



# Objectifs

- Découvrir l'une des conséquences du postulat d'Einstein qui est la dilatation des temps
- Retrouver le coefficient de Lorentz par démonstration
- Remarquer la limite de la mécanique classique



# Le postulat d'Einstein



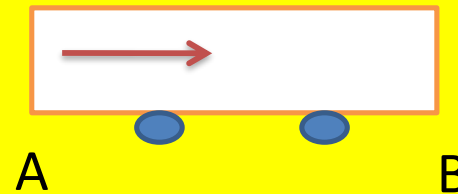
**La vitesse de propagation de la lumière dans le vide est la même dans tous les référentiels galiléens quel que soit la vitesse de la source ou de l'observateur.**

$$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\text{valeur précise: } c = 2,997\,924\,58 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$



# Caractère relatif du temps !!



Dans un train un flash lumineux est émis d'une extrémité A d'un wagon vers l'autre extrémité B. Dans le référentiel du train la lumière se propage à la vitesse  $c$  ( $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ ) donc le temps mis pour atteindre le point B est

$$\Delta t = \frac{AB}{c}$$

Dans le référentiel terrestre la lumière se propage aussi à une vitesse  $c$ . Etant donné que le train est en mouvement son extrémité B se déplace d'une distance  $d$  pendant la propagation du flash lumineux et celui-ci parcourt donc une distance  $AB + d$ . Par conséquent la durée mise par le flash lumineux dans référentiel terrestre est donc

$$\Delta t' = \frac{AB + d}{c}$$



Le temps s'écoule de manières différentes pour des observateurs situés dans des référentiels en mouvement et cette différence s'accroît avec la vitesse relative des référentiels.



## Référentiel propre et durée propre

Un référentiel propre est le référentiel dans lequel les points de l'espace qui servent à définir un événement sont fixes.

lorsqu'on étudie le mouvement d'un objet, le référentiel propre correspond au référentiel associé à cet objet ou à cette particule.

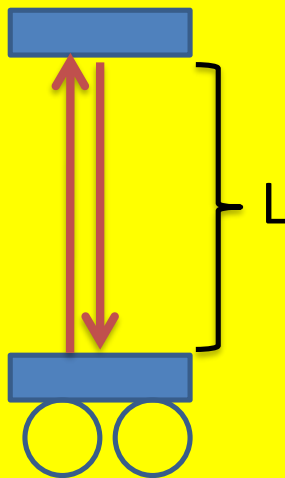
La durée d'un événement dans son référentiel propre est appelée **durée propre** (notée en général  $\Delta t$  ) et dans un autre référentiel on parle de **durée mesurée** (notée  $\Delta t'$  )



# Relation entre temps propre et temps mesuré

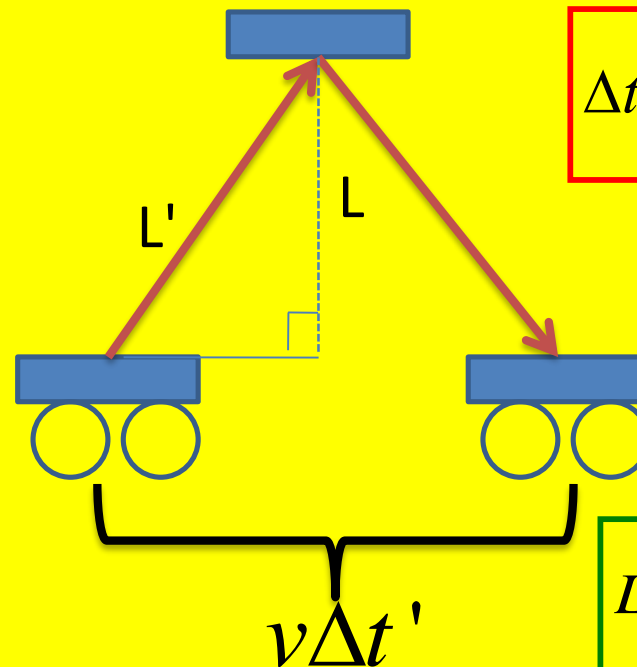
*On mesure le temps d'aller-retour d'un laser Qui se réfléchit sur un miroir.  
La source est Animé d'un mouvement rectiligne uniforme À la vitesse  $v$*

Référentiel mobile



$$\Delta t = 2 \frac{L}{c}$$

Référentiel terrestre



$$\Delta t' = 2 \frac{L'}{c}$$

$$L^2 + \left(v \frac{\Delta t'}{2}\right)^2 = L'^2$$



$$L = \frac{c\Delta t}{2}$$

$$L' = \frac{c\Delta t'}{2}$$



$$\Delta t' = \Delta t \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

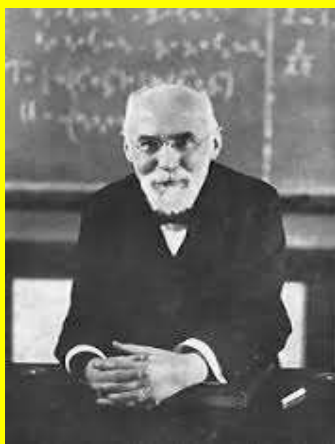
$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Est le coefficient de Lorentz  
Il est toujours supérieur à 1

$$\Delta t' = \gamma \Delta t$$



$v < c$  le coefficient de Lorentz est toujours  $> 1$  ce qui signifie que la durée mesurée est toujours supérieure à la durée propre ( $\Delta t' > \Delta t$ ): on parle de *dilatation du temps*.



Hendrik Antoon Lorentz (18 juillet 1853 à Arnhem, Pays-Bas - 4 février 1928 à Haarlem, Pays-Bas) est un physicien néerlandais prix Nobel de physique de 1902



# Mécanique classique et mécanique relativiste

pour $v = 0,01 \text{ km.s}^{-1}$	$\gamma = 1.000000000000000005$
pour $v = 0,1 \text{ km.s}^{-1}$	$\gamma = 1.0000000000000005$
pour $v = 1 \text{ km.s}^{-1}$	$\gamma = 1.00000000000005$
pour $v = 10 \text{ km.s}^{-1}$	$\gamma = 1.000000000555$
pour $v = 100 \text{ km.s}^{-1}$	$\gamma = 1.000000055555$
pour $v = 1000 \text{ km.s}^{-1}$	$\gamma = 1.000005555601$
pour $v = 10000 \text{ km.s}^{-1}$	$\gamma = 1.000556018947$
pour $v = 100000 \text{ km.s}^{-1}$	$\gamma = 1.060660171779$



Les vitesses modérées des objets qui nous entourent ne nécessitent donc pas de tenir compte de la dilatation du temps.

On distingue donc la mécanique classique qui reste adaptée pour décrire les mouvements et l'écoulement du temps à faible vitesse et la mécanique relativiste adaptée pour des vitesses proches de celles de la lumière.