Les motivations physiques

Le potentiel de physique au Tevatron avec > 2 fb^{-1} :

- Physique électrofaible : $\sim 1\bar{M}$ de $W \to e\nu$ attendus. Mesure de $\boxed{m_W \text{ à } \sim 30 \text{ MeV}}$ près;
- Physique du top : 1400 $t\bar{t}$ signées par un b, 200 en dileptons. Mesure de $\boxed{m_t \text{ à } \sim 3 \text{ GeV}}$ près. Mesure de Γ_t, de V_{tb} à 0.1 près. Sensitivité accrue d'un facteur ~ 10 sur les modes de désintégration rares.
- Physique du b : mélange B_s, mésons b lourds, $\boxed{\delta \sin 2\beta \sim 0.07}$ (10000 $B \to J/\psi K_s$ reconstruits).
- Etudes QCD, physique diffractive.
- Recherche de nouvelles particules : augmentation de ~ 100 GeV (150 GeV) du domaine de masse sensible au Run IIa (II b).
  Run IIb : très sévères contraintes sur mSUGRA.

Ce qui requiert une luminosité maximale : la recherche du (des) Higgs

- Snowmass en 1996
- Run II Higgs & SUSY Workshop, Nov 1998

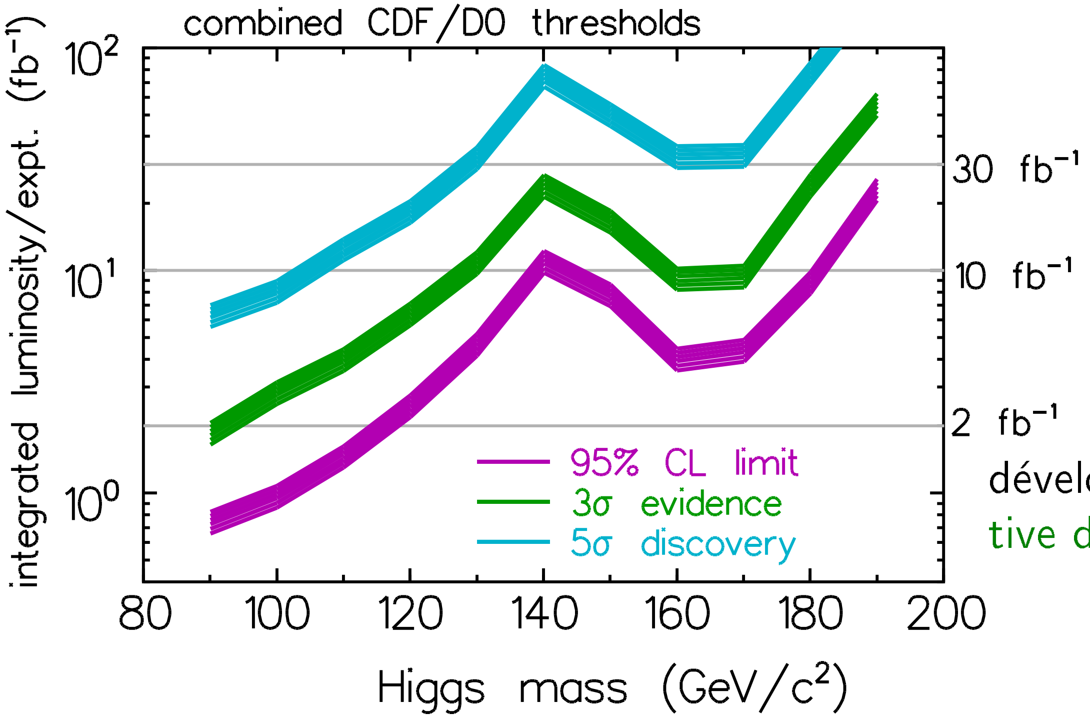
Le boson de Higgs au Tevatron

- Production : $\sigma(gg \to H) \sim 1$ pb pour $m_H \sim 100$ GeV, suivi de HW et HZ (~ 0.1 pb).
- Désintégrations :

  $m_H < 140$ GeV : $b\bar{b}$ $\Rightarrow$ $VH \to Vb\bar{b} \to \text{leptons} + b\bar{b}$

  m_H plus large : WW $\Rightarrow$ $gg \to H \to VV \to l^+l^-\nu\nu, l^+l^-jj$

Sensitivité attendue en combinant tous ces canaux :

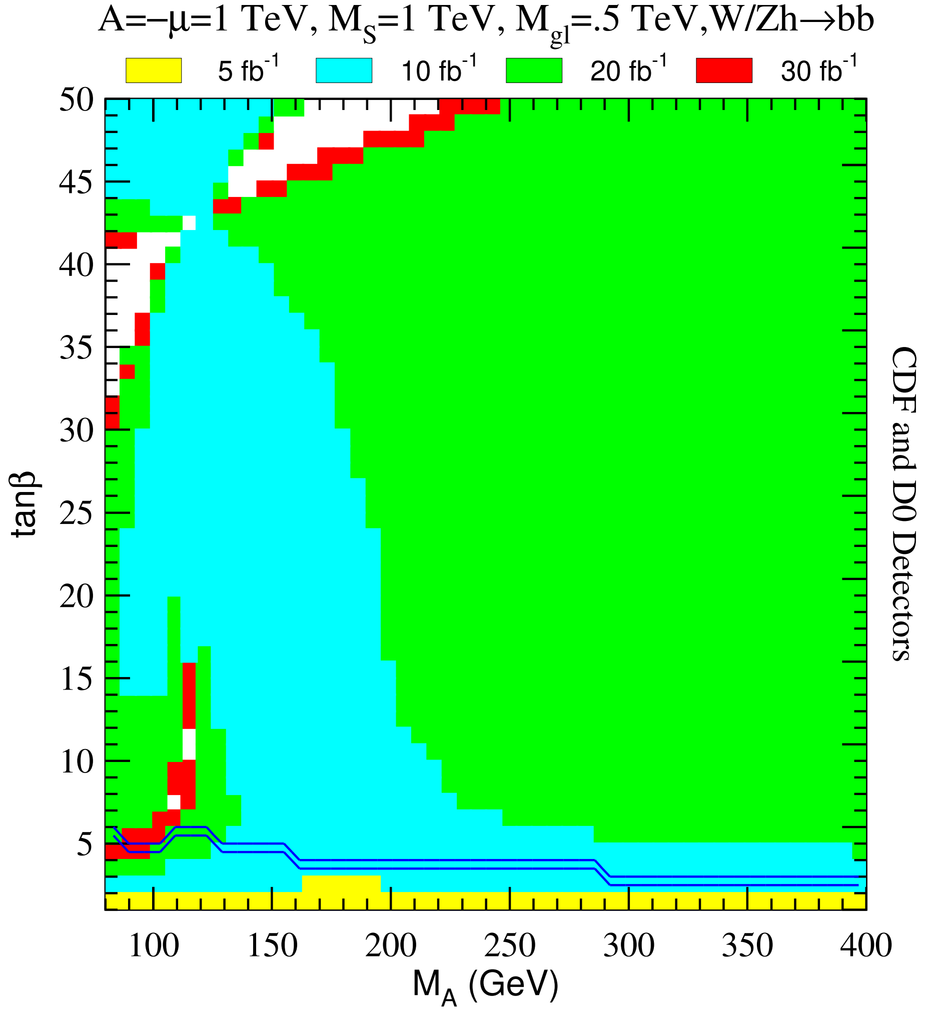


avec 15 fb^{-1} / exp., signal à 3σ sur 110-180 GeV

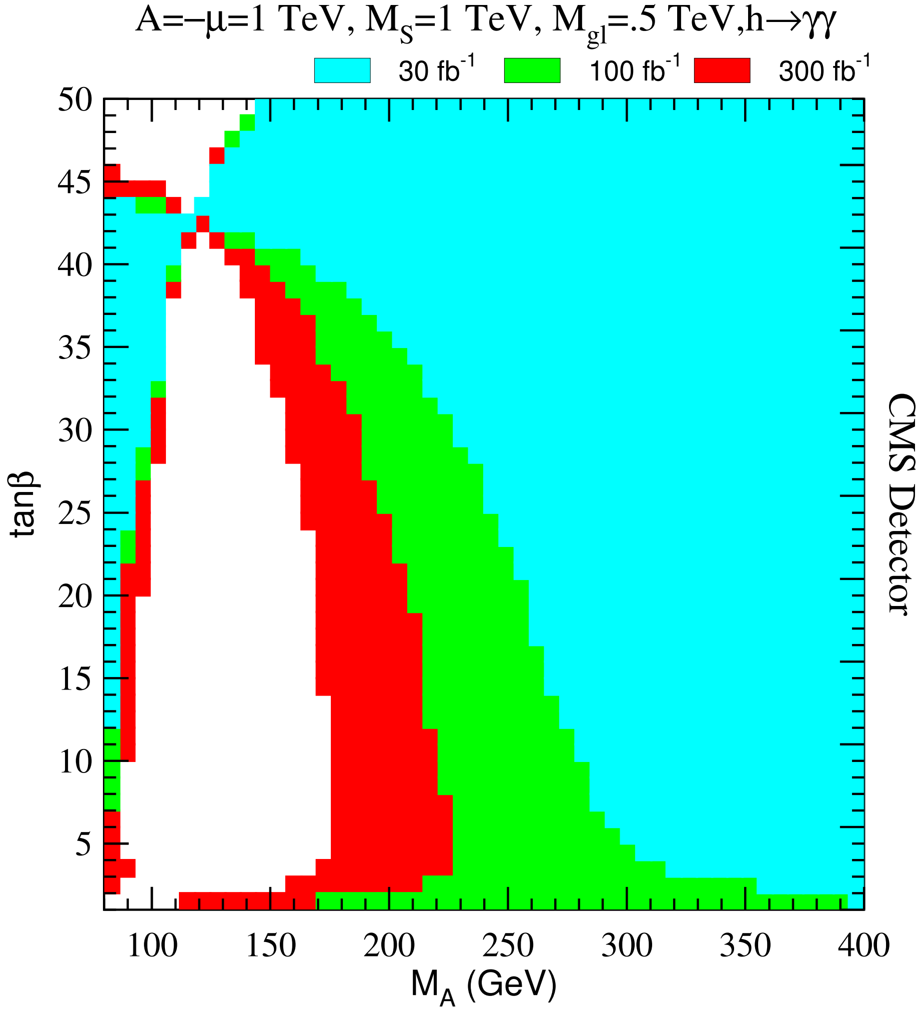
développement récents: $t\bar{t}H$, production diffractive de H

Les Higgs dans le MSSM

$h \to b\bar{b} > (h \to b\bar{b})_{SM}$



$h \to \gamma\gamma < (h \to \gamma\gamma)_{SM}$



$\Longrightarrow$ Intérêt de ces recherches à la fois au LHC et au Tevatron.

Les changements à apporter à D$\emptyset$

Effets de $\nearrow\nearrow \mathcal{L}$ sur l'appareillage :

- détecteurs proches du faisceau : irradiation trop forte
- $\nearrow \mathcal{L}$ + empilement $\Longrightarrow$ problèmes de taux d'occupation et de trigger.
  NB : # int. / BC $\simeq$ 2 à 2×10^{32} cm^{-2}s^{-1} $\simeq$ 5 à 5×10^{32} cm^{-2}s^{-1}

Détecteur de traces au silicium :

- déplétition du Si sous forte irradiation : les Si sensors du SiDet actuel supportent $\leq$ 2 MRad.
  dose reçue par la L1 : 0.4 MRad / fb^{-1}, ie supportera < 5 fb^{-1}.
- décision : remplacer complètement SiDet (sensors résistants; lecture : SVX4 chips > 30 MRad.)
- le design est prêt.

Tracker à fibres scintillantes :

radiation $\Longrightarrow \searrow$ de la longueur d'atténuation.

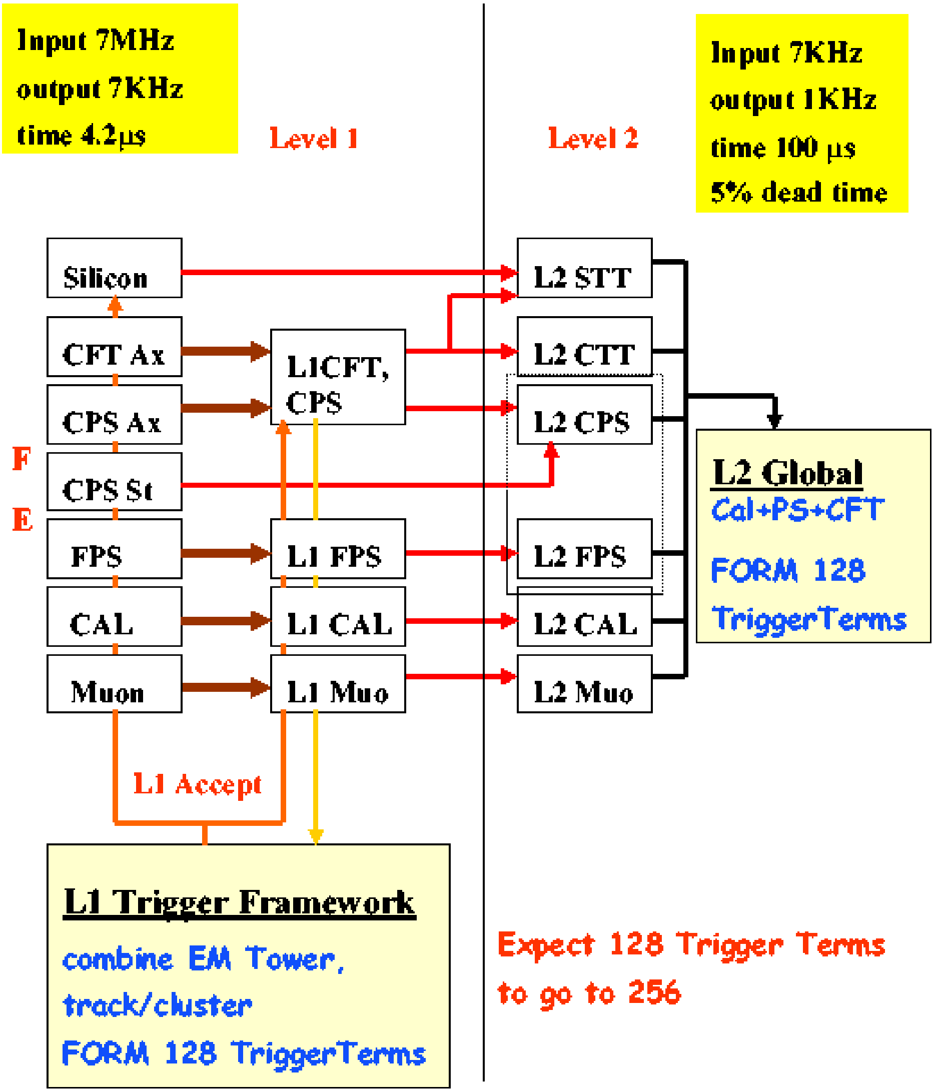
dose reçue par la L1 :	2 fb^{-1}	30 fb^{-1}
	10 kRad	150 kRad

Tests d'irradiation $\longrightarrow$ 400 kRad : # γelec $>$ bruit $\Longrightarrow$ perte d'efficacité de $\sim 6\%$ à 30 fb^{-1}.

Déclenchement :

- beaucoup de fausses traces dans le det. à fibres
  $\Longrightarrow$ utiliser toutes les layers dans le système de déclenchement; électronique plus rapide
- Taux de déclenchement calorimétrique élevé

Le système de déclenchement



- L1 : infos du calo, du tracker à fibres, des preshowers et des μ.

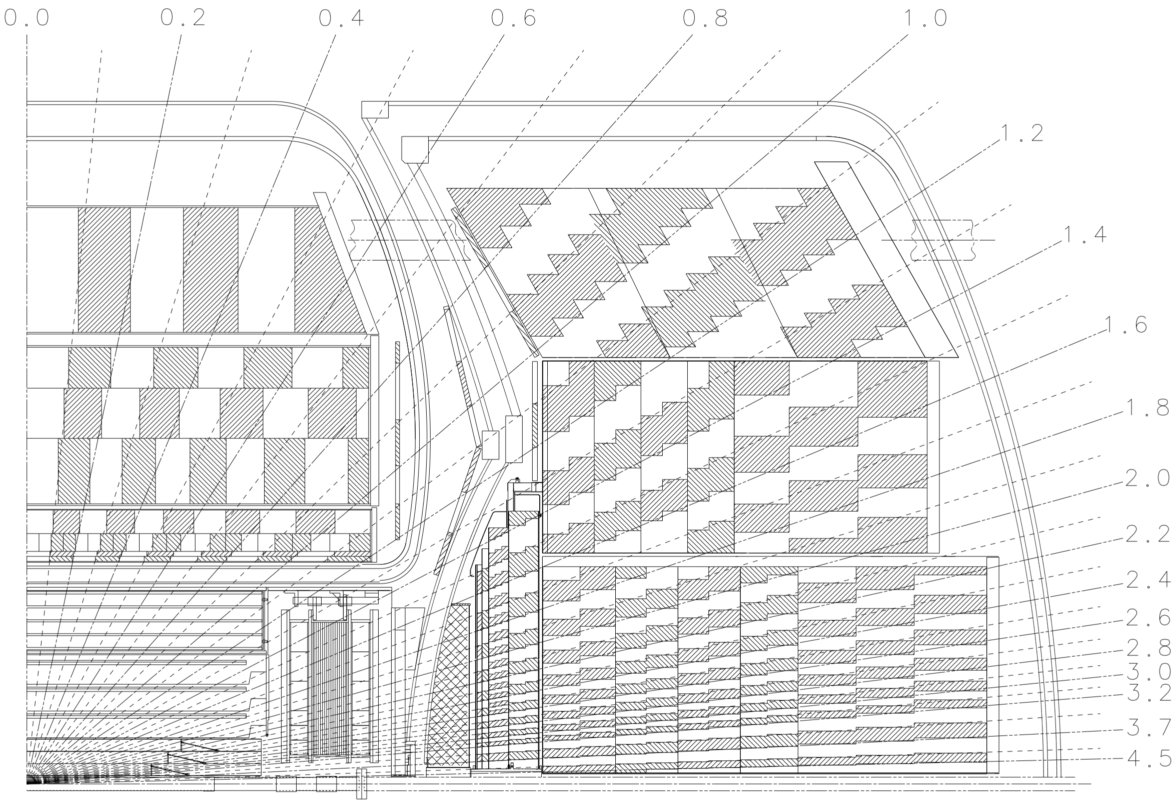
- L1accept $\Longrightarrow$ lecture des autres détecteurs SVX chips (CFT & SMT) : readout + transmission $\simeq 7\mu$s

  temps mort $< 5\% \Longrightarrow$ bande passante L1 limitée à $5 - 10$ kHz.

- L2 : davantage d'information + précision; corrélations entre les $\neq$ détecteurs; facteur de réjection $\simeq 7$, ~ 1 kHz.

- L3 : ferme de processeurs, réjection $\sim$ 5-10 $\Longrightarrow$ 10-20 Hz sur bande.

Le calorimètre et son trigger



Segmentation des canaux de lecture : $\Delta\eta \times \Delta\phi = 0.1 \times 0.1$ $(0.2 \times 0.2$ à grand $\eta)$

Système de déclenchement du calorimètre
Preamps $\longrightarrow$ Σ analogiques $\longrightarrow$ ADC's $\Longrightarrow$ Tours de Trigger (TT) (EM & Tot) $\longrightarrow$ comparateurs.
segmentation des TT $= 0.2 \times 0.2$

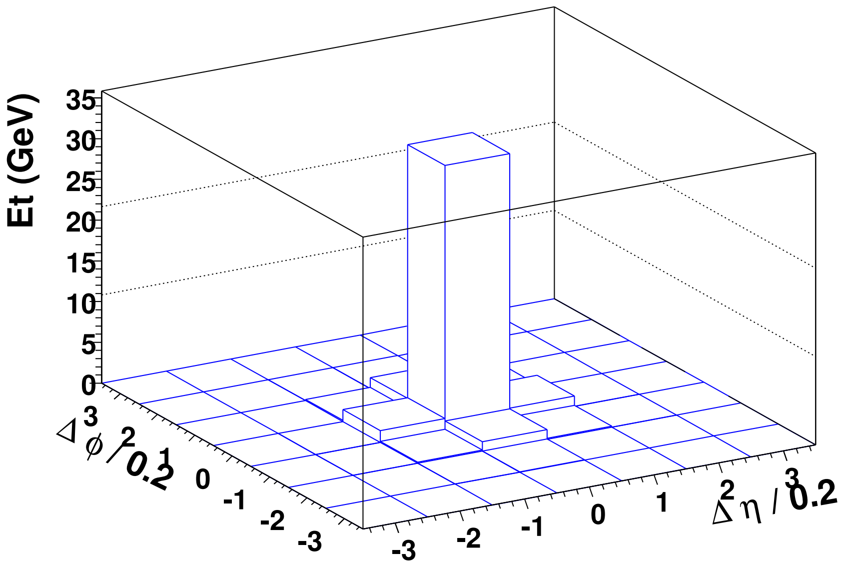
= 13 racks d'électronique ECL.
Le système date de 1985.

Informations disponibles au niveau L1 :

- $E_{T,tot}$, $P_{T,miss}$ (avec z_{vtx} du $L0$)
- # TT > seuils (pour les TT_EM et TT_Tot)
- # "Large Tiles" > seuils (LT = 8 TT en Φ et 4 TT en η)

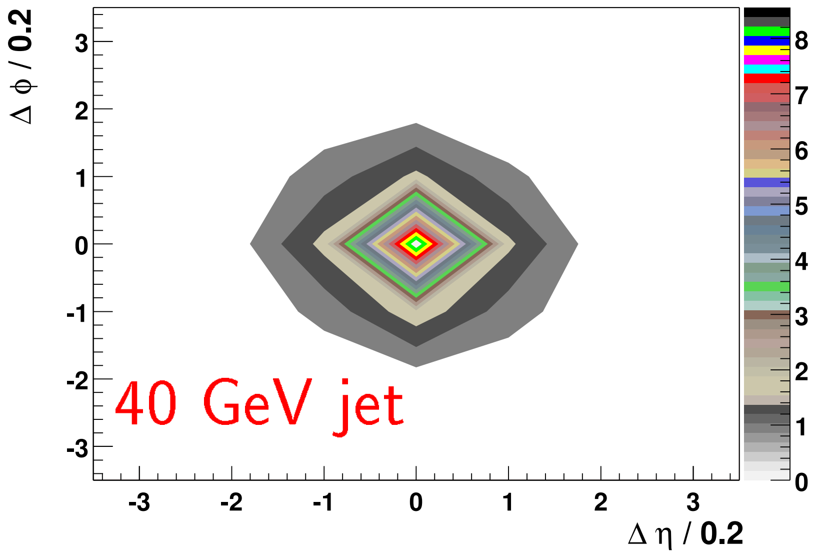
Energies dans les TT

Et Profile for 50 geV electron

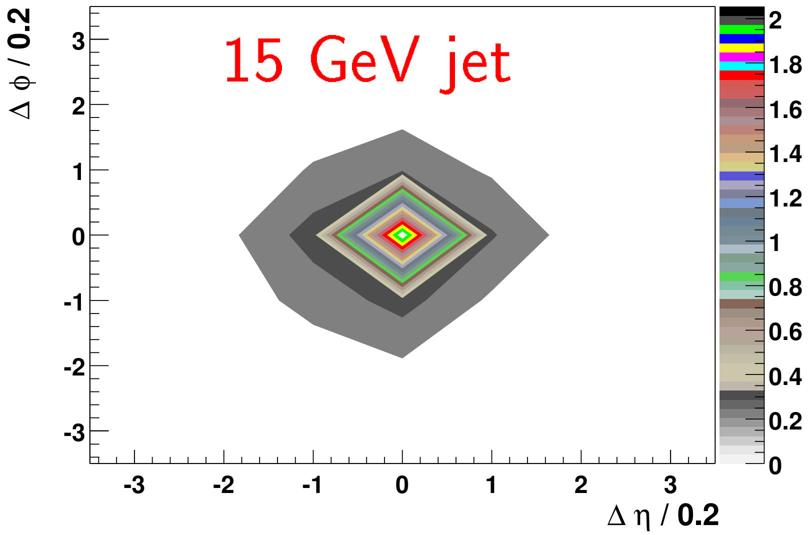


$\Longrightarrow$ Segmentation des TT assez bien adaptée à la taille d'une gerbe électromagnétique.
i.e. $E_T(\mathrm{TT\_EM}) \simeq E_{T,vrai}$

ET Profile for 40 GeV jet

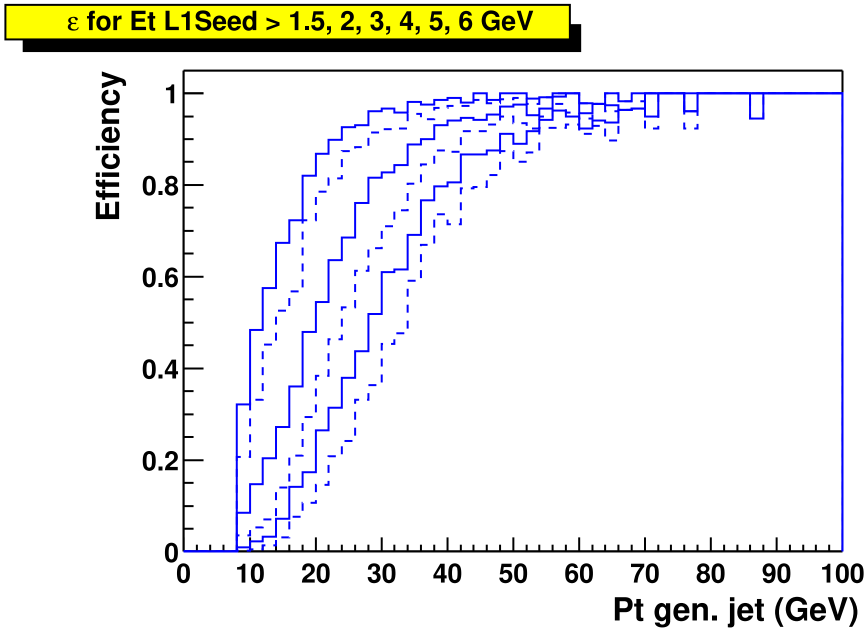


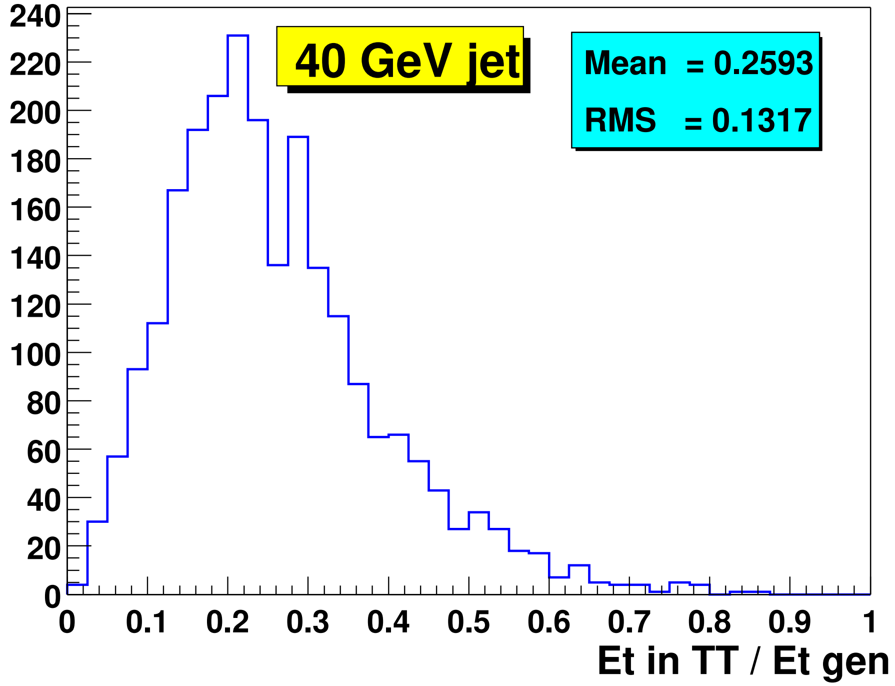
ET Profile for 15 GeV jet



Pour un jet : $E_T(\mathrm{TT\_Tot}) \simeq 20\% E_{T,vrai}$

Conséquences d'un déclenchement sur 0.2×0.2





Nécessité de seuils bas, même pour trigger des événements durs (typ. 5-7 GeV).

Mauvaise résolution sur l'énergie contenue dans une tour de trigger.

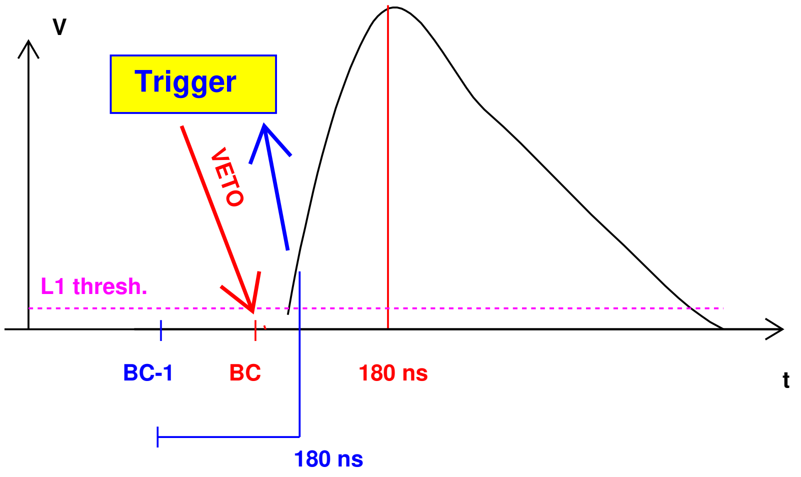
$\Longrightarrow$ lente montée de l'efficacité de déclenchement

$\Longrightarrow$ Mauvaise réduction du bruit de fond QCD (distorsion du spectre en p_T ($\searrow\searrow$) par la résolution); d'autant plus gênant quand $\mathcal{L} \nearrow$ à cause de l'empilement.

$\Longrightarrow$ Remède : mieux définir les jets au niveau du trigger !

Difficultés attendues à haute luminosité

- Temps de montée du signal L1CAL : ~ 180 ns, mal adapté à un temps de croisement de 132 ns.



Event très dur à BC : déclenchement à BC-1
$\Rightarrow$ Veto à BC $\Rightarrow$ on le rate !

Paliatif : on échantillonne un peu avant le max.
Mais nécesite un réglage très fin de toutes les voies.

Autre solution : signal $\rightarrow$ filtre numérique (cf Patrick)

- Taux de déclenchement :

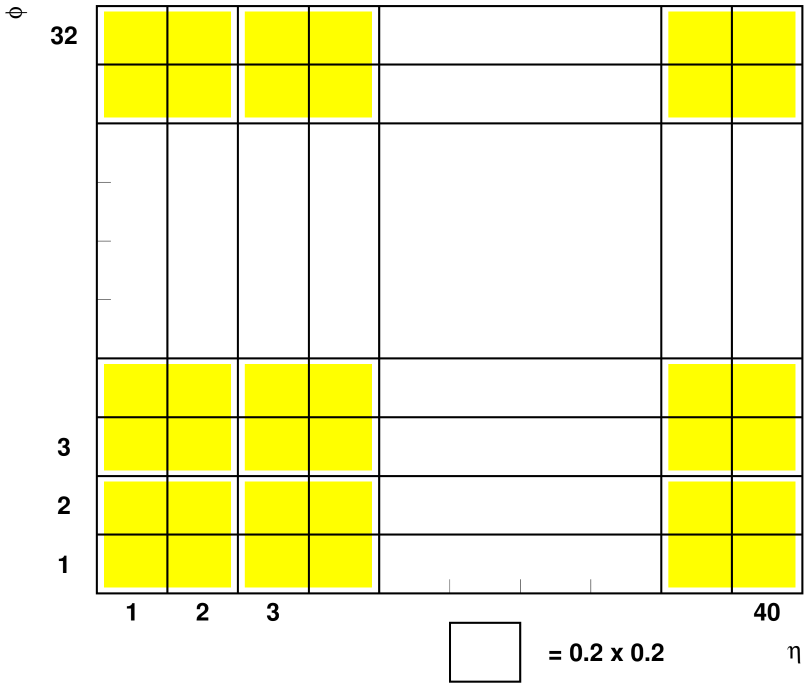
A $\mathcal{L} = 10^{32}$ cm^{-2} s^{-1} : taux total attendu avec le menu actuel ~ 5 kHz ($\sim 60\%$ du à jet(s) + X)

> $\Rightarrow$ trop de temps mort à forte luminosité (L1 $<$ 10 kHz),
> à moins d'augmenter les seuils prévus pour le début du RunIIa.

Modifier le système de déclenchement du calorimètre permettrait de remédier à ces difficultés tout en améliorant ses performances.

Principe du système proposé

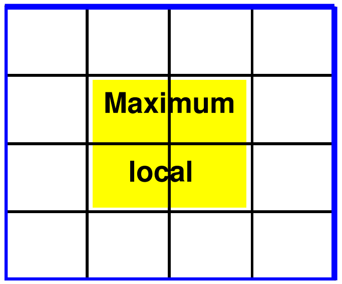
cf ATLAS Trigger TDR :



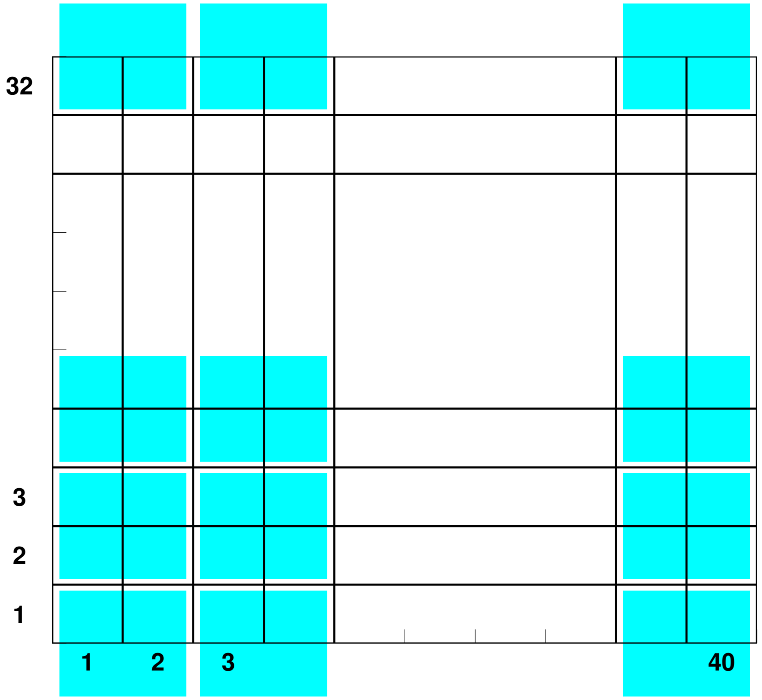
- sommes glissantes de 2×2 TT (i.e. 0.4×0.4), recouvrement de 0.2 en η et ϕ
- recherche de maxima locaux (en E_T) :

$\geq$	$>$	$>$	$>$	$>$
$\geq$	$\geq$	$>$	$>$	$>$
$\geq$	$\geq$	Σ_4	$>$	$>$
$\geq$	$\geq$	$\geq$	$\geq$	$>$
$\geq$	$\geq$	$\geq$	$\geq$	$\geq$

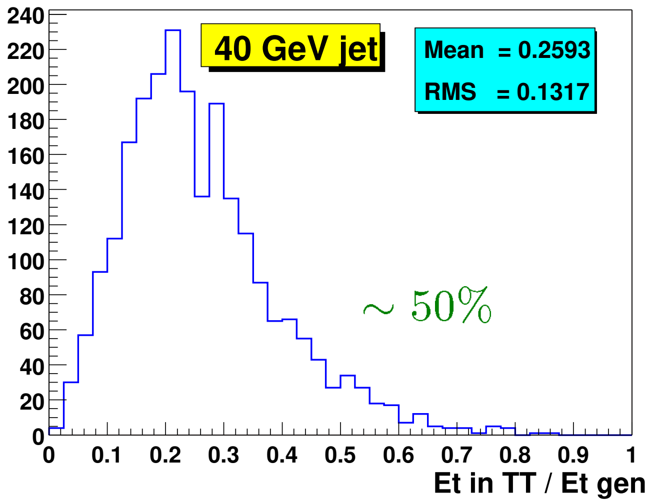
Définition de jets : régions de 0.8×0.8 entourant les maxima locaux

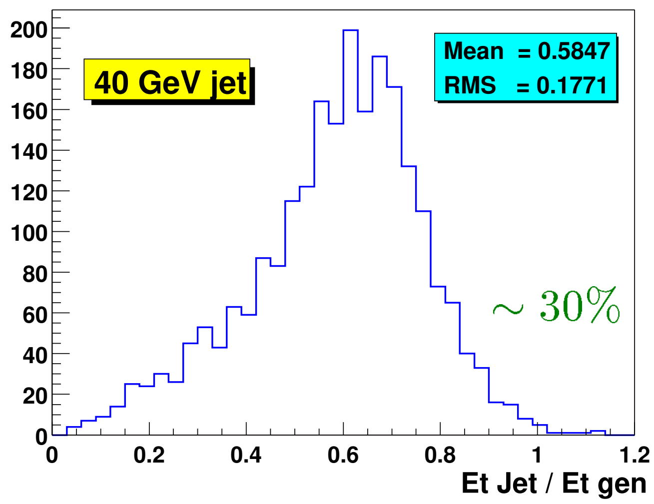


On utilise ces jets dans le système de déclenchement.

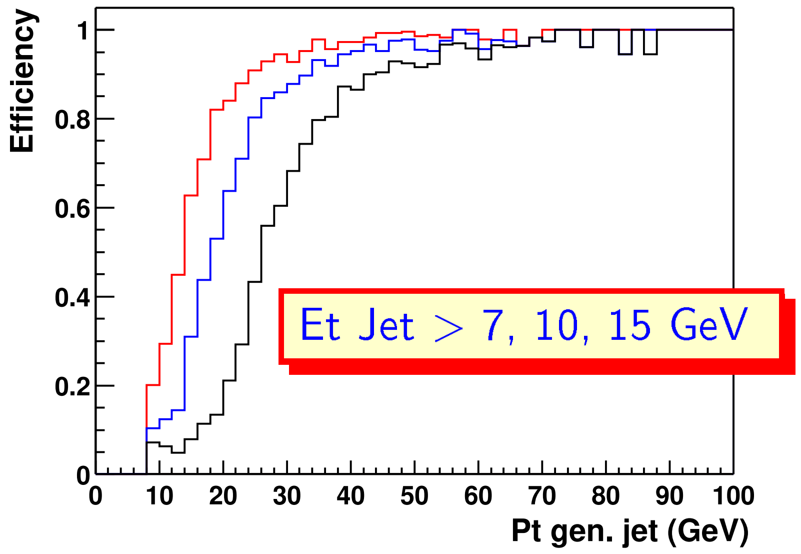

32
3
2
1
1
2
3
40

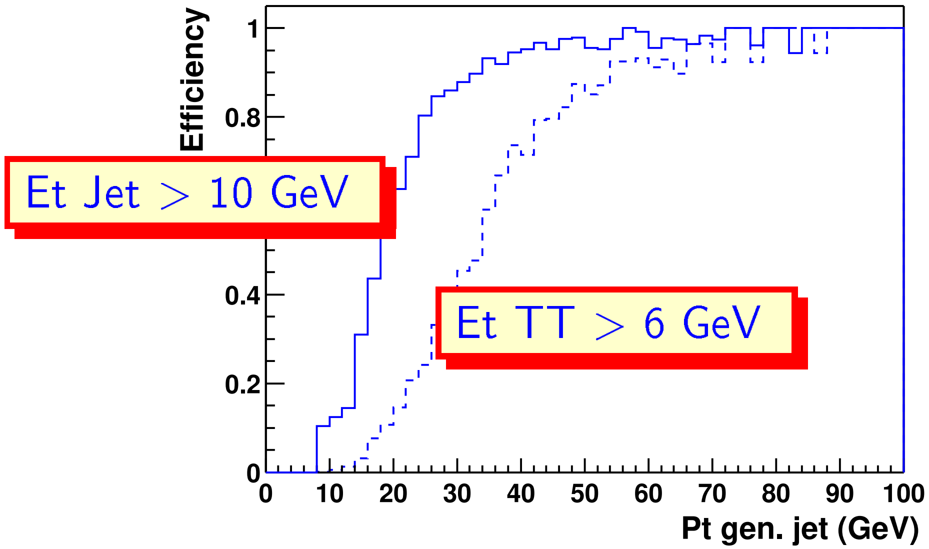
Comparaison des performances





Amélioration
de la résolution



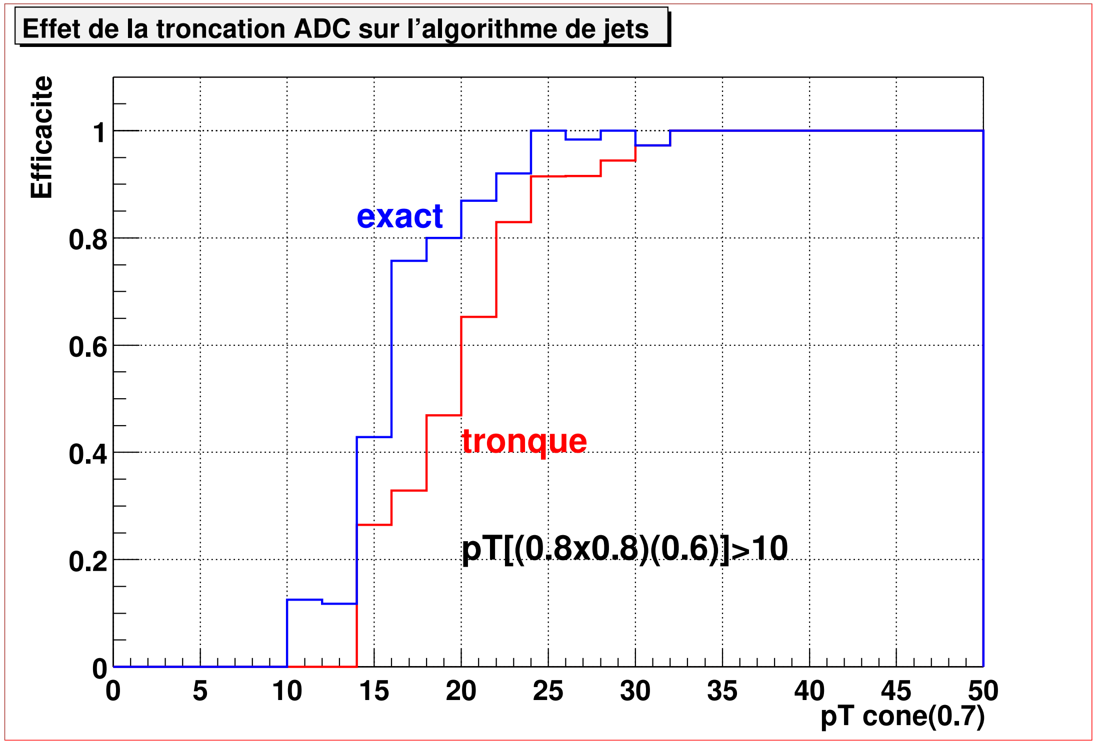


$\Longrightarrow$ Montée plus rapide de l'efficacité de déclenchement.

Apport d'une mesure plus précise des énergies

Les simulations précédentes : faites à partir des simulations actuelles des énergies dans les TT.
Digitisation dans les ADC :

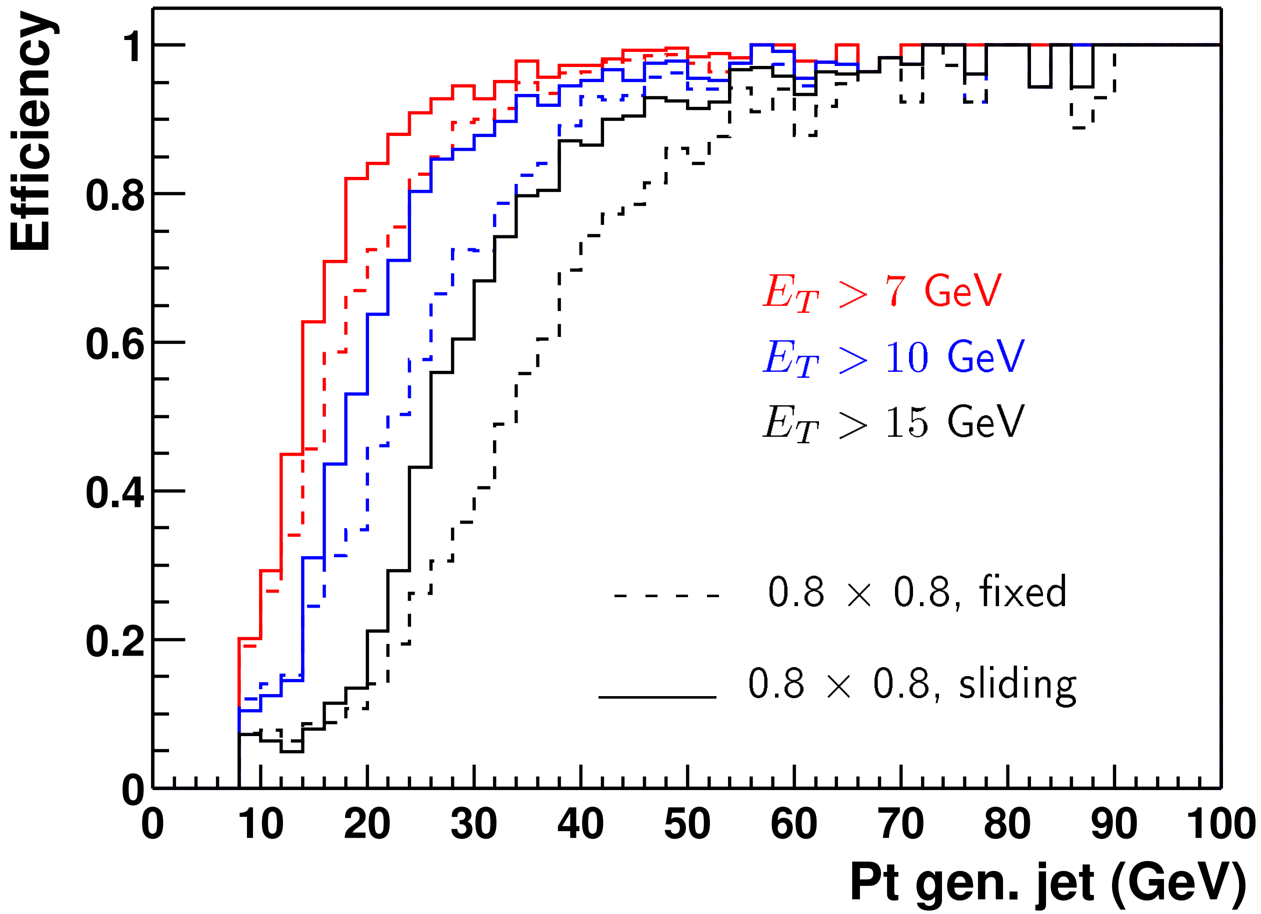
- E_T dans TT_EM TT_HAD : arrondies à 0.25 GeV
- E_T(TOT) : somme puis troncation à 0.5 GeV



i.e. meilleure mesure de l'énergie $\Longrightarrow$ déclenchement plus performant.
Peut être réalisé avec un filtre numérique.

Intérêt des fenêtres glissantes

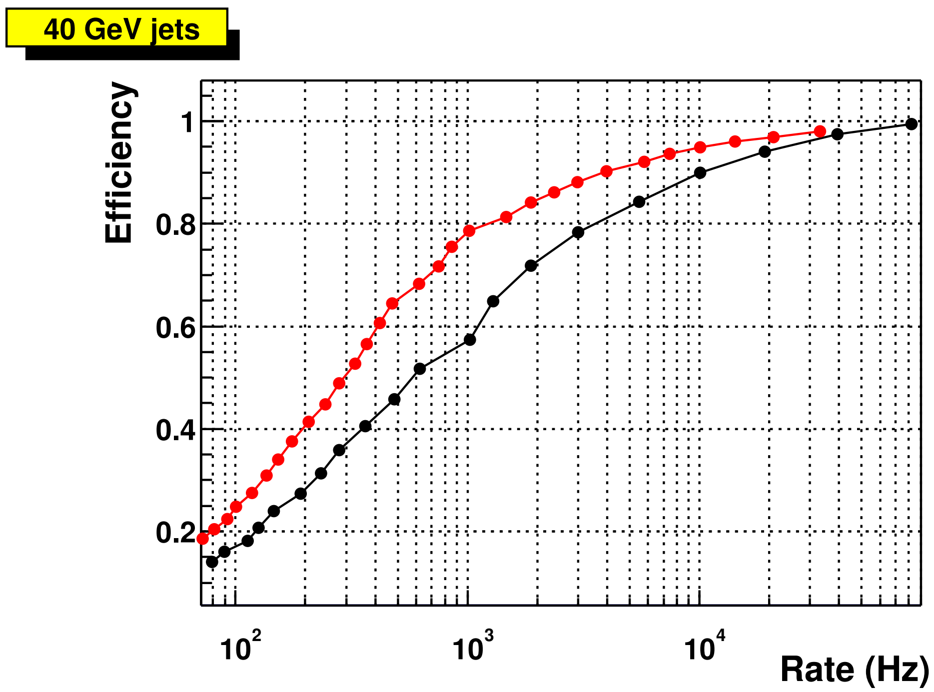
Comparaison de l'agorithme "jets" avec un algorithme où on regroupe 4×4 les TT (i.e. zones de 0.8×0.8), sans recouvrement :

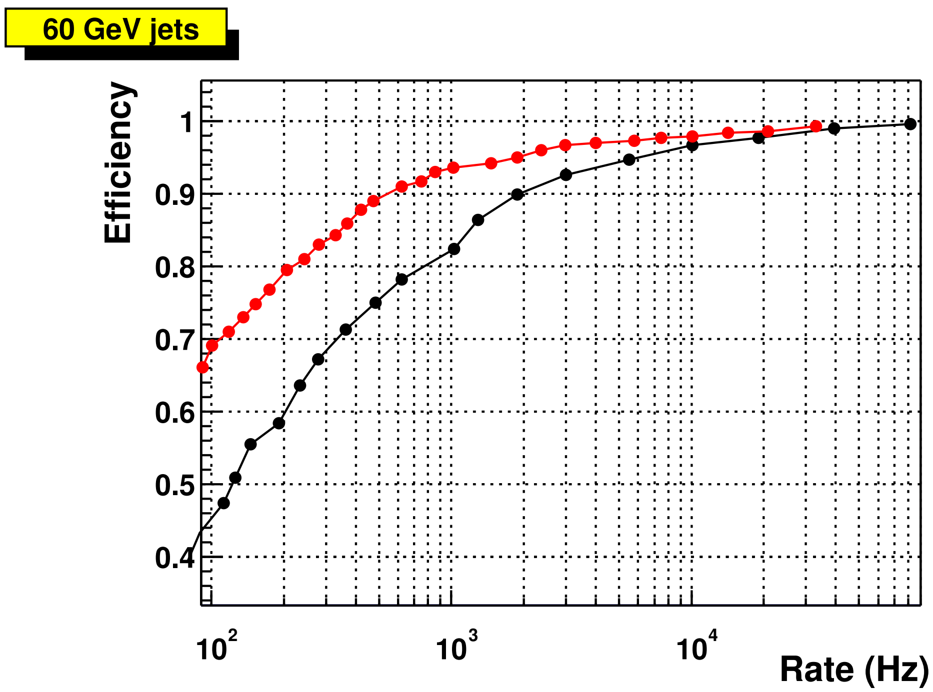


L'algorithme "jets" est plus performant.

Comparaison des performances : réjection

Efficacité de déclenchement sur un jet d'énergie donnée, en fonction du taux de déclenchement inclusif (du aux événements de bruit de fond QCD) :





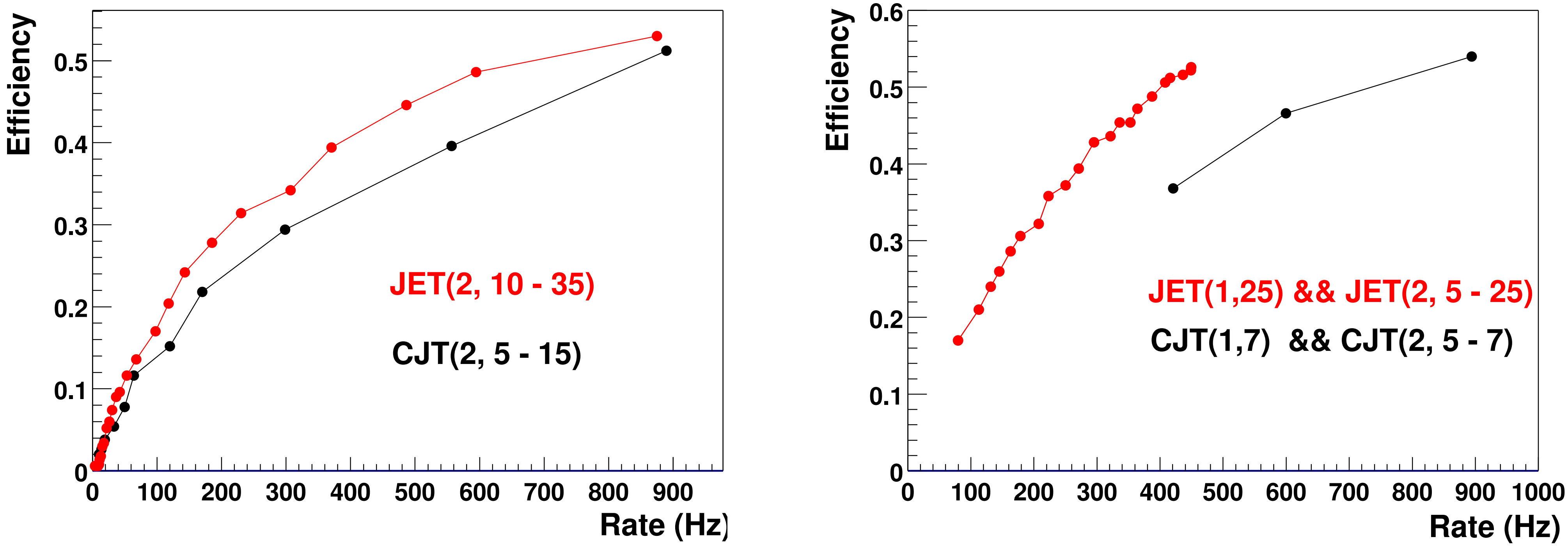
A efficacité donnée, l'algorithme "jets" permet de réduire le taux inclusif d'un facteur :

$\sim 2 - 3$ pour des jets de 40 GeV

$\sim 4 - 5$ pour des jets de 60 GeV

Performances sur des événements physiques : ε vs taux

Exemple : production associée $b\bar{b}\phi$ où $\phi = h, H, A$
Etat final $= 4b$, i.e. possible d'extraire un signal du fond dans les analyses.

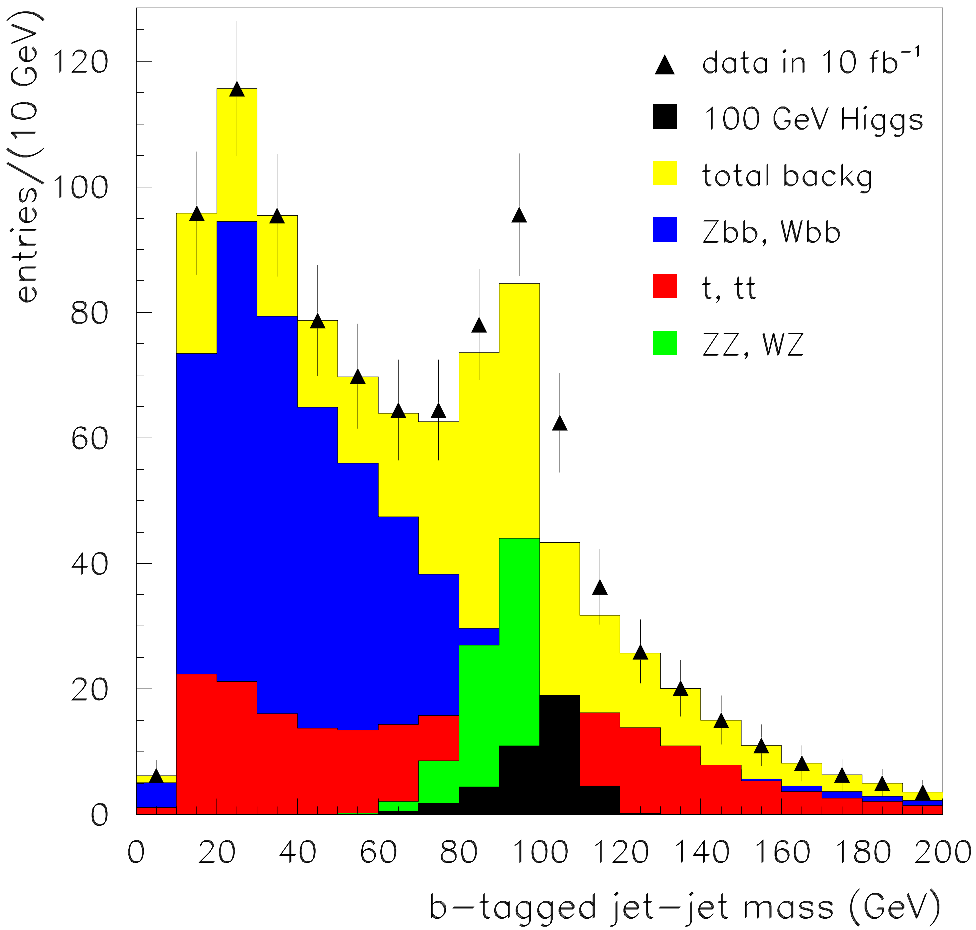


> à ε donnée : on peut gagner un facteur 2 sur le taux inclusif
> à taux donné : gain en efficacité $\sim 20 - 30\%$

Devrait être typique du gain attendu sur des événements multijets.

Performances sur des événements physiques

Autre exemple où le trigger jet devrait aider : $p\bar{p} \to ZH \to \nu\bar{\nu}b\bar{b}$
$\sigma(p\bar{p} \to ZH \to \nu\bar{\nu}b\bar{b}) \simeq \sigma(p\bar{p} \to WH)$, mais b.d.f. difficile ..

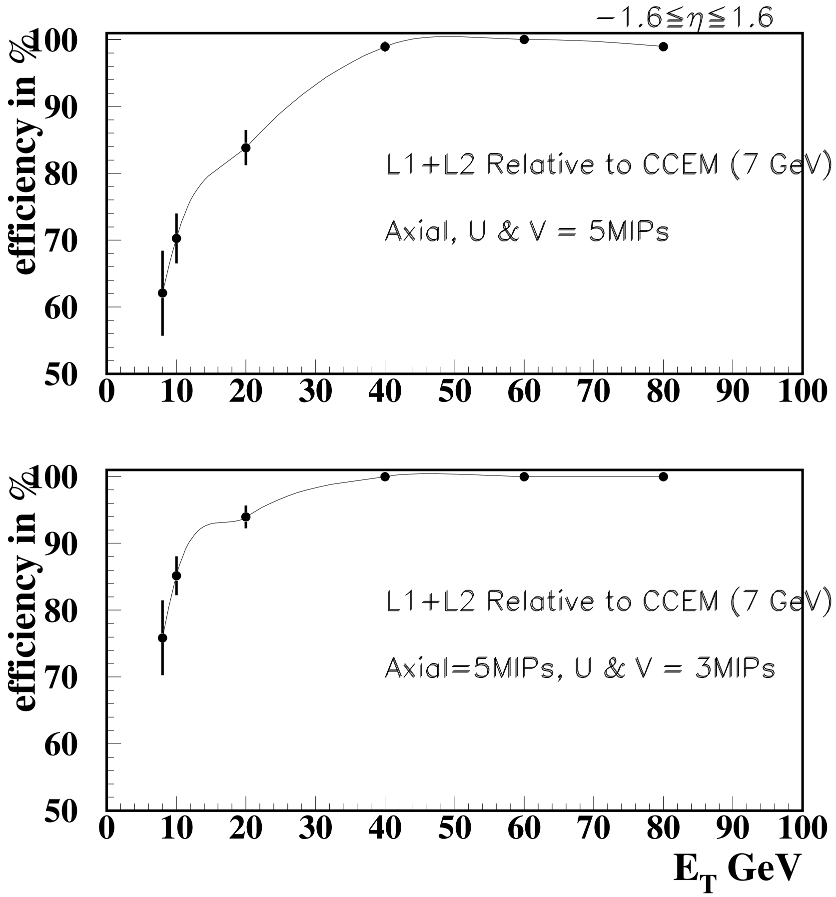


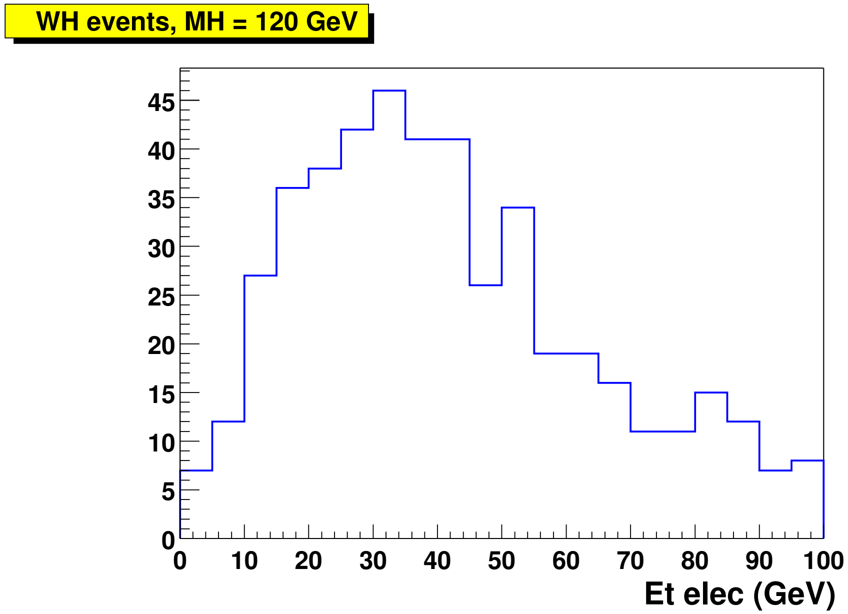
2 jets + $E_{T,miss}$

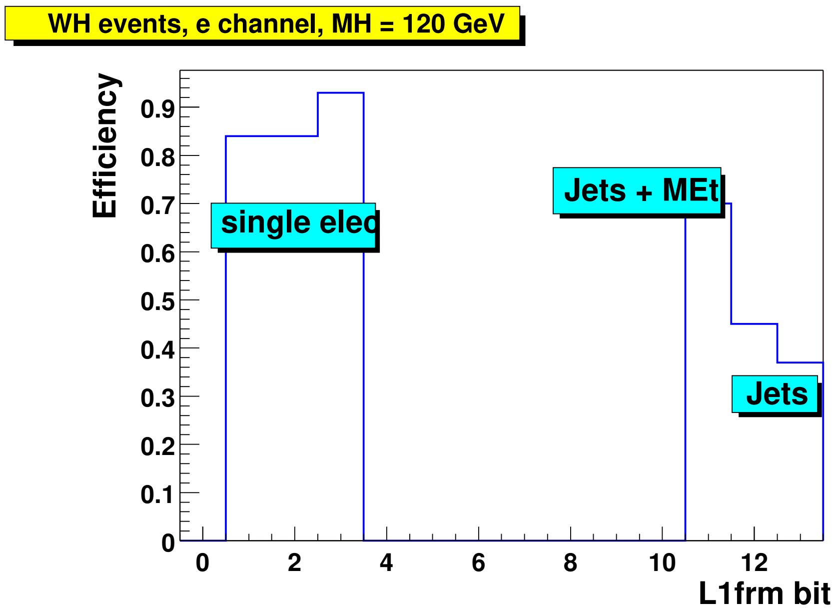
Efficacité $\sim$ qq %

on peut espérer davantage de significance en étant
moins sévère sur $E_{T,miss}$ et
plus sélectif sur les jets
(études en cours)

Efficacité des triggers e/μ actuels







$\Longrightarrow$ Evénements avec un lepton (e ou μ) dur (e.g. $WH + W \to e\nu$, $t\bar{t} \to e + X$) :

$\varepsilon \sim 100\%$ par trigger ℓ inclusif.

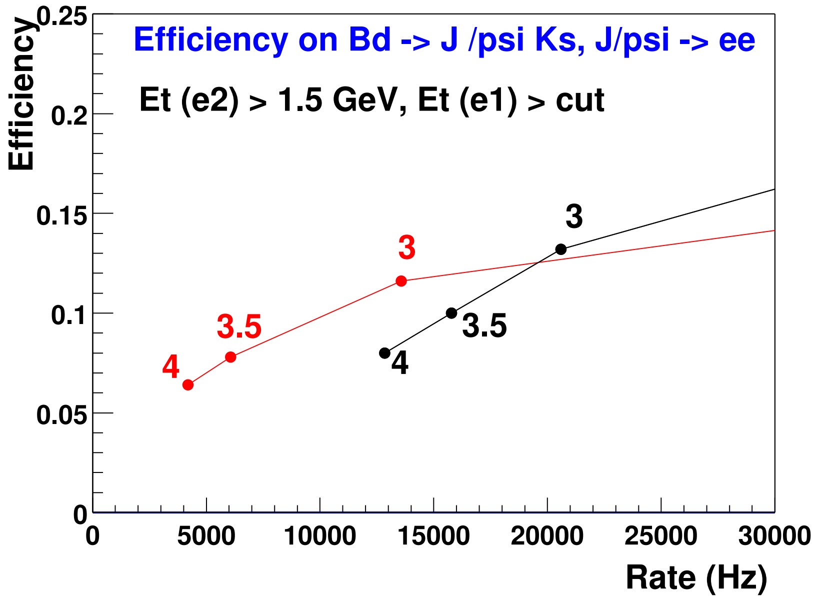
Un trigger électron plus performant ?

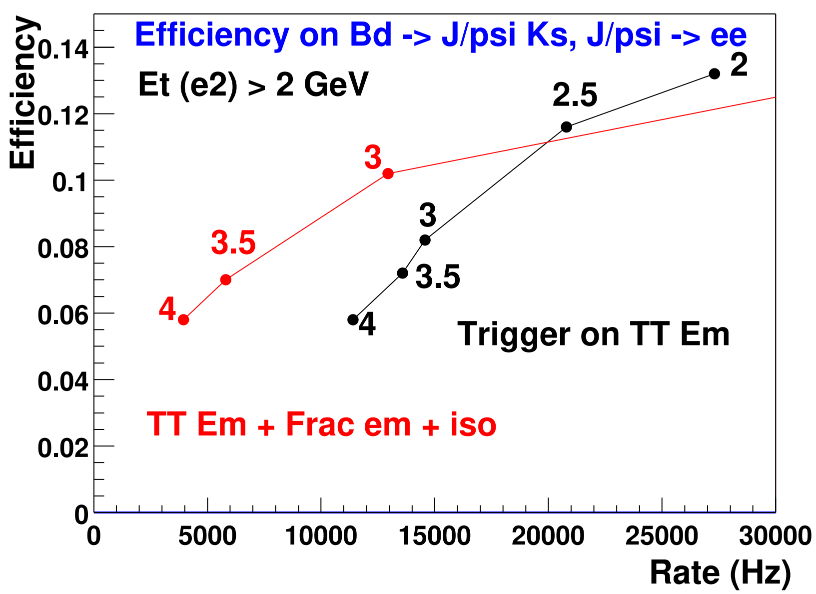
Important de garder les événements avec des leptons mous :

- evts trileptons SUSY (e.g. $\chi_2^0 \chi_1^\pm$)
- evts venant de $B_d \rightarrow J/\psi K_s$ suivi de $J/\psi \rightarrow l^+ l^-$ (NB : $\delta \sin 2\beta \sim 0.03$ au RunIIb ?)

Exemple : $J/\psi \rightarrow e^+ e^-$ $P_T(e) \sim 2-3$ GeV $\Longrightarrow$ taux de déclenchement calo seul rédhibitoire !
Information du Preshower nécessaire + correl. angulaires (+CFT). Suffisant/Possible à haute $\mathcal{L}$?

Appliquer des coupures sur la fraction em. et l'isolation de la gerbe permet de diminuer les taux





Meilleure isolation possible avec 0.2×0.1

Idéal = trigger tracker + trigger calo améliorés !