Chapitre I : LA CINEMATIQUE

Cinématique = étude du mouvement.
Idée : observe un mouvement et on en décrit les propriétés.

Mouvement est supposé <u>donné</u> : on ne s'intéresse pas à l'origine du mouvement ("la cause").

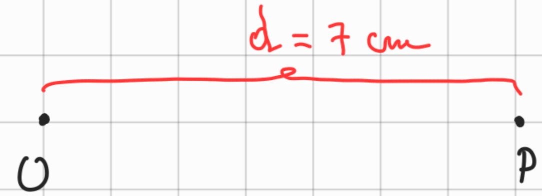
1. Cinématique à une dimension.

A. Notions de base

- Point d'intérêt : P.
  * mouche
  * piston d'une seringue
  * sommet du diaphragme

- Point de référence : O
  On suppose toujours que O est immobile, et on définit le mouvement de P par rapport à O.

- Distance entre deux points, par ex. entre O et P :



Remarque : la distance est toujours ≥ 0.

$\Rightarrow$ $d = 7$ cm aussi.

- Axe et coordonnée :

En bleu : axe Ox. ("des x").

Définition : la coordonnée du point P sur l'axe Ox est un nombre x tel que :

$$x = \begin{cases} d & \text{si } P \text{ est à droite de } O \\ -d & \text{si } P \text{ ——— gauche de } O. \end{cases}$$

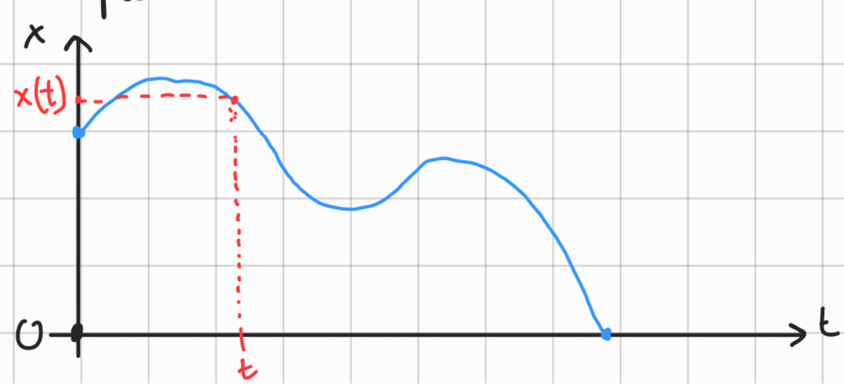
- Trajectoire (et sa représentation graphique):

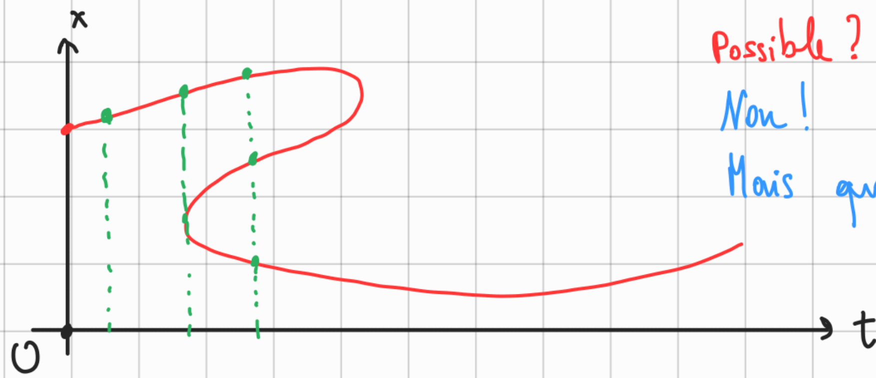
Mouvement $\Rightarrow$ $P(t)$ où t est une variable qui correspond au temps.

$P(t)$: fonction du temps.

$Ox \Rightarrow x(t)$: fonction du temps.

Exemple :





Possible ?

Non !

Mais quand même.

B. Exemples.

1). Mouvement Rectiligne Uniforme (MRU)

$$x(t) = \underbrace{x_0}_{} + \underbrace{v}_{}\underbrace{t}_{\text{variable}}$$

x_0, v → paramètres

Dimensions : $[x(t)] = L$ $\qquad [t] = T$

$[x_0] = L$ $\qquad [vt] = L$

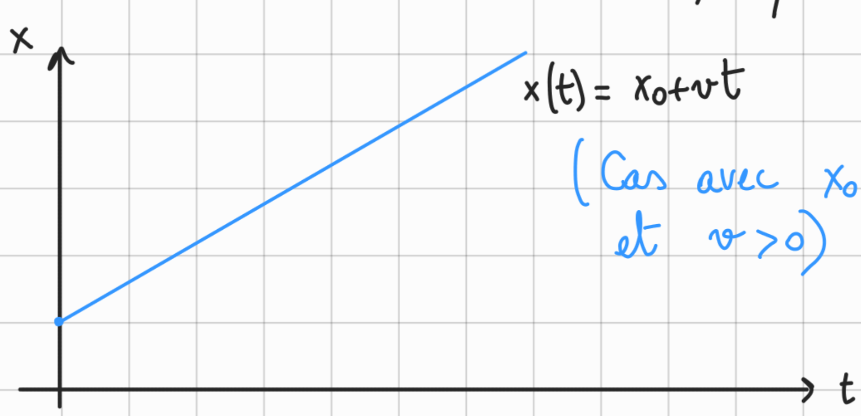
$\Rightarrow [v] = LT^{-1}$.

x_0 = "position initiale" car $x(0) = x_0$.

Remarque : on devrait écrire $x(0\,s)$ ....

Exemple de valeur numérique :

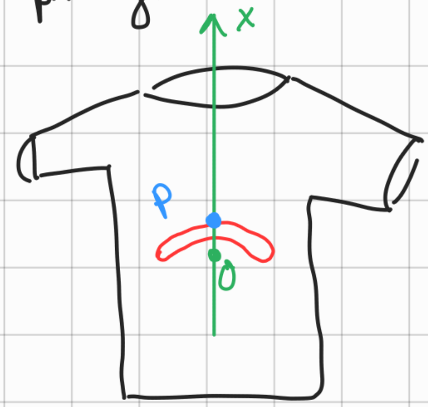
$x_0 = 20\,cm$ et $v = 0{,}5\,m/s$



$x(t) = x_0 + vt$ $\qquad$ ($y = ax + b$)

(Cas avec $x_0 > 0$ et $v > 0$)

2). Diaphragme



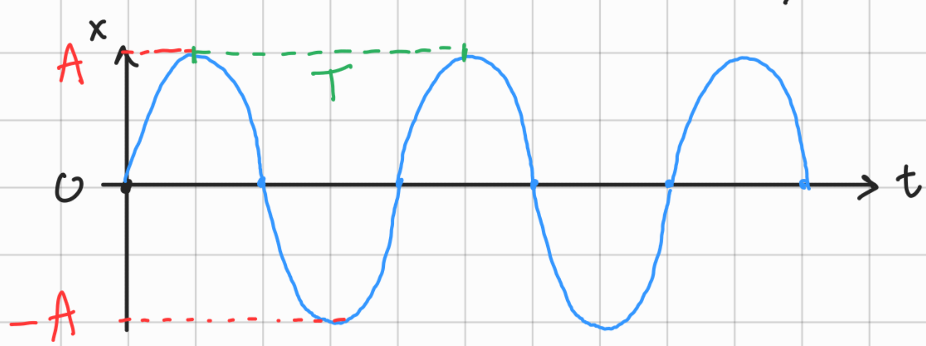
P : sommet du diaph.
O : position moyenne.

Modèle : $x(t) = \underbrace{A}_{\text{paramètres}} \sin(\underbrace{\omega}\, \underbrace{t}_{\text{variable}})$

$[A] = L \qquad [\omega t] = [\text{angle}] = 1.$

$$\Rightarrow [\omega] = \frac{[\text{angle}]}{T} = T^{-1}.$$

Ex. : $A = 10$ cm $\qquad \omega = 90°/s$



T : période (4 s).
Fréquence : $\nu =$ (ou $f =$) $\dfrac{1}{T} = \dfrac{1}{4\,s} = 0{,}25\ s^{-1}$

Définition : 1 Hertz $= 1\ s^{-1}$ (Hz).

$\omega = 2\pi\nu$ "fréquence angulaire".

Ceci est aussi appelé le Mouvement Harmonique (MH).

$\nu = \frac{1}{4} s^{-1}$

$\left[\omega = 2\pi\nu = \frac{\pi}{2} s^{-1} = \frac{360°}{2\pi} \frac{\pi}{2} s^{-1} = 90°\ s^{-1} \Rightarrow \text{ok}. \right]$

3). Mouvement Rectiligne Uniformément Accéléré (MRUA).

→ paramètres

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{a}{2} t^2$$

→ variable

$$[x_0] = L \qquad [v_0] = LT^{-1} \qquad [a] = LT^{-2}.$$

x_0 : position initiale
v_0 : vitesse initiale
a : accélération.

(cas où $x_0 > 0$, $v_0 > 0$, et $a < 0$).

C. Vitesse moyenne et Vitesse instantanée

EXP1 : $\Delta t = 1{,}009\,s$ $\qquad \Delta x = 40\,cm$

$$\Rightarrow v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{40cm}{1{,}009s}$$

Remarque : "Δ" ? "valeur après" − "valeur avant"
"final" − "initial"

<u>Définition</u> : pour une trajectoire $x(t)$, et pour deux moments t_1 et t_2, on

définit la vitesse moyenne entre t_1 et t_2, $v(t_1,t_2)$, par la formule

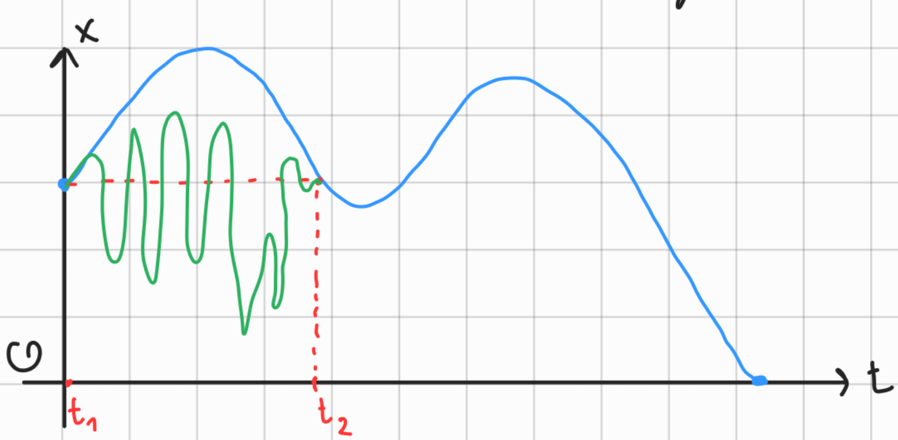
$$v(t_1,t_2) = \frac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1}.$$

Evidement, t_1 doit être différent de t_2.

Remarque : $[v(t_1,t_2)] = L\,T^{-1}$.

De plus, $v(t_1,t_2)$ peut être >0, <0 ou $=0$.

Remarque : la vitesse moyenne ne capture pas, en toute généralité, tous les détails de la trajectoire.



$v(t_1, t_2) = 0$ car $x(t_1) = x(t_2)$.

Idée : prendre t_2 plus proche de t_1.

Définition : la vitesse instantanée, $v(t)$, est donnée par :

$$v(t) = \lim_{t_2 \to t_1} \frac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1}.$$

$\boxed{\text{Exp 2 :}}$ $\Delta t = 0.378\ s$ $\Delta x = 20\ cm$

$$v_{inst.} = 0.48\ m/s \stackrel{?}{=} \frac{\Delta x}{\Delta t} = 0.53\ m/s.$$

OK
(erreur $\lesssim 10\%$)