

ESPACE

TEMPS

MATIÈRE

FORCE

THIBAUT DAMOUR

INSTITUT DES HAUTES ETUDES SCIENTIFIQUES

ESPACE

TEMPS

MATIÈRE

FORCE

• DONNÉ A PRIORI

• GÉOMÉTRIE
EUCLIDIENNE

• 3 DIMENSIONS

• REPOS ABSOLU

• DONNÉ A PRIORI

• CHRONOMÉTRIE
EUCLIDIENNE

• 1 DIMENSION

• PASSE/PRESENT/FUTUR

• MASSE

• PERMANENCE

• 'ATOMES'

• PARTICULES
ÉLÉMENTAIRES
 l, q

• GRAVITATION

• ÉLECTROMAGNÉTISME

CHAMP

• INTERACTION 'FORTE'

• INTERACTION 'FAIBLE'

ESPACE

TEMPS

MATIÈRE

FORCE



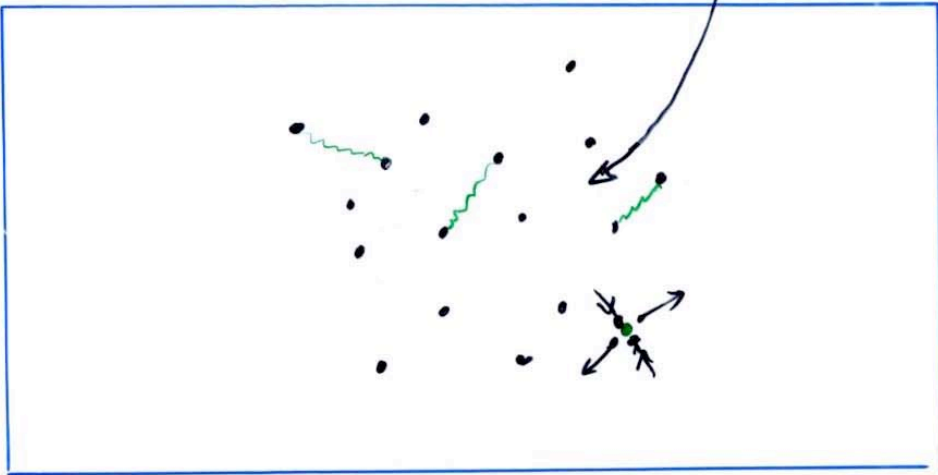
CADRES D'EXISTENCE
DE LA RÉALITÉ :

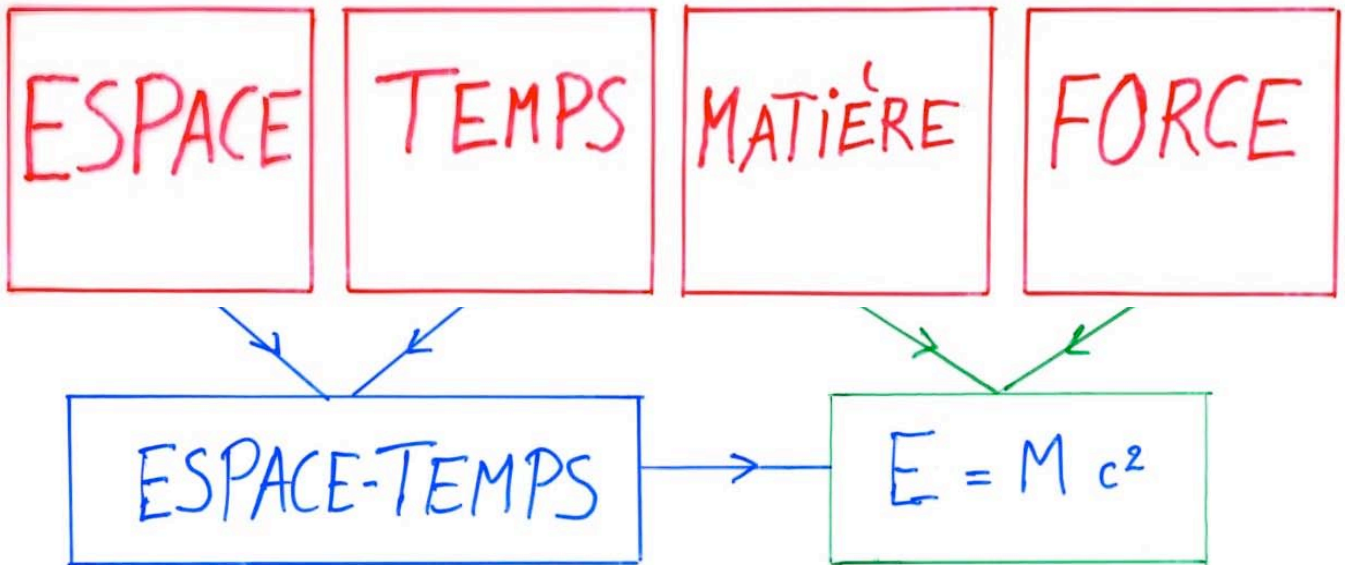


'ACTEURS' DE LA RÉALITÉ

CONTENANT

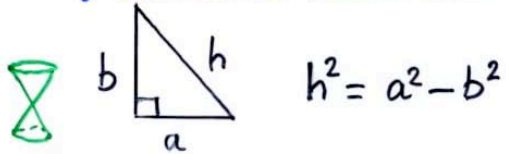
CONTENU





- DONNÉ A PRIORI
(RELATIVITÉ RESTREINTE)

- GÉOMÉTRIE PSEUDO-EUCLIDIENNE



- QUATRE DIMENSIONS

$$E = M c^2$$

ENERGIE

~

TRAVAIL

~

FORCE

MASSE

~

QUANTITE' DE MATIERE

~

SUBSTANCE PERENNE
(LAVOISIER)

EINSTEIN :

LA MATIERE EST EPHEMERE

MATIERE → RAYONNEMENT
←

E.G. BIG BANG

ESPACE

TEMPS

MATIÈRE

FORCE

$$E = hf$$

MATIÈRE \approx LUMIÈRE: PHOTON (EINSTEIN 1905)

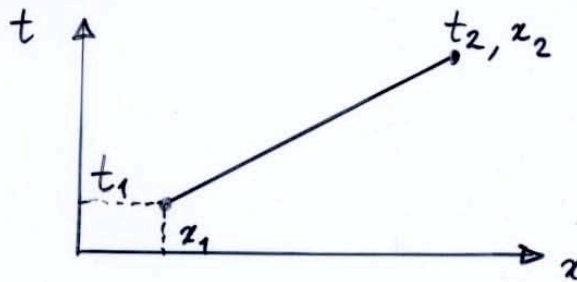
PLUS GÉNÉRALEMENT

$$\text{PHASE} = \varphi^{\text{HISTOIRE}} = 2\pi \int_H dt f = \frac{2\pi}{h} \int_H dt (E_{\text{CINÉTIQUE}} - E_{\text{POTENTIÉLLE}})$$

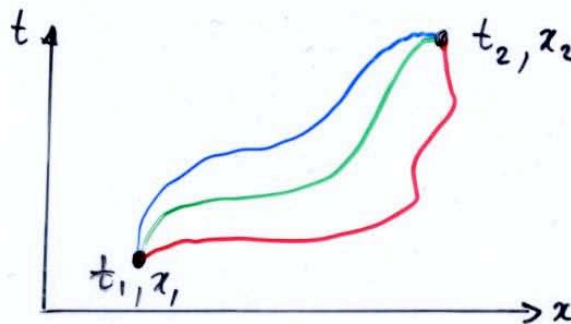
PHASE DE L'OSCILLATION DE 'L'AMPLITUDE D'EXISTENCE'

PARTICULE
CLASSIQUE

HISTOIRE UNIQUE



PARTICULE
QUANTIQUE

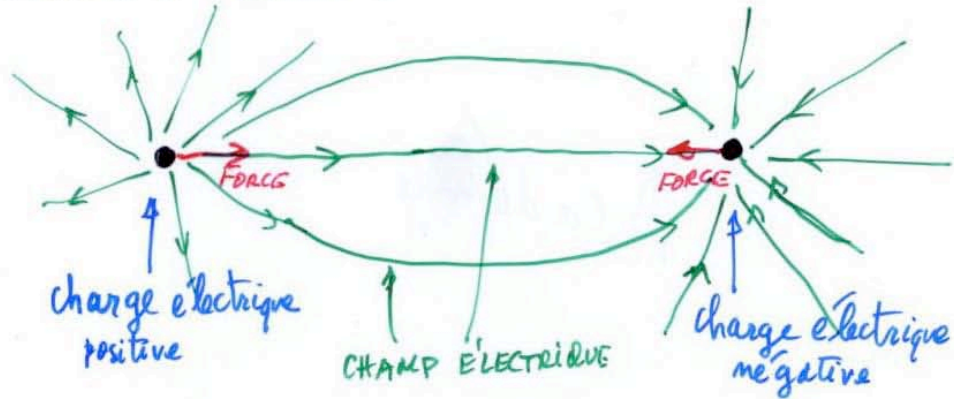


$$A = \sum_{\text{HISTOIRES } H} e^{i\varphi_H}$$

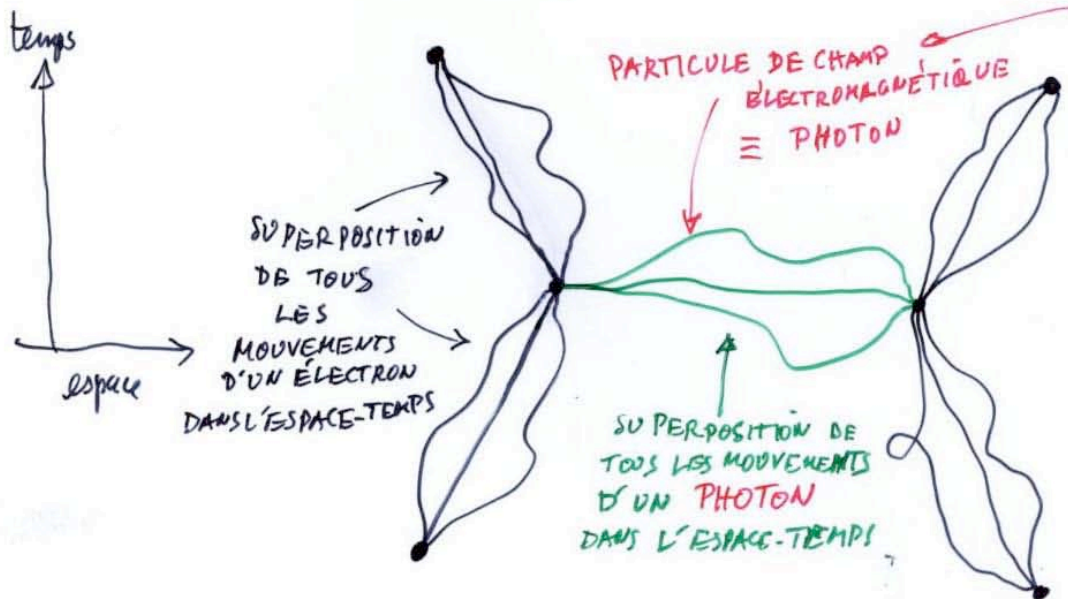
CHAMP QUANTIQUE

FORCE = CHAMP = PARTICULE = MATIÈRE

FORCE CLASSIQUE = CHAMP



FORCE QUANTIQUE = CHAMP QUANTIQUE = PARTICULE QUANTIQUE



EINSTEIN 1905
 $E_{\text{PHOTON}} = h f$
 ASSOCIÉ À CHAMP ÉLECTRIQUE
 $E \uparrow \cos 2\pi f t$

FORCE QUANTIQUE \approx MATIÈRE QUANTIQUE
 (INTERACTION) (PARTICULE)

ESPACE

TEMPS

MATIÈRE

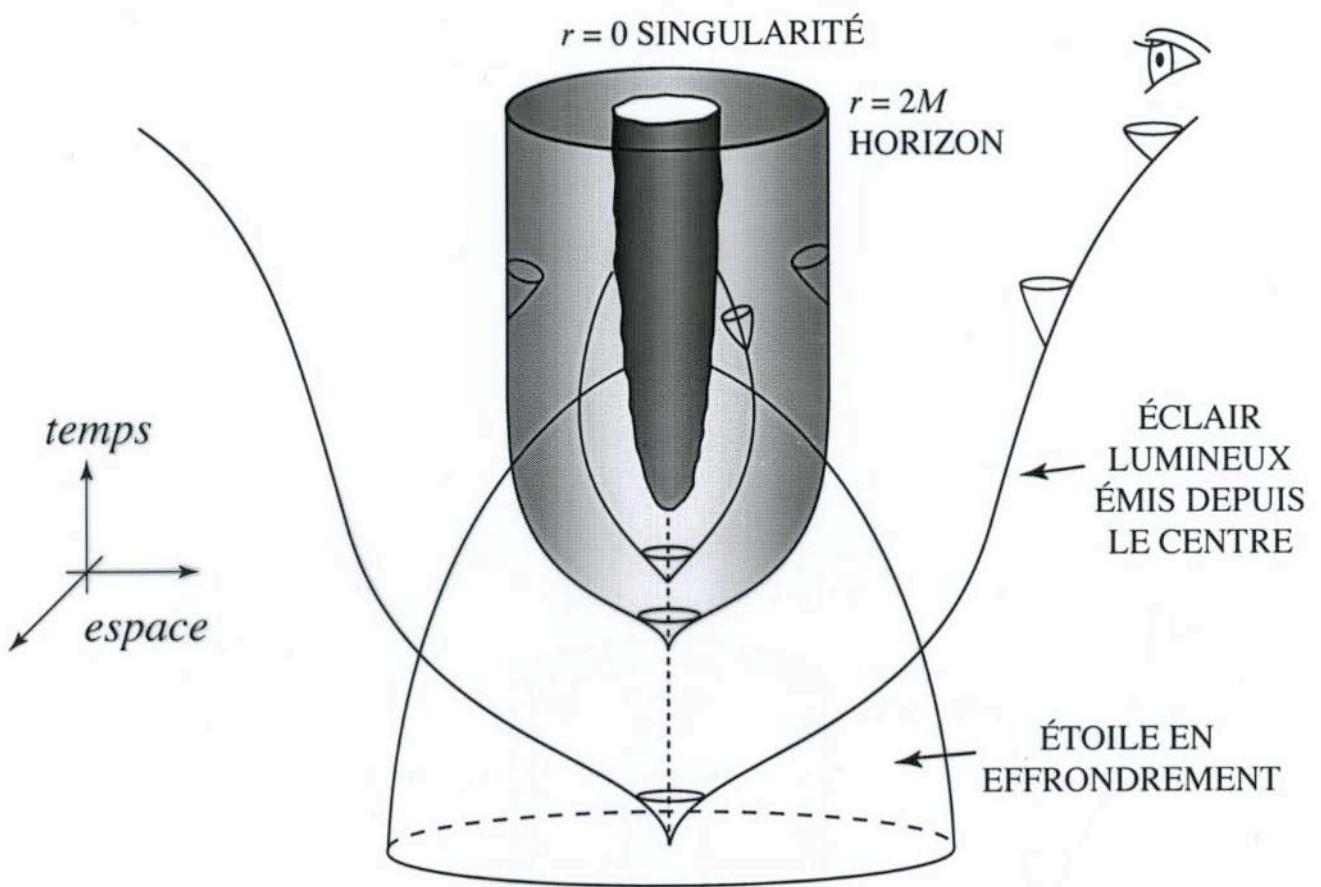
FORCE

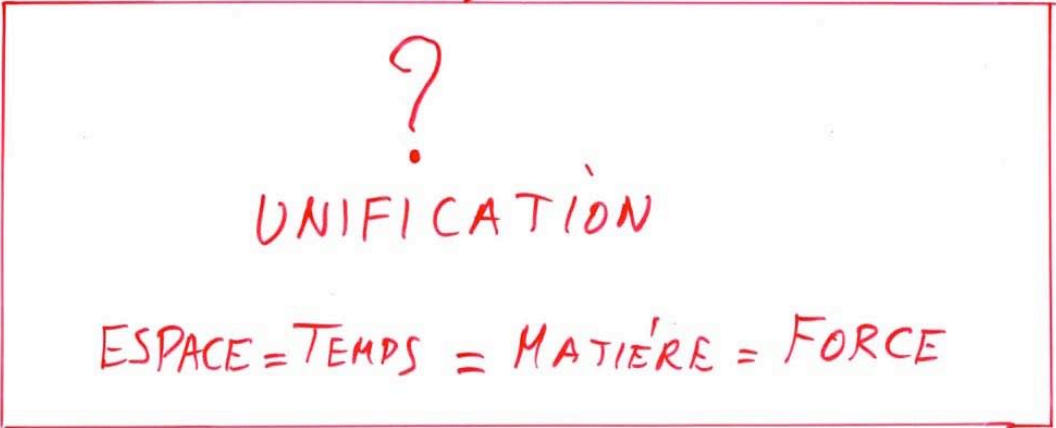
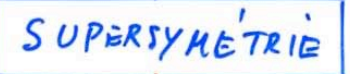
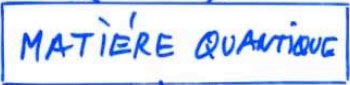
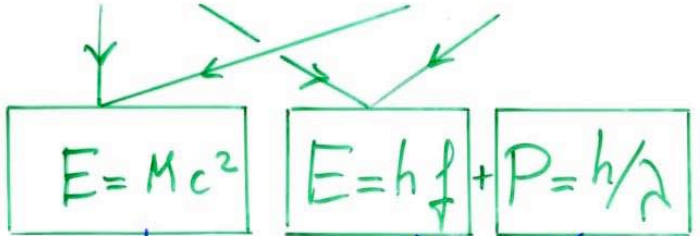
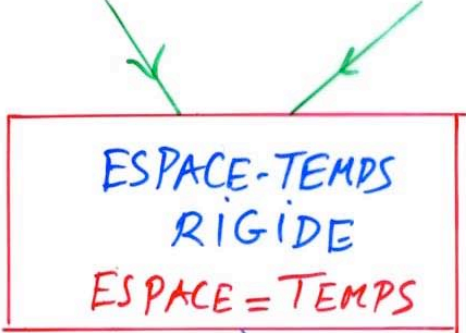
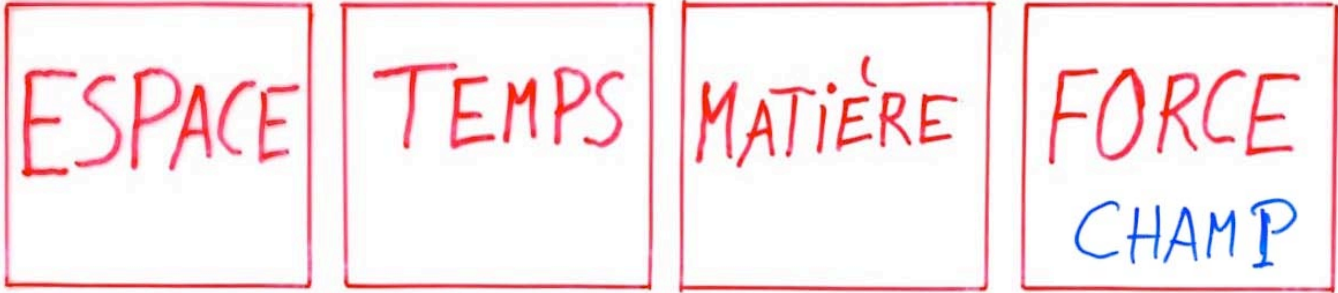
ESPACE-TEMPS
RIGIDE
(RELATIVITÉ RESTREINTE)

MATIÈRE-ÉNERGIE
 $E = M c^2$

RELATIVITÉ
GÉNÉRALE

ESPACE-TEMPS, ÉLASTIQUE
DÉFORMÉ
PAR LA MATIÈRE-ÉNERGIE
VIA LA FORCE GRAVITATIONNELLE





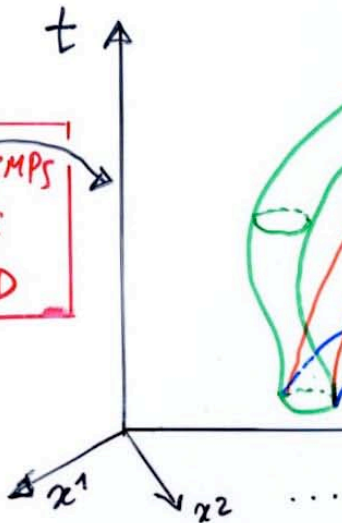
THEORIE DES 'CORDES'

POINTS DE DEPART

CORDE 

PLUTÔT QUE
PARTICLE •

ESPACE-TEMPS
RIGIDE
DE FOND

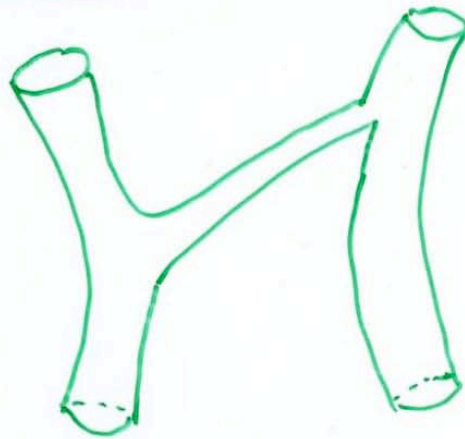


SUPERPOSITION
QUANTIQUE
D'HISTOIRES DE CORDES

$$\mathcal{A} = \sum_{\text{HISTOIRES } H} e^{i\varphi_H}$$

$$\varphi_H \sim \frac{2\pi}{h} \int_H dt E$$

INTERACTION DE CORDES



CORDE = MATIÈRE = FORCES \ni GRAVITATION \approx
ESPACE-TEMPS

CONTENANT = CONTENU

? ESPACE-TEMPS = STRUCTURE ÉMERGENTE
(ET MATIÈRE-FORCE)

? QUEL EST LE SUBSTRATUM SOUS ESPACE-TEMPS-MATIÈRE-FORCE

? QUELLE STRUCTURE MATHÉMATIQUE LE DÉCRIT ?

• AdS/CFT: GÉOMÉTRIE TRÈS COURBÉE \rightarrow THÉORIE DE PARTICULES (D=4)
(EN D=10)

• STRUCTURE DISCRÈTE DE L'ESPACE AUX COURTES DISTANCES : \simeq CRISTAL QUI FOND : TABLEAUX DE YOUNG



• STRUCTURE MATHÉMATIQUE CACHÉE DANS UN BIG CRUNCH : ALGÈBRE DE KAC-MOODY HYPERBOLIQUE



SOUS-ENTEND INTIMEMENT 'GÉOMÉTRIE' ET 'MATIÈRE'

• RÔLE DE LA 'GÉOMÉTRIE NON COMMUTATIVE' ?

•
•
•