

# CHANGEMENTS DE RÉFÉRENTIEL EN MÉCANIQUE

Lycée Henri Poincaré, Classe de PC\*

# I. Aspect cinématique

I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

## 1. Mouvement et référentiel

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)

## Principe de Galilée (pour l'aspect historique)

Quand deux référentiels sont en translation rectiligne uniforme l'un par rapport à l'autre, les lois de la physique s'y expriment de manière identique.

I. Aspect  
cinématique

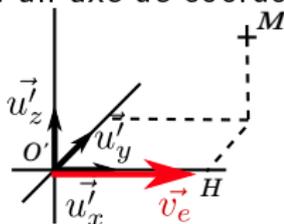
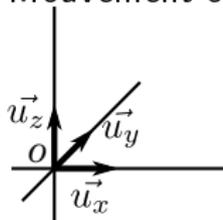
II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
  - a. Translation de  $\mathcal{R}'$  par rapport à  $\mathcal{R}$

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
  - a. Translation de  $\mathcal{R}'$  par rapport à  $\mathcal{R}$
  - b. Mouvement colinéaire à un axe de coordonnées

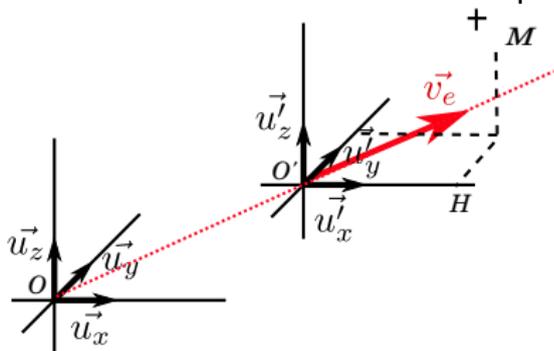


I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
  - a. Translation de  $\mathcal{R}'$  par rapport à  $\mathcal{R}$
  - b. Mouvement colinéaire à un axe de coordonnées
  - c. Mouvement dans une direction quelconque



I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

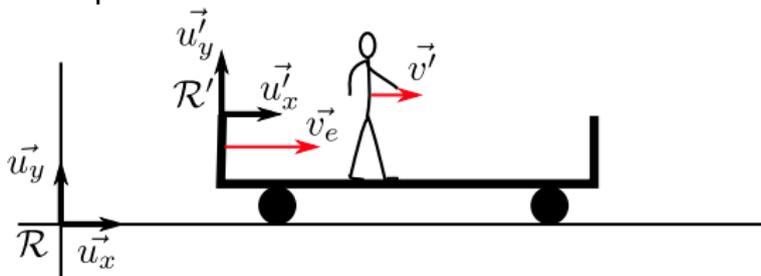
1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
  - a. Translation de  $\mathcal{R}'$  par rapport à  $\mathcal{R}$
  - b. Mouvement colinéaire à un axe de coordonnées
  - c. Mouvement dans une direction quelconque
  - d. Composition des vitesses

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
  - a. Translation de  $\mathcal{R}'$  par rapport à  $\mathcal{R}$
  - b. Mouvement colinéaire à un axe de coordonnées
  - c. Mouvement dans une direction quelconque
  - d. Composition des vitesses
  - e. Exemples

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
  - a. Translation de  $\mathcal{R}'$  par rapport à  $\mathcal{R}$
  - b. Mouvement colinéaire à un axe de coordonnées
  - c. Mouvement dans une direction quelconque
  - d. Composition des vitesses
  - e. Exemples

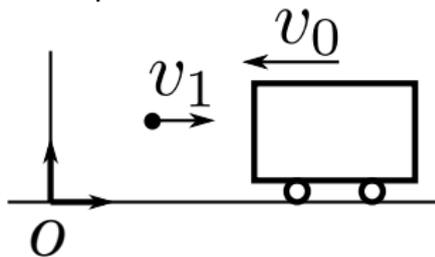


I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
  - a. Translation de  $\mathcal{R}'$  par rapport à  $\mathcal{R}$
  - b. Mouvement colinéaire à un axe de coordonnées
  - c. Mouvement dans une direction quelconque
  - d. Composition des vitesses
  - e. Exemples



I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

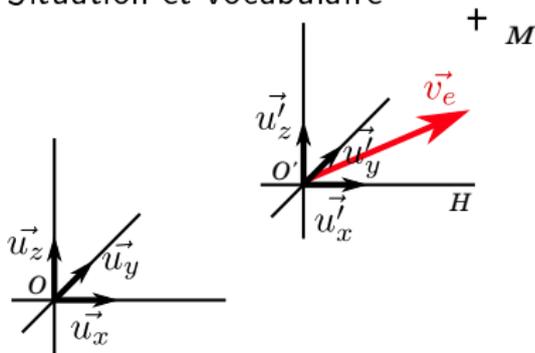
1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
  - a. Translation de  $\mathcal{R}'$  par rapport à  $\mathcal{R}$
  - b. Mouvement colinéaire à un axe de coordonnées
  - c. Mouvement dans une direction quelconque
  - d. Composition des vitesses
  - e. Exemples
  - f. Invariance galiléenne de la seconde loi de Newton

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
3. Cas de deux référentiels en translation l'un par rapport à l'autre

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
3. Cas de deux référentiels en translation l'un par rapport à l'autre
  - a. Situation et vocabulaire



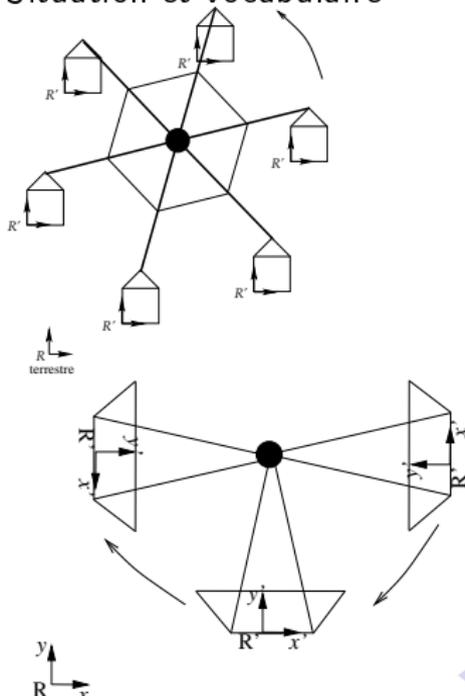
I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
3. Cas de deux référentiels en translation l'un par rapport à l'autre

## a. Situation et vocabulaire



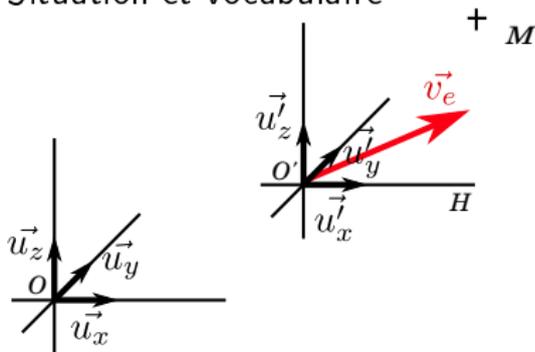
I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
3. Cas de deux référentiels en translation l'un par rapport à l'autre

## a. Situation et vocabulaire



## b. Composition des vitesses

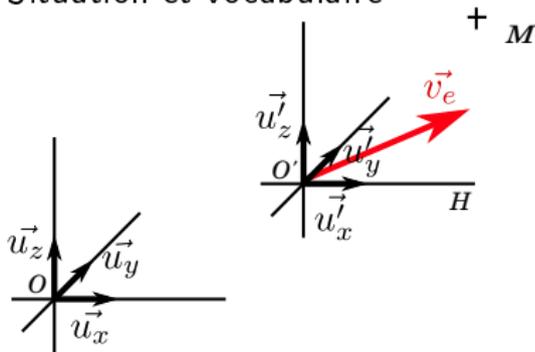
I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
3. Cas de deux référentiels en translation l'un par rapport à l'autre

## a. Situation et vocabulaire



- b. Composition des vitesses
- c. Composition des accélérations

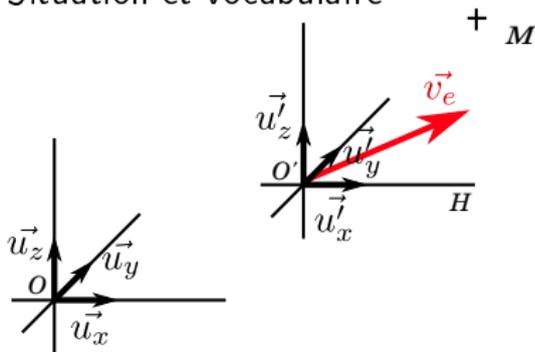
I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
3. Cas de deux référentiels en translation l'un par rapport à l'autre

## a. Situation et vocabulaire



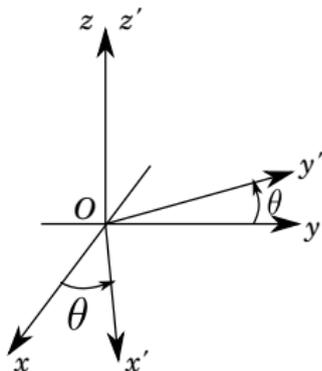
- b. Composition des vitesses
- c. Composition des accélérations

I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
3. Cas de deux référentiels en translation l'un par rapport à l'autre
4. Cas d'un référentiel en rotation uniforme autour d'un axe fixe

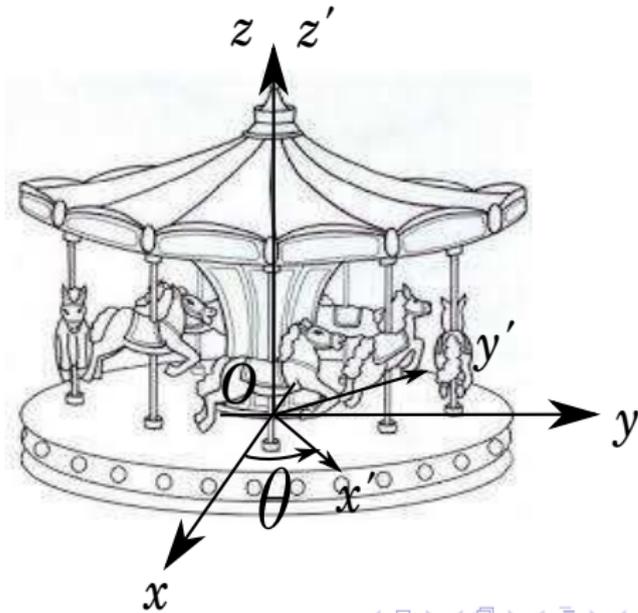


I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
3. Cas de deux référentiels en translation l'un par rapport à l'autre
4. Cas d'un référentiel en rotation uniforme autour d'un axe fixe

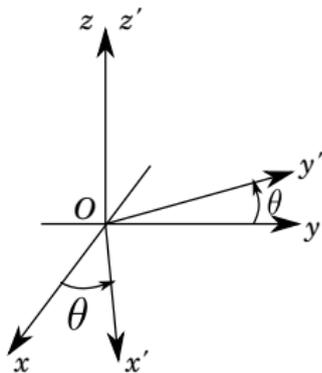


I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
3. Cas de deux référentiels en translation l'un par rapport à l'autre
4. Cas d'un référentiel en rotation uniforme autour d'un axe fixe



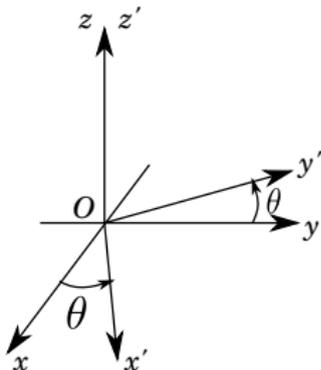
## a. Vecteur rotation

I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
3. Cas de deux référentiels en translation l'un par rapport à l'autre
4. Cas d'un référentiel en rotation uniforme autour d'un axe fixe



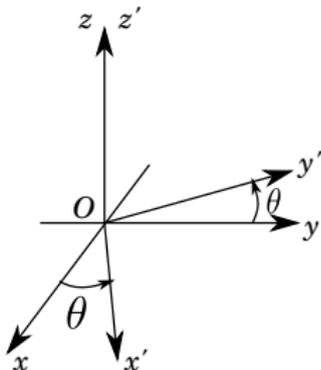
- a. Vecteur rotation
- b. Composition des vitesses

I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
3. Cas de deux référentiels en translation l'un par rapport à l'autre
4. Cas d'un référentiel en rotation uniforme autour d'un axe fixe



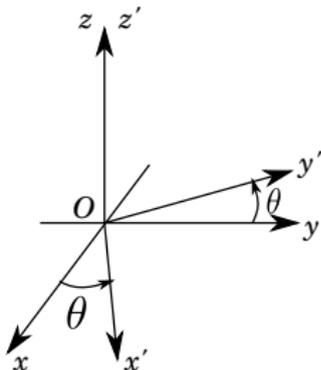
- a. Vecteur rotation
- b. Composition des vitesses
- c. Composition des accélérations

I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
3. Cas de deux référentiels en translation l'un par rapport à l'autre
4. Cas d'un référentiel en rotation uniforme autour d'un axe fixe



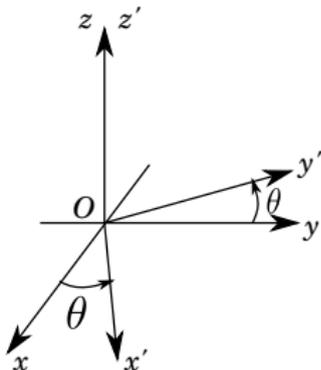
- a. Vecteur rotation
- b. Composition des vitesses
- c. Composition des accélérations
- d. Point coïncident

I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
3. Cas de deux référentiels en translation l'un par rapport à l'autre
4. Cas d'un référentiel en rotation uniforme autour d'un axe fixe



- a. Vecteur rotation
- b. Composition des vitesses
- c. Composition des accélérations
- d. Point coïncident
- e. Expression simplifiées de  $\vec{v}_e$  et  $\vec{a}_e$

I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

# I. Aspect cinématique

1. Mouvement et référentiel
2. Transformation de Galilée (1564-1642)
3. Cas de deux référentiels en translation l'un par rapport à l'autre
4. Cas d'un référentiel en rotation uniforme autour d'un axe fixe
5. Cas général (HP)

## II. Dynamique dans un référentiel non galiléen

I. Aspect  
cinématique

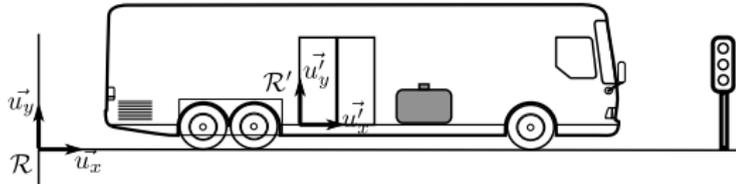
II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

## II. Dynamique dans un référentiel non galiléen

### 1. Problématique

# II. Dynamique dans un référentiel non galiléen

## 1. Problématique

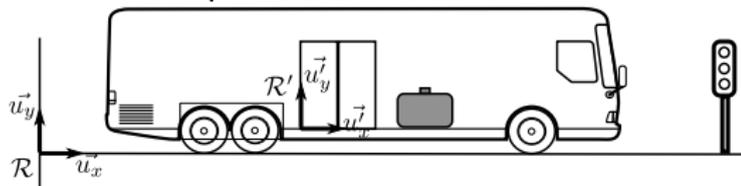


I. Aspect  
cinématique

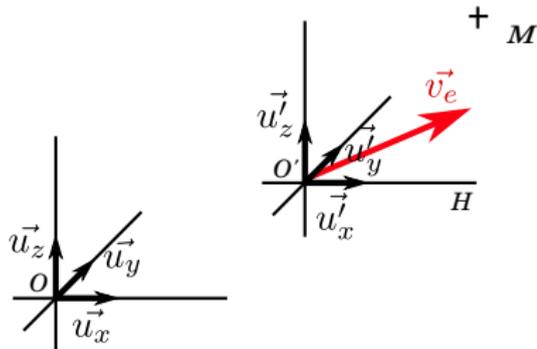
II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

## II. Dynamique dans un référentiel non galiléen

### 1. Problématique



### 2. Cas où $\mathcal{R}'$ est en translation dans $\mathcal{R}$ galiléen

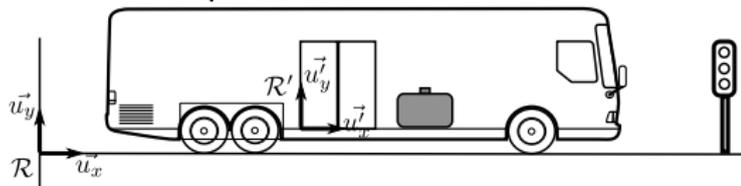


I. Aspect  
cinématique

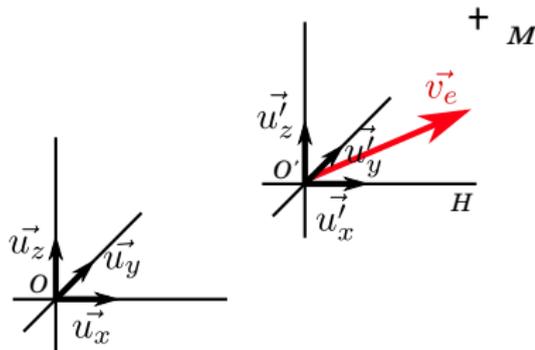
II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

## II. Dynamique dans un référentiel non galiléen

### 1. Problématique



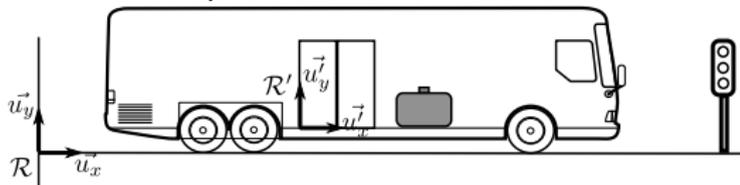
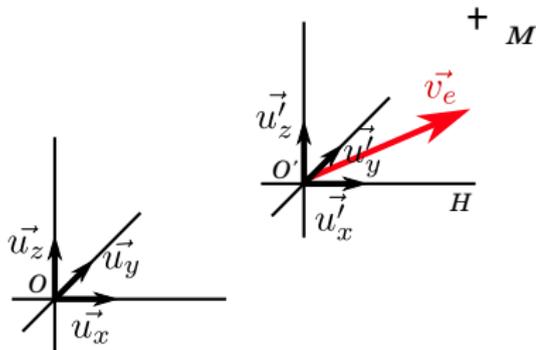
### 2. Cas où $\mathcal{R}'$ est en translation dans $\mathcal{R}$ galiléen



#### a. Force d'inertie d'entraînement sur un point matériel

## II. Dynamique dans un référentiel non galiléen

## 1. Problématique

2. Cas où  $\mathcal{R}'$  est en translation dans  $\mathcal{R}$  galiléen

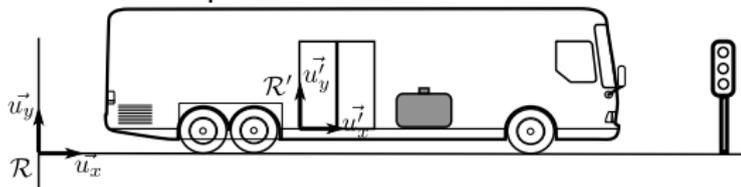
## a. Force d'inertie d'entraînement sur un point matériel

Pour étudier le mouvement d'un point matériel de masse  $m$  dans un référentiel  $\mathcal{R}'$  en translation par rapport à  $\mathcal{R}$  galiléen, on ajoute, aux forces s'appliquant dans  $\mathcal{R}$ , une force d'inertie d'entraînement  $\vec{f}_{ie} = -m\vec{a}_e$ .

I. Aspect  
cinématiqueII. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

## II. Dynamique dans un référentiel non galiléen

### 1. Problématique

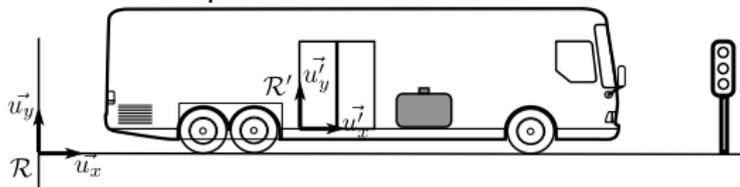


### 2. Cas où $\mathcal{R}'$ est en translation dans $\mathcal{R}$ galiléen

- Force d'inertie d'entraînement sur un point matériel
- Cas d'un système étendu, point d'application de  $\vec{F}_{ie}$

## II. Dynamique dans un référentiel non galiléen

### 1. Problématique



### 2. Cas où $\mathcal{R}'$ est en translation dans $\mathcal{R}$ galiléen

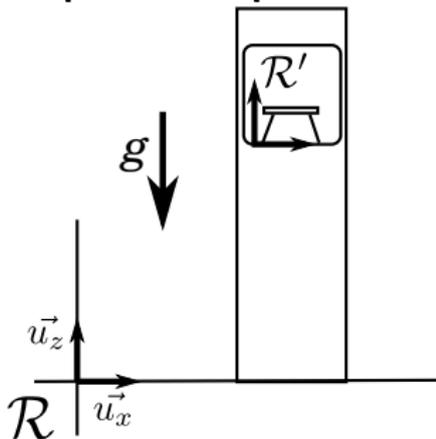
- Force d'inertie d'entraînement sur un point matériel
- Cas d'un système étendu, point d'application de  $\vec{F}_{ie}$
- Exemples



## II. Dynamique dans un référentiel non galiléen

1. Problématique
2. Cas où  $\mathcal{R}'$  est en translation dans  $\mathcal{R}$  galiléen
  - a. Force d'inertie d'entraînement sur un point matériel
  - b. Cas d'un système étendu, point d'application de  $\vec{F}_{ie}$
  - c. Exemples

### Dispositifs d'apesanteur



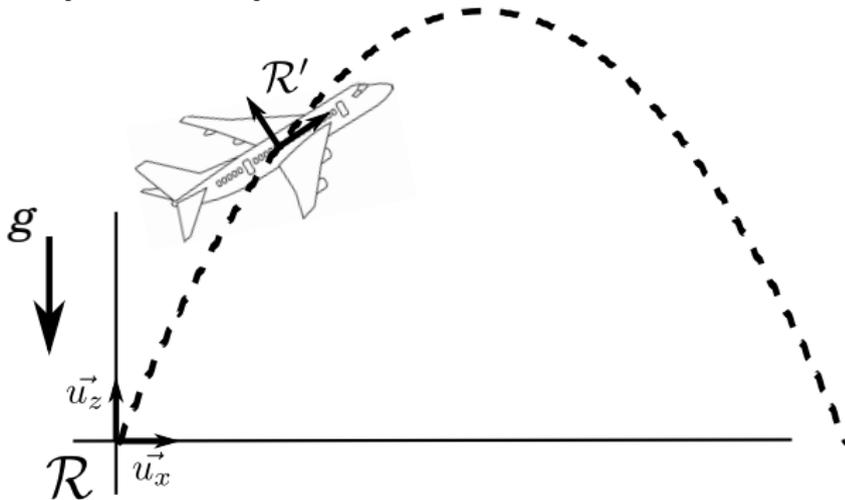
I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

## II. Dynamique dans un référentiel non galiléen

1. Problématique
2. Cas où  $\mathcal{R}'$  est en translation dans  $\mathcal{R}$  galiléen
  - a. Force d'inertie d'entraînement sur un point matériel
  - b. Cas d'un système étendu, point d'application de  $\vec{F}_{ie}$
  - c. Exemples

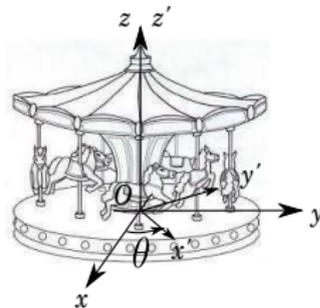
### Dispositifs d'apesanteur



I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

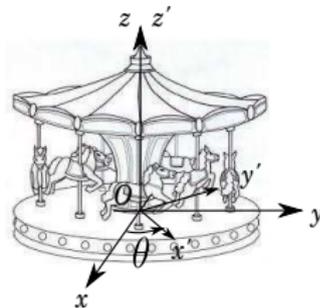
### 3. Cas où $\mathcal{R}'$ est en rotation uniforme dans $\mathcal{R}$ galiléen



I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

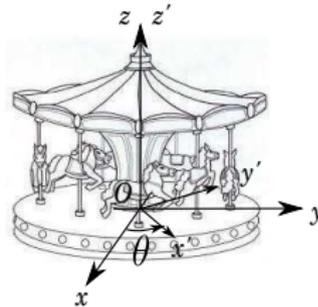
### 3. Cas où $\mathcal{R}'$ est en rotation uniforme dans $\mathcal{R}$ galiléen



I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

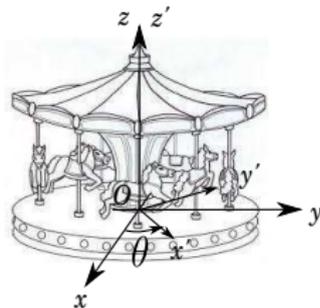
### 3. Cas où $\mathcal{R}'$ est en rotation uniforme dans $\mathcal{R}$ galiléen



#### a. Forces d'inertie

I. Aspect  
cinématique

II. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen

3. Cas où  $\mathcal{R}'$  est en rotation uniforme dans  $\mathcal{R}$  galiléen

## a. Forces d'inertie

Pour étudier le mouvement d'un point matériel  $M$  de masse  $m$  dans un référentiel  $\mathcal{R}'$  en rotation uniforme par rapport à  $\mathcal{R}$  galiléen, on ajoute, aux forces s'appliquant dans  $\mathcal{R}$ , la force d'inertie d'entraînement et la force d'inertie de Coriolis définies respectivement par

$$\vec{f}_{ie} = -m\vec{a}_e(M) \quad \vec{f}_{ic} = -m\vec{a}_c(M) = -2m\vec{\omega} \wedge \vec{v}'(M)$$

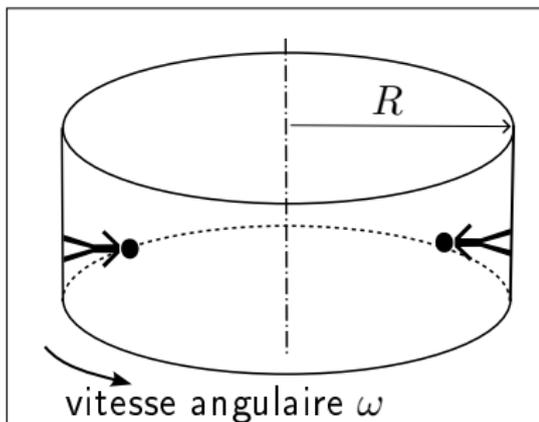
I. Aspect  
cinématiqueII. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen



3. Cas où  $\mathcal{R}'$  est en rotation uniforme dans  $\mathcal{R}$  galiléen

- a. Forces d'inertie
- b. Exemples

## Gravité artificielle

I. Aspect  
cinématiqueII. Dynamique  
dans un  
référentiel non  
galiléen