



Sciences Fondamentales & Appliquées
Faculté des sciences Ain-Chock



Journée ATLAS / MAROC 24 Avril 2017

Searches about charged Higgs Bosons for $H_{\pm} \rightarrow tb$ with the ATLAS detector in 13 TeV pp collisions.

Réalisé par : *Zakaria CHADI*

Encadré par : *Pr. Abdeslam HOUMMADA*
Pr. Driss BENCHEKROUN



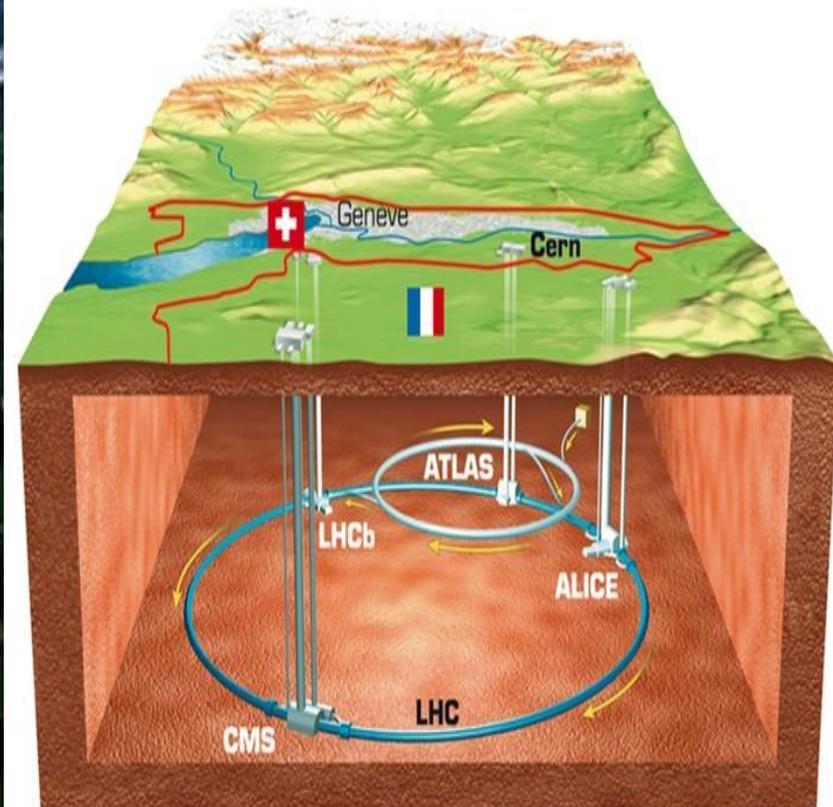
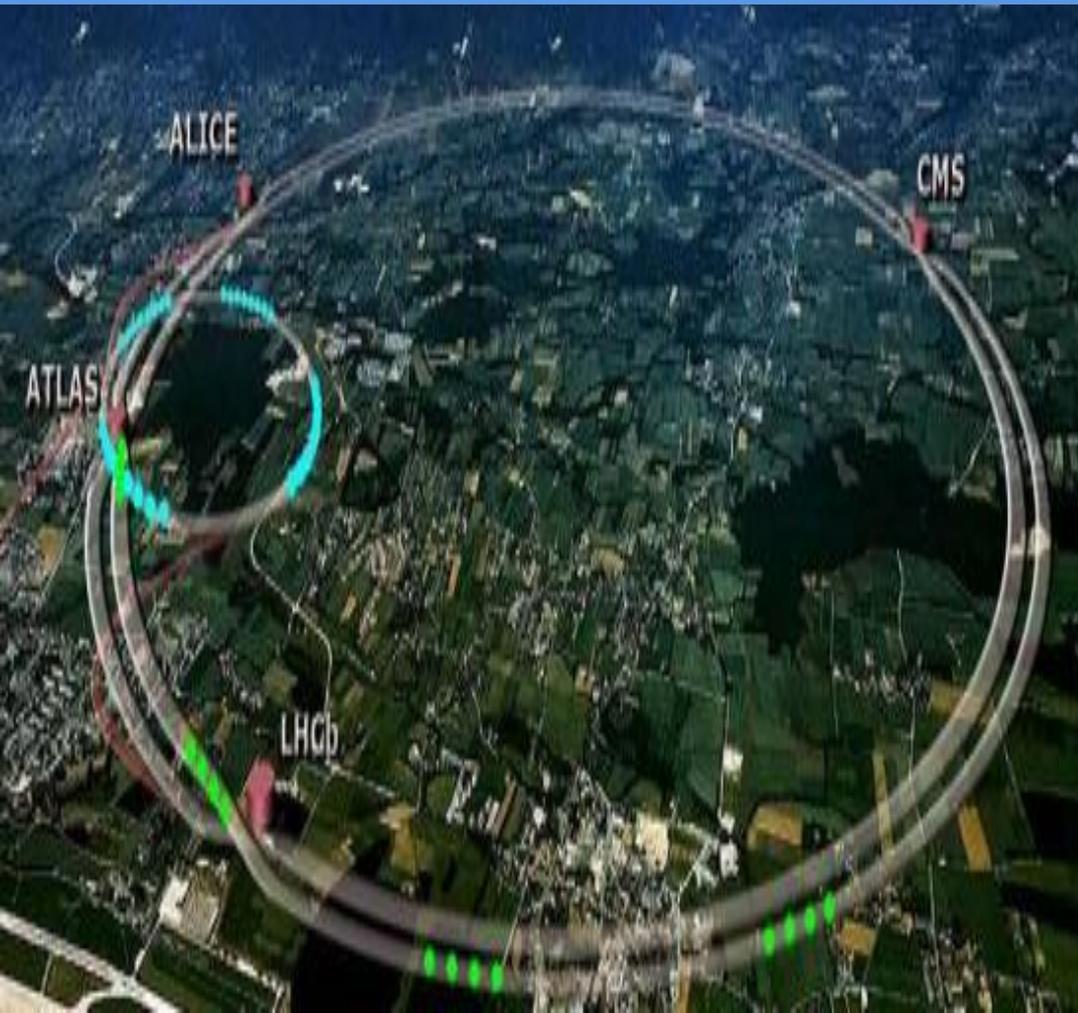
Laboratoire de physique des hautes énergies et
de la matière condensée (PHENIS)

PLAN

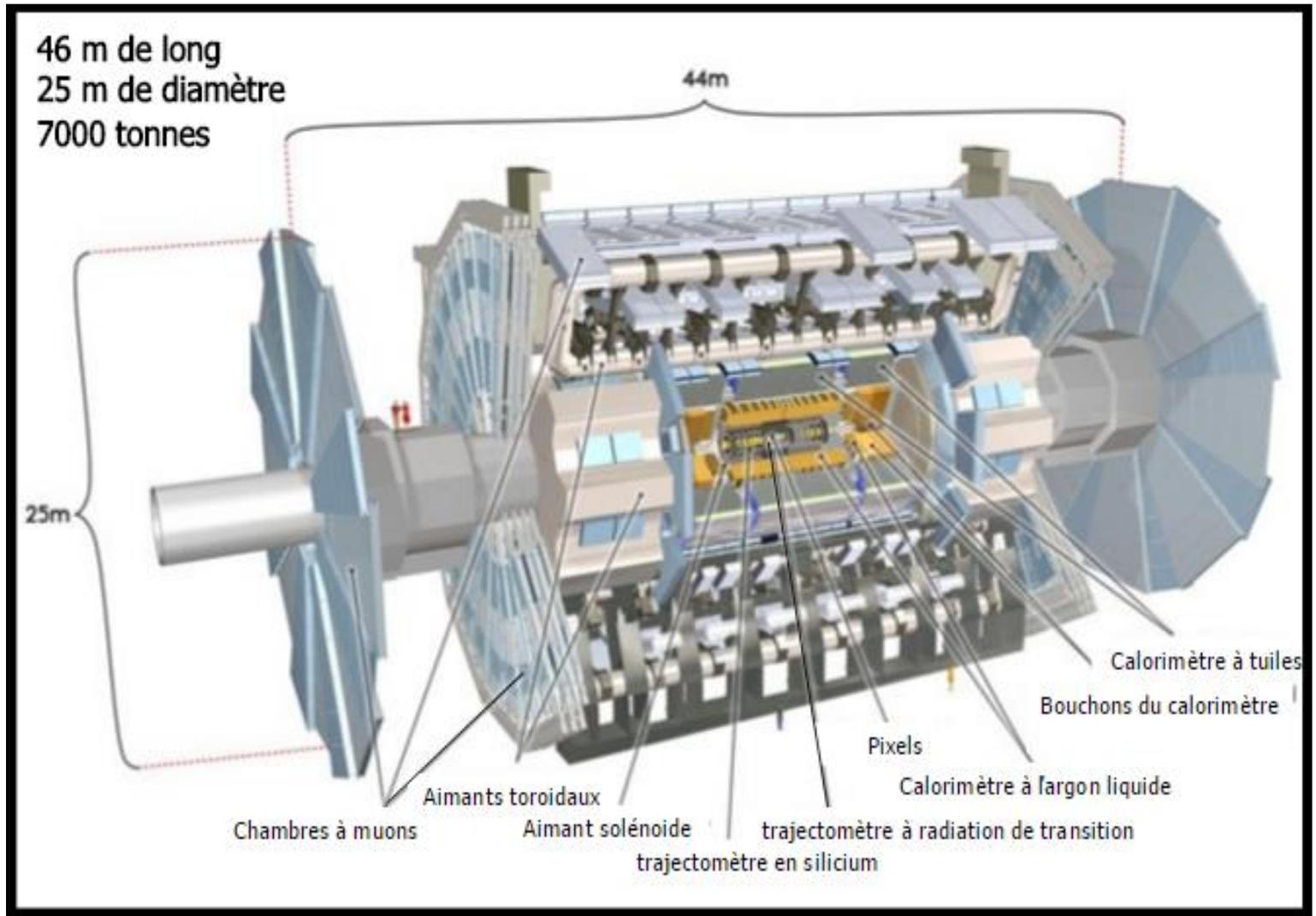
INTRODUCTION

- HIGGS & L'EXPÉRIENCE ATLAS
- I. DÉTECTEUR ATLAS
- II. DÉTECTION DES PARTICULES DANS LE DÉTECTEUR
- III. NOUVELLE PHYSIQUE AU-DELA DU MODEL STANDARD
- IV. HIGGS & SUSY
- V. UPPER CROSS SECTION LIMITS
- MVA RECONSTRUCTION
 - ✓ Truth Matching & Reconstruction
 - ✓ Analysis Introduction
 - ✓ Efficiency Plots
 - ✓ Reconstruction BDT
 - ✓ Summary
 - ✓ Perspectives

INTRODUCTION

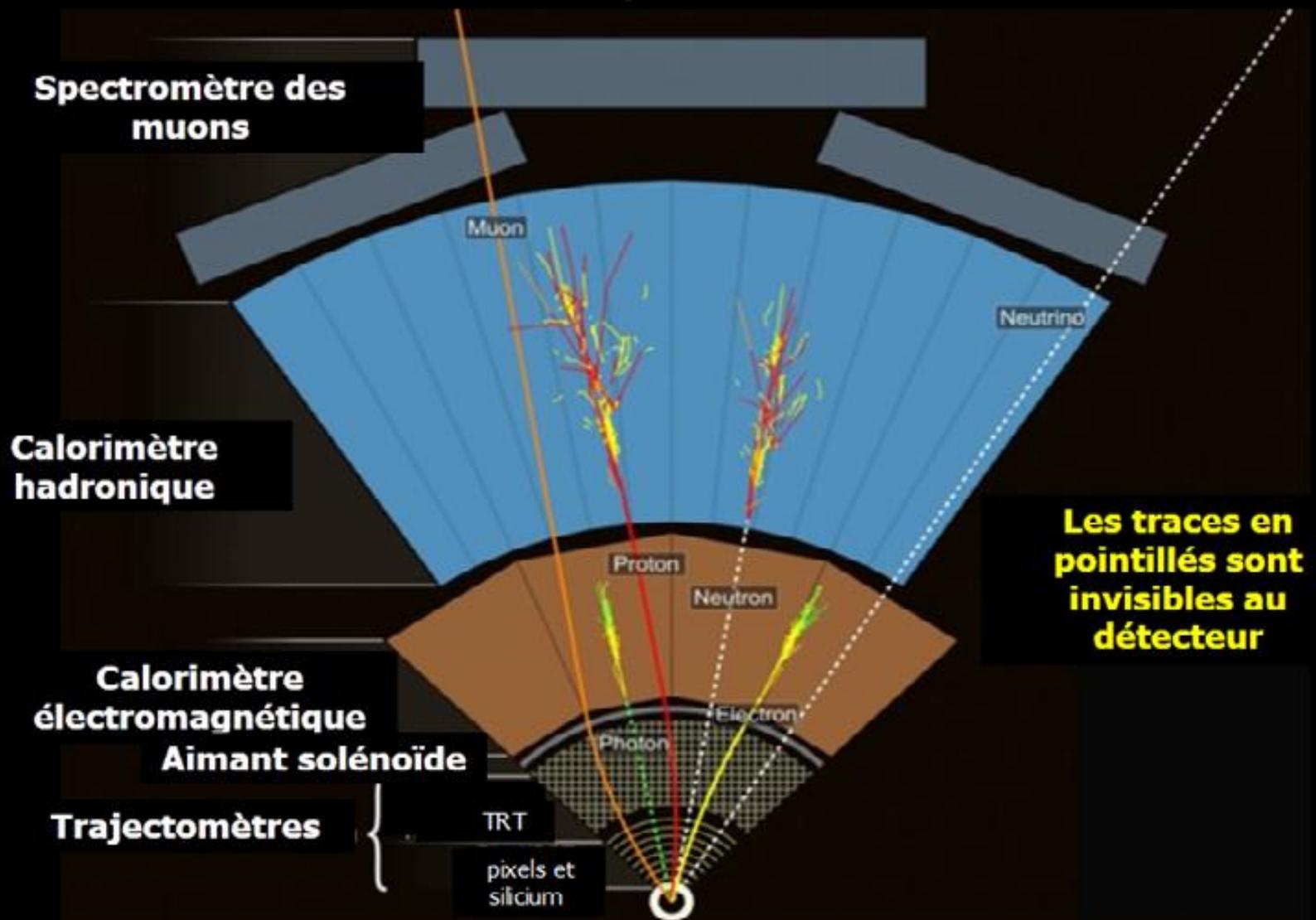


I. DÉTECTEUR ATLAS



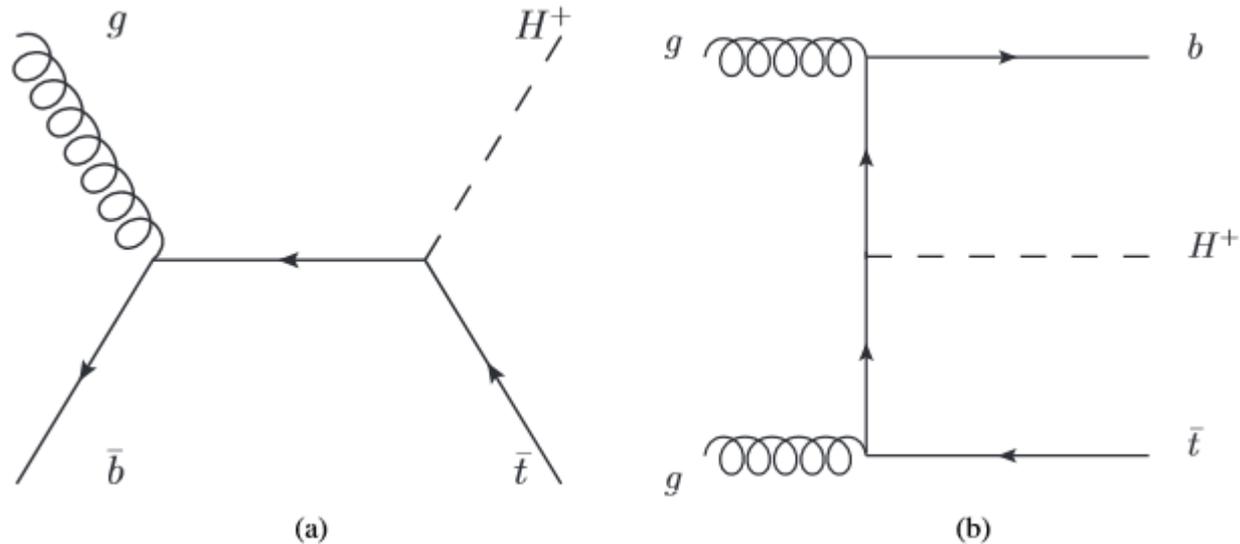
II. DÉTECTION DES PARTICULES DANS LE DÉTECTEUR

Détection des particules dans ATLAS



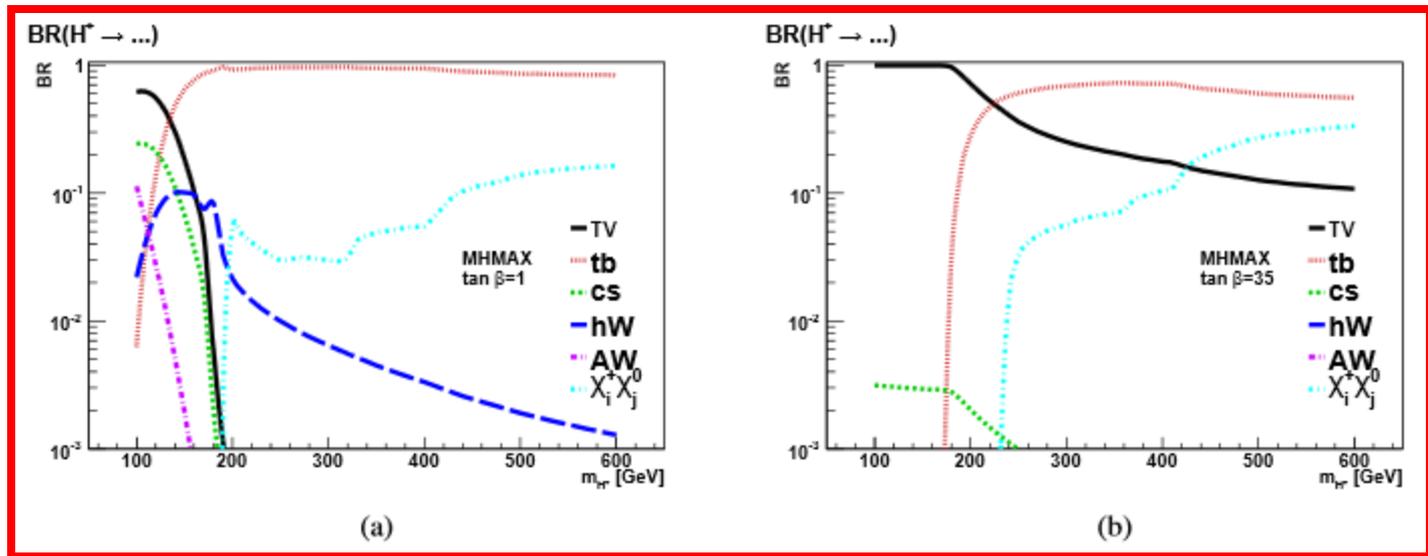
III. NOUVELLE PHYSIQUE AU-DELA DU MODEL STANDARD

Diagrammes de Feynman pour la production d'un boson lourd de Higgs ($m_{H^+} > m_{top}$) en association avec un quark top. Dans (a) le schéma à cinq saveurs (5FS) et dans (b) le schéma à quatre saveurs (4FS)



Aucun boson scalaire chargé n'existe dans le MS et presque tous les scénarios au-delà du Modèle Standard (BSM) contiennent une section de Higgs étendue avec au moins un ensemble de bosons chargés de Higgs, H^+ et H^- . Une découverte d'un boson scalaire chargé serait donc une indication très claire de nouveaux phénomènes physiques au-delà du MS. Les bosons de Higgs chargés sont prédits par de nombreuses théories de BSM, en particulier le modèle doublet de Higgs (2HDM) et les modèles contenant des triplets de Higgs.

III. NOUVELLE PHYSIQUE AU-DELA DU MODEL STANDARD



Dans le 2HDM, la production et la désintégration du boson de Higgs chargé dépendent de deux paramètres importants: $\tan \beta$, qui est le rapport des valeurs d'espérance de vide des deux doublets de Higgs, et α , qui est l'angle de mélange entre le CP-even Bosons de Higgs. Pour les bosons de Higgs chargés lourds ($m_{H^+} > m_{top}$) et dans la limite de $\cos(\beta - \alpha) \approx 0$, le mode de désintégration dominant est $H^+ \rightarrow tb$, la désintégration $H^+ \rightarrow \tau\nu$ étant importante pour certains scénarios et valeurs de $\tan \beta$. Des exemples de rapport de branchement de décroissance H^+ pour le scénario $MHMAX$ du MSSM sont donnés à la Fig. pour $\tan \beta = 1$ (figure (a)) et $\tan \beta = 35$ (figure (b)). Particulièrement pour les masses élevées et les $\tan \beta$ basses, la désintégration en tb domine.

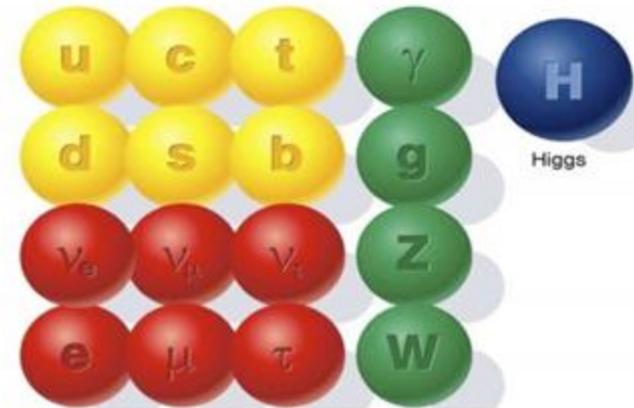
IV. HIGGS & SUSY

➤ La **SUperSYmétr**ie (SUSY) :

- Problème pour définir correctement la masse du Higgs
 - Solution : supersymétrie
- Symétrie entre particules de matière (fermions) et particules véhiculant les interactions (bosons)
 - Fermion \leftrightarrow Boson



Le mode connu des particules du Modèle Standard



- quarks
- leptons
- porteurs de forces

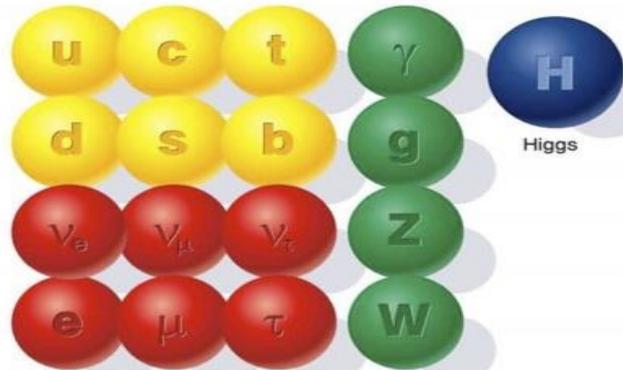
IV. HIGGS & SUSY

➤ La **SU**per**SY**métrie (SUSY) :

C'est l'un des scénarios les mieux motivés pour la physique au-delà du modèle standard se basant sur une symétrie entre les fermions et les bosons. Chaque particule du modèle standard a un partenaire super-symétrique dont le spin diffère de 1/2 unité par rapport à celui de son partenaire.

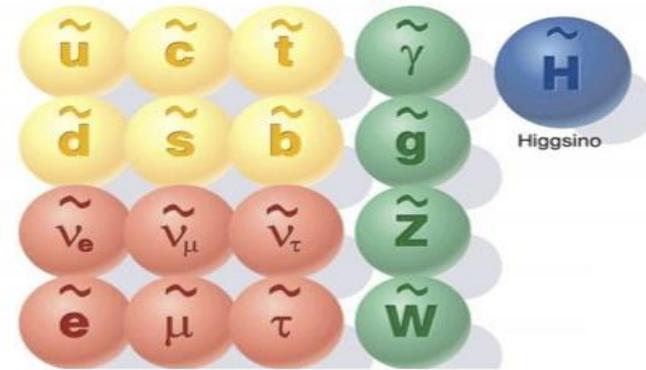


Le mode connu des particules du Modèle Standard



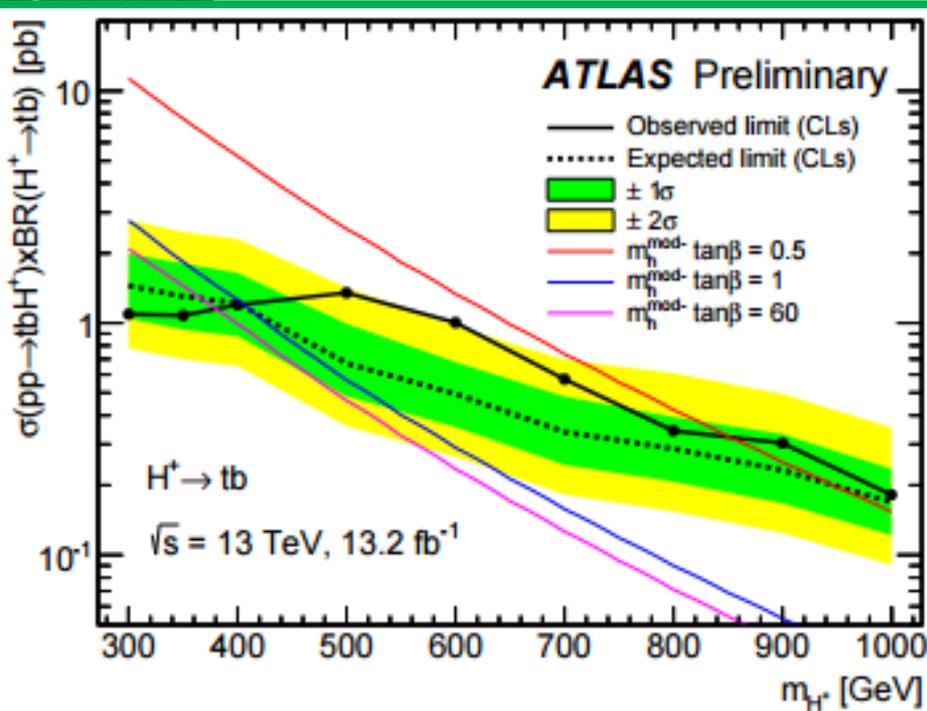
- quarks
- leptons
- porteurs de forces

Le monde hypothétique des particules supersymétriques



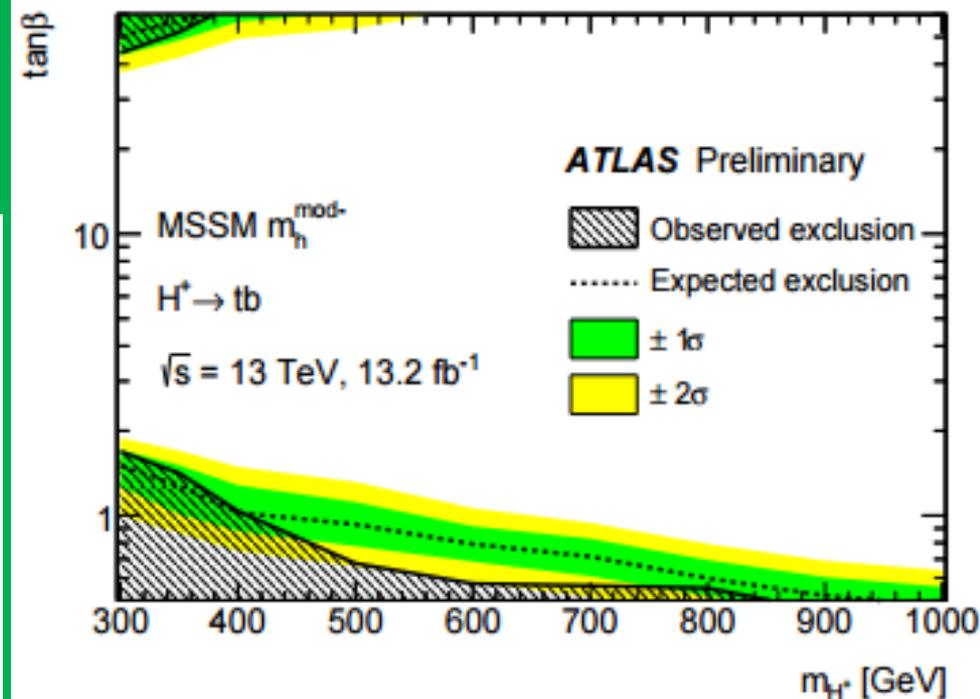
- squarks
- sleptons
- porteurs de forces de SUSY

V. UPPER CROSS SECTION LIMITS



Limites prévues et observées pour la production de $H^+ \rightarrow tb$ en association avec un quark top et un quark bottom, ainsi que des bandes pour les intervalles de confiance de 68% (en vert) et de 95% (en jaune).

Les limites attendues et observées sur $\tan\beta$ en fonction de m_{H^+} ainsi que les bandes pour les intervalles de confiance de 68% (en vert) et de 95% (en jaune) dans le scénario m_h^{mod-} du MSSM



Truth Matching & Reconstruction

- **Motivations :**

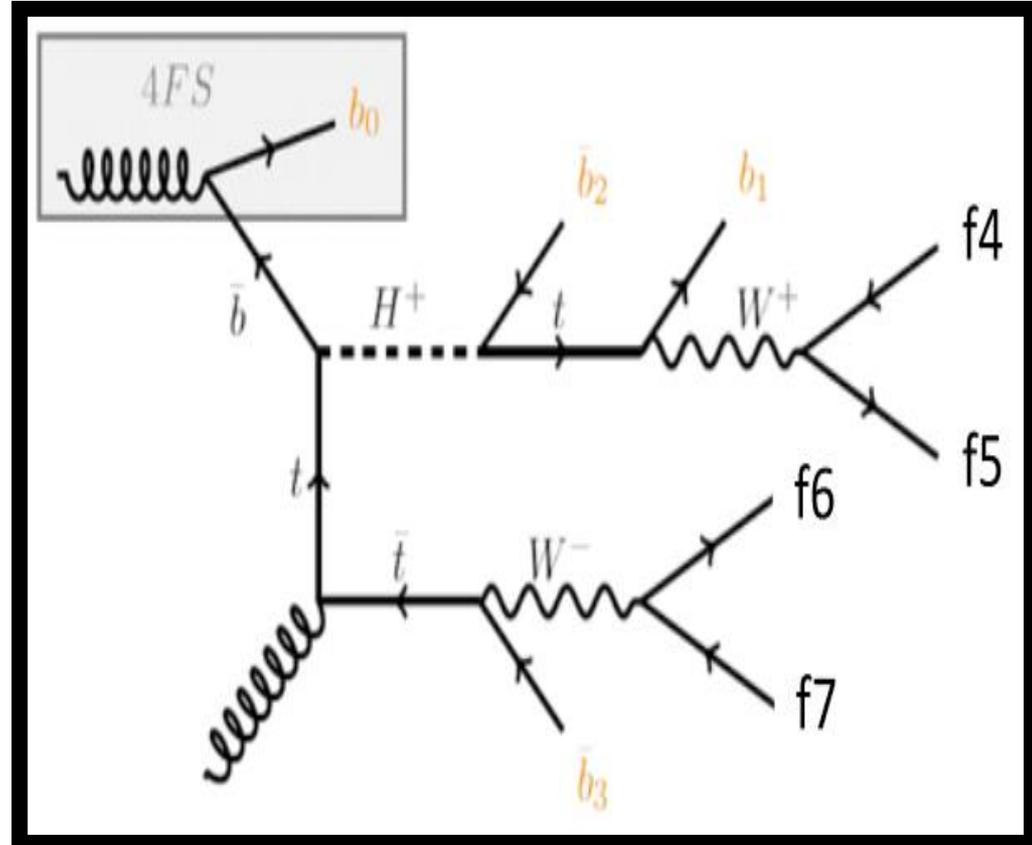
- La séparation du bruit de fond du signal est très difficile entre 200 – 400 GeV.
- Pour améliorer la faible sensibilité de masse, nous développons une reconstruction pour les événements du signal H^+ .
- Nous développons aussi une méthode similaire à celle de la RecoMVA dans le TTHbbLeptonic NTUPLE.
- Le BDT Train permet de séparer les vraies et fausses combinaisons jet-parton.
- Nous allons focaliser notre analyse sur « **le canal Dilepton** »

Truth Matching & Reconstruction

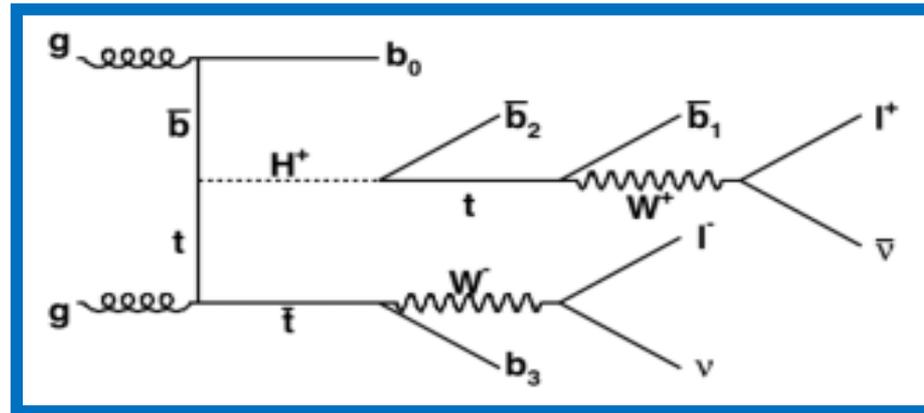
- 4 Jets, 2 Leptons

Nous avons **48** combinaisons possibles, dont **1** seul événement (combinaison) vrai et **47** autres combinaisons qui sont fausses.

$$2 \times 4! = 2 \times 24 = 48$$



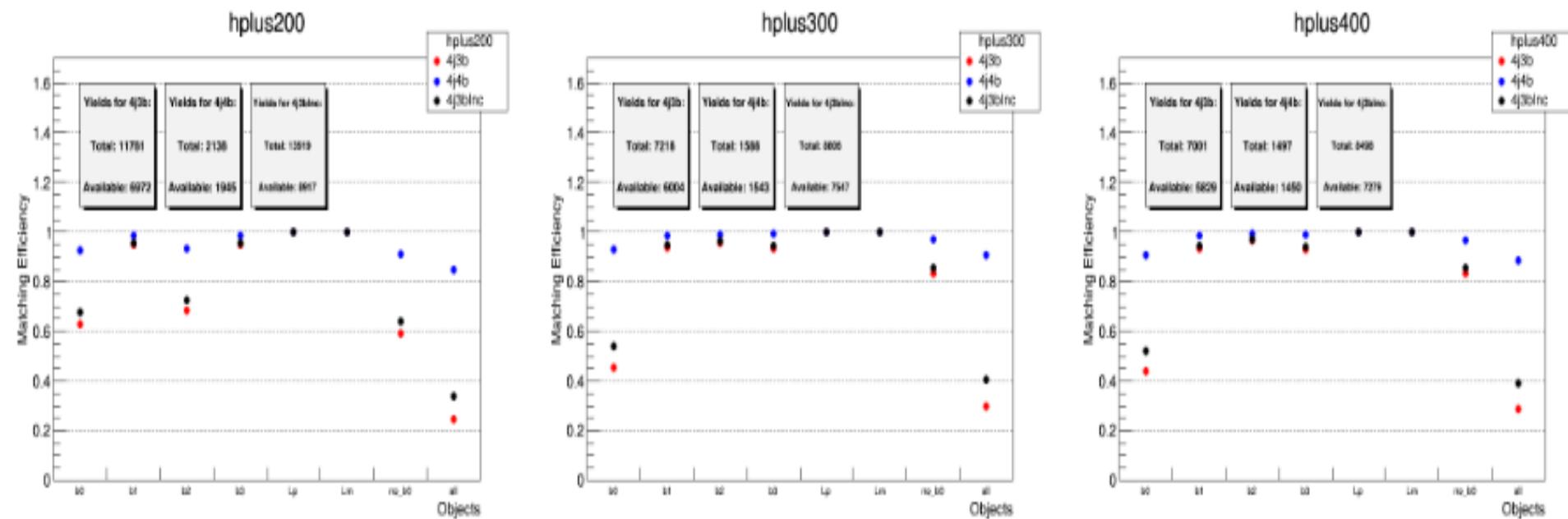
Analysis Introduction



- Using ICHEP setup, TTHbbLeptonic02-04-16-02
- Using H^+ signal samples, **200GeV~400GeV**
- Performed only in inclusive Dilepton **SR (≥ 4 jets, ≥ 3 b-tagged)**
- Signal: **Correct** jet-assignment | Bkg: **Wrong** jet-assignment
- Sum up ee, mumu and emu channels. -> Only considering about lepton's charge!
- Remove events with fake leptons.
- Remove events with **$W^- \rightarrow t\bar{t} \rightarrow e(\mu) + \nu + \bar{\nu}$**

Efficiency Plots

- Total: all events in the region
- Avail: events that b1,b2,b3 are matched

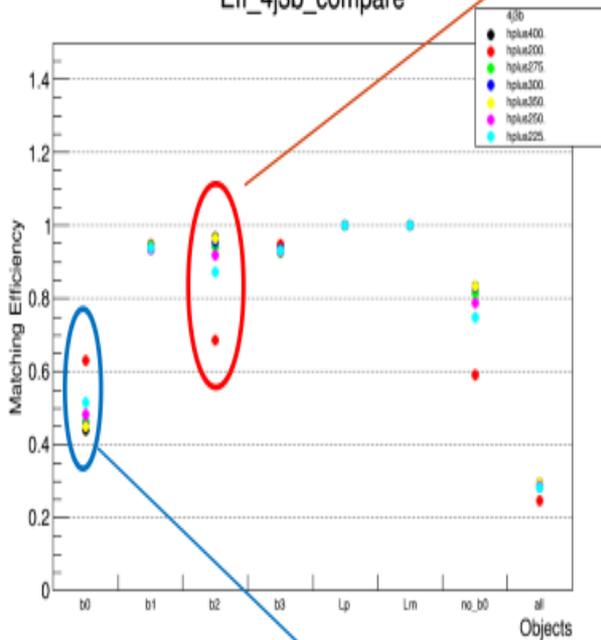


- Statistics is still a big problem, ~8k events for each mass-point.
- Lepton matching efficiency is 100%, as expected.

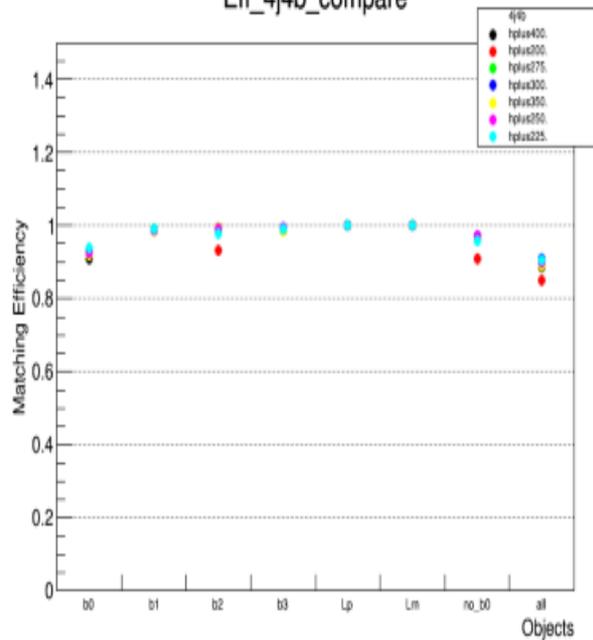
Efficiency Plots

Why is Hplus200 so different, even compare with Hplus225?

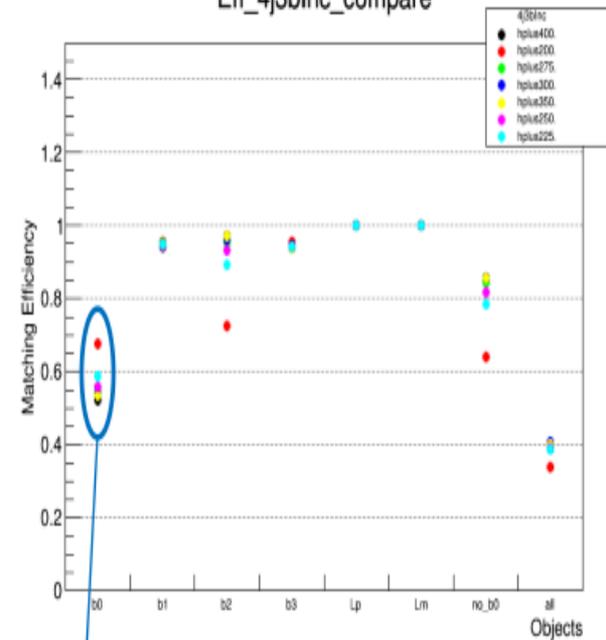
Eff_4j3b_compare



Eff_4j4b_compare



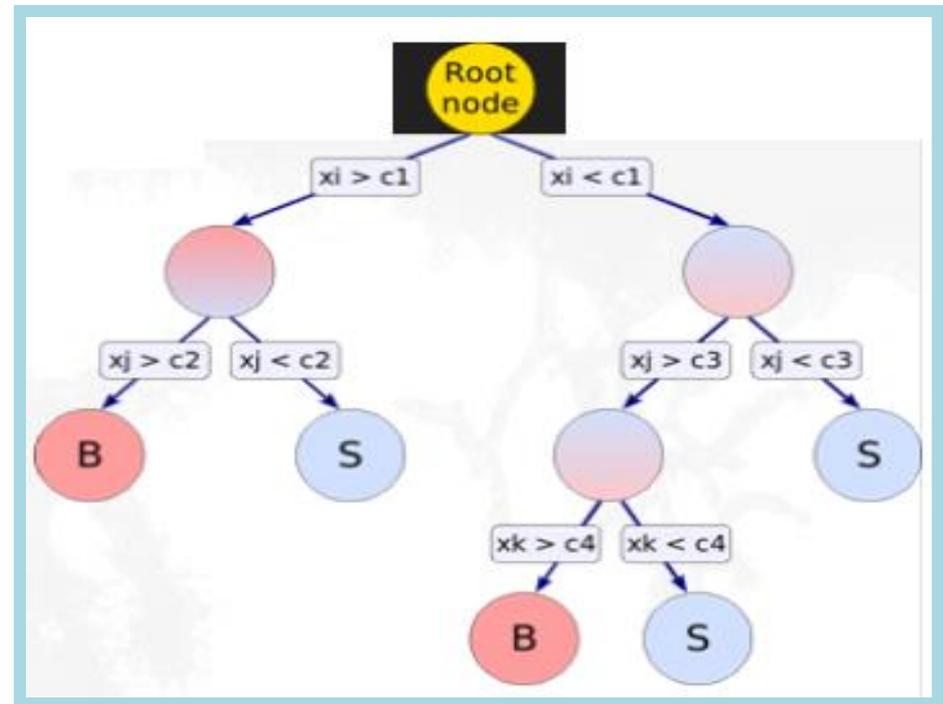
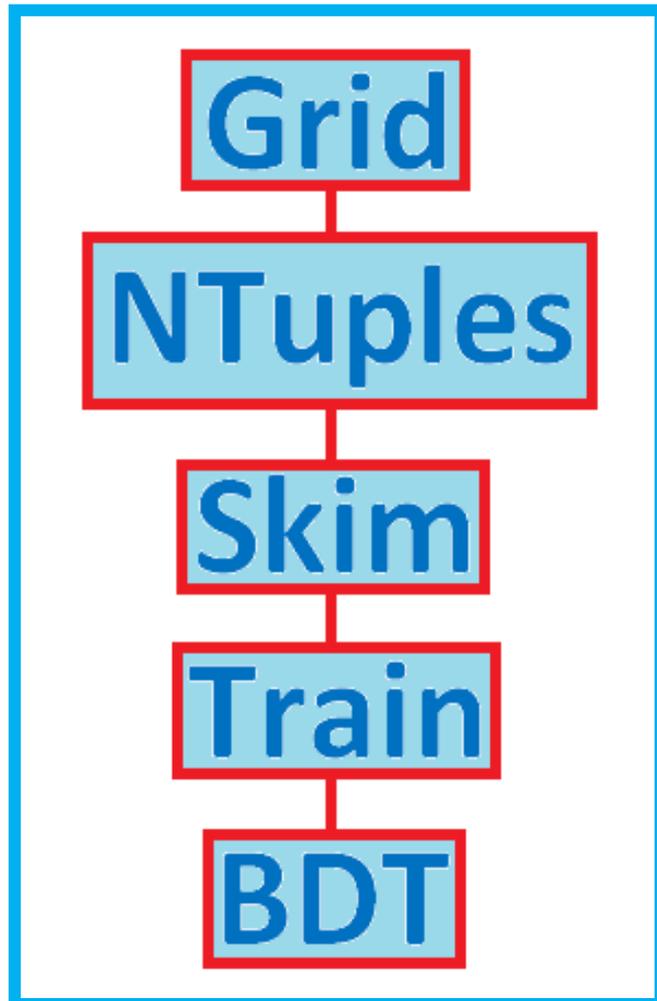
Eff_4j3blnc_compare



B0 is often missed, will drop it and go on with b1, b2, b3!

Reconstruction BDT

Boosted Decision Tree



Sequential application of cuts splits the data into nodes, where the final nodes (leaves) classify an event as signal or background.

Reconstruction BDT

- Build input variables based on reconstructed objects.
- Treatment of MET (neutrinos): define two “Pseudo neutrino”, each one has half of MET.
- All variables using “Pseudo neutrino” will have a prefix “Pse”.
- Use a uniform random number to control “train” and “test”.
- BDT setup:

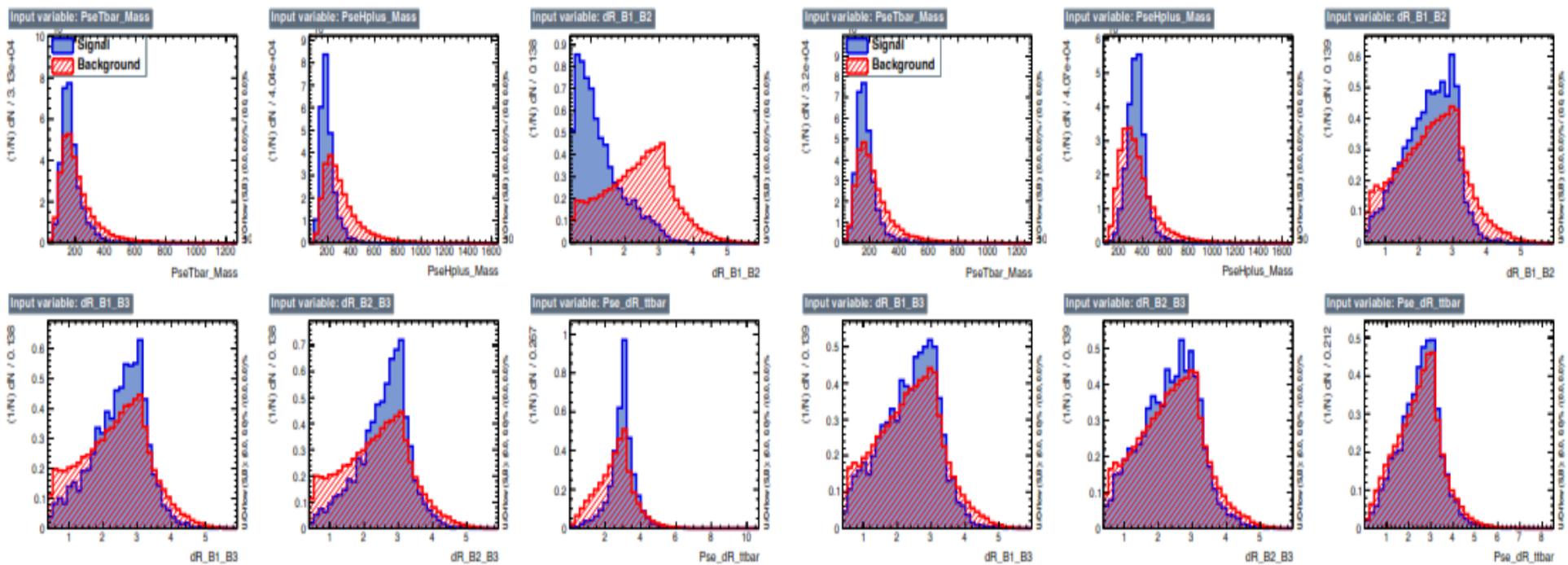
NTrees=**500**
BoostType=Grad
Shrinkage=**0.1**
UseBaggedBoost
GradBaggingFraction=**0.5**
nCuts=**20**
MaxDepth=**3**

Signal: Right Combination

Background: Wrong Combination

Reconstruction BDT

- Reconstruction BDT 200GeV VS 400GeV



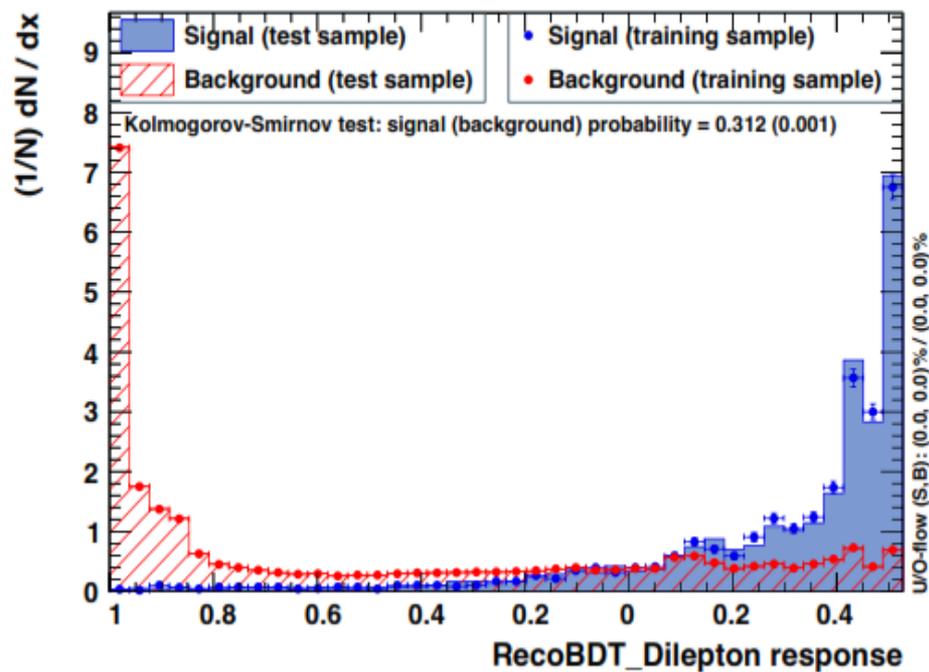
200GeV

400GeV

Reconstruction BDT

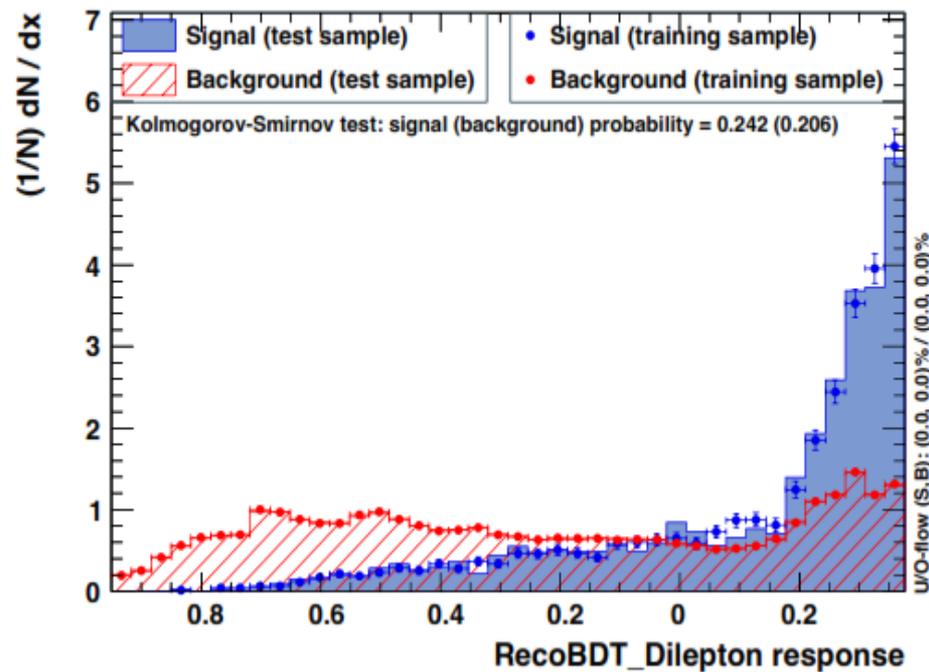
- Reconstruction BDT 200GeV VS 400GeV

TMVA overtraining check for classifier: RecoBDT_Dilepton



200GeV

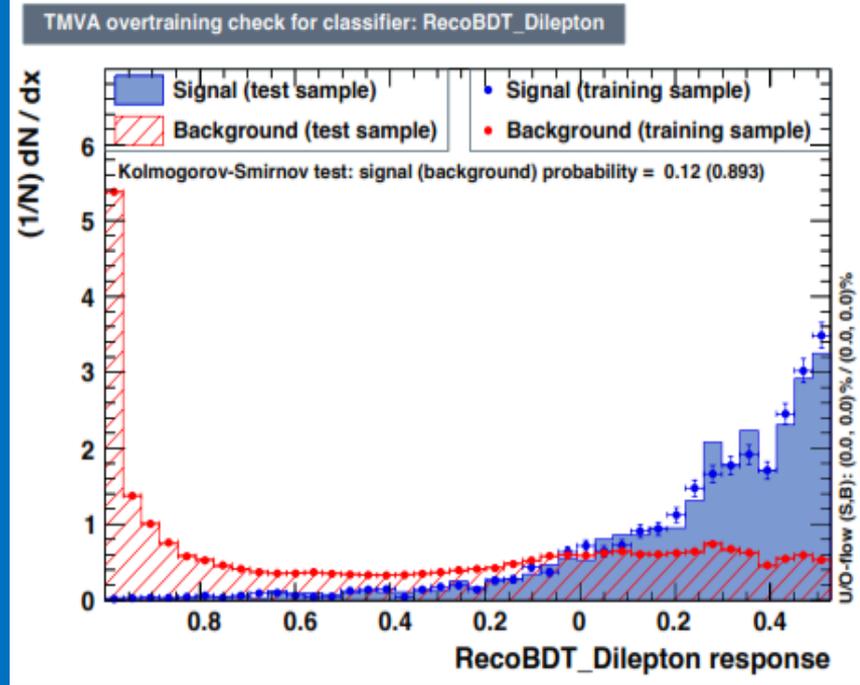
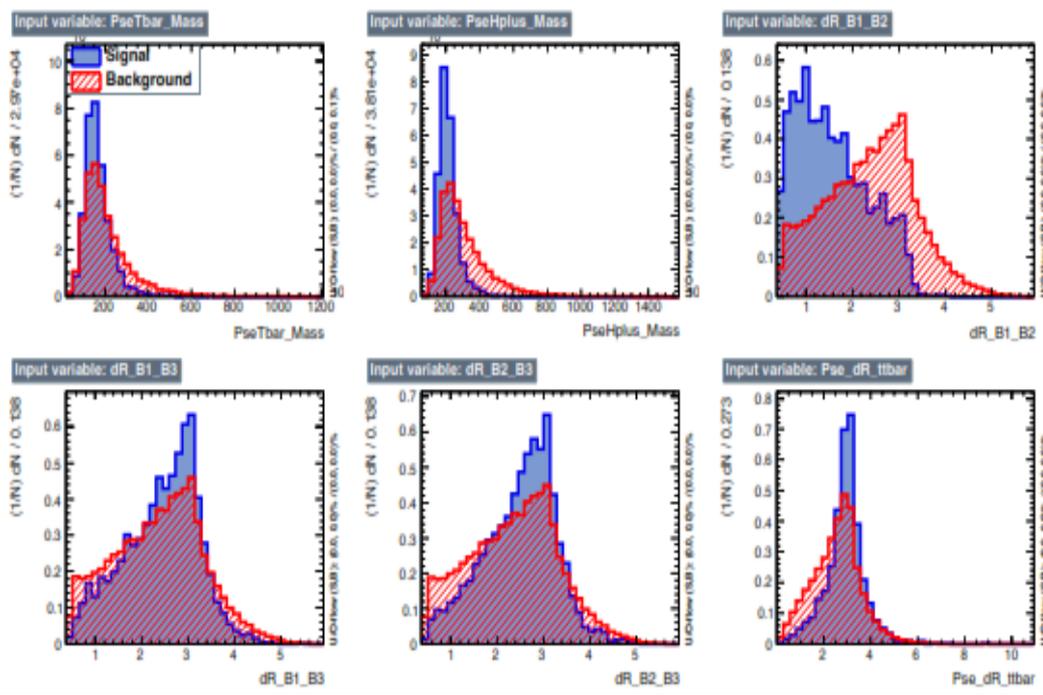
TMVA overtraining check for classifier: RecoBDT_Dilepton



400GeV

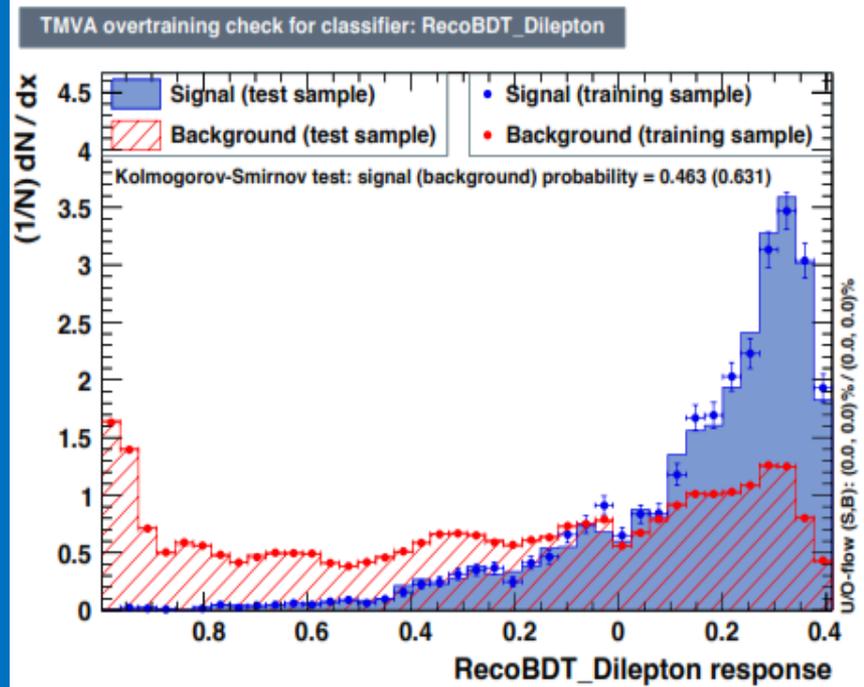
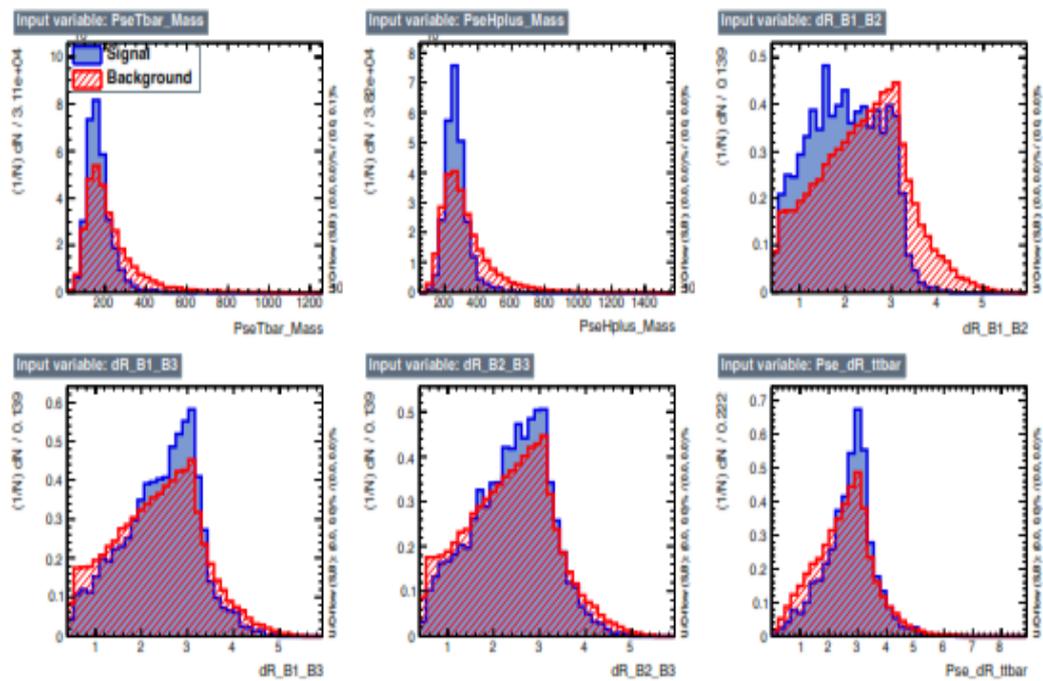
Reconstruction BDT

- Reconstruction BDT 225GeV



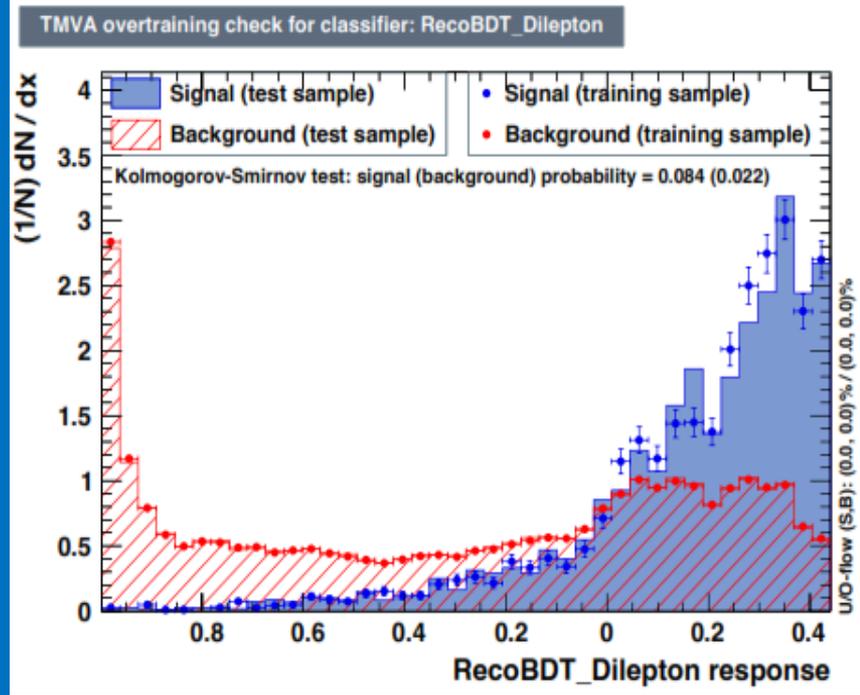
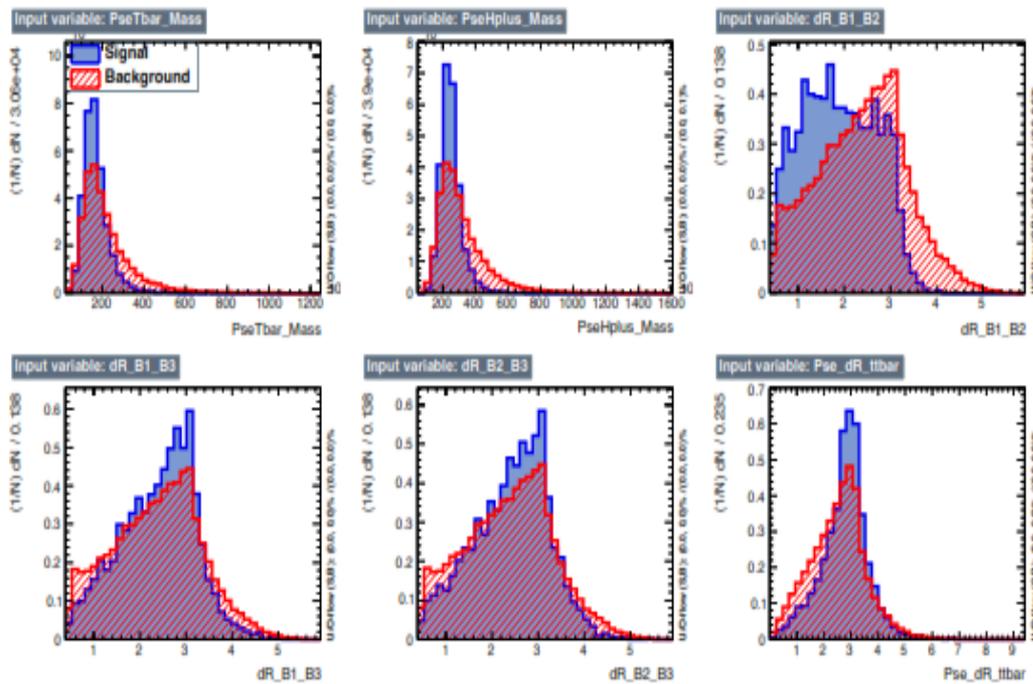
Reconstruction BDT

- Reconstruction BDT 250GeV



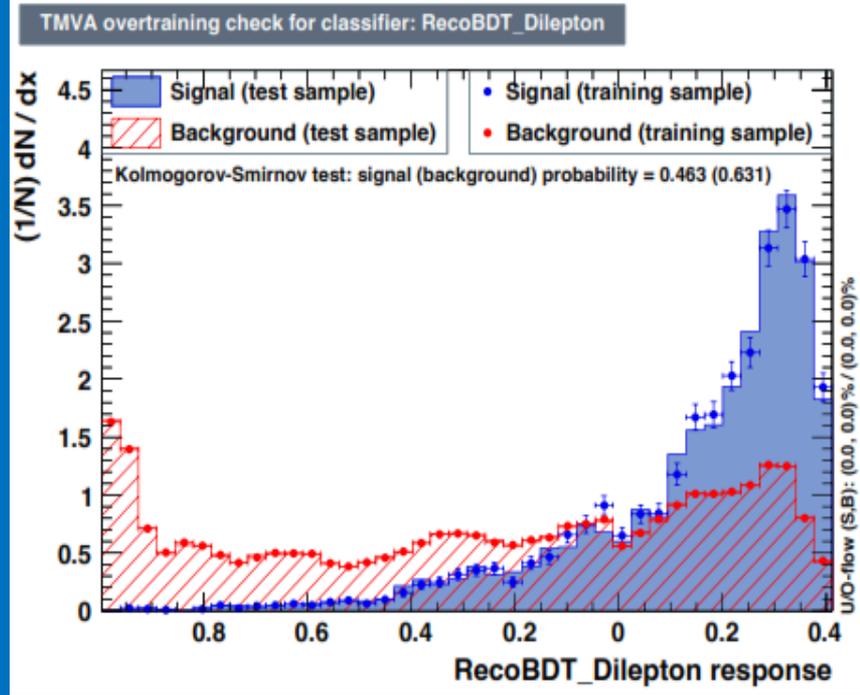
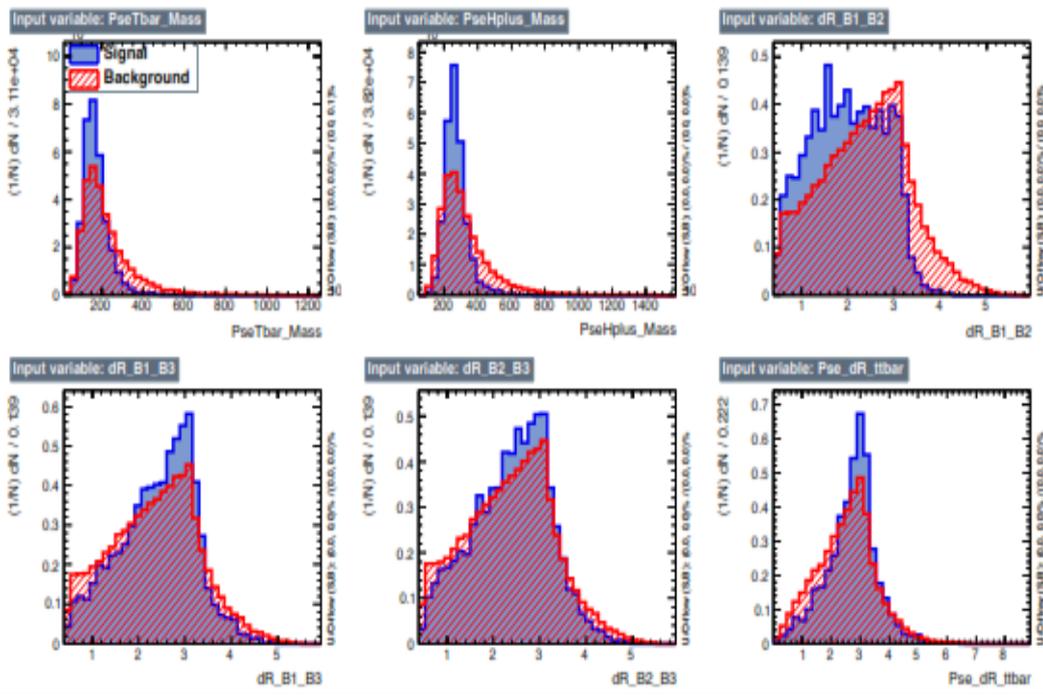
Reconstruction BDT

- Reconstruction BDT 275GeV



Reconstruction BDT

- Reconstruction BDT 300GeV



Summary

- First result of RecoBDT in Dilepton channel.
- Result seems promising.
- Need more statistics to test the BDT.
- Lower mass point shows better separation:
 - ✓ Try to find more variables.
 - ✓ Optimization of BDT parameters.
- Study $t\bar{t}$ background.

Perspectives

- Révision des variables d'entrée BDT.
 - Meilleures statistiques >> classement plus fiable.
 - Le classement est différent dans chaque SR, du coup on doit déterminer laquelle doit être utilisée.
 - Les variables de masse du jet semblent bonnes mais inutilisables du fait que l'étalonnage est manquant.
 - TMVA travaille sur une nouvelle façon de choisir les meilleures variables BDT.
 - Former les BDT en 3SR
 - Approche pour les dileptons.
- Incorporer de nouvelles choses : Reconstruction de masse, B-tagging, ...



MERCI **P**OUR
VOTRE
ATTENTION