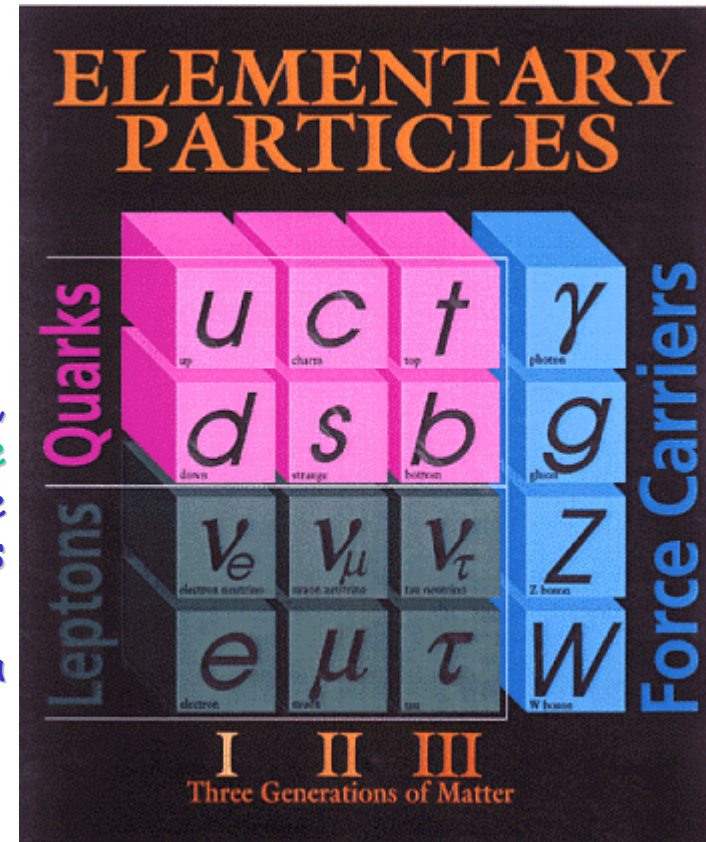


La recherche de nouvelles particules

Etat actuel des connaissances :

Le Modèle Standard

- Les constituants
 - 3 familles de Quarks et Leptons.
- Les groupes de jauge
 - $SU_L(2)$ faible, $U(1)$ électromagnétisme, $SU(3)$ forte
 - Vecteurs des interactions : Les bosons de jauge
- Un mécanisme de Higgs :
 - Les bosons de jauge devraient être de masse nulle, ce qui n'est pas le cas pour le W et Z : la symétrie est brisée. Le champ de Higgs est responsable de cette brisure en prenant une valeur non nulle dans le vide.
 - L'interaction avec le champ de Higgs explique la masse des autres particules.
 - Il existe un boson de Higgs



Le modèle standard est-il satisfaisant?

NON

- 1ère question : la brisure de la symétrie électrofaible
 - Pas de boson de Higgs encore observé
 - Le Problème de la hiérarchie :
 - Higgs scalaire fondamental + uniquement les champs du modèle standard = corrections quantiques quadratiques à la masse du Higgs
 - Echelle électrofaible pas très différente de l'échelle d'une nouvelle physique
 - Mais $100 \text{ GeV} \sim m_{\text{top}} \sim m_W \sim m_Z \sim m_H \ll M_{\text{planck}} = 1/\sqrt{G_N}$
- Ce qui est absent du modèle standard
 - Masse des neutrinos
 - Matière noire
 - Asymétrie matière anti-matière dans l'univers
 - Gravité
 - L'unification des interactions
- Ce qui est inexplicquée
 - Choix des groupes de jauge ?
 - Réplication des familles
 - Hiérarchie des masses

Extensions du modèle standard

- Plus de symétries :
 - SUSY (protège la masse du Higgs)
 - MSSM
 - SUGRA
 - GMSB
 - Phase violant CP
 - RPV
 - Nouveaux groupes de jauge
 - grande unification
 - symétrie quark/lepton
- Plus de champs de matières :
 - Neutrino de majorana
 - Nouveaux fermions + nouvelles interactions -> brisure dynamique EW
 - Compositness
- Nouvelles dimensions d'espace-temps:
 - Large Extra-dim, gravité à l'échelle du TeV
 - Modèle à la Randall Sumdrum

Où chercher la nouvelle physique expérimentalement ?

- Déviations par rapport au modèle standard
 - Mesure à basse énergie ex: $(g-2)_\mu$, $\mu \rightarrow e\gamma$,
 - Désintégration rare des mésons, $b \rightarrow s\gamma$
 - Hautes énergies, physique du Z, W, top
 - CF session « mesures de précision »
- Physique des neutrinos
 - CF session « neutrinos »
- Recherche directe de nouvelles particules
 - Venant du ciel CF session « astroparticules »
 - Sur **Accélérateurs**

Les accélérateurs

• passé

Le LEP au CERN e^+e^- , $\sqrt{s} = 91 - 209 \text{ GeV}$, fin en nov 2000
ALEPH, DELPHI, L3, OPAL
 $\approx 900 \text{ pb}^{-1}$ per experiment
0 étudiant

• présent

Hera $e^\pm p$, $\sqrt{s} = 300 - 320 \text{ GeV}$, H1 / ZEUS
été 2000 : $\approx 120 \text{ pb}^{-1}$ / expt
Fonctionnement en haute luminosité $\rightarrow 1 \text{ fb}^{-1}$ fin 2006
0 étudiant

Tevatron $p\bar{p}$, $\sqrt{s} = 1.8 - 2 \text{ TeV}$, CDF / D0
Run I (92 - 96) : $\approx 110 \text{ pb}^{-1}$ / expt
RunII démarrage en 2001 - 300 pb^{-1} délivré pour l'instant
analyses 2003 basées sur $100-130 \text{ pb}^{-1}$, $\sim 2 \text{ fb}^{-1}$ fin 2006
1 étudiant + (Z)

• Futur

LHC au CERN pp , $\sqrt{s} = 14 \text{ TeV}$, Atlas/CMS, $10-20 \text{ fb}^{-1}/\text{an}$
Démarrage 2007 ?
6 étudiants

• Futur lointain

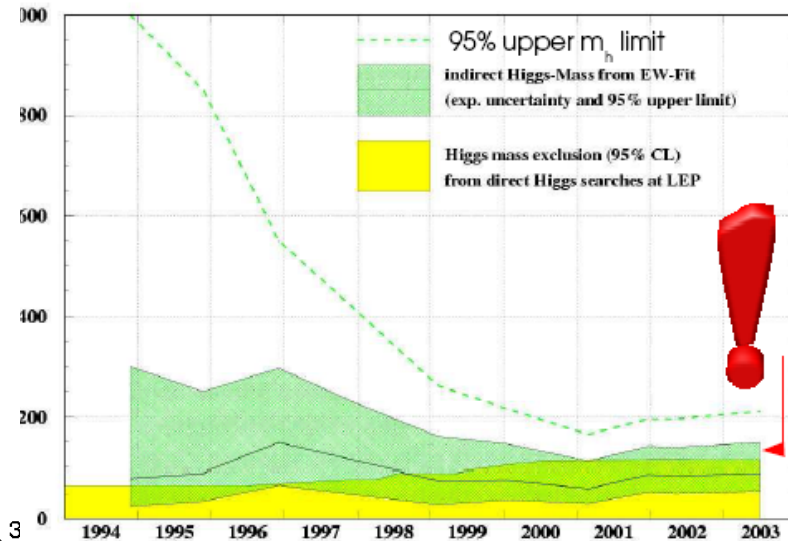
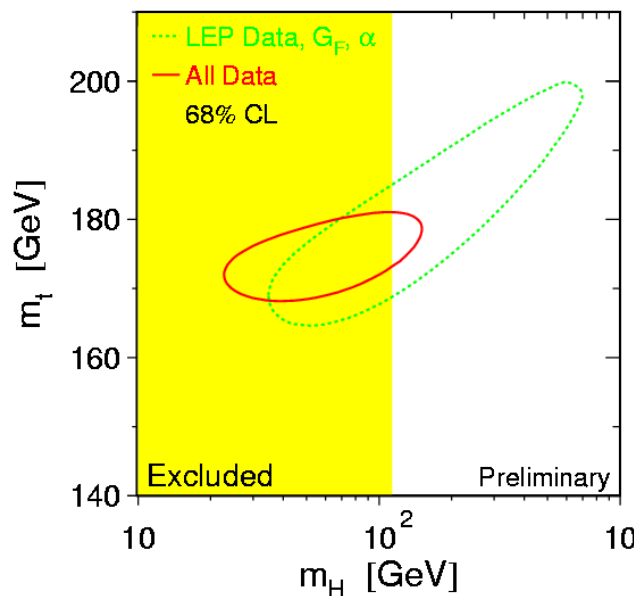
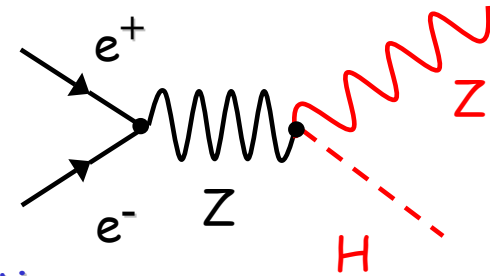
Linear Collider e^+e^- , $\sqrt{s}=500-800 \text{ GeV}$
Construction ? Démarrage ? 2015-2020 ??

Le Higgs : héritage du LEP

- Limites données par les recherches directes

$$m_H > 114.4 \text{ GeV}$$

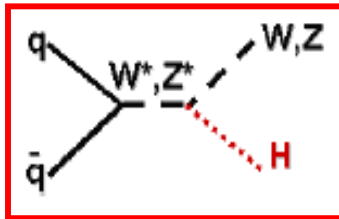
- Contraintes indirectes via les corrections radiatives aux observables électrofaibles



$$m_H < 219 \text{ GeV} \quad (95\% \text{ CL})$$

La recherche de Higgs standard au Tevatron

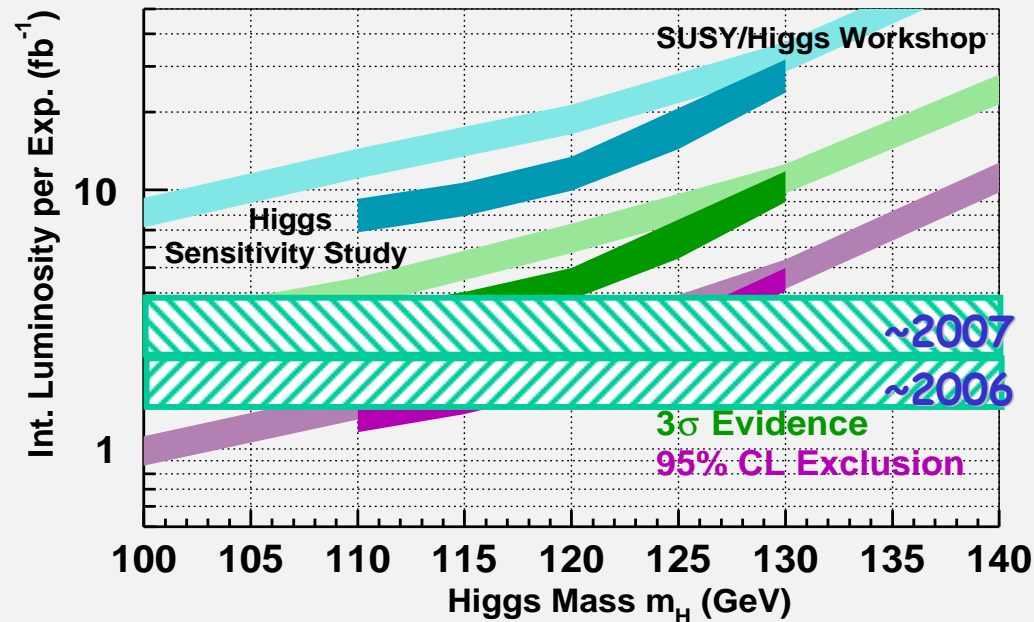
- Désavantage / au LHC :
 - faible énergie, faible luminosité.
- Avantage / au LHC :
 - Moins de bruit
 - proton anti-proton.
 - On peut annihiler deux quarks de valence



luminosity projection (fb^{-1})

year	baseline	design
2003	0.28	0.3
2004	0.59	0.68
2005	0.98	1.36
2006	1.48	2.24
2007	2.11	3.78
2008	3.25	6.15
2009	4.41	8.57

Tevatron Higgs Sensitivity Group June 2003 Update

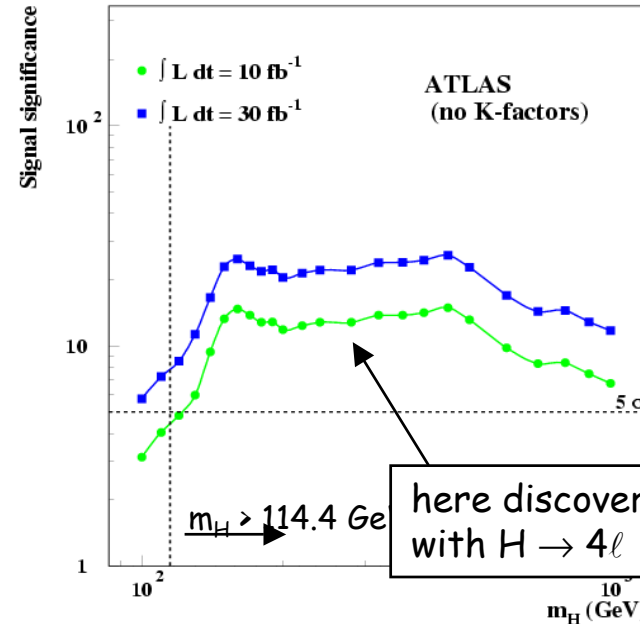
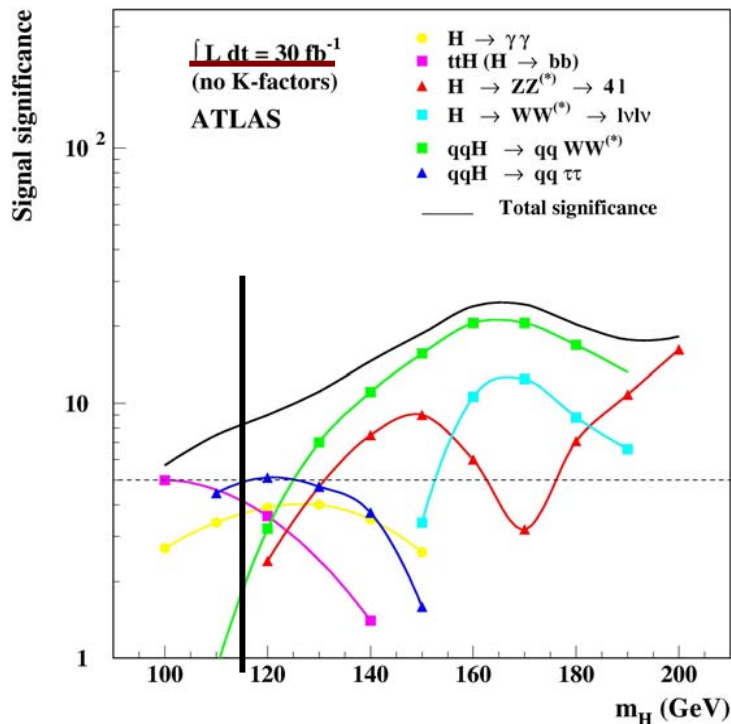


- Mise à jour des prospectives Tevatron en juin 2003

• Alexandre Zabi HZ

La recherche de Higgs au LHC

- Le LHC va découvrir le Higgs standard s'il existe



- Plusieurs canaux de recherche en fonction de la masse du Higgs
 - Marc Escalier $H \rightarrow \gamma\gamma$
- Higgs non standard
 - Matthieu Lechowski Little Higgs

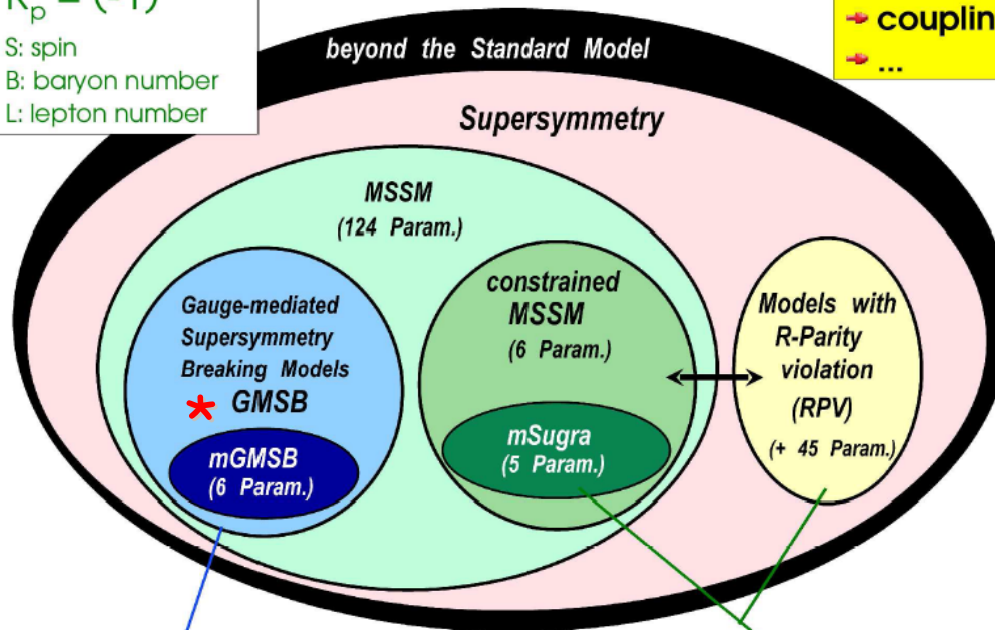
SUSY Models

Mechanism of SUSY breaking unknown: different models

$$R_p = (-1)^{2S+3B+L}$$

S: spin
B: baryon number
L: lepton number

- symmetry between fermions and bosons
- cancels quadratic divergences in higgs mass
- fine tuning problem
- hierarchy problem
- coupling unification
- ...



Models are used to guide the analyses and to express the results in a predictive framework

Lightest SUSY Particle, **LSP**:
MSSM: lightest neutralino
GMSB: lightest neutralino, charged slepton

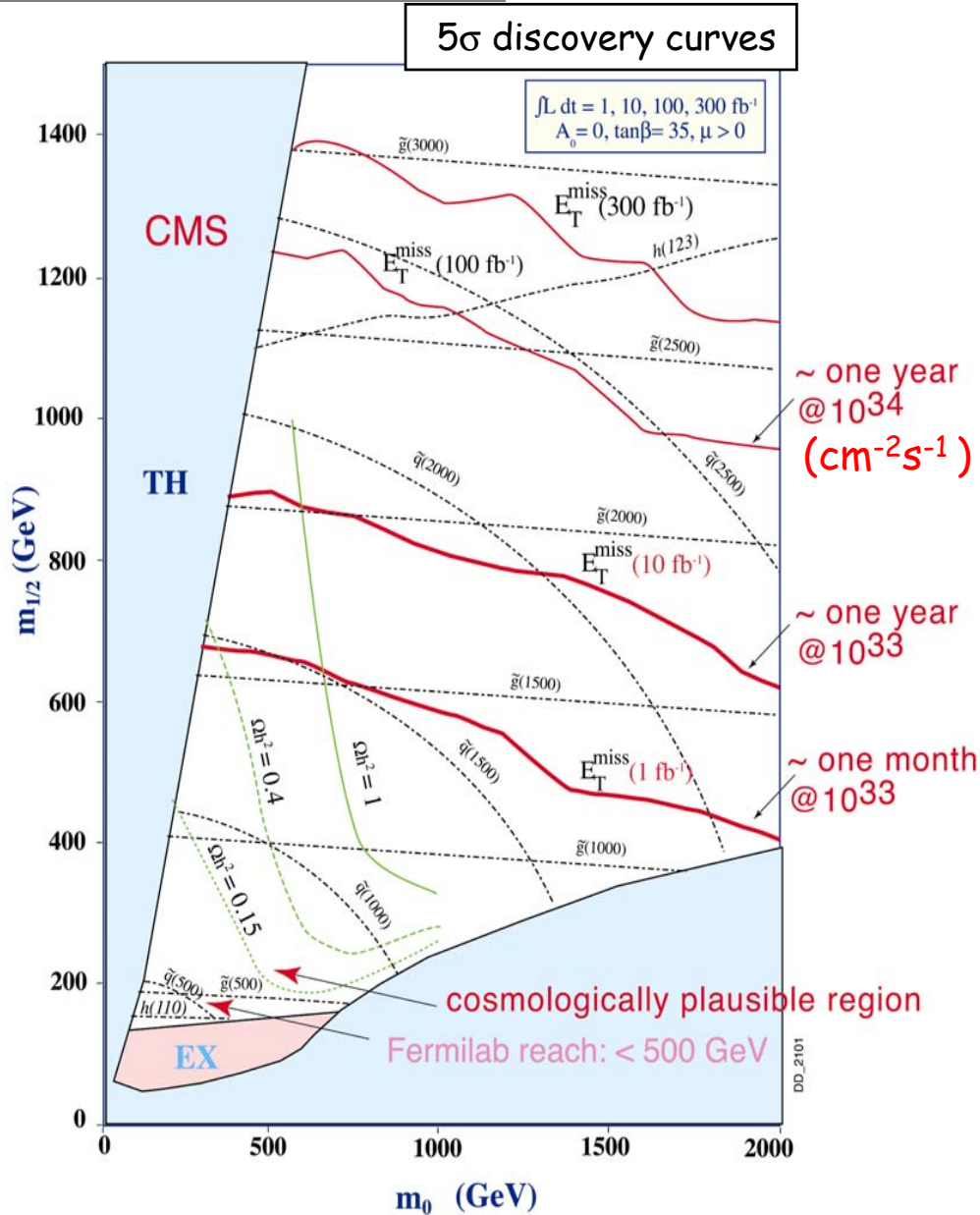
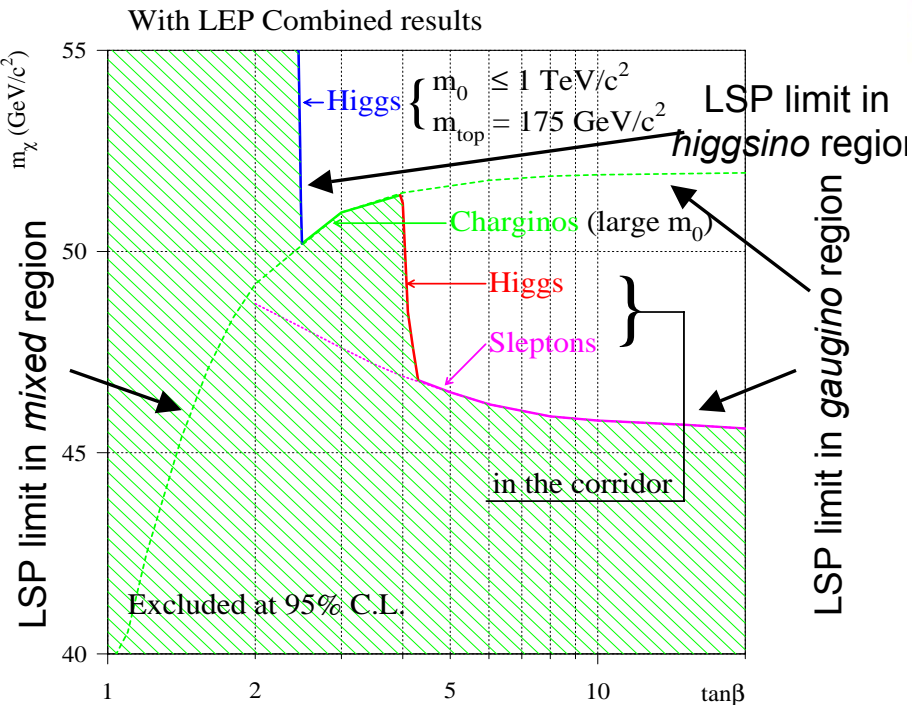
Communication via gauge bosons

Communication with our visible world via gravity

* Présentation de Damien Prieur

La supersymétrie pour bientôt

- Cherchée activement au LEP.
 - Ex : limite sur la masse de la LSP en combinant plusieurs canaux
- Le LHC doit découvrir la supersymétrie si $M_{SUSY} < \text{qqs TeV}$



Pour conclure

- Beaucoup de résultats venant des expériences LEP/Hera/Tevatron
- Pas de signal de nouvelle physique
- Mais de nombreuses contraintes sur les divers modèles
- La seule chose qu'on sait de la nouvelle physique :
 - elle doit apparaître à l'échelle du TeV :
- Découvertes pour bientôt :
 - dans les prochains mois à Hera/Tevatron
 - dans les prochaines années au LHC

D'ici 10 ans le panorama de la physique des particules
risque d'être bouleversé

Déroulement de la session

- Techniques de reconstruction et de calibration sur LHC
 - Sébastien Correard - Atlas - performance du b tagging
 - Sébastien Binet - Atlas - étalonnage en énergie des jets.
 - Nicolas Estre - CMS - reconstruction de vertex
- Recherche de SUSY
 - Damien Prieur - Atlas - SUSY GMSB
- Recherche de Higgs
 - Marc Escalier - Atlas - $H \rightarrow \gamma\gamma$
 - Alexandre Zabi - D0 - HZ
 - Matthieu Lechowski - Atlas - Little Higgs