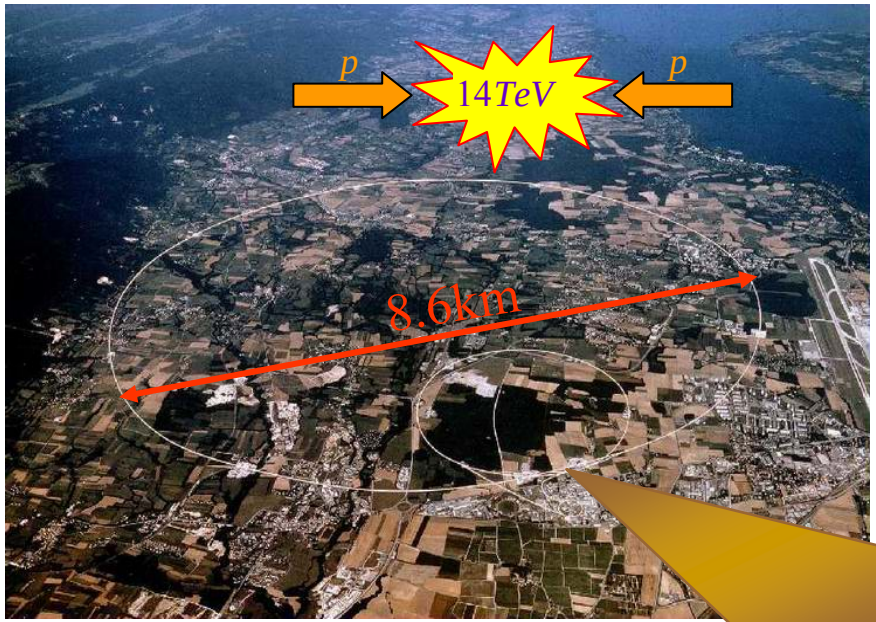
Recherche du Boson de Higgs chargé et étiquetage des jets b

Rémy ZAIDAN

Plan

- Le Cadre experimental:
  - ATLAS et le LHC.
- Le cadre théorique:
  - La Supersymétrie et le boson de Higgs.
- L'analyse:
  - La préselection.
  - L'étiquetage des jets b.
  - La reconstruction à l'aide d'une fonction de vraissemblance.
  - Resultats.
- Résumé et conclusion.

ATLAS et le LHC

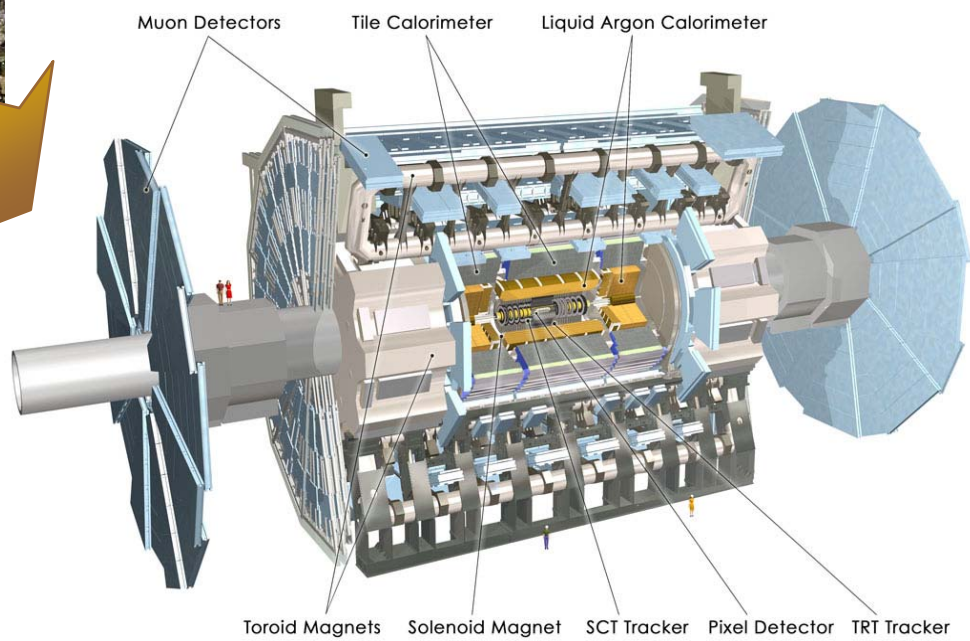


Le LHC:

- Collisionneur proton-proton
- 14 Tev au centre de masse
- 27 km de circonférence
- 40 MHz de collisions

ATLAS:

- 22 m x 42 m - 7000 tonnes
- 10^{34} $cm^{-2}s^{-1}$
- Physique:
  - Higgs
  - Quark top
  - Nouvelle Physique…



La Supersymétrie et le Higgs

	Spin 0	Spin ½	Spin 1	Représentation
Squarks, quarks (×3)	$(\tilde{u}_L \ \tilde{d}_L)$ $\tilde{u}_R$ $\tilde{d}_R$	$(u_L \ d_L)$ u_R d_R		(3, 2, 1/6) (3, 1, 2/3) (3, 1, -1/3)
Sleptons, leptons (×3)	$(\tilde{\nu} \ \tilde{e}_L)$ $\tilde{e}_R$	$(\nu \ e_L)$ e_R		(1, 2, -1/2) (1, 1, -1)
gluino, gluon		$\tilde{g}$	g	(8, 1, 0)
Winos, W bosons		$\tilde{W}^{\pm} \ \tilde{W}^{0}$	$W^{\pm} \ W^{0}$	(1, 3, 0)
Bino, B boson		$\tilde{B}^{0}$	B^{0}	(1, 1, 0)
Higgs, higgsinos	$(H_u^+ \ H_u^0)$ $(H_d^0 \ H_d^-)$	$(\tilde{H}_u^+ \ \tilde{H}_u^0)$ $(\tilde{H}_d^0 \ \tilde{H}_d^-)$		(1, 2, 1/2) (1, 2, -1/2)

$$h^0,\ A^0,\ H^0,\ \boxed{H^+,\ H^-} + 3 \text{ Goldstone}$$

$$\left.\begin{aligned} v_u &= \langle H_u^0 \rangle \\ v_d &= \langle H_d^0 \rangle \end{aligned}\right\} \Rightarrow \tan\beta = \frac{v_u}{v_d}$$

Le boson de Higgs chargé

Le canal de recherche:

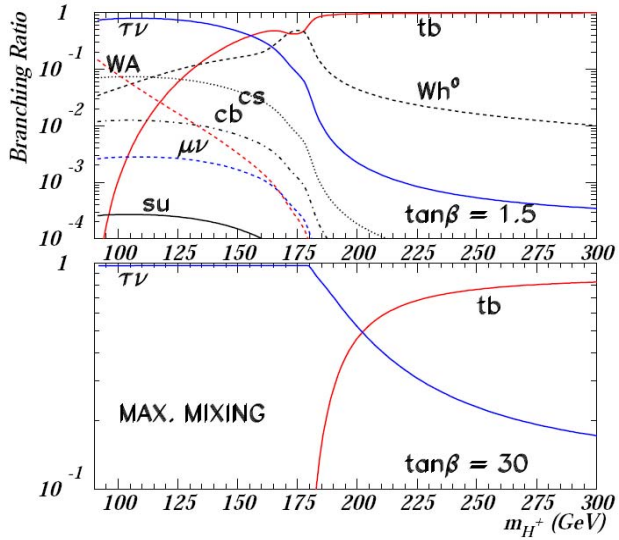
$$gg / qq \rightarrow tbH^{\pm} \rightarrow t\bar{t}b\bar{b}$$

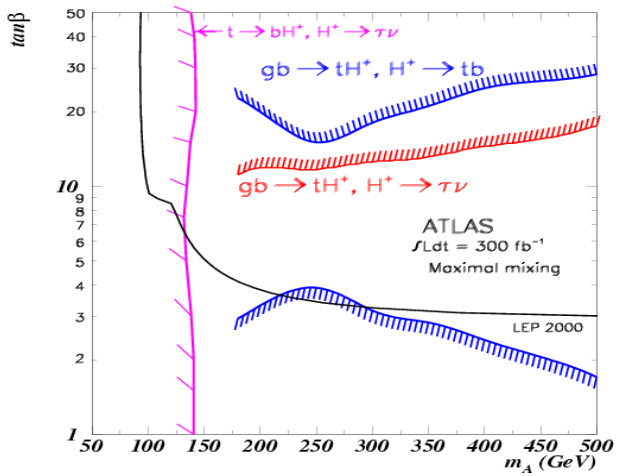
- $M_H > M_t + M_b$
- Grand rapport de branchement de $H^{\pm} \rightarrow tb$
- Bruit de fond combinatoire important

Les canaux alternatifs:

- $H^{\pm} \rightarrow \tau\nu$
  - Petit rapport de branchement
  - Moins de bruits de fond
- $t \rightarrow H^{\pm} \rightarrow \tau\nu$
  - $M_H < M_t + M_b$
  - Grand rapport de branchement

Sur ATLAS, des études précédentes ont été faites avec des simulation rapides. Les résultats doivent être mis a jour avec la simulation complète

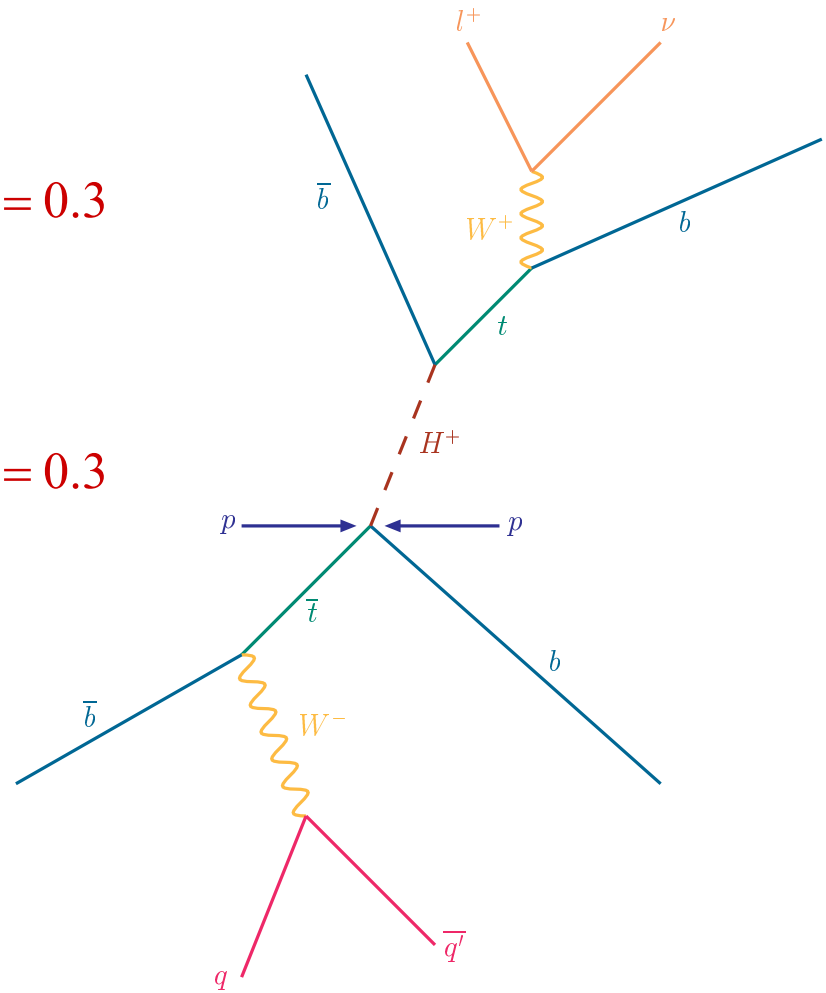




Preselection

- 1 lepton isolé :
  - électron :
    - $p_T > 25$ GeV ; $|\eta| < 2.5$
    - isolation : < 10 GeV dans un cone de $\Delta R = 0.3$
    - Identification basée sur les paramètres de la gerbe électromagnétique.
  - muon :
    - $p_T > 20$ GeV ; $|\eta| < 2.5$
    - isolation : < 10 GeV dans un cone de $\Delta R = 0.3$

- au moins 5 jets avec $p_T > 25$ GeV ; $|\eta| < 5$:
  - parmi lesquels au moins 3 b jets : $p_T > 25$ GeV ; $|\eta| < 2.5$; $w > 4$
  - veto sur les jets aussi reconstruits comme electrons



Etiquetage des jets b

Etiquetage spatial: Les mésons B ont une durée de vie non nulle.

⇒ E(B) ~ 50 GeV, L ~ 5 mm

⇒Existence d'un vertex secondaire dans le jets

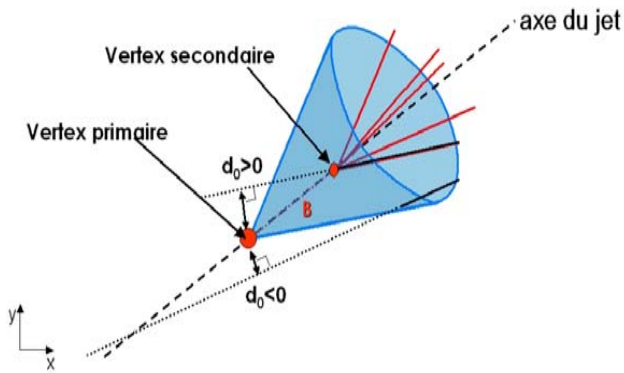
⇒ algorithme d'étiquetage *SV1:*

⇒Grand paramètre d'impact des traces.

⇒ algorithme d'étiquetage *IP3D*

Etiquetage par leptons mous:

⇒Electrons ou muons provenant de désintégration de mésons B



Eléments indispensables:

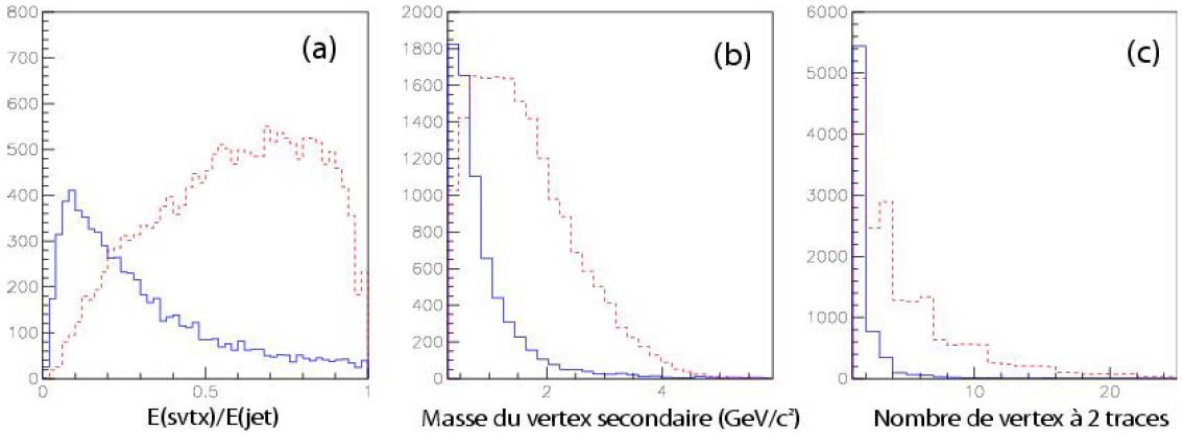
⇒Une bonne résolution du détecteur à pixels.

⇒Une bon algorithme de reconstruction des traces.

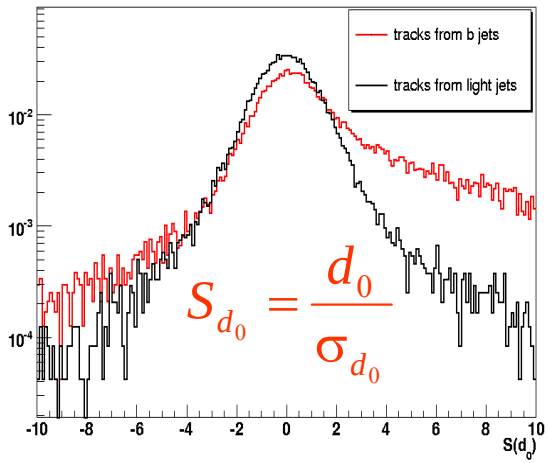
⇒Une bonne identification des leptons.

Etiquetage des jets b

Vertex secondaire:



Paramètre d'impact:



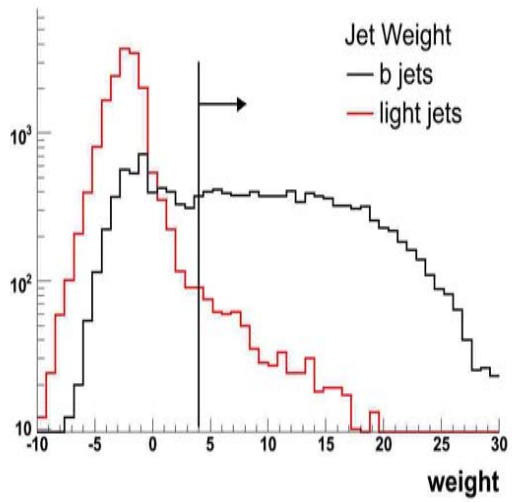
IP3D:

$$w_j = \sum_{trk \in jet} \ln \frac{p_b^{trk}(S_{d_0})}{p_u^{trk}(S_{d_0})}$$

SV1:

$$P_j = \prod_{i=1}^{n} \frac{f_j(x_i)}{\sum_{k=u,b} f_k(x_i)} \quad ; \quad \mathcal{L} = \frac{P_b}{\sum_{j=u,b} P_j}$$

Weight = IP3D +SV1



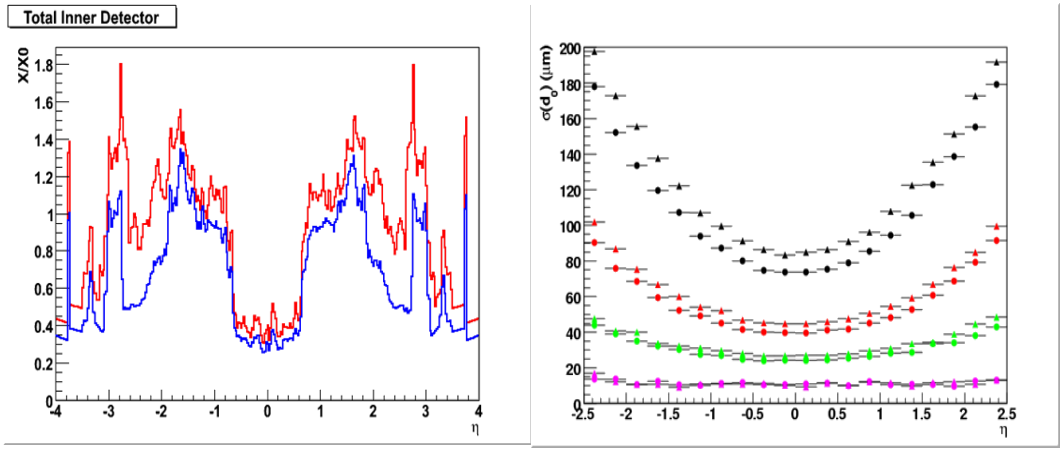
Etiquetage des jets b

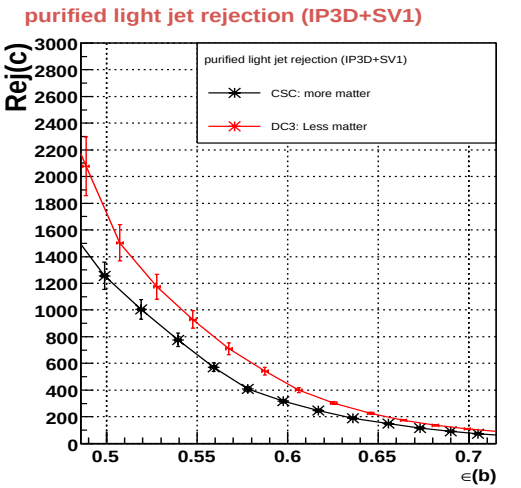
Etude de l'influence de la matière dans le détecteur:

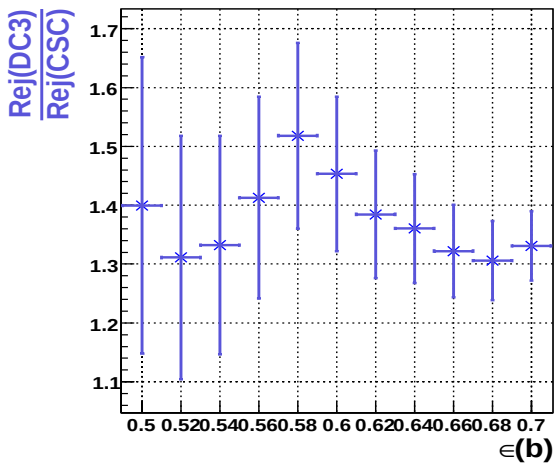
Simulation avec plus de matière:

⇒Une pire résolution sur le paramètre d'impact.

⇒Une perte d'un facteur ~1.4 en réjection.







Efficacité :

$$\varepsilon_b = \frac{\#\text{ de jets b étiquetés}}{\#\text{ total de jets b}}$$

Réjection :

$$R_j = \frac{\#\text{ total de jets non b}}{\#\text{ de jets non b étiquetés}}$$

Reconstruction: W leptonique

La composante longitudinale de l'impulsion du neutrino est calculée en imposant au W sa masse nominale:

$$m_W^2 = \left(E_l + E_\nu\right)^2 - \left(\vec{p}_l + \vec{p}_\nu\right)^2$$

Avec :

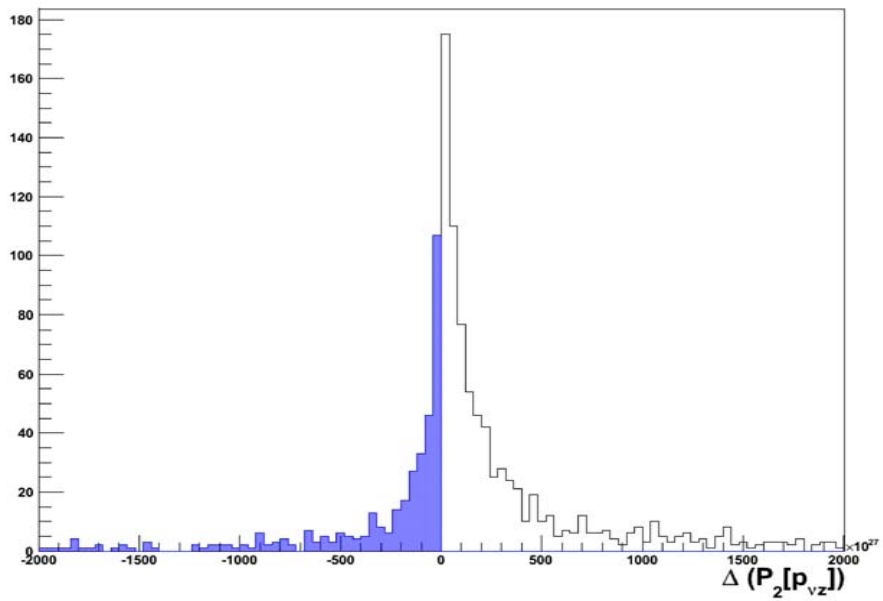
- $p_\nu^x = p_{miss}^x$
- $p_\nu^y = p_{miss}^y$
- $E_\nu = \sqrt{p_\nu^{x2} + p_\nu^{y2} + p_\nu^{z2}}$

$\Rightarrow$ Equation du second degré pour déterminer p_ν^z

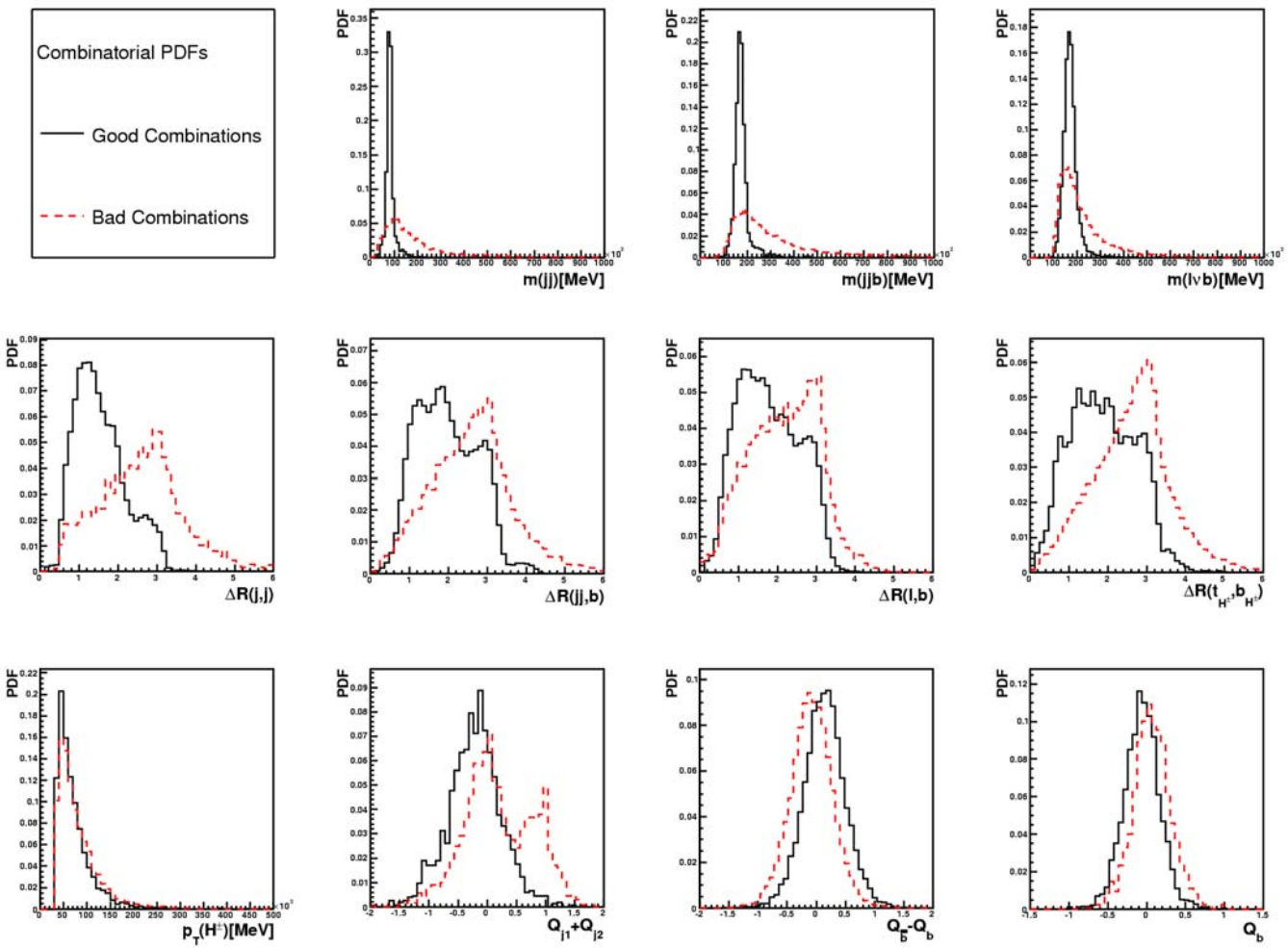
~ 25% des cas: $\Delta<0$!!

On néglige alors la partie imaginaire de la solution:

$$\Delta = 0$$



Reconstruction: "Likelihood" combinatoir



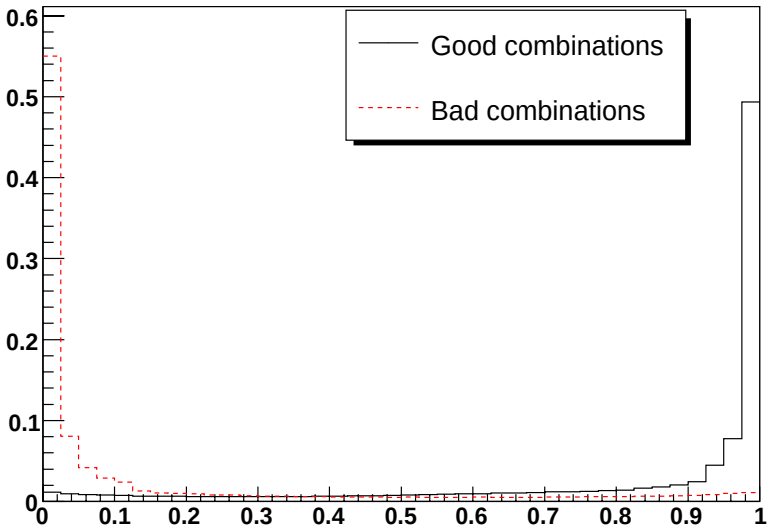
m observables,
n classes:

$$\mathcal{L}^j = \frac{\prod_{l=1}^{m} p_l^j(x_l)}{\sum_{k=1}^{n}\prod_{l=1}^{m} p_l^k(x_l)}$$

Avec:

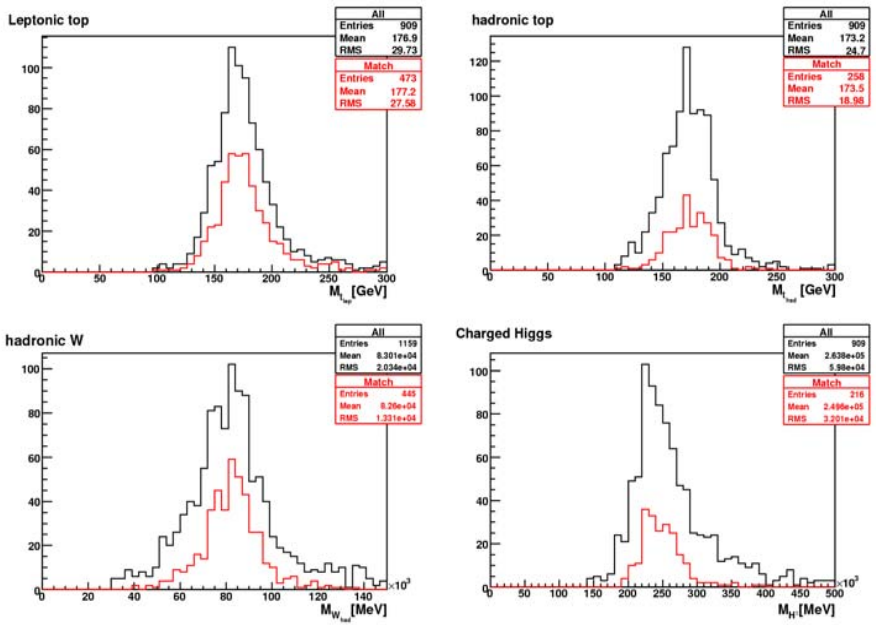
$$p_i^j(x_i) = \frac{f_i^{\,j}(x_i)}{\sum_{k=1}^{n} f_i^{\,k}(x_i)}$$

Reconstruction



!!Grand bruit de fond combinatoire!!

$$N_H = 2 \times N_\nu \times 4! \times \binom{m}{2} \approx 100\text{–}1000$$



Puretées de reconstruction:

W Hadronique : 38%

top Leptonique : 52%

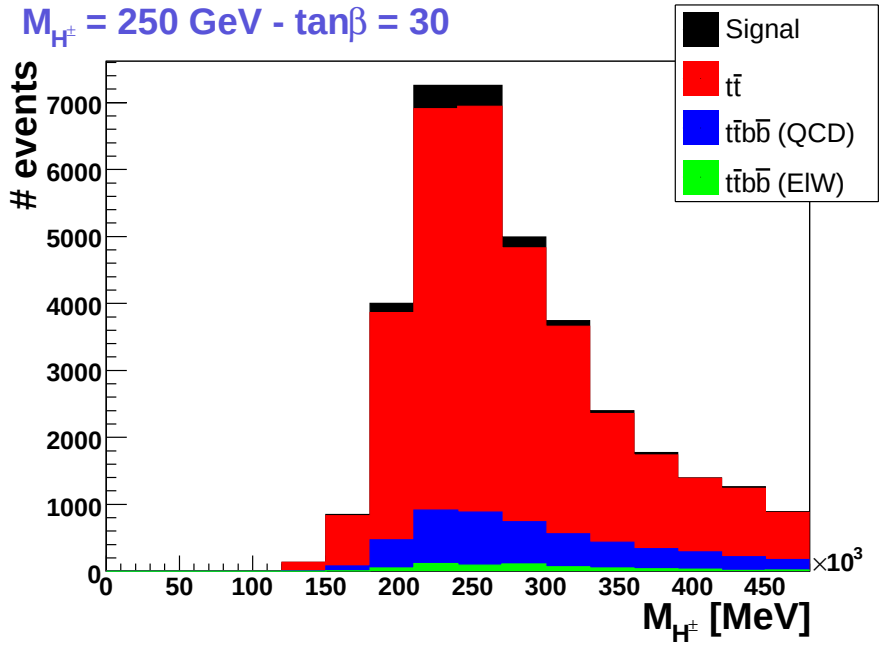
top Hadronique : 28%

Higgs Chargé : 24%

Résultats

Bruits de fond réductibles et irréductibles:

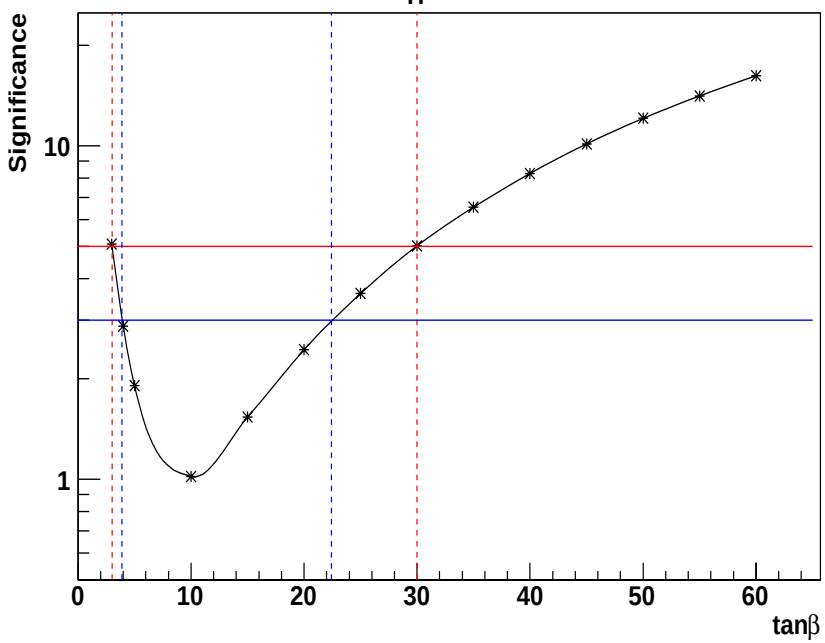
$$gg / qq \xrightarrow{ElW} t\bar{t}b\bar{b} \quad (0.90\ pb)$$
$$gg / qq \xrightarrow{QCD} t\bar{t}b\bar{b} \quad (8.2\ pb)$$
$$gg / qq \rightarrow t\bar{t} + jets \quad (833\ pb)$$



	1 lepton	5 jets	reconstruction	Domaine de masse de ± 100 GeV
Signal	(58.1±0.4) %	(10.6±0.3) %	(7.3±0.2) %	(6.6±0.2) %
ttbb (ElW)	(60.2±0.6) %	(11.7±0.4) %	(8.5±0.3) %	(6.5±0.3) %
ttbb (QCD)	(60.4±0.2) %	(11.4±0.15) %	(7.5±0.1) %	(5.0±0.1) %
tt	(35.7±0.1) %	(0.87±0.02) %	(0.43±0.01) %	(0.32±0.01) %

Résultats

Discovery Potential ($m_{H^{\pm}}$=250GeV)



La Significance étant donnée par:

$$S = \frac{N_{Signal}}{\sqrt{N_{Bruit}}}$$

Avec :

$$N = \varepsilon \times \sigma \times \mathcal{L}$$

ε = Acceptance de l'analyse
σ = section efficace × rapports de branchement
$\mathcal{L}$ = luminosité integrée sur 3 ans = 30 fb^{-1}

Potentiel de découvertes:

5 σ: tan β < 3.45 ou tan β > 26

3 σ: tan β < 4.7 ou tan β > 19.5

Conclusion

Deux axes de travail:

- Recherche du boson de Higgs chargé:
  - ✓Analyse bien avancée.
  - ➢Plusieurs aspects en cours d'amélioration.
  - ➢Etude des systématiques.
  - ➢Extraction du signal.

- Etiquetage des jets b:
  - ✓Travail vient d'être commencé.
  - ➢Comprendre les différents paramètres affectant les performances et essayer de les améliorer.
  - ➢Mesure sur les données des différents ingrédients.