Théorie non-commutative de spins élevés

R. Bonezzi[1], N. Boulanger[1], **David De Filippi**[1], P. Sundell[2]

[1]Groupe de Mécanique et Gravitation, UMONS (Mons, Belgique)
[2]Departamento de Ciencias Físicas, Universidad Andres Bello (Santiago, Chili)

Interactions fondamentales

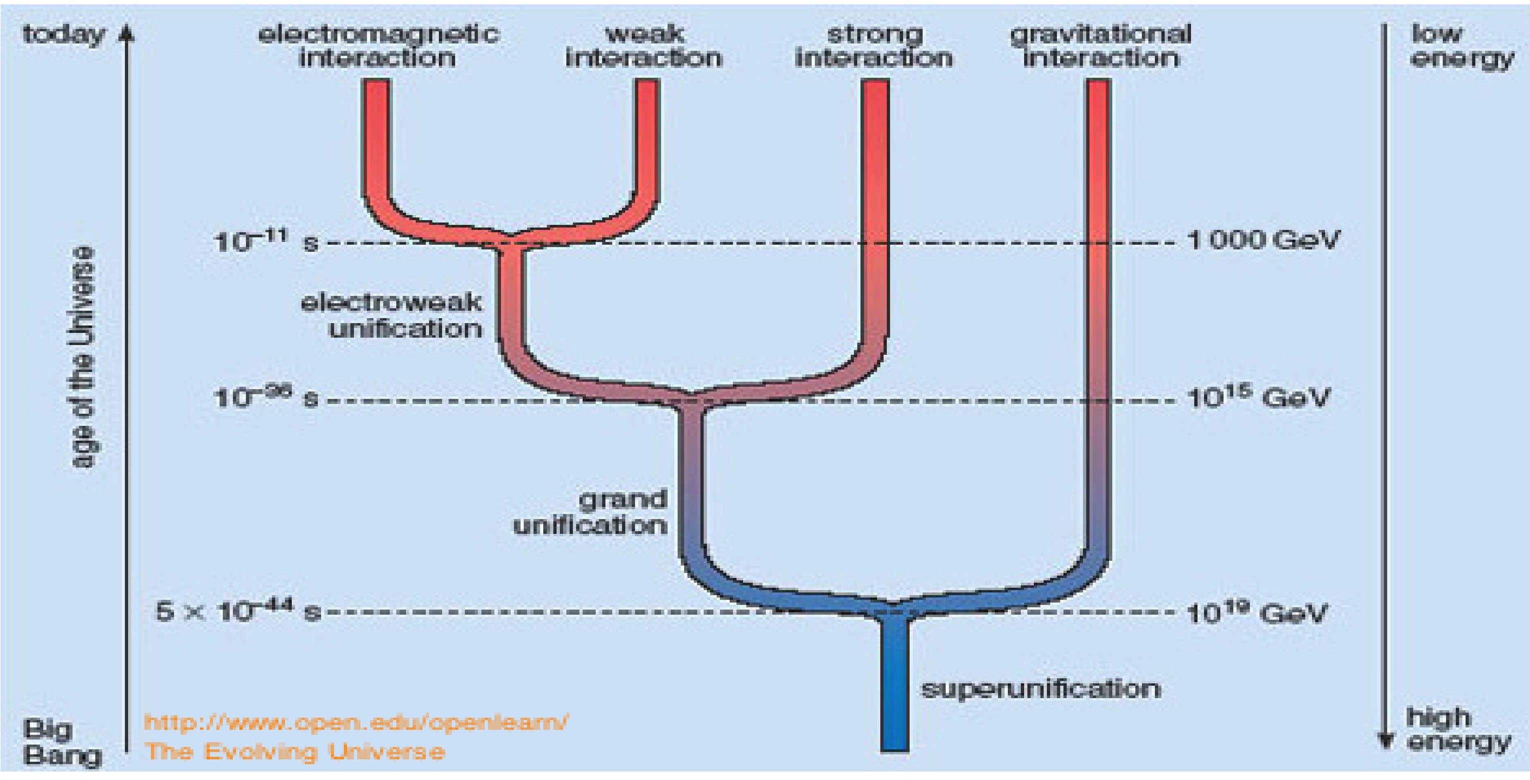
Trois des quatres intéractions fondamentales

- Électromagnétisme
- Intéraction nucléaire faible
- Intéraction nucléaire forte

sont bien décrites par la théorie quantique des champs. Ce n'est actuellement pas le cas de la quatrième

- Gravitation

Unification des intéractions



Au delà de l'échelle électrofaible

Les bosons $W^{\pm}$ et Z
- n'ont pas de masse
- sont indiscernables des photons
- jaugent de nouvelles symétries

Spin

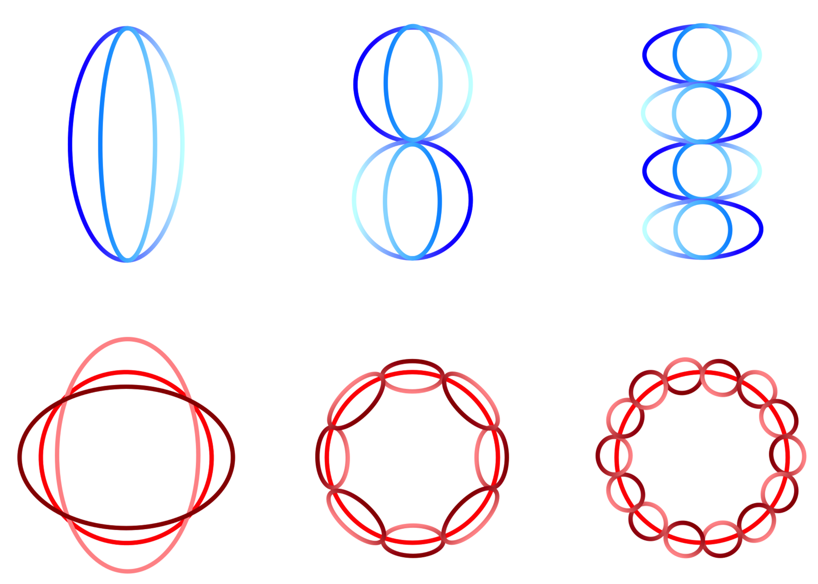
Les différentes particules sont caractérisée par la manière dont elles se comportent lors d'un changement de référentiel. En theorie des champs, les interactions fondamentales sont portées par des champs de moment angulaire intrinsèque (spin) entier

- **Spin 0 (scalaire) :** Boson de Brout-Englert-Higgs
- **Spin 1 (vecteur) :** Photon, bosons massifs $W^{\pm}$ et Z, gluon
- **Spin 2 (tenseur) :** Graviton
- **Spins élevés?**

Les autres particules sont décrites par des spins demi-entiers

- **Spin 1/2 (spineur) :** Quarks, leptons
- **Spin 3/2 :** Gravitino (supergravité)
- **Super spins élevés?**

Théorie des cordes



Cordes microscopiques
- Cordes ouvertes ou fermées
- Particule = mode de vibration
- Modes de tous les spins

À très haute énergie
- Cordes sans tension
- Particules sans masse
- Infinité de nouvelles symétries

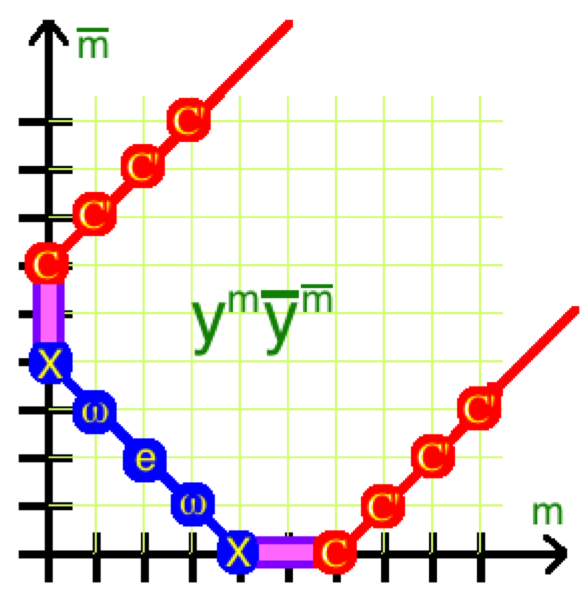
Relativité générale

Metric	Frame
Objets fondamentaux	
Métrique $g_{\mu\nu}$	Repère mobile $e_{\mu a}$
	Connexion $\omega_{\mu ab}$
Objets dérivés	
Connexion $\omega \sim \partial g$	Métrique $g \sim e^2$
Torsion $\tilde{\partial} g \equiv 0$	Torsion $T \sim \partial e + \omega$
Courbure $R \sim \partial^2 g$	Courbure $R \sim \partial\omega$
Équations (vide)	
Traces$(R) = 0$	$T = 0 \;\; R = C\,,$
	$\partial C = 0\,,\;\; \partial^2 C = 0\,, \ldots$
Symétries	
Difféo	Difféo (automatique)
	Yang-Mills-like

Spins élevés libres

Théorie frame-like de tous les spins encodés dans

- $W(x; y, \bar{y})$
  - Connexions e et ω
  - Connexions auxiliaires X
- $\Phi(x; y, \bar{y})$
  - Tenseur de Weyl C
  - Toutes ses dérivées C'

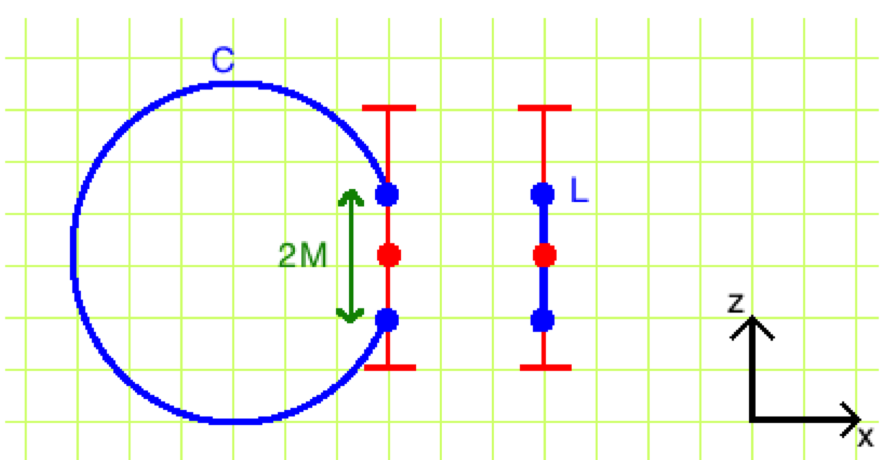


Exemple : spin 3

Équations de Vasiliev

- Déformation des équations libres
$$dW + W \star W = F^W(W, \Phi)$$
$$d\Phi + W \star \Phi - \Phi \star \widetilde{W} = F^{\Phi}(W, \Phi)$$
- On étend l'espace-temps à 4 nouvelles directions
$$Z = (z_+\,,\; z_-\,,\; \bar{z}_+\,,\; \bar{z}_-)$$
- Non-commutativité
$$[z_+\,,\, z_-] = [\bar{z}_+\,,\, \bar{z}_-] = 2i$$
  Lié à des relations d'incertitude
- Master fields $\widehat{A}(x, Z; y, \bar{y})$ et $\widehat{\Phi}(x, Z; y, \bar{y})$
  - $W = \widehat{A}|_{Z=0 = dZ}$
  - $\Phi = \widehat{\Phi}|_{Z=0}$
- Équations complètement non-linéaires
- Symétries de type Yang-Mills

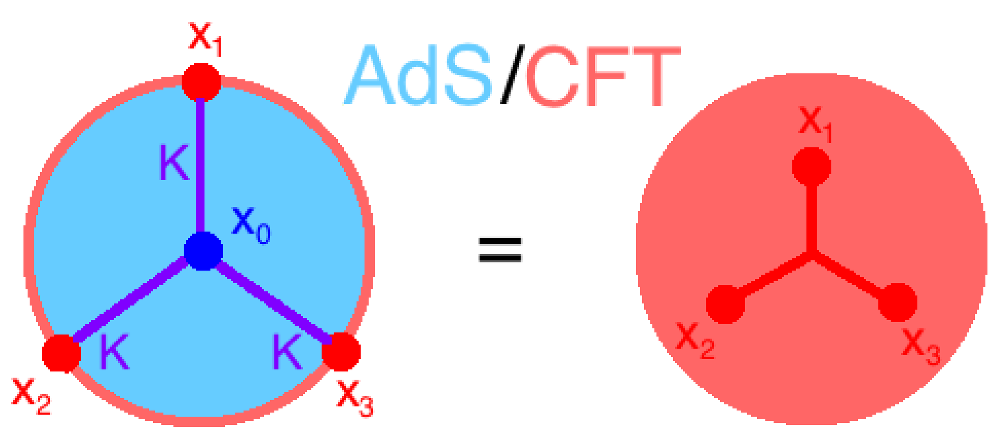
Observables



Pour une courbe C
- Ouverte uniquement le long de Z
- Wilson Line $W(C)$
- Observable : $\mathrm{Tr}_{Y,Z}[W(C) \star e^{iMZ}]$

Pour une ligne L
- ... et un opérateur adjoint $O(\widehat{A}, \widehat{\Phi})$
- Observable : $\mathrm{Tr}_{Y,Z}[O \star W(L) \star e^{iMZ}]$
- $W(L) \star e^{iMZ} = e^{iM(Z - \widehat{A}_Z)}$

Holographie



- **AdS$_4$:** observables calculés en x_0
- Propagateur $\widehat{\Phi} = K_{x_0, x_i}$
- **CFT$_3$:** courants conservés

Référence

J. Phys. **A50**(2017) no. 47, 475401
`arXiv:1705.03928`

Remerciements

Le travail de R.B. a été financé par un PDR "Gravity and extensions" du FRNS. N.B. est maître de recherches F.R.S-FNRS. D.D.F. est aspirant F.R.S-FNRS. Le travail de P.S. a été financé par la bourse régulière Fondecyt No 1140296, la bourse Conicyt DPI 20140115 and la bourse interne à l'UNAB DI-1382-16/R.