

Mesure de la section efficace de la production  $t\bar{t}$   
et ‘**commissioning**’ du détecteur à **pixels** auprès  
de l’expérience **ATLAS** au **CERN**

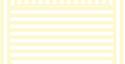
**Sahar Aoun**

Dirigée par Mossadek Talby et Lorenzo Feligioni

Centre de Physique des Particules de  
Marseille

**Le 2 Juin 2009**

Séminaire des doctorants en première année de thèse



# Plan

- Phénoménologie du quark **top** du **Modèle Standard**.
- Le **LHC**
- Le détecteur généraliste **ATLAS**
- Mesure de la section efficace  **$t\bar{t}$**  dans **ATLAS**
- Le détecteur à **pixels**
- **Commissioning** du détecteur à pixels

# Le quark *Top*

- Le quark top est le dernier quark du Modèle Standard qui a été découvert en 1995 au Tevatron.
- Il est le plus lourd de toutes les particules élémentaires connues.
- La production  $t\bar{t}$  constitue un bruit de fond important et parfois irréductible pour d'autres signaux.
- Une très bonne maîtrise du signal  $t\bar{t}$  expérimental est donc indispensable pour parvenir à une découverte

sa durée de vie très courte  
 Largeur de désintégration = 1.5 GeV →  
 durée de vie =  $0.4 \times 10^{-24}$  s  
 < temps typique de l'hadronisation =  $3 \times 10^{-24}$ .

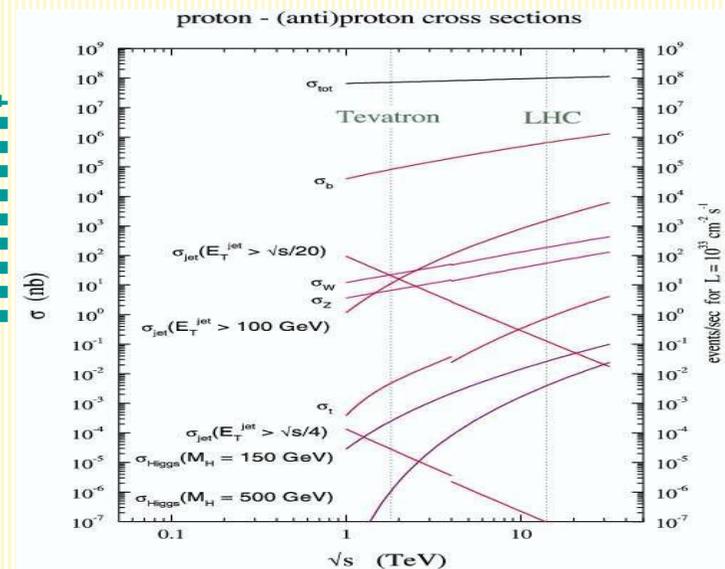
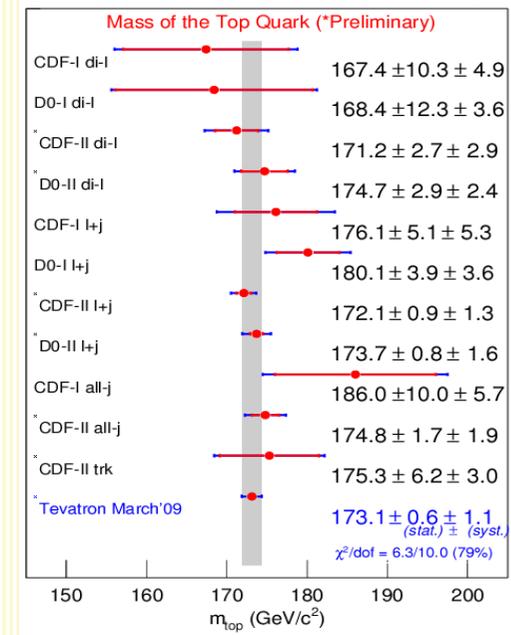
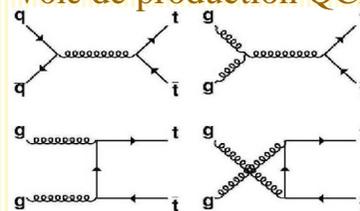
Le seul quark qui se désintègre à l'état libre

Le LHC avec une énergie de 14 TeV au centre de masse sera une usine à top pour des mesures de précisions

La production du quark top par interaction forte domine dans les collisionneurs hadroniques

Luminosité =  $10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$   
 $\sigma_{\text{LHC}} (pp \rightarrow t\bar{t}) \sim 833 \text{ pb} \Rightarrow \sim 1 \text{ Hz}$

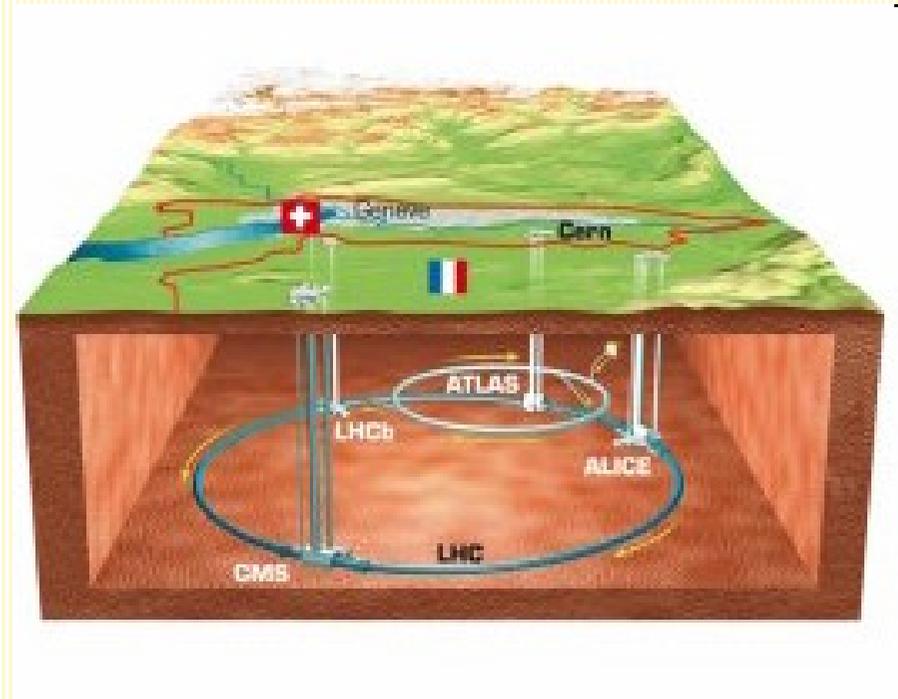
Voie de production QCD



# Le Grand collisionneur de hadrons: le LHC

- Circonférence de l'accélérateur 27 km
- Energie d'injection 450 GeV
- Energie au centre de masse de 14 TeV
- Intervalle entre deux croisements 25ns
- Nombre des protons par paquet  $10^{11}$
- Luminosité après 3 ans de fonctionnement  $10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- Le LHC entre en fonctionnement en **automne 2009** et il sera le **plus puissant** accélérateur de particules dans le monde
- **Luminosité de démarrage:**  $[10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}, 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}]$

p  $\xrightarrow{14 \text{ TeV}}$  p

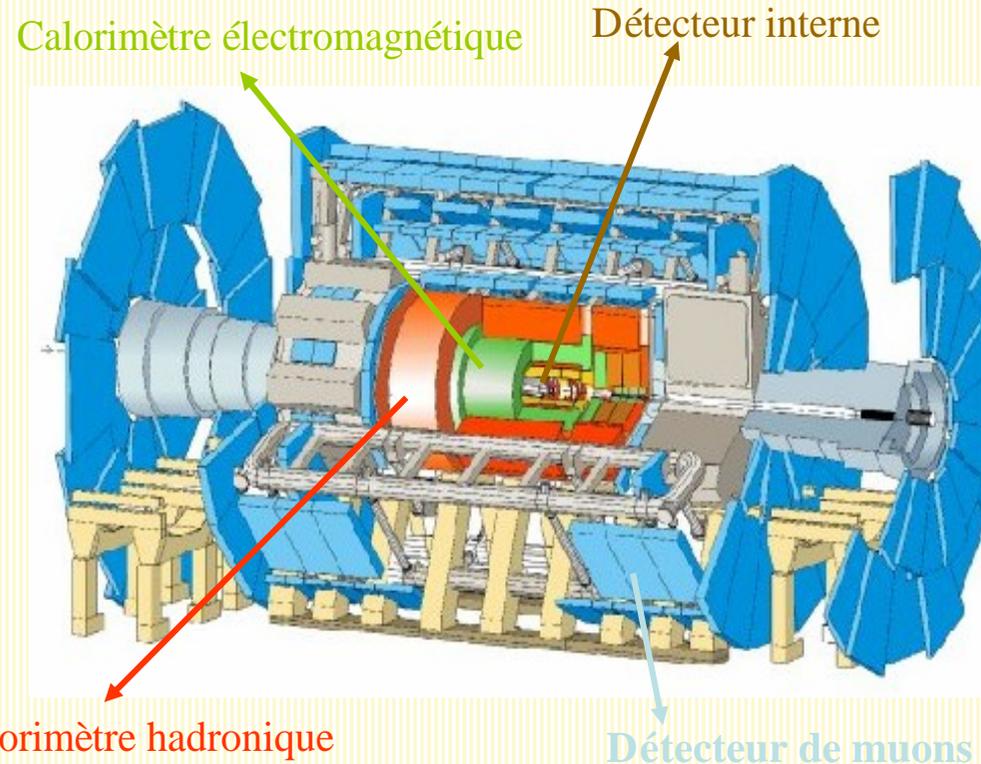


# Atlas

- **Dimensions** : 46 mètres de long et 25 mètres de haut
- ATLAS est le plus grand détecteur jamais construit
- **Poids** : 7000 tonnes

## Composé de plusieurs sous-détecteurs

- **Le détecteur interne**
  - Déterminer les trajectoires des particules chargées
- **Le calorimètre électromagnétique**
  - Mesurer l'énergie des photons et des électrons
- **Le calorimètre hadronique**
  - Mesurer l'énergie des hadrons
- **Les chambres à muons**



## Tâche de l'expérience:

- Mesure de précisions du **Modèle Standard**
- Découvrir le boson de **Higgs**
- Recherche de la **nouvelle physique**

# Section efficace $t\bar{t}$ dans Atlas

**Canal hadronique:  $t\bar{t} \rightarrow qqb\ qqb$ .**  
Souffre d'un **grand** bruit de fond **QCD**

**Canal dileptonique:  $t\bar{t} \rightarrow l\nu b\ b\nu l$ .**  
Souffre d'un **faible** rapport d'**embranchement**

**Canal semileptonique:  $t\bar{t} \rightarrow qqb\ l\nu b$ .**  
Constitue un bon **compromis** entre un bruit de fond faible et une statistique suffisante

## Analyse $t\bar{t}$ avec b-tagging

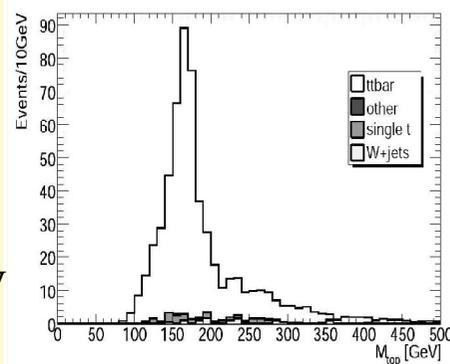
**Meilleure** sensibilité au **signal**  $t\bar{t}$  après le **b-tagging**

S/B = 5.8

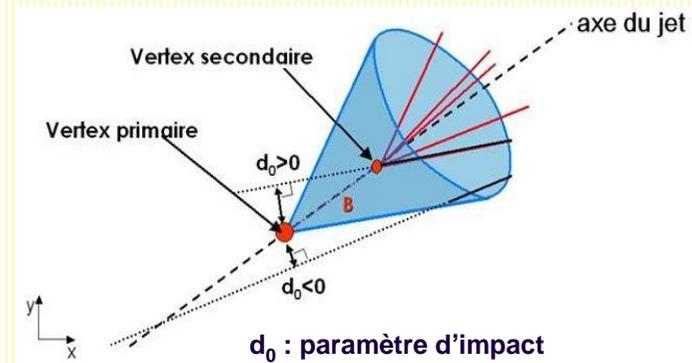
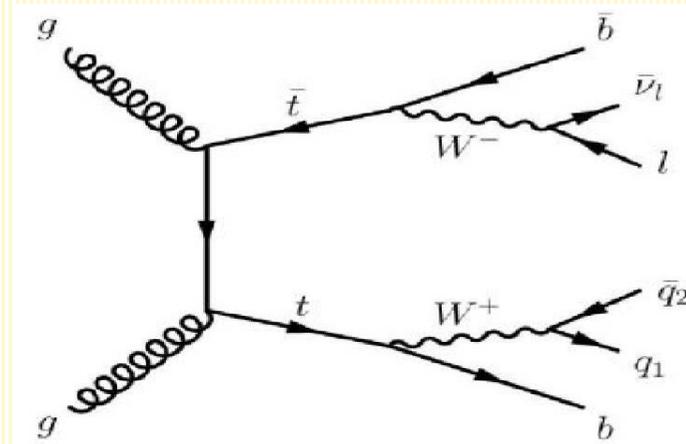


S/B = 21.6

- **Deux jets étiquetés b**
- **lepton = électron**
- Un lepton avec  $p_T > 20$  GeV.
- **Energie manquante**  $> 20$  GeV.
- Au moins **4 jets** avec  $p_T > 20$  GeV



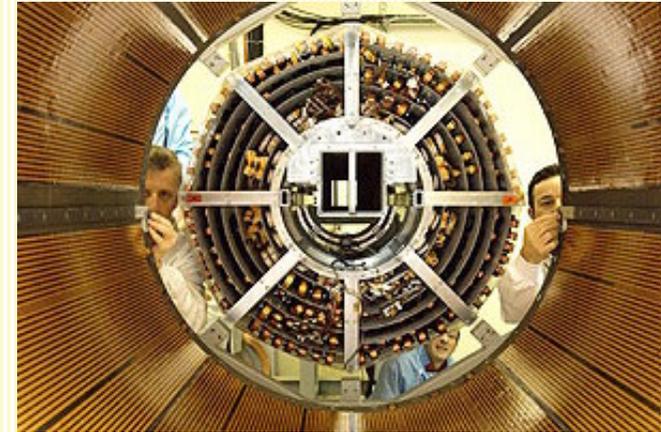
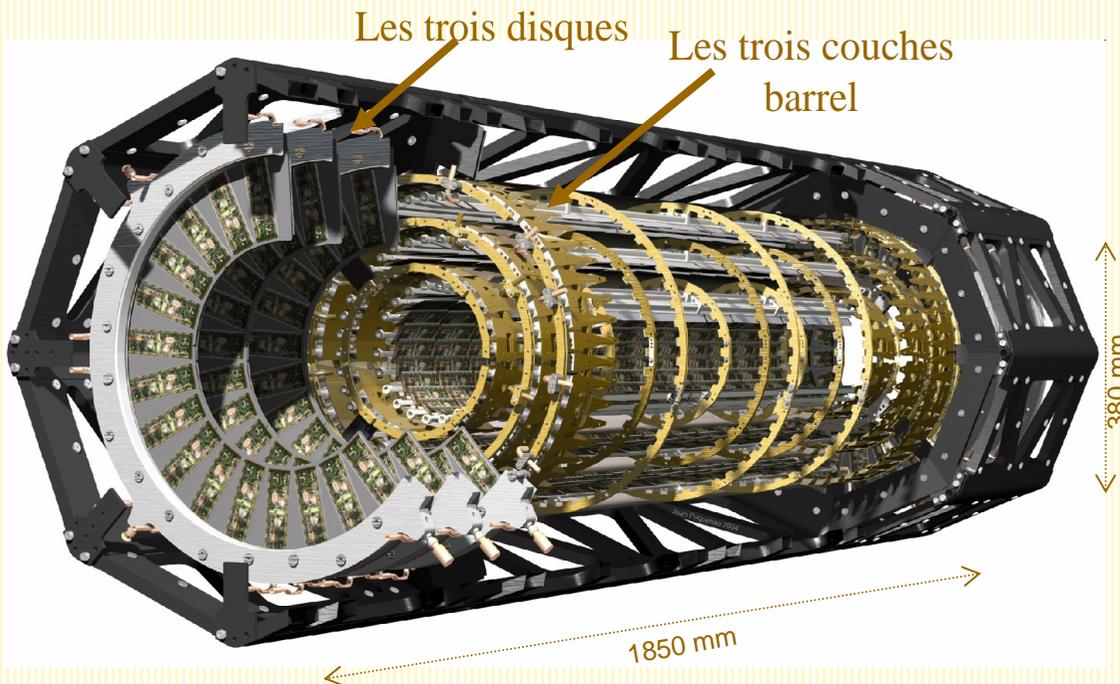
Désintégration  $t\bar{t}$  dans le canal semileptonique



Très bonne **résolution** sur le paramètre **d'impact** dans le détecteur à pixels  
 $P_t(\text{trace}) = 5\text{ GeV} \Rightarrow \sigma(d_0) = 40 \mu\text{m}$

# Le détecteur a pixels

- ❖ Le détecteur a pixels est le composant de l'expérience ATLAS, localisé au plus **proche** du point de **collision**.
- ❖ Contient **80 millions** de pixels en **silicium**
- ❖ Composé de trois sections
  - ❖ Section **barrel** et deux sections **disques** opposés et identiques
  - ❖ Chaque section est formée de **trois couches**



- ❖ L'élément le plus basique du détecteur à pixels est le **module**

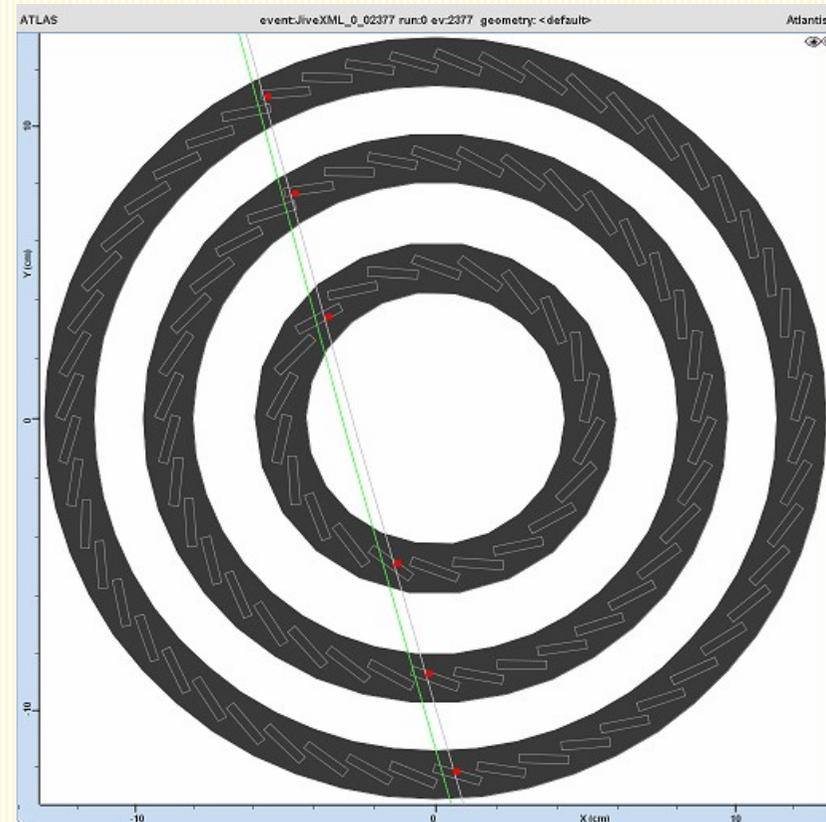
- ❖ **1744** modules
- ❖ Composé de **16 FEC** (front-end chips)
- ❖ Assure que chaque pixel soit lié à sa propre **électronique** de lecture



# Analyse des *pixels*

- Je participe au **commissioning** des pixels avec les rayons **cosmiques**.
- Le but principale de cette étude est
  - d'**améliorer** les **simulations MC** du détecteur a pixels
- Plan de l'analyse:
  - Mesure de **l'angle de Lorentz** .
  - Analyse du **clustering** en fonction de la valeur du **seuil** appliqué au pixels
- Sélection des **traces**
  - Traces qui passent dans le **barrel** du détecteur a pixels
  - Pour assurer la **qualité** des muons reconstruits on demande au moins **trois hits** dans le détecteur a pixels

Une trace de **muons cosmiques** qui **traverse les trois couches** du **barrel** dans le détecteur a pixels



# Mesure de l'angle de Lorentz

**B = 2 Tesla**

Les particules **chargées** se déplacent à travers les modules de pixels en formant un angle  $\theta$  avec le champ électrique

$\theta_L =$  **Angle de Lorentz**

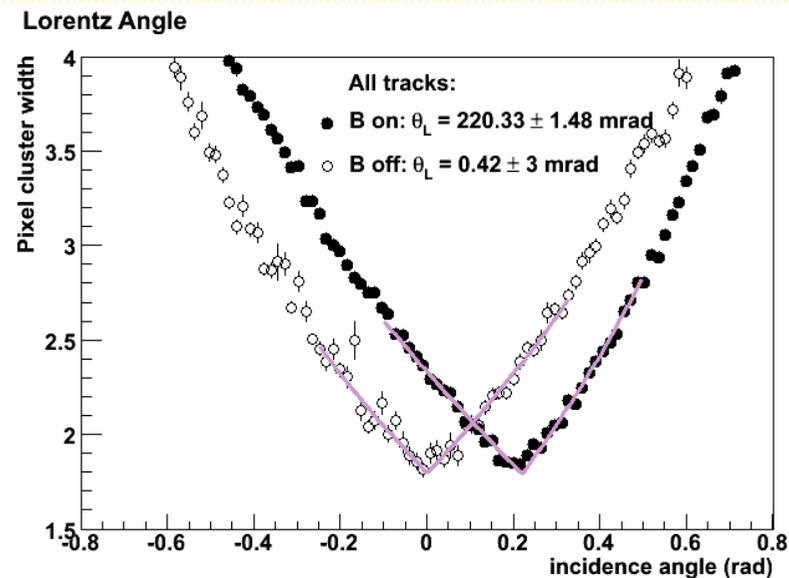
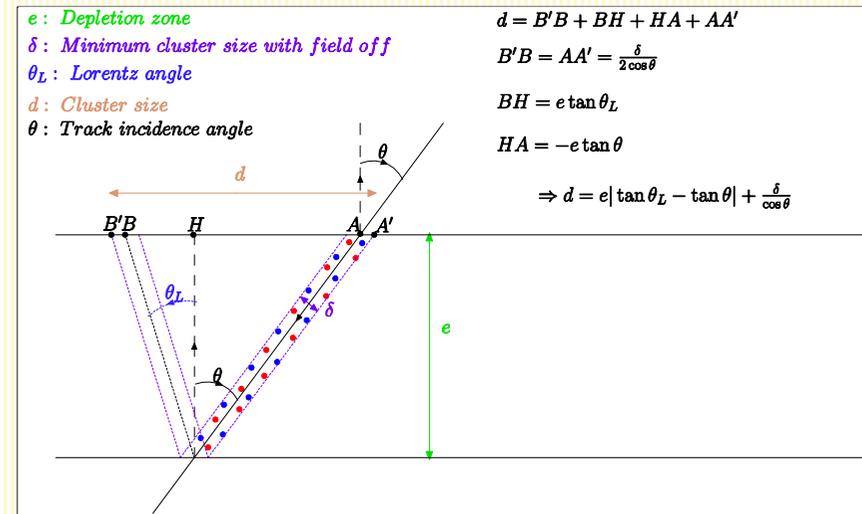
La **taille du cluster** minimale correspond à un angle d'incidence égale l'angle de Lorentz

Fonction du Fit

$$d = e \cdot |\tan \theta_L - \tan \theta| + \delta / \cos \theta$$

$$\theta_{L \text{ mesuré}} = 220 \text{ mrad}$$

Valeur **théorique**  $\theta_L = 224 \text{ mrad}$  (150V – 2T)



# Analyse du clustering en fonction du seuil

❖ Pour les particules ayant un grand angle d'incidence, les pixels touchés dans les clusters peuvent avoir une charge plus petite que le seuil et causer la cassure de ces clusters.

❖ Le nombre de clusters cassés augmente avec la valeur du seuil appliqué sur la charge collectée par chaque pixel.

❖ Ces cassures influencent non seulement la taille des clusters mais aussi leurs charges totales et leurs positions.

❖ En utilisant les simulations MC cet effet peut être mis en évidence:

❖ Lot de muons cosmiques produit avec un petit seuil de 1000e

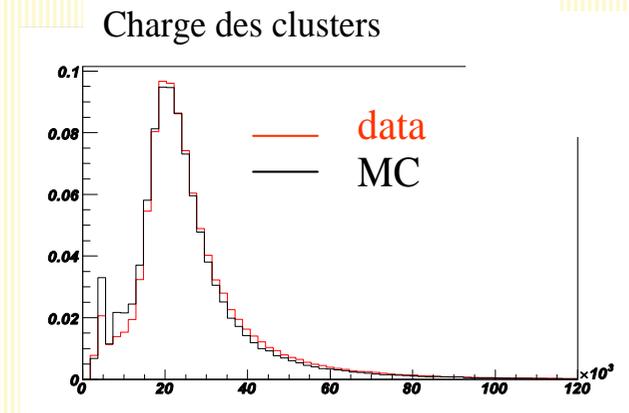
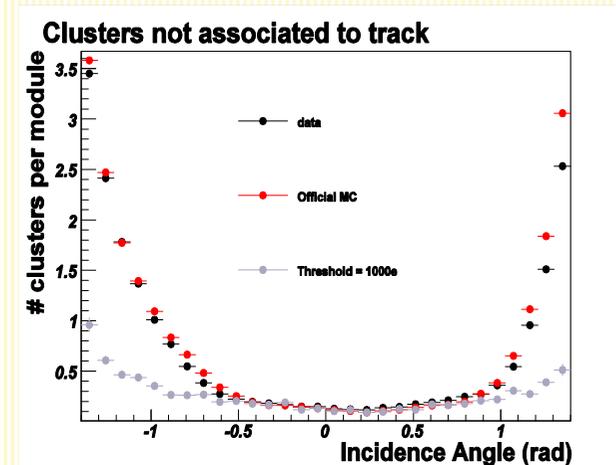
❖ Appliquer un "Threshold Scan" avec un pas de 500e

❖ Je considère seulement les clusters unidimensionnels (avec 1 seul pixel le long de l'axe Z)

❖ Cette étude avec le MC permet:

❖ D'évaluer les effets du seuil appliqué sur la clustering en balayant toutes les étapes avant d'arriver au seuil appliqué dans le MC officiel.

❖ D'améliorer les données en appliquant le meilleur Seuil.

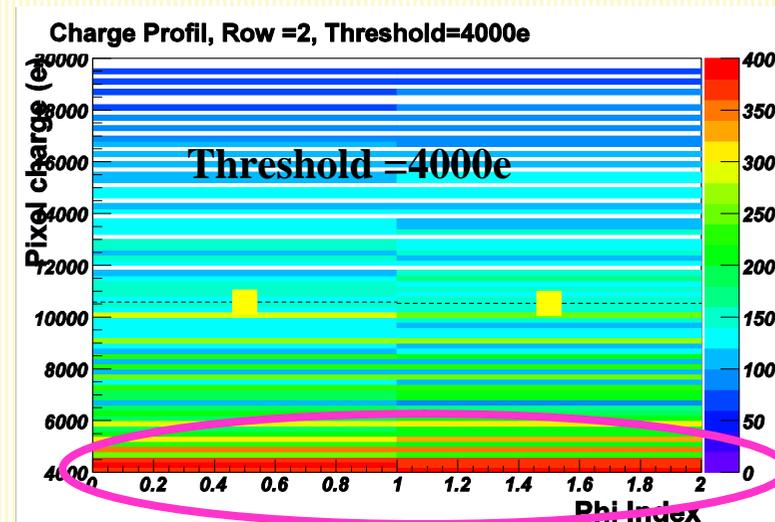
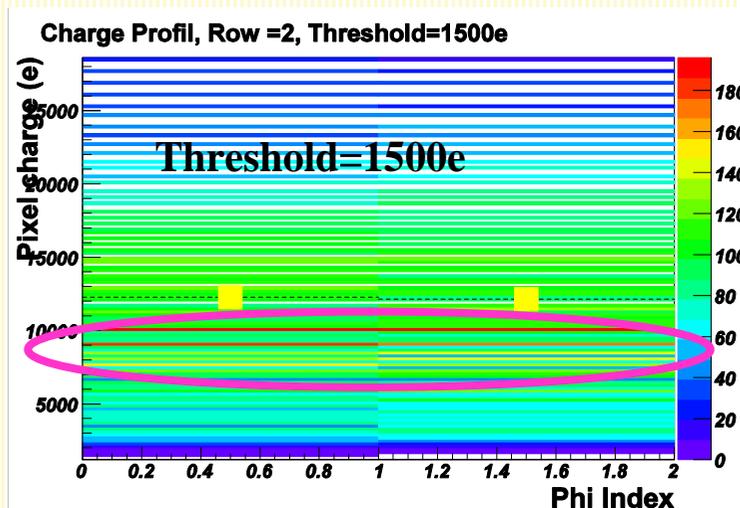
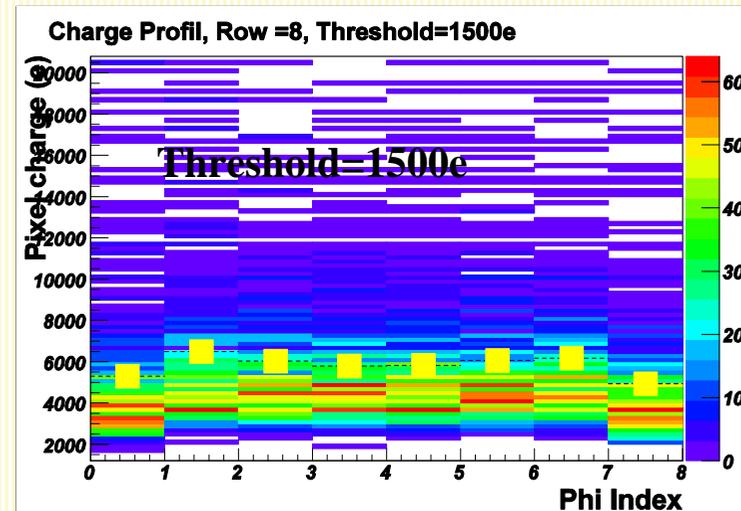


- Les MC ne reproduisent pas les données
- Le seuil contrôle le nombre des clusters dans le module
- En utilisant le MC avec un seuil très bas, on peut contrôler cet effet

# Profil de la charge

❖ En passant au **petit seuil**, les **grands clusters** se **cassent** et **rejoignent** la **famille** des **petits clusters**.

❖ **Excès** en clusters ayant un **petit dépôt** de charges dans les **pixel**

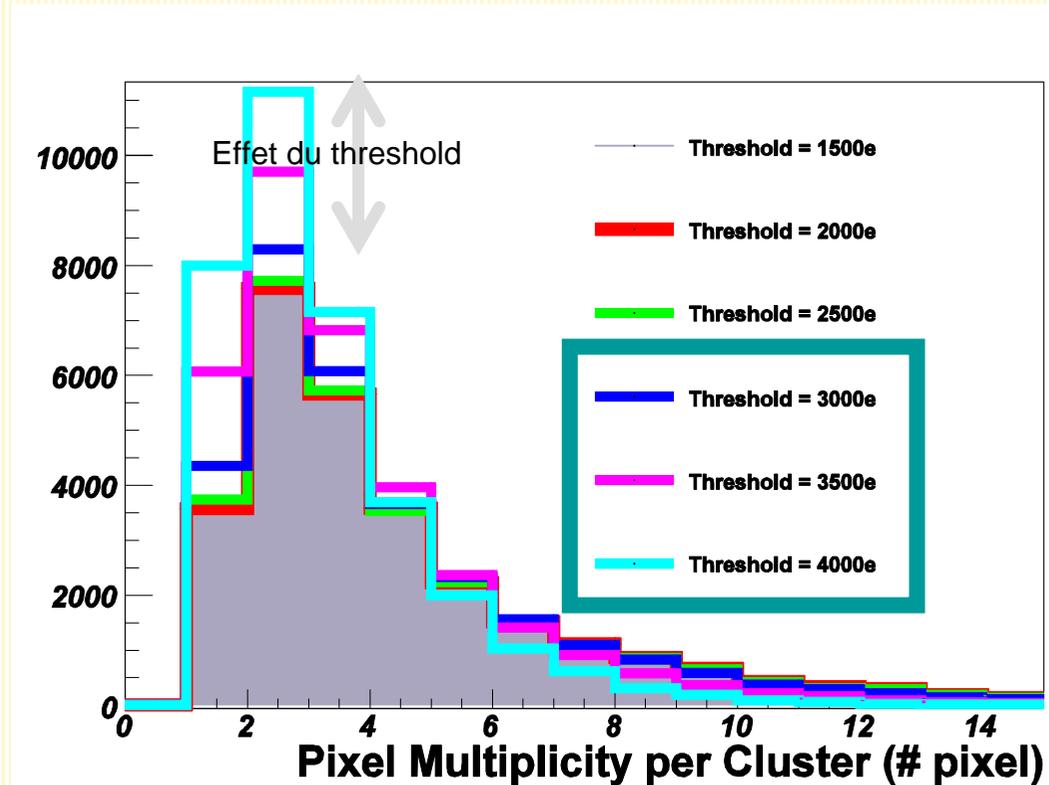


# “Threshold Scan”

- J'augmente **graduellement** le seuil et je regarde **l'effet** sur le **clustering**
- Pour les **petits seuils** la taille des **clusters** est plus **grande**
- Pour les **grands seuils** la taille des **clusters** est plus **petite**

Après chaque coupure sur le seuil, les **clusters se cassent**, on peut avoir alors **plusieurs clusters dans le même module** pour une seule trace

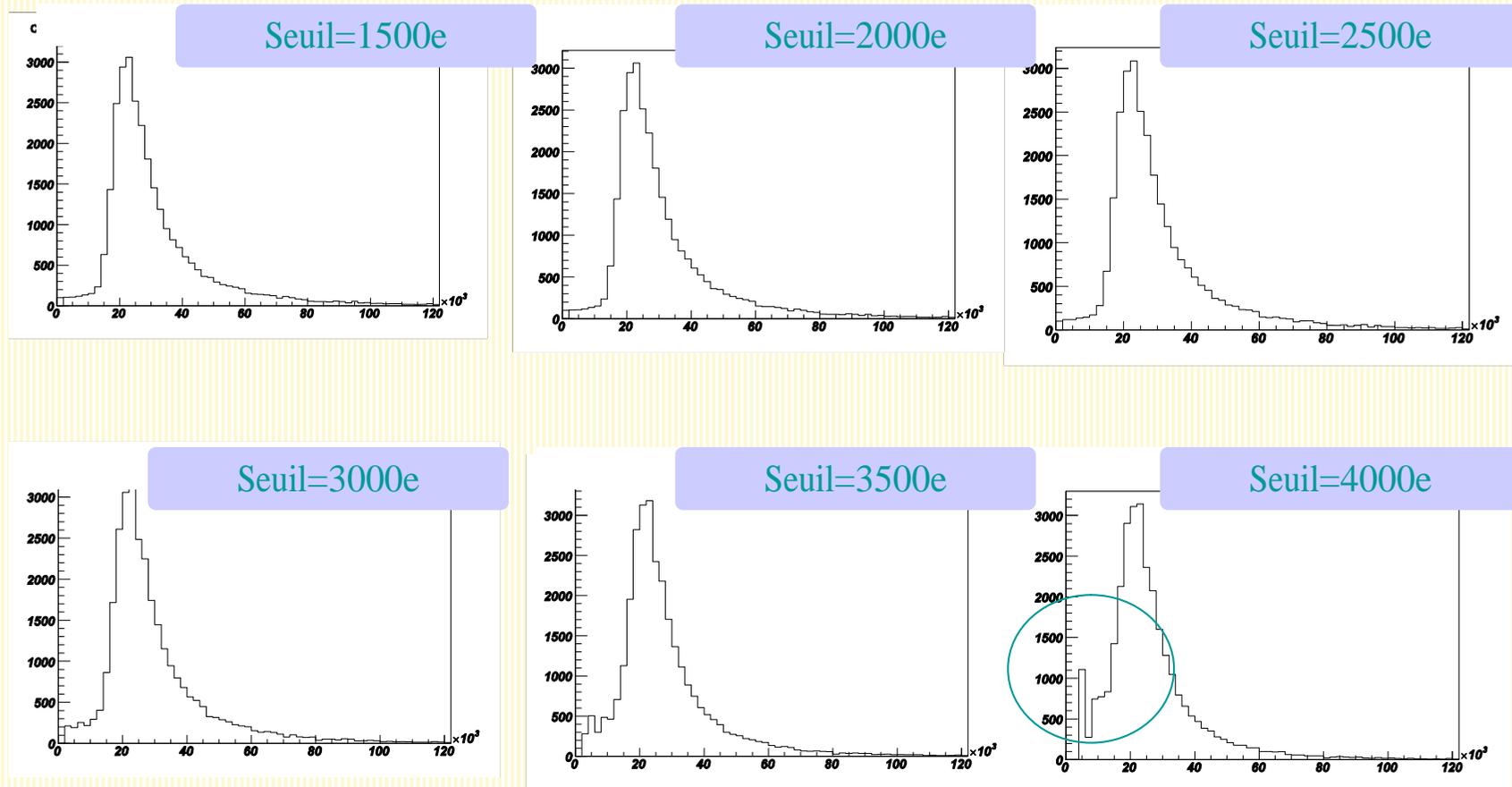
Multiplicité en pixels après chaque seuil



Seuil (e)	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Clusters cassés(%)	0.08	0.32	3.4	12.5	25.8	34

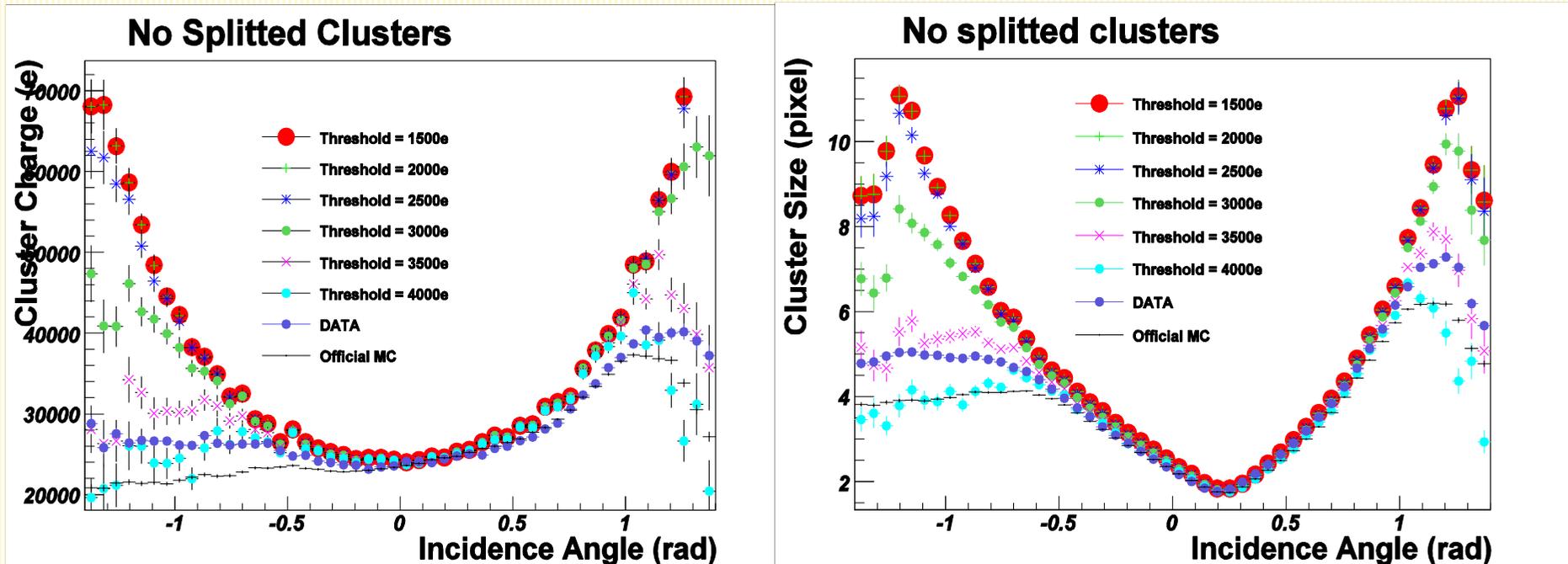
# Charge des clusters

Charge (e) des clusters dans les pixels associés aux muons reconstruits pour différents valeurs de seuil



L'apparition du pic à petites charges augmentant en fonction du seuil appliqué, prouve l'existence de cet effet

# Clustering en fonction de l'angle d'incidence des muons



- Pour **comparer avec les données** je garde seulement les **clusters non cassés** après chaque seuil
- On arrive à **contrôler** ces quantités avec le “**Threshold Scan**”, mais on n’a pas encore décidé quelle valeur du seuil est la meilleur

# Conclusions

- Le LHC avec 14 TeV au centre de masse sera un grand producteur de quarks top
- L'analyse  $t\bar{t}$  sera l'une des analyses importantes avec les premières données dans Atlas à basse luminosité.
- L'analyse des muons cosmiques pour le commissioning du détecteur à pixels:
  - Compréhension des aspects différents du clustering à grand angle d'incidence
    - Prouver l'effet du seuil en ligne

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.