

<i>Séquence 2</i>	Etude du mouvement d'un solide
-------------------	---------------------------------------

A. Poser le cadre d'étude

- A.1. Choix du système P1
- A.2. Choix du référentiel P1

B. Quelques mouvements simples

- B.1. La trajectoire P2
- B.2. Le mouvement uniforme, ralenti ou accéléré P2

C. Vitesse et accélération

- C.1. Vitesse et accélération moyennes P3
- C.2. Vitesse et accélération instantanées P4

A. Poser le cadre d'étude

A.1. Choix du système

♦ **Le système est l'objet d'étude.** Pour simplifier l'étude, cet objet sera assimilé à un point matériel (en général le centre de masse ou centre d'inertie) de masse « m » .
 Le système est généralement noté entre { }.

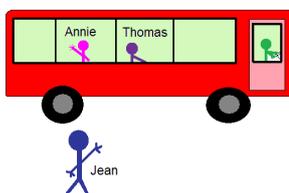
A.2. Choix du référentiel

▪ Pour pouvoir étudier la position d'un objet au cours du temps donc son mouvement, il faut définir un référentiel d'étude.

Le référentiel est donc un repère spatial qui nous permet de repérer la position d'un objet au cours du temps. En 1^{ère} on se restreint à l'utilisation de 3 référentiels particuliers :

- **Le référentiel terrestre** est le référentiel lié au sol terrestre. Par extension, tout objet immobile par rapport au sol terrestre définit un référentiel terrestre.
- **Le référentiel géocentrique** est lié au centre de la Terre et est indépendant de la rotation de celle-ci.
- **Le référentiel héliocentrique** (ou référentiel de Copernic) est lié au centre du Soleil (peu utilisé)

▪ Suivant un observateur, un même objet peut être soit en mouvement, soit immobile



Exemple :

- Dans le référentiel terrestre Annie est en mouvement
- Dans le référentiel lié au bus, Annie est immobile

♦ Pour décrire le mouvement d'un objet, il faut préciser par rapport à quel corps de référence s'effectue l'étude. **Le corps de référence choisi est appelé « référentiel »**

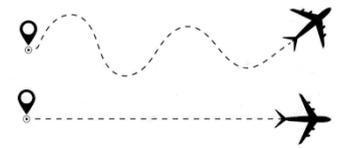
♦ L'état de mouvement ou de repos d'un corps dépend du référentiel choisi. On dit que le mouvement d'un système est relatif au référentiel : **c'est la relativité du mouvement.**



B. Quelques mouvements simples

▪ Pour étudier les corps en mouvement, on utilise la technique de la chronophotographie : *technique qui consiste à enregistrer sur un même film photographique, les images successives d'un corps en mouvement, à des intervalles de temps réguliers, par exemple toutes les 1/10 de seconde.*

↳ La chronophotographie va permettre de caractériser **la vitesse du corps** en mouvement ainsi que **sa trajectoire**



B.1. La trajectoire

▪ La trajectoire d'un objet en mouvement est la courbe formée par l'ensemble des positions successives de ce point

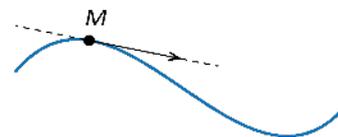
- ♦ Si la trajectoire est une droite, **le mouvement est dit rectiligne**
- ♦ Si la trajectoire est un cercle (ou arc de cercle), **le mouvement est dit circulaire**
- ♦ Si la trajectoire est quelconque, **le mouvement est dit curviligne**



Trajectoire	rectiligne	circulaire	parabolique	elliptique
Représentation				

Remarque :

- La trajectoire d'un point en mouvement dépend du référentiel d'étude.
- La direction du mouvement est la droite tangente à la trajectoire.



B.2. Le mouvement uniforme, accéléré ou ralenti

▪ Sur une chronophotographie, en étudiant la distance entre 2 positions successives de l'objet, on peut caractériser sa vitesse

Si l'espace entre les différentes positions de l'objet est le même	Si l'espace entre les différentes positions de l'objet augmente	Si l'espace entre les différentes positions de l'objet diminue
La vitesse de l'objet est constante (car le système a parcouru une même distance pendant une même durée)	La vitesse de l'objet augmente (car le système a parcouru une distance de plus en plus grande pendant une même durée)	La vitesse de l'objet diminue (car le système a parcouru une distance de plus en plus petite pendant une même durée)
Le mouvement est dit uniforme	Le mouvement est dit accéléré	Le mouvement est dit ralenti

C. Vitesse et accélération

C.1. Vitesse et accélération moyennes

La vitesse moyenne	L'accélération moyenne
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour caractériser le mouvement d'un objet, on a besoin de connaître sa vitesse : on peut donner sa vitesse moyenne 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'accélération d'un véhicule indique comment évolue la vitesse d'un système au cours du temps. <p><i>Si l'accélération est nulle</i> : la vitesse est constante <i>Si l'accélération est positive</i> : la vitesse augmente <i>Si l'accélération est négative (on parle de décélération)</i> : la vitesse diminue</p>
<p>Une vitesse s'exprime en m/s $1 \text{ m.s}^{-1} = 3,6 \text{ km.h}^{-1}$</p>	<p>Une accélération s'exprime en m.s^{-2} $1 \text{ m.s}^{-2} = 1 \text{ m/s}^2 = \frac{1 \text{ m/s}}{\text{s}}$</p>
<p>Exemple : <i>Une vitesse de 3 m.s^{-1} (= 3 m/s) signifie que la distance du véhicule augmente de 3 m toutes les secondes</i></p>	<p>Exemple : <i>Une accélération de 3 m.s^{-2} (= $3 \text{ m.s}^{-1}/\text{s}$) signifie que la vitesse du véhicule augmente de 3 m.s^{-1} toutes les secondes</i> <i>Une accélération de -3 m.s^{-2} signifie que la vitesse du véhicule diminue de 3 m.s^{-1} toutes les secondes</i></p>
<p>♦ La vitesse moyenne d'un solide est le quotient de la distance parcourue d par la durée Δt du trajet</p> $v_{\text{moy}}(\text{m.s}^{-1}) = \frac{d(\text{m})}{\Delta t(\text{s})}$	<p>♦ L'accélération moyenne d'un solide est le quotient de la variation de la vitesse Δv par la durée Δt de cette variation</p> $a_{\text{moy}}(\text{m.s}^{-2}) = \frac{\Delta v(\text{m.s}^{-1})}{\Delta t(\text{s})}$
<p>Exemple :</p>  <p><i>Une voiture parcourt 200 km (=200 000 m) en 2h10min (=7800s) :</i></p> $v_{\text{moy}} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{200000}{7800} = 25,6 \text{ m.s}^{-1}$ $v_{\text{moy}} = 92,3 \text{ km.h}^{-1}$	<p>Exemple : <i>une voiture passe de 50 km.h^{-1} à 90 km.h^{-1} en 4 s</i></p> $\Delta v = 90 - 50 = 40 \text{ km.h}^{-1} = 11,1 \text{ m.s}^{-1}$ $a_{\text{moy}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{11,1}{4} = 2,8 \text{ m.s}^{-2}$ <p><i>Si la voiture passe 90 km.h^{-1} à 50 km.h^{-1} en 4 s, on a alors $a_{\text{moy}} = -2,8 \text{ m.s}^{-2}$</i></p>

C.2. Vitesse et accélération instantanées

La vitesse ou l'accélération moyennes d'un automobiliste ne donne aucune indication sur les changements d'allures que le véhicule a subi au cours du voyage. Pour respecter les limitations de vitesse, le conducteur doit savoir sa vitesse à chaque instant (= vitesse instantanée) qui est donnée par le compteur de vitesse.

Etude d'un document ponctué

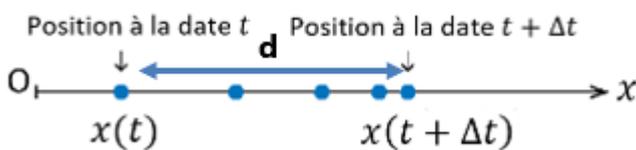
En physique on utilise des documents ponctuéés obtenus par chronophotographie pour déterminer des vitesses et accélérations instantanées (voir les activités expérimentales et dirigées)

Utilisation d'équations horaires

- En mathématiques, la grandeur y varie en fonction de x : on a alors une fonction $y(x)$.
- Les grandeurs physiques (position d'un objet, vitesse ou accélération de cet objet) varient, elles, en fonction du temps t : on a les fonctions $x(t)$, $y(t)$, $d(t)$, $v(t)$ ou $a(t)$

On parle alors d'«**équations horaires du mouvement**»

Etudions un mouvement rectiligne



On considère un point M en mouvement le long d'un axe (Ox) . À la date t il occupe la position de coordonnée $x(t)$ et à la date $t + \Delta t$ il occupe la position $x(t + \Delta t)$.

→ Posons $d = x(t + \Delta t) - x(t)$, la distance qu'il a parcourue pendant la durée Δt .

Sa vitesse moyenne vaut : $v_{x,moy} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{x(t+\Delta t)-x(t)}{\Delta t}$

Plus la durée Δt est courte, plus cette vitesse moyenne tend vers la valeur de la vitesse à la date t . Celle-ci vaut donc : $v_x(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t+\Delta t)-x(t)}{\Delta t}$

On peut alors écrire, par définition mathématique : $v_x(t) = \frac{dx}{dt}(t)$

De même, on peut montrer : $a_x(t) = \frac{dv_x}{dt}(t)$

La vitesse instantanée	L'accélération instantanée
<p>♦ L'équation horaire de la vitesse $v_x(t)$ est obtenue par dérivée de l'équation horaire de la position $x(t)$</p> $v_x(t) = \frac{dx}{dt}(t)$	<p>♦ L'équation horaire de l'accélération $a_x(t)$ est obtenue par dérivée de l'équation de la vitesse $v_x(t)$</p> $a_x(t) = \frac{dv_x}{dt}(t)$
<p>Exemple :</p> <p>Le mouvement rectiligne d'un point est défini par l'équation : $x(t) = 2t^3 - 9t^2 + 12t + 1$</p>	
<p>L'équation horaire définissant la vitesse en fonction du temps est $v(t) = \frac{dx}{dt} = 6t^2 - 18t + 12$</p>	<p>L'équation horaire définissant l'accélération en fonction du temps est $a(t) = \frac{dv}{dt} = 12t - 18$</p>