Chapitre 2 : Caractéristiques du mouvement d'un solide

I Rappels :

- Référentiel :

Le mouvement d'un corps est décris par rapport à un **corps de référence** et **dépend du choix** de ce corps.
Ce corps de référence est appelé **référentiel**.
Si ce corps est la terre, on dit que l'on se place dans le **référentiel terrestre** (pour nous dans la plupart des cas).

- Solide :

Objet qui ne subit **pas de déformation** au cours du mouvement étudié.

- Mouvement d'un corps et trajectoire :

Décrire le **mouvement d'un corps** c'est connaître le **mouvement de chacun de ses points**.
L'ensemble des positions prises par un point au cours du mouvement est appelé **trajectoire.**

II Vitesse d'un point :

Activité n°2 p30

1) Vitesse moyenne :

La valeur de la **vitesse moyenne d'un point d'un solide dont on connaît la trajectoire** entre deux instants de dates t_1 et t_2 est définie par la relation :

$$\boxed{V_{moy} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{l}{(t_2 - t_1)}} \quad \left\{ \begin{array}{l} V_{moy} \text{ :Vitesse moyenne du point mobile } (m.s^{-1}) \\ l \text{ : Longueur du parcours du point (m)} \\ \Delta t \text{ : Durée du parcours (s)} \end{array} \right.$$

Remarque :
On peut utiliser aussi l'unité de vitesse $km.h^{-1}$(ce n'est pas une unité du SI) :
On a $1\ m.s^{-1} = 3.6\ km.h^{-1}$

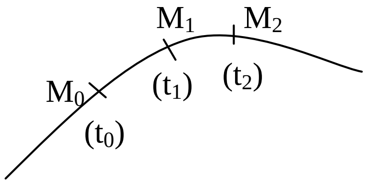
Application :
Le record du monde du 100 m masculin détenue par Asafa Powell, est de 9,77 s. Calculer la vitesse moyenne en $m.s^{-1}$ puis en $km.h^{-1}$ du sprinter.

$$V_{moy} = \frac{100}{9.77} = 10{,}2\ m.s^{-1} \qquad \Delta t = \frac{9.77}{3600} = 2{,}71.10^{-3}\ h \qquad V_{moy} = \frac{0.1}{2.71*10^{-3}} = 36{,}9\ km.h^{-1}$$

Cette vitesse ne rend pas compte de ce qui se passe à chaque instant. Pour cela il faut :

2) Vitesse instantanée :

La vitesse instantanée $V_1(t)$ d'un point d'un mobile à la date t_1 est **approximativement égale** à la vitesse moyenne de ce point, calculée entre **deux instants voisins** et encadrant la date t.



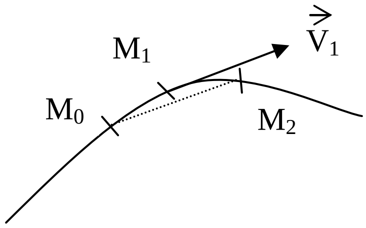
$$V_1(t) = \frac{\text{longueur } \overset{\frown}{M_0M_2}}{t_2 - t_0} \approx \frac{M_0M_2}{t_2 - t_0}$$

3) Comment représenter graphiquement cette vitesse : le vecteur vitesse :

Le but de ce vecteur est de pouvoir **définir la direction et le sens du mouvement.**

Soit un point du solide ayant la position M_1 à la date t_1, **par rapport à un référentiel donné**, son vecteur vitesse possède les caractéristiques suivantes :

- **Origine :** le point M_1.
- **Direction :** celle de la tangente en m1 à la trajectoire.
- **Sens :** Celui du mouvement du mobile.
- **Valeur :** la vitesse instantanée V_1 à la date t_1.

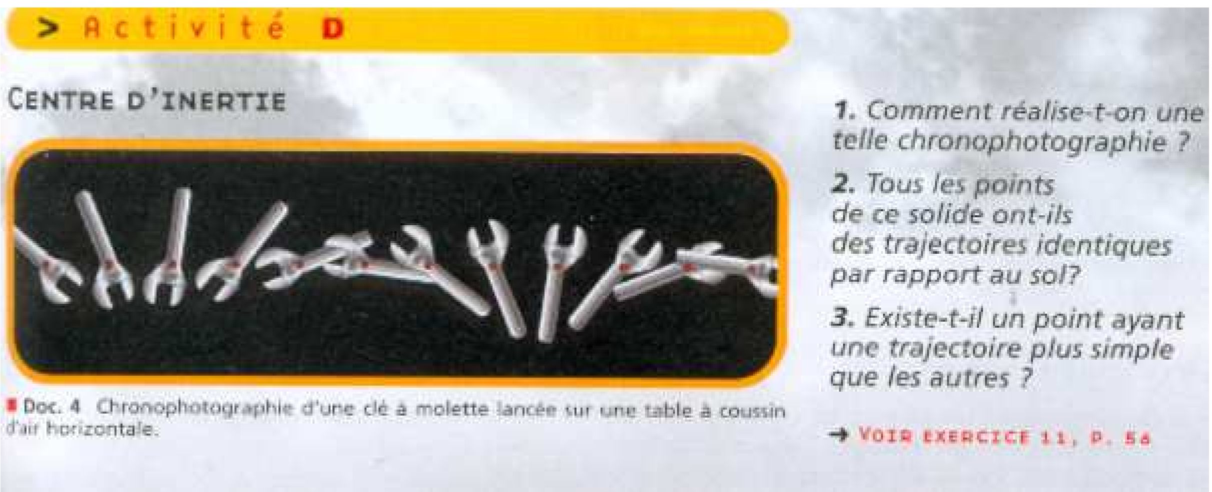


Remarque :

- Vu que la durée t_2-t_0 est très petite, la direction de $\vec{V}_1$ est voisine de celle de la droite (M_0M_2).
- Pour représenter le vecteur, il faut donner une **échelle de vitesse** :
  Ex : on dira que 1 $m.s^{-1}$ est représenté par 1 cm.
- Un mouvement est qualifié d'**uniforme** lorsque la valeur de la vitesse est constante au cours du temps.
- Un mouvement est qualifié de **rectiligne uniforme** lorsque le vecteur vitesse est constant (même sens, même direction, même valeur).

Exercice n°11 p 43 et feuilles d'exercices

III Un point particulier :



> Activité D

CENTRE D'INERTIE

Doc. 4 Chronophotographie d'une clé à molette lancée sur une table à coussin d'air horizontale.

1. Comment réalise-t-on une telle chronophotographie ?
2. Tous les points de ce solide ont-ils des trajectoires identiques par rapport au sol?
3. Existe-t-il un point ayant une trajectoire plus simple que les autres ?

→ VOIR EXERCICE 11, P. 56

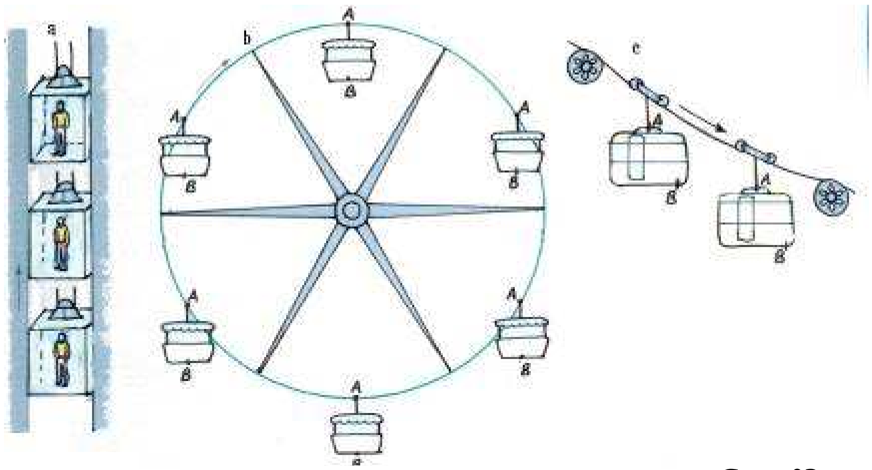
OU enregistrement d'un mobile sur coussin d'air avec deux points (cf TP)

Lorsqu'un **solide est en mouvement**, **un de ses points décrits une trajectoire plus simple** que celle des autres points : ce point est le **centre d'inertie** du solide.

Remarque :
Le centre d'inertie d'un solide est confondu avec son **centre de gravité**.

IV Mouvement de translation d'un solide :

- Exemples de translations :



Cas n°1 Cas n°2 Cas n°3

Questions élèves : Que remarque t-on au sujet des trajectoires de A et de B ?
Dans les trois cas, les segments AB restent parallèles au cours du temps.

- Définition :

Un solide est en **mouvement de translation** lorsque **tout segment joignant deux points quelconques** de ce solide **reste parallèle à lui-même**.

- Propriétés :
  - Tous les points du solide ont une **trajectoires identiques**.
  - Tous les points ont **à chaque instant le même vecteur vitesse**. (même direction, même sens et même valeur)

- Remarque :

Attention, à des instants différents, les vecteurs vitesses peuvent être différents.

Le cas n°1 sera appelé **translation rectiligne** : les trajectoires de chaque point du mobile sont des **droites**.
Le cas n°2 est une **translation circulaire** : la trajectoire d'un point du solide est une **cercle ou un arc de cercle**.
Le cas n°3 présente une **translation curviligne quelconque** : chaque point a une trajectoire **courbe**, toutes les trajectoires sont **superposables**.

Pour un solide en translation, **il nous suffit de connaître la trajectoire d'un de ses points** pour avoir le mouvement du solide.

Exercice n°15 p 44

V Rotation d'un solide autour d'un axe fixe :

1) Définition :

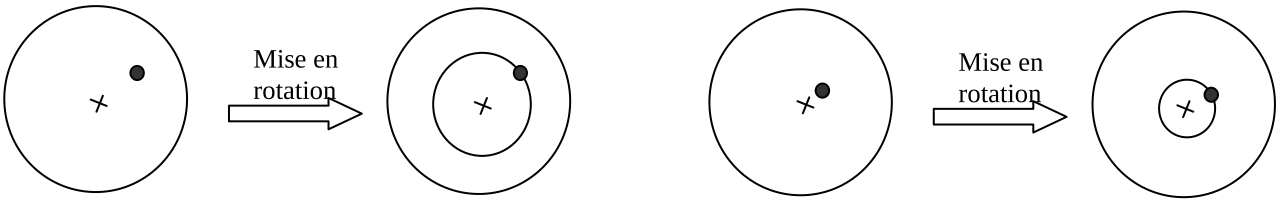
a. Exemples :

Questions élèves : Donner des exemples de mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe dans la vie de tous les jours ?

Les aiguilles d'une montre, l'hélice d'un hélicoptère, le tambour d'une machine à laver, une porte…

b. Expérience prof :

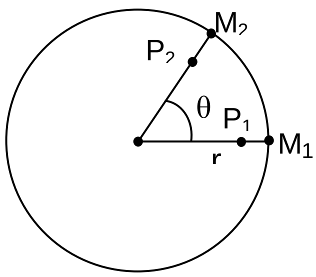
Considérons un tourne disque, on repère un point par une pastille colorée. Au cours de la rotation, la pastille coloré décrit un cercle. Si on déplace la pastille colorée sur le tourne disque, la trajectoire reste un cercle, d'un diamètre différent.



Si on place la pastille au centre du tourne disque, elle reste immobile.

c. Définitions :

- Lorsqu'un solide est en rotation autour d'un axe fixe, les points de ce solide situés sur l'axe **restent immobiles**.
- Chaque point du solide décrit un cercle centré sur l'axe dans un plan perpendiculaire à celui-ci.
- L'angle θ décrit entre deux instants donnés est le même pour tous les points du solide, c'est **l'angle de rotation du solide**.



2) Vitesse angulaire :

Au cours d'une rotation, plus un point est éloigné de l'axe, plus la longueur de l'arc décrit est grande : $\overset{\frown}{M_1M_2} > \overset{\frown}{P_1P_2}$ car M plus loin de l'axe que P.

Les **points du solide n'ont donc pas la même vitesse**.

En revanche, ils décrivent tous le même angle, il est donc intéressant de **caractériser le mouvement par la rapidité de la variation de cet angle**.
Pour cela on utilise la notion de **vitesse angulaire**.

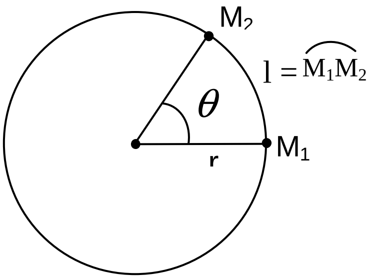
D'où : $\boxed{\omega_{moy} = \dfrac{\theta}{\Delta t}}$

- ω_{moy} :Vitesse angulaire moyenne ($rad.s^{-1}$)
- θ : Angle de rotation (rad)
- Δt : Durée de la rotation (s)

Pour avoir la vitesse angulaire instantanée, on procède comme pour une vitesse, on prend la vitesse angulaire moyenne entre deux instants très proches.

3) Relation entre vitesse et vitesse angulaire :

Dans un cercle, nous connaissons la relation :



En faisant un parallèle avec le fait que le périmètre d'un cercle se calcule par 2π (angle : 360°) * r (rayon du cercle) :

$$\boxed{l = r\theta}$$

D'où $\boxed{V = \frac{l}{\Delta t} = \frac{r * \theta}{\Delta t} = r * \omega}$

ω :Vitesse angulaire (rad.s^{-1})
r : Distance du point à l'axe de rotation (m)
V : vitesse (m.s^{-1})

Rappel :
Pour passer d'un angle en degré à un angle en radian :
2Π radian correspond à 360°

Exercice n° 23 et 25 p 45 et 46

Matériel : Disque monté sur moteur
Pastilles colorées