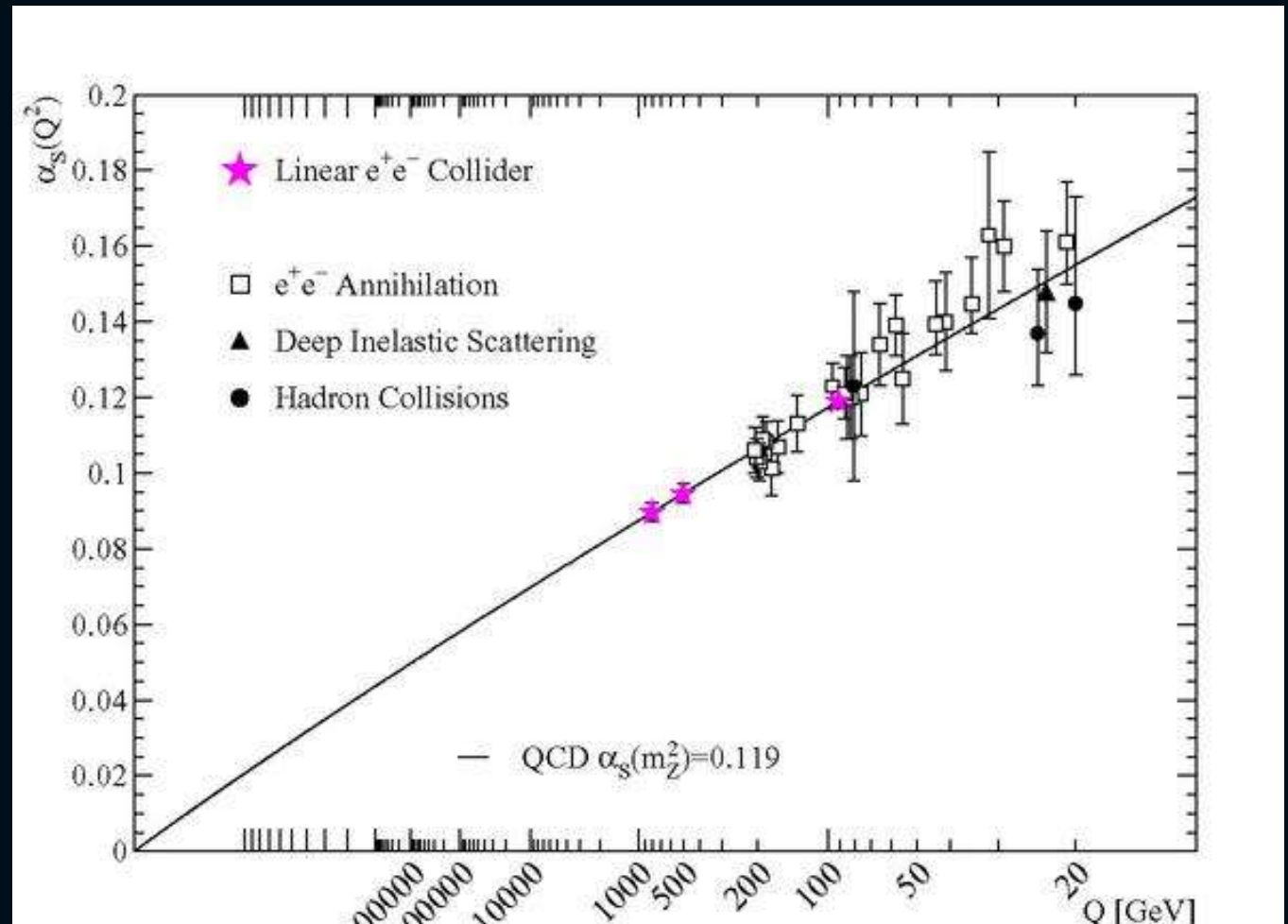


## Quelques mots de plus

Liberté asymptotique et running de  $\alpha_s$ 

Intéressant en soi  
et comme ingrédient  
dans les calculs.



Susy un sujet particulièrement difficile, le grand nombre de paramètres a mené à des sélections quelque peu arbitraires pour simplifier les épreuves (msugra) mais hors des points retenus la situation peut être très difficile.

Néanmoins c'est esthétique, offre un cadre à l'unification des interactions et un mécanisme pour engendrer la matière noire, dont "l'observation" fournit de fortes contraintes.

En général, et très naturellement, le CL apporte beaucoup dans l'étude des sleptons et moins pour les squarks.

Les résultats rapportés viennent du point SPS1A dont les paramètres sont donnés ici

$$m_0 \quad 100 \text{ GeV}$$

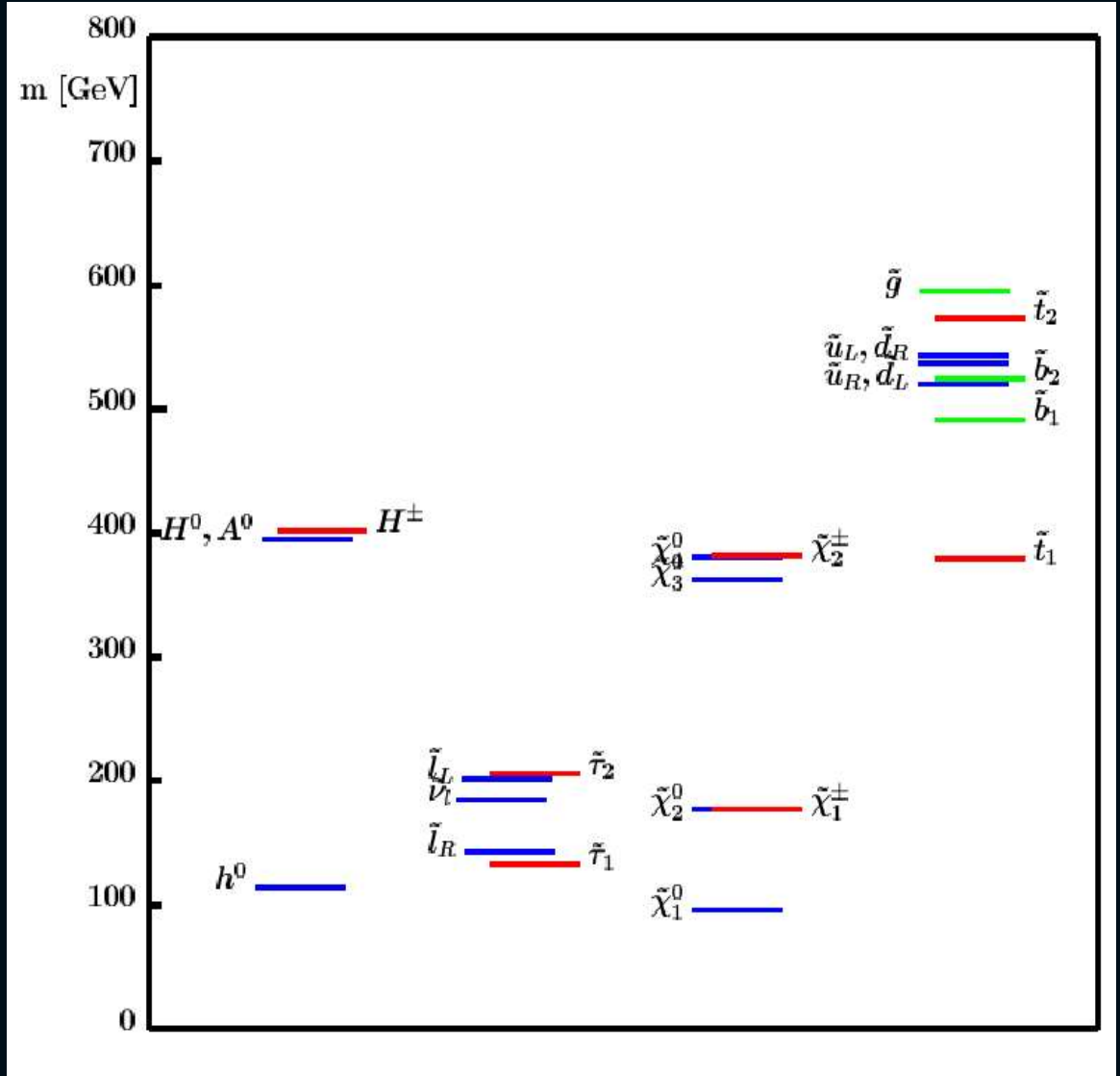
$$m_{1/2} \quad 250 \text{ GeV}$$

$$A_0 \quad -100 \text{ GeV}$$

$$\tan \beta \quad 10$$

$$\text{sign } \mu \quad +$$

avec pour spectre



+ désintégrations  $\kappa\tau\lambda$

# Ajustements globaux au MSSM

(LHC/LC report, Lafaye, Plehn and D.Zerwas)

	$m_{\text{SPS1a}}$	LHC	LC	LHC+LC		$m_{\text{SPS1a}}$	LHC	LC	LHC+LC
$h$	111.6	0.25	0.05	0.05	$H$	399.6		1.5 *	1.5
$A$	399.1		1.5 *	1.5	$H+$	407.1		1.5 *	1.5
$\chi_1^0$	97.03	4.8	0.05	0.05	$\chi_2^0$	182.9	4.7	1.2 +	0.08
$\chi_3^0$	349.2		4.0 *	4.0	$\chi_4^0$	370.3	5.1	4.0 *	2.3
$\chi_1^\pm$	182.3		0.55 +	0.55	$\chi_2^\pm$	370.6		3.0 *	3.0
$\tilde{g}$	615.7	8.0		6.5					
$\tilde{t}_1$	411.8		2.0 *	2.0					
$\tilde{b}_1$	520.8	7.5		5.7	$\tilde{b}_2$	550.4	7.9		6.2
$\tilde{u}_1$	551.0	19.0		16.0	$\tilde{u}_2$	570.8	17.4		9.8
$\tilde{d}_1$	549.9	19.0		16.0	$\tilde{d}_2$	576.4	17.4		9.8
$\tilde{s}_1$	549.9	19.0		16.0	$\tilde{s}_2$	576.4	17.4		9.8
$\tilde{c}_1$	551.0	19.0		16.0	$\tilde{c}_2$	570.8	17.4		9.8
$\tilde{e}_1$	144.9	4.8	0.05 -	0.05	$\tilde{e}_2$	204.2	5.0	0.2 -	0.2
$\tilde{\mu}_1$	144.9	4.8	0.2	0.2	$\tilde{\mu}_2+$	204.2	5.0	0.5	0.5
$\tilde{\tau}_1$	135.5	6.5	0.3 +	0.3	$\tilde{\tau}_2+$	207.9		1.1	1.1
$\tilde{\nu}_e$	188.2		1.2	1.2					

Uses dilepton mass from LHC

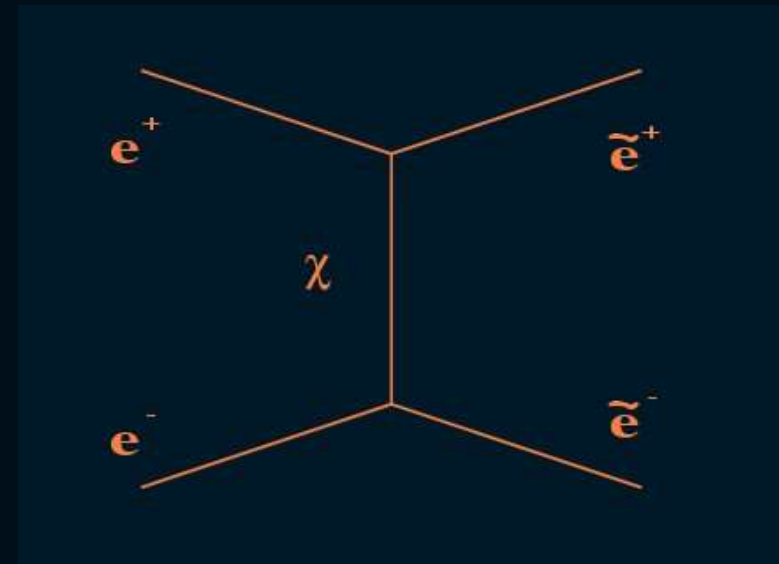
\* Needs > 500 GeV. (Also < 500 study in LHC/LC)  
 + e+e- threshold scan.  
 - e-e- threshold scan (s-wave allowed)

## Sleptons

Observation en production directe via le spectre des leptons

par leur production au seuil

dans les cascades

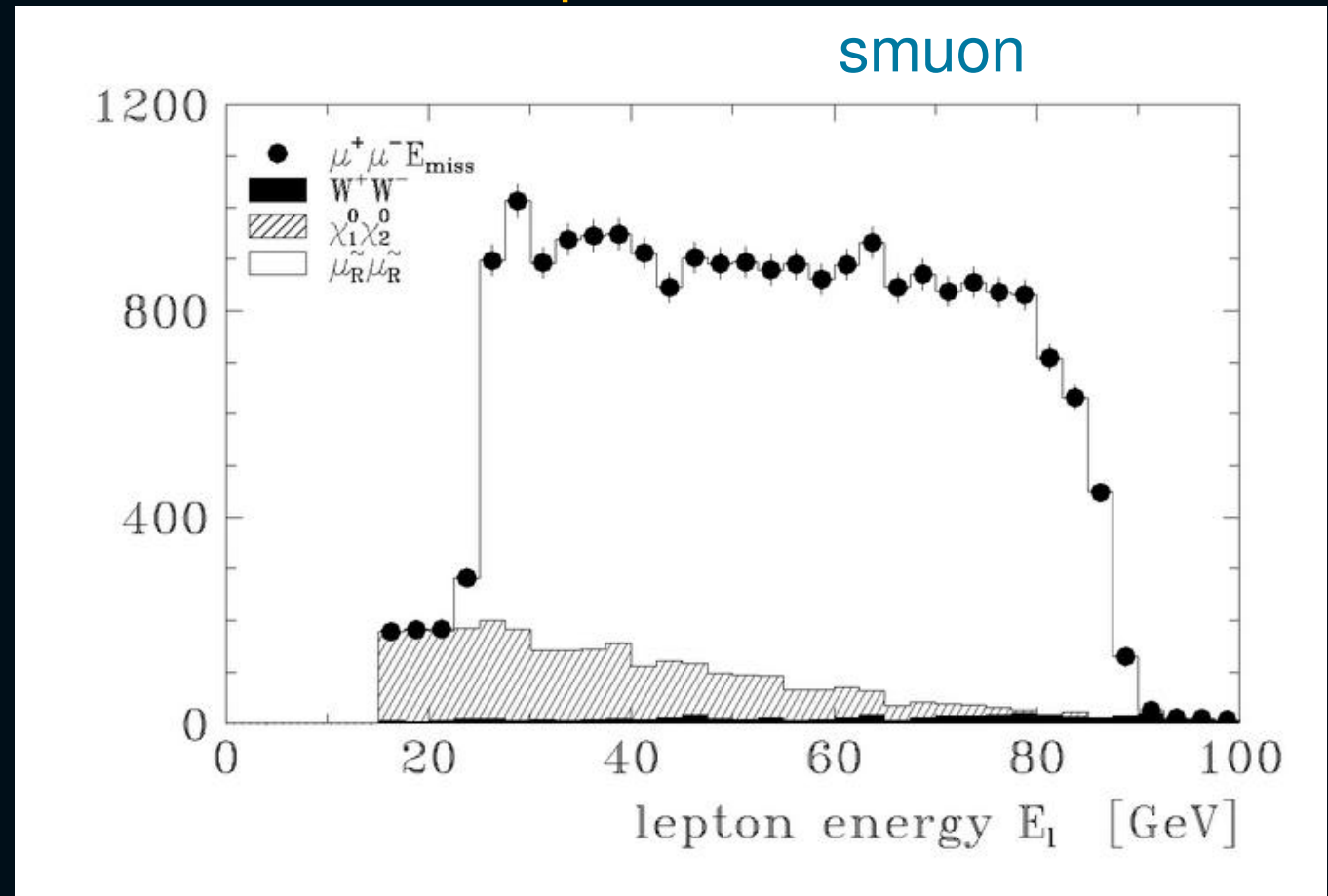


Sleptons

Spectres

Les sleptons se désintégrant en leptons,  
le spectre en énergie des leptons fournit

la masse des sleptons et du LSP



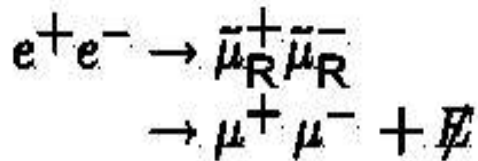
LSP and stau almost  
degenerate in models  
adequate for DM  
co-annihilation  
mechanism

adéquat pour smuon et sélectron mais stau!

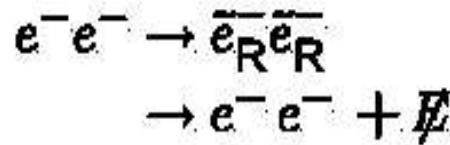


Simulations/production:

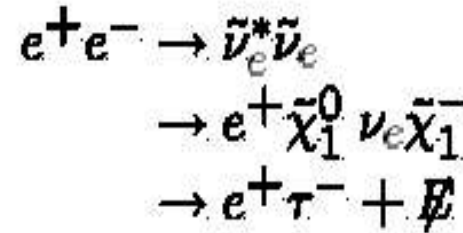
Freitas, v.Manteuffel, Martyn, Nauenberg, Zerwas



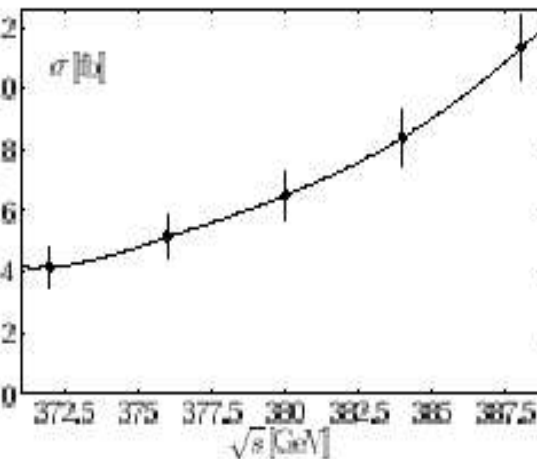
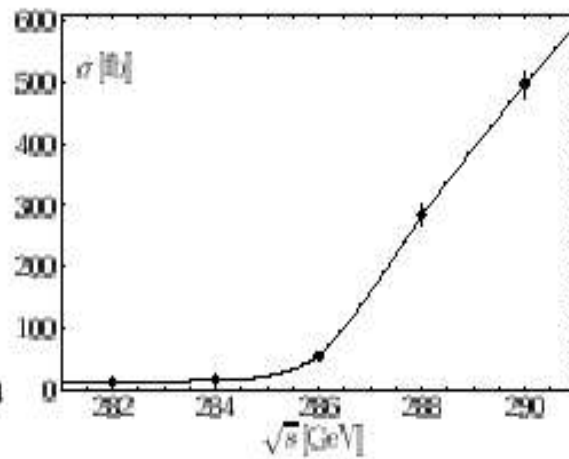
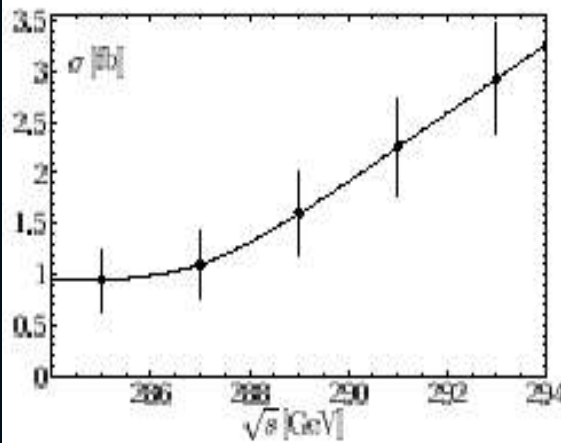
$\propto \beta^3$



$\propto \beta$



$\propto \beta^3$



incl. beamstrahlung, ISR, etc.

D'autre part l'observation de seuils de production, ainsi du stau, le plus léger des sleptons

## Sleptons

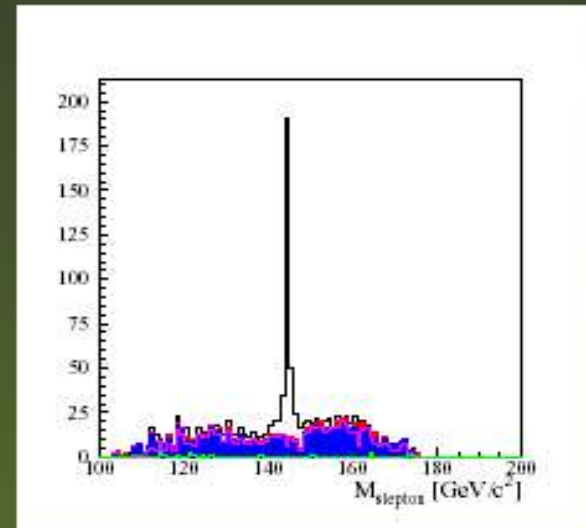
→ 41000  $\bar{\chi}_2^0 \bar{\chi}_2^0$  events for  $\mathcal{L} = 500 \text{ fb}^{-1}$ , 800 with both  $\bar{\chi}_2^0$  to  $\bar{\ell}\ell$ .

## Cascades

- Possible to fully reconstruct the intermediate state in cascade decays

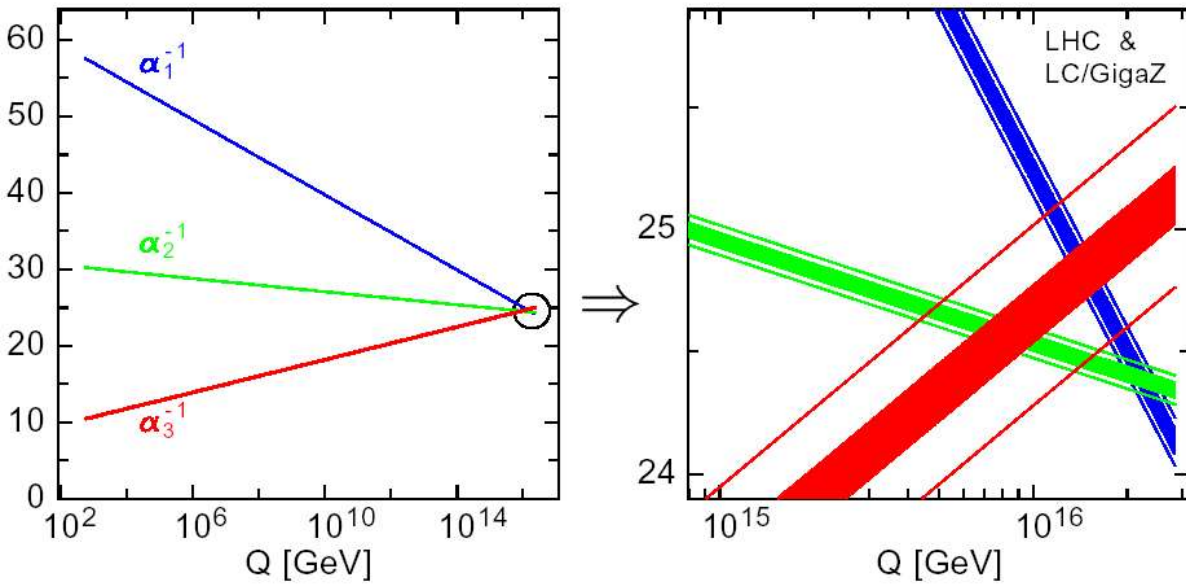
You used to think that a sparticle is just an end-point or an edge?

Not !  
It's a peak !!



LC+ GigaZ solid bands, LHC outer lines.

Allanach, Blair, Kraml, Martyn, Polesello, Porod, Zerwas

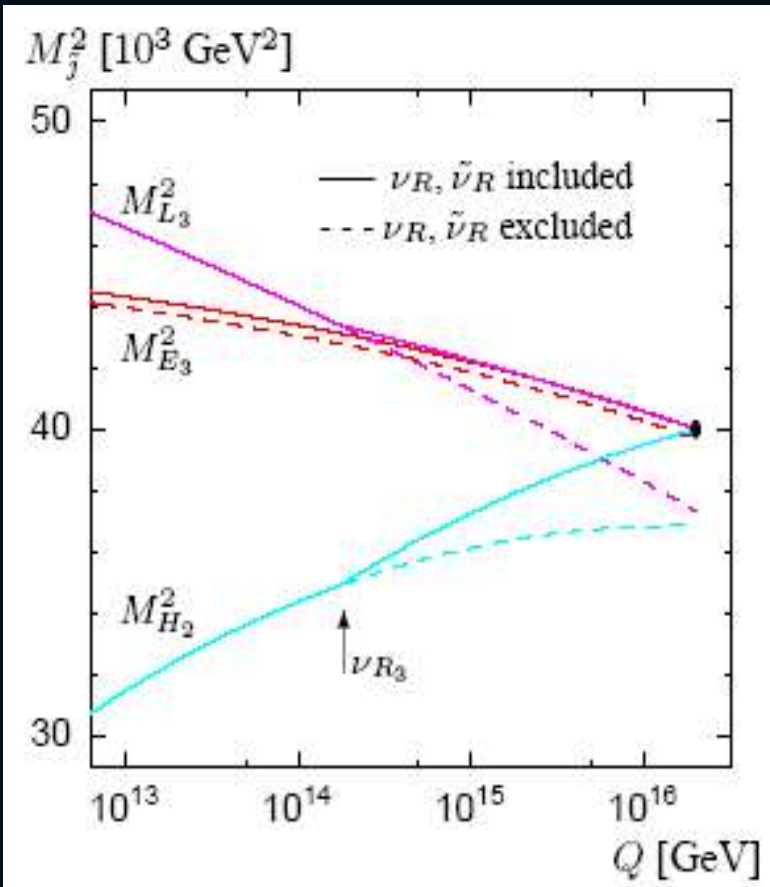


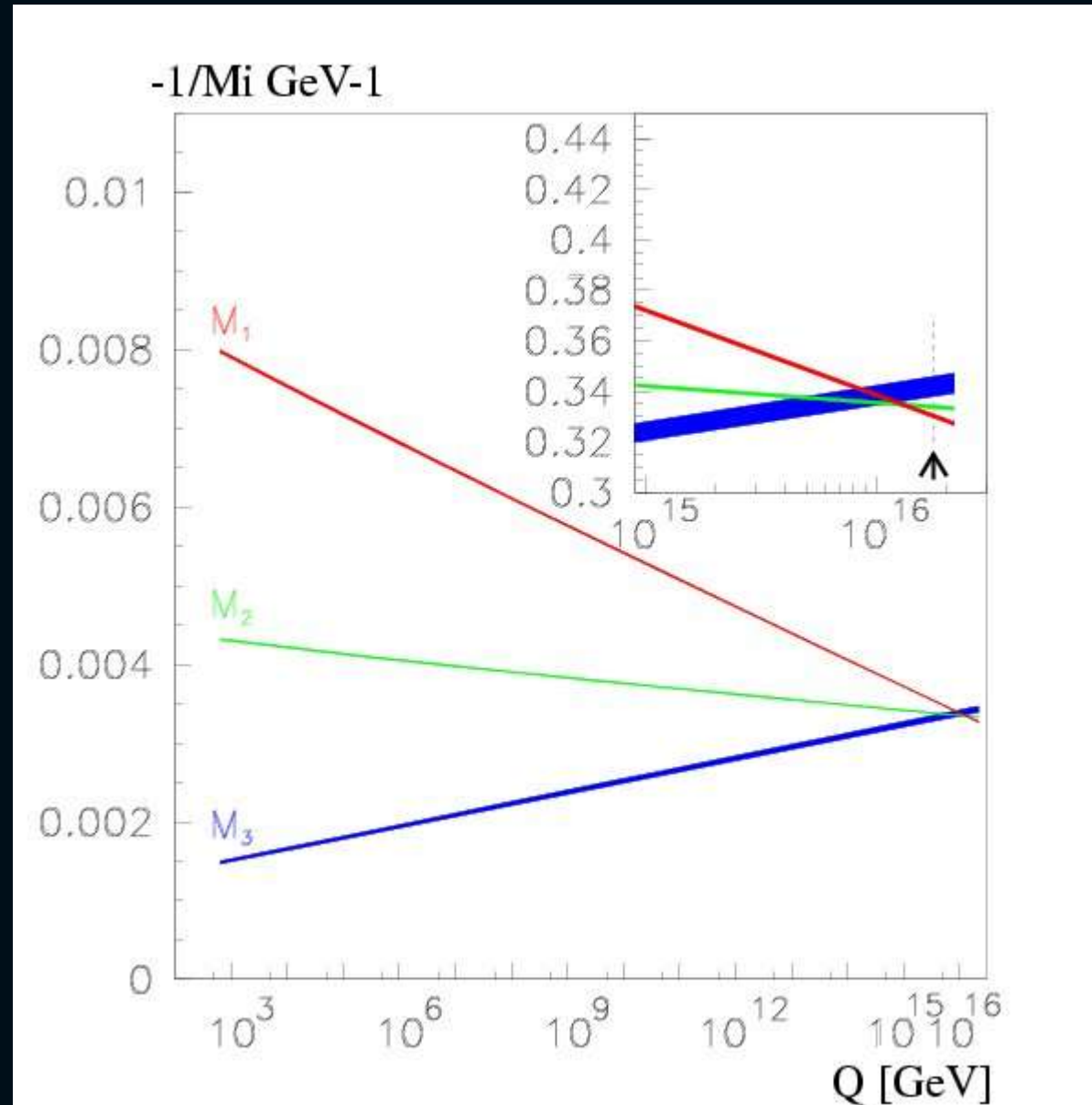
LC constrains more tightly at GUT scale.

que se passe-t-il en présence d'un neutrino lourd?

Ces mesures donnent donc une information sur les neutrinos lourds

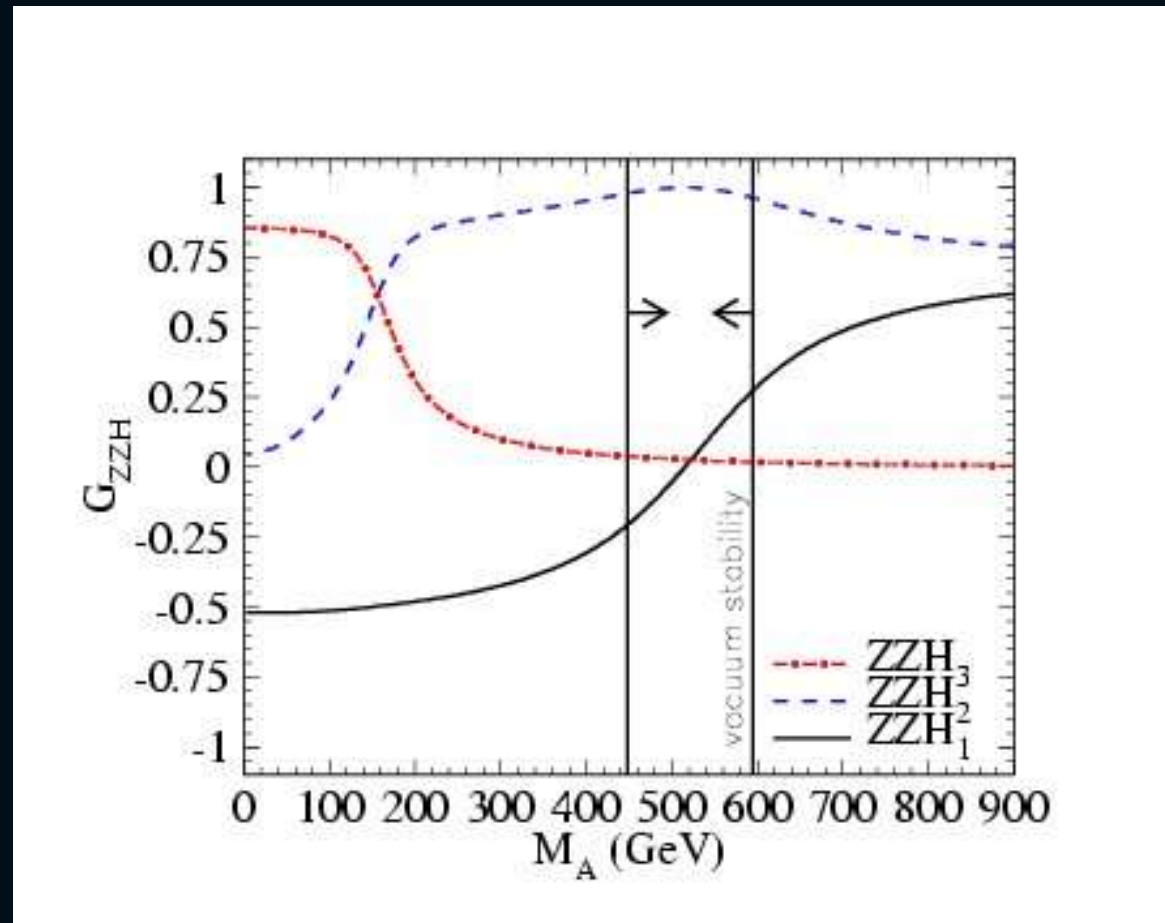
IF we have a self consistent SUSY picture, can extrapolate fundamental couplings in mSUGRA (say) to the GUT scale, a renormalisation group equations.





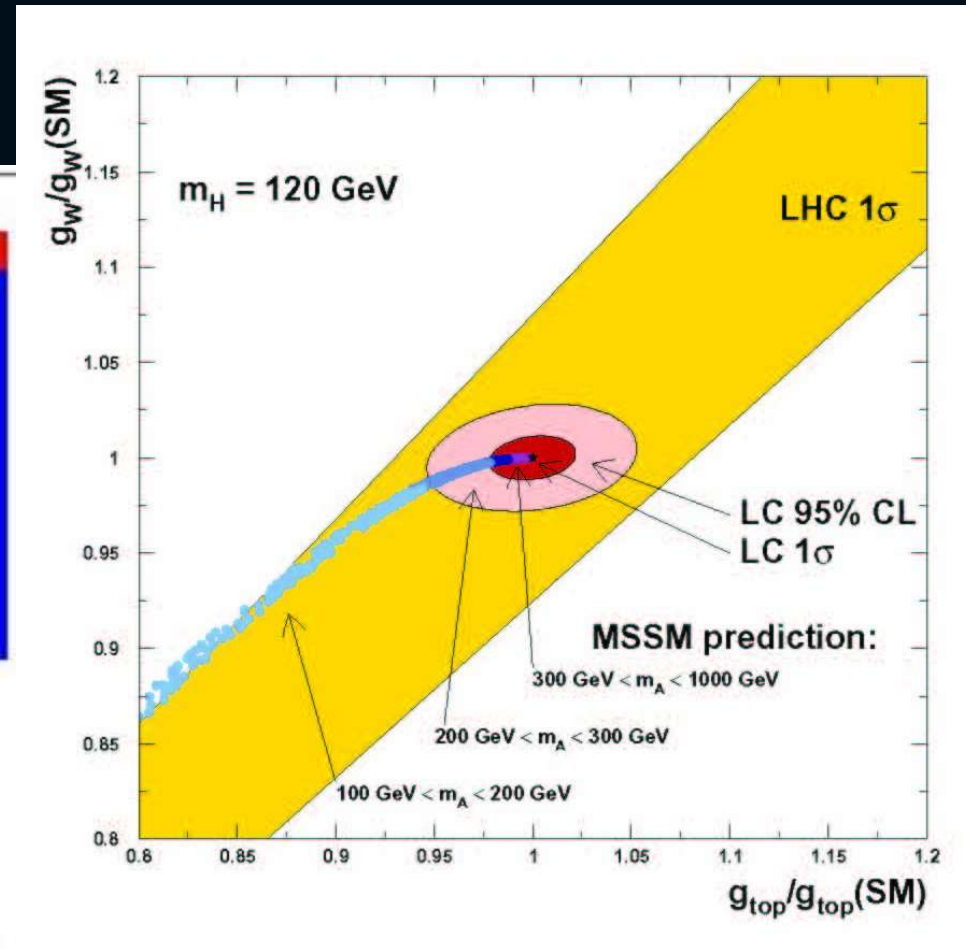
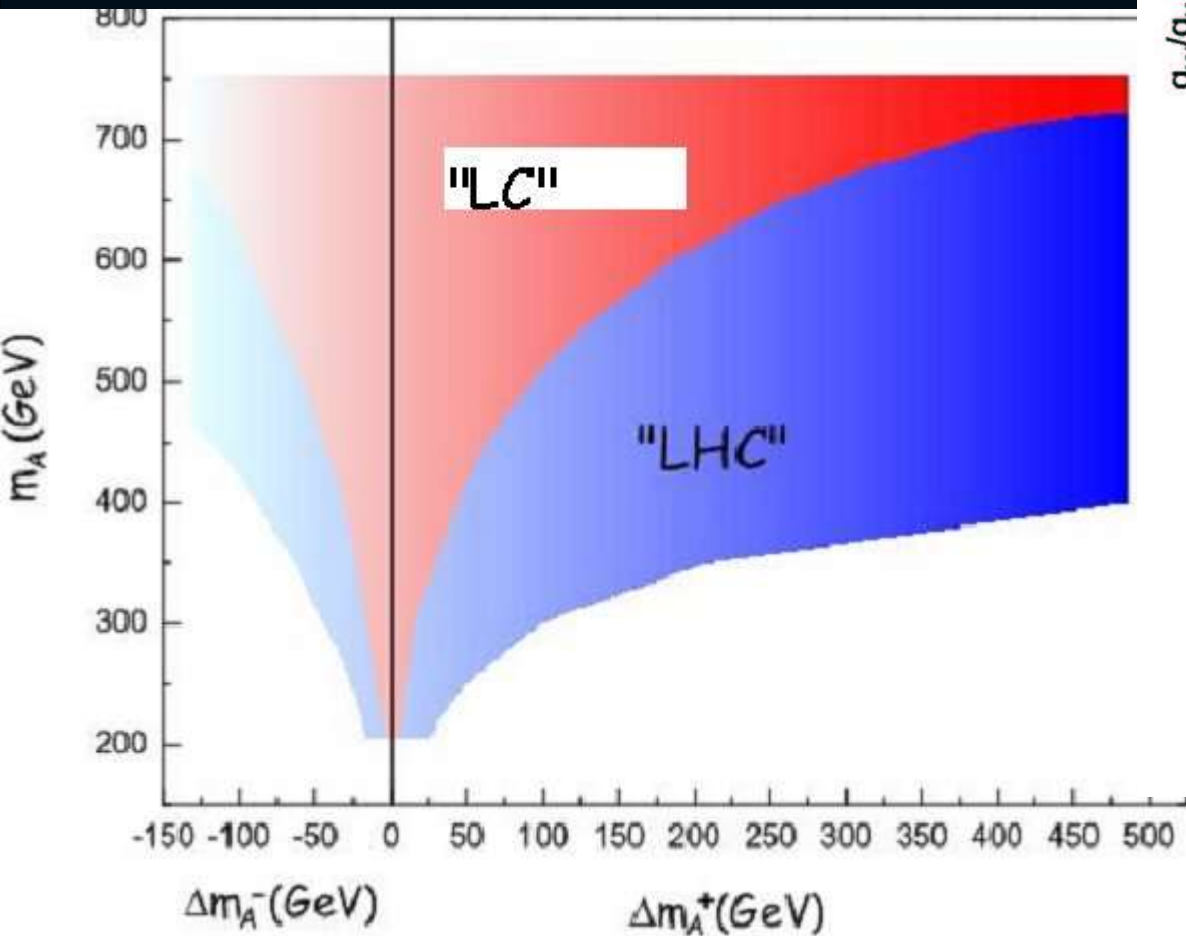
Petit retour sur le Higgs et la mesure des bosons autres que le h

Cas d'un modèle NMSSM avec un isosingulet additionnel se mêlant aux isodoublets.  
Le couplage ZHH pourrait s'en voir très modifié en fonction de la masse  $m_A$



Impact de la connaissance des couplages au top et au W sur la prédiction de  $m_A$  dans le MSSM.

Capacité à flairer les Higgs lourds



## Violation de saveur dans les sleptons LFV

Massive neutrinos affect RGE of slepton masses and trilinear couplings

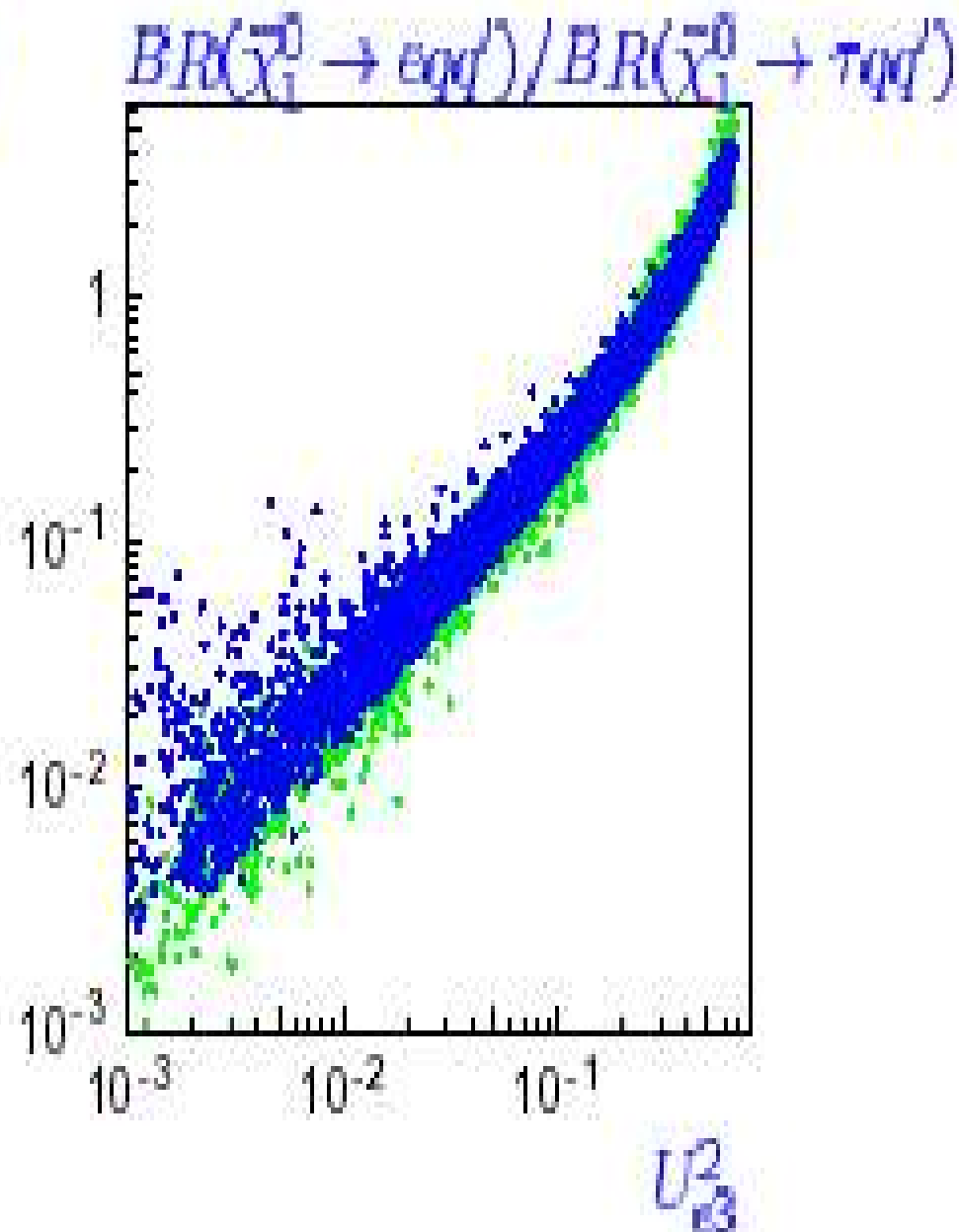
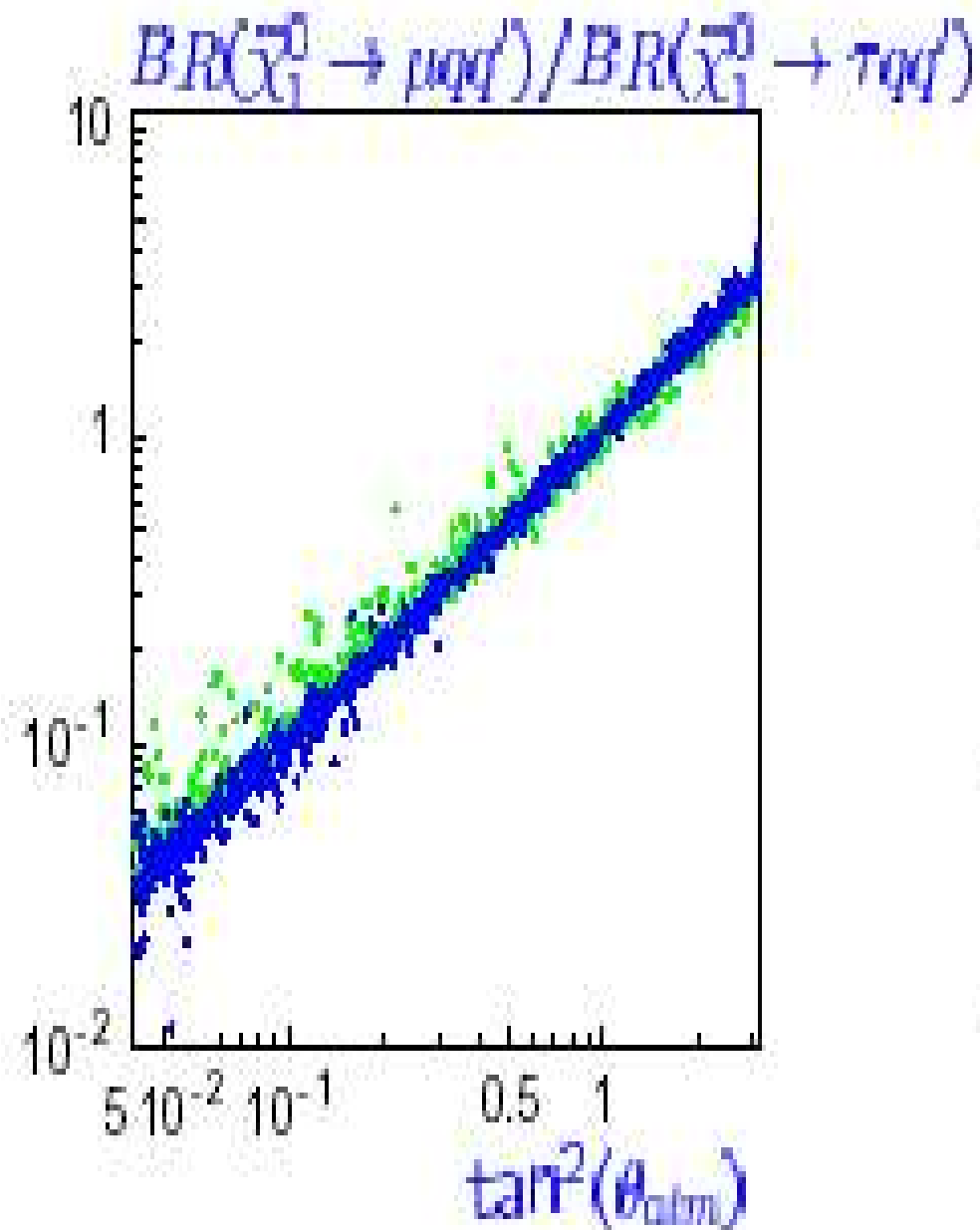
inducing Lepton-flavour violation in rare decays AND in slepton pair production

$$e^+ e^- \rightarrow e \mu 2\tilde{\chi}_1^0 \quad \text{ou} \quad e^+ e^- \rightarrow \tau \mu 2\tilde{\chi}_1^0$$

Un modèle supersymétrique avec violation de R peut incorporer les masses et oscillations de neutrinos en ajoutant des couplages LFV

Decay properties of the lightest supersymmetric particle are correlated with neutrino mixing angles à testable at linear collider







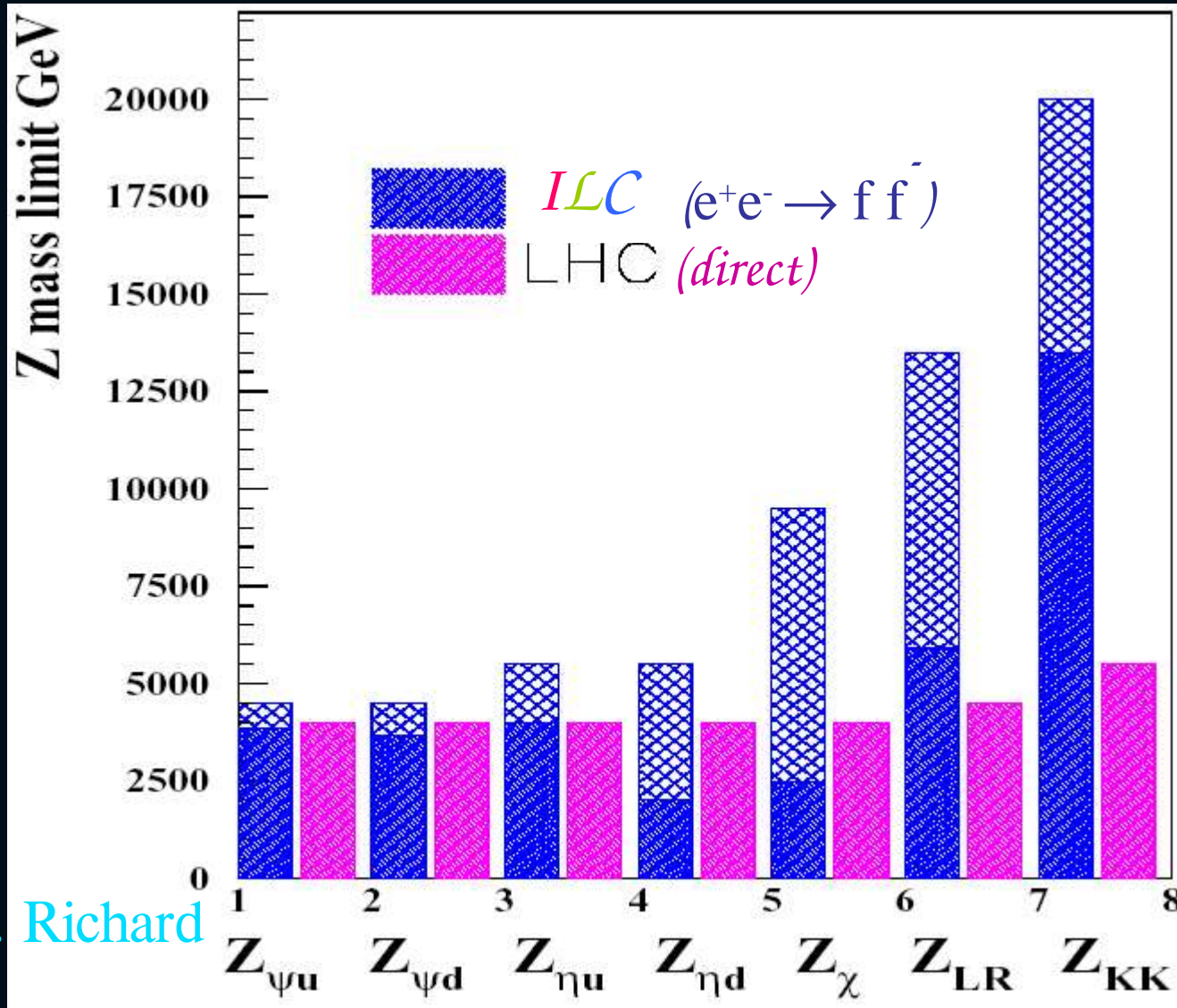
## Nouveaux bosons de jauge

tels que prévus dans les schémas de grande unification groupe  $E_6$  qui lorsqu'il est brisé vers  $SU_3 \times SU_2 \times U_1$  ajoute deux autres  $U_1$  générant des  $Z'$

tels que prévus avec la brisure de la symétrie gauche-droite (LR)

tels que prévus dans les modèles de "little Higgs" où des jauges supplémentaires compensent l'absence de Higgs, (mais là, je ne sais le couplage)

# Sensibilité aux $Z'$ lourds dans différents modèles



ILC contient  
GigaZ en bleu  
( $Z$ - $Z'$  mixing)  
et 1 TeV  
(interférence)  
en plus clair

[Richard, hep-ph/0303107]

F. Richard

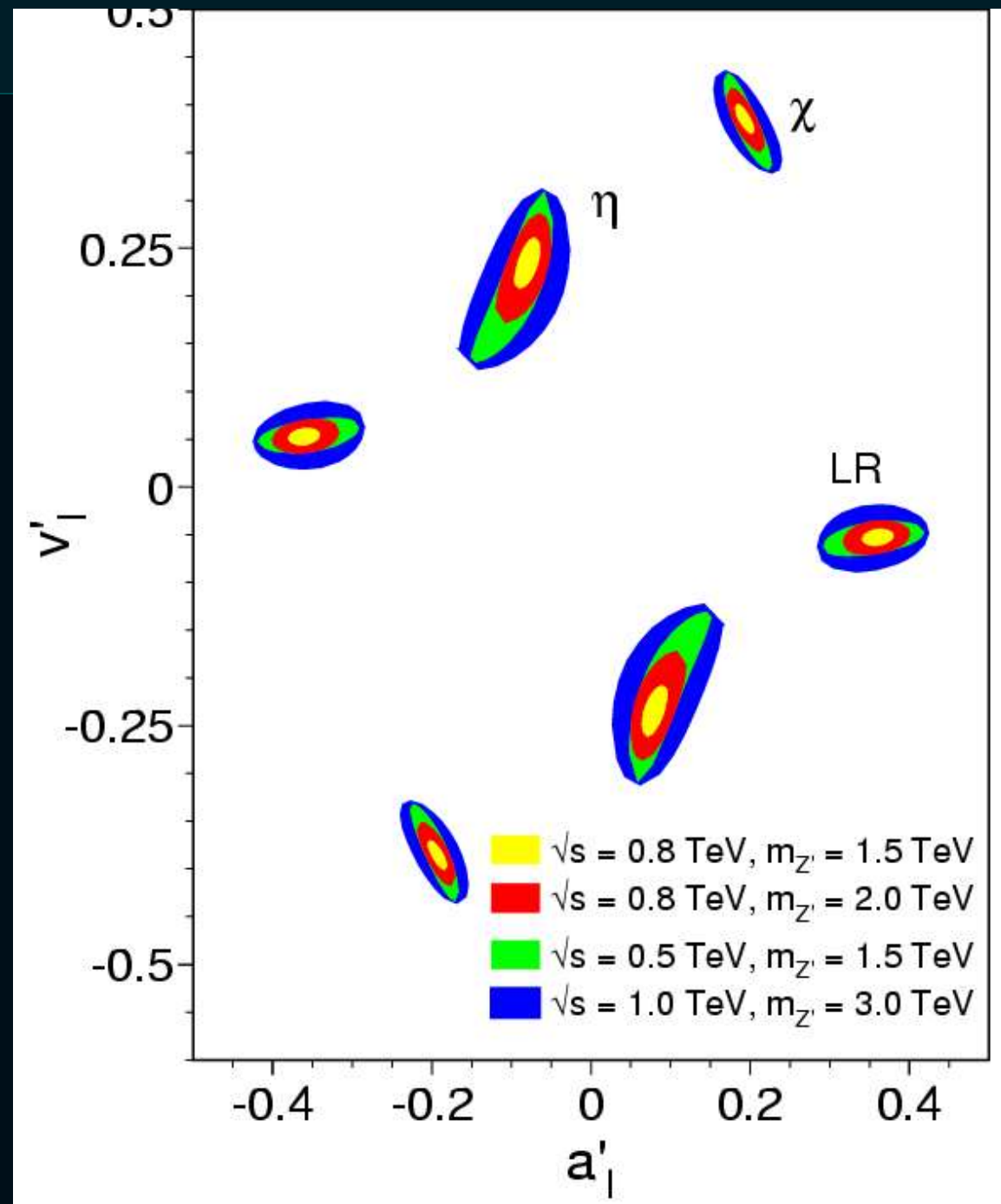
sensibilité similaire pour Little Higgs

grâce a une très bonne mesure de la luminosité et de la polarisation

- *CLI peut :*
  - discriminer entre les modèles jusqu'au-dessus de 7 TeV
  - prédire  $M_{Z'}$  avec une certaine précision

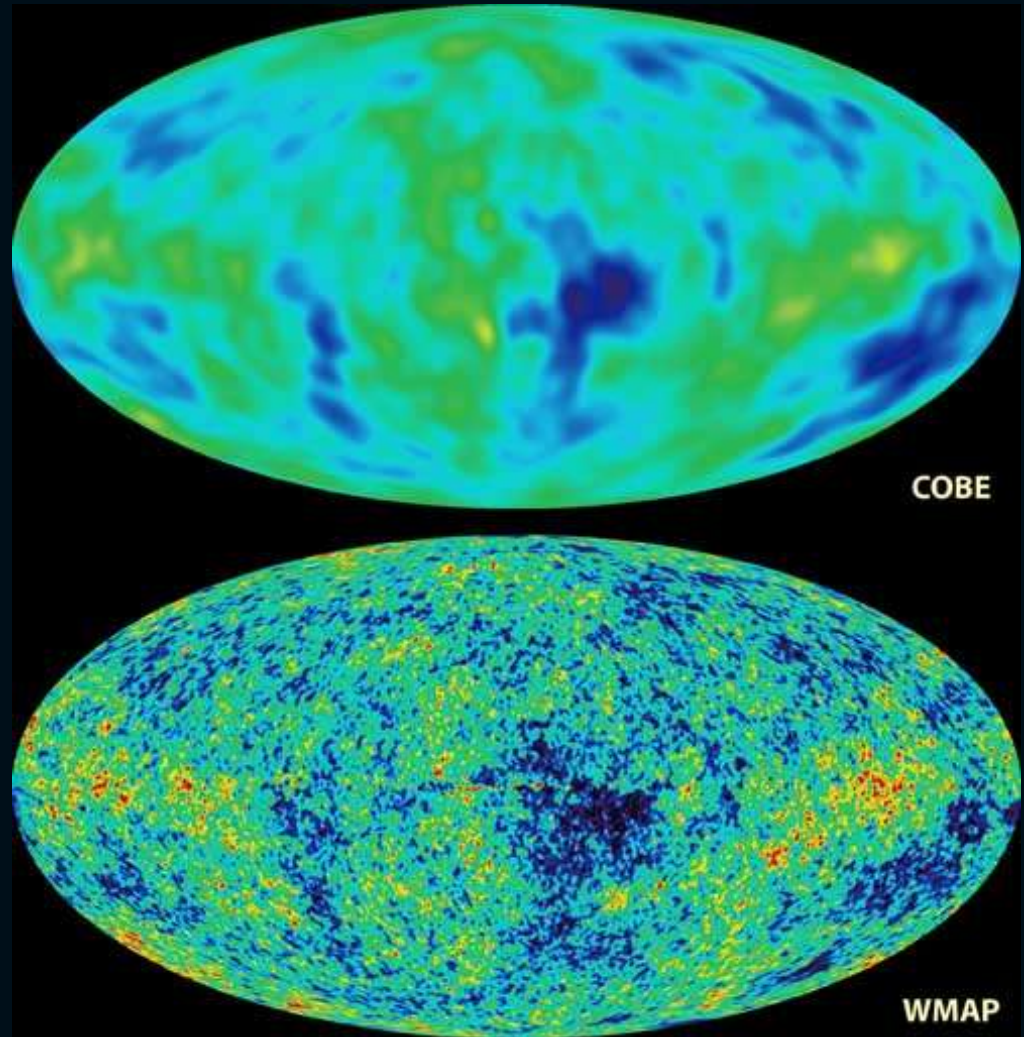
$$< (M_{Z'}/20\text{TeV})^2$$

$$< 10 \% \text{ jusqu'à } 7 \text{ TeV}$$



## Quid de la cosmologie connexion?

De la précision naît  
la compréhension



Dans le cadre de Susy que devons nous mesurer, avec quelle précision pour faire un estimation de la densité relique comparable aux résultats de Planck?

La cosmologie favorise des scénarios où sleptons et neutralinos sont essentiellement dégénérés. (densité des reliques de matière noire)

The relic density depends sensitively on the NLSP-LSP mass difference :  
In mass range relevant for LC, typical  $\Delta M(\text{stau } \chi) = 5-15 \text{ GeV}$

La mesure du stau à faible différence de masse est délicate

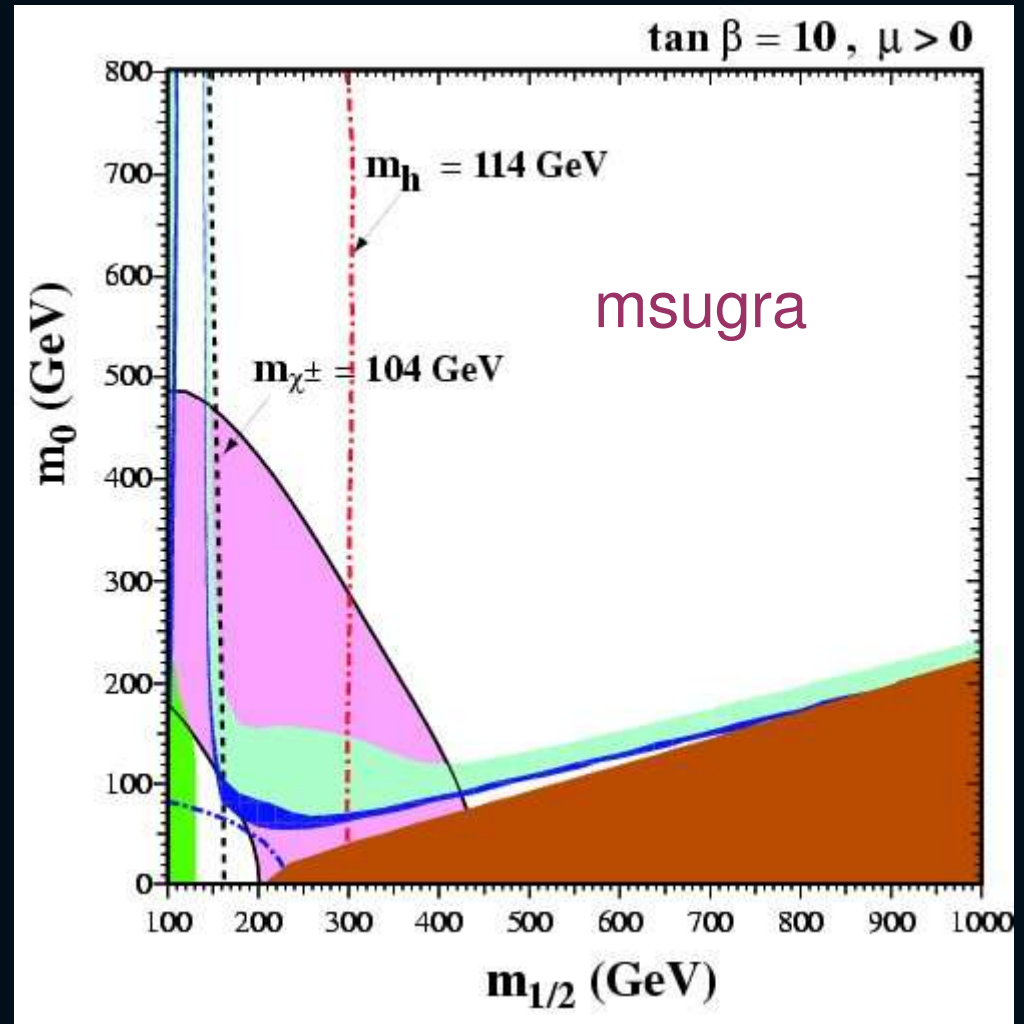
bruits de fond  $\gamma\gamma$  importants pour le stau



## De l'impact de la cosmologie

Que reste-t-il si l'on en croit  
les contraintes extraites  
de WMAP?

Un mince trait bleu



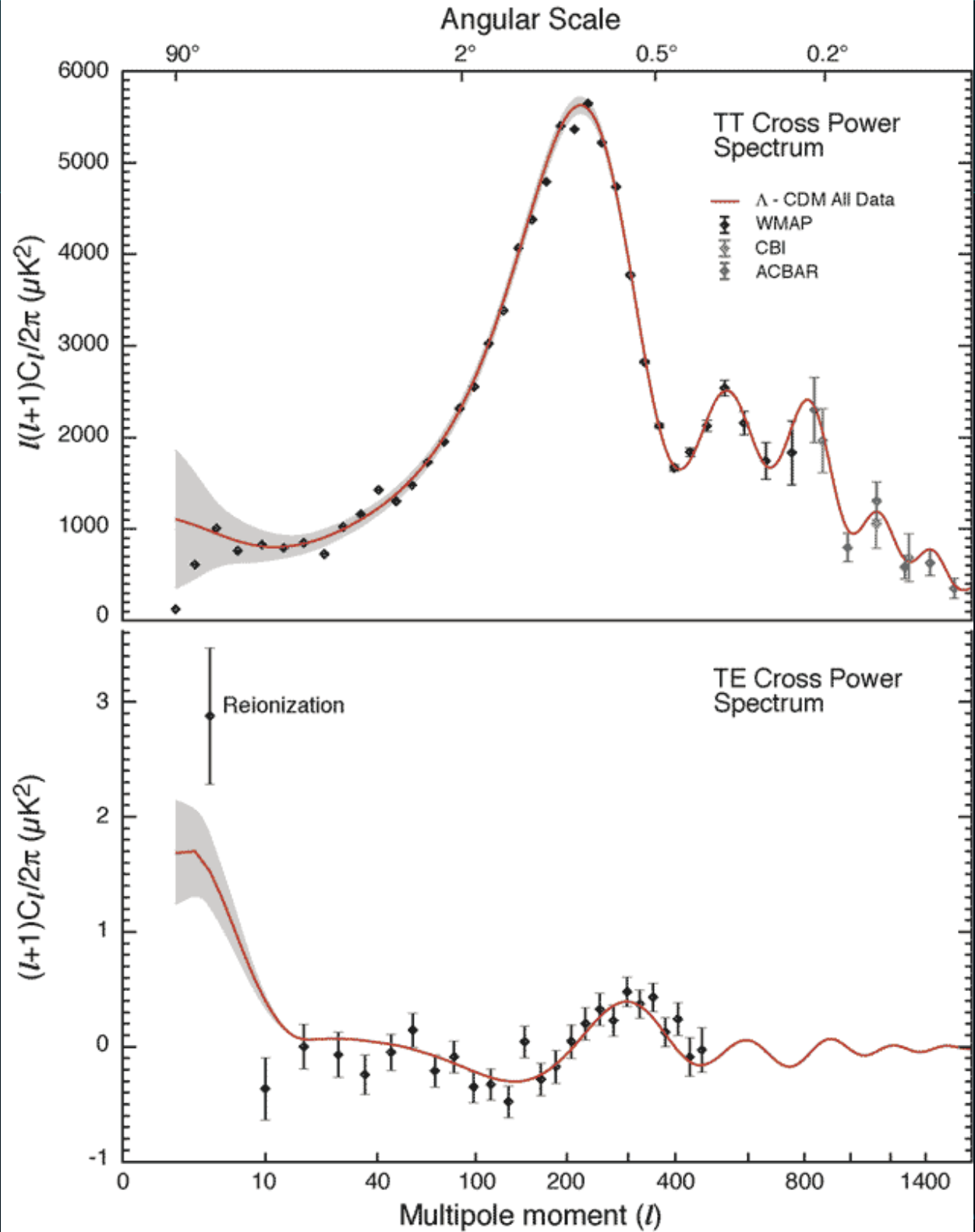
F.Richard

WMAP+ ..

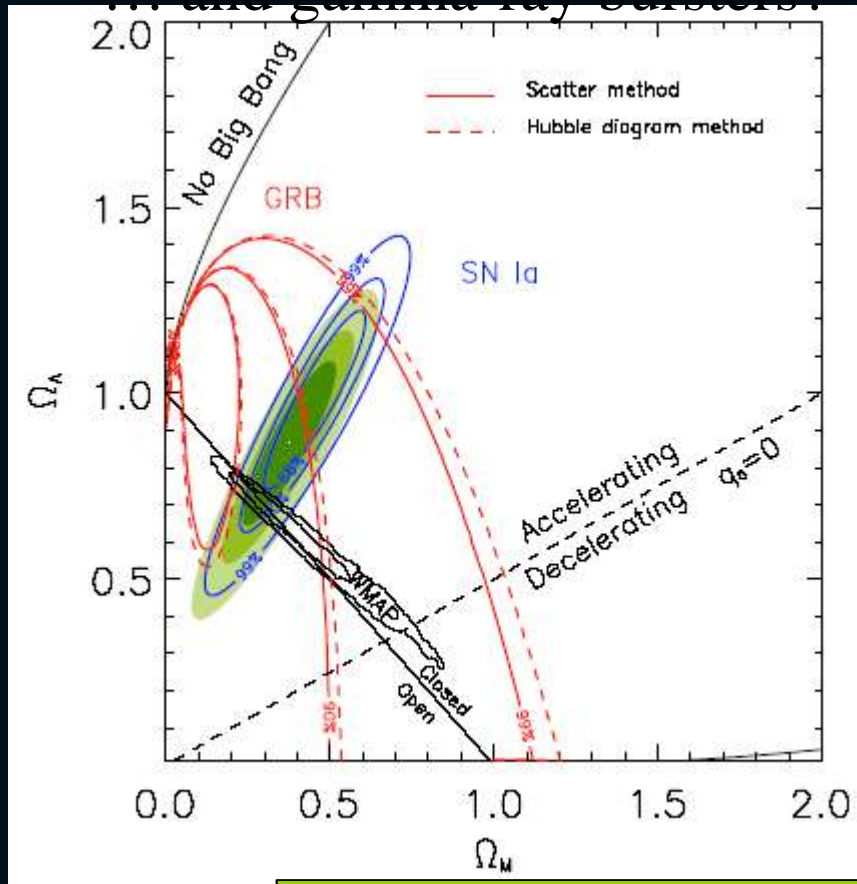
spectre angulaire de puissance

$\Omega_d h^2$  provient de la hauteur du pic acoustique

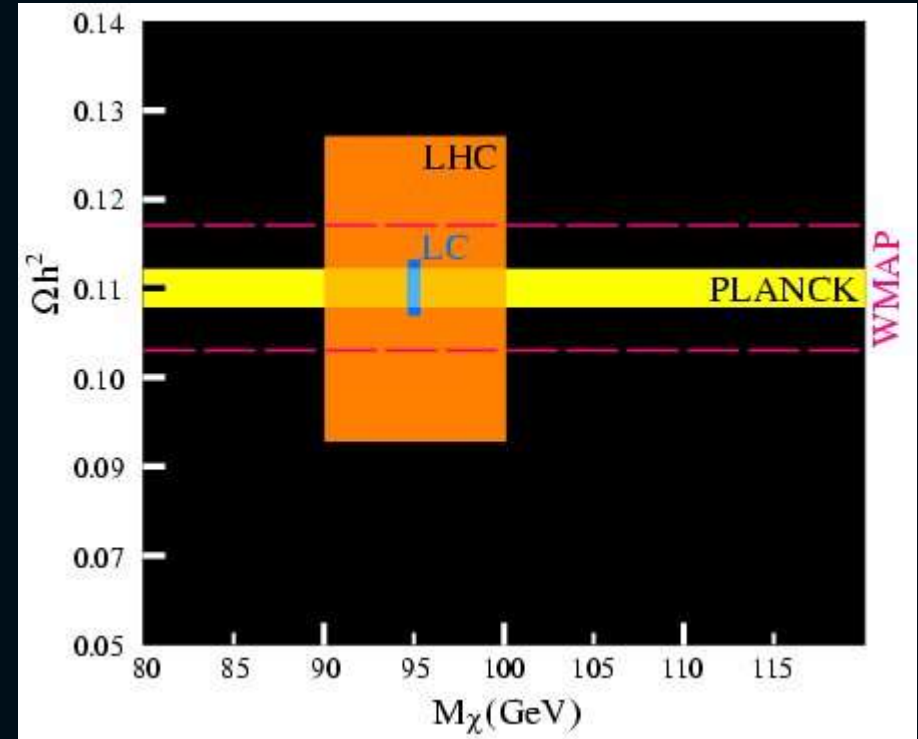
C'est à un facteur près la densité de matière noire



and gamma-ray bursters?



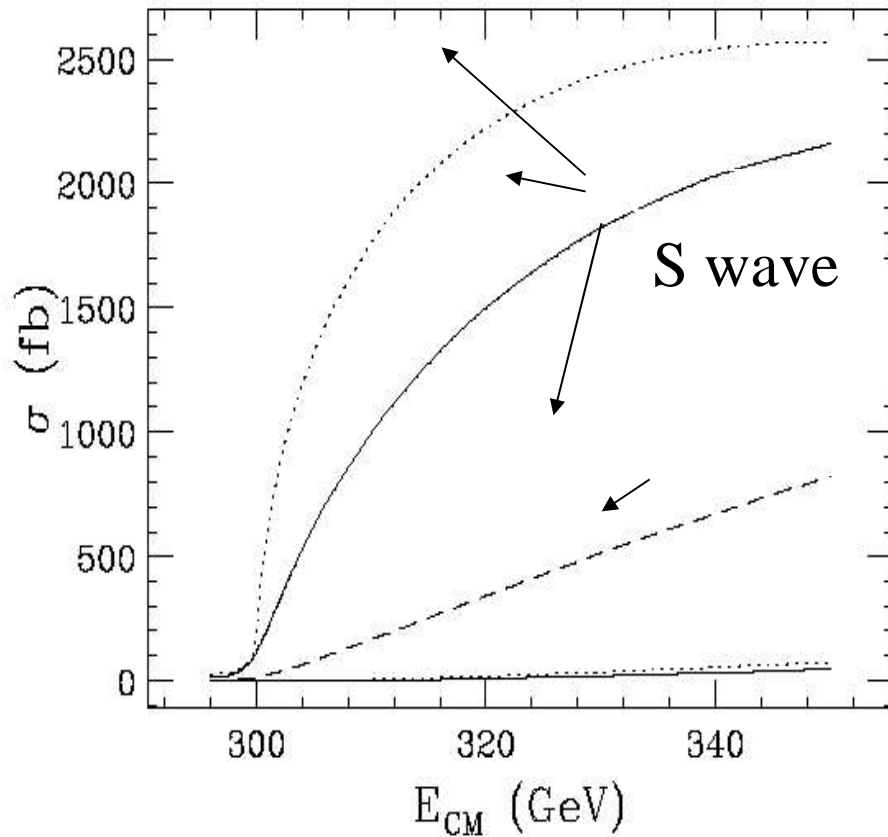
Barbiellini // Ghirlanda et al





Option  $e^- e^-$

$e^- e^-$ ,  $e^- \gamma$  et les sélectrons  
 $m_s = 150 \text{ GeV}$



" Dotted lines are perfect beams

" Solid for flat beams with ISR, beamstrahlung, and energy spread.

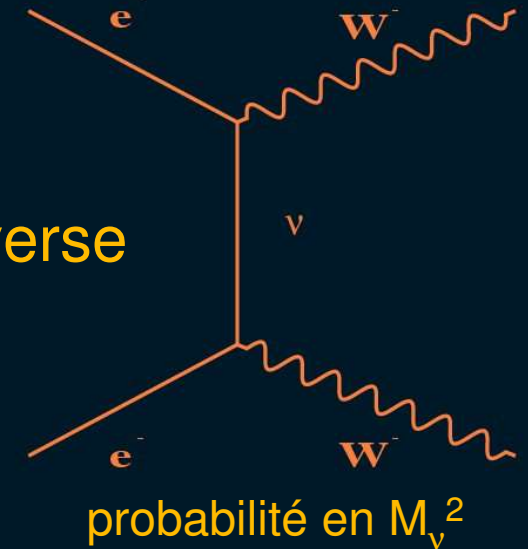
" Dashed is for round beam  $e^- e^-$ .

" Need 1/100 luminosity in  $e^- e^-$  compared with  $e^+ e^-$  to measure selectron mass to  $\pm 100 \text{ MeV}$ .

*Similar big cross-section advantages in  $e^- \gamma \rightarrow e^- \chi_{1,2}^0$*

Option  $e^- e^-$ 

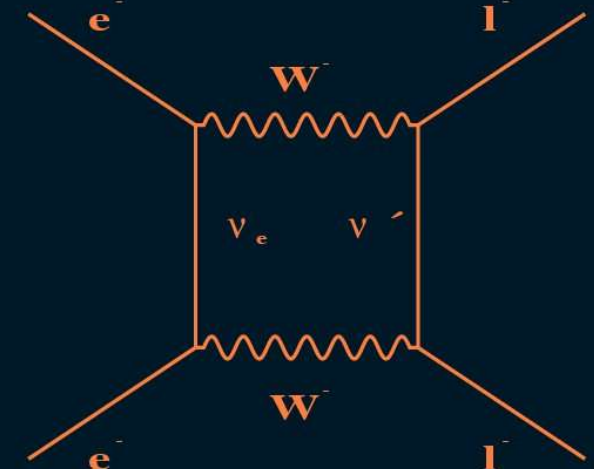
double beta inverse



Avec polarisation gauche étude de  
 LNV violation du nombre leptonique  
 LFV violation des saveurs (s)leptoniques

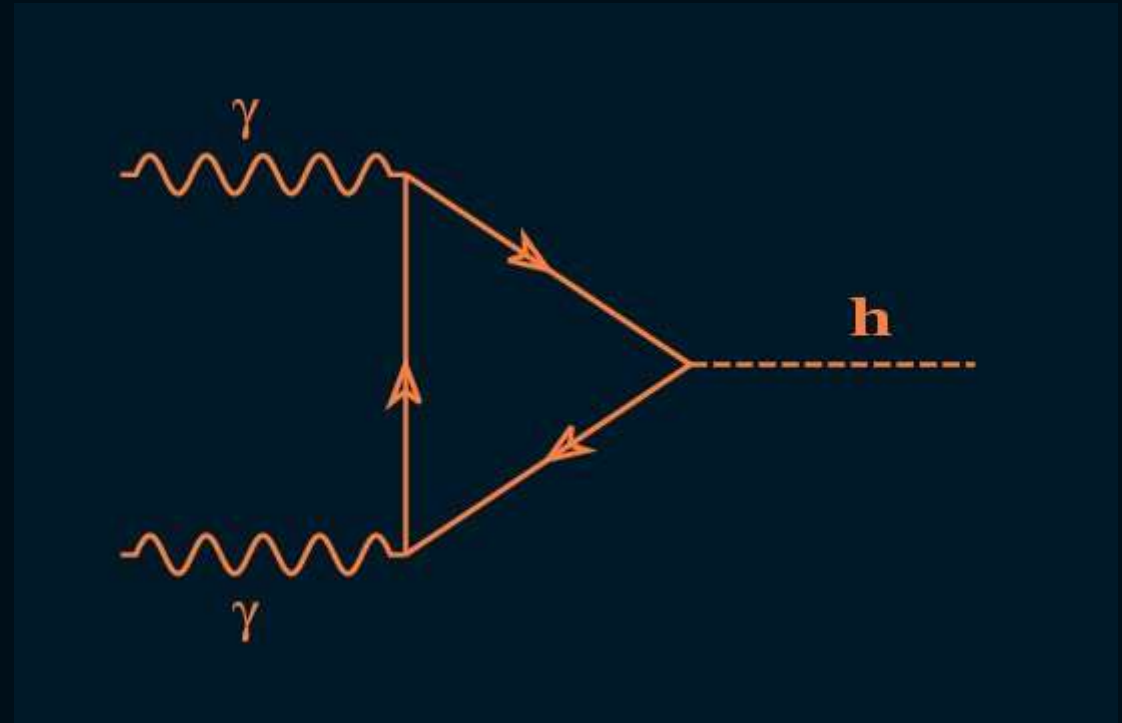
Diffusion  $W^- W^-$  isospin 2

Higgs doublement chargé

Diffusion Møller pour voir des  $Z'$ 

## Usine à Higgs

production de H seul  
permet de monter plus haut  
en masse que  $e^+ e^-$  :  
exploration des Higgs lourds



21000 H (120) par an  
pour TESLA à 160 GeV

$\Gamma_\gamma$  mesuré à 2% par an  
donne 4% sur le couplage Htt.

Fin de nos considérations sur la physique  
au linéaire

Une physique riche, facile à première vue  
mais souvent délicate, surtout dans les mesures de précision

et qui mérite bien un détecteur adéquat