

# Étude de la supersymétrie auprès de l'ILC, le prochain collisionneur linéaire international

Julien Baglio\*

SLAC Theory Group, MS 81  
2575 Sand Hill Road, Menlo Park CA 94025, USA  
under JoAnne Hewett's supervision  
(28 juin 2007)

La supersymétrie est une nouvelle symétrie généralisant les algèbres de Lie utilisées dans la description du Modèle Standard et permettant de résoudre nombre de problèmes théoriques au sein de notre théorie actuelle des particules élémentaires et de leurs interactions. En résumé, la supersymétrie échange bosons et fermions, ce qui en fait deux composantes d'un même objet physique que l'on appelle supermultiplet. Ainsi, une des principales conséquences de la supersymétrie est la prédiction de nouvelles particules dites supersymétriques, partenaires de nos particules habituelles et élargissant le Modèle Standard au MSSM, Modèle Standard Supersymétrique Minimal - son nom signifiant que c'est la plus petite extension possible en ce qui concerne le nombre de nouveaux champs introduits. De nombreuses études ont été conduites pour étudier la supersymétrie auprès de collisionneurs hadroniques; le but de mon stage est l'étude de la supersymétrie auprès d'un collisionneur leptonique, afin de quantifier des mesures de précision et d'étudier des modèles non discernables au LHC.

## I. ÉTUDE GÉNÉRALE DE SIGNATURES SUPERSYMÉTRIQUES : CHARGINOS ET NEUTRALINOS

La première partie de mon stage a commencé le 13 avril et s'est terminée fin mai. Elle concerne principalement l'apprentissage des bases théoriques et des outils nécessaires à une étude phénoménologique. J'ai ainsi appris à utiliser Pythia [1], un simulateur d'événements en physique des hautes énergies programmé en Fortran, et j'ai appris les bases de la supersymétrie : sa structure fondamentale, le contenu en champ du MSSM, les matrices de mélanges supersymétriques pour les neutralinos et les charginos, etc... J'ai pu tester Pythia sur des modèles tests, tels que [2], ce qui est une étape particulièrement importante dans une étude théorique. Mes études ont été faites sur l'ILC, à une énergie  $E_{cm} = 500$  GeV, dans principalement :

1. le mélange des neutralinos, ces derniers étant états propres de masse mais non états propres supersymétriques des superpartenaires du boson de Higgs, des gluons et des bosons intermédiaires
2. la production de charginos et l'étude du signal final sur les photons hautement énergétiques produits
3. la désintégration du chargino, avec les signatures d'énergie et d'impulsion transverse manquantes
4. la proximité en masse neutralino-chargino, c'est-à-dire la dépendance des signatures de neutralino et chargino avec  $\Delta m = m_{\tilde{\chi}^-} - m_{\tilde{\chi}^0}$ , pour des valeurs inférieures à 5 GeV

La figure (1) ci-dessous est un exemple d'étude sur la proximité en masse, effectué avec Pythia et ROOT.

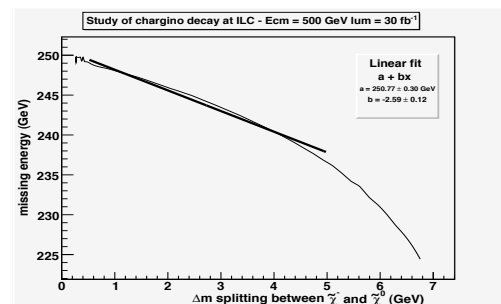


FIG. 1: Énergie manquante en fonction de la différence de masse dans la désintégration du chargino

## II. LE PROBLÈME INVERSE DU LHC

### 1. L'étude du groupe de Harvard - hep-ph/0512190

La seconde partie de mon stage a débuté le 13 juin. Le travail de notre groupe se base sur une étude dite "étude du groupe de Harvard" [3] et traite du problème inverse du LHC.

Les expériences auprès de collisionneurs nous donnent des signatures d'observables physiques, ce qui signifie qu'elles parcourent ce que l'on appelle l'espace des signatures; de l'autre côté les théoriciens parcourent l'espace des paramètres et produisent à l'aide de leurs travaux des ensembles d'observables obtenus à partir de modèles. Comment passer de l'espace des signatures à l'espace des paramètres, afin d'identifier le modèle produisant les signatures observées dans une expérience?

Le groupe de Harvard a étudié différents ensembles de paramètres dans l'espace des paramètres du MSSM et a ainsi découvert qu'il existe un certain nombre de paires de modèles qui ne sont pas discernables au LHC : ces modèles donneront exactement les mêmes signatures expérimentales. Ceci constitue ce que l'on appelle le problème inverse du LHC.

\*Electronic address: jbaglio@slac.stanford.edu; Autre affiliation : Département de Physique, ENS Cachan

## 2. Notre but : une étude auprès de l'ILC

Le but de notre groupe est donc de partir des résultats du groupe de Harvard, et d'étudier la possible discernabilité des paires de modèles à l'aide de l'ILC. Nous utilisons le bruit de fond complet provenant du Modèle Standard, ce que n'a pas fait le groupe de Harvard.

En parallèle, nous souhaitons construire un ensemble complet de paramètres qui produise des modèles réalistes, ie qui passent toutes les contraintes expérimentales connues : en effet un certain nombre de modèles au sein de l'étude du groupe de Harvard sont déjà exclus par des limites expérimentales, ce qui peut permettre de réduire le nombre de paires indiscernables. Ceci est la partie essentielle de mon travail : j'utilise DarkSUSY [4] pour construire un ensemble complet de test des modèles supersymétriques. La première

étape concernant les contraintes évidentes et facile à programmer est déjà terminée.

## III. CE QU'IL ME (NOUS) RESTE À FAIRE

Mon stage se termine le 28 août. Il y a encore beaucoup à faire, notamment en ce qui concerne les contraintes sur les gluinos et les squarks, contraintes qui doivent être dans la mesure du possible indépendantes de tout modèle de brisure de la supersymétrie. De même, quelle distribution adopter en ce qui concerne le choix aléatoire des paramètres ? Tout ceci constitue notre seconde partie au sein de ce projet, et cela ne sera probablement pas achevé avant la fin de mon stage. Nous attendons tous aussi avec impatience et excitation les données du LHC !

---

[1] S. Mrenna et al., *Pythia 6.4 : Physics and Manual* (2006), arXiv :hep-ph/0603175.

[2] B. Allanach et al., *Eur. Phys. J.C.* **25**, 113 (2002).

[3] N. Arkani-Hamed et al., *Supersymmetry and the LHC inverse*

*problem* (2005), arXiv :hep-th/0512190.

[4] P. Gondolo et al., *JCAP* **008** (2004), hep-th/0106109.