UV Completion of Composite Higgs Model

Plan

- Motivations
- Les Modèles Higgs Composite
- 1ère approche
- 2ème approche

Motivations

Motivations

- Le Modèle Standard , un **succès** théorique et expérimental

  (confirmation avec la découverte du Higgs)

Motivations

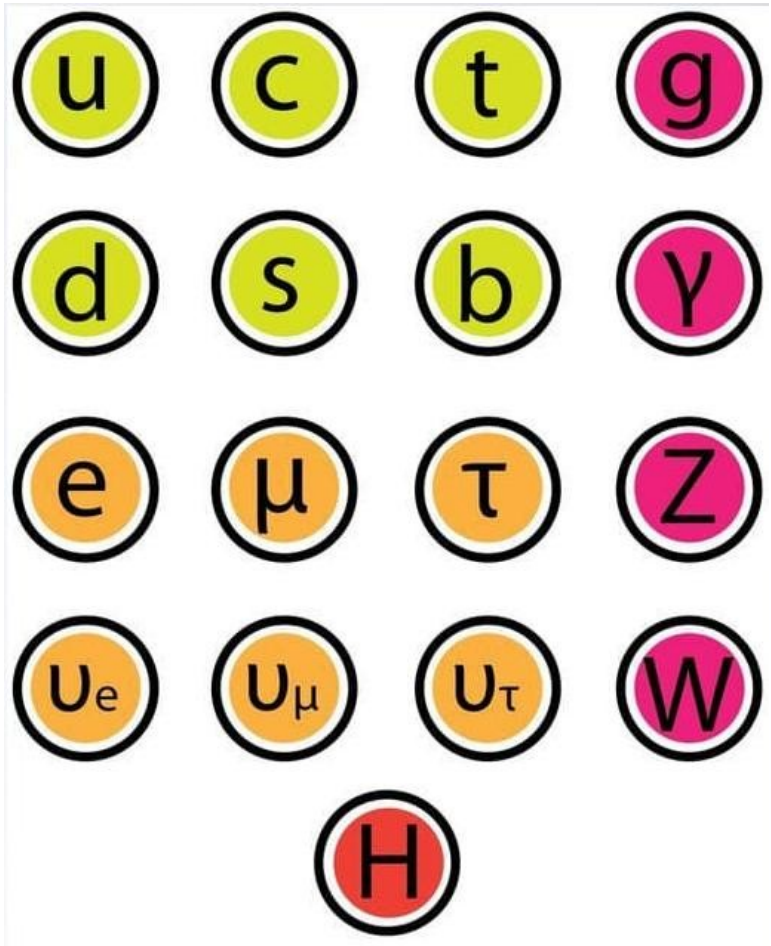
- Le Modèle Standard , un **succès** théorique et expérimental (confirmation avec la découverte du Higgs)
- Mais reste **incomplet**
  - Absence d'une théorie de la Gravitation
  - Matière Noire
  - Masse des neutrinos
  - Secteur de Higgs

Motivations

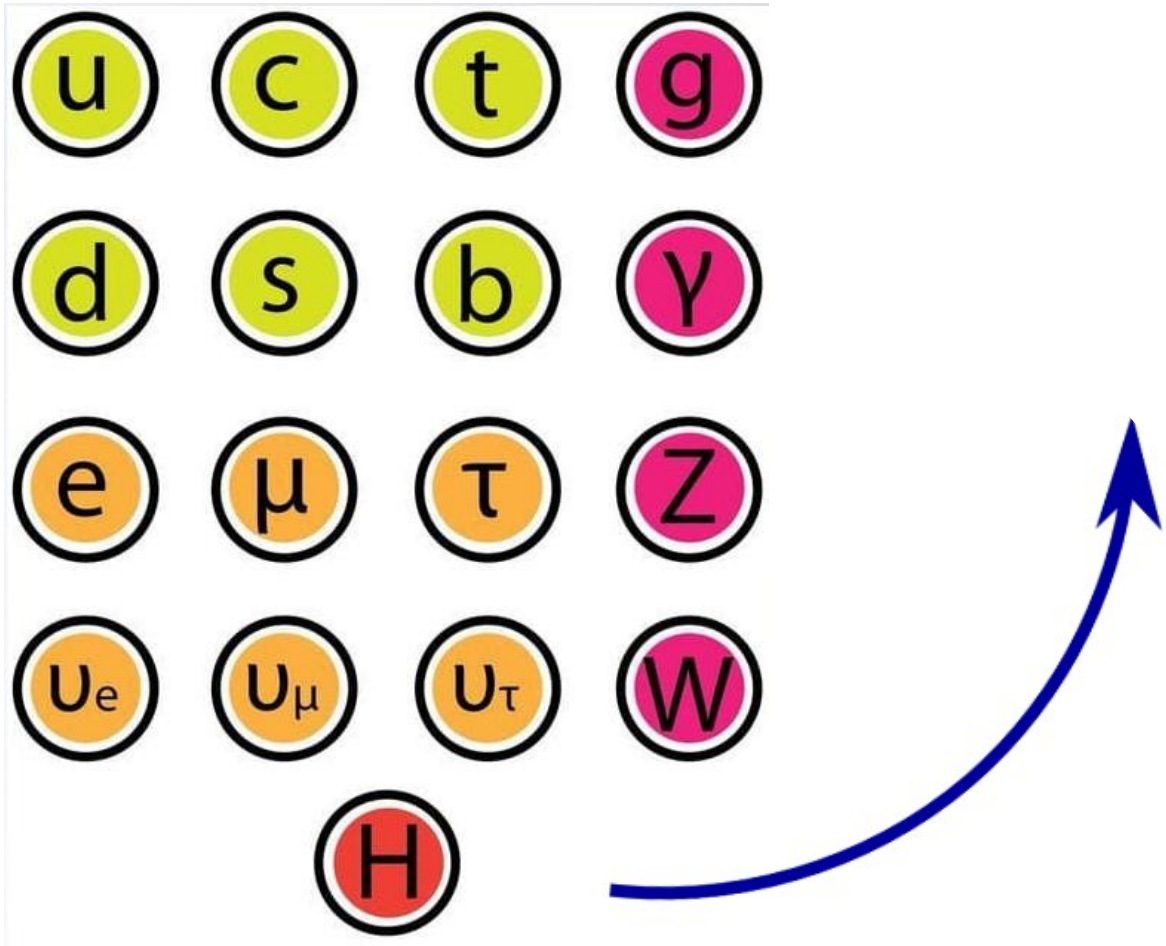
- Le Modèle Standard , un **succès** théorique et expérimental (confirmation avec la découverte du Higgs)

- Mais reste **incomplet**
  - Absence d'une théorie de la Gravitation
  - Matière Noire
  - Masse des neutrinos
  - Secteur de Higgs

Les Particules du MS

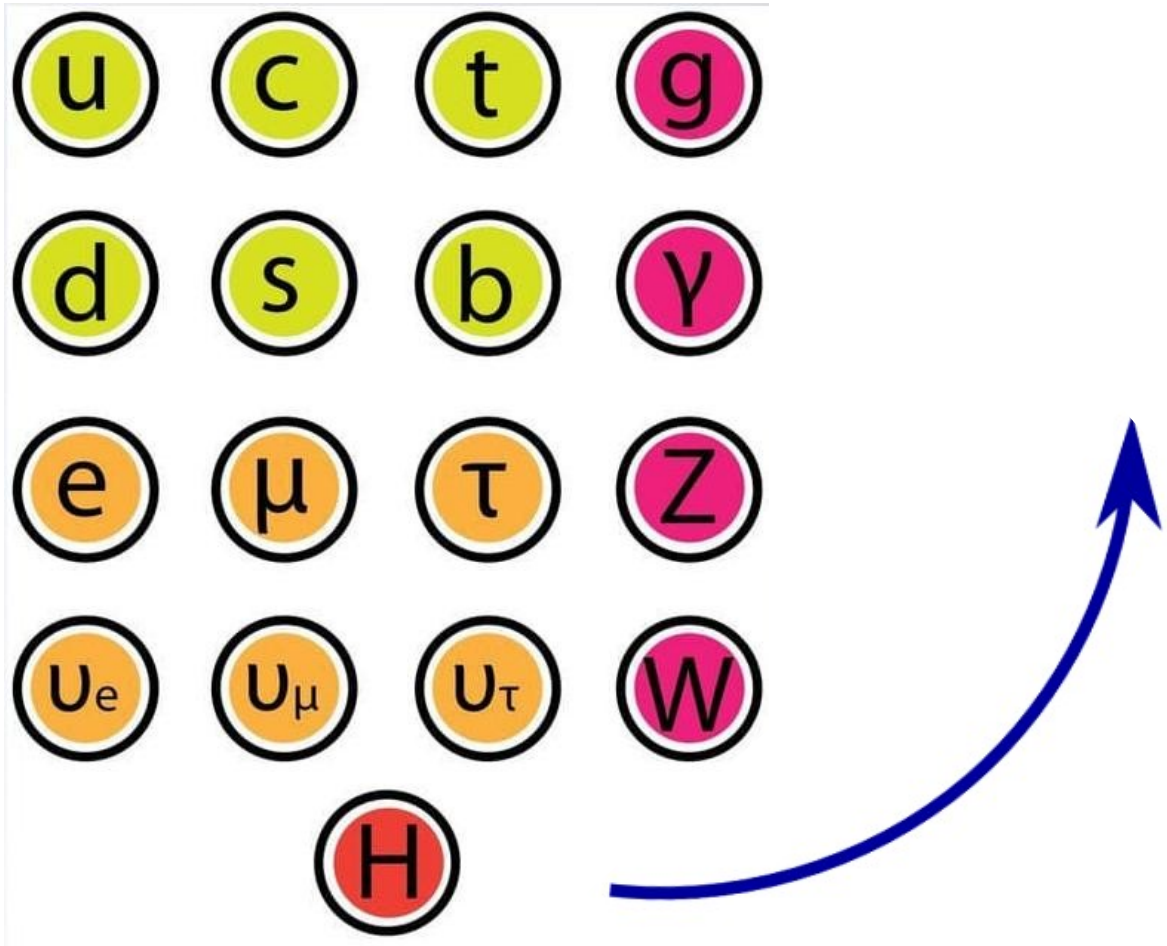


Les Particules du MS



$$m_H = 125 \text{ GeV}$$

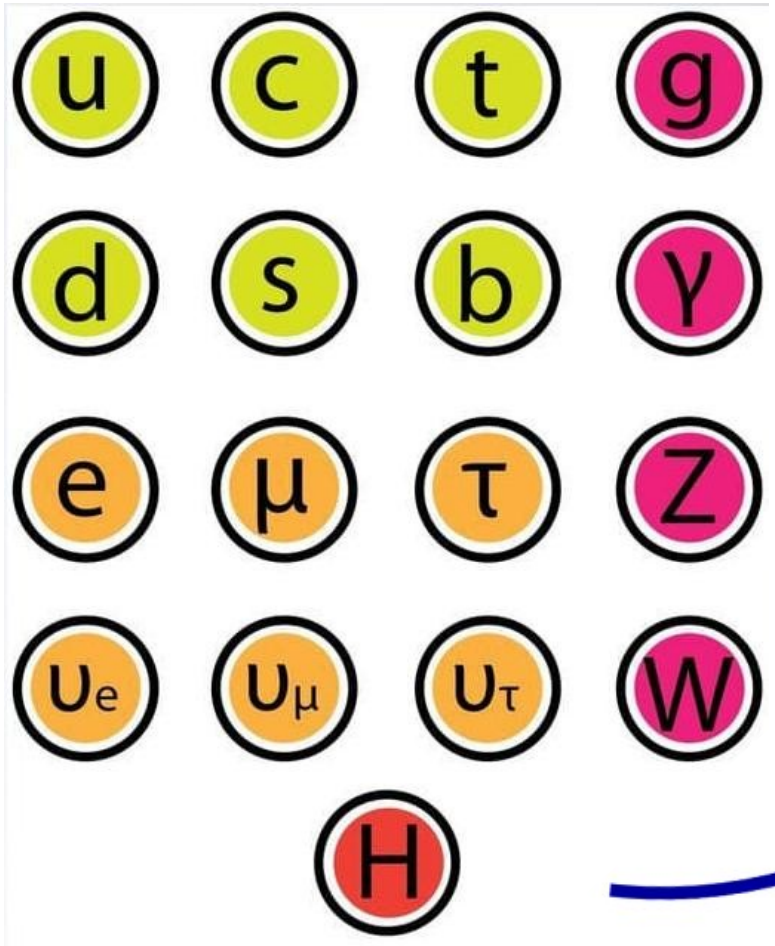
Les Particules du MS



$$m_H = 125 \text{ GeV}$$

$$\delta m_H \sim \Lambda^2$$

Les Particules du MS



$$m_H = 125 \text{ GeV}$$

$$\delta m_H \sim \Lambda^2$$

$$\Lambda_{Planck} \sim 10^{19} \text{ GeV}$$

Higgs Composite

Higgs Composite

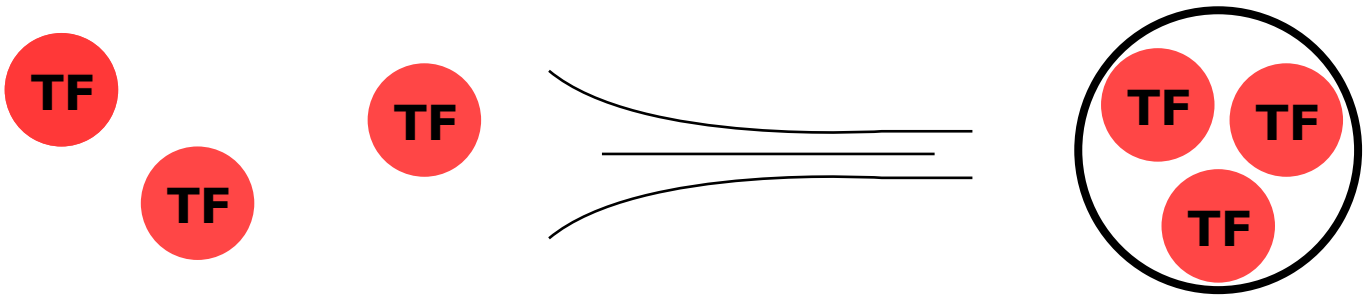
- **Secteur de Higgs** ⇒ Nouveaux Fermions/groupe de jauge

HyperColor (HC) ~ QCD : **TechniFermions**

Higgs Composite

- **Secteur de Higgs** ⇒ Nouveaux Fermions/groupe de jauge

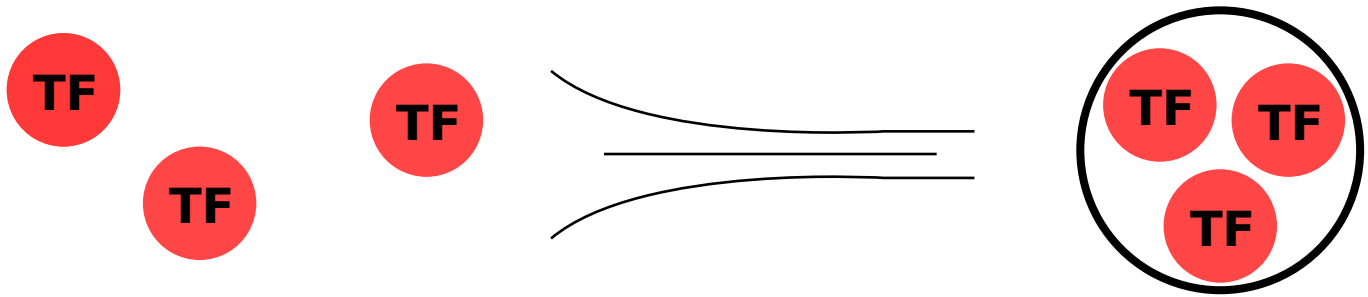
HyperColor (HC) ~ QCD : **TechniFermions**



Higgs Composite

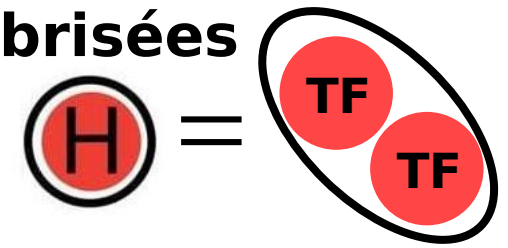
- **Secteur de Higgs** ⇒ Nouveaux Fermions/groupe de jauge

HyperColor (HC) ~ QCD : **TechniFermions**



- **Symétries Globales** sont **dynamiquement brisées**

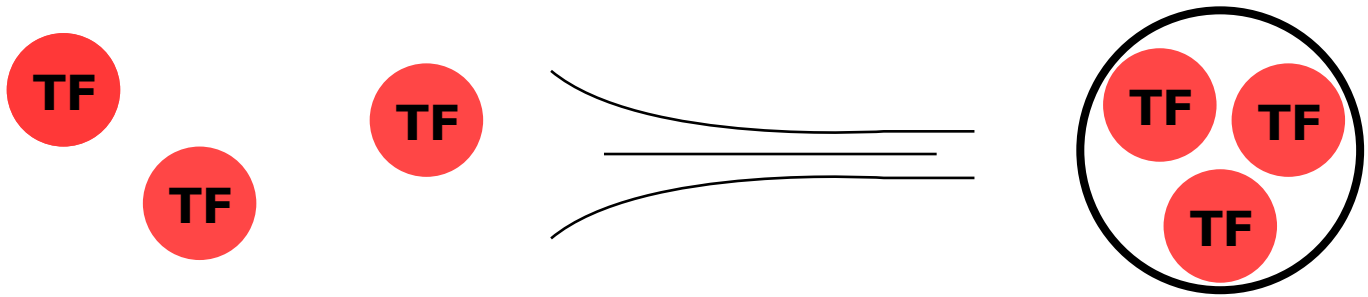
Pions (higgs, candidat matière noire...)



Higgs Composite

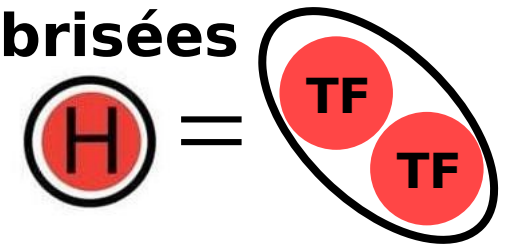
- **Secteur de Higgs** ⇒ Nouveaux Fermions/groupe de jauge

HyperColor (HC) ~ QCD : **TechniFermions**



- **Symétries Globales** sont **dynamiquement brisées**

Pions (higgs, candidat matière noire…)



- Évite le problème de la masse

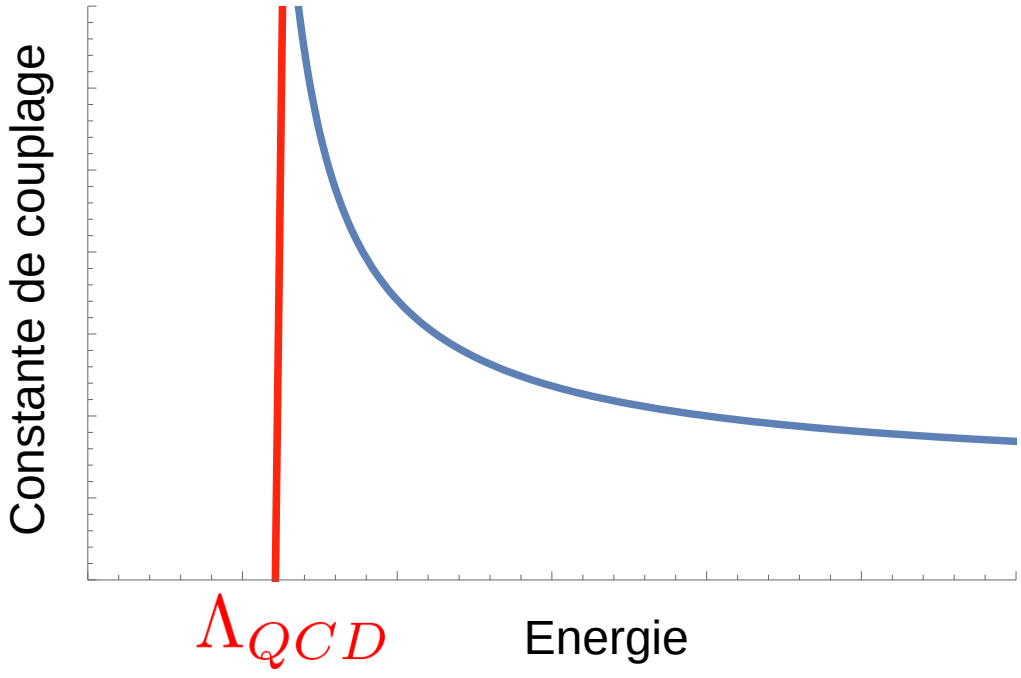
Higgs Composite

- **Contraintes sur le groupe de jauge HC ?**

- **Contraintes sur le groupe de symétrie globale G ?**
  (et le sous groupe conservé H ?)

Higgs Composite

- **HC ~ QCD ,** l'intéraction doit former des états liés

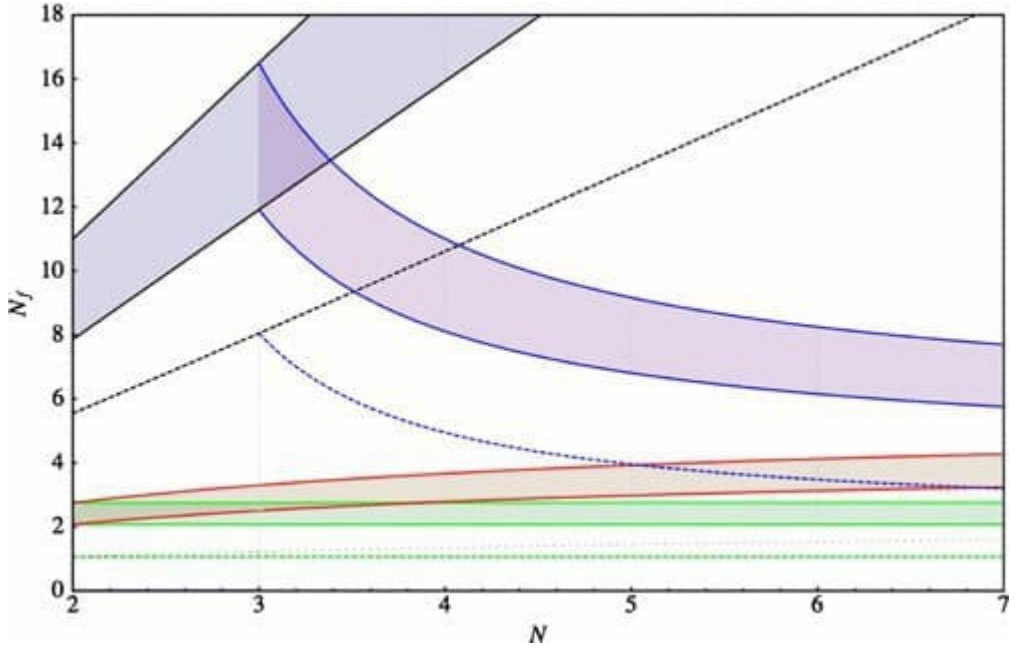


Higgs Composite

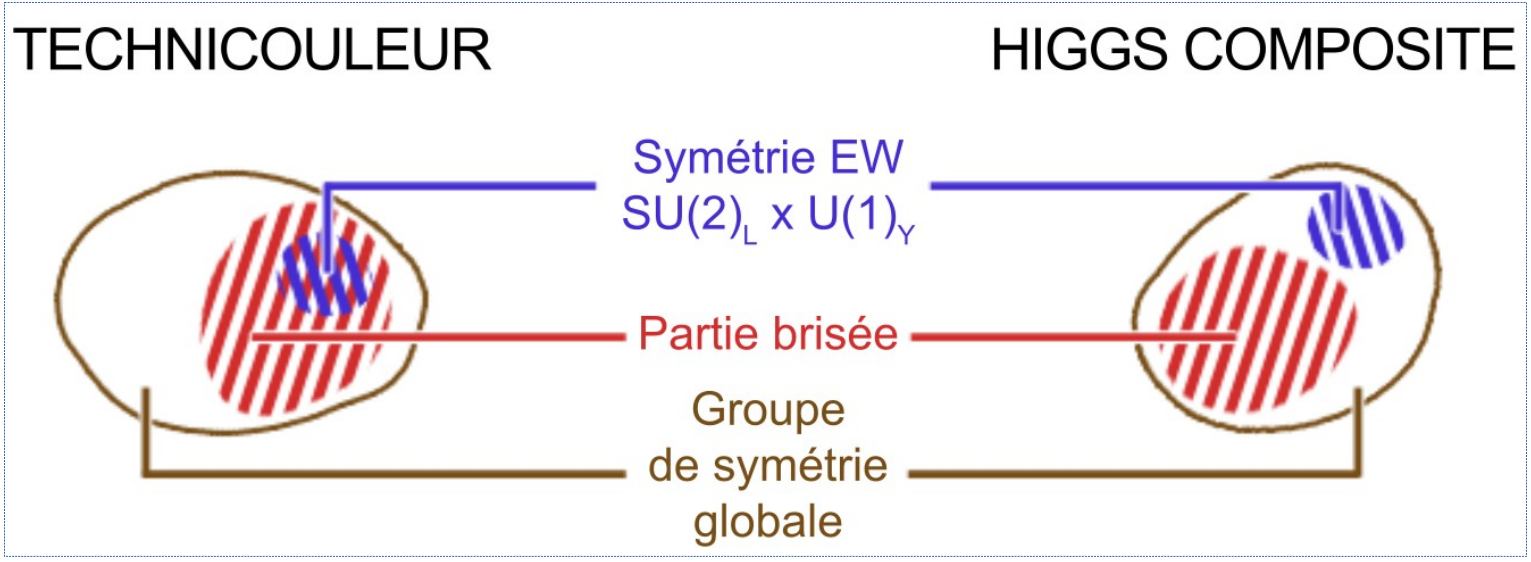
- Groupe de Lie : $\mathrm{SU}(N)$, $\mathrm{SO}(N)$, $\mathrm{Sp}(N)$
- Une (ou +) Représentation
- Une multiplicité N_f

Higgs Composite

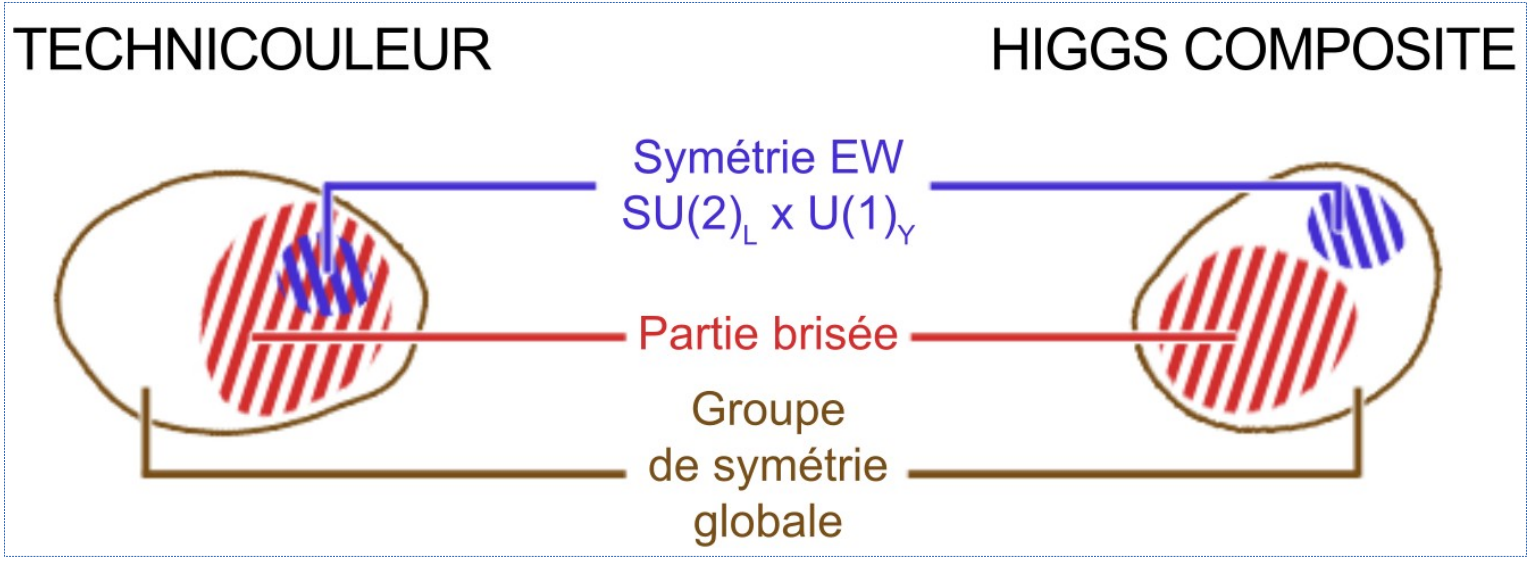
- Groupe de Lie : $\mathrm{SU}(N)$, $\mathrm{SO}(N)$, $\mathrm{Sp}(N)$
- Une (ou +) Représentation
- Une multiplicité N_f



Higgs Composite



Higgs Composite



- TechniCouleur : L'échelle de confinement est la même que celle de la brisure électrofaible

- Higgs Composite : Les Pions se transforment sous la symétrie restante

  - Le Higgs est un Pion

Higgs Composite

$G_{\rm HC}$	ψ	χ	Restrictions	$-q_\chi/q_\psi$	Y_χ	Non Conformal	Model Name
	Real	Real	SU(5)/SO(5) × SU(6)/SO(6)				
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{S}_2$	$6\times\mathbf{F}$	$N_{\rm HC}\geq 55$	$\frac{5(N_{\rm HC}+2)}{6}$	1/3	/	
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{Ad}$	$6\times\mathbf{F}$	$N_{\rm HC}\geq 15$	$\frac{5(N_{\rm HC}-2)}{6}$	1/3	/	
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{F}$	$6\times\mathbf{Spin}$	$N_{\rm HC}=7,9$	$\frac{5}{6}$, $\frac{5}{12}$	1/3	$N_{\rm HC}=7,9$	M1, M2
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{Spin}$	$6\times\mathbf{F}$	$N_{\rm HC}=7,9$	$\frac{5}{6}$, $\frac{5}{3}$	2/3	$N_{\rm HC}=7,9$	M3, M4
	Real	Pseudo-Real	SU(5)/SO(5) × SU(6)/Sp(6)				
$Sp(2N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{Ad}$	$6\times\mathbf{F}$	$2N_{\rm HC}\geq 12$	$\frac{5(N_{\rm HC}+1)}{3}$	1/3	/	
$Sp(2N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{A}_2$	$6\times\mathbf{F}$	$2N_{\rm HC}\geq 4$	$\frac{5(N_{\rm HC}-1)}{3}$	1/3	$2N_{\rm HC}=4$	M5
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{F}$	$6\times\mathbf{Spin}$	$N_{\rm HC}=11,13$	$\frac{5}{24}$, $\frac{5}{48}$	1/3	/	
	Real	Complex	SU(5)/SO(5) × SU(3)²/SU(3)				
$SU(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{A}_2$	$3\times(\mathbf{F},\overline{\mathbf{F}})$	$N_{\rm HC}=4$	$\frac{5}{3}$	1/3	$N_{\rm HC}=4$	M6
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{F}$	$3\times(\mathbf{Spin},\overline{\mathbf{Spin}})$	$N_{\rm HC}=10,14$	$\frac{5}{12}$, $\frac{5}{48}$	1/3	$N_{\rm HC}=10$	M7
	Pseudo-Real	Real	SU(4)/Sp(4) × SU(6)/SO(6)				
$Sp(2N_{\rm HC})$	$4\times\mathbf{F}$	$6\times\mathbf{A}_2$	$2N_{\rm HC}\leq 36$	$\frac{1}{3(N_{\rm HC}-1)}$	2/3	$2N_{\rm HC}=4$	M8
$SO(N_{\rm HC})$	$4\times\mathbf{Spin}$	$6\times\mathbf{F}$	$N_{\rm HC}=11,13$	$\frac{8}{3}$, $\frac{16}{3}$	2/3	$N_{\rm HC}=11$	M9
	Complex	Real	SU(4)²/SU(4) × SU(6)/SO(6)				
$SO(N_{\rm HC})$	$4\times(\mathbf{Spin},\overline{\mathbf{Spin}})$	$6\times\mathbf{F}$	$N_{\rm HC}=10$	$\frac{8}{3}$	2/3	$N_{\rm HC}=10$	M10
$SU(N_{\rm HC})$	$4\times(\mathbf{F},\overline{\mathbf{F}})$	$6\times\mathbf{A}_2$	$N_{\rm HC}=4$	$\frac{2}{3}$	2/3	$N_{\rm HC}=4$	M11
	Complex	Complex	SU(4)²/SU(4) × SU(3)²/SU(3)				
$SU(N_{\rm HC})$	$4\times(\mathbf{F},\overline{\mathbf{F}})$	$3\times(\mathbf{A}_2,\overline{\mathbf{A}}_2)$	$N_{\rm HC}\geq 5$	$\frac{4}{3(N_{\rm HC}-2)}$	2/3	$N_{\rm HC}=5$	M12
$SU(N_{\rm HC})$	$4\times(\mathbf{F},\overline{\mathbf{F}})$	$3\times(\mathbf{S}_2,\overline{\mathbf{S}}_2)$	$N_{\rm HC}\geq 5$	$\frac{4}{3(N_{\rm HC}+2)}$	2/3	/	
$SU(N_{\rm HC})$	$4\times(\mathbf{A}_2,\overline{\mathbf{A}}_2)$	$3\times(\mathbf{F},\overline{\mathbf{F}})$	$N_{\rm HC}=5$	4	2/3	/	

Higgs Composite

Groupe de jauge HC

$G_{\rm HC}$	ψ	χ	Restrictions	$-q_\chi/q_\psi$	Y_χ	Non Conformal	Model Name
	Real	Real	SU(5)/SO(5) × SU(6)/SO(6)				
$SO(N_{\rm HC})$	$5 \times \mathbf{S}_2$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{\rm HC} \geq 55$	$\frac{5(N_{\rm HC}+2)}{6}$	1/3	/	
$SO(N_{\rm HC})$	$5 \times \mathbf{Ad}$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{\rm HC} \geq 15$	$\frac{5(N_{\rm HC}-2)}{6}$	1/3	/	
$SO(N_{\rm HC})$	$5 \times \mathbf{F}$	$6 \times \mathbf{Spin}$	$N_{\rm HC} = 7, 9$	$\frac{5}{6}$, $\frac{5}{12}$	1/3	$N_{\rm HC} = 7, 9$	M1, M2
$SO(N_{\rm HC})$	$5 \times \mathbf{Spin}$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{\rm HC} = 7, 9$	$\frac{5}{6}$, $\frac{5}{3}$	2/3	$N_{\rm HC} = 7, 9$	M3, M4
	Real	Pseudo-Real	SU(5)/SO(5) × SU(6)/Sp(6)				
$Sp(2N_{\rm HC})$	$5 \times \mathbf{Ad}$	$6 \times \mathbf{F}$	$2N_{\rm HC} \geq 12$	$\frac{5(N_{\rm HC}+1)}{3}$	1/3	/	
$Sp(2N_{\rm HC})$	$5 \times \mathbf{A}_2$	$6 \times \mathbf{F}$	$2N_{\rm HC} \geq 4$	$\frac{5(N_{\rm HC}-1)}{3}$	1/3	$2N_{\rm HC} = 4$	M5
$SO(N_{\rm HC})$	$5 \times \mathbf{F}$	$6 \times \mathbf{Spin}$	$N_{\rm HC} = 11, 13$	$\frac{5}{24}$, $\frac{5}{48}$	1/3	/	
	Real	Complex	SU(5)/SO(5) × SU(3)²/SU(3)				
$SU(N_{\rm HC})$	$5 \times \mathbf{A}_2$	$3 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$N_{\rm HC} = 4$	$\frac{5}{3}$	1/3	$N_{\rm HC} = 4$	M6
$SO(N_{\rm HC})$	$5 \times \mathbf{F}$	$3 \times (\mathbf{Spin}, \overline{\mathbf{Spin}})$	$N_{\rm HC} = 10, 14$	$\frac{5}{12}$, $\frac{5}{48}$	1/3	$N_{\rm HC} = 10$	M7
	Pseudo-Real	Real	SU(4)/Sp(4) × SU(6)/SO(6)				
$Sp(2N_{\rm HC})$	$4 \times \mathbf{F}$	$6 \times \mathbf{A}_2$	$2N_{\rm HC} \leq 36$	$\frac{1}{3(N_{\rm HC}-1)}$	2/3	$2N_{\rm HC} = 4$	M8
$SO(N_{\rm HC})$	$4 \times \mathbf{Spin}$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{\rm HC} = 11, 13$	$\frac{8}{3}$, $\frac{16}{3}$	2/3	$N_{\rm HC} = 11$	M9
	Complex	Real	SU(4)²/SU(4) × SU(6)/SO(6)				
$SO(N_{\rm HC})$	$4 \times (\mathbf{Spin}, \overline{\mathbf{Spin}})$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{\rm HC} = 10$	$\frac{8}{3}$	2/3	$N_{\rm HC} = 10$	M10
$SU(N_{\rm HC})$	$4 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$6 \times \mathbf{A}_2$	$N_{\rm HC} = 4$	$\frac{2}{3}$	2/3	$N_{\rm HC} = 4$	M11
	Complex	Complex	SU(4)²/SU(4) × SU(3)²/SU(3)				
$SU(N_{\rm HC})$	$4 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$3 \times (\mathbf{A}_2, \overline{\mathbf{A}}_2)$	$N_{\rm HC} \geq 5$	$\frac{4}{3(N_{\rm HC}-2)}$	2/3	$N_{\rm HC} = 5$	M12
$SU(N_{\rm HC})$	$4 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$3 \times (\mathbf{S}_2, \overline{\mathbf{S}}_2)$	$N_{\rm HC} \geq 5$	$\frac{4}{3(N_{\rm HC}+2)}$	2/3	/	
$SU(N_{\rm HC})$	$4 \times (\mathbf{A}_2, \overline{\mathbf{A}}_2)$	$3 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$N_{\rm HC} = 5$	4	2/3	/	

Higgs Composite

Groupe de jauge HC

G/H

$G_{\rm HC}$	ψ	χ	Restrictions	$-q_\chi/q_\psi$	Y_χ	Non Conformal	Model Name
	Real	Real	SU(5)/SO(5)	× SU(6)/SO(6)			
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{S}_2$	$6\times\mathbf{F}$	$N_{\rm HC}\geq 55$	$\frac{5(N_{\rm HC}+2)}{6}$	1/3	/	
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{Ad}$	$6\times\mathbf{F}$	$N_{\rm HC}\geq 15$	$\frac{5(N_{\rm HC}-2)}{6}$	1/3	/	
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{F}$	$6\times\mathbf{Spin}$	$N_{\rm HC}=7,9$	$\frac{5}{6}$, $\frac{5}{12}$	1/3	$N_{\rm HC}=7,9$	M1, M2
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{Spin}$	$6\times\mathbf{F}$	$N_{\rm HC}=7,9$	$\frac{5}{6}$, $\frac{5}{3}$	2/3	$N_{\rm HC}=7,9$	M3, M4
	Real	Pseudo-Real	SU(5)/SO(5)	× SU(6)/Sp(6)			
$Sp(2N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{Ad}$	$6\times\mathbf{F}$	$2N_{\rm HC}\geq 12$	$\frac{5(N_{\rm HC}+1)}{3}$	1/3	/	
$Sp(2N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{A}_2$	$6\times\mathbf{F}$	$2N_{\rm HC}\geq 4$	$\frac{5(N_{\rm HC}-1)}{3}$	1/3	$2N_{\rm HC}=4$	M5
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{F}$	$6\times\mathbf{Spin}$	$N_{\rm HC}=11,13$	$\frac{5}{24}$, $\frac{5}{48}$	1/3	/	
	Real	Complex	SU(5)/SO(5)	× $\mathrm{SU(3)^2/SU(3)}$			
$SU(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{A}_2$	$3\times(\mathbf{F},\overline{\mathbf{F}})$	$N_{\rm HC}=4$	$\frac{5}{3}$	1/3	$N_{\rm HC}=4$	M6
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{F}$	$3\times(\mathbf{Spin},\overline{\mathbf{Spin}})$	$N_{\rm HC}=10,14$	$\frac{5}{12}$, $\frac{5}{48}$	1/3	$N_{\rm HC}=10$	M7
	Pseudo-Real	Real	SU(4)/Sp(4)	× SU(6)/SO(6)			
$Sp(2N_{\rm HC})$	$4\times\mathbf{F}$	$6\times\mathbf{A}_2$	$2N_{\rm HC}\leq 36$	$\frac{1}{3(N_{\rm HC}-1)}$	2/3	$2N_{\rm HC}=4$	M8
$SO(N_{\rm HC})$	$4\times\mathbf{Spin}$	$6\times\mathbf{F}$	$N_{\rm HC}=11,13$	$\frac{8}{3}$, $\frac{16}{3}$	2/3	$N_{\rm HC}=11$	M9
	Complex	Real	$\mathrm{SU(4)^2/SU(4)}$	× SU(6)/SO(6)			
$SO(N_{\rm HC})$	$4\times(\mathbf{Spin},\overline{\mathbf{Spin}})$	$6\times\mathbf{F}$	$N_{\rm HC}=10$	$\frac{8}{3}$	2/3	$N_{\rm HC}=10$	M10
$SU(N_{\rm HC})$	$4\times(\mathbf{F},\overline{\mathbf{F}})$	$6\times\mathbf{A}_2$	$N_{\rm HC}=4$	$\frac{2}{3}$	2/3	$N_{\rm HC}=4$	M11
	Complex	Complex	$\mathrm{SU(4)^2/SU(4)}$	× $\mathrm{SU(3)^2/SU(3)}$			
$SU(N_{\rm HC})$	$4\times(\mathbf{F},\overline{\mathbf{F}})$	$3\times(\mathbf{A}_2,\overline{\mathbf{A}}_2)$	$N_{\rm HC}\geq 5$	$\frac{4}{3(N_{\rm HC}-2)}$	2/3	$N_{\rm HC}=5$	M12
$SU(N_{\rm HC})$	$4\times(\mathbf{F},\overline{\mathbf{F}})$	$3\times(\mathbf{S}_2,\overline{\mathbf{S}}_2)$	$N_{\rm HC}\geq 5$	$\frac{4}{3(N_{\rm HC}+2)}$	2/3	/	
$SU(N_{\rm HC})$	$4\times(\mathbf{A}_2,\overline{\mathbf{A}}_2)$	$3\times(\mathbf{F},\overline{\mathbf{F}})$	$N_{\rm HC}=5$	4	2/3	/	

Higgs Composite

Groupe de jauge HC

G/H

G_{HC}	ψ	χ	Restrictions	$-q_\chi/q_\psi$	Y_χ	Non Conformal	Model Name
	Real	Real	SU(5)/SO(5) × SU(6)/SO(6)				
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{S}_2$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{HC} \geq 55$	$\frac{5(N_{HC}+2)}{6}$	1/3	/	
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{Ad}$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{HC} \geq 15$	$\frac{5(N_{HC}-2)}{6}$	1/3	/	
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{F}$	$6 \times \mathbf{Spin}$	$N_{HC} = 7, 9$	$\frac{5}{6}$, $\frac{5}{12}$	1/3	$N_{HC} = 7, 9$	M1, M2
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{Spin}$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{HC} = 7, 9$	$\frac{5}{6}$, $\frac{5}{3}$	2/3	$N_{HC} = 7, 9$	M3, M4
	Real	Pseudo-Real	SU(5)/SO(5) × SU(6)/Sp(6)				
$Sp(2N_{HC})$	$5 \times \mathbf{Ad}$	$6 \times \mathbf{F}$	$2N_{HC} \geq 12$	$\frac{5(N_{HC}+1)}{3}$	1/3	/	
$Sp(2N_{HC})$	$5 \times \mathbf{A}_2$	$6 \times \mathbf{F}$	$2N_{HC} \geq 4$	$\frac{5(N_{HC}-1)}{3}$	1/3	$2N_{HC} = 4$	M5
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{F}$	$6 \times \mathbf{Spin}$	$N_{HC} = 11, 13$	$\frac{5}{24}$, $\frac{5}{48}$	1/3	/	
	Real	Complex	SU(5)/SO(5) × $SU(3)^2/SU(3)$				
$SU(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{A}_2$	$3 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$N_{HC} = 4$	$\frac{5}{3}$	1/3	$N_{HC} = 4$	M6
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{F}$	$3 \times (\mathbf{Spin}, \overline{\mathbf{Spin}})$	$N_{HC} = 10, 14$	$\frac{5}{12}$, $\frac{5}{48}$	1/3	$N_{HC} = 10$	M7
	Pseudo-Real	Real	SU(4)/Sp(4) × SU(6)/SO(6)				
$Sp(2N_{HC})$	$4 \times \mathbf{F}$	$6 \times \mathbf{A}_2$	$2N_{HC} \leq 36$	$\frac{1}{3(N_{HC}-1)}$	2/3	$2N_{HC} = 4$	M8
$SO(N_{HC})$	$4 \times \mathbf{Spin}$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{HC} = 11, 13$	$\frac{8}{3}$, $\frac{16}{3}$	2/3	$N_{HC} = 11$	M9
	Complex	Real	$SU(4)^2/SU(4)$ × SU(6)/SO(6)				
$SO(N_{HC})$	$4 \times (\mathbf{Spin}, \overline{\mathbf{Spin}})$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{HC} = 10$	$\frac{8}{3}$	2/3	$N_{HC} = 10$	M10
$SU(N_{HC})$	$4 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$6 \times \mathbf{A}_2$	$N_{HC} = 4$	$\frac{2}{3}$	2/3	$N_{HC} = 4$	M11
	Complex	Complex	$SU(4)^2/SU(4)$ × $SU(3)^2/SU(3)$				
$SU(N_{HC})$	$4 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$3 \times (\mathbf{A}_2, \overline{\mathbf{A}}_2)$	$N_{HC} \geq 5$	$\frac{4}{3(N_{HC}-2)}$	2/3	$N_{HC} = 5$	M12
$SU(N_{HC})$	$4 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$3 \times (\mathbf{S}_2, \overline{\mathbf{S}}_2)$	$N_{HC} \geq 5$	$\frac{4}{3(N_{HC}+2)}$	2/3	/	
$SU(N_{HC})$	$4 \times (\mathbf{A}_2, \overline{\mathbf{A}}_2)$	$3 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$N_{HC} = 5$	4	2/3	/	

Higgs Composite

Groupe de jauge HC

G/H

$G_{\rm HC}$	ψ	χ	Restrictions	$-q_\chi/q_\psi$	Y_χ	Non Conformal	Model Name
	Real	Real	SU(5)/SO(5)	× SU(6)/SO(6)			
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{S}_2$	$6\times\mathbf{F}$	$N_{\rm HC}\geq 55$	$\frac{5(N_{\rm HC}+2)}{6}$	1/3	/	
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{Ad}$	$6\times\mathbf{F}$	$N_{\rm HC}\geq 15$	$\frac{5(N_{\rm HC}-2)}{6}$	1/3	/	
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{F}$	$6\times\mathbf{Spin}$	$N_{\rm HC}=7,9$	$\frac{5}{6}$, $\frac{5}{12}$	1/3	$N_{\rm HC}=7,9$	M1, M2
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{Spin}$	$6\times\mathbf{F}$	$N_{\rm HC}=7,9$	$\frac{5}{6}$, $\frac{5}{3}$	2/3	$N_{\rm HC}=7,9$	M3, M4
	Real	Pseudo-Real	SU(5)/SO(5)	× SU(6)/Sp(6)			
$Sp(2N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{Ad}$	$6\times\mathbf{F}$	$2N_{\rm HC}\geq 12$	$\frac{5(N_{\rm HC}+1)}{3}$	1/3	/	
$Sp(2N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{A}_2$	$6\times\mathbf{F}$	$2N_{\rm HC}\geq 4$	$\frac{5(N_{\rm HC}-1)}{3}$	1/3	$2N_{\rm HC}=4$	M5
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{F}$	$6\times\mathbf{Spin}$	$N_{\rm HC}=11,13$	$\frac{5}{24}$, $\frac{5}{48}$	1/3	/	
	Real	Complex	SU(5)/SO(5)	× SU(3)²/SU(3)			
$SU(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{A}_2$	$3\times(\mathbf{F},\overline{\mathbf{F}})$	$N_{\rm HC}=4$	$\frac{5}{3}$	1/3	$N_{\rm HC}=4$	M6
$SO(N_{\rm HC})$	$5\times\mathbf{F}$	$3\times(\mathbf{Spin},\overline{\mathbf{Spin}})$	$N_{\rm HC}=10,14$	$\frac{5}{12}$, $\frac{5}{48}$	1/3	$N_{\rm HC}=10$	M7
	Pseudo-Real	Real	SU(4)/Sp(4)	× SU(6)/SO(6)			
$Sp(2N_{\rm HC})$	$4\times\mathbf{F}$	$6\times\mathbf{A}_2$	$2N_{\rm HC}\leq 36$	$\frac{1}{3(N_{\rm HC}-1)}$	2/3	$2N_{\rm HC}=$	M8
$SO(N_{\rm HC})$	$4\times\mathbf{Spin}$	$6\times\mathbf{F}$	$N_{\rm HC}=11,13$	$\frac{8}{3}$, $\frac{16}{3}$	2/3	$N_{\rm HC}=11$	M9
	Complex	Real	SU(4)²/SU(4)	× SU(6)/SO(6)			
$SO(N_{\rm HC})$	$4\times(\mathbf{Spin},\overline{\mathbf{Spin}})$	$6\times\mathbf{F}$	$N_{\rm HC}=10$	$\frac{8}{3}$	2/3	$N_{\rm HC}=10$	M10
$SU(N_{\rm HC})$	$4\times(\mathbf{F},\overline{\mathbf{F}})$	$6\times\mathbf{A}_2$	$N_{\rm HC}=4$	$\frac{2}{3}$	2/3	$N_{\rm HC}=4$	M11
	Complex	Complex	SU(4)²/SU(4)	× SU(3)²/SU(3)			
$SU(N_{\rm HC})$	$4\times(\mathbf{F},\overline{\mathbf{F}})$	$3\times(\mathbf{A}_2,\overline{\mathbf{A}}_2)$	$N_{\rm HC}\geq 5$	$\frac{4}{3(N_{\rm HC}-2)}$	2/3	$N_{\rm HC}=5$	M12
$SU(N_{\rm HC})$	$4\times(\mathbf{F},\overline{\mathbf{F}})$	$3\times(\mathbf{S}_2,\overline{\mathbf{S}}_2)$	$N_{\rm HC}\geq 5$	$\frac{4}{3(N_{\rm HC}+2)}$	2/3	/	
$SU(N_{\rm HC})$	$4\times(\mathbf{A}_2,\overline{\mathbf{A}}_2)$	$3\times(\mathbf{F},\overline{\mathbf{F}})$	$N_{\rm HC}=5$	4	2/3	/	

Higgs Composite

Groupe de jauge HC

G/H

G_{HC}	ψ	χ	Restrictions	$-q_\chi/q_\psi$	Y_χ	Non Conformal	Model Name
	Real	Real	SU(5)/SO(5) × SU(6)/SO(6)				
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{S}_2$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{HC} \geq 55$	$\frac{5(N_{HC}+2)}{6}$	1/3	/	
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{Ad}$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{HC} \geq 15$	$\frac{5(N_{HC}-2)}{6}$	1/3	/	
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{F}$	$6 \times \mathbf{Spin}$	$N_{HC} = 7, 9$	$\frac{5}{6}$, $\frac{5}{12}$	1/3	$N_{HC} = 7, 9$	M1, M2
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{Spin}$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{HC} = 7, 9$	$\frac{5}{6}$, $\frac{5}{3}$	2/3	$N_{HC} = 7, 9$	M3, M4
	Real	Pseudo-Real	SU(5)/SO(5) × SU(6)/Sp(6)				
$Sp(2N_{HC})$	$5 \times \mathbf{Ad}$	$6 \times \mathbf{F}$	$2N_{HC} \geq 12$	$\frac{5(N_{HC}+1)}{3}$	1/3	/	
$Sp(2N_{HC})$	$5 \times \mathbf{A}_2$	$6 \times \mathbf{F}$	$2N_{HC} \geq 4$	$\frac{5(N_{HC}-1)}{3}$	1/3	$2N_{HC} = 4$	M5
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{F}$	$6 \times \mathbf{Spin}$	$N_{HC} = 11, 13$	$\frac{5}{24}$, $\frac{5}{48}$	1/3	/	
	Real	Complex	SU(5)/SO(5) × $SU(3)^2/SU(3)$				
$SU(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{A}_2$	$3 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$N_{HC} = 4$	$\frac{5}{3}$	1/3	$N_{HC} = 4$	M6
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{F}$	$3 \times (\mathbf{Spin}, \overline{\mathbf{Spin}})$	$N_{HC} = 10, 14$	$\frac{5}{12}$, $\frac{5}{48}$	1/3	$N_{HC} = 10$	M7
	Pseudo-Real	Real	SU(4)/Sp(4) × SU(6)/SO(6)				
$Sp(2N_{HC})$	$4 \times \mathbf{F}$	$6 \times \mathbf{A}_2$	$2N_{HC} \leq 36$	$\frac{1}{3(N_{HC}-1)}$	2/3	$2N_{HC} =$	M8
$SO(N_{HC})$	$4 \times \mathbf{Spin}$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{HC} = 11, 13$	$\frac{8}{3}$, $\frac{16}{3}$	2/3	$N_{HC} = 11$	M9
	Complex	Real	$SU(4)^2/SU(4)$ × SU(6)/SO(6)				
$SO(N_{HC})$	$4 \times (\mathbf{Spin}, \overline{\mathbf{Spin}})$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{HC} = 10$	$\frac{8}{3}$	2/3	$N_{HC} = 10$	M10
$SU(N_{HC})$	$4 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$6 \times \mathbf{A}_2$	$N_{HC} = 4$	$\frac{2}{3}$	2/3	$N_{HC} = 4$	M11
	Complex	Complex	$SU(4)^2/SU(4)$ × $SU(3)^2/SU(3)$				
$SU(N_{HC})$	$4 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$3 \times (\mathbf{A}_2, \overline{\mathbf{A}}_2)$	$N_{HC} \geq 5$	$\frac{4}{3(N_{HC}-2)}$	2/3	$N_{HC} = 5$	M12
$SU(N_{HC})$	$4 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$3 \times (\mathbf{S}_2, \overline{\mathbf{S}}_2)$	$N_{HC} \geq 5$	$\frac{4}{3(N_{HC}+2)}$	2/3	/	
$SU(N_{HC})$	$4 \times (\mathbf{A}_2, \overline{\mathbf{A}}_2)$	$3 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$N_{HC} = 5$	4	2/3	/	

G=SU(4)
H=Sp(4)
HC=Sp(4)

Higgs Composite

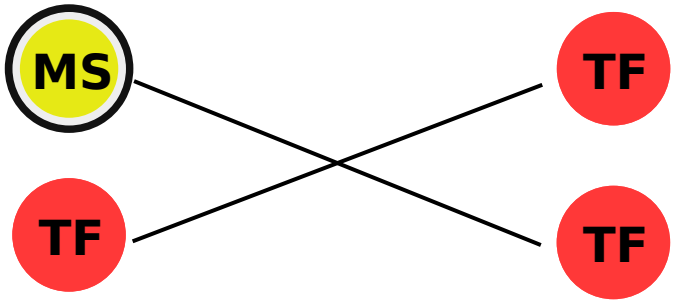
Higgs Composite

Comment relier ça au reste du Modèle Standard ?

Higgs Composite

Comment relier ça au reste du Modèle Standard ?

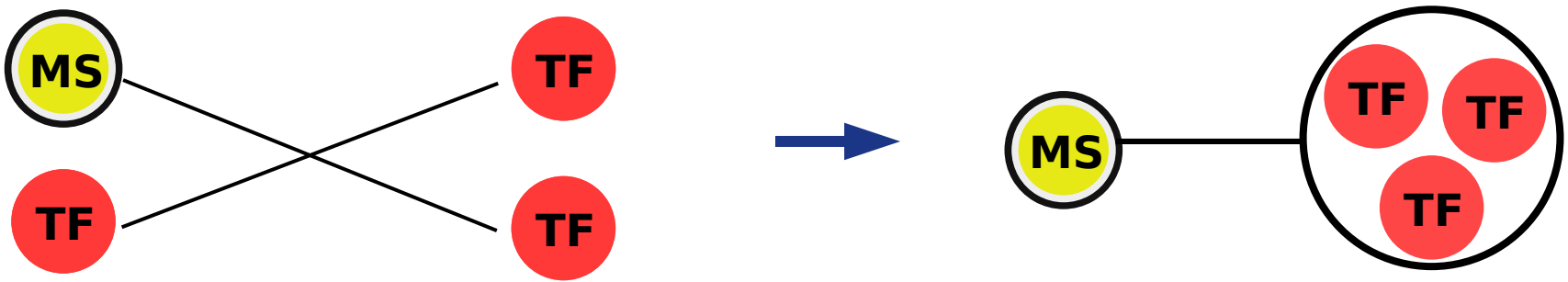
- Interaction **effective** à 4 fermions (MS et nouveaux)



Higgs Composite

Comment relier ça au reste du Modèle Standard ?

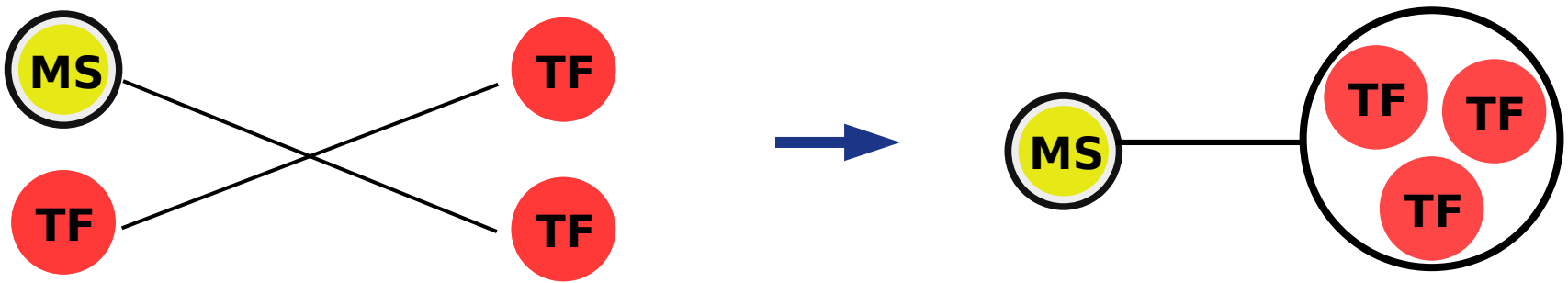
- Interaction **effective** à 4 fermions (MS et nouveaux)



Higgs Composite

Comment relier ça au reste du Modèle Standard ?

- Interaction **effective** à 4 fermions (MS et nouveaux)

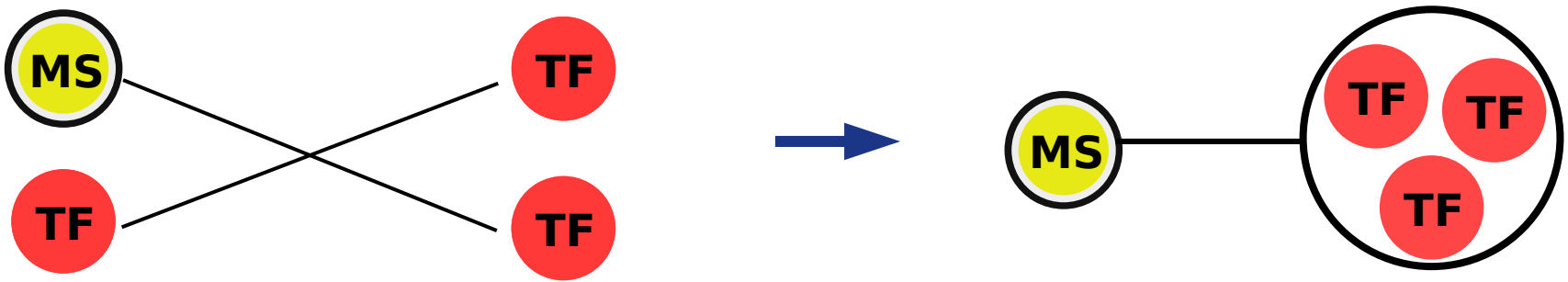


- Permet aux fermions MS de **ressentir la brisure électrofaible** et d'**obtenir une masse**

Higgs Composite

Comment relier ça au reste du Modèle Standard ?

- Interaction **effective** à 4 fermions (MS et nouveaux)

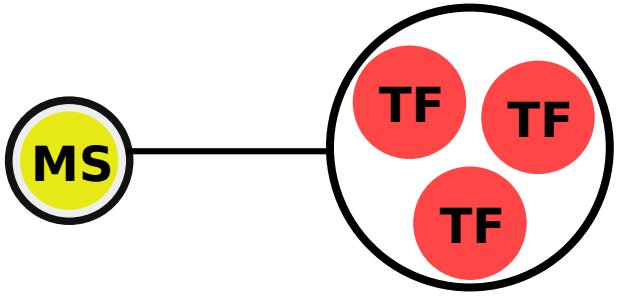


- Permet aux fermions MS de **ressentir la brisure électrofaible** et d'**obtenir une masse**

- Problème avec le couplage …

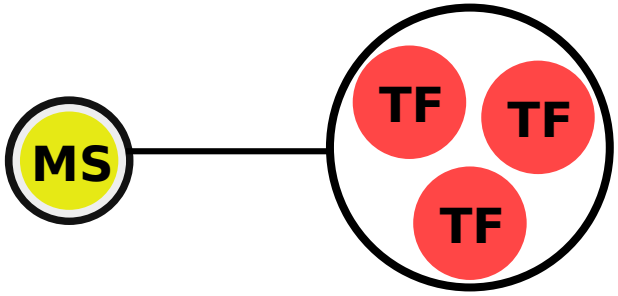
Higgs Composite

Si on génère l’interaction à une échelle Λ :



Higgs Composite

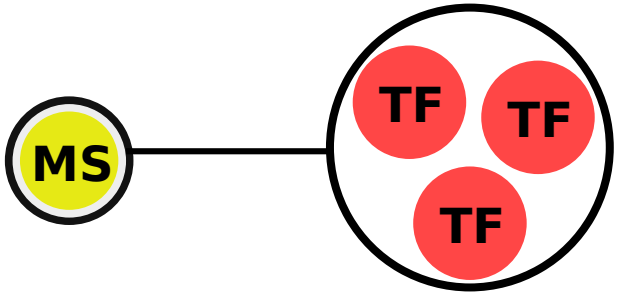
Si on génère l'interaction à une échelle Λ :



$$= \quad g\,\mathcal{O} \qquad ,$$

Higgs Composite

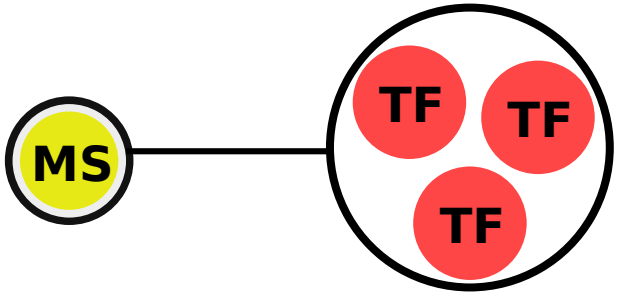
Si on génère l'interaction à une échelle Λ :



$$= \; g\,\mathcal{O} \quad , \quad g \longrightarrow \frac{g}{\Lambda^2}$$

Higgs Composite

Si on génère l'interaction à une échelle Λ :



$$= \; g\,\mathcal{O} \quad , \quad g \longrightarrow \frac{g}{\Lambda^2}$$

On a une suppression trop importante...

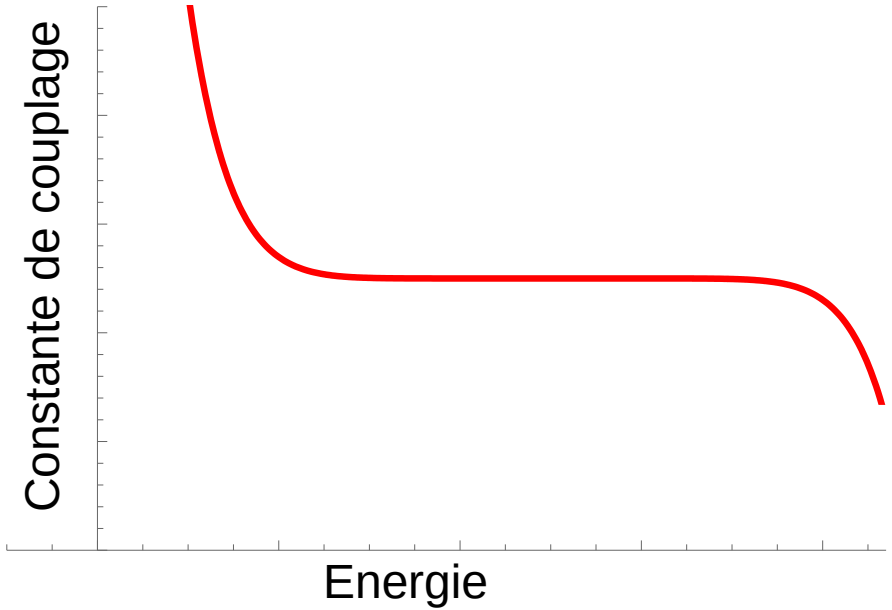
Il faut une théorie presque conforme !

Higgs Composite

- Théorie presque conforme :

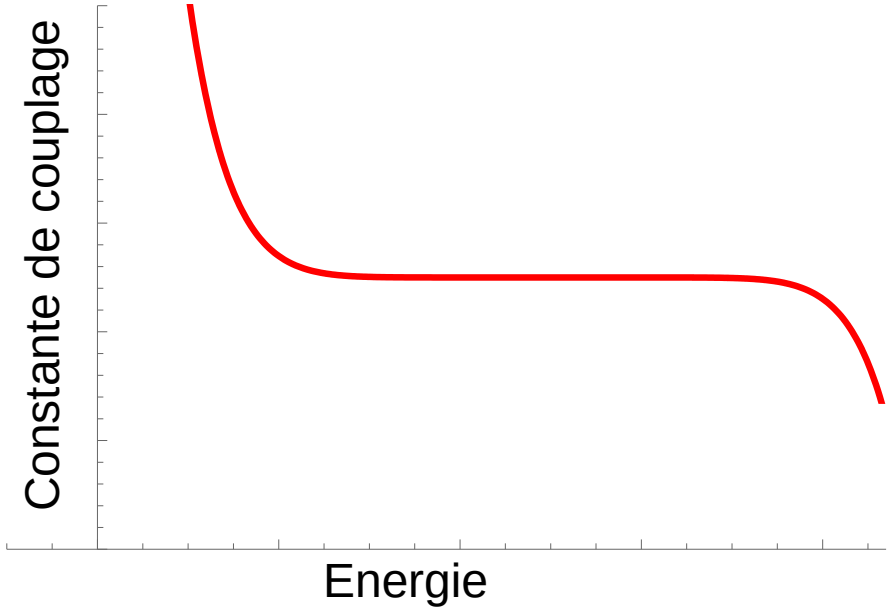
Higgs Composite

- Théorie presque conforme :



Higgs Composite

- Théorie presque conforme :



- dimension anormale : d
- Impacte l'évolution du couplage $g \longrightarrow \frac{g}{\Lambda^{2-d}}$
- Il faut passer beaucoup de temps dans ce régime

Higgs Composite

- Plusieurs modèles effectifs développés
- Prédictions directes (nouvelles particules)
- Prédictions indirectes (corrections sur des paramètres)

Les Défis

- Générer les interactions effectives

Les Défis

- Générer les interactions effectives

Les Défis

► Générer les interactions effectives

► S’assurer du « bon » comportement du nouveau secteur de jauge

Techni-Pati-Salam

Techni-Pati-Salam

Groupe de jauge HC

G/H

G_{HC}	ψ	χ	Restrictions	$-q_\chi/q_\psi$	Y_χ	Non Conformal	Model Name
	Real	Real	SU(5)/SO(5) × SU(6)/SO(6)				
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{S}_2$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{HC} \geq 55$	$\frac{5(N_{HC}+2)}{6}$	1/3	/	
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{Ad}$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{HC} \geq 15$	$\frac{5(N_{HC}-2)}{6}$	1/3	/	
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{F}$	$6 \times \mathbf{Spin}$	$N_{HC} = 7, 9$	$\frac{5}{6}$, $\frac{5}{12}$	1/3	$N_{HC} = 7, 9$	M1, M2
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{Spin}$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{HC} = 7, 9$	$\frac{5}{6}$, $\frac{5}{3}$	2/3	$N_{HC} = 7, 9$	M3, M4
	Real	Pseudo-Real	SU(5)/SO(5) × SU(6)/Sp(6)				
$Sp(2N_{HC})$	$5 \times \mathbf{Ad}$	$6 \times \mathbf{F}$	$2N_{HC} \geq 12$	$\frac{5(N_{HC}+1)}{3}$	1/3	/	
$Sp(2N_{HC})$	$5 \times \mathbf{A}_2$	$6 \times \mathbf{F}$	$2N_{HC} \geq 4$	$\frac{5(N_{HC}-1)}{3}$	1/3	$2N_{HC} = 4$	M5
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{F}$	$6 \times \mathbf{Spin}$	$N_{HC} = 11, 13$	$\frac{5}{24}$, $\frac{5}{48}$	1/3	/	
	Real	Complex	SU(5)/SO(5) × $SU(3)^2/SU(3)$				
$SU(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{A}_2$	$3 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$N_{HC} = 4$	$\frac{5}{3}$	1/3	$N_{HC} = 4$	M6
$SO(N_{HC})$	$5 \times \mathbf{F}$	$3 \times (\mathbf{Spin}, \overline{\mathbf{Spin}})$	$N_{HC} = 10, 14$	$\frac{5}{12}$, $\frac{5}{48}$	1/3	$N_{HC} = 10$	M7
	Pseudo-Real	Real	SU(4)/Sp(4) × SU(6)/SO(6)				
$Sp(2N_{HC})$	$4 \times \mathbf{F}$	$6 \times \mathbf{A}_2$	$2N_{HC} \leq 36$	$\frac{1}{3(N_{HC}-1)}$	2/3	$2N_{HC} =$	M8
$SO(N_{HC})$	$4 \times \mathbf{Spin}$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{HC} = 11, 13$	$\frac{8}{3}$, $\frac{16}{3}$	2/3	$N_{HC} = 11$	M9
	Complex	Real	$SU(4)^2/SU(4)$ × SU(6)/SO(6)				
$SO(N_{HC})$	$4 \times (\mathbf{Spin}, \overline{\mathbf{Spin}})$	$6 \times \mathbf{F}$	$N_{HC} = 10$	$\frac{8}{3}$	2/3	$N_{HC} = 10$	M10
$SU(N_{HC})$	$4 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$6 \times \mathbf{A}_2$	$N_{HC} = 4$	$\frac{2}{3}$	2/3	$N_{HC} = 4$	M11
	Complex	Complex	$SU(4)^2/SU(4)$ × $SU(3)^2/SU(3)$				
$SU(N_{HC})$	$4 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$3 \times (\mathbf{A}_2, \overline{\mathbf{A}}_2)$	$N_{HC} \geq 5$	$\frac{4}{3(N_{HC}-2)}$	2/3	$N_{HC} = 5$	M12
$SU(N_{HC})$	$4 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$3 \times (\mathbf{S}_2, \overline{\mathbf{S}}_2)$	$N_{HC} \geq 5$	$\frac{4}{3(N_{HC}+2)}$	2/3	/	
$SU(N_{HC})$	$4 \times (\mathbf{A}_2, \overline{\mathbf{A}}_2)$	$3 \times (\mathbf{F}, \overline{\mathbf{F}})$	$N_{HC} = 5$	4	2/3	/	

G=SU(4)
H=Sp(4)
HC=Sp(4)

Techni-Pati-Salam

► **Unification partielle** :

$$SU(8)_{PS} \times SU(2)_R \times SU(2)_L$$

Techni-Pati-Salam

► **Unification partielle** :

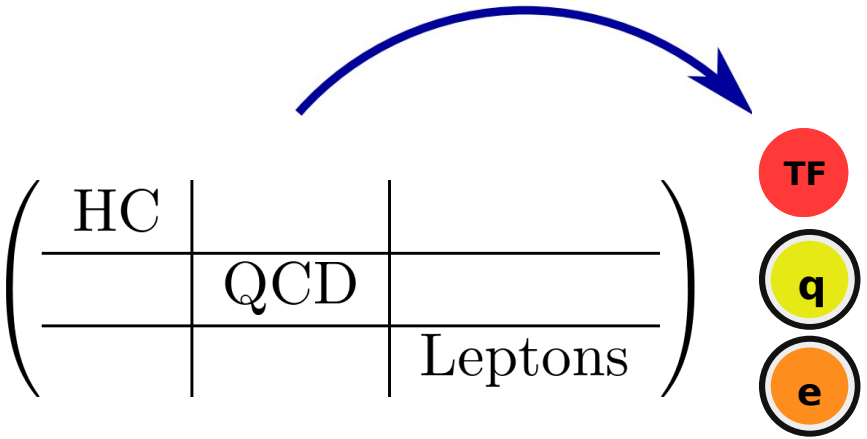
$$SU(8)_{PS} \times SU(2)_R \times SU(2)_L$$

$$\left(\begin{array}{c|c|c} \text{HC} & & \\ \hline & \text{QCD} & \\ \hline & & \text{Leptons} \end{array}\right)$$

Techni-Pati-Salam

► **Unification partielle** :

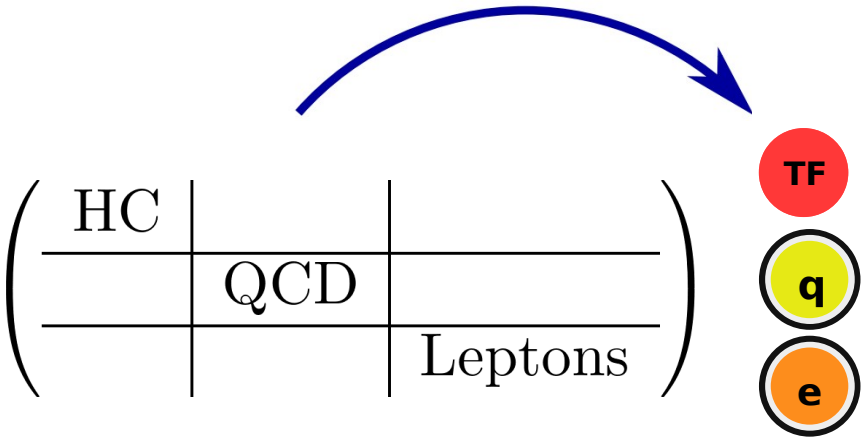
$$SU(8)_{PS} \times SU(2)_R \times SU(2)_L$$



Techni-Pati-Salam

► **Unification partielle** :

$$SU(8)_{PS} \times SU(2)_R \times SU(2)_L$$



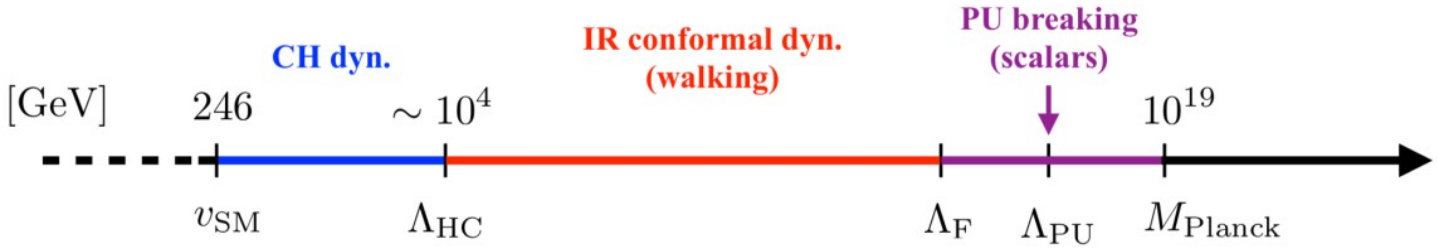
Step	Breaking Pattern
PS	$SU(8)_{PS} \times SU(2)_R \to SU(7)_{EHC} \times U(1)_E$
EHC	$SU(7)_{EHC} \to SU(4)_{CHC} \times SU(3)_c \times U(1)_X$
CHC	$SU(4)_{CHC} \times U(1)_X \times U(1)_E \to Sp(4)_{HC} \times U(1)_Y$

Fermion Content

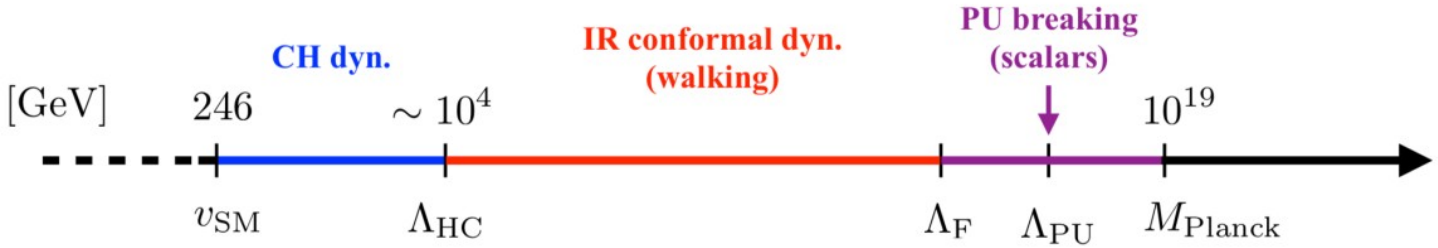
Notation : $(4,3)_{1/6} \Rightarrow (Sp(4), SU(3)_c)_{U(1)_Y}$

	$SU(8)_{PS}$	$SU(2)_R$	$SU(2)_L$
$\Omega^p = \begin{pmatrix} L^p_{u/d} \\ q^p_L \\ l^p_L \end{pmatrix}$	8	1	2
$\Upsilon^p = \begin{pmatrix} U_d & D_u \\ d^{c\,p}_R & u^{c\,p}_R \\ e^{c\,p}_R & \nu^{c\,p}_R \end{pmatrix}$	$\bar{8}$	2	1
$\Xi = \begin{pmatrix} U_u & \chi & \rho & \eta & \omega \\ D_d & \tilde{\chi} & \tilde{\rho} & \tilde{\eta} & \tilde{\omega} \end{pmatrix}$	$70 = A_4$	1	1
N^p	1	1	1

Set-Up

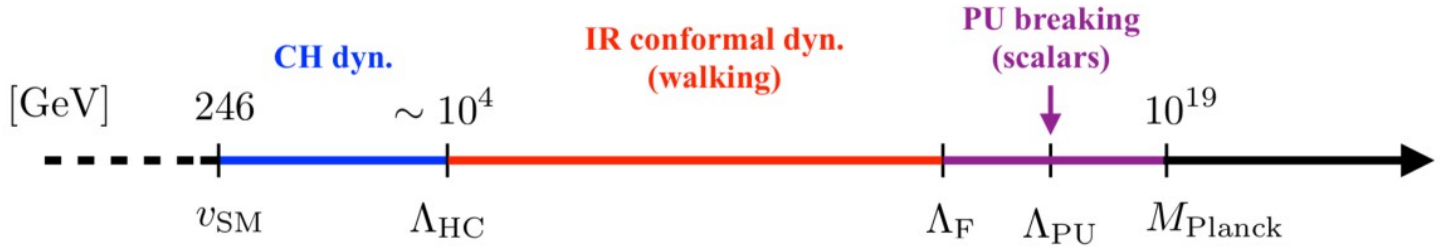

CH dyn.
IR conformal dyn.
(walking)
PU breaking
(scalars)
[GeV]
246
$\sim 10^4$
10^{19}
$v_{\rm SM}$
$\Lambda_{\rm HC}$
$\Lambda_{\rm F}$
$\Lambda_{\rm PU}$
$M_{\rm Planck}$

Set-Up



Symétrie Globale $\Rightarrow$ $SU(4)/Sp(4)$

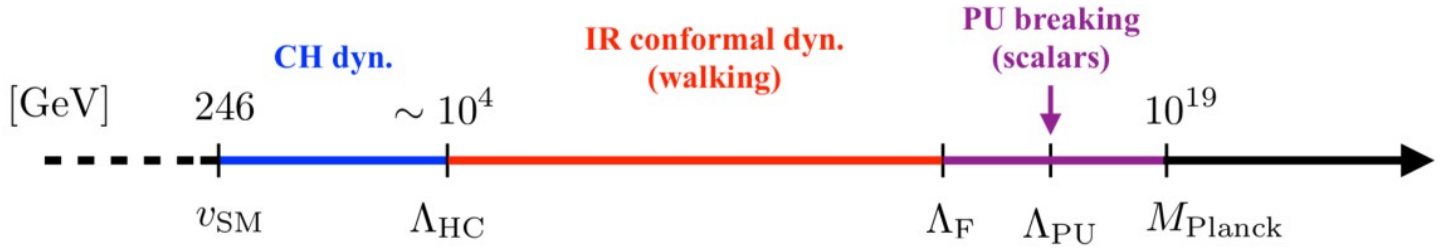
Set-Up



Symétrie Globale $\Rightarrow$ $SU(4)/Sp(4)$

- Comment effectuer la brisure ?

Set-Up



Symétrie Globale $\Rightarrow$ $SU(4)/Sp(4)$

- Comment effectuer la brisure ?
- À l'aide de nouvelles particules **scalaires** … **It's allright !**

Techni Pati-Salam for 3rd Family

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_G + \mathcal{L}_F + \mathcal{L}_S + \mathcal{L}_Y + \mathcal{L}_V$$

Gauge | Kinetic | Yukawa | Potential

Techni Pati-Salam for 3rd Family

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_G + \mathcal{L}_F + \mathcal{L}_S + \mathcal{L}_Y + \mathcal{L}_V$$

Gauge — Kinetic — Yukawa — Potential

- Minimiser $\mathcal{L}_V \Rightarrow$ PS, EHC and CHC breaking
- M_{scalars} and $\Lambda_{CHC} \geq 10^{16} GeV$

Techni Pati-Salam for 3rd Family

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_G + \mathcal{L}_F + \mathcal{L}_S + \mathcal{L}_Y + \mathcal{L}_V$$

Gauge | Kinetic | Yukawa | Potential

- Minimiser $\mathcal{L}_V \Rightarrow$ PS, EHC and CHC breaking
- M_{scalars} and $\Lambda_{CHC} \geq 10^{16} GeV$
- $\mathcal{L}_F \supset$

$$(\bar{D}_u^3 \bar{\sigma}^\mu t_R^c)(\bar{\chi}\bar{\sigma}_\mu \eta), (\bar{U}_d^3 \bar{\sigma}^\mu b_R^c)(\bar{\chi}\bar{\sigma}_\mu \eta), (\bar{L}\bar{\sigma}^\mu q_L)(\bar{\eta}\bar{\sigma}_\mu \chi)$$
$$(\bar{D}_u^3 \bar{\sigma}^\mu t_R^c)(\bar{U}_u \bar{\sigma}_\mu \chi), (\bar{U}_d^3 \bar{\sigma}^\mu b_R^c)(\bar{U}_u \bar{\sigma}_\mu \chi), (\bar{L}\bar{\sigma}^\mu q_L)(\bar{\chi}\bar{\sigma}_\mu U_u)$$
$$(\bar{D}_u^3 \bar{\sigma}^\mu t_R^c)(\bar{\tilde{\chi}}\bar{\sigma}_\mu D_d), (\bar{U}_d^3 \bar{\sigma}^\mu b_R^c)(\bar{\tilde{\chi}}\bar{\sigma}_\mu D_d), (\bar{L}\bar{\sigma}^\mu q_L)(\bar{D}_d \bar{\sigma}_\mu \tilde{\chi})$$
$$(\bar{D}_u^3 \bar{\sigma}^\mu t_R^c)(\bar{\tilde{\eta}}\bar{\sigma}_\mu \tilde{\chi}), (\bar{U}_d^3 \bar{\sigma}^\mu b_R^c)(\bar{\tilde{\eta}}\bar{\sigma}_\mu \tilde{\chi}), (\bar{L}\bar{\sigma}^\mu q_L)(\bar{\tilde{\chi}}\bar{\sigma}_\mu \tilde{\eta})$$
$$(\bar{D}_u^3 \bar{\sigma}^\mu \nu_{\tau R}^c)(\bar{\tilde{\eta}}\bar{\sigma}_\mu \chi), (\bar{U}_d^3 \bar{\sigma}^\mu \tau_R^c)(\bar{\tilde{\eta}}\bar{\sigma}_\mu \chi), (\bar{L}\bar{\sigma}^\mu l_L)(\bar{\chi}\bar{\sigma}_\mu \tilde{\eta})$$
$$(\bar{D}_u^3 \bar{\sigma}^\mu \nu_{\tau R}^c)(\bar{\tilde{\chi}}\bar{\sigma}_\mu \eta), (\bar{U}_d^3 \bar{\sigma}^\mu \tau_R^c)(\bar{\tilde{\chi}}\bar{\sigma}_\mu \eta), (\bar{L}\bar{\sigma}^\mu l_L)(\bar{\eta}\bar{\sigma}_\mu \tilde{\chi})$$

Techni Pati-Salam for 3rd Family

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_G + \mathcal{L}_F + \mathcal{L}_S + \mathcal{L}_Y + \mathcal{L}_V$$

Gauge | Kinetic | Yukawa | Potential

- Minimiser $\mathcal{L}_V \Rightarrow$ PS, EHC and CHC breaking
- M_{scalars} and $\Lambda_{CHC} \geq 10^{16} GeV$
- $\mathcal{L}_F \supset$

$$(\bar{D}_u^3 \bar{\sigma}^\mu t_R^c)(\bar{\chi}\bar{\sigma}_\mu \eta), (\bar{U}_d^3 \bar{\sigma}^\mu b_R^c)(\bar{\chi}\bar{\sigma}_\mu \eta), (\bar{L}\bar{\sigma}^\mu q_L)(\bar{\eta}\bar{\sigma}_\mu \chi)$$
$$(\bar{D}_u^3 \bar{\sigma}^\mu t_R^c)(\bar{U}_u \bar{\sigma}_\mu \chi), (\bar{U}_d^3 \bar{\sigma}^\mu b_R^c)(\bar{U}_u \bar{\sigma}_\mu \chi), (\bar{L}\bar{\sigma}^\mu q_L)(\bar{\chi}\bar{\sigma}_\mu U_u)$$
$$(\bar{D}_u^3 \bar{\sigma}^\mu t_R^c)(\bar{\tilde{\chi}}\bar{\sigma}_\mu D_d), (\bar{U}_d^3 \bar{\sigma}^\mu b_R^c)(\bar{\tilde{\chi}}\bar{\sigma}_\mu D_d), (\bar{L}\bar{\sigma}^\mu q_L)(\bar{D}_d \bar{\sigma}_\mu \tilde{\chi})$$
$$(\bar{D}_u^3 \bar{\sigma}^\mu t_R^c)(\bar{\tilde{\eta}}\bar{\sigma}_\mu \tilde{\chi}), (\bar{U}_d^3 \bar{\sigma}^\mu b_R^c)(\bar{\tilde{\eta}}\bar{\sigma}_\mu \tilde{\chi}), (\bar{L}\bar{\sigma}^\mu q_L)(\bar{\tilde{\chi}}\bar{\sigma}_\mu \tilde{\eta})$$
$$(\bar{D}_u^3 \bar{\sigma}^\mu \nu_{\tau R}^c)(\bar{\tilde{\eta}}\bar{\sigma}_\mu \chi), (\bar{U}_d^3 \bar{\sigma}^\mu \tau_R^c)(\bar{\tilde{\eta}}\bar{\sigma}_\mu \chi), (\bar{L}\bar{\sigma}^\mu l_L)(\bar{\chi}\bar{\sigma}_\mu \tilde{\eta})$$
$$(\bar{D}_u^3 \bar{\sigma}^\mu \nu_{\tau R}^c)(\bar{\tilde{\chi}}\bar{\sigma}_\mu \eta), (\bar{U}_d^3 \bar{\sigma}^\mu \tau_R^c)(\bar{\tilde{\chi}}\bar{\sigma}_\mu \eta), (\bar{L}\bar{\sigma}^\mu l_L)(\bar{\eta}\bar{\sigma}_\mu \tilde{\chi})$$

Résumé

- Théorie valable aux hautes énergies
- Toutes les particules du MS obtiennent une masse
- Hierarchie de masse
- Une grande fenêtre pour une dynamique conforme
- Candidat à la matière noire