

## Physique des particules - TD 7

---

Le mécanisme de Higgs peut être étendu à plusieurs doublets de champs scalaires. C'est notamment le cas en supersymétrie, où un minimum de 2 doublets est requis, l'un donnant une masse aux fermions de type *up*, l'autre aux fermions *down*. Dans un tel modèle à deux doublets de scalaires complexes on introduit 8 degrés de liberté dans le modèle dont seuls trois sont absorbés par l'invariance de jauge (Goldstone). Il reste alors 5 bosons de Higgs physiques : 3 états neutres  $h$ ,  $H$  et  $A$  ( $m_h < m_H$ ,  $A$  boson pseudoscalaire) et deux bosons chargés  $H^\pm$ .

Chaque doublet a une valeur dans le vide différente  $v_1$  et  $v_2$ . Les couplages dépendent alors des masses et du rapport  $\frac{v_1}{v_2} = \tan \beta$ .

On veut déterminer la section efficace de production de Higgs chargé en association avec un quark top au LHC.

Données :

- vertex  $H^- t\bar{b}$ ,  $i\frac{g}{2\sqrt{2}m_W}[m_t \cot \beta(1 + \gamma_5) + m_b \tan \beta(1 - \gamma_5)]$
- vertex  $gq\bar{q}$  :  $ig_s T_{ij}^c \gamma^\mu$ , avec  $c = 1 \dots 8$  l'indice de couleur du gluon et  $i, j = 1..3$  la couleur des quarks.

- a) Commentez la structure du vertex  $Htb$ .
- b) Justifiez que le processus partonique dominant est  $g(k) + b(p) \rightarrow H^-(k') + t(p')$ .

On pose :

$$s = (p + k)^2 = (p' + k')^2 \quad t = (p - k')^2 = (p' - k)^2 \quad u = (p - p')^2 = (k - k')^2$$

- c) Donnez les diagrammes de Feynman associés.
- d) Donnez les amplitudes de Feynman.
- e) Montrez que :

$$|\bar{\mathcal{M}}_{fi}|^2 = \frac{4\pi}{3} \alpha_s \frac{G_F}{\sqrt{2}} (m_t^2 \cot^2 \beta + m_b^2 \tan \beta) \times \left[ \frac{m_t^2 - t}{s} + \frac{s(m_t^2 - t) + 2m_t^2(m_H^2 - t)}{(t - m_t^2)^2} + \frac{sm_t^2 - (m_H^2 - t)(m_H^2 - m_t^2 - s)}{s(t - m_t^2)} \right]$$

- f) En déduire la section efficace partonique :  $\frac{d\sigma}{dt}$ .