
 - Identification des b 's : 5%
 - Identification des leptons
 - Coupures en p_T



Etude des performances en simulation complète

- Quel est la résolution sur E_T^{miss} ?
- L'efficacité du b -tagging, est-elle au niveau de 60% ?

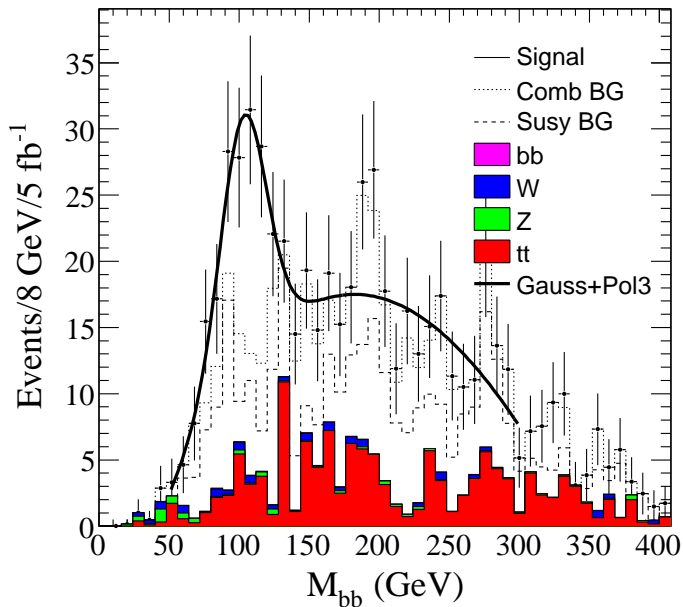


Echantillons :

Point SUSY à $\tan \beta = 20$	5 fb^{-1}	(bien tôt 20 fb^{-1})
Alpgen $t\bar{t} \rightarrow b\bar{b}l\nu qq$	5 fb^{-1}	
Alpgen $t\bar{t} \rightarrow b\bar{b}l\nu l\nu$	20 fb^{-1}	



Une expérience à 5 fb^{-1}



- Nouvelle physique attendue à l'échelle du TeV
 - Dans le MSSM, le boson de Higgs peut être produit par cascades de particules SUSY
- ⇒ Production du Higgs avec énergie manquante :
- **Canal de découverte** compétitif avec les analyses standards
 - Utile pour **extraire les paramètres de la nouvelle physique**
 - Etudes en simulation complète prometteuses

