

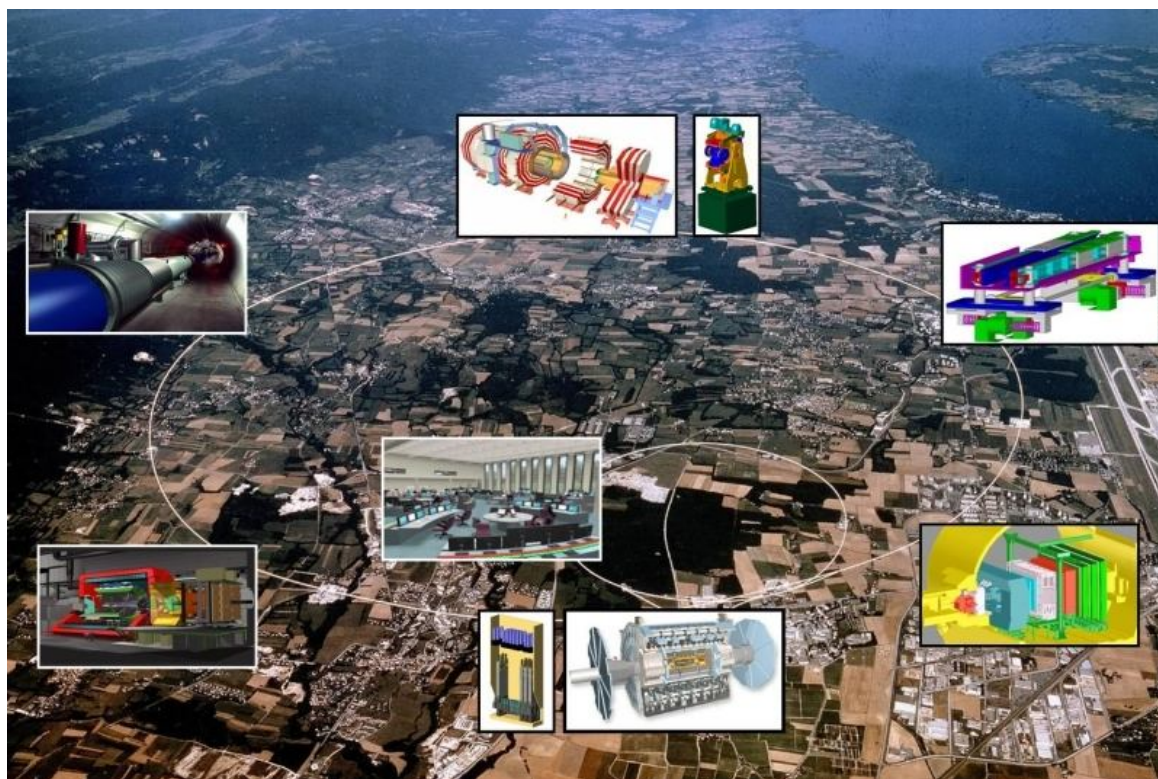
La Physique du Quark Top dans les 1^{ères} Données du LHC

Séminaire LAL – 05.02.09

Julien Donini, LPSC Grenoble

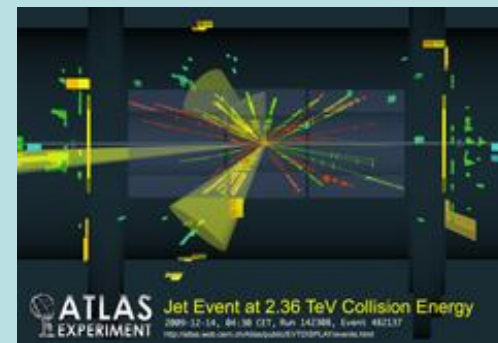


(Re)démarrage du LHC



1^{ères} collisions en 2009

Nov/dec: 900 GeV et
2.36 TeV, $L \sim 10^{26} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$



Energie nominale: 14
TeV, $L = 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

Le LHC en 2010/11: montée en puissance progressive

- redémarrage mi-Février, long run de physique
- collisions 7 TeV, 2010 $\sim 0.2 \text{ fb}^{-1} \rightarrow \sim 1 \text{ fb}^{-1}$ fin 2011
- compréhension détecteurs, physique Modèle Standard (redécouverte quark top), quelques surprises (SUSY, physique exotique) ?



« The future of the LHC, still uncertain is »
- Master Yoda

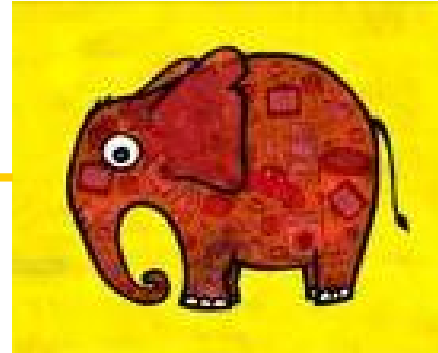
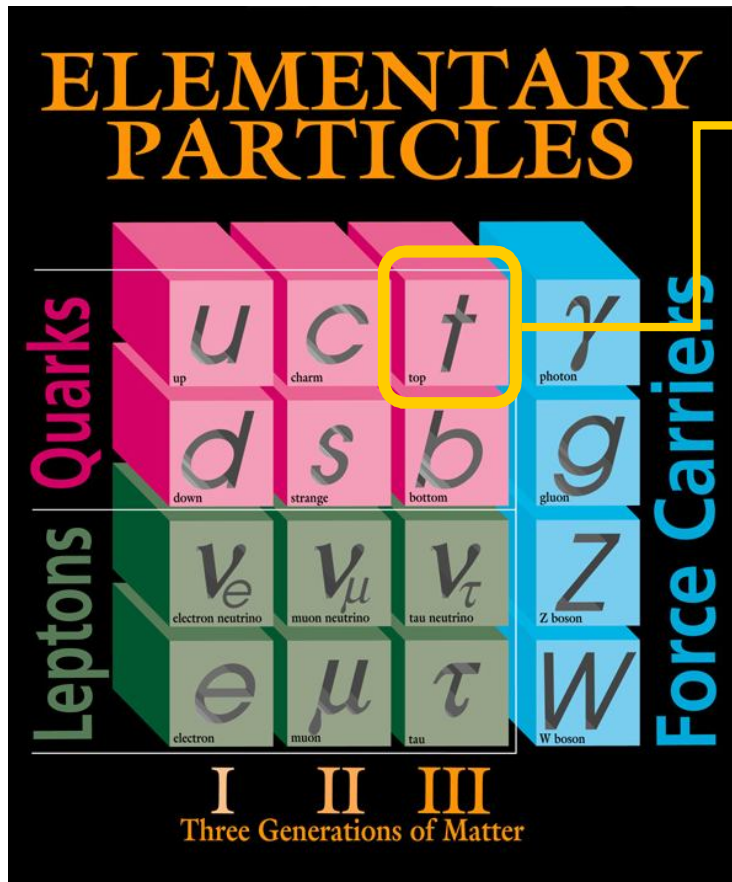
1) La nouvelle physique et le quark top

- La physique du quark top
- Lien avec la nouvelle physique

2) Mise en évidence du top dans ATLAS

- Objectifs et outils
- Stratégie et méthodes
- Perspectives pour les premières données (à h^{te} énergie)

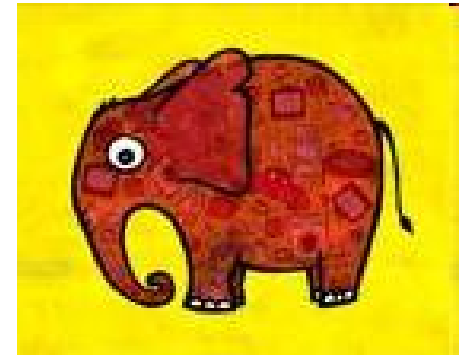
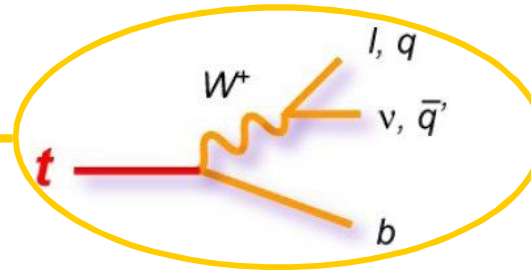
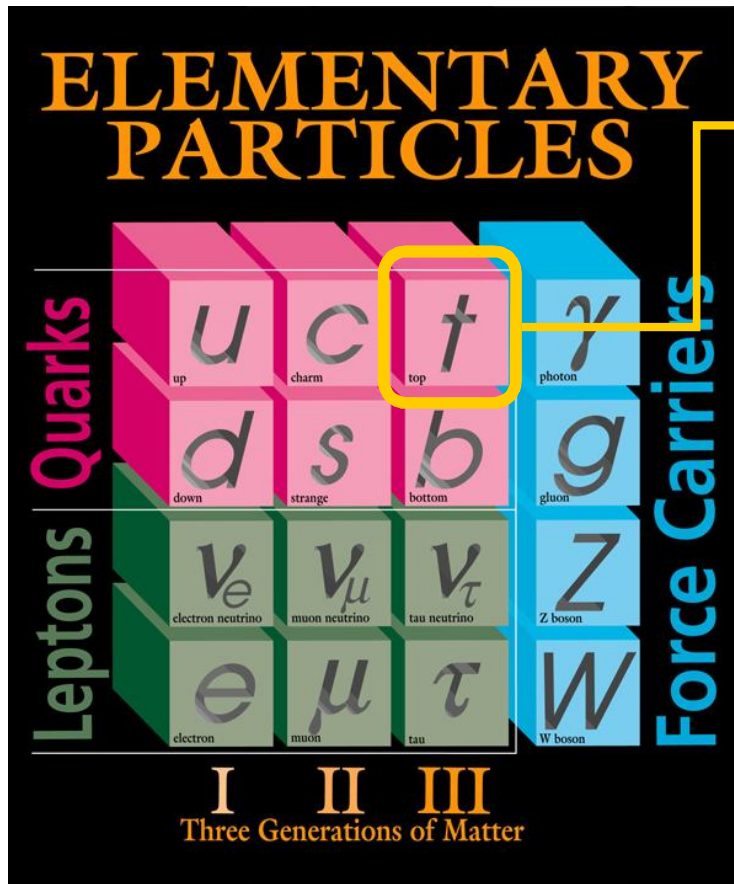
Le quark top



Masse très élevée ~ 173 GeV: 40 fois la masse du quark b !

- pourquoi cette hiérarchie ?
- quel rôle joue le quark top dans mécanisme de Higgs ?
- quels liens avec la physique au-delà du Modèle Standard ?

Le quark top



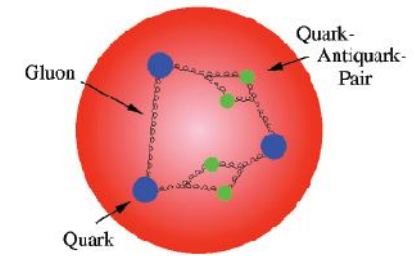
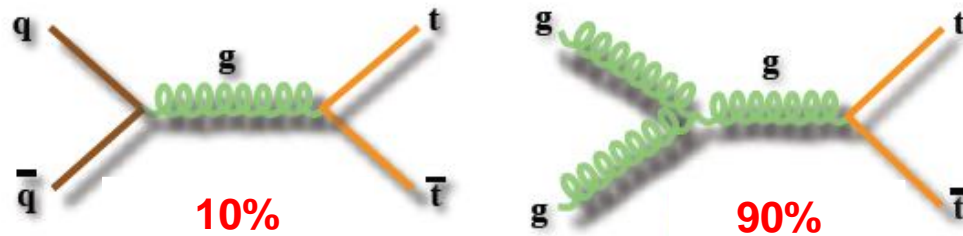
Le seul quark qui se désintègre avant hadronisation

- un moyen unique de sonder la physique électrofaible !

L'étude des propriétés du quark top permet de tester le Modèle Standard et de rechercher des signatures de nouvelle physique

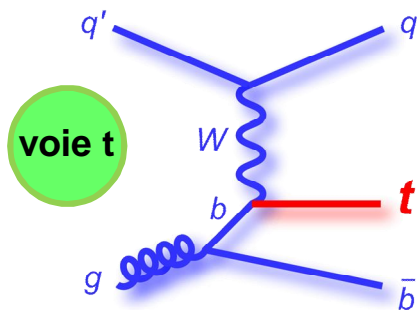
Production du quark top au LHC

- Production de paires top-antitop

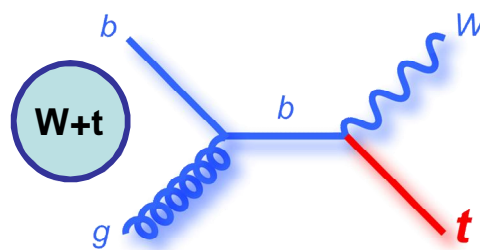


$$\sigma_{tt} = 400 \text{ pb @ } 10 \text{ TeV } \sqrt{s}$$

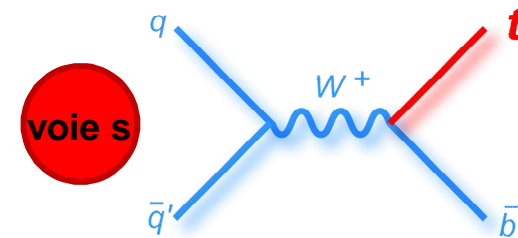
- Production électrofaible du top



$$\sigma_t = 125 \text{ pb @ } 10 \text{ TeV } \sqrt{s}$$



33 pb
Seulement
visible au LHC !



7 pb

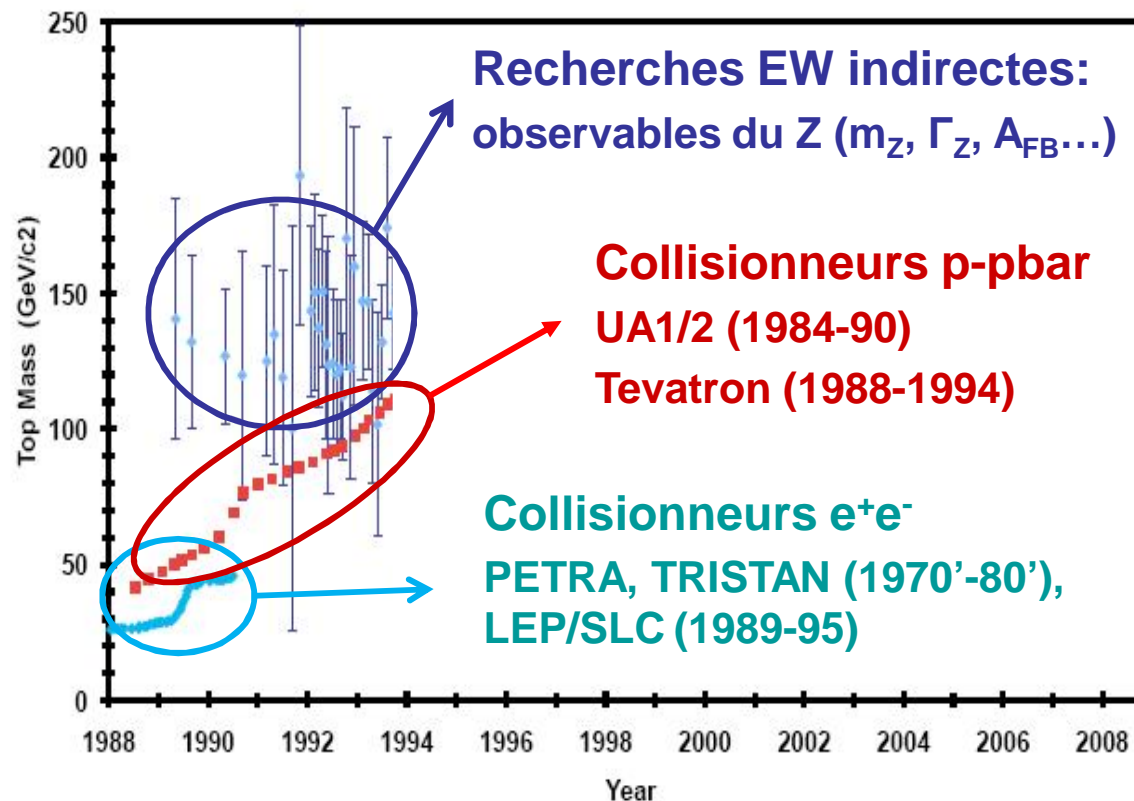
Une brève histoire du top

- **Une longue quête**

- Du quark b au top

- découverte quark b en 1977 à FNAL → recherche de son partenaire
- Masse attendue $M_t \sim 20 \text{ GeV}$!

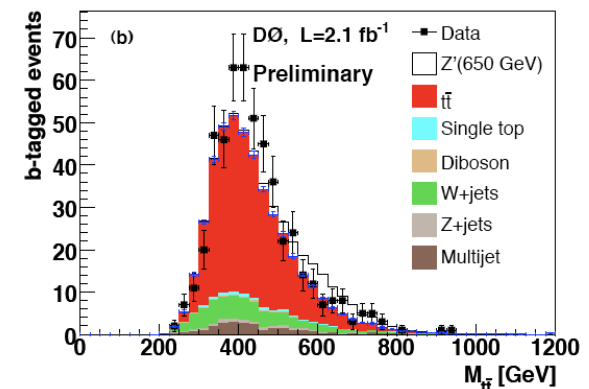
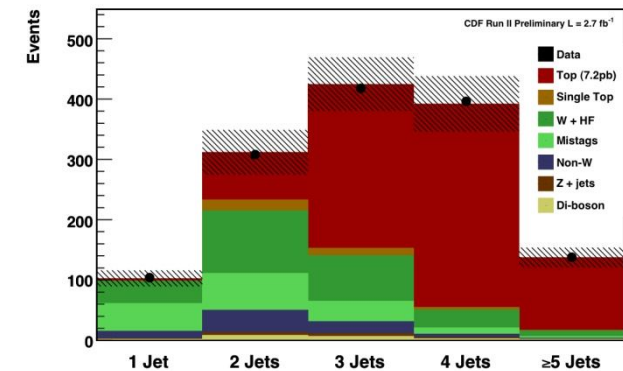
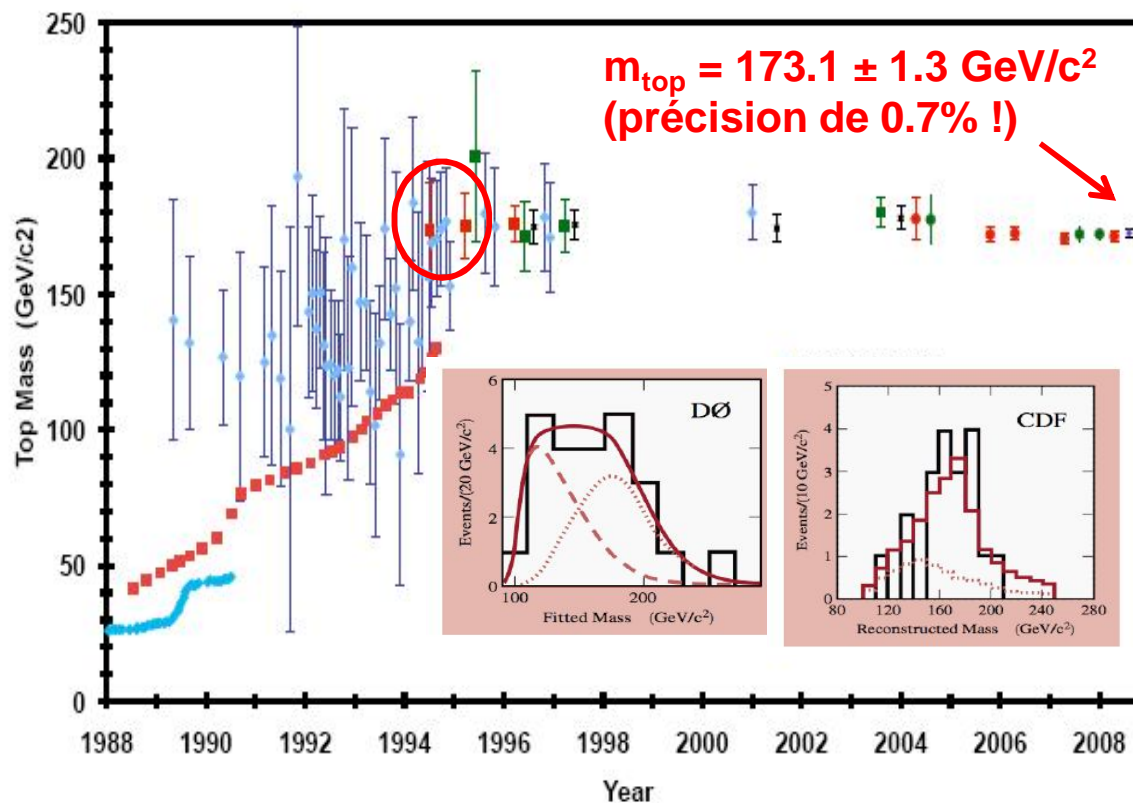
- Recherches directes et indirectes



Une brève histoire du top

- Une longue quête

- Découverte ($t\bar{t}$) au Tevatron: 1995 !
 - Le top est **beaucoup** plus lourd que prévu !
- Run II: mesures de précision, découverte du single top (2009)

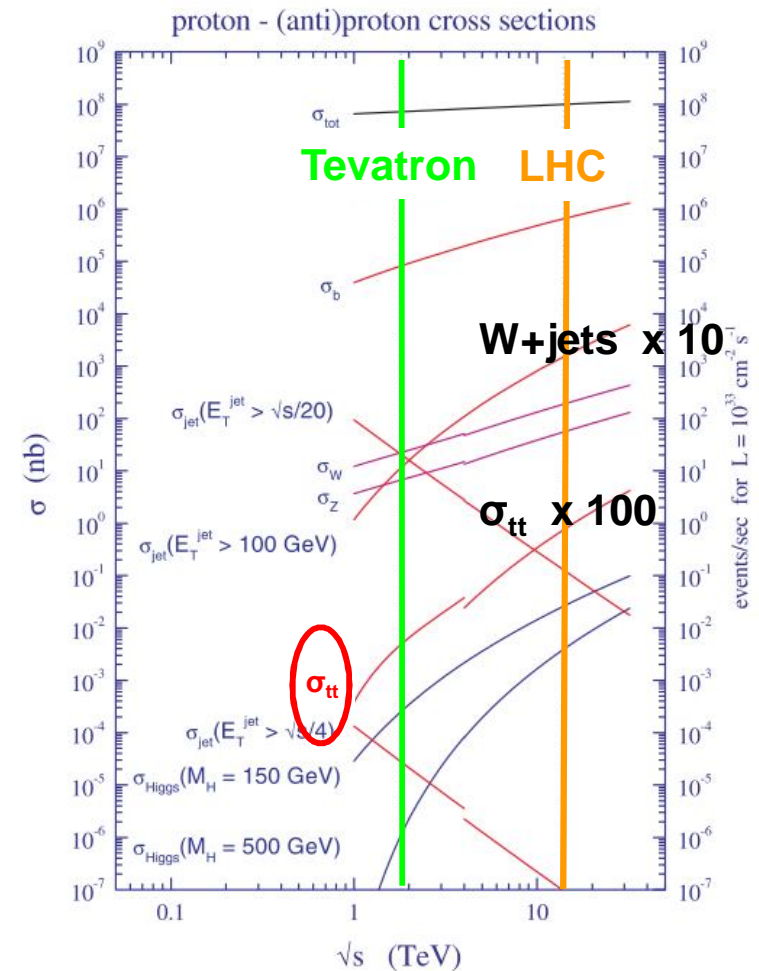


Une brève histoire du top

- **Le quark top au LHC**
 - Produit en abondance
 - qqe 100aines pb^{-1} stat > Tevatron
 - 2011: ~100k paires $t\bar{t}$
 - Bruit de fond relativement faible

LHC: début d'une nouvelle ère dans la physique du top

- axe de recherche majeur, dès les premières collisions à h^{te} énergie
 - Utilisation quark top comme outil de calibration
 - test du MS et recherche de nouvelle physique



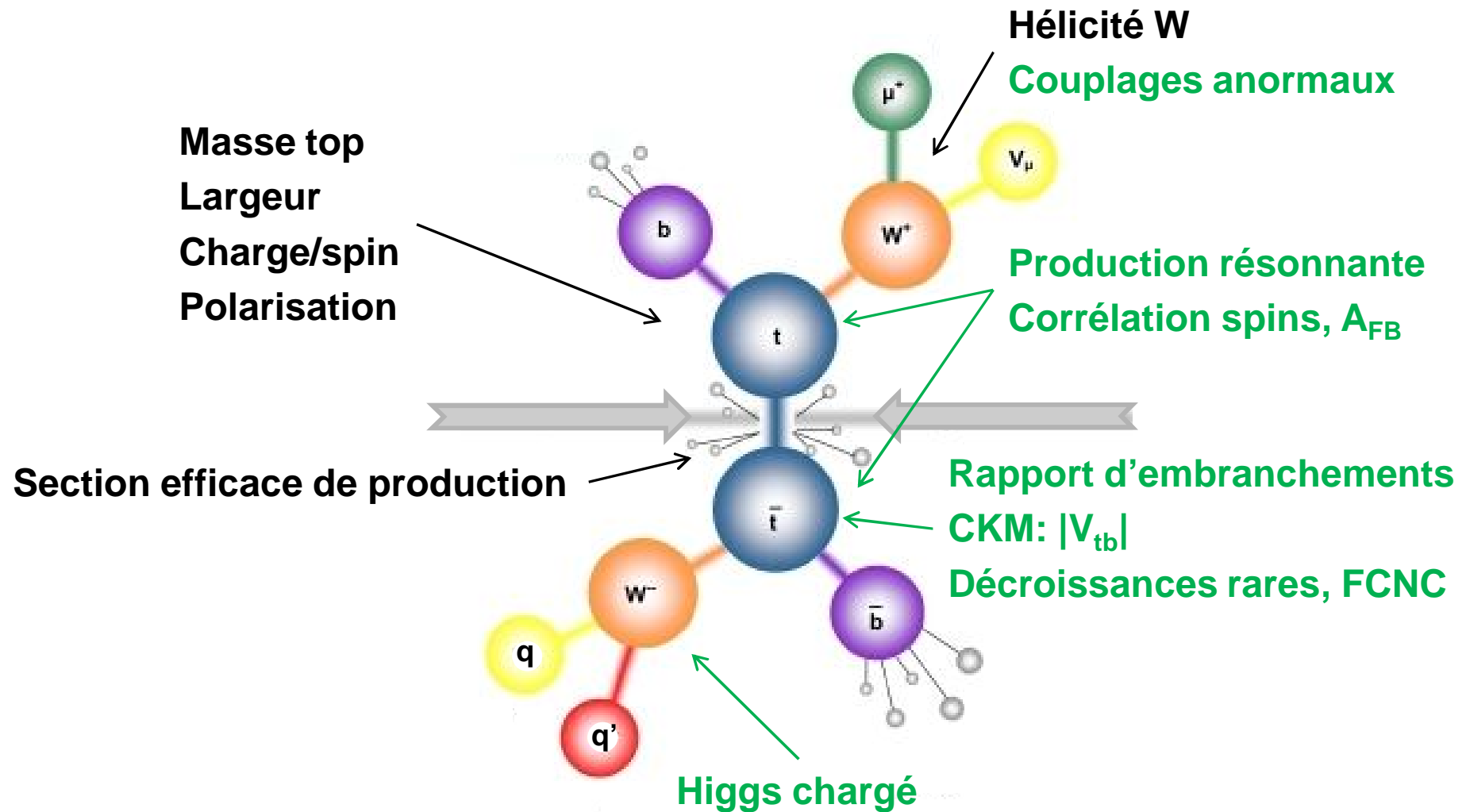
1) La nouvelle physique et le quark top

- La physique du quark top
- **Lien avec la nouvelle physique**

2) Mise en évidence du top dans ATLAS

- Objectifs et outils
- Stratégie et méthodes
- Perspectives pour les premières données (à h^{te} énergie)

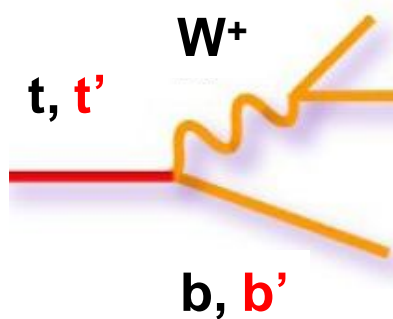
Physique du Top



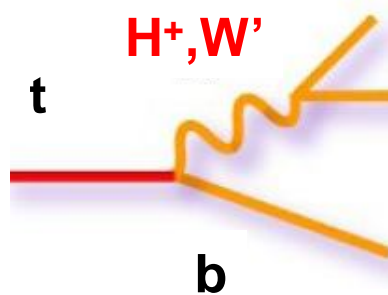
Recherche d'une Nouvelle Physique

- **Etude du Quark Top**

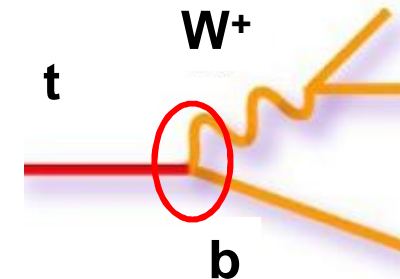
- Production et désintégration, polarisation, couplages, charge ...
- Déviation par rapport aux prédictions du MS ? apparition de phénomènes nouveaux ?



→ Quarks supplémentaires
4^{ème} génération



→ Nouveaux bosons

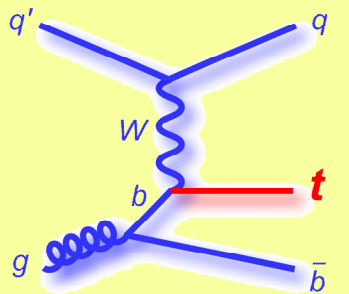


→ Couplages modifiés
→ Polarisation anormale

Single Top et Nouvelle Physique

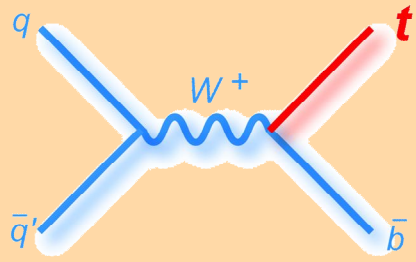
- Fenêtre vers la nouvelle physique

- Production par interaction faible
- Section efficace directement proportionnelle à $|v_{tb}|^2$
- Sensible à toute nouvelle particule pouvant modifier le couplage faible du top



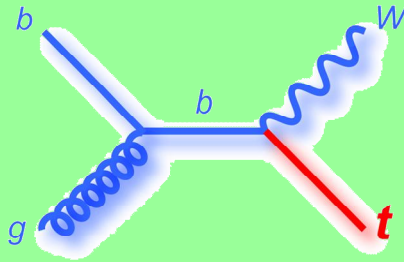
voie t

- couplages anormaux
- polarisation anormale



voie s

- W' (GUT, extra-dim)
- H^\pm MSSM
- Techni-pion



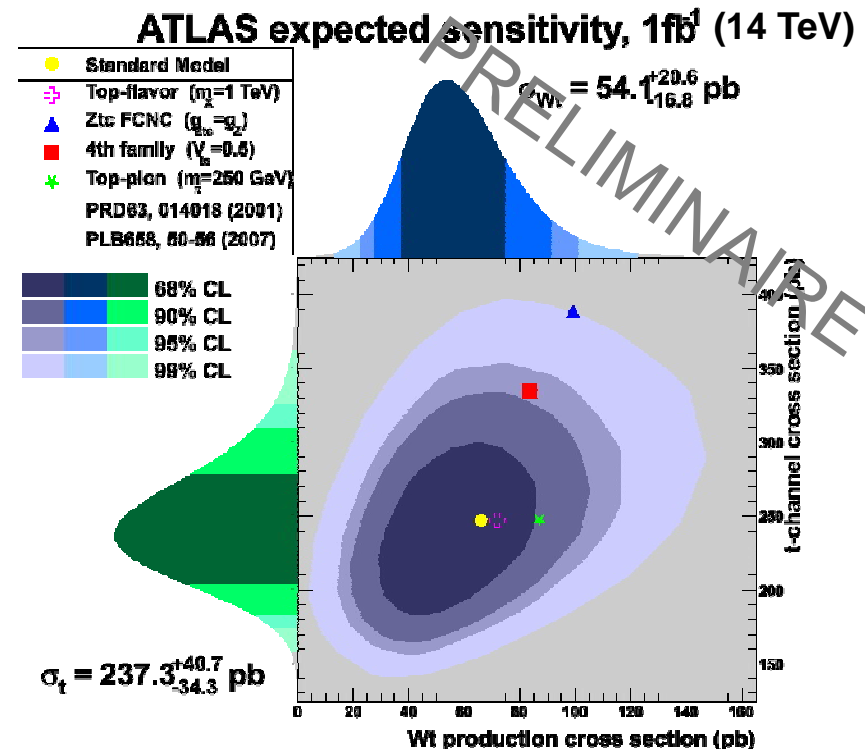
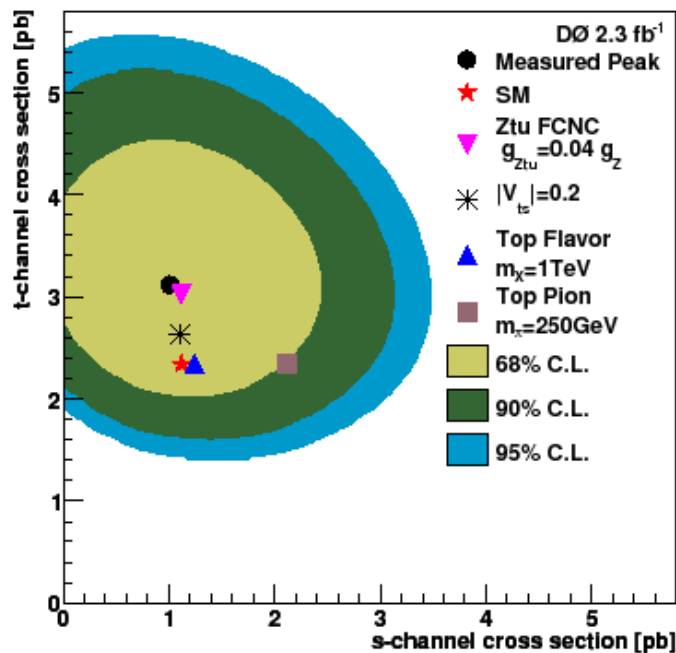
voie Wt

- recherche H^\pm
 $pp \rightarrow gg, gb \rightarrow Ht$

Single Top et Nouvelle Physique

- **Différent processus**

- Mesure des sections efficaces de chaque mode
- ➔ contraintes sur le modèle standard
- ➔ tests de théories BSM
- Au LHC un processus supplémentaire est accessible (voie Wt)



Exemple: 4^{ème} Génération

- **Extension du Modèle standard**
 - N générations n'est pas fixé dans le MS (<9 limite QCD)
 - Hypothèse 4^{ème} famille de quarks et de leptons
 - Extension 4x4 → matrice quarks CKM (PMNS pour les leptons)
- **Regain d'intérêt récent**
 - Limites V_{tb} Tevatron
 - Perspectives LHC

Quarks	u	c	t	t'
	d	s	b	b'
Leptons	ν_e	ν_μ	ν_τ	ν'
	e	μ	τ	τ'
	I	II	III	IV

$$\begin{pmatrix} V_{ud} & V_{us} & V_{ub} & V_{ub'} \\ V_{cd} & V_{cs} & V_{cb} & V_{cb'} \\ V_{td} & V_{ts} & V_{tb} & V_{tb'} \\ V_{t'd} & V_{t's} & V_{t'b} & V_{t'b'} \end{pmatrix}$$

→ Workshop on Beyond 3 Generation Standard Model

<http://indico.cern.ch/conferenceOtherViews.py?view=standard&confId=68036>

→ Four statements about 4th generation: <http://arxiv.org/abs/0904.4698v1>

Pourquoi une 4^{ème} Génération ?

- **SM4 pas (encore) exclu !**

- Fit des données électrofaibles et mesure des paramètres CKM laissent encore de la place pour une 4^{ème} génération

Directly measured
matrix elements
including W-decays:

$$|V_{CKM}^{4 \times 4}| = \begin{pmatrix} 0.97418 & 0.2253 & 0.0043 & <0.046 \\ 0.224 & 0.973 & 0.041 & <0.20 \\ <0.045 & <0.125 & >0.78 & <0.63 \\ <0.075 & <0.21 & <0.63 & >0.78 \end{pmatrix}$$

Limits
@ $\sim 2\sigma$

- **Éléments de réponses à des questions ouvertes**

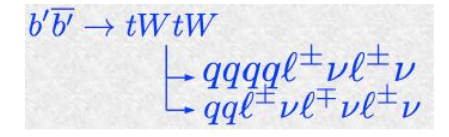
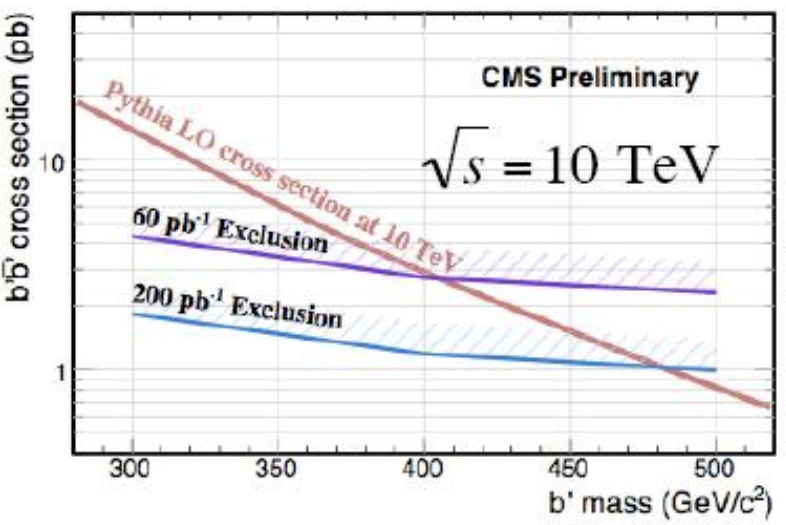
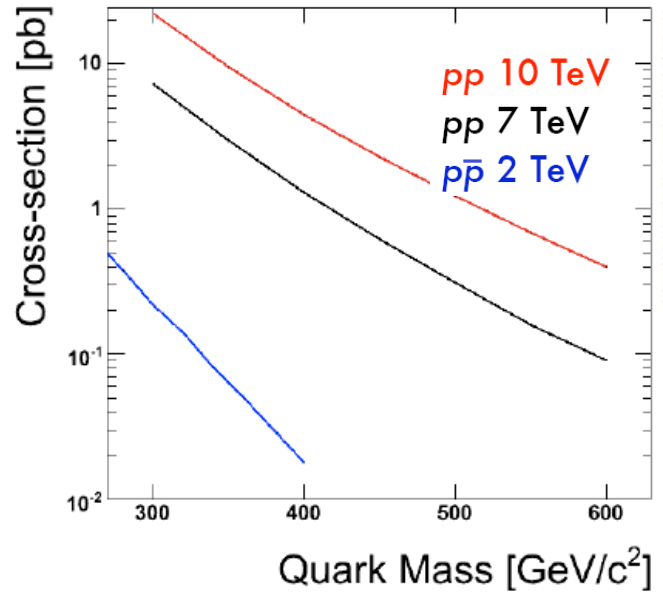
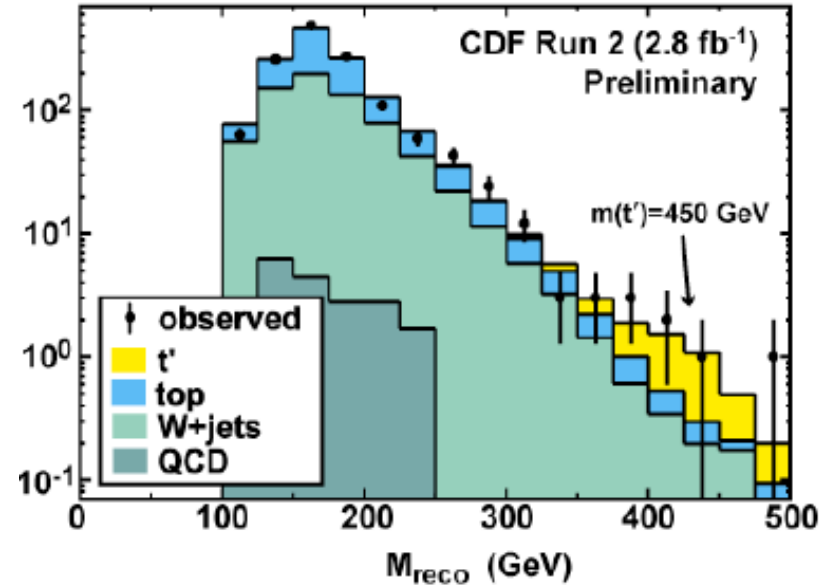
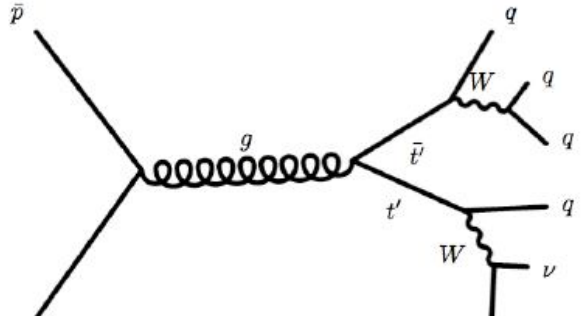
- Asymétrie matière-antimatière univers (violation CP)
- modèle alternatif brisure symétrie EW
- Candidats matière noire (neutrinos stériles, hadrons stable t' , μ')

- **Le LHC est en mesure de trancher la question**

- Potentiel de découverte ou d'exclusion

Recherche d'une 4^{ème} Génération

- Recherche directes
 - $b' \rightarrow Wt, m_{b'} > 338 \text{ GeV}$
 - $t' \rightarrow Wb, m_{t'} > 311 \text{ GeV}$



Exclusion $m_{b'} > 485$
(405) GeV avec 200
(60) pb^{-1}

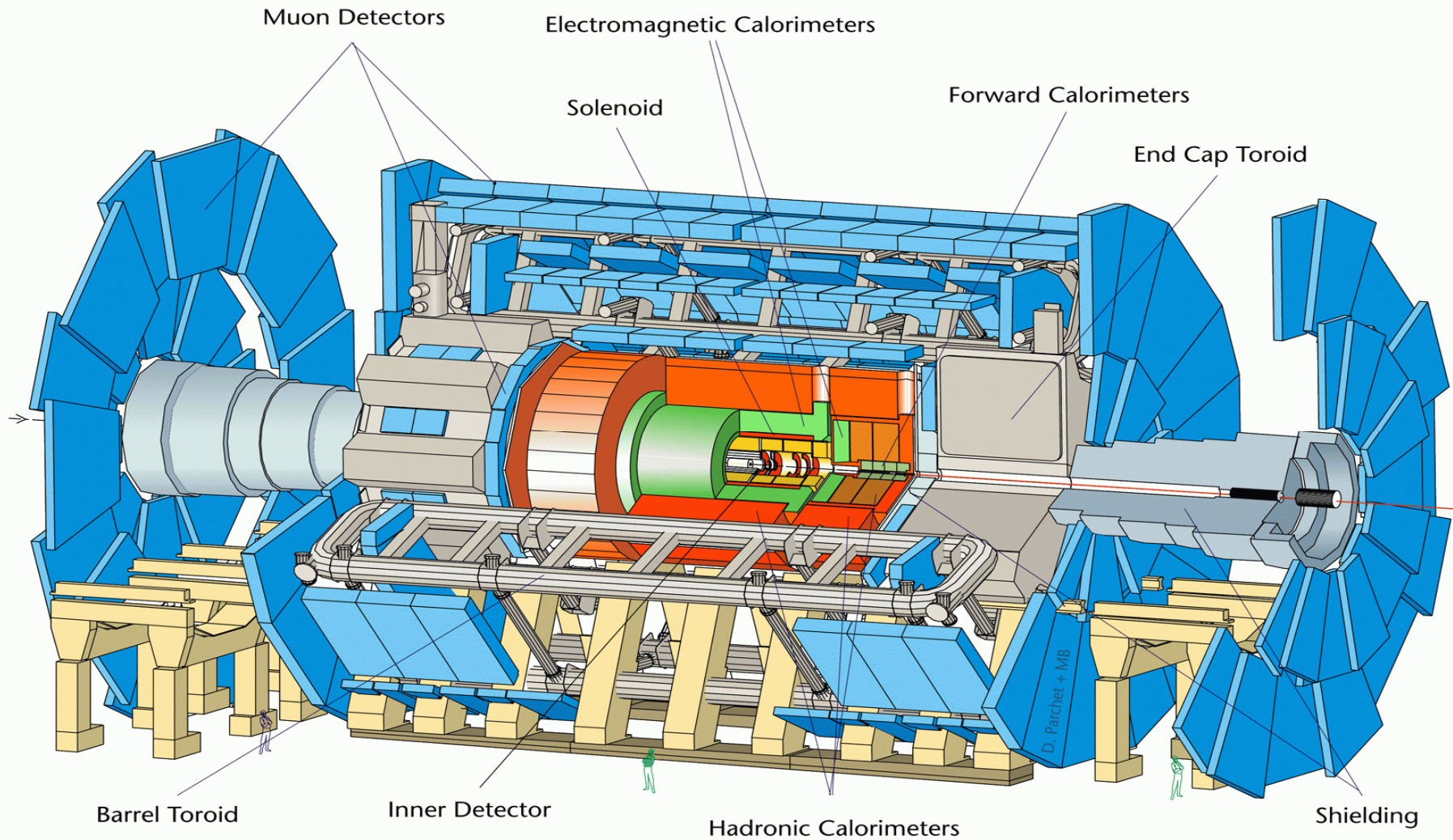
1) La nouvelle physique et le quark top

- La physique du quark top
- Lien avec la nouvelle physique

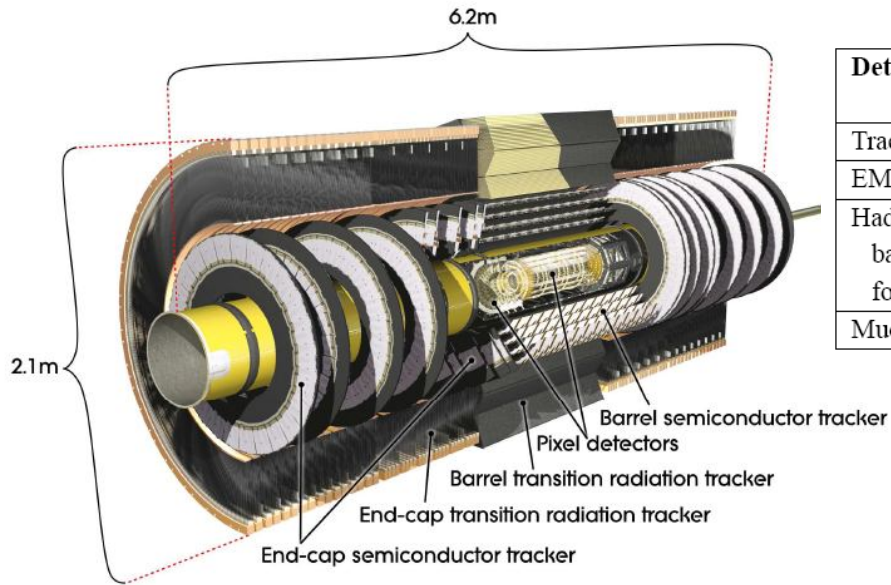
2) Mise en évidence du top dans ATLAS

- Objectifs et outils
- Stratégie et méthodes
- Perspectives pour les premières données (à h^{te} énergie)

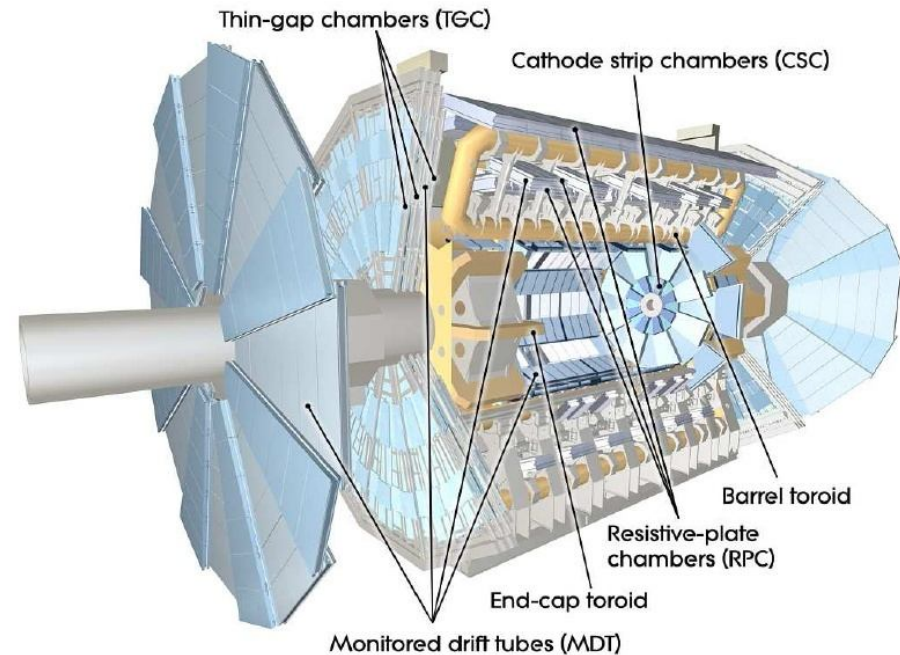
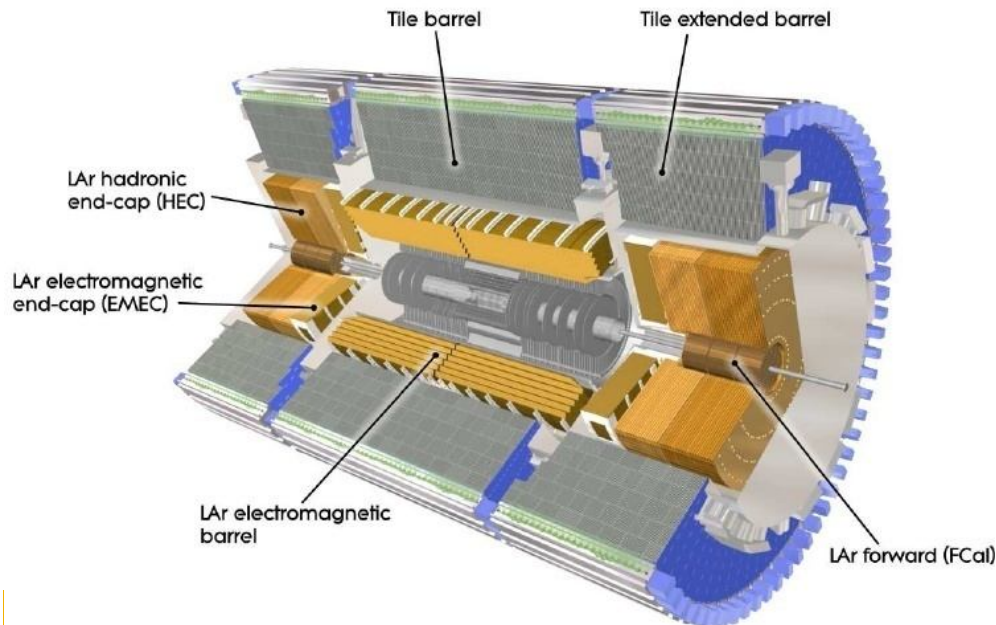
Le Détecteur ATLAS au LHC



Les Sous-détecteurs d'ATLAS

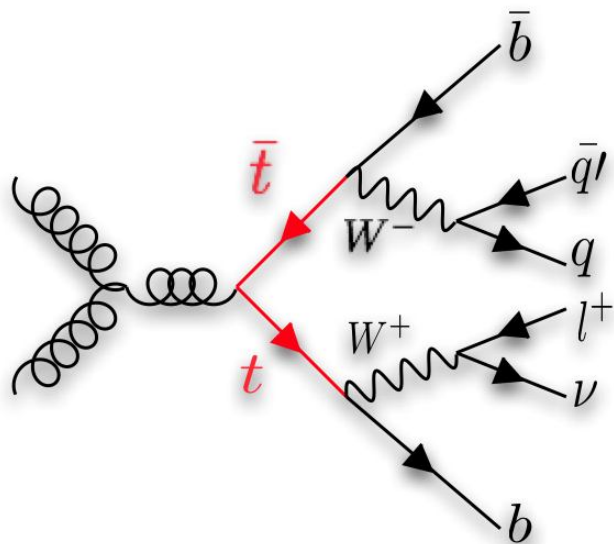


Detector component	Required resolution	η coverage	
		Measurement	Trigger
Tracking	$\sigma_{p_T}/p_T = 0.05\% p_T \oplus 1\%$	± 2.5	
EM calorimetry	$\sigma_E/E = 10\%/\sqrt{E} \oplus 0.7\%$	± 3.2	± 2.5
Hadronic calorimetry (jets) barrel and end-cap forward	$\sigma_E/E = 50\%/\sqrt{E} \oplus 3\%$	± 3.2	± 3.2
	$\sigma_E/E = 100\%/\sqrt{E} \oplus 10\%$	$3.1 < \eta < 4.9$	$3.1 < \eta < 4.9$
Muon spectrometer	$\sigma_{p_T}/p_T = 10\%$ at $p_T = 1$ TeV	± 2.7	± 2.4



Mise en évidence du quark top au LHC

- **Signatures t-tbar recherchée**
 - "all jets" (46%): important bruit de fond, signature difficile
 - dilepton (9%): signal clair, limité par la statistique
 - lepton+jets (45%): compromis statistique/visibilité
- ➔ L'ensemble des sous-détecteurs d'ATLAS est utilisé

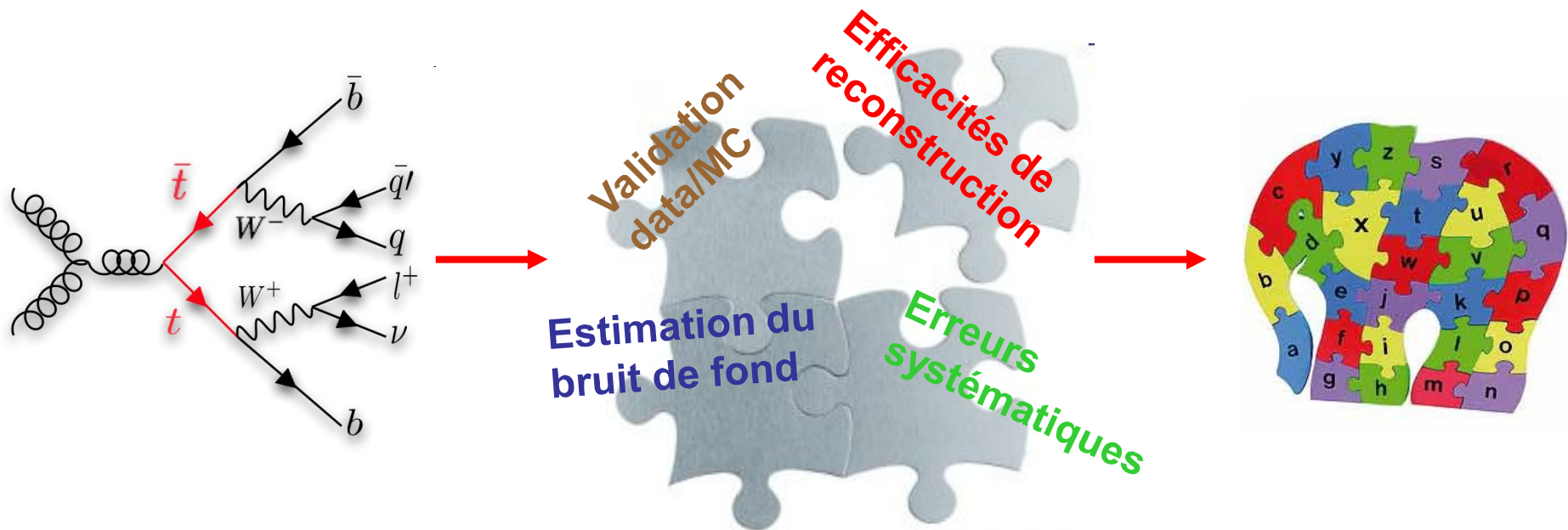


$t\bar{t}$ → lepton+jets

- au moins 4 jets centraux
- identification de 0-2 b-jets
- 1 lepton (electron/muon) isolé
- énergie transverse manquante

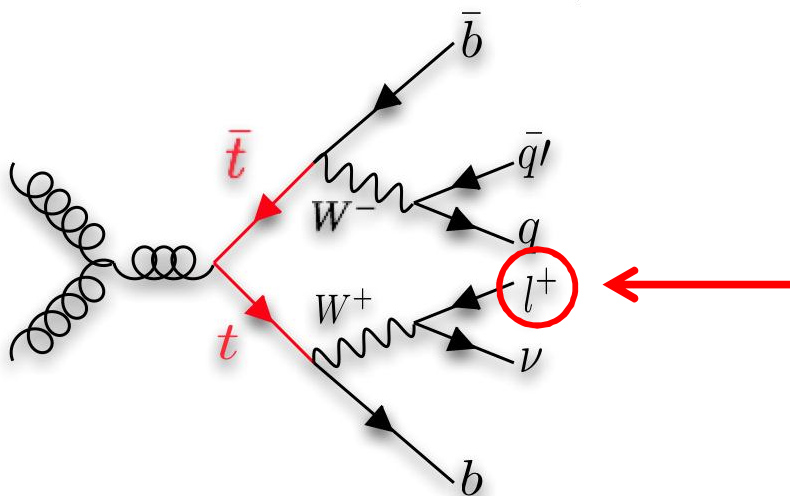
Mise en évidence du quark top au LHC

- En pratique un peu plus complexe ...



Priorité premières données: compréhension du détecteur, reconstruction et identification des objets physiques, reconstruction processus MS ...

Mise en évidence du quark top au LHC

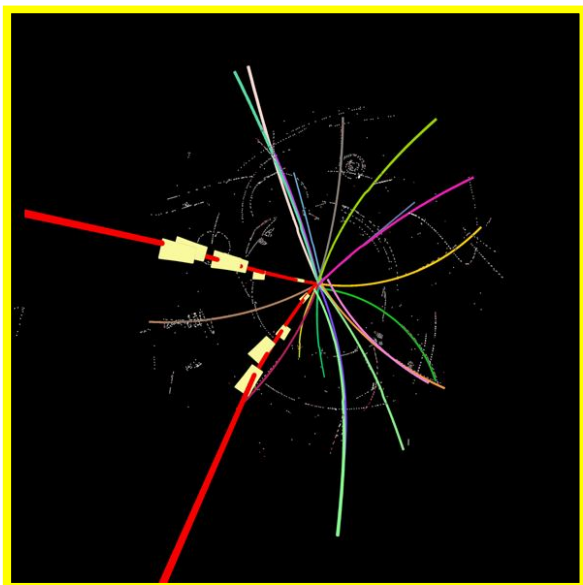


Trigger et Lepton ID

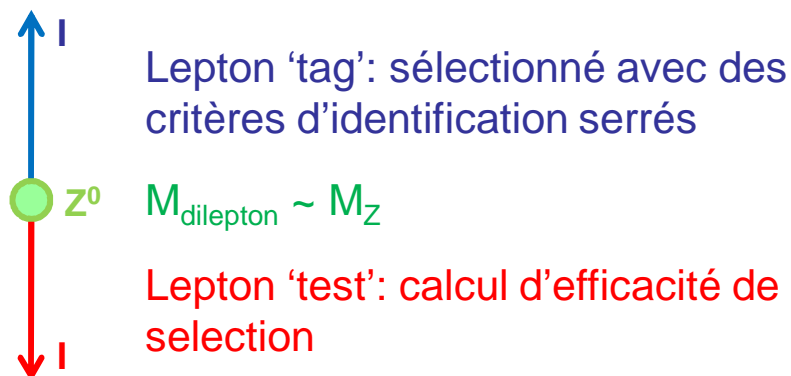
- Déclenchement: 1 électron ou muon (isolé) de 10-20 GeV selon la luminosité initiale
- Identification: lepton reconstruit $P_t > 20$ GeV (plateau efficacité trigger)

Efficacité d'identification

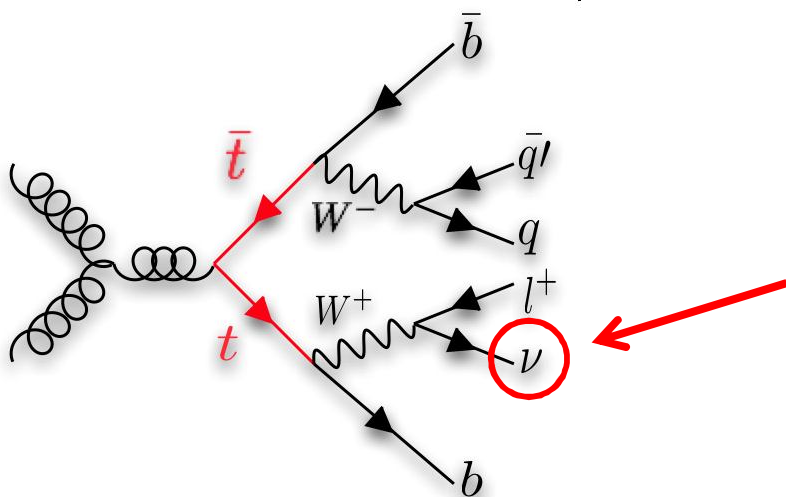
- à partir de données $Z^0 \rightarrow l+l^-$
- précision $\sim 1\%$ @ 100 pb^{-1}



Candidat di-muon (ECM=900 GeV)



Mise en évidence du quark top au LHC

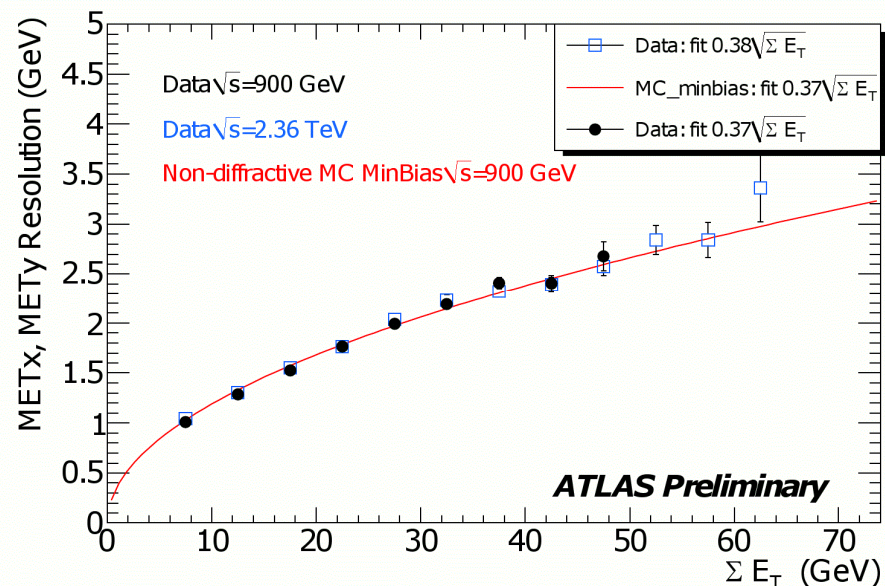


Energie transverse manquante

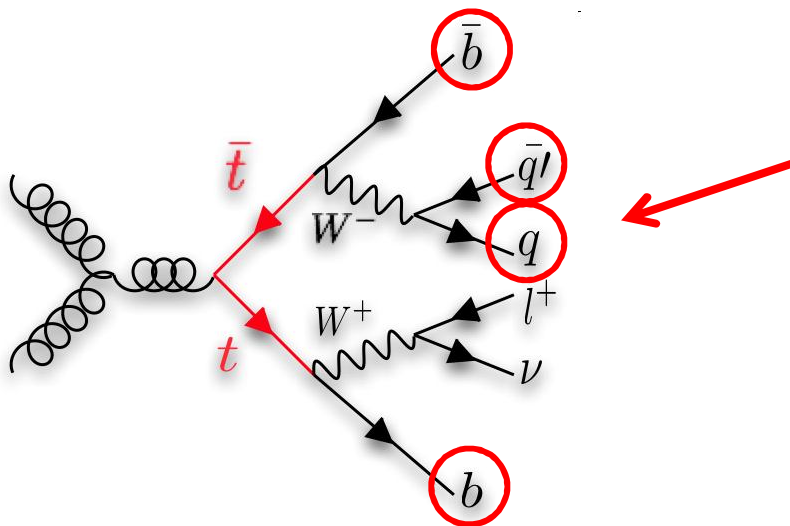
- mesurée dans le calorimètre
- top: typiquement $\cancel{E}_t > 20$ GeV
- Variable cruciale physique top
 - reconstruction masse top, W leptonique
 - rejet bruit de fond QCD, Z+jets

Résolution énergie manquante

- dépend du fonctionnement et de la compréhension du calorimètre
- premières données à 900 GeV/2.36 TeV semblent prometteuses



Mise en évidence du quark top au LHC

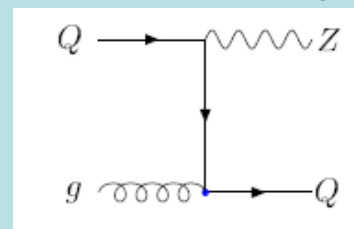


Multiplicité de jets élevée

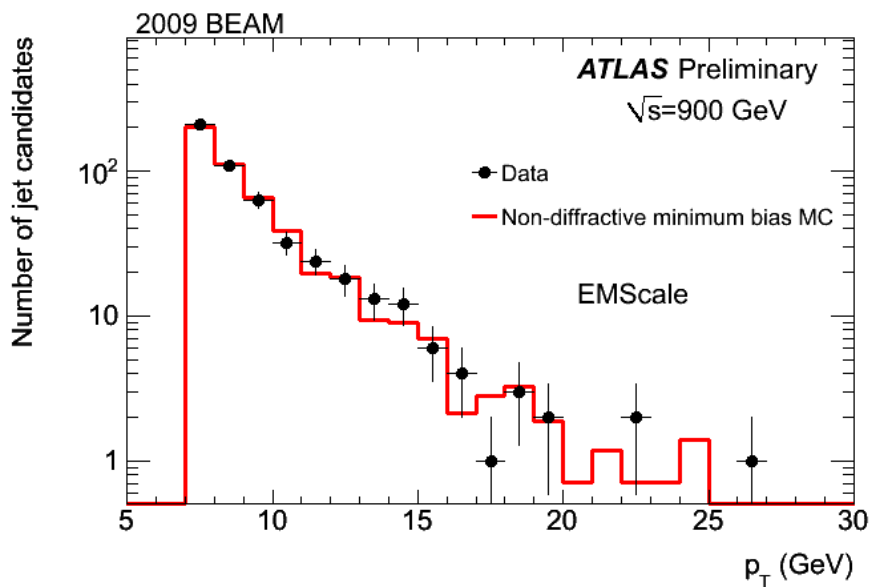
- Jet $P_t > 20-40$ GeV
- Mesure énergie cruciale
- JES: reconstruction de l'énergie du parton initial

Etalonnage in-situ

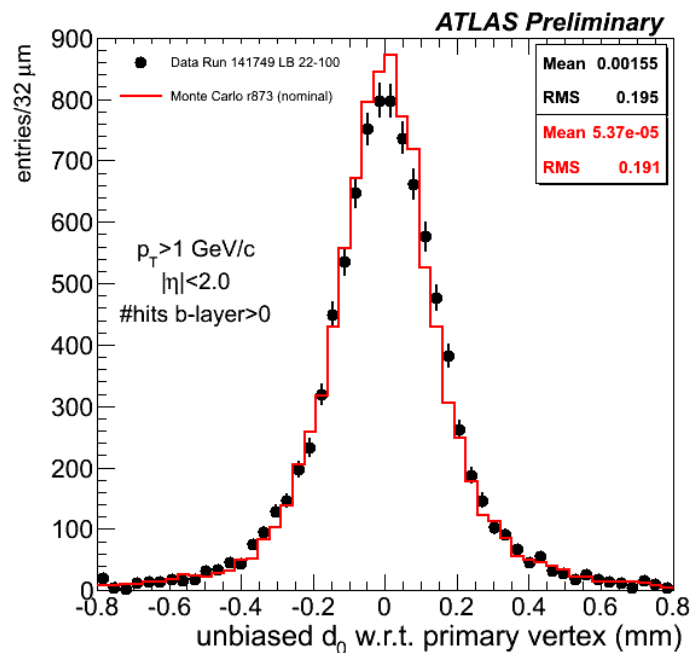
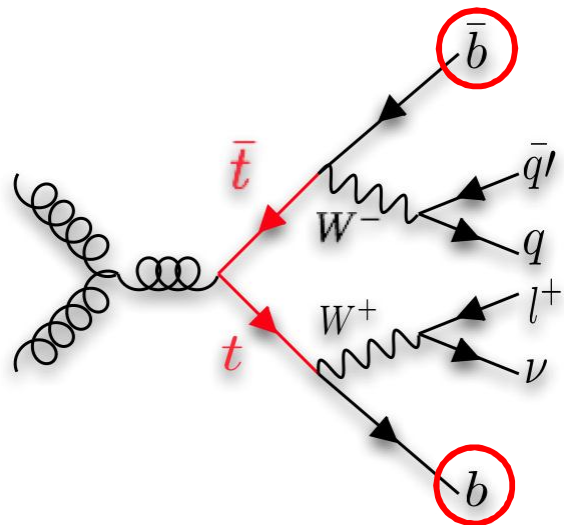
- dijets: intercalibration
- γ/Z +jets: 'balancing'



- étalonnage avec le top: $W \rightarrow jj$
 \rightarrow précision qqes $10 \text{ pb}^{-1} : 5\%$
 (10% jets en avant)

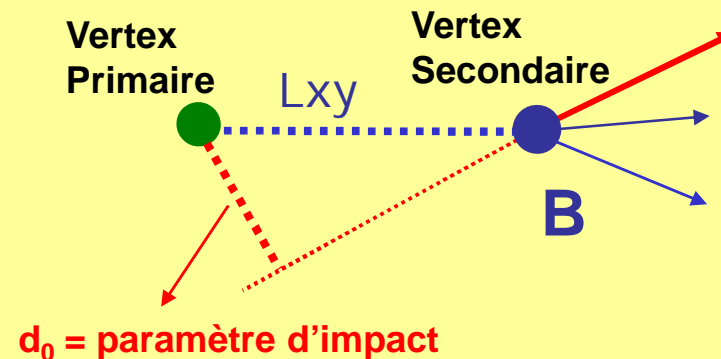


Mise en évidence du quark top au LHC



Hadrons B

- massif, longue durée de vie
- désintégration semi-leptonique

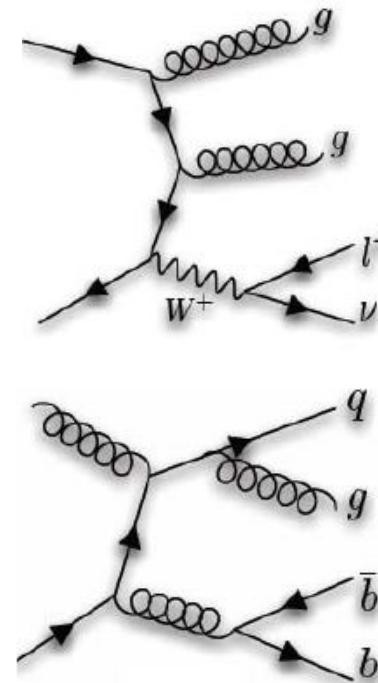


Identification des b-jets

→ paramètre d'impact, vertex secondaire, lepton-non isolé

- **Processus principaux**

- **W+jets [$\sim 40 \times \sigma_{tt}$]**
 - Lepton isolé, énergie manquante
 - Présence de b-jets
- **QCD-multijet [$\gg 1000 \times \sigma_{tt}$]**
 - Jets reconstruits comme des leptons
 - Présence de b-jets, leptons non isolés
 - Taux de mauvaise id. faible mais section efficace élevée
- **Z+jets, dibosons ...**
- **(single)top**



Modélisation des fonds avec les données

- incertitudes sur section efficaces: normalisation in-situ
- validation Monte Carlo: gerbe partonique, événements sous-jacent, distributions cinématiques ...

Mesure de section efficace



Mesure de section efficace

- **Coupures séquentielles**

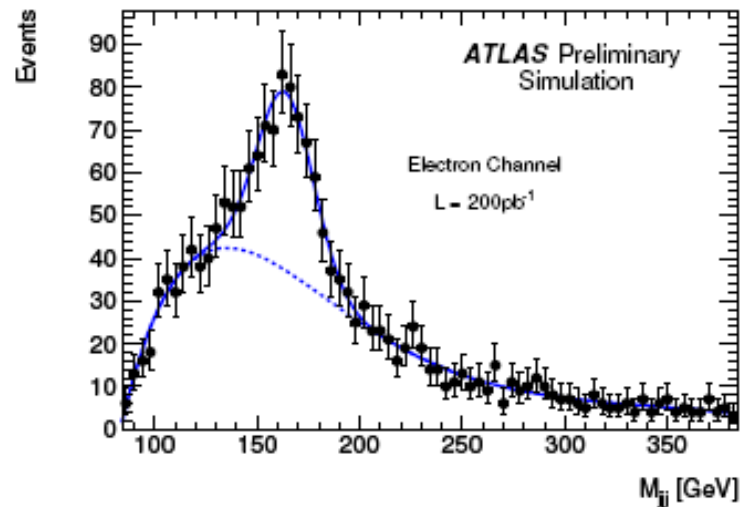
- Coupures sur des variables (+ou-) discriminantes
- Estimation fond: MC, échantillons de contrôle
- Minimisation de fonction de vraisemblance

$$L(\sigma) = \prod_{\text{channel } i}^N \frac{e^{-(B_i + \alpha_i L_i \sigma)} \cdot (B_i + \alpha_i L_i \sigma)^{D_i}}{D_i!}$$

- B_i : # év. de fond
- α_i : acceptance signal
- L : luminosité intégrée
- D_i : données = $B_i + \alpha_i L \sigma_{th}$
- σ : section efficace

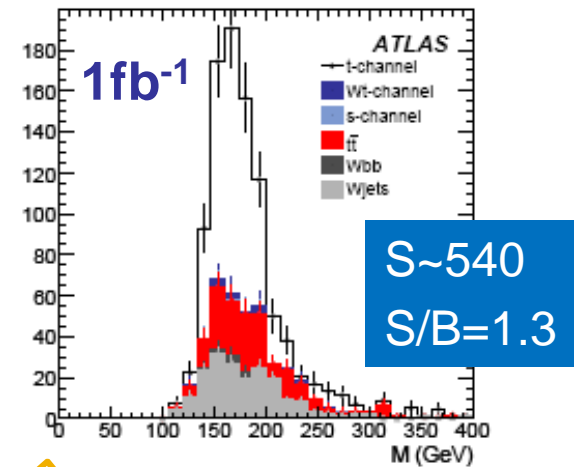
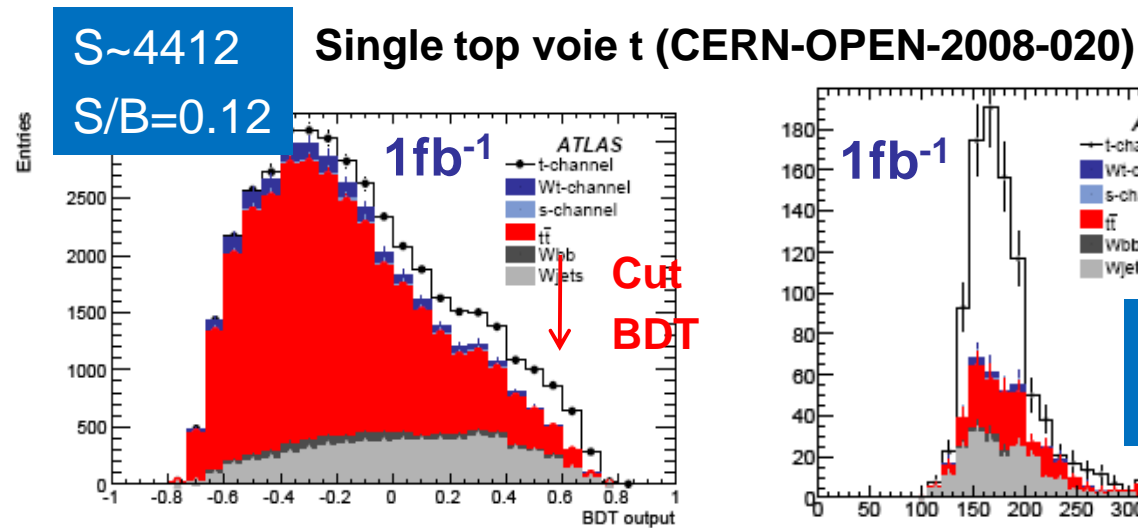
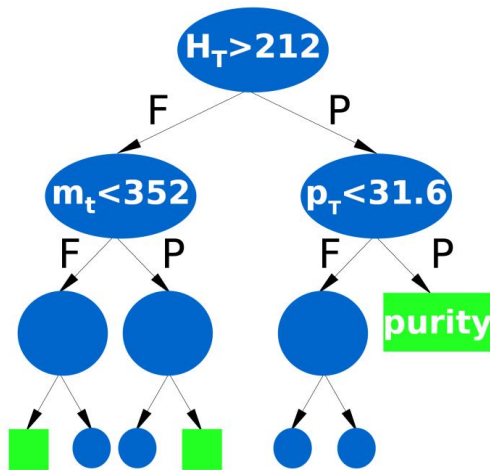
Mesure de section efficace

- Coupures séquentielles
- Méthode des ‘templates’
 - Reconstruction de variables discriminantes
 - Ajustement des données avec des modèles de signal et de fond



Mesure de section efficace

- Coupures séquentielles
- Méthode des templates
- Méthode multivariables
 - Combinaison de plusieurs variables discriminantes
 - Nombreuses méthodes: réseaux de neurones, éléments de matrice, arbres de décision boostés ...
 - Méthodes complexes mais amélioration sensible du rapport S/B



1) La nouvelle physique et le quark top

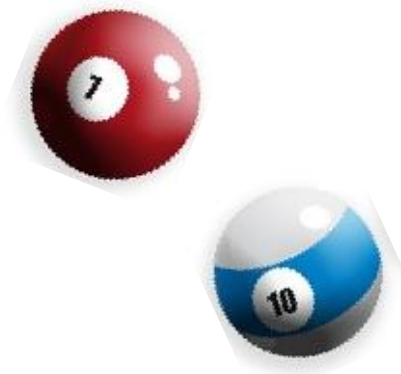
- La physique du quark top
- Lien avec la nouvelle physique

2) Mise en évidence du top dans ATLAS

- Objectifs et outils
- Stratégie et méthodes
- **Perspectives pour les premières données (à h^{te} énergie)**

Perspectives à 10/7 TeV

- **Analyses à 10 TeV et 200 pb⁻¹**
 - Précision atteignable sur les mesures de section efficace ?
 - Mise en place de méthodes et stratégies pour les 1^{ères} données
 - Erreurs systématiques les plus réalistes possible
 - Fond principaux mesurés à partir des données
 - Résultats publics: mise en évidence production ttbar, recherche single top (en cours d'approbation)
- **Quelles perspectives à 7 TeV ?**

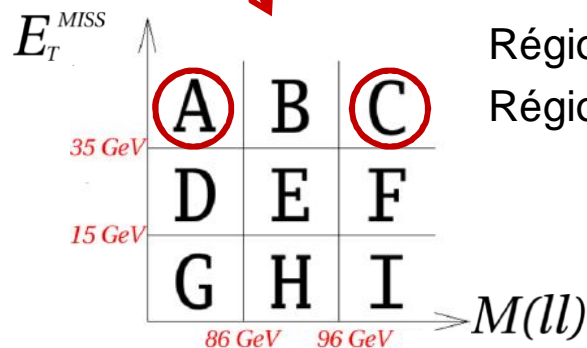
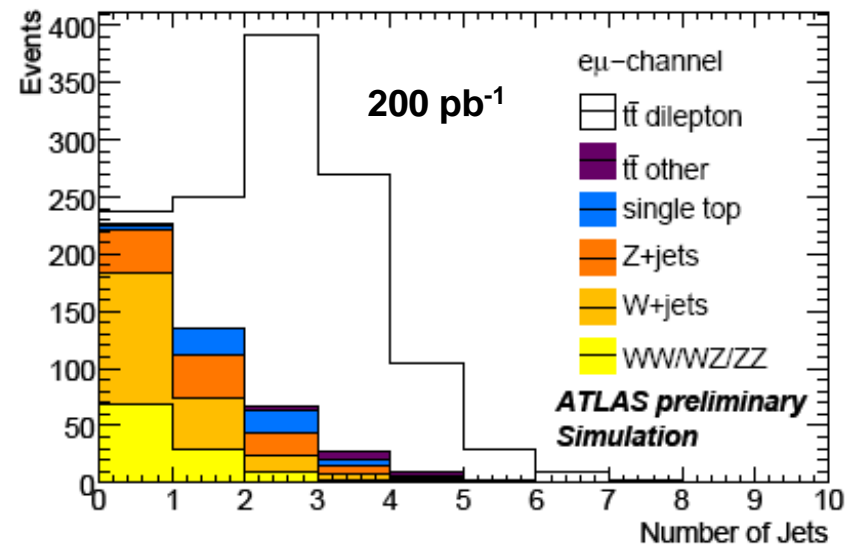


Section efficace top-antitop

- **Canal di-lepton**

- 10 TeV, 200 pb⁻¹, sélections simples et robustes, pas de b-tagging
- **ATL-PHYS-PUB-2009-086**

- 2 leptons (+/-), ≥2 jets, MET, veto fenêtre masse Z
- **fond**: leptons isolés (Drell-Yan, diboson...), év. mal identifiés (W+jets, QCD-multijet)
- mesure **Drell-Yan** et faux leptons à partir des données



Région signal: A, C
Région fond: G, H

Estimation Drell-Yan

$$A_{Est} = G_{Data} \left(\frac{A_{MC}}{G_{MC}} \right) \left(\frac{B_{Data}}{H_{Data}} \right) \left(\frac{H_{MC}}{B_{MC}} \right)$$

(idem pour C_{est})

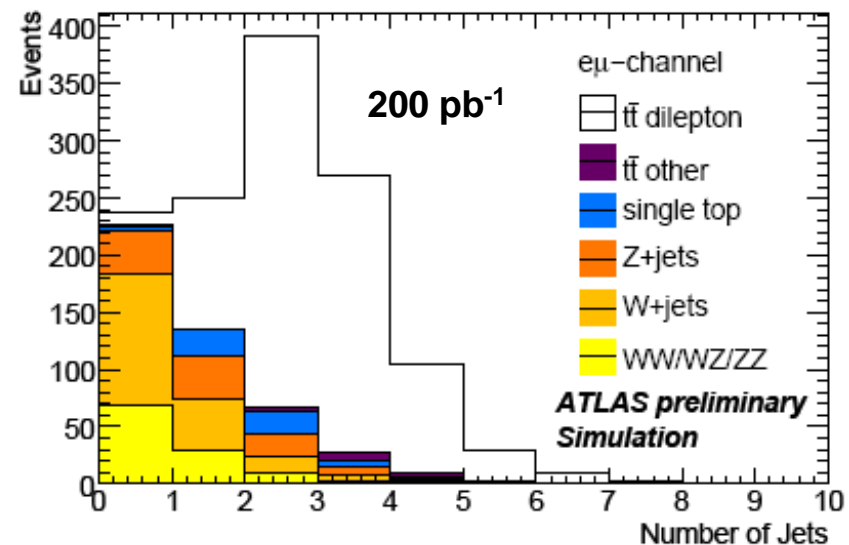
→ Incertitude ~15%

Section efficace top-antitop

- **Canal di-lepton**

- 10 TeV, 200 pb⁻¹, sélections simples et robustes, pas de b-tagging
- ATL-PHYS-PUB-2009-086

- 2 leptons (+/-), ≥2 jets, MET, veto fenêtre masse Z
- **fond**: leptons isolés (Drell-Yan, diboson...), év. mal identifiés (W+jets, QCD-multijet)
- mesure Drell-Yan et faux leptons à partir des données



Jets identifiés comme des leptons

Région contrôle: mesure prob. pour un lepton vrai/faux de passer des critères de sélection serrés → ε, f

$$N_{\text{Fake}} = \left[\frac{f_2(\epsilon_2 - 1)}{\epsilon_2 - f_2} + \frac{f_1(\epsilon_1 - 1)}{\epsilon_1 - f_1} \right] N_{\text{TT}} + \frac{f_2\epsilon_2}{\epsilon_2 - f_2} N_{\text{TL}} + \frac{f_1\epsilon_1}{\epsilon_1 - f_1} N_{\text{LT}}$$

Incertitude: 50-100%

Section efficace top-antitop

- **Canal di-lepton**

- 10 TeV, 200 pb⁻¹, sélections simples et robustes, pas de b-tagging
- ATL-PHYS-PUB-2009-086

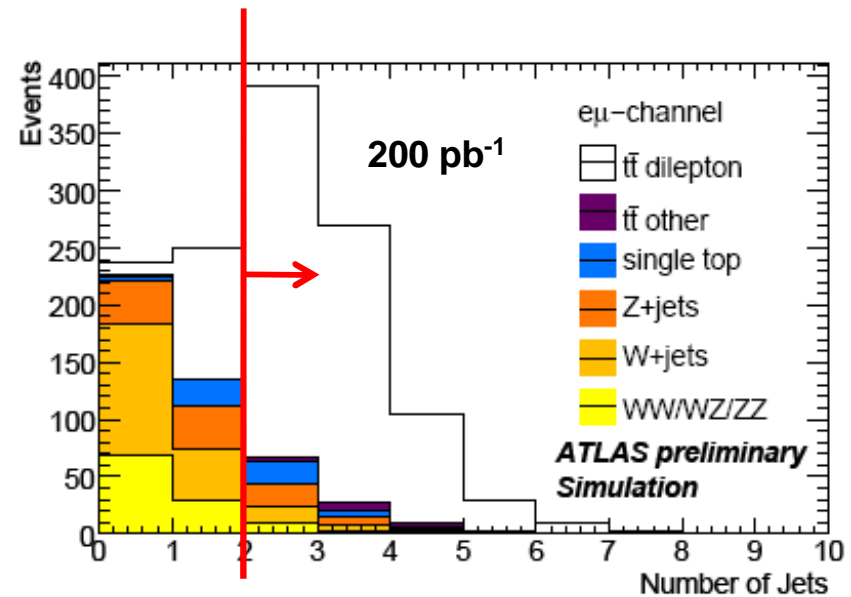
• 2 leptons (+/-), ≥2 jets, MET, veto fenêtre masse Z

N(200 pb ⁻¹)	ee	μμ	eμ
ttbar dilepton	210	330	680
Fond	55	80	120
S/B	3.9	4.1	5.6

Mesure section efficace

Coupures séquentielles simples

Précision ~ 10% (err. lum. exclue)



$$3.1(\text{stat})^{+9.6}_{-8.7}(\text{syst})^{+26.2}_{-17.4}(\text{lumi})\%$$

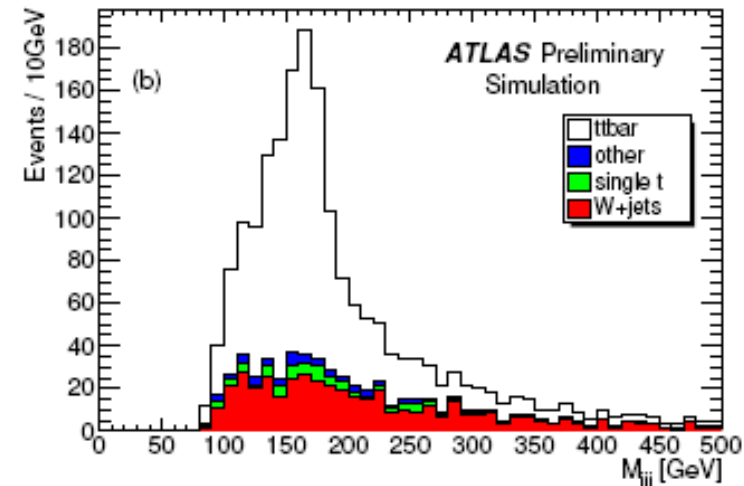
↳ ISR/FSR, Fake rate

Section efficace top-antitop

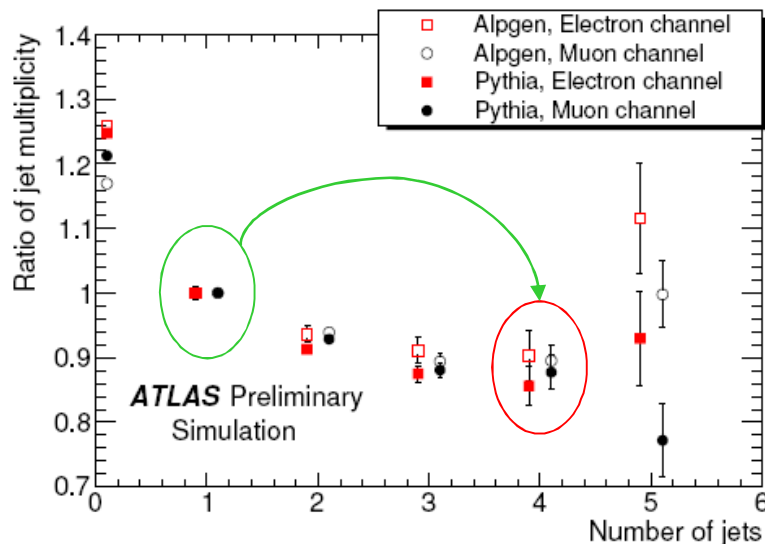
- **Canal lepton+jets**

- 10 TeV, 200 pb⁻¹, sélections simples et robustes, pas de b-tagging
- ATL-PHYS-PUB-2009-087

- 1 lepton, ≥4 jets, MET, coupure M_W
- **fond**: combinatoire, W+jets, single top, QCD-multijet
- données: estimation taux **W+jets**



Rapport W→lv+jets sur Z→ll+jets



- extrapolation **région de contrôle (CR)** avec 0/1 jet → **region de signal (SR)** avec 4⁺ jets
- estimation taux événement W+jets

$$(W^{SR}/W^{CR})_{data} = (Z^{SR}/Z^{CR})_{data} \cdot C_{MC}, \quad C_{MC} = \frac{(W^{SR}/W^{CR})_{MC}}{(Z^{SR}/Z^{CR})_{MC}}$$

→ **Incertitude: ~20%**

Section efficace top-antitop

- **Canal lepton+jets**

- 10 TeV, 200 pb⁻¹, sélections simples et robustes, pas de b-tagging
- **ATL-PHYS-PUB-2009-087**

- 1 lepton, ≥4 jets, MET, coupure M_W
- **fond**: combinatoire, W+jets, single top, QCD-multijet
- données: estimation taux W+jets

Mesure section efficace

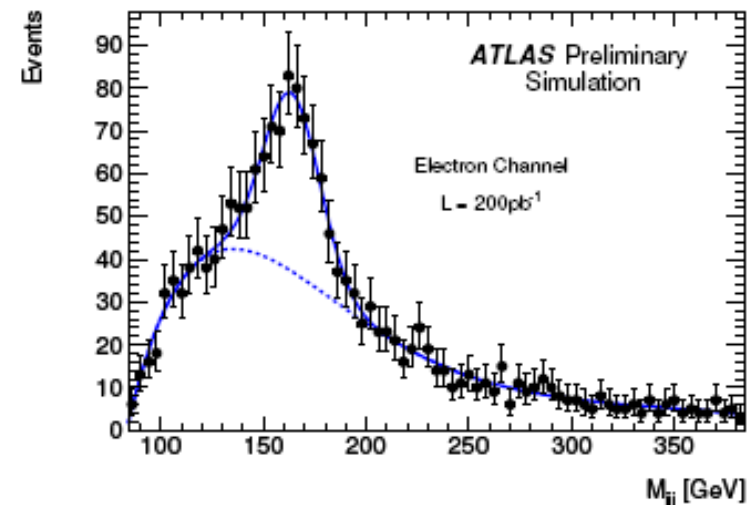
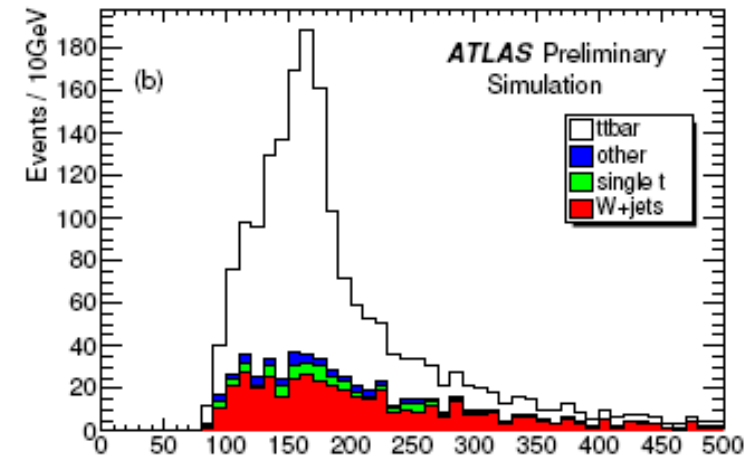
- coupures séquentielles
- fit masse hadronique top
- analyse sans coupures MET

Précision < 20% (err. lum. exclue)

$$\Delta\sigma/\sigma(\text{cut}) = 3\%_{(\text{stat})} + <15\%_{(\text{syst})} + 22\%_{(\text{lumi})}$$

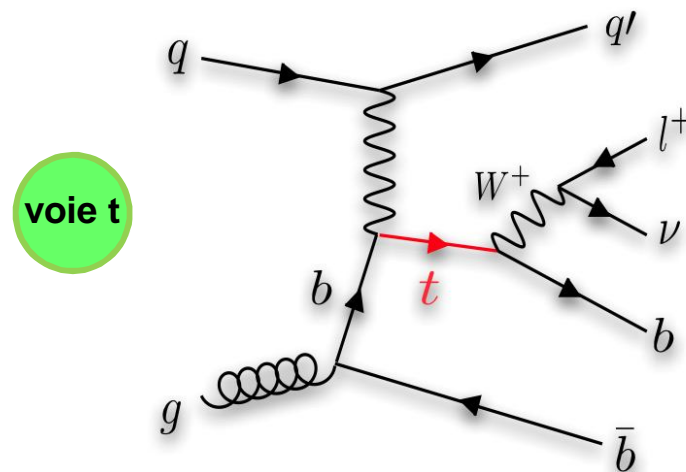
$$\Delta\sigma/\sigma(\text{fit}) = 15\%_{(\text{stat})} + <15\%_{(\text{syst})} + 20\%_{(\text{lumi})}$$

↳ **JES, ISR/FSR**



Recherche du single top

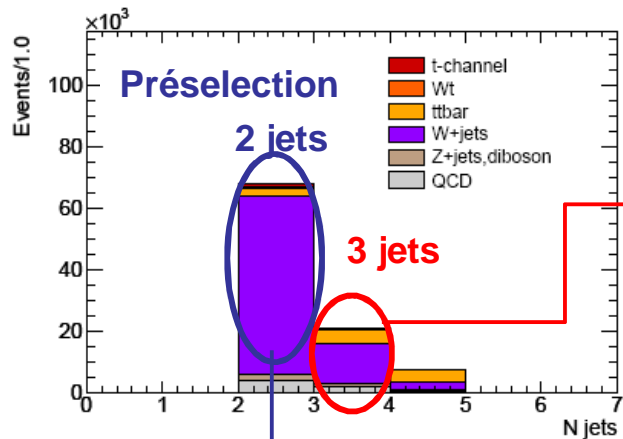
- **Recherche single top dans la voie t**
 - Mode de production du single top dominant [$125 \text{ pb@10 TeV} \sim 1/3\sigma_{tt}$]
 - Mise en évidence plus délicate
 - Bruit de fond W +jets et $t\bar{t}$ important
 - Identification des b-jets nécessaire
 - Stratégie analyse complexe (mais excitante !)
 - Résultats préliminaires (note publique en cours d'approbation)



Recherche du single top

- **Mesure des processus ttbar et W+jets**
 - 1 lepton, 2-4 jets, coupure MET et Mt(W)

Résultats
préliminaires



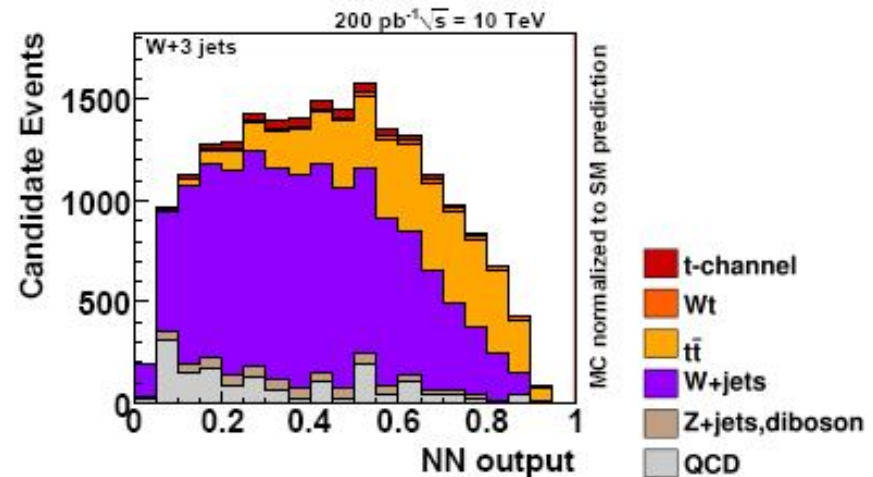
Normalisation bruit de fond

- év. à 3-jets: 68% W+jets, 24% ttbar
- proche région signal (2-jets)
- construction discriminant NN
- fit év. à 3-jets → normalisation processus W+jets et ttbar

Validation NN
Événements à 2-jets, 0-tags

Correlations

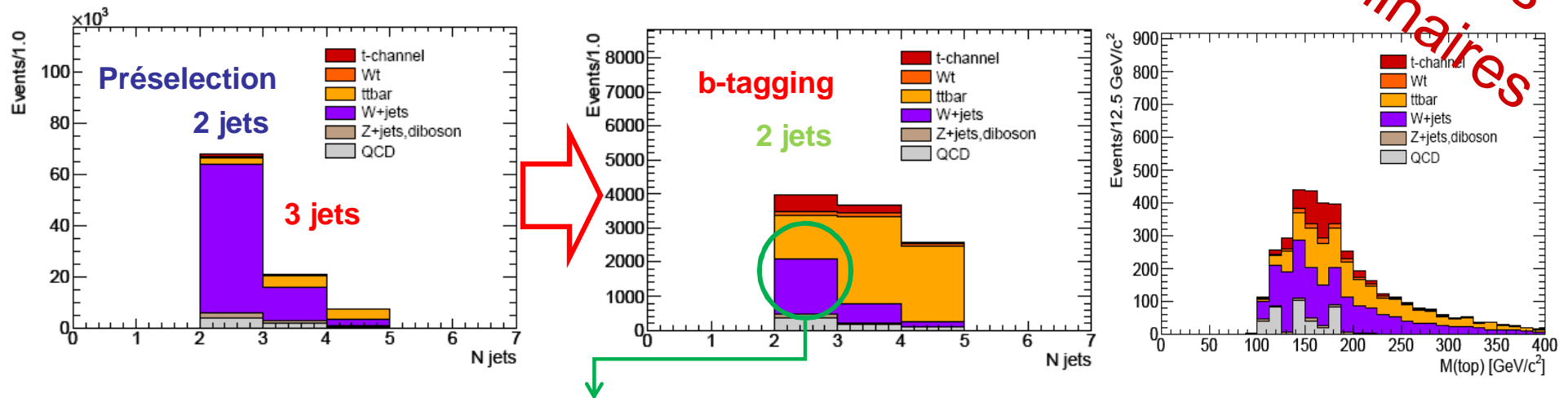
χ^2 -prob.: 61%
ks-prob.: 98%



Recherche du single top

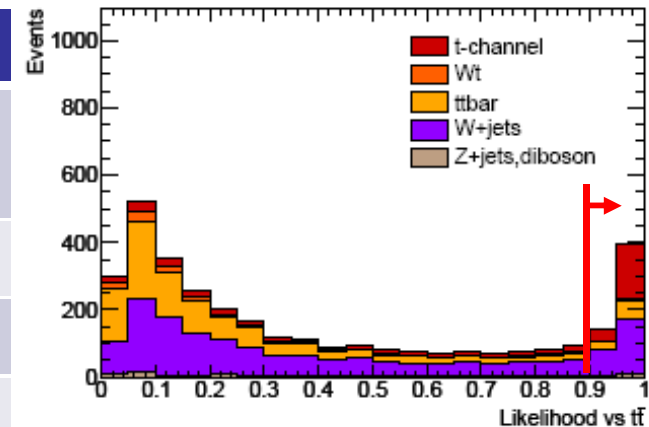
- **Purification de l'échantillon sélectionné**
 - Région signal: 2-jets, ≥ 1 b-tag + coupures spécifiques

Résultats préliminaires



2 approches

	Coupures	Likelihood
Sélections	$P_T(\text{b-jet}) > 50 \text{ GeV}$ $\eta(\text{light-jet}) > 2.5 $	Likelihood > 0.9
Signal	118	112
Fond	185	127
S/B	0.64	0.89



Recherche du single top

- **Sensibilité de la mesure (200 pb⁻¹, 10 TeV)**
 - Précision mesure section efficace

Résultats
préliminaires

Source of uncertainty	$\Delta\sigma/\sigma(\%)$	
	Sequential cuts	Likelihood
Data statistics	15%	14%
MC statistics	6%	6%
JES	8%	3%
<i>b</i> -tagging	26%	22%
Background normalization	12%	10%
ISR/FSR	10%	10%
PDF	7%	6%
Generator	11%	16%
Lep. ID, trigger	4%	3%
Luminosity	11%	11%
Total	45%	40%

Error	Variation
JES	±5% on jet energy
<i>b</i> -tagging	±6% <i>b</i> -tag eff. (absolute), ±10% mistag (relative)
BG error	Data-driven (W+jets, ttbar) and theory
ISR/FSR	specific t-ch and ttbar MC samples with low/high ISR/FSR
PDF	t-ch samples with different CTEQ and MRST PDF sets
Lep. ID, trigger	±1% error on S and B rates
Lum.	±10% integrated luminosity

Significance: 2.7 σ

Perspectives à 7 TeV

- **Collisions à 7 TeV**

- Scénario moins favorable
- Réduction section efficaces
 - facteurs 1.5-2.5
 - Incertitude fond plus problématiques même pour les mesures $t\bar{t}$

Processus	Facteur
Top-antitop	2.5
Single top	2.0
W+jets	1.5-1.7
QCD	1.5



Redécouverte du top

- Faisable pour $\sim 100 \text{ pb}^{-1}$
- Identification quarks b est un atout
 - S/B multiplié par 5 après b-tagging
 - Mais mise en œuvre délicate
- **Observation mi/fin 2010**

Perspectives single top

- Travail préparatoire important: mise en place identification des b, mesure des fonds principaux
- Excès à 3σ avec $\sim 500 \text{ pb}^{-1}$
- Observation avec 1 fb^{-1} possible

Avec 1 fb^{-1} (fin 2011?): signal $t\bar{t}$ bien établi, observation single top (voie t)

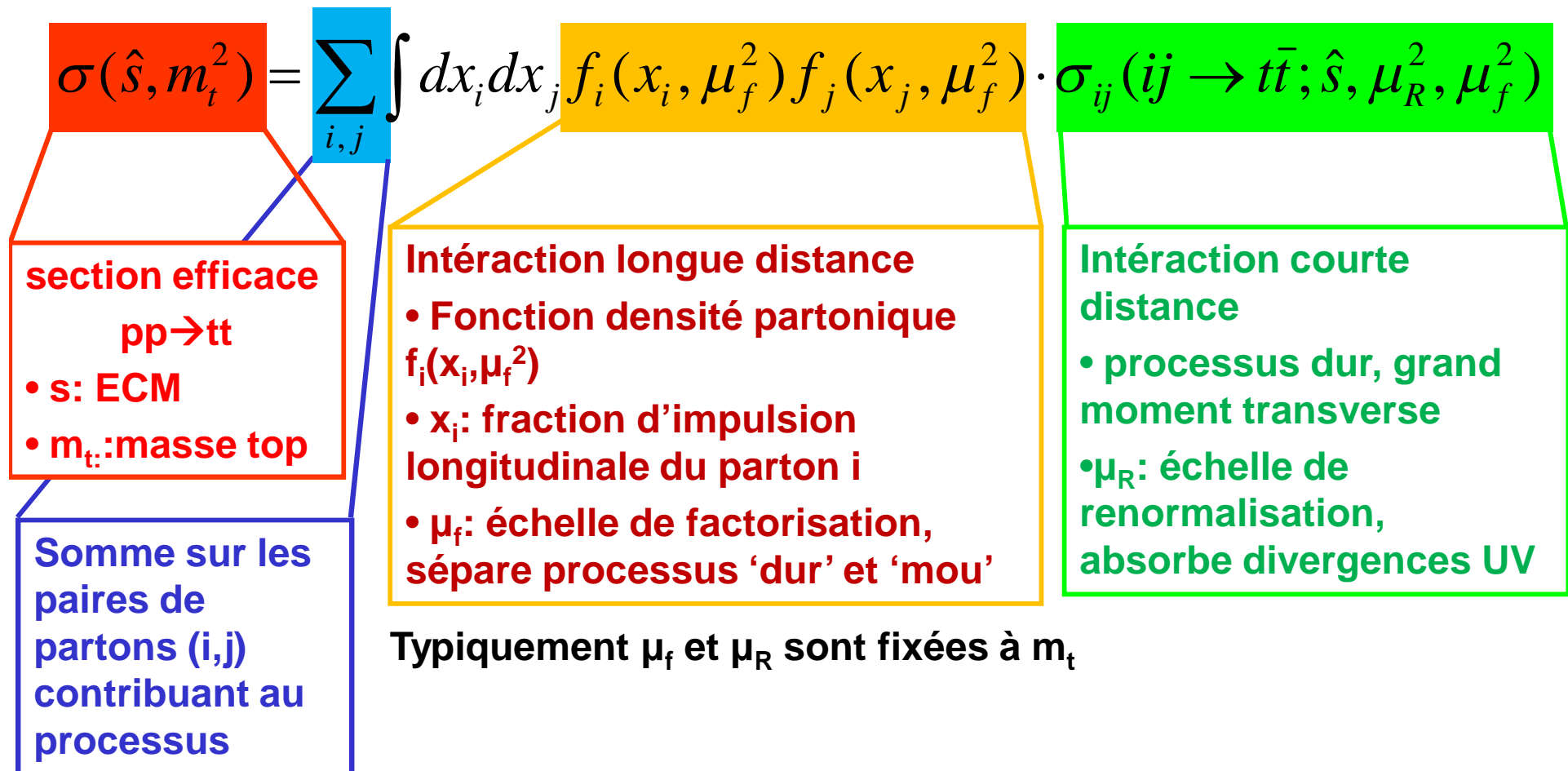
Conclusion et perspectives

- **Perspectives 2010/2011**
 - Redécouverte du quark top !
 - Paver la voie aux mesures de précision
 - Observation single top dans la voie t, découverte single top voie Wt
 - Mesure polarisation W, recherche de résonnances top-antitop, recherche Higgs chargé ...
- **Le quark top: fenêtre vers la nouvelle physique**
 - Physique du top riche et excitante
 - Le LHC permettra d'explorer la physique du top
 - ... et éventuellement de découvrir des phénomènes nouveaux !

BACKUP SLIDES

Production de Paire de Quark Top

- Section efficace de production: approche théorique
 - Théorème de factorisation



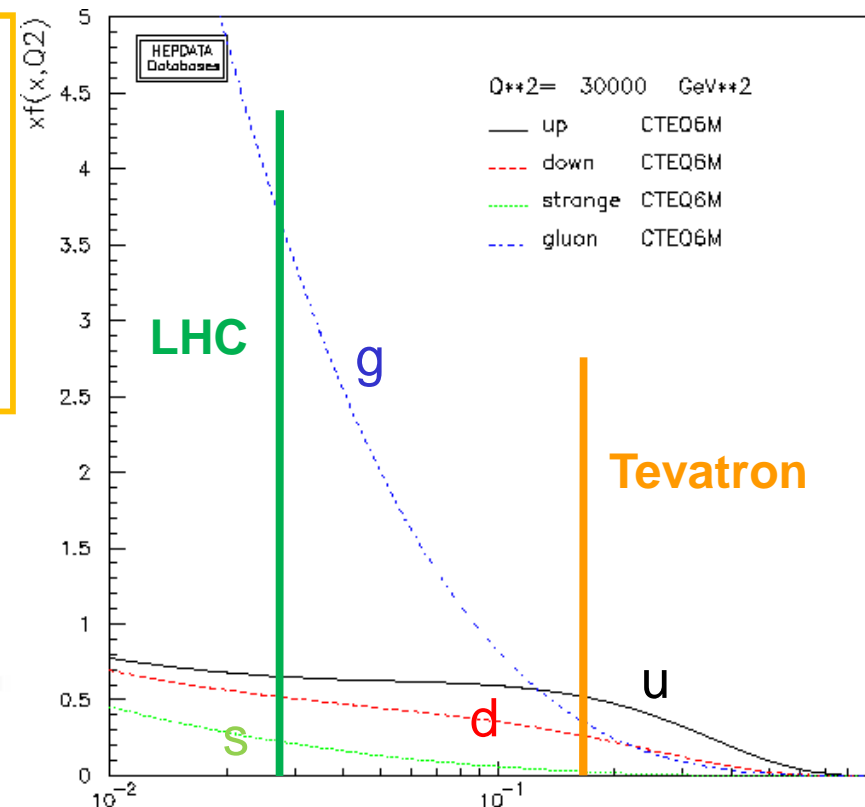
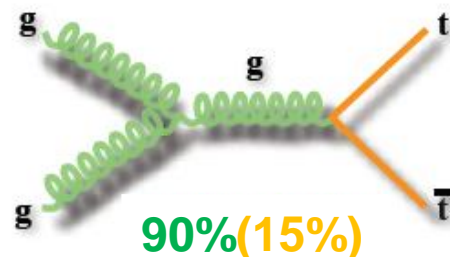
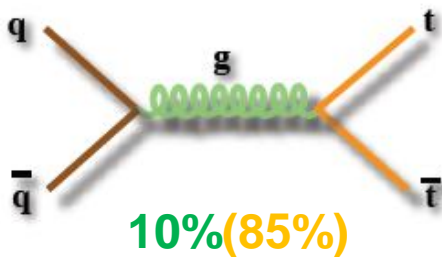
Production de Paire de Quark Top

- Section efficace de production: approche théorique
 - Théorème de factorisation

$$\sigma(\hat{s}, m_t^2) = \sum_{i,j} \int dx_i dx_j f_i(x_i, \mu_f^2) f_j(x_j, \mu_f^2) \cdot \sigma_{ij}(ij \rightarrow t\bar{t}; \hat{s}, \mu_R^2, \mu_f^2)$$

Production au seuil $x_i \approx 2m_t/\sqrt{s}$

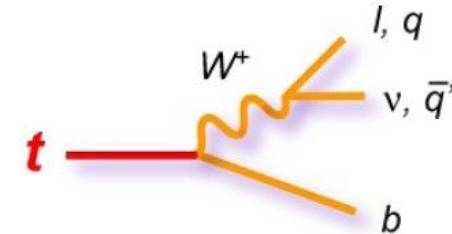
- **LHC** : $\sqrt{s} = 14 \text{ TeV} \rightarrow x_i \approx 0.025$
 → qq (10%) et gg (90%)
- **TeVatron** : $\sqrt{s} = 1.96 \text{ TeV} \rightarrow x_i \approx 0.175$
 → qq (85%) et gg (15%)



Désintégration du Quark Top

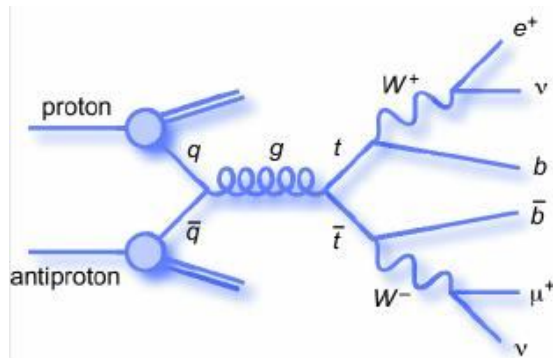
- **Modes de désintégration**

- Durée de vie très courte
 - $\tau_{\text{top}} \sim 4 \times 10^{-25} \text{ s} < \tau_{\text{had}} \sim 28 \times 10^{-25} \text{ s}$
 - Le top se désintègre avant hadronisation
- $\text{BR}(t \rightarrow Wb) \sim 100\%$ dans le modèle standard

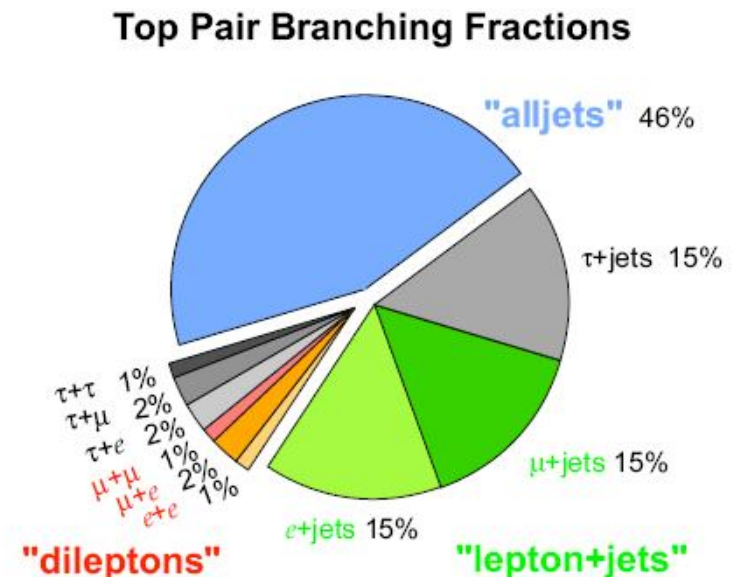


- **Modes de désintégration des paires ttbar**

- En fonction de la désintégration du W

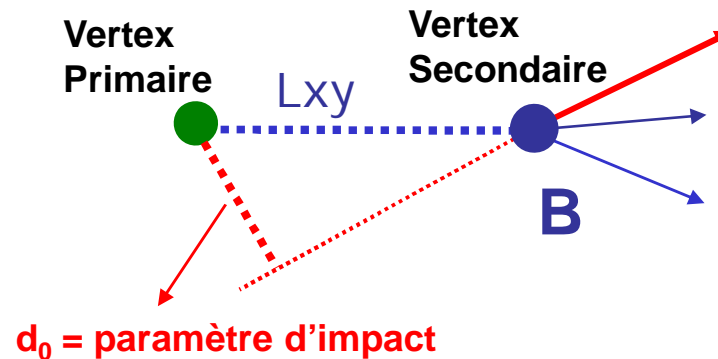


- ➔ Canal dilepton: 9%
- ➔ Canal lepton+jets: 45%
- ➔ Canal hadronique: 46%



Étiquetage des b dans ATLAS

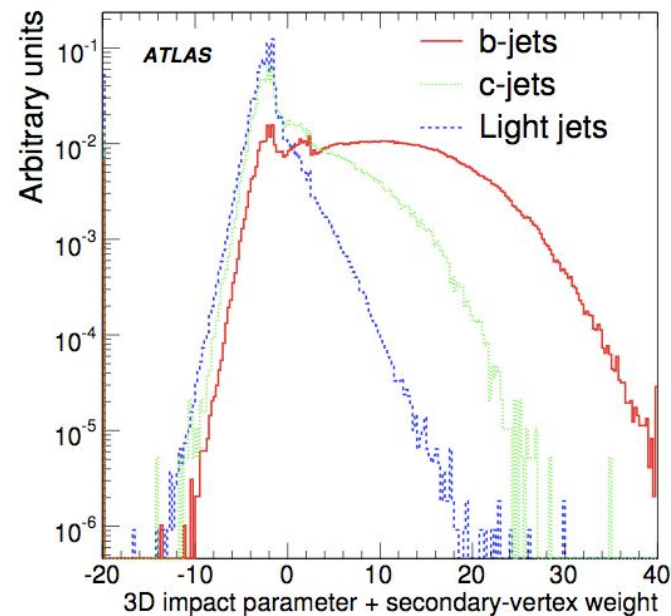
- Algorithmes basés sur le paramètre d'impact



- $d_0 \rightarrow$ likelihood (b vs uds) pour chaque trace
 - poids total pour chaque jet
 - Algorithmes 2D et 3D
- Jet probability

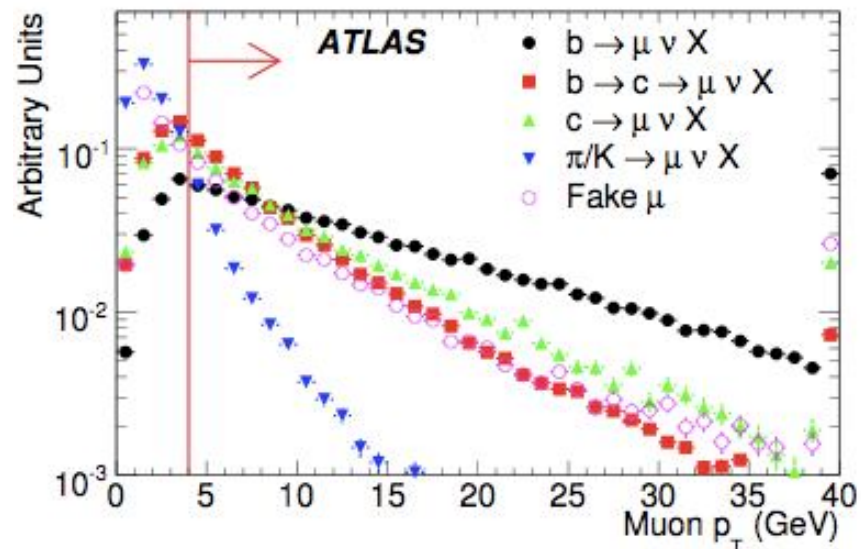
Étiquetage des b dans ATLAS

- Algorithmes basés sur le paramètre d'impact
- Vertex secondaire
 - Fit VS à partir des traces à gd_0
 - likelihood à partir des variables du VS
 - Masse vertex, fraction d'énergie, $N_{2\text{-traces}}$ vertex
 - Meilleure résultats si combiné avec alg. IP



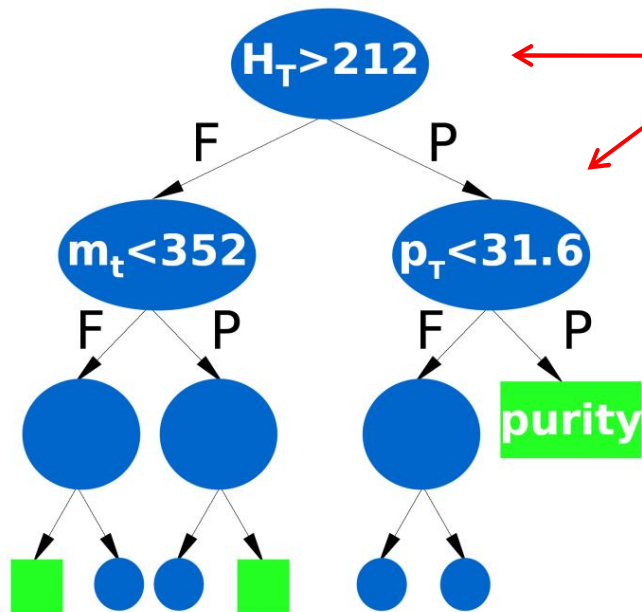
Étiquetage des b dans ATLAS

- Algorithmes basés sur le paramètre d'impact
- Vertex secondaire
- Soft lepton
 - Désintégration semi-leptonique (électrons, muons)
 - Méthode limitée par rapport de branchement



Arbres de Décision 'boostés'

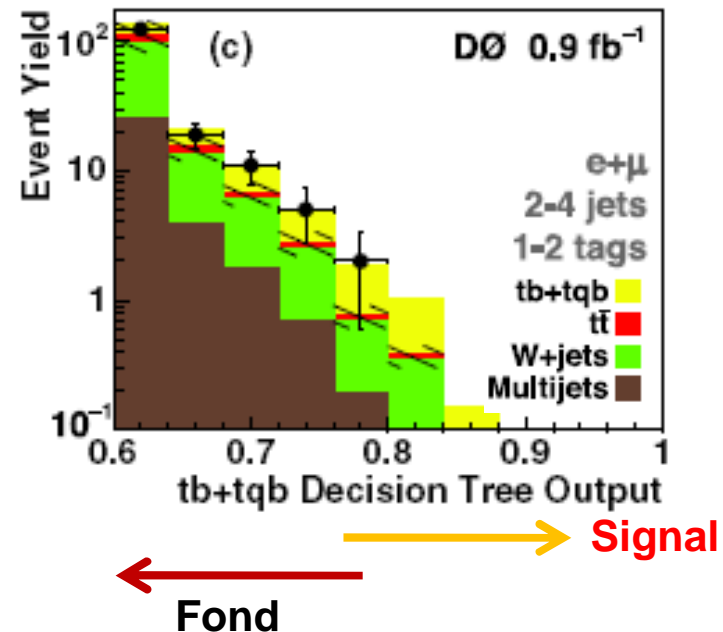
- Coupures itératives pour classifier les événements



Arbre de décision: à chaque nœud → variable et coupure qui sépare les événements

Entraînement: maximiser le pouvoir séparateur

Boosting: moyenne plusieurs arbres, dilue la nature discrète de l'arbre, améliore le pouvoir séparateur.



Single Top Triggers

- Trigger turn-on curves

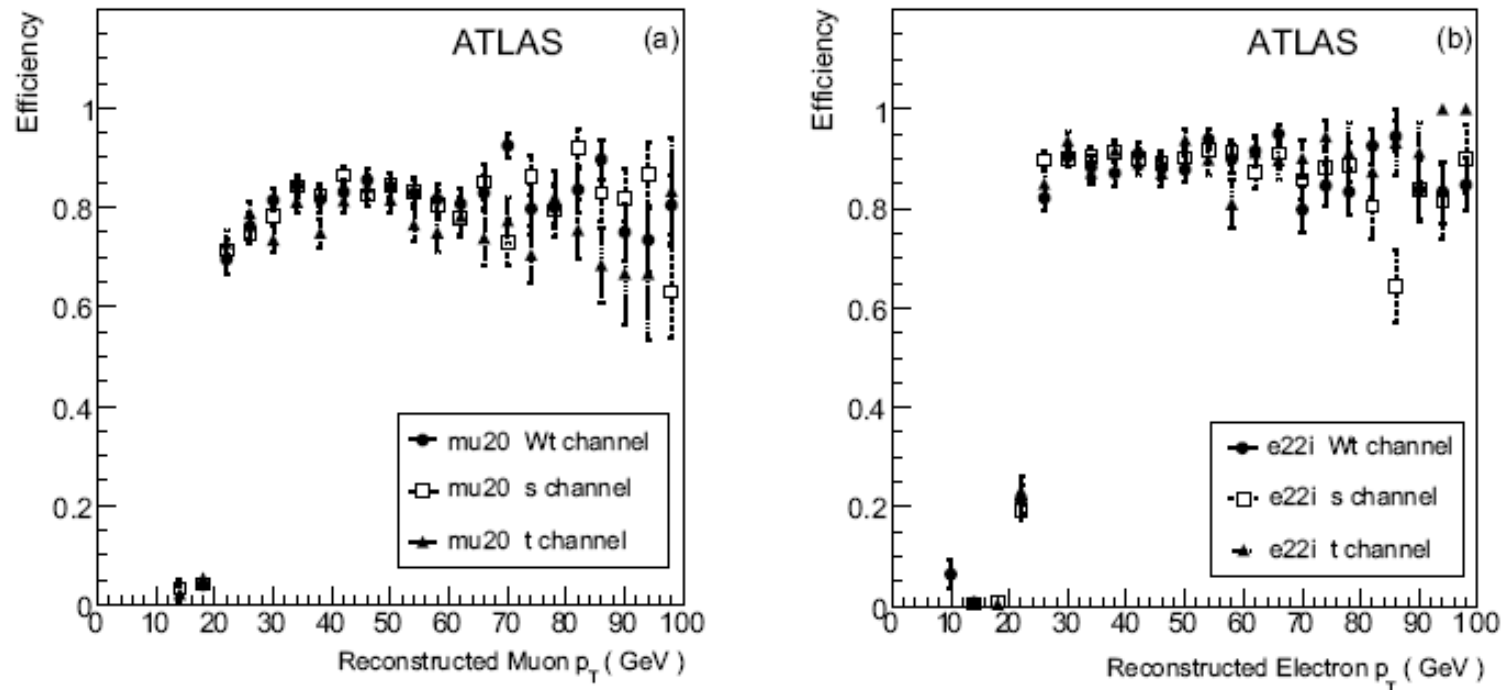


Figure 6: Turn-on curves are shown for the mu20i (a) and the e25i (b) trigger. In both plots, the circles represent Wt-channel single-top, the squares represent s-channel single-top, and the triangles represent t-channel single-top events.