Temps Mouvement et Évolution.
Chap 1 : Cinématique et dynamique Newtoniennes

I. Outils pour décrire le mouvement.

Pour l'étude du mouvement des objets nous nous limiterons à des systèmes de faibles dimensions devant celles de leurs déplacements, le système sera donc modélisé par un point : **point matériel** : M représenté au centre de gravité de l'objet ayant toute la masse de l'objet qui y serait concentrée.

A. Choisir un référentiel d'étude

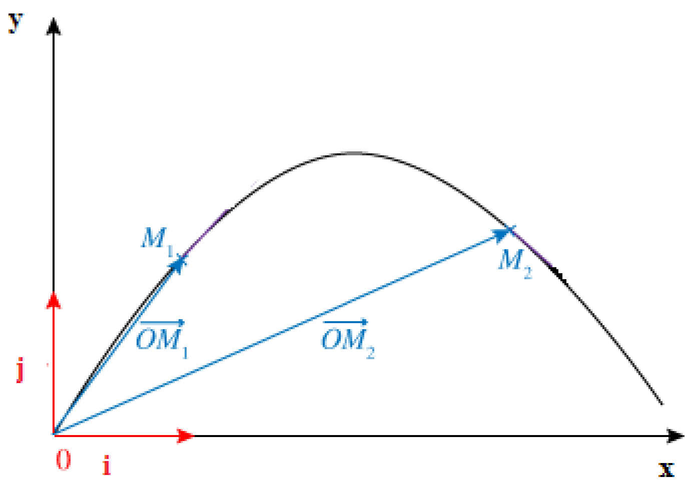
Afin de décrire un mouvement il est essentiel de définir le référentiel d'étude.
Un Référentiel : est un solide de référence par rapport auquel on va décrire le mouvement du système mécanique.

http://clemspcreims.free.fr/Simulation/referentiels.swf

- **Référentiel Terrestre** : est tout objet rigidement lié au sol de la Terre, il est utilisé pour l'étude des mouvements à la surface de la Terre.
- **Référentiel Géocentrique** : est le centre de la Terre, il est utilisé pour l'étude du mouvement des satellites de la Terre.
- **Référentiel Héliocentrique** : est le centre du soleil, il est utilisé pour l'étude du mouvement des planètes.

B. Vecteur position

Le vecteur position est le vecteur qui sert à indiquer la position d'un point par rapport à un repère. L'origine du vecteur se situe à l'origine du repère, l'autre extrémité du vecteur se trouve à l'endroit du point. Si l'on note M la position du point, le vecteur se note : $\overrightarrow{OM}$



Dans le repère cartésien :

$$\overrightarrow{OM} = x\vec{\imath} + y\vec{\jmath}$$

Si M est en mouvement x(t) et y(t) sont appelée équation horaire du mouvement.

$$\overrightarrow{OM}(t) = x(t)\vec{\imath} + y(t)\vec{\jmath}$$

C. Vecteur vitesse

Le vecteur vitesse caractérise la variation du vecteur position en fonction du temps. Elle s'exprime en m.s^{-1}.
Vitesse moyenne :

$$\vec{v} = \frac{\overrightarrow{M_0M_6}}{\Delta t}$$

Vitesse instantanée :

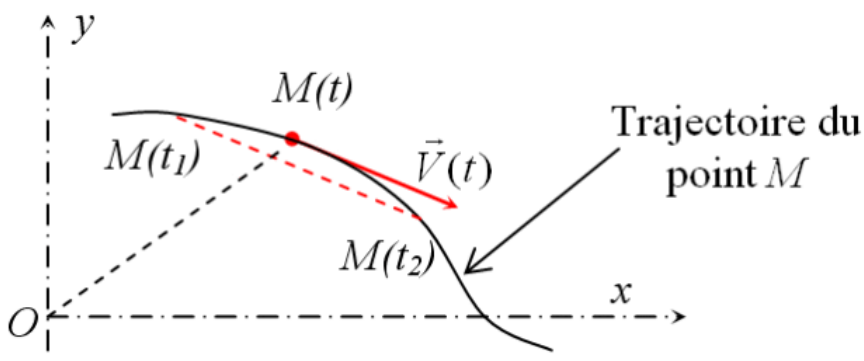
$$\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$$

On peut déterminer le vecteur vitesse à une date i quelconque en faisant :

$$\vec{v_i} = \frac{\overrightarrow{OM_{i+1}} - \overrightarrow{OM_{i-1}}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

Soit :

$$\vec{v_i} = \frac{\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$



$$\vec{v} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j}$$

$$v_x = \frac{dx}{dt} \quad \text{et} \quad v_y = \frac{dy}{dt} \quad \text{et}$$

La valeur de la vitesse est donnée par la relation de Pythagore :

$$v = \sqrt{{v_x}^2 + {v_y}^2}$$

http://www.ostralo.net/3_animations/swf/vitesse.swf

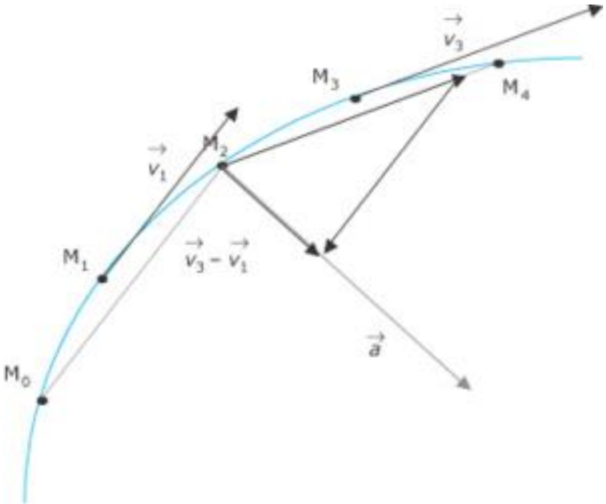
D. Vecteur accélération.

Le vecteur accélération caractérise la variation du vecteur vitesse en fonction du temps.

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

L'accélération s'exprime en m.s^{-2}.
http://clemspcreims.free.fr/Simulation/vaTS.swf
On peut déterminer le vecteur accélération à une date i quelconque en faisant :

$$\vec{a_i} = \frac{\overrightarrow{v_{i+1}} - \overrightarrow{v_{i-1}}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$



$$\vec{a} = a_x\vec{\imath} + a_y\vec{\jmath}$$

La valeur de l'accélération est donnée par la relation de Pythagore :

$$a = \sqrt{{a_x}^2 + {a_y}^2}$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \quad \text{et } a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d^2y}{dt^2}$$

L'accélération est la dérivée seconde du vecteur position.

<u>Exercices 11p146 et 10p145,22p149</u>

E. <u>Vecteur quantité de mouvement</u>

Le vecteur quantité de mouvement est égal au produit de la masse du point matériel par son vecteur vitesse. :

$$\vec{p} = m.\vec{v}$$

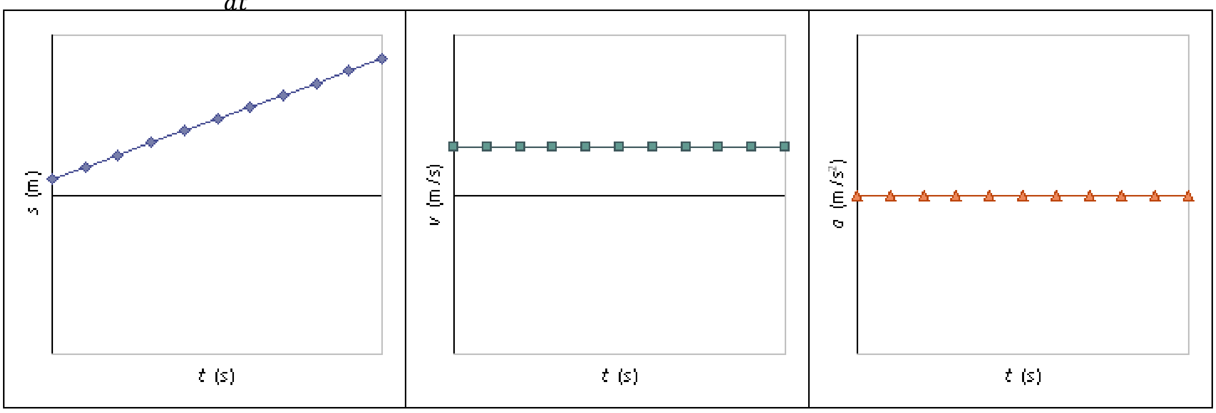
Son unité est kg.m.s^{-1}.
Le vecteur quantité de mouvement a toujours la même direction et le même sens que le vecteur vitesse car la masse est une grandeur qui est toujours positive.

II. <u>Les différents types de mouvement</u>

TP : Cinématique et Loi de Newton .

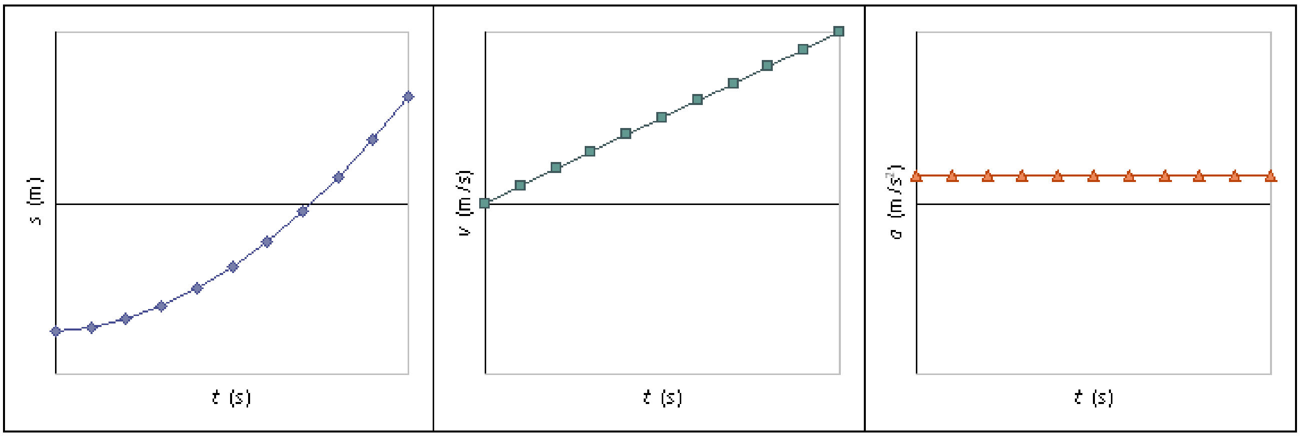
A. <u>Mouvement Rectiligne Uniforme</u>

La trajectoire du point M est une droite et son vecteur vitesse est constant. Donc son accélération $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ est nulle.



B. Mouvement Rectiligne Uniformément Varié (ou accéléré)

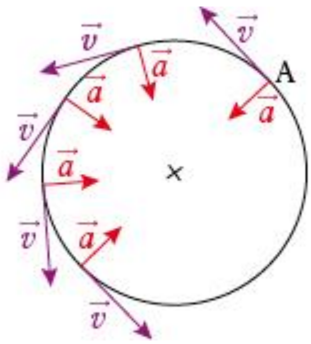
La trajectoire du point M est une droite et son vecteur accélération est constant. Donc sa vitesse est une droite affine en fonction du temps.



C. Mouvement Circulaire Uniforme

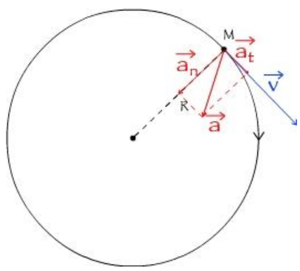
La trajectoire du point M est un cercle de rayon R et la norme de sa vitesse v est constante. Attention son accélération n'est pas nulle et vaut :

$$\boldsymbol{a = \frac{v^2}{R}}.$$



D. Mouvement Circulaire Non Uniforme

La trajectoire du point M est un cercle de rayon R et sa vitesse v n'est pas constante.



<u>Repère de Frenet :</u>

- ✓ Soit un vecteur unitaire $\vec{\tau}$ orienté dans le sens positif de la tangente à la trajectoire.
- ✓ Soit un vecteur unitaire $\vec{n}$ normal à la trajectoire et orienté vers le centre O de celle-ci.

$(\vec{\tau}, \vec{n})$ est appelé « repère de Frenet ».

Dans le repère de Frenet, on peut écrire pour l'accélération :

$$\vec{a} = a_n\vec{n} + a_t\vec{\tau}$$

$$a_n = \frac{v^2}{R} \qquad\qquad a_t = \frac{dv}{dt}$$

<u>**Exercice 23p149**</u>

III. Lois de Newton.

Activité5p135

Un référentiel galiléen est un référentiel dans lequel tout point matériel isolé a un mouvement rectiligne uniforme. C'est un référentiel en mouvement de translation rectiligne uniforme par rapport au référentiel héliocentrique.
Les référentiels héliocentrique et géocentrique peuvent être considérés comme galiléens.
De plus, pour une expérience de courte durée, on peut considérer le référentiel terrestre comme galiléen.
Les lois de Newton seront vérifiées dans les référentiels Galiléens.

A. Première loi de Newton ou principe d'inertie.

Dans un référentiel galiléen, tout corps persévère dans son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme si les forces qui s'exercent sur lui se compensent et réciproquement.

$$\boxed{\vec{V}_G \text{ est un vecteur constant} \iff \Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}}$$

B. Deuxième loi de Newton ou principe fondamentale de la dynamique

Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces appliquées à un système est égale à la dérivée par rapport au temps de son vecteur quantité de mouvement :

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \frac{d\vec{P}}{dt}$$

On peut également l'écrire : $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m.\vec{a}$

C. Troisième loi de Newton ou principe des actions réciproques

Lorsqu'un corps A exerce sur un corps B une force $\vec{F}_{A/B}$, alors le corps B exerce sur le corps A une force $\vec{F}_{B/A}$ telle que :

$$\overrightarrow{F_{A/B}} = -\overrightarrow{F_{B/A}}$$

$$\overrightarrow{F_{A/B}} + \overrightarrow{F_{B/A}} = \vec{0}$$

Attention ces forces ne s'exercent pas sur le même système.

D. Application à la propulsion par réaction

TP: Propulsion et quantité de mouvement.

Pour avancer, le rameur prend appui sur l'eau, l'oiseau sur l'air, le piéton sur le sol, de même la fusée qui décolle est propulsée par l'action du gaz qu'elle éjecte.
Dans un référentiel Galiléen lorsqu'un système est soumis à des forces qui se compensent on a :

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{0}$$

$$\vec{p} = \overrightarrow{constante}$$

Il y a donc conservation de la quantité de mouvement.

http://clemspcreims.free.fr/Simulation/chariot.swf

Si ce système est séparé en 2 parties en interaction (action et réaction) les quantités de mouvement de ces 2 parties sont opposées.

Exercices18p148,19p149, 30p151, 34p152