

# CHAPITRE 7 : CINÉMATIQUE ET DYNAMIQUE NEWTONIENNES

Pierre-André LABOLLE

Lycée International des Pontonniers

Novembre 2019

# I. Étudier un système

## 1. Définir le système

- Il s'agit de préciser ce que l'on étudie : quel point matériel, quel ensemble de points, quel objet ou quel groupe d'objet.
- Il s'agit souvent d'un solide indéformable.
- On étudie très souvent le mouvement d'un point particulier : le centre d'inertie  $G$  du solide.

## 2. Choisir un référentiel d'étude

- Le mouvement d'un corps dépend du corps de référence par rapport auquel on étudie ce mouvement (point de vue de l'observateur).
- Il convient alors de définir : une origine, un ou plusieurs axes et une origine des temps (horloge).
- Un référentiel est donc un repère d'espace accompagné d'un repère de temps.

# I. Étudier un système

## 3. Faire l'inventaire des forces extérieures appliquées au système

- Avant toute chose, il convient de lister toutes les actions mécaniques extérieures appliquées au système d'étude et de donner, pour chaque force, les 4 caractéristiques qui les décrit : point d'application, direction, sens, intensité en newtons (N).
- Toutefois, certaines de ces caractéristiques ne sont pas accessibles directement et le but de l'exercice consistera sûrement à les déterminer.

## 4. Faire un schéma

- Représenter clairement la situation en schématisant le système, son environnement.
- À priori, sans souci d'échelle, représenter les différentes forces extérieures appliquées au système.

## II. Décrire le mouvement d'un système

### 1. Vecteur vitesse instantanée

- ➡ voir T.P. n°10
- ➡ Pour construire le vecteur vitesse au point d'indice 5 par exemple, on suivra les étapes suivantes :
  - Déterminer la valeur de la vitesse instantanée au point 5 :  $v_5 = \frac{M_4 M_6}{2\tau}$
  - Tracer la parallèle au segment  $[M_4 M_6]$  et passant par  $M_5$  qui représente la direction du vecteur vitesse (tangente à la trajectoire).
  - Choisir une échelle de représentation pour les vitesses.
  - Construire le vecteur vitesse dans le sens du mouvement.

## II. Décrire le mouvement d'un système

### 1. Vecteur vitesse instantanée

$$\Rightarrow \vec{v}_5 = \frac{\overrightarrow{M_4 M_6}}{2\tau} = \frac{\overrightarrow{M_4 O} + \overrightarrow{OM_6}}{2\tau} = \frac{\overrightarrow{OM_6} - \overrightarrow{OM_4}}{2\tau} = \frac{\Delta \overrightarrow{OM}}{\Delta t}$$

- $\vec{v}_5$  représente donc la variation du vecteur position.
- Si la durée  $\Delta t$  est très petite, on obtiendra alors, sans approximation, le vecteur vitesse instantanée :

$$\Rightarrow \vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \overrightarrow{OM}}{\Delta t} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$$

## II. Décrire le mouvement d'un système

### 1. Vecteur vitesse instantané

#### Vecteur vitesse instantanée

Dans un référentiel d'origine O, le vecteur vitesse d'un point mobile M à une date t est donné par la dérivée du vecteur position  $\overrightarrow{OM}$  par rapport au temps.

$$\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$$

## II. Décrire le mouvement d'un système

### 1. Vecteur vitesse instantané

- Coordonnées du vecteur position :  $\overrightarrow{OM(t)} = \begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{pmatrix}$
- Coordonnées du vecteur vitesse :  $\overrightarrow{v(t)} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt} = \begin{pmatrix} \frac{dx}{dt} \\ \frac{dy}{dt} \\ \frac{dz}{dt} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{z} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{pmatrix}$
- Les coordonnées du vecteur vitesse s'expriment en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
- $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2}$