

MOUVEMENTS ET QUANTITE DE MOUVEMENT

1. Référentiel d'étude

Déf : un référentiel est un objet par rapport auquel est étudié le mouvement d'un système.

Il est muni d'un repère et d'une échelle de temps.

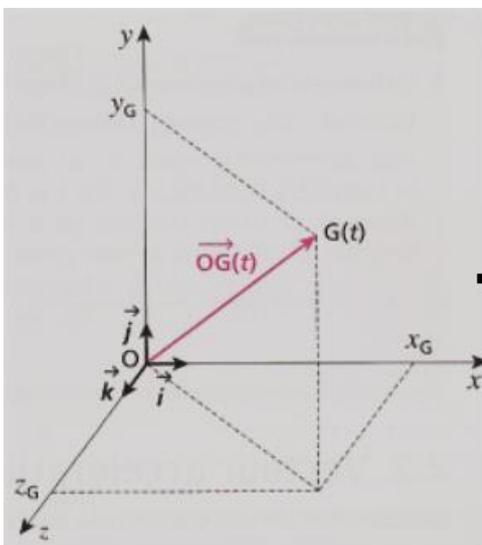
Principaux référentiels :

- le référentiel terrestre lié à un objet fixe par rapport à la Terre
- le référentiel géocentrique lié au centre de la Terre
- le référentiel héliocentrique lié au centre du Soleil

2. Cinématique du point

On se limite aux systèmes de très petite dimension par rapport à leur déplacement (modèle du point matériel) ou à l'étude du centre d'inertie G du système

- Le vecteur position



Dans le repère orthonormé $(O ; i, j, k)$,

$$\vec{OG}(t) = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + z(t)\vec{k}$$

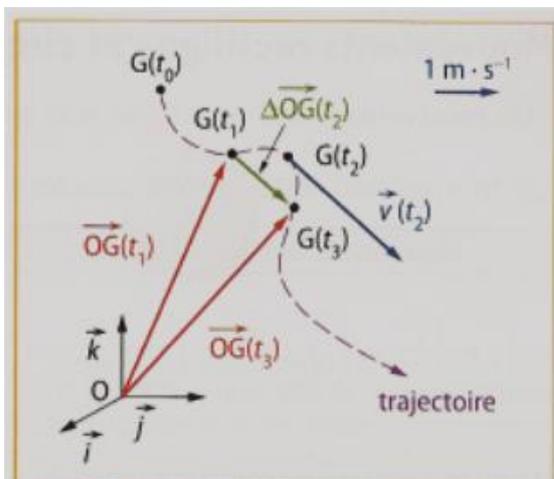
ou, plus simplement, à la date t :

$$\vec{OG}(t) = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

x, y et z sont les coordonnées de G

La trajectoire est l'ensemble des positions occupées au cours du temps par le point mobile. C'est une courbe orientée dans le sens de parcours du système.

- Vecteur vitesse instantanée



Dans le référentiel d'étude, le vecteur vitesse instantanée du point matériel à l'instant est la dérivée du vecteur position de ce point par rapport au temps à la date considérée.

C'est aussi la vitesse moyenne entre deux instants très proches.

Vitesse moyenne :

$$\vec{v}(t_i) = \frac{\vec{OG}(t_{i+1}) - \vec{OG}(t_{i-1})}{t_{i+1} - t_{i-1}} = \frac{\Delta \vec{OG}(t_i)}{\Delta t}$$

Et, lorsque $\Delta t \rightarrow 0$, $\vec{v}(t) = \frac{d\vec{OG}(t)}{dt}$: vitesse instantanée

Dans le repère orthonormé $(O ; i, j, k)$, le vecteur vitesse s'écrit :

$$\vec{v}(t) = v_x \vec{i} + v_y \vec{j} + v_z \vec{k} = \frac{dx(t)}{dt} \cdot \vec{i} + \frac{dy(t)}{dt} \cdot \vec{j} + \frac{dz(t)}{dt} \cdot \vec{k}$$

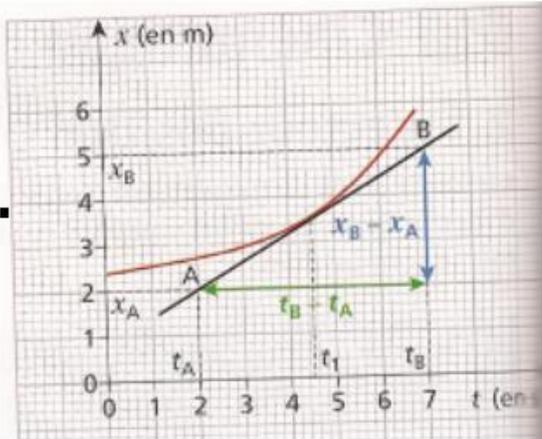
La valeur de la vitesse à un instant t est $v(t) = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$

Vecteur vitesse d'un point mobile G à l'instant t_2 représenté à l'aide d'une échelle

Le vecteur vitesse $v(t)$ d'un point mobile à l'instant t est caractérisé par :

- ✓ Sa direction, la tangente à la trajectoire au point considéré ;
- ✓ Son sens, celui du mouvement à l'instant t ;
- ✓ Sa valeur, exprimée en mètre par seconde ($m.s^{-1}$).

Application : détermination graphique d'une vitesse instantanée :



• Vecteur accélération

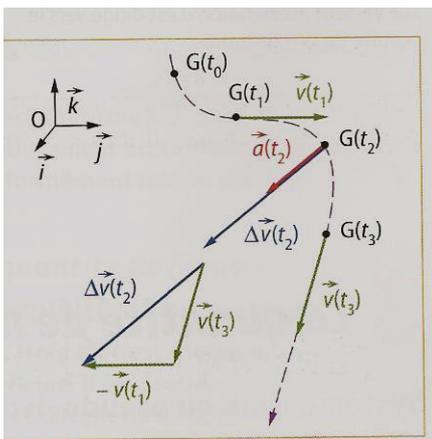


Fig. 5 Le vecteur accélération à l'instant t_2 et le vecteur $\Delta \vec{v}(t_2) = \vec{v}(t_3) - \vec{v}(t_1)$ ont même direction et même sens.

Il caractérise la variation du vecteur vitesse en fonction du temps.

Par analogie avec le vecteur vitesse, on peut déterminer le vecteur accélération moyenne à une date t_i :

$$\vec{a}(t_i) = \frac{\vec{v}(t_{i+1}) - \vec{v}(t_{i-1})}{t_{i+1} - t_{i-1}} = \frac{\Delta \vec{v}(t_i)}{\Delta t}$$

Lorsque $\Delta t \rightarrow 0$, $\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}(t)}{dt}$: accélération instantanée

Dans le repère orthonormé $(O ; i, j, k)$, le vecteur accélération s'écrit :

$$\vec{a}(t) = a_x \cdot \vec{i} + a_y \cdot \vec{j} + a_z \cdot \vec{k} = \frac{dv_x(t)}{dt} \cdot \vec{i} + \frac{dv_y(t)}{dt} \cdot \vec{j} + \frac{dv_z(t)}{dt} \cdot \vec{k}$$

La valeur de la vitesse à un instant t est $v(t) = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$

Le vecteur accélération $a(t)$ d'un point mobile à l'instant t est caractérisé par :

- ✓ Sa direction et son sens, identiques à ceux du vecteur variation de vitesse $\Delta v(t)$;

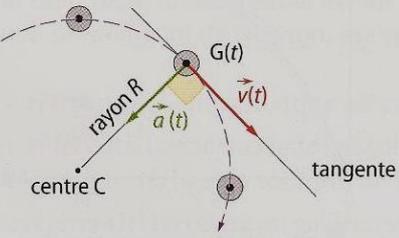
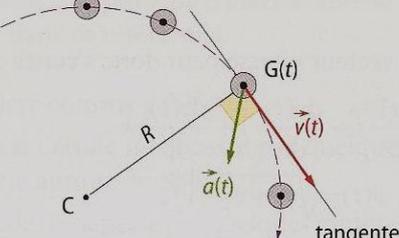
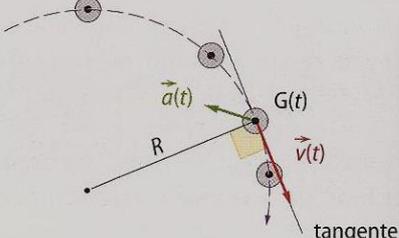
- ✓ Sa valeur $a(t) = \frac{dv(t)}{dt}$, exprimée en $m \cdot s^{-2}$.

• Mouvements particuliers

- ✓ Mouvement rectiligne : la trajectoire est une droite :

Mouvement rectiligne uniforme	Mouvement rectiligne uniformément accéléré	Mouvement rectiligne uniformément ralenti
<p>Le vecteur vitesse \vec{v} est constant au cours du temps : $\vec{v}(t) = \vec{v} = \text{constante}$. $\vec{a} = \vec{0}$ donc $\vec{v} \cdot \vec{a} = 0$.</p>	<p>Le vecteur accélération est constant au cours du temps : $\vec{a}(t) = \vec{a} = \text{constante}$.</p> <p>Les vecteurs \vec{v} et \vec{a} sont de même sens. La valeur de v augmente. $\vec{v} \cdot \vec{a} > 0$.</p>	<p>Les vecteurs \vec{v} et \vec{a} sont de sens opposés. La valeur de v diminue. $\vec{v} \cdot \vec{a} < 0$.</p>

✓ Mouvement circulaire : la trajectoire est un cercle :

Mouvement circulaire uniforme	Mouvement circulaire uniformément accéléré	Mouvement circulaire uniformément ralenti
		
<p>Le vecteur vitesse $\vec{v}(t)$ varie mais sa valeur v reste constante. Le vecteur accélération \vec{a} est dirigé vers le centre de la trajectoire. $\vec{v} \cdot \vec{a} = 0.$</p>	<p>Le vecteur accélération est constant au cours du temps : $\vec{a}(t) = \vec{a} = \text{constante}$. Il est toujours dirigé vers l'intérieur de la trajectoire.</p> <p>La valeur de la vitesse v augmente. $\vec{v} \cdot \vec{a} > 0.$</p>	<p>La valeur de la vitesse v diminue. $\vec{v} \cdot \vec{a} < 0.$</p>

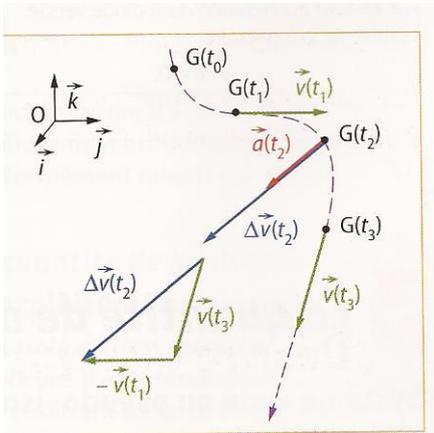


Fig. 5 Le vecteur accélération à l'instant t_2 et le vecteur $\Delta \vec{v}(t_2) = \vec{v}(t_3) - \vec{v}(t_1)$ ont même direction et même sens.

Fig 8

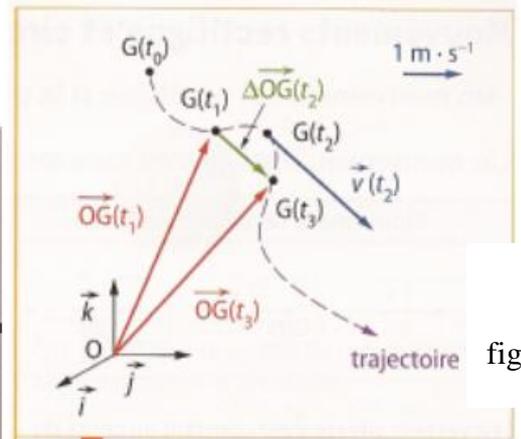
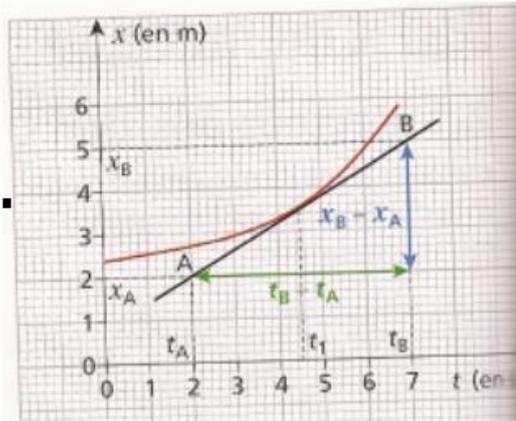


Fig. 3 Vecteur vitesse d'un point mobile G à l'instant t_2 représenté à l'aide d'une échelle

fig 6

Mouvement circulaire uniforme	Mouvement circulaire uniformément accéléré	Mouvement circulaire uniformément ralenti
<p>Le vecteur vitesse $\vec{v}(t)$ varie mais sa valeur v reste constante.</p> <p>Le vecteur accélération \vec{a} est dirigé vers le centre de la trajectoire.</p> <p>$\vec{v} \cdot \vec{a} = 0$.</p>	<p>Le vecteur accélération est constant au cours du temps : $\vec{a}(t) = \vec{a} = \text{constante}$.</p> <p>Il est toujours dirigé vers l'intérieur de la trajectoire.</p> <p>La valeur de la vitesse v augmente.</p> <p>$\vec{v} \cdot \vec{a} > 0$.</p>	<p>La valeur de la vitesse v diminue.</p> <p>$\vec{v} \cdot \vec{a} < 0$.</p>

fig 5

Mouvement rectiligne uniforme	Mouvement rectiligne uniformément accéléré	Mouvement rectiligne uniformément ralenti
<p>Le vecteur vitesse \vec{v} est constant au cours du temps : $\vec{v}(t) = \vec{v} = \text{constante}$.</p> <p>$\vec{a} = \vec{0}$ donc $\vec{v} \cdot \vec{a} = 0$.</p>	<p>Le vecteur accélération est constant au cours du temps : $\vec{a}(t) = \vec{a} = \text{constante}$.</p> <p>Les vecteurs \vec{v} et \vec{a} sont de même sens.</p> <p>La valeur de v augmente.</p> <p>$\vec{v} \cdot \vec{a} > 0$.</p>	<p>Les vecteurs \vec{v} et \vec{a} sont de sens opposés.</p> <p>La valeur de v diminue.</p> <p>$\vec{v} \cdot \vec{a} < 0$.</p>

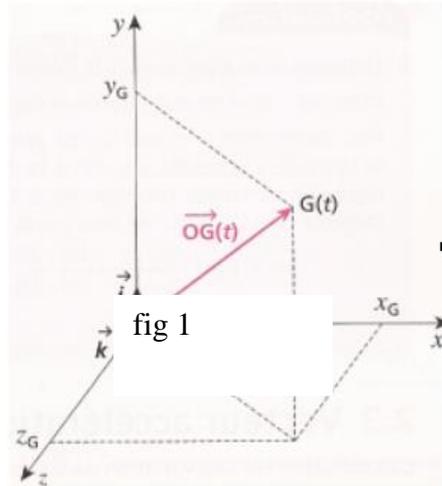


fig 1

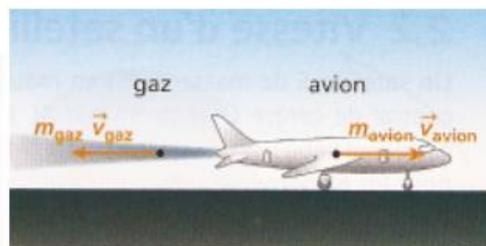


Fig1

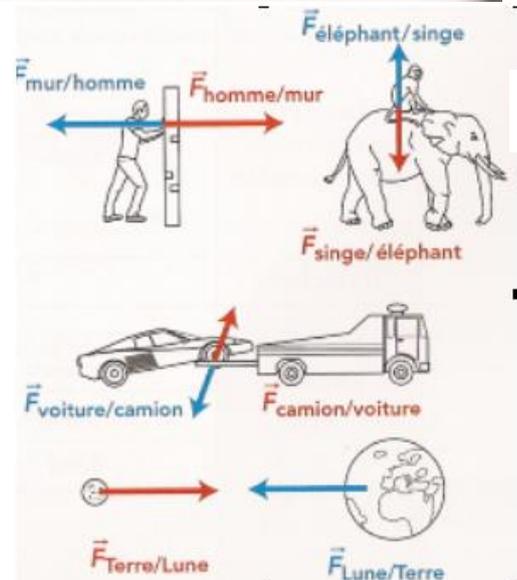


fig7