

CM3 : Biomécanique

Cinématique en translation (1D)

Dorian Verdel, Bastien Berret

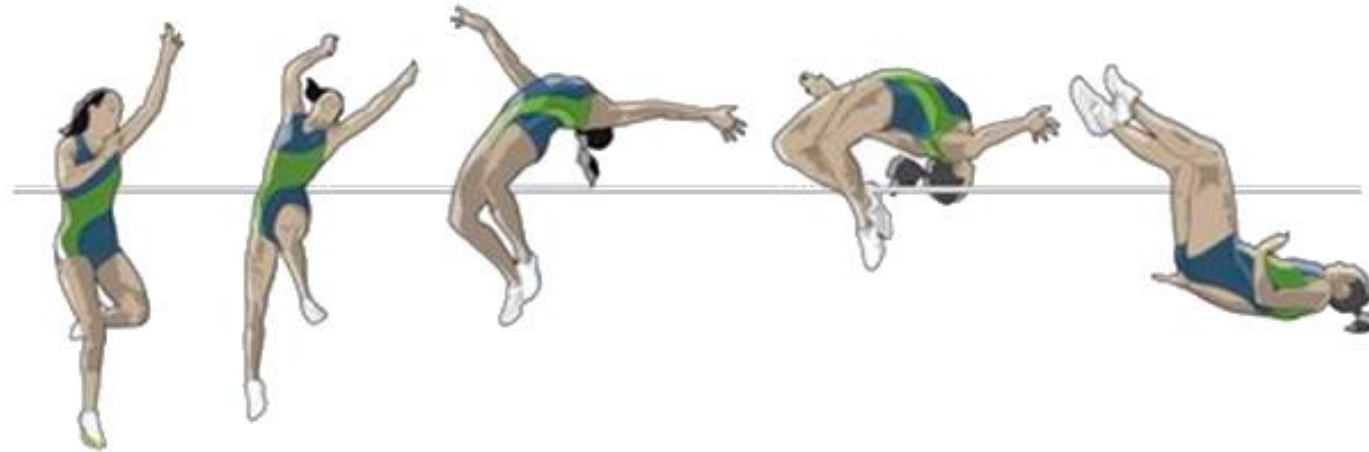
Année universitaire 2020-2021

Contact :

Université Paris-Saclay, CIAMS, 91405 Orsay, France.
dorian.verdel@universite-paris-saclay.fr

Introduction

- Cinématique: Etude des positions, vitesses et accélérations d'un système ou d'un ensemble de systèmes
- Trajectographie: Etude des trajectoires suivies par un corps en mouvement



- Balistique: Cas particulier, étude du mouvement des projectiles

I. Trajectographie

Trajectographie

- Objectifs :

- Analyse du mouvement des segments humains
- En STAPS :
 - Définir des critères de performance spécifiques
 - Optimiser la performance

- Obtention de données :

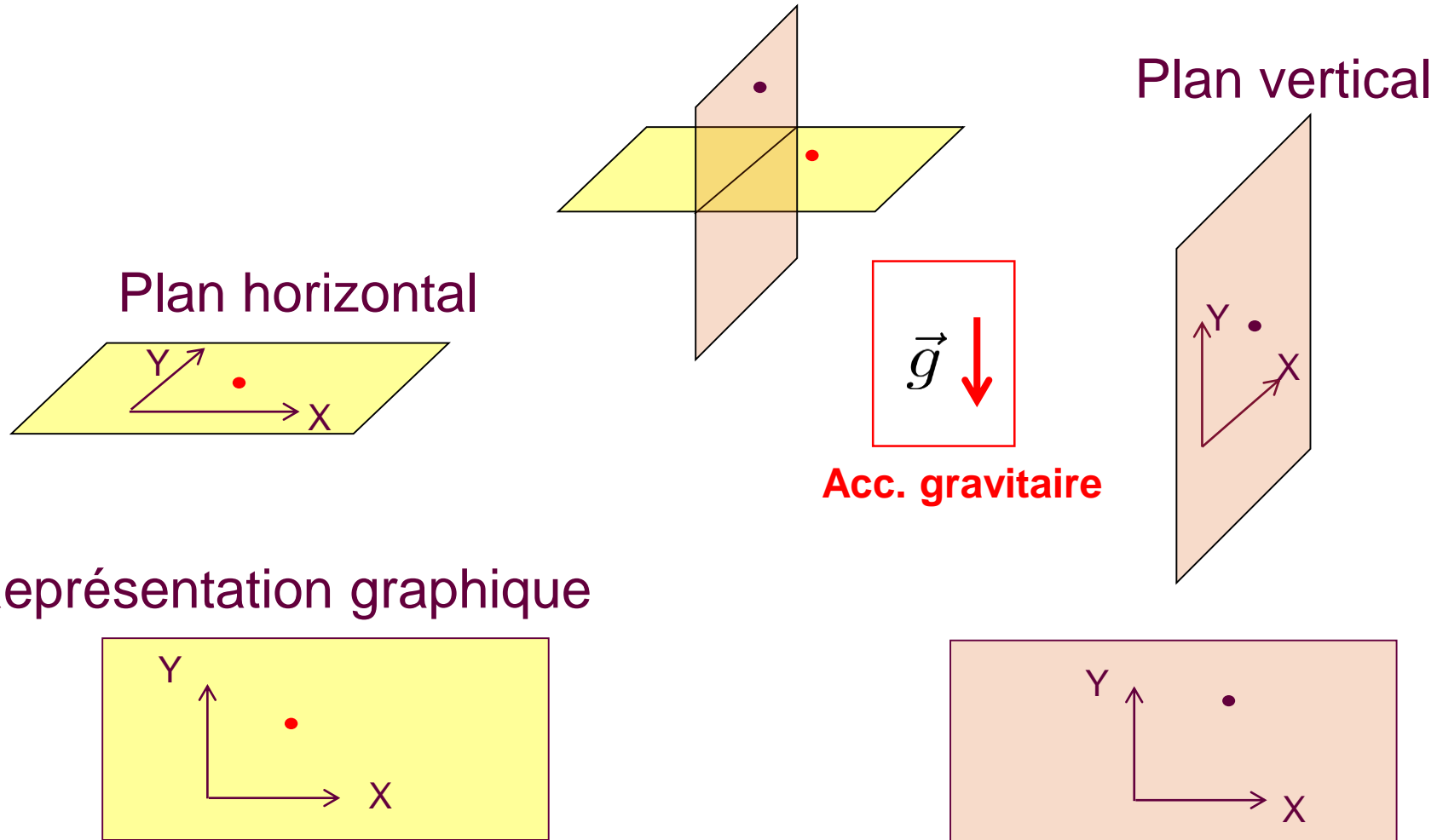
- Mesure directe du mouvement (Caméras, MotionCapture, ...)
- Données issues de la modélisation physique. Par exemple via :

$$\sum_i \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$$

Classification des mouvements

- Classement par complexité:
 - **Mouvement rectiligne uniforme**
 - **Mouvement uniformément accéléré**
 - Mouvement circulaire* (*ex : tourniquet*)
 - Mouvement curviligne* (*ex : slalom géant*)
- Espaces d'étude:
 - **Un axe (noté x)**
 - **Dans un plan (2 axes, notés x et y)**
 - Dans l'espace (3 axes, notés x , y et z)*

Segmentation de l'espace en plans

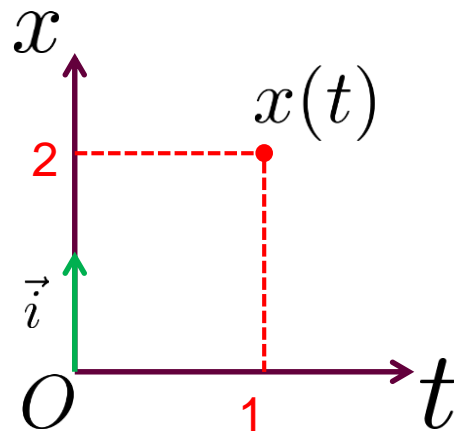


II. Cinématique (1D)

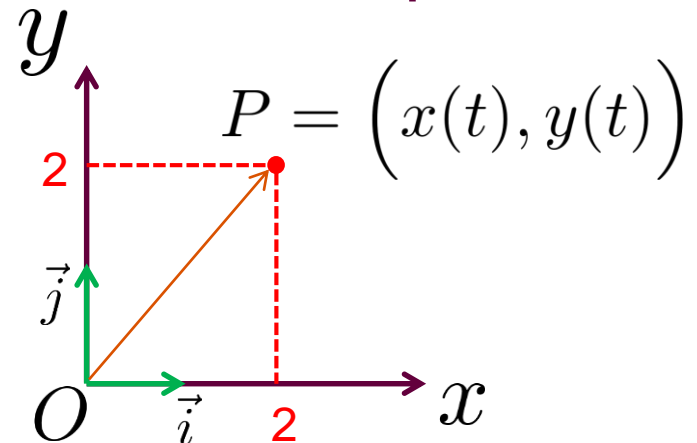
Position instantanée

- **La position** (à un instant t)

Sur un axe



Dans un plan



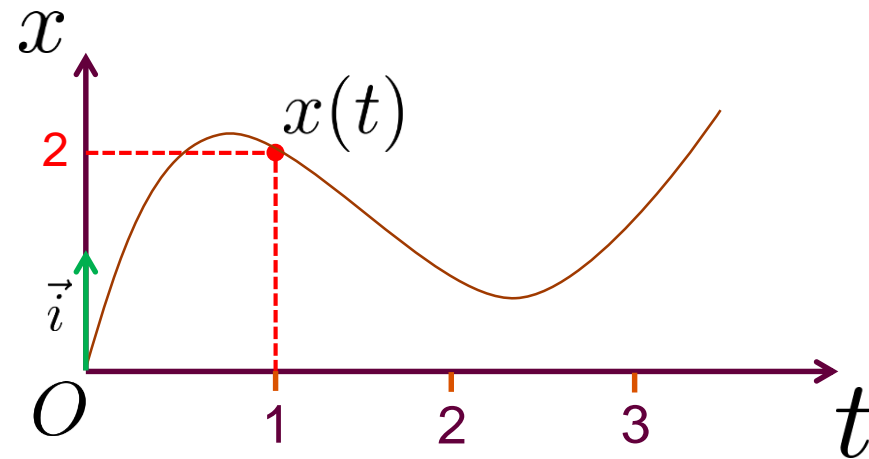
- Exemple : position de P à l'instant $t=1$

$$\overrightarrow{OP} = \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \end{pmatrix}$$

Déplacement

- **Le déplacement**

- Ensemble des positions successives occupées par un point à chaque instant.



- Exemple : $x(0) = 0$ et $x(1) = 2$ et $x(2) \approx 1$

Vitesse moyenne

- Distance parcourue par rapport à la durée du parcours
- Variation de position pour un temps donné
- Formule:

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$$

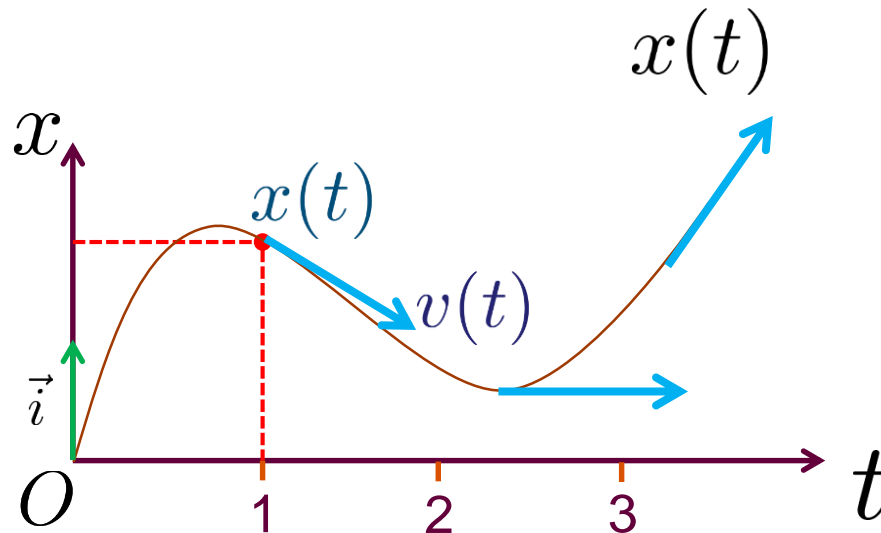
- Application : Vitesse moyenne d'un coureur de 100 m terminant en 9.91 s. Vitesse d'Usain Bolt sur le record à 9.58s
- Réponse : 10.09 m/s ; Bolt : 10.44 m/s

Vitesse instantanée

- Se calcule à un instant t
- Variation de position pour un temps infiniment court
- Dérivée de la position instantanée
- Formule:

$$v = \dot{x} = \frac{dx}{dt}$$

- Représentation graphique:



Accélération

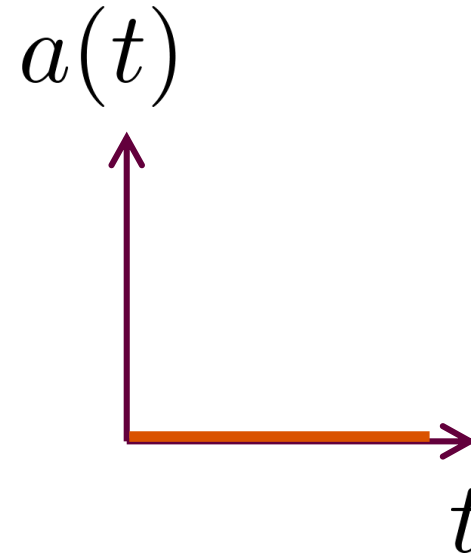
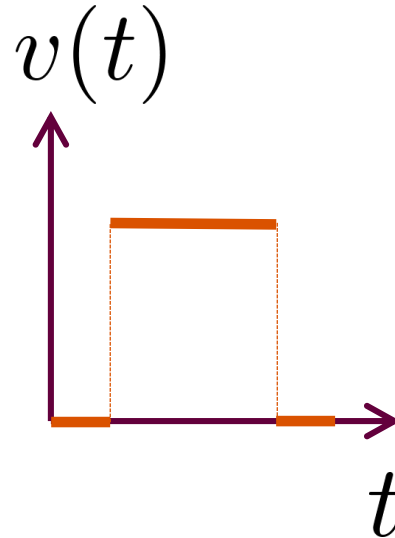
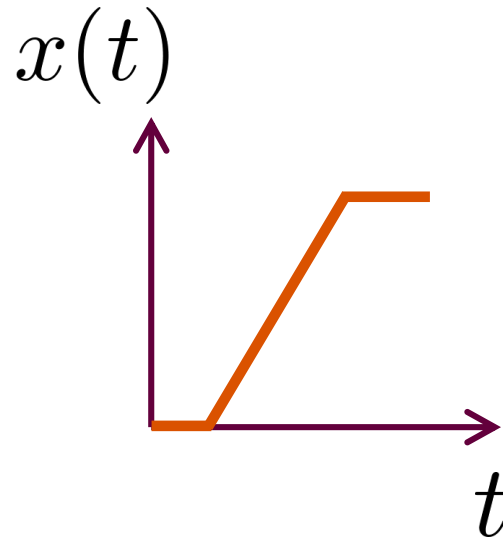
- Variation de vitesse par unité de temps
- Accélération instantanée \neq Accélération moyenne
- Dérivée de la vitesse instantanée
- Formule:

$$a = \ddot{x} = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

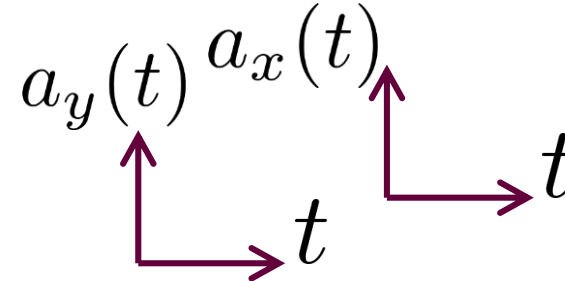
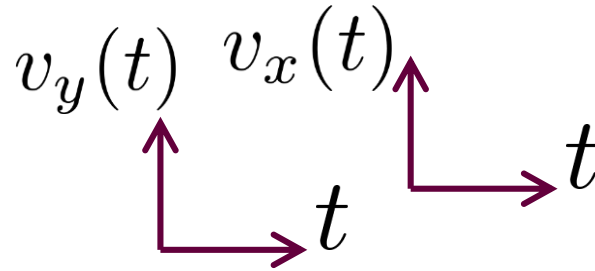
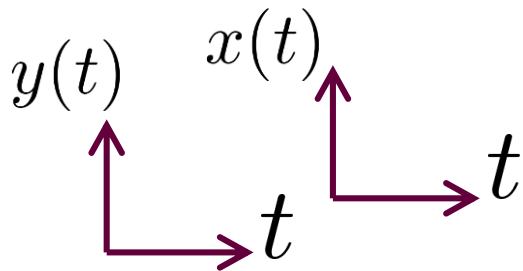
- Grandeur très communément utilisée (Principe Fondamental de la Dynamique)

Equations horaires

- Graphiquement sur 1 axe



- Dans un plan : il faut deux fois plus de graphes !



III. Mouvement rectiligne uniforme

Définition

- **Mouvement rectiligne uniforme**
 - Mouvement en ligne droite à vitesse constante
 - Vitesse moyenne = vitesse instantanée $\forall t$
 - Vecteur vitesse du CM constant : $\vec{v}(t) = \overrightarrow{cste}$
 - Accélération nulle : $\vec{a}(t) = \vec{0}$
 - Somme des forces extérieures qui s'exercent sur le corps nulle *

Etude de cas

- Supposons les mesures suivantes en marche :

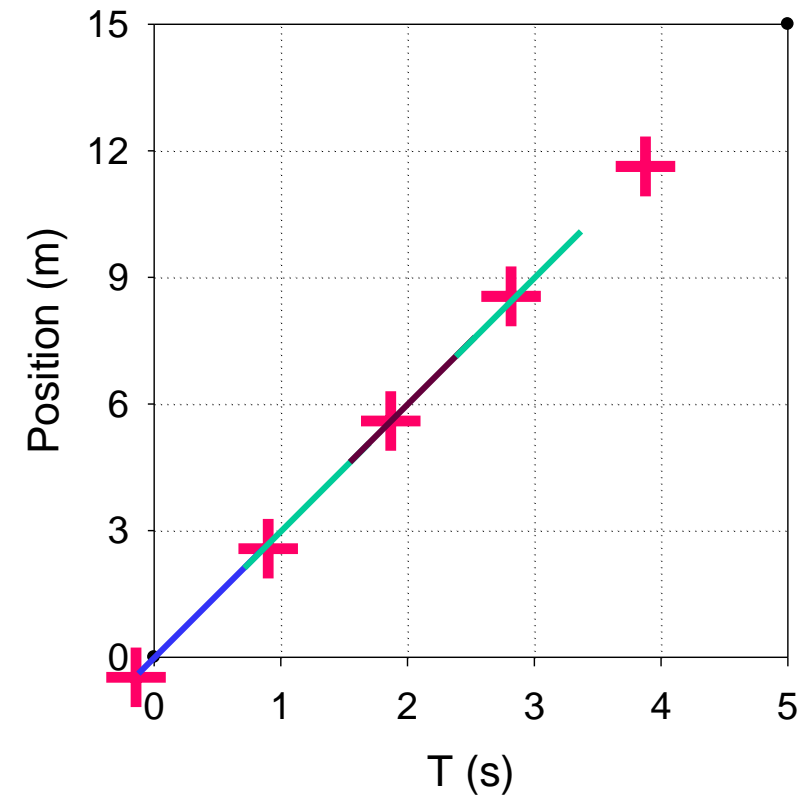
Temp s (s)	Positio n (m)	Distance parcourue chaque seconde (m)
0	0	
1	3	
2	6	
3	9	
4	12	



Etude de cas

- Représentation horaire :

Temp s (s)	Positio n (m)	Distance parcourue chaque seconde (m)
0	0	
1	3	3
2	6	3
3	9	3
4	12	3



Equations horaires

- **Position**

- Fonction affine de coefficient directeur v

- Formule :

$$x(t) = x_i + v\Delta t, \text{ avec } \Delta t = t - t_i$$

- **Vitesse et accélération :**

- Vitesse : $v(t) = v$

- Accélération : $a(t) = 0$

Applications

- Combien de temps un cycliste en MRU à 25 km/h met-il à faire 500 m ?
- Réponse : $1 \text{ min } 12 \text{ s}$
- Combien de temps faut-il à un de ses concurrents, ayant 500 m de retard et roulant à 30 km/h pour le rattraper?
- Réponse : 6 min
- Le concurrent arrivera-t-il à rattraper le premier sachant que celui-ci est à 3 km de l'arrivée? Où se croisent-ils?
- Réponse : Oui, à 500 m de l'arrivée.

Questions ?