

Mise en service du détecteur à pixels  
pour la recherche d'un  
boson de Higgs léger  
avec l'expérience ATLAS au LHC

Cécile Lapoire

Dirigée par A.Rozanov et L.Vacavant  
Séminaire des doctorants de 1<sup>ère</sup> année

CPPM ~ 23 Juin 2008

# PLAN

- ↳ Introduction
  - ↳ Aspects théoriques : le modèle standard et le boson de Higgs
  - ↳ Le LHC et ATLAS
- ↳ Mise en service du détecteur à pixels
  - ↳ Description du détecteur
  - ↳ Monitoring
- ↳ Commissioning du b-tagging
  - ↳ B-tagging et digitisation
  - ↳ Impact sur le b-tagging des défaillances du détecteur
- ↳ Canaux de physiques envisageables pour la recherche d'un boson de Higgs léger
- ↳ Conclusion

## Aspects théoriques

### ↳ Modèle standard (MS)

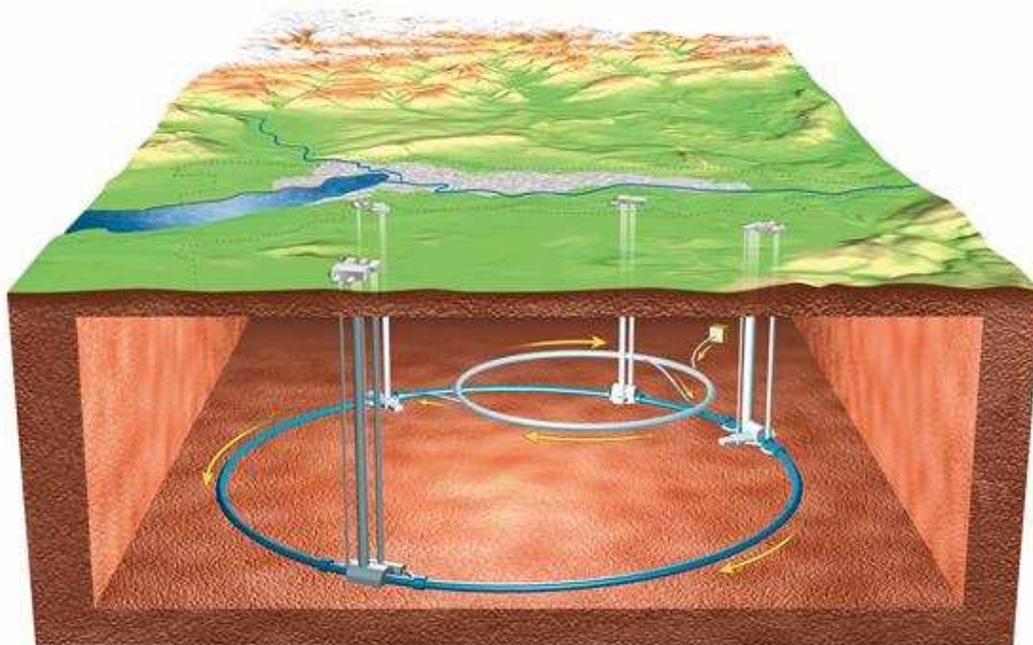
- ↳ Théorie quantique des champs
- ↳ Décrit les interactions électromagnétique, forte, faible + particules élémentaires
- ↳ Tests expérimentaux ont jusqu'ici été en accord avec ses prédictions

### ↳ Le boson de Higgs

- ↳ Confère leur masse aux autres particules (mécanisme de brisure de symétrie)
- ↳ Masse non prédite :
  - ↳ Limite inférieure fixée expérimentalement (LEP) :  $114,4 \text{ GeV}/c^2$  à 95 % C.L.
  - ↳ Faible masse privilégiée par des mesures indirectes ( $m_H < 144 \text{ GeV}/c^2$  à 95% de niveau de confiance (C.L.)) grâce à des contraintes sur d'autres paramètres électrofaibles du MS déjà mesurés

# Le LHC

- ↳ Collisionneur **protons-protons**
- ↳ **14 TeV** au centre de masse
- ↳ **27 km** de circonférence



↳ Luminosité intégrée attendue après 1 an (~fin 2009) :  **$10 \text{ fb}^{-1}$**

↳ 4 expériences :

↳ ALICE

↳ LHCb

↳ ATLAS

↳ CMS

# ATLAS

∅ 42 m de long

∅ 20 m de haut

∅ 7000 tonnes

Chambres à muons

Détecteur interne

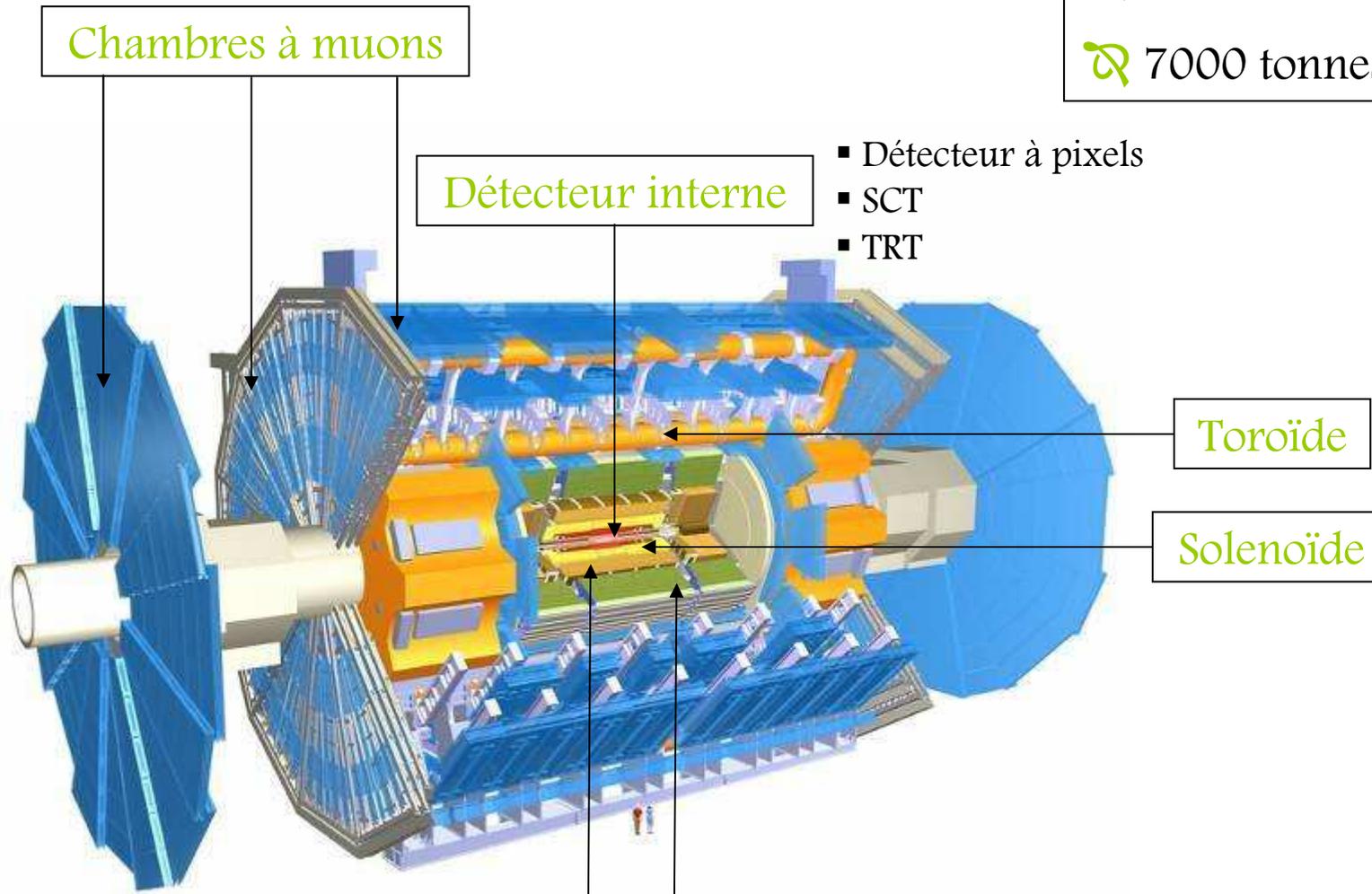
- Détecteur à pixels
- SCT
- TRT

Toroïde

Solenoïde

Calorimètres

- Electromagnétique
- Hadronique



# Le détecteur à pixels

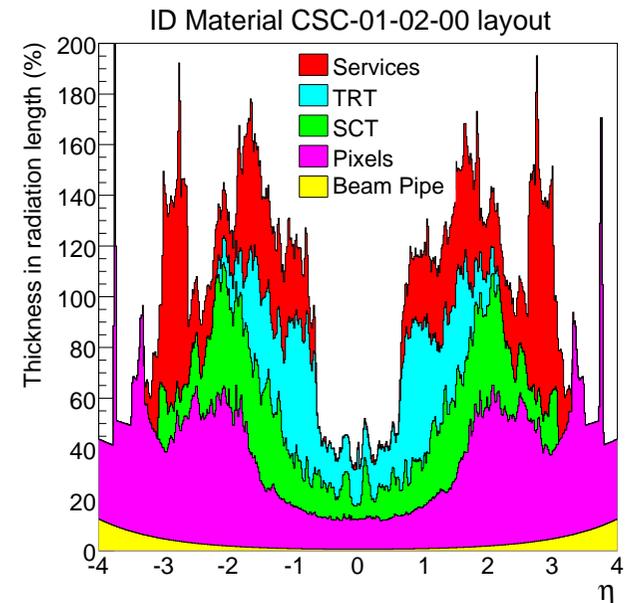
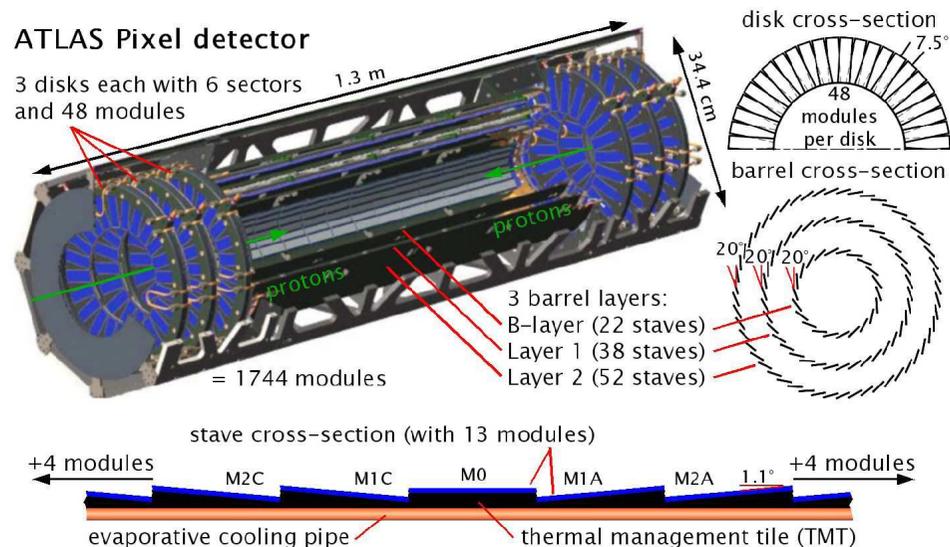
↻ 3 couches (à 5.05, 8.85 et 12.25 cm de l'axe du faisceau)

↻ 3 disques de chaque côté

↻ Contraintes :

↻ Résistant aux radiations

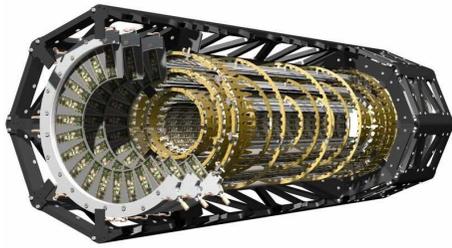
↻ Transparent aux particules qui le traversent



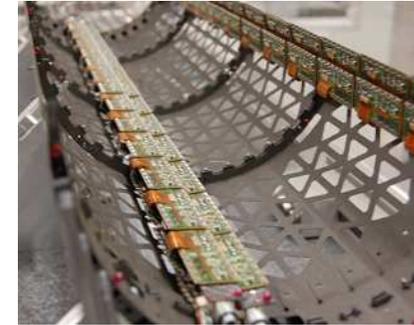
## Refroidissement

↻ Par évaporation de  $C_3F_8$

↻ 1 boucle pour deux échelles



## Le détecteur à pixels



↻ 80 363 520 pixels de dimensions 50 (Rφ) x 400 (z) μm

↻ 1 pixel = diode de detection (jonction PN) + électronique complète de traitement associée reliées par une soudure à bille

↻ 1744 modules sur tout le détecteur

↻ Traces des particules chargées reconstruites très précisément :

↻ Très peu de hits par rapport au nombre total de pixels (occupation =  $10^{-5}$ ) : reconnaissance des schémas des traces facilité

↻ Granularité très grande : très bonne résolution du paramètre d'impact  $d_0$  (distance de plus proche approche entre la trace et le vertex primaire)

↻ Résolution en Rφ sur  $d_0$  : 
$$\sigma(d_0) = A \frac{B}{P_T}$$

↻ A : résolution intrinsèque :  $A = \frac{50}{\sqrt{12}} 145 \mu m$   
pour un système binaire  
MAIS partage de la charge  
entre plusieurs pixels → A 115 μm

↻ B/P<sub>T</sub> : diffusion multiple à bas P<sub>T</sub>.  
Ex : impulsion typique d'une trace  
dans un jet b : 5 GeV → résolution  
totale :  $\sigma(d_0) 40 \mu m$

# Monitoring

🔗 Principe : **déceler rapidement** un **mauvais fonctionnement** du détecteur pendant la **prise de données** en observant des **histogrammes judicieusement choisis**

🔗 But : **corriger** le **problème** au plus **vite** pour perdre le moins de données possible

🔗 2 types de **monitoring** au niveau des pixels :

Type de Monitoring	Remplissage des histogrammes	Avantages
Athena	Après reconstruction	Traces et clusters* accessibles
GNAM	Avant l'événement filter, c'est-à-dire avant de trier les événements	Plus de données et pas de biais introduit par la reconstruction

\*ensemble de pixels touches contigus

# Monitoring

↳ Activités dans le monitoring :

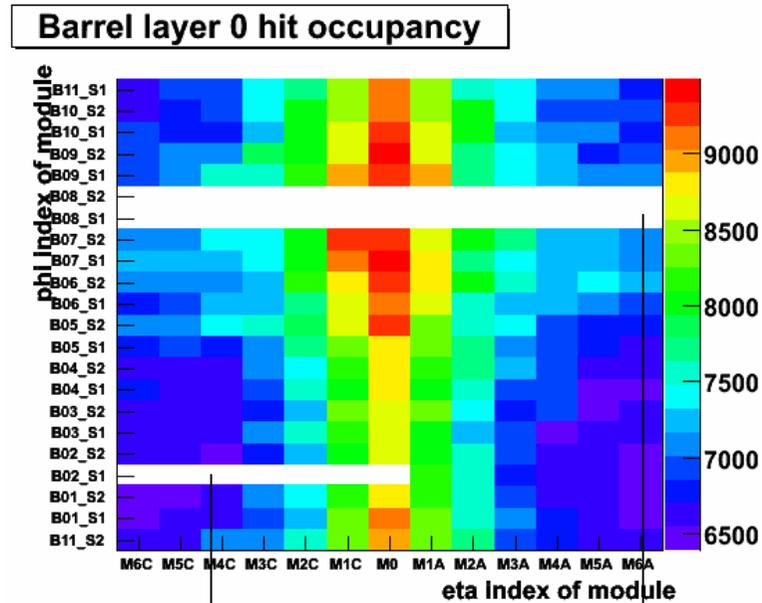
↳ génération et sélection des histogrammes

↳ Mise en place des **softwares de monitoring** dans la **salle de contrôle** est en cours

↳ **Training** pour les **shifters** du **monitoring** des pixels cette semaine

# Monitoring

Exemple de **plot utile** pour le **monitoring** du détecteur à pixels



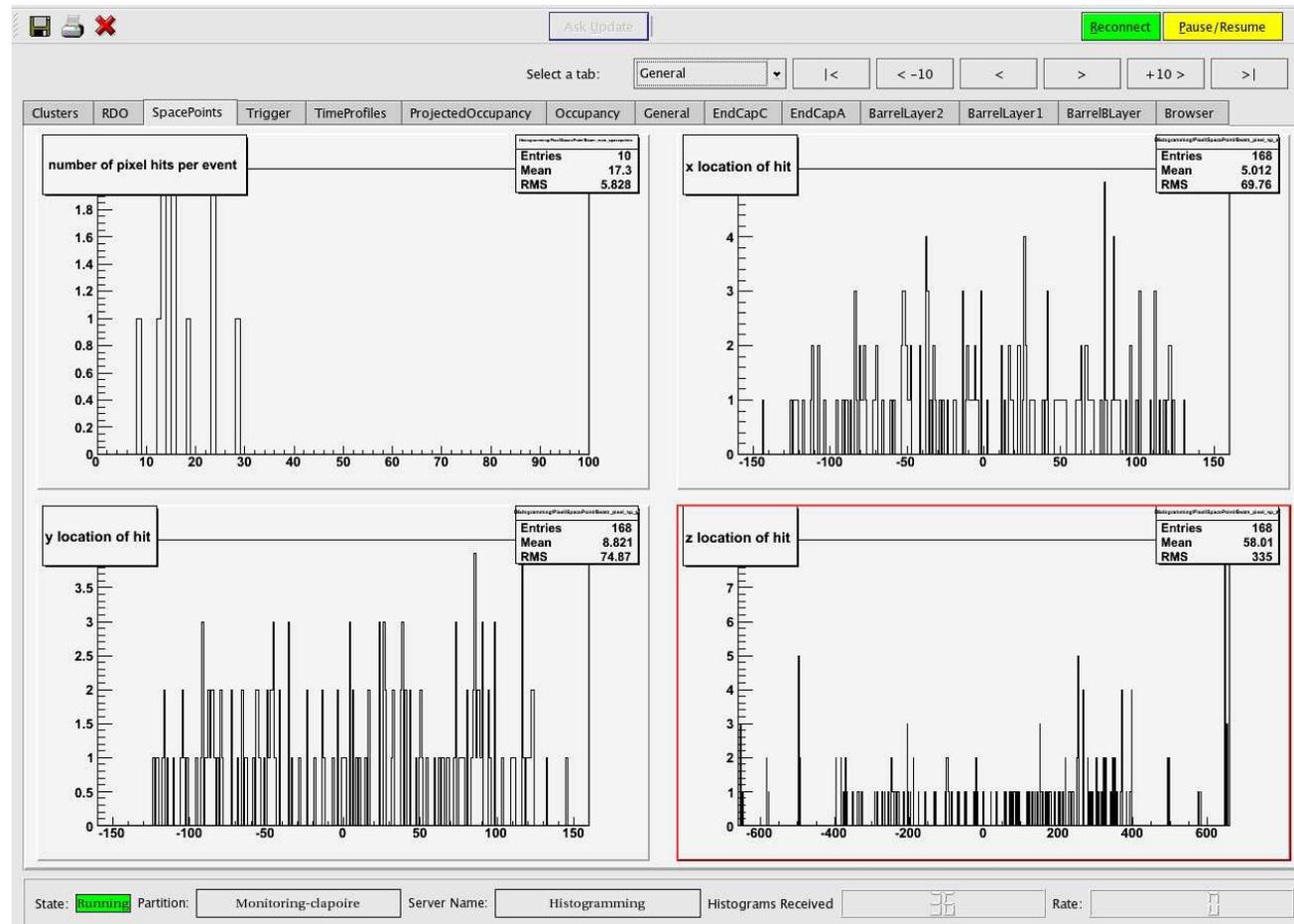
Optoboard désactivé

Boucle de refroidissement  
défectueuse

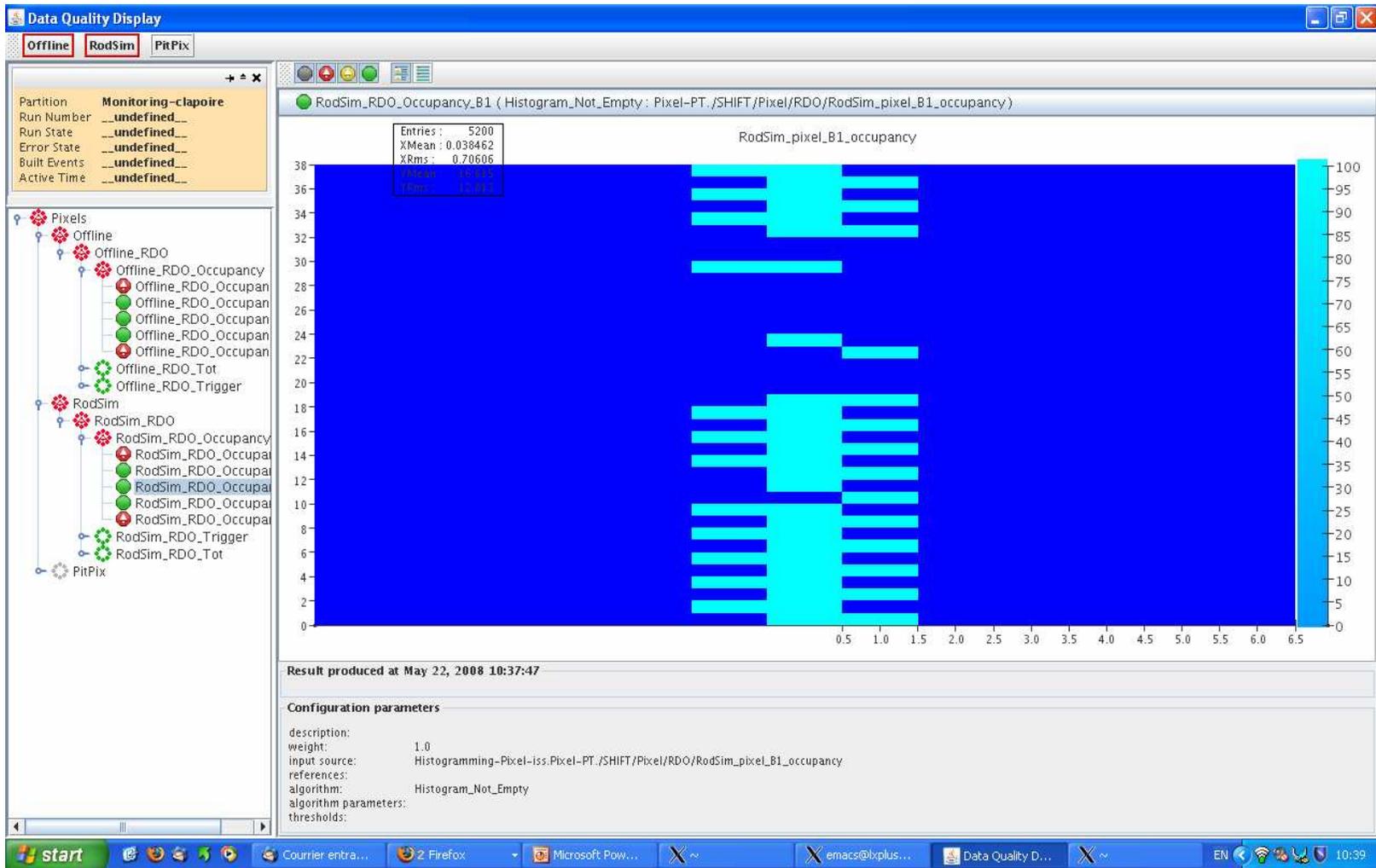
# Monitoring

Deux softwares : OHP (Online Histogram Presenter) et DQMF (Data Quality Monitoring Framework) présentent un ensemble de plots au shifter :

OHP



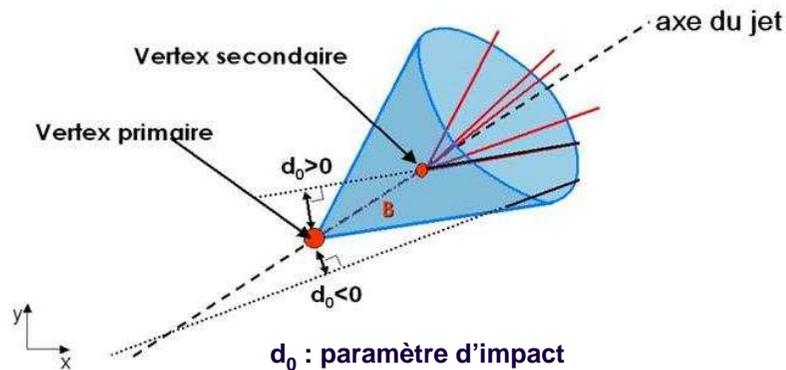
# Monitoring



# B-Tagging

Identification des jets  $b$  grâce à la propriété qu'ils ont de 'voler' dans le détecteur et donc de se désintégrer (vertex secondaire) loin du point d'interaction (vertex primaire)

Essentiel pour extraire les événements de physique de faible section efficace du bruit de fond QCD : ex  $t\bar{t}j$  comme bruit de fond de  $t\bar{t}H(H \rightarrow b\bar{b})$



Taggers :

IP3D : basé sur le paramètre d'impact à 3D

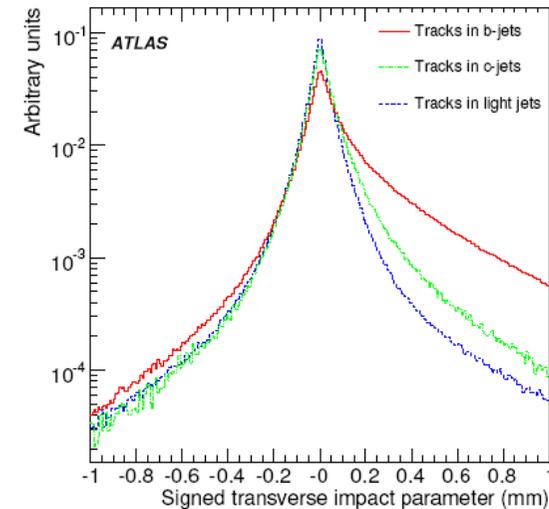
SV1 : basé sur le vertex secondaire

CMB = IP3D + SV1

Les performances de  $b$ -tagging sont définies par :

Efficacité de  $b$ -tagging = Nombre de jets  $b$  taggés  $b$  / Nombre de jets  $b$

Rejection des jets légers = Nombre de jets légers / Nombre de jets légers taggés  $b$



Traces dans jets  $b$  :  $d_0$  plutôt  $> 0$

Traces dans jets légers : distribution de  $d_0$  symétrique autour de 0

## Digitisation : taux de pixels morts

↳ Digitisation :

↳ Simule la réponse de l'électronique que l'on aurait avec des vraies données

↳ Donne la position d'un pixel et le ToT (Time over Threshold) à partir de la simulation de l'interaction des particules dans la matière du détecteur

↳ Pixels morts :

↳ A l'origine on avait simulé 5% de pixels morts aléatoirement dans tout le détecteur à pixels, mais cette valeur était surestimée, le taux actuel de pixels morts dans le détecteur est :

↳ Pour la couche b : moins de 0.03%

↳ Pour les couches externes : moins de 0.3%

Taux de pixels morts (%)	Rejection des jets legers* avec le tagger CMB
5 (Référence)	204
1	+ 17 %

\*Pour une efficacité de b-tagging de 60%

## Défaillances du détecteur à pixels

Défaillances envisageables du détecteur à pixels et effets sur les performances de b-tagging :

Défaillance	Effet sur le détecteur	Impact sur la rejection des jets légers*	
		Couche b	Couche externe
Boucle de refroidissement défectueuse	2 echelles mortes	-28 %	-4 %
Optoboard mort	1 demi-echelle morte	-10 %	-1 %
Modules distordus	Mauvais alignement	-7 %	

\*Pour une efficacite de b-tagging de 60% et avec le tagger CMB

⌘ Dégradations des performances de b-tagging importantes

⌘ Travail à faire pour les améliorer :

⌘ Redéfinir le b-tagging dans les zones mortes

# Canaux

↻ Hypothèse : boson de Higgs de faible masse

↻  $H \rightarrow b\bar{b}$  a le + grand rapport de branchement

↻ Pour que le système de détection se déclenche il faut un lepton de haute énergie

↻ Canaux envisageables :

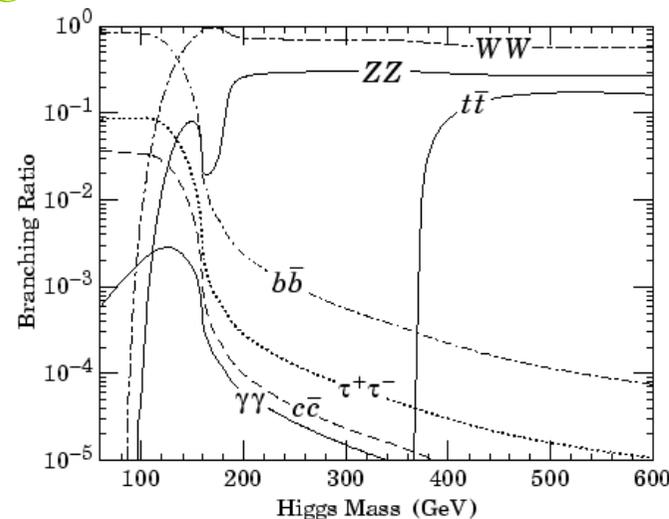
↻  $t\bar{t}H$  et  $WH$  (semi-leptoniques ou di-leptoniques)

↻ Large bruit de fond QCD  $\rightarrow$   $b$ -tagging crucial

↻ Dans un premier temps :

↻ Etude des événements  $t\bar{t}H$  dans les données avec le  $b$ -tagging

↻ Mesure de la section efficace  $t\bar{t}H$



## Conclusion

↻ Le monitoring des pixels va être un grand avantage pour la compréhension des données lors du démarrage de la prise de données et permettra d'utiliser au mieux le détecteur pour faire fonctionner le  $b$ -tagging puis analyser la physique, en particulier  $t\bar{t}$