

**Encadré par :**  
Professeur Lamine Khoudja

# La gravité quantique

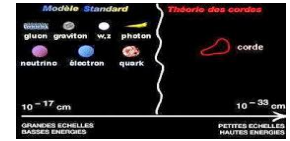
**Réalisé par :**  
Abdellah – otsmane  
Fatima -Zohra

## PLAN DE L'EXPOSE

- INTRODUCTION
- RELATIVITE GENERALE
- LA MECANIQUE QUANTIQUE
- LA THEORIE DES CORDES
- CONCLUSION

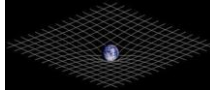
## INTRODUCTION

Albert Einstein cherche une formule pour décrire l'univers :  
Il y'a plus de soixante ans Albert Einstein cherche une formule pour décrire l'univers.  
-En vain !!  
Aujourd'hui les chercheurs pensent trouver une théorie.  
-Qu'il s'agit de prouver !!



## RELATIVITE GENERALE

Il s'inspire la théorie de la gravitation universelle d'Isaac Newton qui unifie les cieux et la terre.  
C'est la plus grande œuvre d'Einstein de 1907 à 1915.  
Elle décrit plusieurs choses :  
-Le mouvement des astres.  
-La présence de la matière.  
-L'énergie.  
Change catégoriquement la vision de l'espace.  
Elle explique ce qu'est la gravité

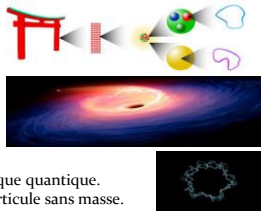


## VISION DE L'ESPACE PAR NEWTON

La mécanique quantique, décrit le monde des objets les plus petits.  
Elle décrit trois interactions : L'interaction forte faible et électromagnétique.  
La particularité, de montrer la probabilité à une chose de se produire

## VISION SUBATOMIQUE PAR LA MECANIQUE QUANTIQUE

**-La théorie des cordes**  
Union entre les interactions élémentaires vues aussi précédemment.  
Prétend que tout serait constitué de cordes.  
**PRINCIPE DUN TROU NOIR**  
Déformation du tissu espace-temps par une étoile lourde et petite.  
Pour l'expliquer on ne sait pas quel théorie utile.  
La théorie des cordes serait une réponse à ce phénomène  
**HISTOIRE DE LA THEORIE DES CORDES**  
1968 : Physicien découvrent la fusion entre les interactions de la mécanique quantique.  
1973 : Anomalie dans l'équation de la super force et découverte d'une particule sans masse.  
1945 : La particule sans masse est le graviton .  
5 théories des cordes naissent mais Edward Witten trouve la seule théorie, et la baptise la théorie M.  
**CARACTERISTIQUE DE LA THEORIE M**  
Dimension supplémentaire. Les trous de verres.  
Les univers parallèles.  
La super symétrie.



## CONCLUSION

La relativité générale explique le monde des objets les plus grands.  
La mécanique quantique explique le monde des objets les plus petits .  
La théorie des cordes apaiserait le monde turbulent de la mécanique quantique pour unir les deux théories.  
La théorie des cordes montre que tout dans l'univers est composé de cordes.  
Si cette théorie est prouvée, on pourrait faire d'innombrables choses qui paraissent de la science fiction.

**Prouver la théorie des cordes ?**



## LA THEORIE DES CORDES

### II) Cordes fermées

Condition aux limites.  
 $X^\mu(\sigma, \tau) = X^\mu(\sigma + \pi, \tau)$   
Utilisant  $\sigma^+ \rightarrow f(\sigma^+)$   
Solutions, (chaîne ouverte)  
 $X^\mu(\sigma, \tau) = X_L^\mu(\sigma + \tau) + X_R^\mu(\tau - \sigma)$  (3.6)  
Conditions aux bords.  
Nous avons :  
 $\partial_\alpha X^\mu(\tau) - \partial_\beta X^\mu(\tau) = 0$  (3.7)  
 $\partial_\alpha X^\mu(\tau + \pi) - \partial_\beta X^\mu(\tau - \pi) = 0$  (3.8)  
 $X^\mu(\tau) = X_L^\mu(\tau) = \frac{1}{2}x^\mu + \frac{i}{2}\ell^2 p^\mu \tau + \frac{i}{2}\ell \sum_{n \neq 0} \alpha_n^\mu e^{-in\tau}$   
 $X^\mu(\sigma, \tau) = x^\mu + \ell^2 p^\mu \tau + i\ell \sum_{n \neq 0} \frac{1}{n} \alpha_n^\mu e^{-in\tau} \cos n\sigma$  (3.16)

Alors nous avons :

$$X^\mu(\sigma, \tau) = X_0^\mu + u^\mu \tau + \sum_{n \neq 0} e^{-2in\tau} (\alpha_n^\mu e^{-in\sigma} + \tilde{\alpha}_n^\mu e^{-in\sigma}) \quad (3.20)$$

Où la réalité de  $X^\mu$  exige

$$(\alpha_n^\mu)^\dagger = \alpha_{-n}^\mu; \quad (\tilde{\alpha}_n^\mu)^\dagger = \tilde{\alpha}_{-n}^\mu \quad (3.21)$$

Le tenseur

$$T_{\alpha\beta} = -\frac{2\pi}{\sqrt{-h}} \frac{\delta S}{\delta h^{\alpha\beta}} \quad (2.21)$$

$$T = \frac{1}{\pi} \text{on } \underline{a};$$

$$T_{\alpha\beta} = \partial_\alpha X^\mu \partial_\beta X^\mu - \frac{1}{2} h_{\alpha\beta} (\partial X)^2 \quad (2.25)$$

En termes les coordonnées

$$\sigma^\pm = \frac{1}{\sqrt{2}} (\sigma \pm \tau)$$

Les coordonnées d'un cône de lumière, lorsque

$$h_{\alpha\beta} \text{ est proportionnel à } h_{\alpha\beta} = - \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

### La corde ouverte (bosonique)

Prenant l'action  
 $S = \frac{1}{2} T \int d\sigma d\tau (\partial_\alpha X^\mu)^2$  (2.22)  
Principe de moindre action  
 $\delta S = T \int d\tau \int d\sigma [2\partial_\alpha X^\mu (\partial_\alpha^2 - \partial_\tau^2) + \tau \int d\sigma (\delta X^\mu(0, \tau) \partial_\sigma X^\mu(0, \tau) - \delta X^\mu(\pi, \tau) \partial_\sigma X^\mu(\pi, \tau))]$  (3.3)  
 $\delta S = 0$   
 $(\partial_\sigma^2 - \partial_\tau^2) X^\mu = 0; \quad \partial_\sigma X^\mu = 0$   
Equation de moment  
Condition aux bords :  
Newman  
 $\partial_\sigma X^\mu(\tau, \sigma = 0) = \partial_\sigma X^\mu(\tau, \sigma = \pi) = 0$

En utilisant la notation de Green schwarz :

$$X^\mu = x^\mu + \ell^2 p^\mu \tau + \frac{i}{2} \ell \sum_{n \neq 0} \frac{1}{n} e^{-2in\tau} (\alpha_n^\mu e^{in\sigma} + \tilde{\alpha}_n^\mu e^{-in\sigma}) \quad (3.22)$$

Jauge Transverse

Dans un espace-temps avec D dimensions au total, on définit.

$$X^\pm = (X^0 \pm X^{D-1})/\sqrt{2} \quad (3.27)$$

Cela s'exprime en général comme :

$$X^\pm(\sigma, \tau) = x^\pm + p^\pm \tau \quad (3.28)$$

On écrit

$$T_{++} = (\partial_+ X^\mu)^2; \quad T_{--} = (\partial_- X^\mu)^2; \quad T_{+-} = T_{-+} = 0 \quad (2.26)$$

Dans la Jauge transverse

$$(\partial_+ X^\mu)^2 = (\partial_- X^\mu)^2 = 0$$

Les contraintes sont lues comme

$$2\partial_+ X^\mu \partial_+ X^\mu = (\partial_+ X^\mu)^2; \quad 2\partial_- X^\mu \partial_- X^\mu = (\partial_- X^\mu)^2 \quad (3.32)$$

Dans le cadre  $(\sigma, \tau)$ , nous avons

$$\partial_+ X^\mu = \partial_\tau X^\mu + \partial_\sigma X^\mu; \quad \partial_- X^\mu = \partial_\tau X^\mu - \partial_\sigma X^\mu; \quad \partial_+ X^\mu = \frac{1}{2} p^\mu; \quad \partial_- X^\mu = \frac{1}{2} p^\mu \quad (3.33)$$

Pour les chaînes fermées nous obtenons

$$\alpha_{-n}^\mu = \frac{1}{\pi} \sum_k \alpha_k^\mu \alpha_{n-k}^\mu; \quad \tilde{\alpha}_{-n}^\mu = \frac{1}{\pi} \sum_k \tilde{\alpha}_k^\mu \tilde{\alpha}_{n-k}^\mu \quad (3.41)$$

## Références :

- 1-Second A First course in STRING THEORY Barton Zwiebach
- 2- Angular MOMENTUM THCNQUES in Quantum Mecanics
- 3- site d'internet : -la magie de cosmos
- 4- la théorie des cordes