

# La relativité (restreinte!)

# La relativité (selon Vladimir Nabokov)

*Quiconque en a envie peut soutenir que l'espace est la face externe du Temps, ou le corps du Temps, ou que le Temps est imbu de l'Espace et vice versa, ou que, d'une certaine et curieuse manière, l'Espace n'est que le déchet du Temps, voire son cadavre, ou qu'au bout du compte, au fin bout du compte, le Temps est l'Espace; ce genre de bavardage peut plaire, surtout lorsqu'on est jeune; mais personne ne me fera croire que le mouvement d'un objet à travers un morceau déterminé d'Espace est par nature identique au « passage » du Temps.*

*Je crois qu'il est temps que je parle un peu de mon attitude vis-à-vis de la « Relativité ». Ce n'est pas celle d'un sympathisant. Ce qu'un grand nombre de cosmologistes ont tendance à considérer comme une vérité objective est en réalité le vice propre aux mathématiques déguisé fièrement en vérité. Le corps de la personne étonnée qui se déplace dans l'Espace est aplati dans la direction du mouvement et rétrécit d'une façon catastrophique à mesure que sa vitesse se rapproche de la vitesse au-delà de laquelle, en vertu d'un verdict véreux, il ne peut y avoir de vitesse.*

*Une conclusion particulièrement grotesque de la théorie est que le galactonaute, au retour d'une randonnée dans les véloces spas de l'Espace, serait plus jeune que s'il était demeuré tout le temps chez lui.*

# L'invitation au voyage

## Galilée et la relativité du mouvement

*La terre, centre de la création?*

*Immobile, par rapport à quoi?*

## Le bateau quittant le port

*Relativité du mouvement:*

*⇒ un même phénomène apparaît différemment pour deux observateurs différents*

mais les lois de la mécanique restent les mêmes

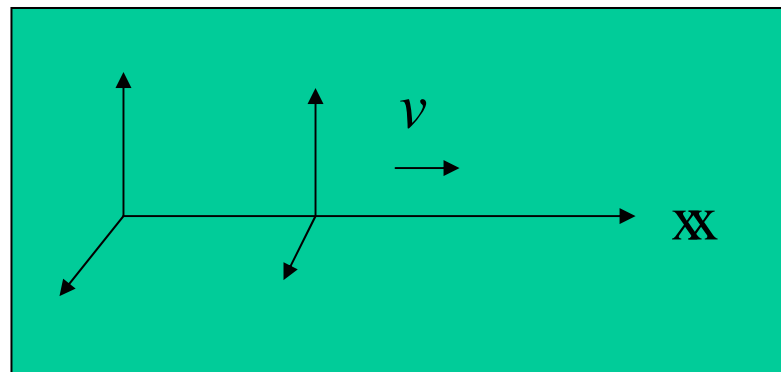
# Repère galiléen ou d'inertie

*Deux cadres différents de description: référentiels ou repères*

Aussi naturel d'être au repos qu'en mouvement rectiligne uniforme

Dans  $R_1$

$P(x_1, y_1, z_1)$



Dans  $R_2$

$P(x_2, y_2, z_2)$

$$x_2 = x_1 - vt$$

# Galilée et Einstein

*Même phénomène analysé à partir de deux repères différents*

⇒ Relativité galiléenne (expérience quotidienne):

$$V_2 = V_1 + v$$



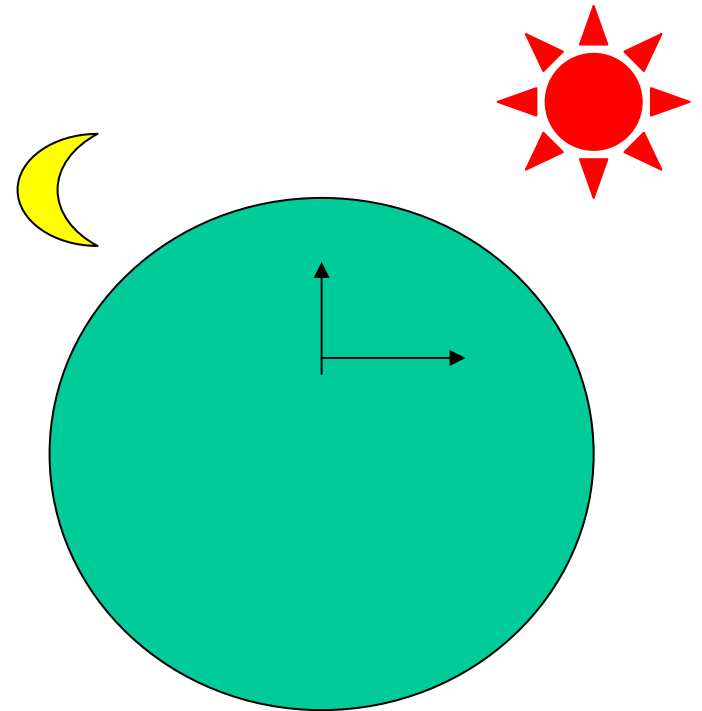
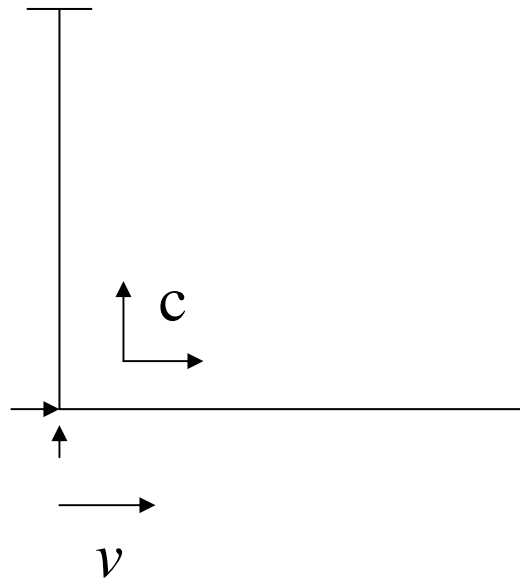
⇒ Relativité einsteinnienne

*Quand les vitesses en jeu sont très grandes*

*(par rapport à quoi?)*

# Une vitesse imperturbable

*Interféromètre de  
Michelson-Morley*



$$c = 299792458 \text{ m/s}$$

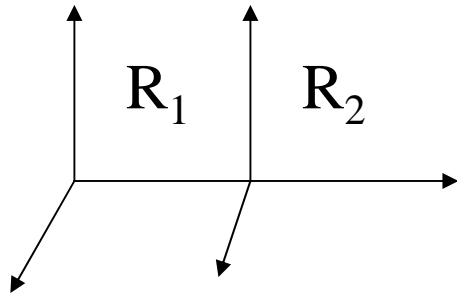
# Postulats d'Einstein

- 1) La physique est la même dans tous les référentiels d'inertie
- 2) La lumière se propage dans le vide à la vitesse constante  $c$

*Note added in proof:*  $\epsilon_0\mu_0c^2 = 1$

*Pas du tout intuitif:*  $c + v = c ??$

# Les transformations de Lorentz



$$x_2 = \gamma ( x_1 - v t_1 )$$

$$y_2 = y_1$$

$$z_2 = z_1$$

$$t_2 = \gamma ( t_1 - v/c^2 x_1 )$$

$$\text{Avec } \gamma = 1 / \sqrt{( 1 - v^2/c^2 )}$$

*Moralité:* le temps n'est plus un absolu



# Conséquences

Dilatation des temps: *temps propre minimum*

⇒ *les jumeaux de Langevin*

Contraction des longueurs: *longueur propre maximum*

Défaut de simultanéité

*Domaines d'application: la physique de l'extrême*

- Physique des particules
- Astrophysique

# Cinématique relativiste

*Sous l'effet d'une force, la vitesse d'un objet augmente, mais est bornée par  $c$ , alors la masse peut augmenter*

$$\begin{aligned} W &= \int f dx = \int dp/dt dx = \int v dp \\ &= mc^2 - m_0c^2 \end{aligned}$$

Où  $m = \gamma m_0$  masse relativiste

$$\Rightarrow E = mc^2 = m_0c^2 + E_c$$

$$E = mc^2$$

Énergie  $\Rightarrow$  masse

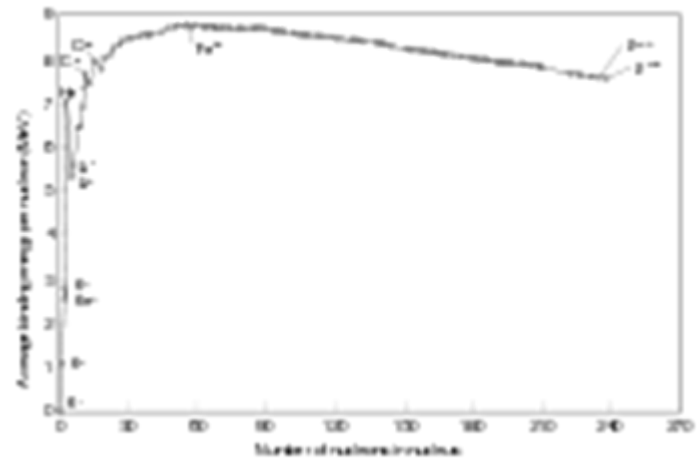
*Matérialisation des photons*

*LHC*

Masse  $\Rightarrow$  énergie

*La fission*

*La fusion*



# Conclusion

Lord Kelvin (*circa 1890*) :

*Il n'y a plus rien à découvrir en physique*

Deux révolutions: mécanique quantique et relativité

La relativité générale (Einstein 1916...), théorie de la gravitation

*Problème, incompatibilité avec les théories d'interactions subatomiques*

**La théorie des cordes...??**