

# Systematics errors for $m_{t\bar{t}}$ analysis

Sébastien Brochet

Stéphane Perries

Viola Sordini

2 janvier 2013

## 1 $e + \mu$ , 2 b-tag

On a  $N = N_e + N_\mu$ , avec

$$N_e = \sigma_Z \times \mathcal{L}_e \times \Pi_i \{\epsilon_i^e\} \times \epsilon_{sel}^{e,2b} \times (SF)_b^2 \quad (1)$$

$$N_\mu = \sigma_Z \times \mathcal{L}_\mu \times \Pi_i \{\epsilon_i^\mu\} \times \epsilon_{sel}^{\mu,2b} \times (SF)_b^2 \quad (2)$$

avec  $\Pi_i \{\epsilon_i\}$  le produit de toutes les efficacités (trigger, isolation, ID, ...) excepté celle de selection, et  $SF_b$  le scale factor de b-tagging.

On rappelle que

$$\Delta N^2 = \sum_i \left| \frac{\partial N}{\partial a_i} \right|^2 \Delta(a_i)^2 \quad (3)$$

où la somme  $i$  porte sur toutes les variables ayant une incertitude associée.

Dans notre cas, on a

$$N = \sigma_Z \mathcal{L}_\mu (SF)_b^2 \left( \Pi_i \{\epsilon_i^e\} \times \epsilon_{sel}^{e,2b} + \Pi_i \{\epsilon_i^\mu\} \times \epsilon_{sel}^{\mu,2b} \right) \quad (4)$$

En posant

$$M = \Pi_i \{\epsilon_i^\mu\} \times \epsilon_{sel}^{\mu,2b} \quad E = \Pi_i \{\epsilon_i^e\} \times \epsilon_{sel}^{e,2b} \quad (5)$$

on obtiens une équation de la forme

$$N = \sigma_Z \mathcal{L}_\mu (SF)_b^2 (M + E) \quad (6)$$

qui donne, en calculant l'incertitude

$$\delta N^2 = \delta \mathcal{L}^2 + 2\delta (SF)_b^2 + \frac{M^2 \delta M^2 + E^2 \delta E^2}{(M + E)^2} \quad (7)$$

en ayant posé  $\delta A = \frac{\Delta A}{A}$ .

## 2 $e + \mu$ , 1 + 2 b-tag

On a  $N = N_e^{1b} + N_\mu^{1b} + N_e^{2b} + M_\mu^{2b}$ . En demandant un et uniquement un seul jet de b, on complique le calcul des incertitudes. En effet, en demande deux jets b-taggué ou plus, on a

$$\epsilon_{sel}^{raw} = \epsilon_{cut} \times \epsilon_b^2 \quad (8)$$

où  $\epsilon_{sel}$  est l'efficacité de sélection que l'on mesure,  $\epsilon_{cut}$  est l'efficacité des coupures, et  $\epsilon_b$  l'efficacité de b-tagging. L'application des scale factors est trivial et donne

$$\epsilon_{sel} = \epsilon_{cut} \times \epsilon_b^2 \times (SF)_b^2 \quad (9)$$

$$= \epsilon_{sel}^{raw} \times (SF)_b^2 \quad (10)$$

Pour un seul jet b-taggué, la factorsation est plus compliquée. On a en effet <sup>1</sup>

$$\epsilon_{sel}^{raw} = \epsilon_{cut} \times 2 \times \epsilon_b \times (1 - \epsilon_b) \quad (11)$$

En appliquant les scale factor, on obtient

$$\epsilon_{sel} = \epsilon_{cut} \times 2 \times \epsilon_b (SF)_b \times (1 - \epsilon_b (SF)_b) \quad (12)$$

$$= \epsilon_{cut} \times 2 \times \epsilon_b \times (1 - \epsilon_b) \times (SF)_b \frac{1 - \epsilon_b (SF)_b}{1 - \epsilon_b} \quad (13)$$

$$= \epsilon_{sel}^{raw} \times (SF)_b \frac{1 - \epsilon_b (SF)_b}{1 - \epsilon_b} \quad (14)$$

Finalement, on a, en posant  $\phi = \epsilon_b$

$$N_e^{1b} = \sigma_Z \times \mathcal{L}_e \times \Pi_i \{\epsilon_i^e\} \times \epsilon_{sel}^{e,2b} \times (SF)_b \frac{1 - \phi (SF)_b}{1 - \phi} \quad (15)$$

$$N_\mu^{1b} = \sigma_Z \times \mathcal{L}_\mu \times \Pi_i \{\epsilon_i^\mu\} \times \epsilon_{sel}^{\mu,2b} \times (SF)_b \frac{1 - \phi (SF)_b}{1 - \phi} \quad (16)$$

$$N_e^{2b} = \sigma_Z \times \mathcal{L}_e \times \Pi_i \{\epsilon_i^e\} \times \epsilon_{sel}^{e,2b} \times (SF)_b^2 \quad (17)$$

$$N_\mu^{2b} = \sigma_Z \times \mathcal{L}_\mu \times \Pi_i \{\epsilon_i^\mu\} \times \epsilon_{sel}^{\mu,2b} \times (SF)_b^2 \quad (18)$$

---

1. C'est la probabilité de tagguer un jet multipliée par la probabilité de ne pas tagguer l'autre jet)

On obtient une équation de la forme

$$N = \sigma_Z \times \mathcal{L}_\mu \times (M + E) \quad (19)$$

avec

$$M = \Pi_i \{ \epsilon_i^\mu \} (a + b) \quad E = \Pi_i \{ \epsilon_i^e \} (c + d) \quad (20)$$

$$\text{et avec,} \quad (21)$$

$$a = \epsilon_{sel}^{\mu, 2b} (SF)_b^2 \quad b = \epsilon_{sel}^{\mu, 1b} (SF)_b \frac{1 - \phi(SF)_b}{1 - \phi} \quad (22)$$

À noter que  $c$  et  $d$  sont identique ( $\mu \rightarrow e$ )

On obtient au final

$$\delta N^2 = \delta \mathcal{L}_\mu^2 + \frac{M^2 \delta M^2 + E^2 \delta E^2}{(M + E)^2} \quad (23)$$

$$(24)$$

avec

$$\delta M^2 = \sum_i \delta \epsilon_i^{\mu 2} + \frac{a^2 \delta a^2 + b^2 \delta b^2}{(a + b)^2} \quad \delta E^2 = \sum_i \delta \epsilon_i^{e 2} + \frac{c^2 \delta c^2 + d^2 \delta d^2}{(c + d)^2} \quad (25)$$

$$\text{et} \quad (26)$$

$$\delta a^2 = \delta \left( \epsilon_{sel}^{\mu, 2b} \right)^2 + 2\delta (SF)_b^2 \quad \delta b^2 = \delta \left( \epsilon_{sel}^{\mu, 1b} \right)^2 + \left( \frac{1 - 2\phi(SF)_b}{1 - \phi(SF)_b} \right)^2 \delta (SF)_b^2 \quad (27)$$

On obtiens  $\delta c^2$  et  $\delta d^2$  en effectuant la transformation  $\mu \rightarrow e$