

# CHAPITRE 1

## CINEMATIQUE DU POINT

Pr. M. ABD-LEFDIL

Université Mohammed V-Agdal  
Département de Physique  
Faculté des Sciences -Rabat  
Année Universitaire 2011-12  
SVT

# CINEMATIQUE ?

C'est la discipline de la mécanique qui étudie le mouvement des corps, en faisant abstraction des causes du mouvement.

**A-Rappels du mouvement  
unidimensionnel  
(mvt rectiligne)**

Le mouvement d'un objet  $M$  est dit rectiligne si sa trajectoire est une droite.

On pourra alors repérer cet objet  $M$ , au cours du temps, par son abscisse par rapport à une origine  $O$  d'un axe  $OX$ .



$$\vec{OM} = x \vec{i} = r : \text{vecteur position}$$

Rappelons qu'un vecteur est constant si sa direction, son sens et son module sont tous constants

à  $t_1$ , l'objet  $M$  se trouve en  $M_1$ ,  
à  $t_2$ , l'objet  $M$  se trouve en  $M_2$ .

Durant l'intervalle de temps  $[t_1, t_2]$ ,  
l'objet  $M$  s'est déplacé de  $M_1$  vers  
 $M_2$ . On a:

$$\vec{OM}_1 = x_1 \vec{i} \quad \text{et} \quad \vec{OM}_2 = x_2 \vec{i}$$

$$\vec{OM}_2 - \vec{OM}_1 = x_2 \vec{i} - x_1 \vec{i}$$

$$\vec{OM}_2 - \vec{OM}_1 = (x_2 - x_1) \vec{i} = \Delta x \vec{i}$$

$$\vec{M}_1 M_2 = \Delta x \vec{i}$$

Remarque: Ici le vecteur

$\vec{i}$  est constant.

Le vecteur vitesse moyenne est donné par:

$$\vec{V}_{\text{moy}} = \frac{\vec{M}_1 M_2}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \vec{i}$$

Quant au vecteur vitesse instantanée, il est donné par:

$$\vec{V} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{V}_{\text{moy}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta x}{\Delta t} \vec{i} \right)$$

$$\vec{V} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta x}{\Delta t} \right) \vec{i} = \frac{dx}{dt} \vec{i}$$

$$\vec{V} = \frac{d}{dt} (x \vec{i}) = \frac{d}{dt} (\vec{OM})$$

Durant l'intervalle de temps  $[t_1, t_2]$ ,  
La vitesse de l'objet M passe de  
 $V_1$  à  $V_2$ . On a:

$$\vec{a}_{\text{moy}} = \frac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

$$(\Delta \vec{V} // \vec{a}_{\text{moy}})$$

Accélération moyenne:

$$\vec{a}_{\text{moy}} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

$$(\Delta \vec{V} // \vec{a}_{\text{moy}})$$

Accélération instantanée:

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V_x}{\Delta t} \vec{i}$$

$$= \frac{dV_x}{dt} \vec{i}$$

$$= a_x \vec{i} = \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{d\vec{OM}}{dt} \right) = \frac{d^2 \vec{OM}}{dt^2}$$

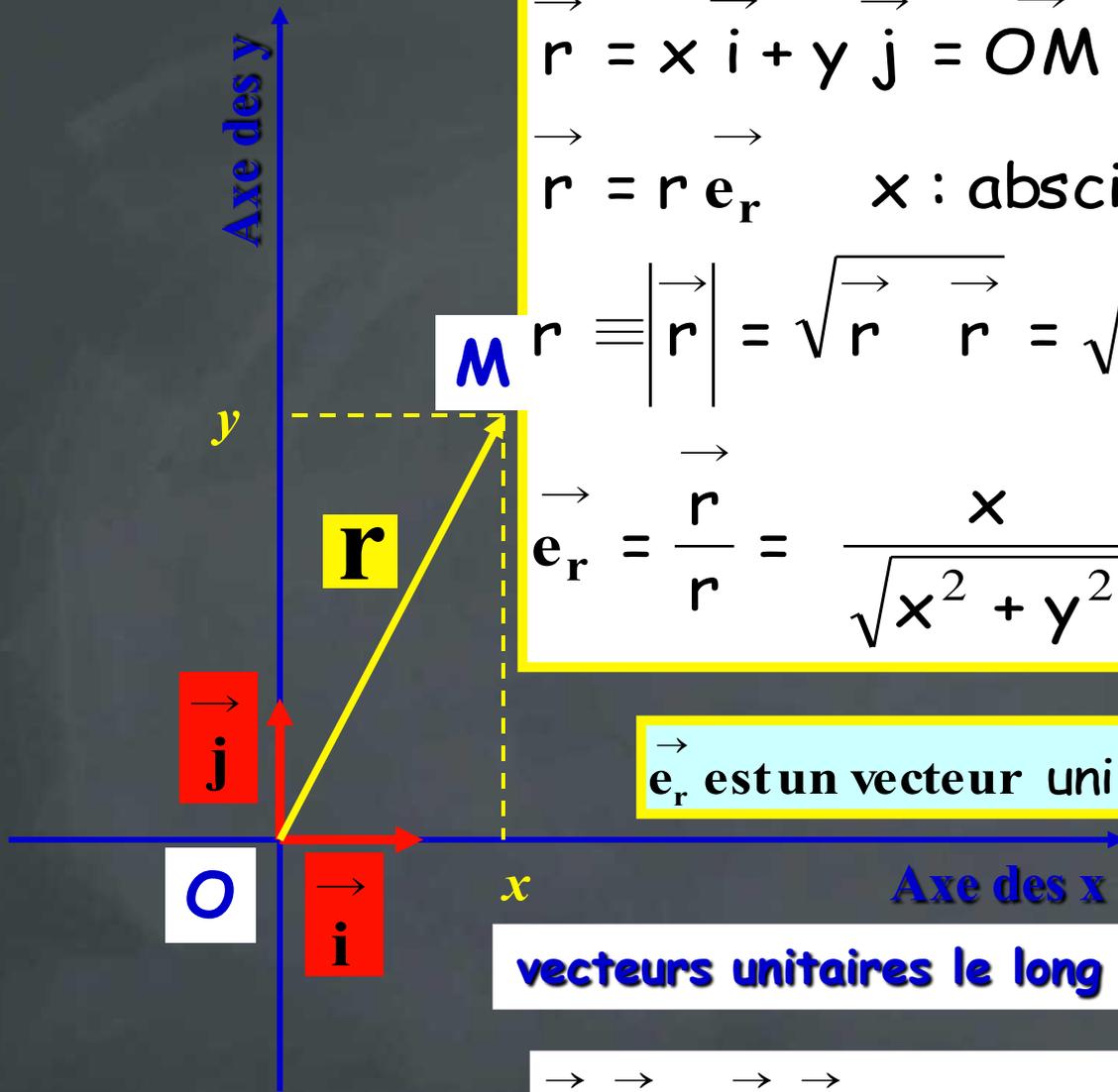
- Si un mvt rectiligne se fait à vitesse constante, on dira qu'il est rectiligne et uniforme.

- Si un mvt rectiligne se fait à accélération constante, on dira qu'il est rectiligne et uniformément varié.

# **B-Mouvement bidimensionnel (ou plan)**

# Vecteurs à 2 Dimensions

# Coordonnées cartésiennes (x,y)



$$\vec{r} = x \vec{i} + y \vec{j} = \vec{OM} : \text{vecteur position}$$
$$\vec{r} = r \vec{e}_r \quad x : \text{abscisse et } y : \text{ordonnée}$$

$$r \equiv |\vec{r}| = \sqrt{\vec{r} \cdot \vec{r}} = \sqrt{x^2 + y^2}$$

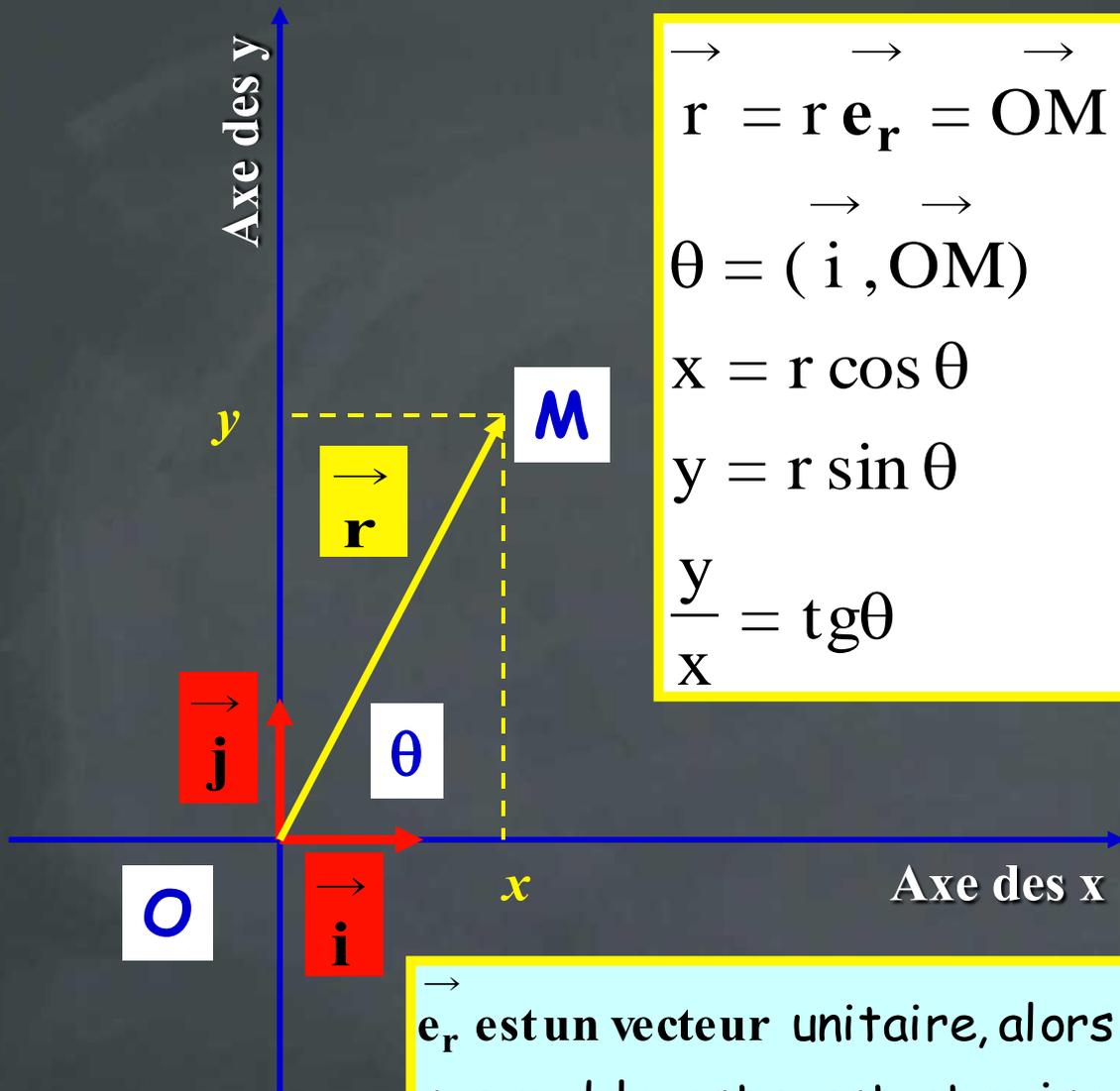
$$\vec{e}_r = \frac{\vec{r}}{r} = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} \vec{i} + \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} \vec{j}$$

$\vec{e}_r$  est un vecteur unitaire, alors  $\vec{e}_r \cdot \vec{e}_r = 1$

vecteurs unitaires le long des axes positifs x et y

$$\vec{i} \cdot \vec{i} = \vec{j} \cdot \vec{j} = 1 \quad \text{et} \quad \vec{i} \cdot \vec{j} = 0$$

# Coordonnées polaires (r, θ)



$\vec{r} = r \vec{e}_r = \vec{OM}$  : vecteur position

$\theta = (\vec{i}, \vec{OM})$

$x = r \cos \theta$

$y = r \sin \theta$

$\frac{y}{x} = \operatorname{tg} \theta$

$\vec{e}_r$  est un vecteur unitaire, alors  $\vec{e}_r \cdot \vec{e}_r = 1$

son module est constant mais pas sa direction et son sens.

# Vecteur Vitesse:

$$\vec{OM}_1 = r_1 = x_1 \vec{i} + y_1 \vec{j}$$

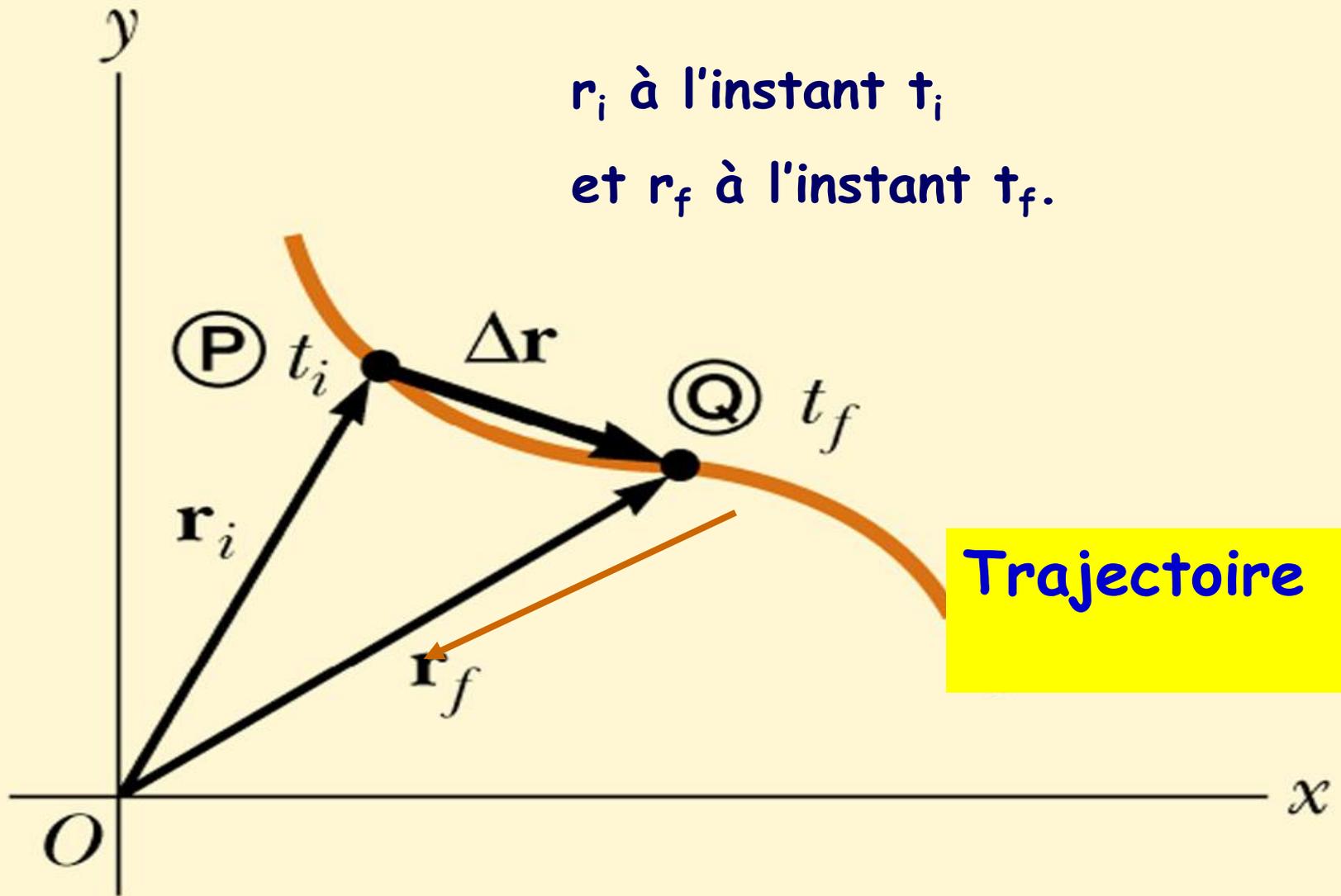
$$\vec{OM}_2 = r_2 = x_2 \vec{i} + y_2 \vec{j}$$

$$\Delta r = \vec{OM}_2 - \vec{OM}_1 = r_2 - r_1$$

$$\begin{aligned} \Delta r &= (x_2 - x_1) \vec{i} + (y_2 - y_1) \vec{j} \\ &= \Delta x \vec{i} + \Delta y \vec{j} \end{aligned}$$

**C'est le  
vecteur  
déplacement**

$r_i$  à l'instant  $t_i$   
et  $r_f$  à l'instant  $t_f$ .



$$\text{On a : } \frac{\Delta \vec{i}}{\Delta t} \text{ et } \frac{\Delta \vec{j}}{\Delta t}$$

Car les 2 vecteurs sont  
Constants.

$$\vec{V}_{\text{moy}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \vec{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t} \vec{j}$$

$$\vec{V}_{\text{moy}} = V_{\text{moy}_x} \vec{i} + V_{\text{moy}_y} \vec{j}$$

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{V}_{\text{moy}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta x}{\Delta t} \vec{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t} \vec{j} \right)$$

$$\vec{V} = \left( \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \right) \vec{i} + \left( \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta t} \right) \vec{j} = \frac{dx}{dt} \vec{i} + \frac{dy}{dt} \vec{j}$$

$$\vec{V} = \dot{x} \vec{i} + \dot{y} \vec{j} = \frac{d}{dt} (x \vec{i} + y \vec{j}) = \frac{d}{dt} (\vec{OM})$$

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V_x}{\Delta t} \vec{i} + \frac{\Delta V_y}{\Delta t} \vec{j}$$
$$= \frac{dV_x}{dt} \vec{i} + \frac{dV_y}{dt} \vec{j}$$

$V_x$  et  $V_y$  sont les composantes du vecteur vitesse.

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} = \frac{dV}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{dOM}{dt} \right) = \frac{d^2 OM}{dt^2}$$

$a_x$  et  $a_y$  sont les composantes du vecteur accélération.

# Caractéristiques du mouvement bidimensionnel

- les mouvements suivant  $X$  et  $Y$  sont indépendants
- Ils peuvent être traités comme 2 problèmes séparés.

Le problème du mouvement plan se ramène à 2 problèmes de mouvements rectilignes simultanés.

- Pour connaître la trajectoire ( $y$  en fonction de  $x$ )
  1. résoudre  $x(t)$  et  $y(t)$  appelées **équations horaires.**
  2. Substituer une Eq. pour avoir  $t$  en fonction de  $x$
  3. Insérer  $t(x)$  dans  $y(t)$  pour avoir  $y(x)$  qu'on appelle **équation cartésienne du mvt.**