Chapitre 2

Mouvement dans le plan

2.1 Matière et espace

Objet morceau de matière.

Masse quantité de matière de l'objet. Symboles : m, M. Unité : kg.

Volume portion de l'espace occupée par l'objet. Symbole : V. Unité : m^3.

Masse volumique

$$\varrho = \frac{m}{V} \qquad \text{unité : } \mathrm{kg\,m^{-3}}.$$

Densité

$$d = \frac{\varrho}{\varrho_{\text{eau liquide}}} \qquad \text{unité : -} \qquad \text{(pas d'unité).}$$

Surface Symboles : S, σ. Unité : m^2.

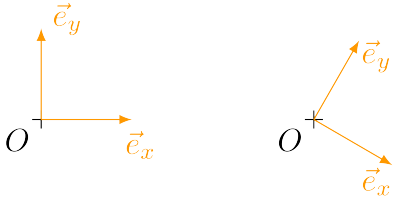
Longueur Symboles : x, r, s, d, L. Unité : m.

2.2 Référentiel, origine, repère fixe

Référentiel un objet de référence par rapport auquel est donné le mouvement d'un objet.

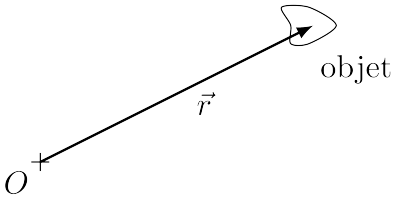
Origine un point lié au référentiel, noté O.

Repère fixe orthonormé Par exemple, un repère horizontal-vertical ou oblique :



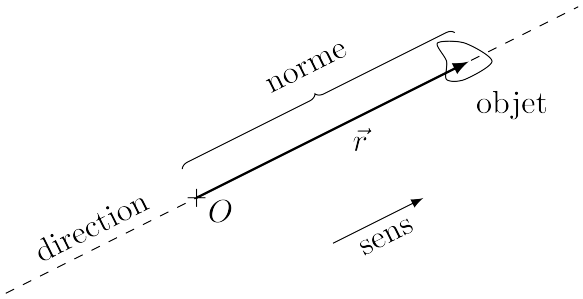
2.3 Vecteur position et temps

Vecteur position vecteur donnant la position de l'objet dans le référentiel.

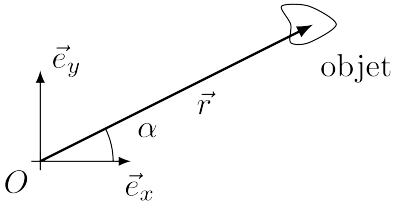


Symbole : $\vec{r}$. Unité : m.

Direction, sens et **norme** de $\vec{r}$:



Décomposition de $\vec{r}$ dans le repère choisi :



$$\vec{r} = x\,\vec{e}_x + y\,\vec{e}_y = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r\cos\alpha \\ r\sin\alpha \end{pmatrix}.$$

$$r = ||\vec{r}|| = \sqrt{x^2+y^2}\,.$$

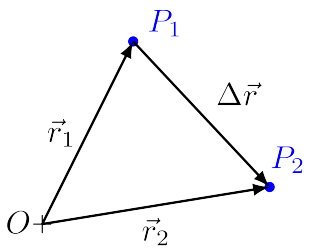
x et y sont les **composantes** de $\vec{r}$ selon le repère $(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y)$.

Temps comparaison de durées.

Symbole : t. Unité : s.

♢Le vecteur position est une fonction du temps : $\vec{r} = \vec{r}(t)$. ⋄

Déplacement comparaison entre deux positions $\vec{r}_1$ et $\vec{r}_2$ d'un objet.



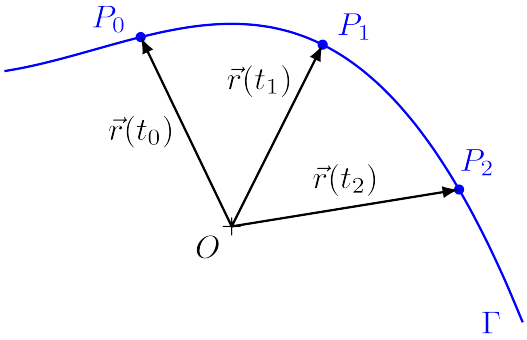
$$\vec{r}_1 = \vec{r}(t_1) \text{ : ancienne position}$$
$$\vec{r}_2 = \vec{r}(t_2) \text{ : nouvelle position}$$
$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 \text{ : déplacement}$$

Symbole : $\Delta\vec{r}$. Unité : m.

Rencontre de deux objets

$$\exists\, t_r\ ,\ \vec{r}_{\text{objet1}}(t_r) = \vec{r}_{\text{objet2}}(t_r)\ .$$

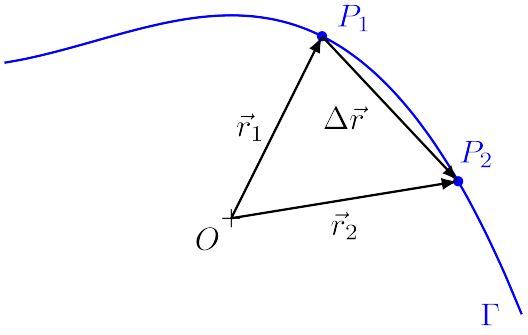
Trajectoire Γ



$$\Gamma = \left\{ P \,|\, \exists\, t\,, \overrightarrow{OP} = \vec{r}(t) \right\}\ .$$

2.4 Vitesse

♢Considérons un objet à deux instants t_1 et t_2. ⋄

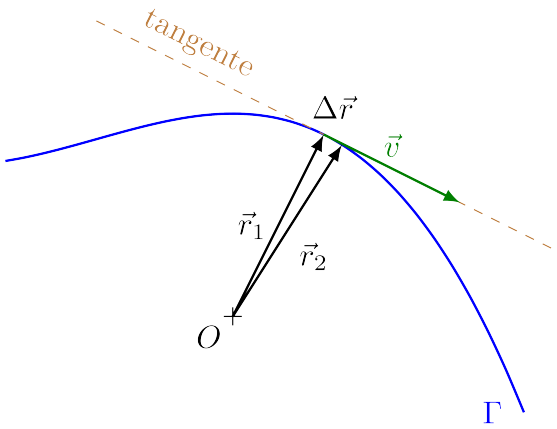


$$\vec{r}_1 = \vec{r}(t_1) \text{ : ancienne position}$$
$$\vec{r}_2 = \vec{r}(t_2) \text{ : nouvelle position}$$
$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 \text{ : déplacement}$$
$$\Delta t = t_2 - t_1 \text{ : durée du déplacement}$$

Vitesse moyenne

$$\vec{v}_{\text{moy}} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} \qquad \text{unité : m s}^{-1}\ .$$

Vitesse (instantanée)



Lorsque $\Delta t \to 0$, $\Delta\vec{r}$ devient vecteur directeur de la tangente à la trajectoire en $\vec{r}_1$.

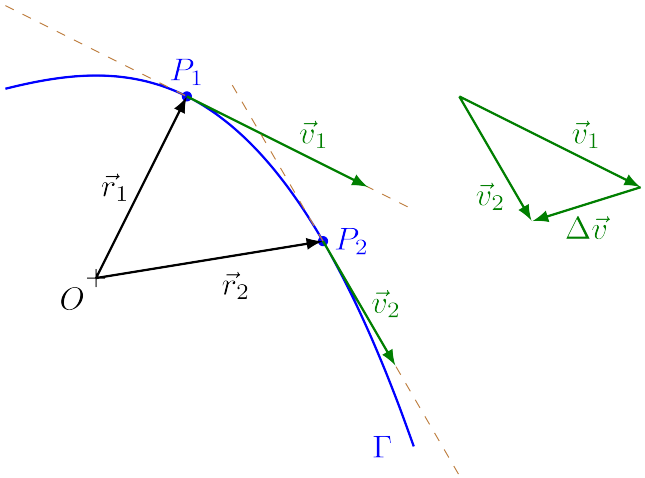
$$\vec{v}(t) = \lim_{\Delta t\to 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t\to 0} \frac{\vec{r}(t+\Delta t) - \vec{r}(t)}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \dot{\vec{r}}(t) \qquad \text{unité : m s}^{-1}\,.$$

♢La vitesse est ⋄
- le taux de variation de la position par rapport au temps ;
- un vecteur (avec une direction, un sens et une norme) ;
- tangente à la trajectoire et dans le sens du mouvement.

♢La vitesse est une fonction du temps : $\vec{v} = \vec{v}(t)$. ⋄

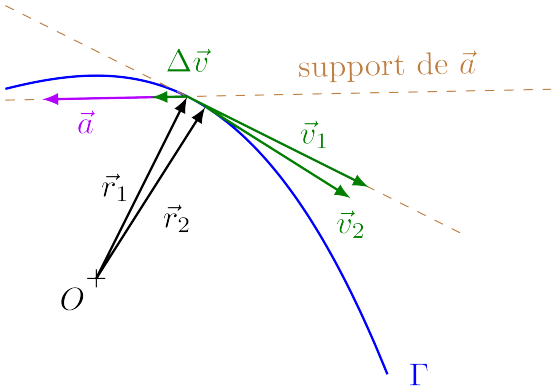
2.5 Accélération

♢Considérons un objet à deux instants t_1 et t_2. ⋄



$\vec{v}_1 = \vec{v}(t_1)$: ancienne vitesse
$\vec{v}_2 = \vec{v}(t_2)$: nouvelle vitesse
$\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$: changement de vitesse
$\Delta t = t_2 - t_1$: durée du déplacement

Accélération (instantanée)



$$\vec{a}(t) = \lim_{\Delta t\to 0} \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t\to 0} \frac{\vec{v}(t+\Delta t) - \vec{v}(t)}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \dot{\vec{v}}(t) \qquad \text{unité : m s}^{-2}\,.$$

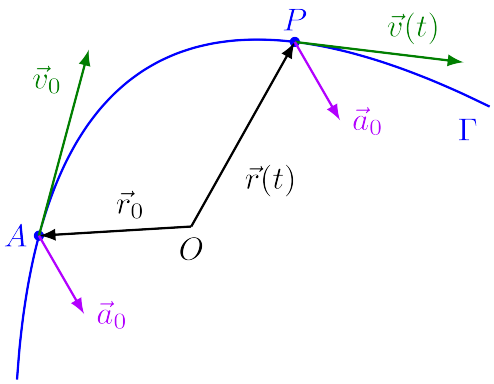
♢L'accélération est ⋄
- le taux de variation de la vitesse par rapport au temps ;
- un vecteur (avec une direction, un sens et une norme) ;
- toujours dirigée vers l'intérieur du virage.

♢L'accélération indique ⋄
- selon la tangente à la trajectoire, un changement dans la norme de la vitesse ;
- selon la normale à la trajectoire, un changement dans la direction de la vitesse.

♢L'accélération est une fonction du temps : $\vec{a} = \vec{a}(t)$. ⋄

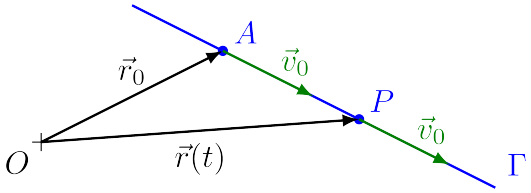
Exemple 2.1. mouvement uniformément accéléré (MUA).
Pour un objet passant par un point A à l'instant t_0 ($\vec{r}(t_0) = \vec{r}_0 = \overrightarrow{OA}$) avec une vitesse $\vec{v}_0$ et dont l'accélération est constante, on a

$$\begin{aligned}
\vec{a}(t) &= \vec{a}_0 = \overrightarrow{\text{cste}}\,,\\
\vec{v}(t) &= \vec{a}_0 \cdot (t - t_0) + \vec{v}_0\,,\\
\vec{r}(t) &= \frac{1}{2}\vec{a}_0 \cdot (t - t_0)^2 + \vec{v}_0 \cdot (t - t_0) + \vec{r}_0\,.
\end{aligned}$$



La trajectoire est alors une **parabole** d'axe parallèle à $\vec{a}_0$. ⋄

Exemple 2.2. mouvement rectiligne uniforme (MRU).
Il s'agit d'un cas particulier de MUA où l'accélération est nulle.



$$\vec{a}(t) = \vec{0}\,,$$
$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0\,,$$
$$\vec{r}(t) = \vec{v}_0 \cdot (t - t_0) + \vec{r}_0\,.$$

◇