

### Sommaire

- 1. Introduction
- 2. Solide ou repère de référence - Référentiel
- 3. Notion de mouvement
- 4. Notion de trajectoire
- 5. Applications

### 1. INTRODUCTION

La **cinématique** est la partie de la mécanique qui permet d'étudier et de décrire les mouvements des corps, d'un point de vue purement mathématique, indépendamment des causes qui les produisent. Les grandeurs étudiées s'appellent mouvement, déplacement, trajectoire, vitesse et accélération. Le mot cinématique dérive du grec *kinema*, qui signifie mouvement.

La cinématique présente deux types d'applications. La première voie est orientée vers l'analyse des grandeurs cinématiques liées aux mécanismes et aux machines. Son but est de définir la géométrie et les dimensions des pièces ou composants, tout en remarquant que la géométrie retenue a une influence sur les efforts engendrés. Exemples : engrenages, transmissions diverses, cames, etc. La deuxième voie est celle de la dynamique et de l'énergétique qui, pour déterminer les mouvements à partir des efforts qui les produisent, fait largement appel aux grandeurs de la cinématique.

La cinématique, combinée à l'étude des actions mécaniques, permet l'application du principe fondamental de la dynamique (chapitre étudié en quatrième année).

**Remarque** : en cinématique, les solides étudiés sont supposés indéformables. Un solide peut être défini comme un ensemble de points dont les distances respectives restent inchangées au cours du temps.

## 2. SOLIDE OU REPÈRE DE RÉFÉRENCE - RÉFÉRENTIEL

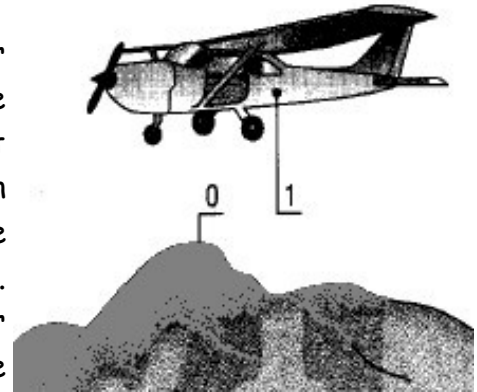
### 2.1 Repère et solide de référence

En cinématique, le mouvement d'un solide peut être défini par rapport à un autre solide choisi comme référence et appelé solide de référence.

Un repère de référence est un repère d'espace (exemples : repères cartésiens  $(O ; x, y)$  ou  $(O ; x, y, z)$ ) lié ou « collé » au solide de référence, permettant de repérer avec précision la position et le mouvement du solide.

#### Exemple

Si l'on considère le mouvement de l'avion (1) par rapport au sol (0), noté  $M_{1/0}^v$ , le sol est le solide de référence. Un observateur, immobile au sol, voyant l'avion évoluer dans le ciel, peut servir d'origine à un repère de référence lié à (0).  $M_{0/1}^v$  définit le mouvement inverse, l'avion est le solide de référence. Le pilote, immobile dans l'appareil, voit le sol défilier sous ses yeux et peut servir d'origine à un repère de référence lié à (1).



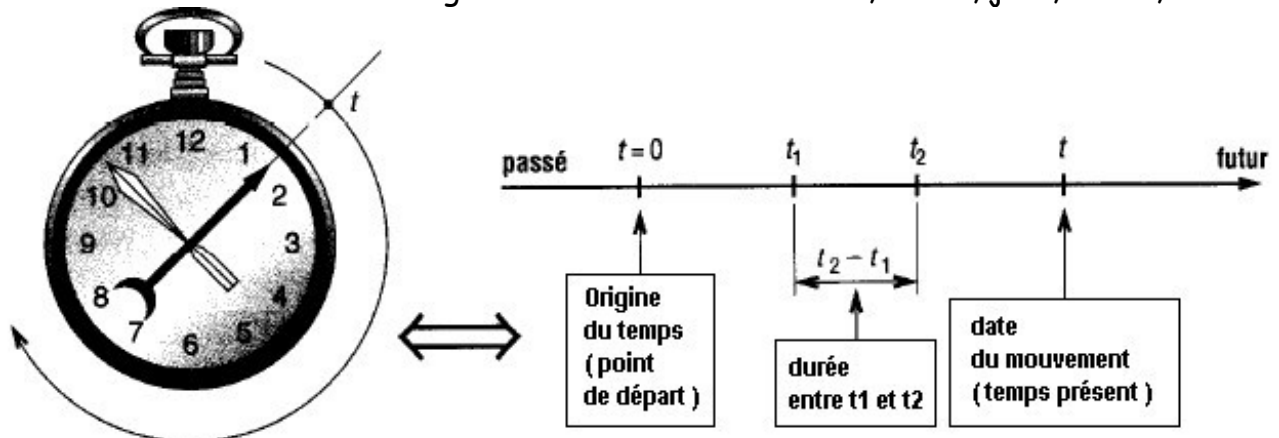
### 2.2 Repère de temps

En mécanique classique, le temps est considéré comme absolu et uniforme. Chaque moment, chaque fragment de temps est identique au suivant.

Le temps peut être schématisé par une droite, orientée du passé vers l'avenir, avec au besoin une origine des temps ( $t = 0$ ). L'image équivalente de cet espace est une montre ou un chronomètre. La lettre  $t$ , appelée date, symbolise un point de cet espace.

Unité : la seconde, symbole  $s$ , est l'unité de base légale (unité SI) du temps.

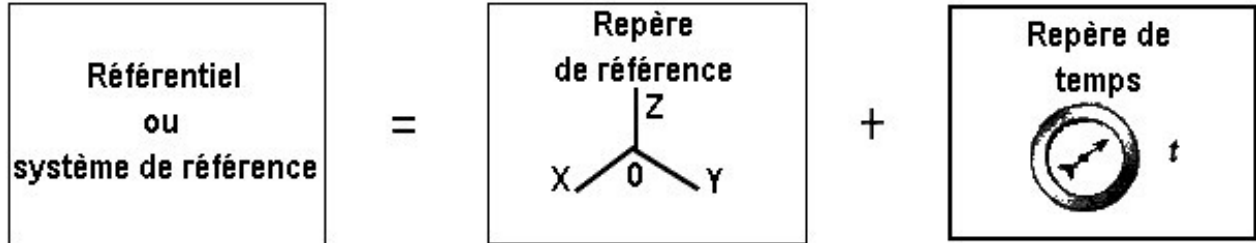
Les autres unités usuelles sont également utilisables : minute, heure, jour, année, etc.



### 2.3 Système de référence ou référentiel

Un système de référence est l'addition ou la combinaison d'un repère de référence et d'un repère de temps.

Remarque : en cinématique, le mouvement des solides sera défini par rapport à un système de référence.



## 3. NOTION DE MOUVEMENT

Les différents points du sol et les corps immobiles, c'est-à-dire : les immeubles, les arbres, les pylônes... constituent un système invariable. En effet, les distances qui les séparent entre eux ne changent pas. Ce système invariable sera considéré comme « système de référence ».

Observons un piéton dans la rue. A chaque instant (admettons à chaque seconde), le piéton se trouve à une distance différente d'un point fixe du système de référence, par exemple : un arbre planté dans la rue.

Observons encore une voiture sur la route. Après chaque seconde, elle se trouve à une distance différente d'un point fixe du système de référence, par exemple: un panneau indicateur.

Nous pouvons admettre que le piéton qui marche, la voiture qui roule, etc... sont à chaque instant à une distance différente d'un point fixe du système de référence. Nous disons que le piéton, la voiture... sont en mouvement car les distances varient constamment.

### 3.1 Définition

---

---

---

---

## 3.2 Type de mouvement

### a) Mouvement continu

Observons une voiture qui roule sur l'autoroute Liège-Bruxelles. Elle roule toujours dans le même sens. Elle « continue » son mouvement vers Bruxelles.

Examinons l'aiguille des secondes d'une montre. Elle tourne toujours dans le même sens. Son mouvement est continu.

Un mouvement est continu lorsqu'il a lieu dans le même sens pendant toute sa durée.

### b) Mouvement alternatif

La pointe de l'outil d'un étau limeur se déplace vers l'avant pour la coupe et vers l'arrière pour le retour. L'outil parcourt toujours le même espace. On dit que son mouvement est alternatif.

Un balancier de pendule oscille d'un certain angle (ou d'un certain arc de cercle, de gauche à droite et de droite à gauche). Son mouvement est alternatif.

Un mouvement est alternatif lorsqu'il a lieu tantôt dans un sens et tantôt dans le sens contraire suivant la même trajectoire.

### 3.3 Mouvements particuliers de solides

Famille de mouvement	Mouvement particulier	Exemple	Définition
Translation	Translation quelconque	<p>Trajectoires de B C A</p> <p><math>(\vec{x}_0, \vec{AC}) = 0^\circ</math> (constant)</p>	Un solide est en translation dans un repère R si n'importe quel bipoint (AB) du solide reste parallèle à sa position initiale au cours du mouvement.
	Translation rectiligne	<p>Funiculaire</p> <p>Direction de la translation</p> <p><math>\theta</math> (constant)</p>	Tous les points du solide se déplacent suivant des lignes parallèles entre elles.
	Translation circulaire	<p>Trajectoires de C A B</p> <p>Nacelle</p> <p><math>(\vec{x}_0, \vec{AB}) = 90^\circ</math> (constant)</p>	Tous les points du solide se déplacent suivant des courbes géométriques identiques ou superposables.
Rotation	Rotation	<p>Points de (S) fixes sur l'axe <math>(O, \vec{z}_0)</math></p>	Tous les points du solide décrivent des cercles concentriques centrés sur l'axe du mouvement.
Mouvement plan	Mouvement plan		Tous les points du solide se déplacent dans des plans parallèles entre eux.

A chaque instant, le piéton ou la voiture se trouvent à des endroits différents étant donné qu'ils sont à des distances différentes par rapport à un point fixe du système de référence.

Nous pouvons marquer d'un point chaque position du corps en mouvement et constituer ainsi la ligne décrite par le mobile ( le piéton, la voiture...). Cette ligne est appelée trajectoire.

### 4.1 Définition

---

---

---

---

### 4.2 Types de trajectoires

Par quelques exemples, essayons de discerner certains types de trajectoires particulières .

#### a) Trajectoire rectiligne

Lorsque vous soulignez un titre, la pointe du crayon décrit, grâce au support de la latte une ligne droite. La trajectoire du crayon est rectiligne.

La mâchoire mobile d'un étau parallèle décrit, lorsqu'elle est manoeuvrée, une trajectoire rectiligne car elle se déplace suivant une droite.

La trajectoire d'un point mobile est rectiligne lorsqu'il se déplace suivant une droite.

#### b) Trajectoire circulaire

Un point A quelconque d'une poulie qui tourne autour de son axe décrit une circonférence. La trajectoire du point est circulaire.

La poignée de la manivelle d'un treuil qui lève une charge décrit une trajectoire circulaire.

La trajectoire d'un point mobile est circulaire lorsqu'il se déplace suivant une circonférence.

#### c) Trajectoire cycloïdale

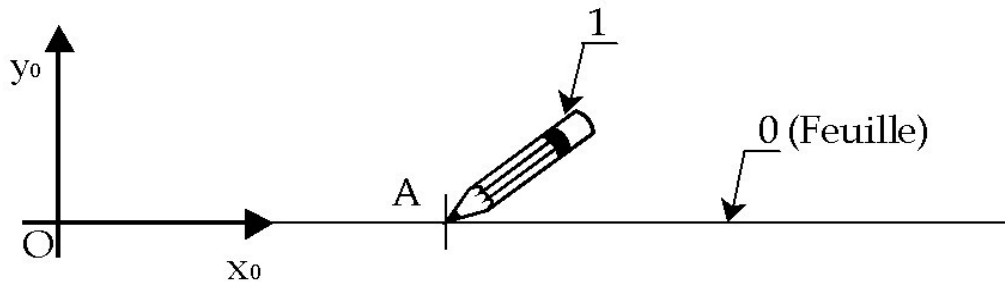
Un point quelconque marqué sur le pneu d'une voiture en mouvement décrit, une trajectoire cycloïdale. Elle est la conséquence d'un mouvement circulaire provoquant en même temps un mouvement rectiligne.

#### *d) Trajectoire parabolique*

Une bille est lancée sur une table (horizontale). Son centre décrit tout d'abord une trajectoire rectiligne. Il profite du support de la table. Lorsque la bille quitte la table, son centre continue vers l'avant tout en se rapprochant du sol (vers lequel elle est attirée). La bille tombe, mais pas verticalement. Le centre de la bille décrit une courbe appelée « parabole ».

Un jet d'eau sortant horizontalement d'une fontaine décrit une trajectoire parabolique. La trajectoire d'un point mobile est parabolique lorsqu'il décrit une courbe appelée parabole.

1. Déterminer la trajectoire du point A appartenant à 1 par rapport au repère 0.

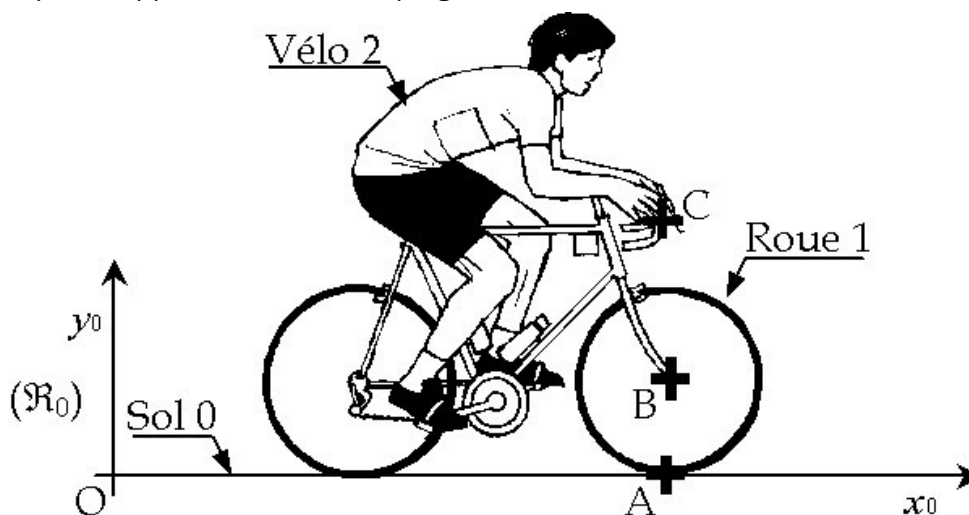


2. Soit une bicyclette en mouvement par rapport à un repère  $R_0$  considéré comme un repère fixe.

Soit A le point de contact entre la roue 1 et le sol 0.

Soit B le centre de l'articulation entre la roue 1 et le cadre 2.

Soit C un point appartenant à une poignée de frein.



Déterminer et tracer les trajectoires suivantes :

$T_{C \in 2/0}$  :

$T_{B \in 2/0}$  :

$T_{A \in 2/0}$  :

$T_{B \in 1/2}$  :

$T_{A \in 1/2}$  :

$T_{B \in 1/0}$  :

$T_{A \in 1/0}$  :



3. Déterminez le mouvement de l'individu A par rapport au sol et par rapport à l'escalator. Le repère  $R_0$  est lié au sol.

