

Physique Générale : Mécanique

03.02:
**Etude du mouvement
dans un référentiel
en translation
uniforme:
transformation de
Galilée**

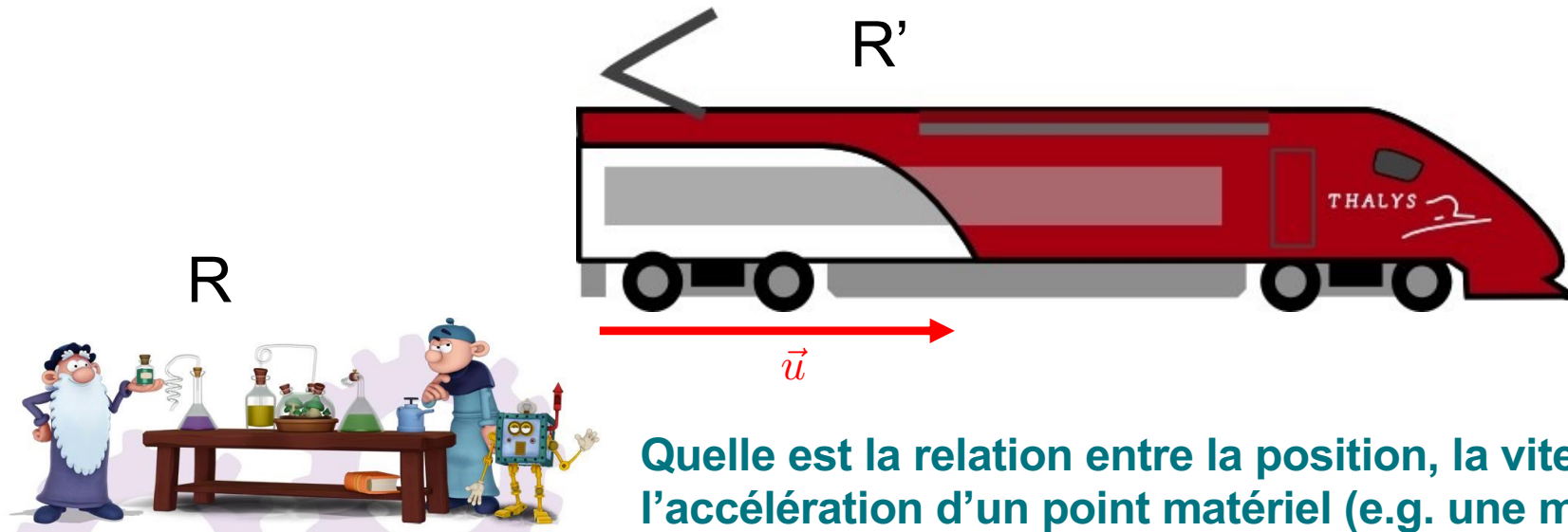
**Sections
SC, GC & SIE**

**Dr. J.-P. Hogge,
Swiss Plasma Center
École polytechnique
fédérale de
Lausanne**

- Transformation de Galilée

On considère deux référentiels R et R' en mouvement l'un par rapport à l'autre avec une vitesse **u constante**.

Exemple: référentiel du laboratoire et train qui roule avec une vitesse u .



Quelle est la relation entre la position, la vitesse et l'accélération d'un point matériel (e.g. une mouche qui est dans le train) , mesurées dans R et R' ?

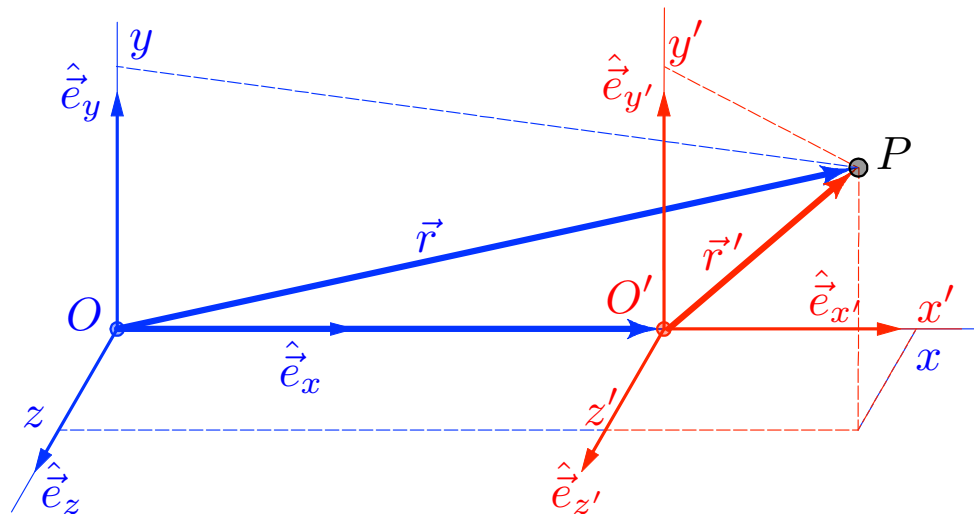
On attache des systèmes de coordonnées $(O, \hat{e}_x, \hat{e}_y, \hat{e}_z)$ et $(O', \hat{e}_{x'}, \hat{e}_{y'}, \hat{e}_{z'})$ à R et R', tels que les axes sont respectivement parallèles, la vitesse de translation $\vec{u}$ est selon $\overrightarrow{OO'}$ de même que le vecteur $\hat{e}_x$. On suppose aussi que O et O' coïncident à $t=0$.

$$\overrightarrow{OP} = \vec{r} = (x, y, z)$$

Vecteur position du point P exprimé dans R

$$\overrightarrow{O'P} = \vec{r}' = (x', y', z')$$

Vecteur position du point P exprimé dans R'



$$\overrightarrow{OO'} = (ut, 0, 0)$$

$$\vec{r} = \overrightarrow{OO'} + \vec{r}'$$

$$\begin{cases} x' &= x - ut \\ y' &= y \\ z' &= z \end{cases}$$

Transformation de Galilée pour la position

On dérive $\vec{r} = \overrightarrow{OO'} + \vec{r}'$

$$\frac{d}{dt}\vec{r} = \frac{d}{dt}(\overrightarrow{OO'} + \vec{r}') = u\hat{e}_x + \frac{d}{dt}\vec{r}' \quad \Rightarrow$$

$$\vec{v} = \vec{u} + \vec{v}'$$

Vitesse du point P
exprimée dans R

Vitesse du point P
exprimée dans R'

Transformation de
Galilée pour la
vitesse

En dérivant une seconde fois:

$$\frac{d}{dt}\vec{v} = \frac{d}{dt}(\vec{u} + \vec{v}') = 0 + \frac{d}{dt}(\vec{v}') \quad \Rightarrow$$

$$\vec{a} = \vec{a}'$$

Transformation de
Galilée pour
l'accélération

- La transformation de Galilée est valable si $\vec{u} = \text{cste}$. Le cas général sera traité plus loin.
- Nous avons supposé que le temps s'écoule de la même manière dans les deux référentiels.
- La formule de composition des vitesses est en désaccord avec l'observation expérimentale que la vitesse de la lumière est constante.

Validité de la transformation de Galilée:

$$\frac{v}{c} \ll 1$$

En généralisant au cas 3D:

$$\vec{u} = \text{cste}$$

$$\vec{r}' = \vec{r} - \vec{u}t$$

$$\vec{v}' = \vec{v} - \vec{u}$$

$$\vec{a}' = \vec{a}$$