

CONTRÔLE CONTINU 2 - BRISURE DE SYMÉTRIE

$$\textcircled{1} \quad \phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2}} (\varphi_1(x) + i\varphi_2(x)) \quad \vec{\varphi} = \begin{pmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \end{pmatrix}$$

On choisit pour le vide: $\vec{\varphi}_0 = \begin{pmatrix} v \\ 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \phi_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} v$

Excitation du champ (développement autour du vide): $\phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2}} (v + h(x) + i g(x))$

h : degré de liberté aligné au vide $\rightarrow$ boson de Higgs

g : degré de liberté orthogonal au vide $\rightarrow$ boson de Goldstone (générateur "cassé")

$$\textcircled{2} \quad V(\phi) = -\mu^2 \phi^* \phi + \lambda (\phi^* \phi)^2 = -\frac{\mu^2}{2} \vec{\varphi}^2 + \frac{\lambda}{4} (\vec{\varphi}^2)^2 = -\frac{\mu^2}{2} R^2 + \frac{\lambda}{4} R^4$$

Minimisation du potentiel: $R_0 = v = \sqrt{\frac{\mu^2}{\lambda}}$

Redéfinition du potentiel: $V(R) = -\frac{\mu^2}{2} R^2 + \frac{\lambda}{4} R^4 + \frac{\lambda}{4} v^4 = \frac{\lambda}{4} (R^2 - v^2)^2$

Avec $\phi = \frac{1}{\sqrt{2}} (v + h + i g)$ et $\vec{\varphi} = \begin{pmatrix} v+h \\ g \end{pmatrix}$:

$$V(\phi) = \frac{\lambda}{4} (\vec{\varphi}^2 - v^2)^2 \supset \frac{\lambda}{4} (v+h)^4 \supset \frac{\lambda}{4} \cdot 2v^2 h^2 = \frac{\lambda}{2} v^2 h^2$$

$\Rightarrow$ masse de h : $m_h^2 = \lambda v^2$

$$\textcircled{3} \quad \mathcal{L}_{\text{fermion}} \supset -y(\bar{\psi}_L \phi \psi_R + \bar{\psi}_R \phi \psi_L) \supset -\frac{y}{\sqrt{2}}(\bar{\psi}_L(v+h)\psi_R + \bar{\psi}_R(v+h)\psi_L) \\ \supset -\frac{yV}{\sqrt{2}}(\bar{\psi}_L\psi_R + \bar{\psi}_R\psi_L)$$

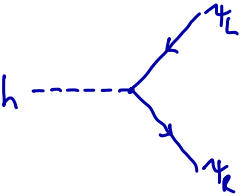
Terme de masse fermionique avec $m_f = \frac{yV}{\sqrt{2}}$

④ Terme de masse fait intervenir ψ_L et ψ_R : terme de mélange de ces deux états
État physique: $\psi = \frac{1}{\sqrt{2}}(\psi_L + \psi_R)$

$$\textcircled{5} \quad \mathcal{L}_{\text{fermion}} \supset -\frac{y}{\sqrt{2}}(\bar{\psi}_L h \psi_R + \bar{\psi}_R h \psi_L)$$

Terme d'interaction $\bar{\psi}_L h \psi_R$

Règle de Feynman associée: $-\frac{iy}{\sqrt{2}}$

⑥  amplitude: $\mathcal{M} = \bar{u}_R i\frac{y}{\sqrt{2}} u_L = i\frac{m_f}{V} \bar{u}_R u_L$

$$m_f = \frac{yV}{\sqrt{2}} \Rightarrow \frac{y}{\sqrt{2}} = \frac{m_f}{V}$$

$$\textcircled{7} \quad m_h = 125 \text{ GeV} < 2m_{\text{top}} \approx 350 \text{ GeV}$$

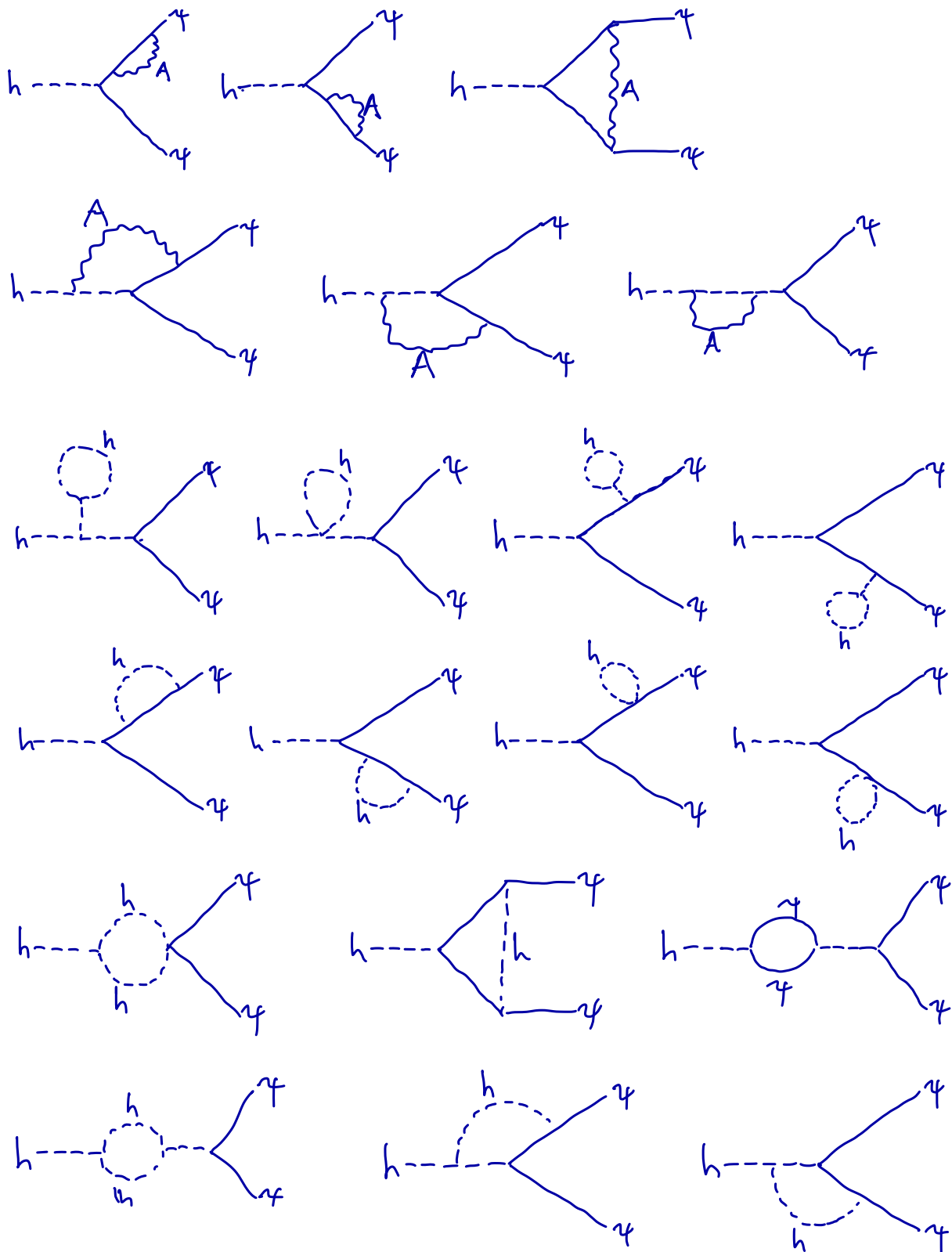
$$m_h > 2m_f \text{ pour } f = u, d, c, b, e, \mu, \tau$$

$$\Gamma(h \rightarrow f\bar{f}) \propto |\mathcal{M}|^2 \propto m_f^2$$

$\Rightarrow$ Canal privilégié: $h \rightarrow b\bar{b}$

⑧ Couplage de Yukawa: interaction Higgs-fermion et masse fermionique

⑨ $h \rightarrow \bar{\psi}_L \psi_R$: diagrammes à une boucle



⑩ Degré superficiel de divergence: $D = 4L - 2B - F$

Tous les diagrammes ci-dessus divergent ($D \geq 0$) sauf les "triangles" avec 2 propagateurs bosoniques et 1 propagateur fermionique dans la boucle.