Année Scolaire
2024-2025

Cours
Physique 1

I1

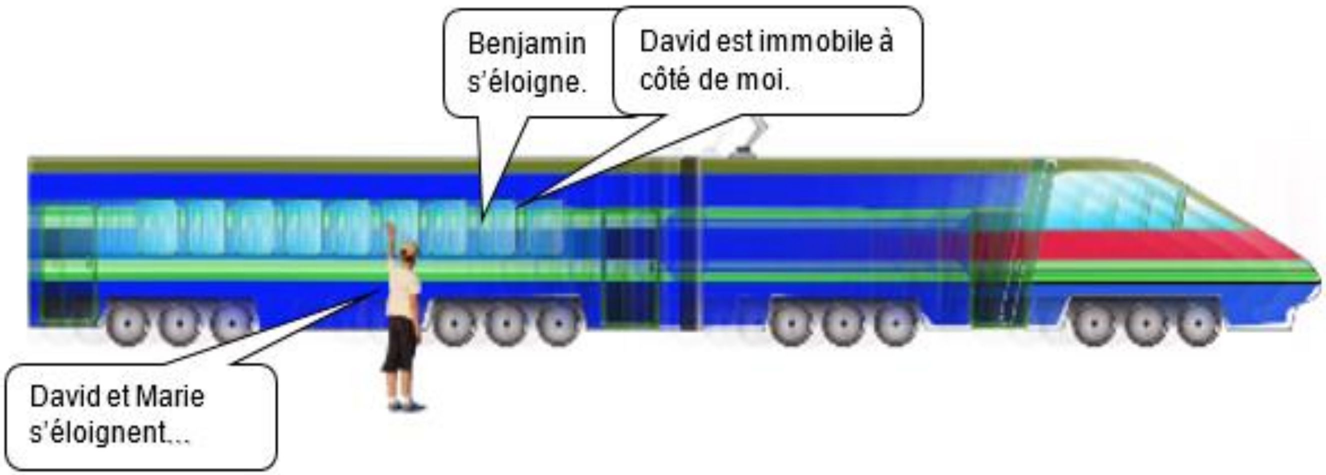
M. NESSER

UniLaSalle
Amiens
École d'ingénieurs
Énergie
& Numérique

Chapitre 4 :
Changement de référentiel

Pourquoi définir un référentiel ?

La description des phénomènes physiques dépend souvent du point de vue de l'observateur, d'où la nécessité de définir un référentiel par rapport auquel on étudie le mouvement.



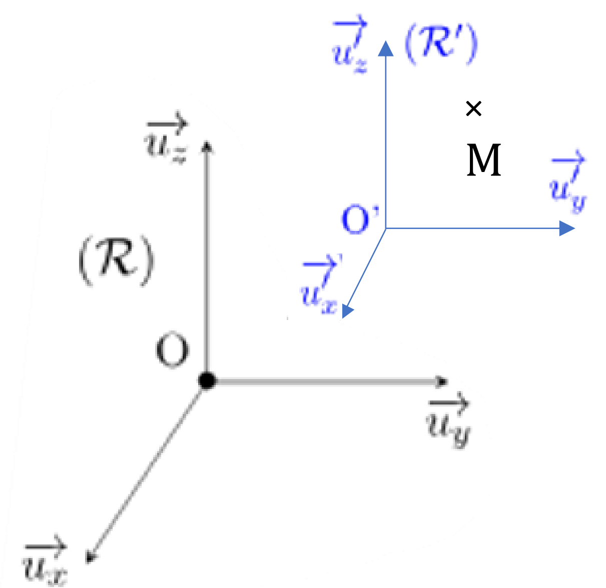
Prenons l'exemple d'un passager considéré comme point matériel M en mouvement dans un train qui lui-même est en mouvement:

L'étude du mouvement du point M par rapport au sol est différente que si on fasse l'étude par rapport par rapport au train.

Considérons que le référentiel du sol est défini par un repère (R) de centre O et dans la base cartésienne $(\overrightarrow{u_x}, \overrightarrow{u_y}, \overrightarrow{u_z})$.

Et le référentiel du train est défini par un repère (R’) de centre O’ et dans la base cartésienne $(\overrightarrow{u'_x}, \overrightarrow{u'_y}, \overrightarrow{u'_z})$.

Le repère fixe est noté repère absolue dans notre exemple c’est le repère (R) (sol)
Le repère mobile est noté repère relatif dans notre exemple c’est le repère (R’) (train)



Le mouvement du repère relatif par rapport au repère absolue est noté mouvement d’entrainement (R’/R)

Position absolue M(x,y,z) position dans le repère absolue (R)

Position relative M(x’,y’,z’) position dans le repère relatif (R’)

Position absolue = Position (R’/R) + Position relative

$$\overrightarrow{OM} = \overrightarrow{OO'} + \overrightarrow{O'M}$$

Vitesse absolue $\overrightarrow{v_{M/R}}$ vitesse du point M par rapport au repère absolue (R)

Vitesse relative $\overrightarrow{v_{M/R'}}$ vitesse du point M par rapport au repère relatif (R')

Vitesse d'entrainement $\overrightarrow{v_e}$ vitesse du repère relative (R') par rapport au repère fixe (R)

$$\overrightarrow{OM} = x\overrightarrow{u_x} + y\overrightarrow{u_y} + z\overrightarrow{u_z}\ ; \quad \overrightarrow{OM'} = x'\overrightarrow{u'_x} + y'\overrightarrow{u'_y} + z'\overrightarrow{u'_z}$$

$$\overrightarrow{v_{M/R}} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt})_R = \dot{x}\overrightarrow{u_x} + \dot{y}\overrightarrow{u_y} + \dot{z}\overrightarrow{u_z}\ ; \quad \overrightarrow{v_{M/R'}} = \frac{d\overrightarrow{O'M}}{dt})_{R'} = \dot{x}'\overrightarrow{u'_x} + \dot{y}'\overrightarrow{u'_y} + \dot{z}'\overrightarrow{u'_z}$$

$$\overrightarrow{OM} = \overrightarrow{OO'} + \overrightarrow{O'M}$$

$$\frac{d\overrightarrow{OM}}{dt})_R = \frac{d\overrightarrow{OO'}}{dt})_R + \frac{d\overrightarrow{O'M}}{dt})_R$$

$$\overrightarrow{v_{M/R}} = \frac{d\overrightarrow{OO'}}{dt})_R + \dot{x}'\overrightarrow{u'_x} + \dot{y}'\overrightarrow{u'_y} + \dot{z}'\overrightarrow{u'_z} + \dot{x}\frac{d\overrightarrow{u'_x}}{dt})_R + \dot{y}\frac{d\overrightarrow{u'_y}}{dt})_R + \dot{z}\frac{d\overrightarrow{u'_z}}{dt})_R$$

$$\overrightarrow{v_{M/R}} = \frac{d\overrightarrow{OO'}}{dt})_R + \overrightarrow{v_{M/R'}} + \dot{x}\frac{d\overrightarrow{u'_x}}{dt})_R + \dot{y}\frac{d\overrightarrow{u'_y}}{dt})_R + \dot{z}\frac{d\overrightarrow{u'_z}}{dt})_R$$

$\overrightarrow{v_e}$

$$\boxed{\overrightarrow{v_{M/R}} = \overrightarrow{v_{M/R'}} + \overrightarrow{v_e}}$$ loi de composition de vitesse

Accélération absolue $\overrightarrow{a_{M/R}}$ accélération du point M par rapport au repère absolue (R)

Accélération relative $\overrightarrow{a_{M/R'}}$ accélération du point M par rapport au repère relatif (R')

Accélération d'entrainement $\overrightarrow{a_e}$ accélération du repère absolue (R') par rapport au repère fixe (R)

Dans le cas d'une rotation du repéré R' par rapport à R avec une vitesse de rotation variable, une accélération de Coriolis s'ajoute:
Accélération de Coriolis $\overrightarrow{a_c}$

$\boxed{\overrightarrow{a_{M/R}} = \overrightarrow{a_{M/R'}} + \overrightarrow{a_e} + \overrightarrow{a_c}}$ loi de composition d'accélération

Référentiel (R') en mouvement de Translation par rapport à (R)

$$\frac{d\overrightarrow{u'_x}}{dt})_R = \frac{d\overrightarrow{u'_x}}{dt})_R = \frac{d\overrightarrow{u'_x}}{dt})_R = 0$$

$= 0$

$$\overrightarrow{v_{M/R}} = \frac{d\overrightarrow{OO'}}{dt})_R + \overrightarrow{v_{M/R'}} + \dot{x}\frac{d\overrightarrow{u'_x}}{dt})_R + \dot{y}\frac{d\overrightarrow{u'_y}}{dt})_R + \dot{z}\frac{d\overrightarrow{u'_z}}{dt})_R$$

$$\boxed{\overrightarrow{v_{M/R}} = \overrightarrow{v_{M/R'}} + \overrightarrow{v_e} \quad \text{avec} \quad \overrightarrow{v_e} = \frac{d\overrightarrow{OO'}}{dt})_R = \overrightarrow{v_{O'/R}}}$$

Mouvement de translation ➔ $\overrightarrow{a_c} = 0$

$$\boxed{\overrightarrow{a_{M/R}} = \overrightarrow{a_{M/R'}} + \overrightarrow{a_e}}$$