Séquence 3	**Vecteurs vitesse et accélération**

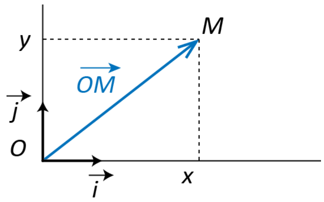
▪ La seule valeur de la vitesse d'un véhicule (ou de son accélération) est insuffisante pour caractériser complétement son mouvement : on a besoin de connaitre la direction, ainsi que le sens du mouvement.

↳ Ces renseignements vont être fournis grâce à un outil mathématique : le vecteur

A. Des vecteurs au service de l'étude d'un mouvement

A.1. Le vecteur position

▪ Pour repérer les positions d'un point en mouvement, le référentiel choisi doit être muni d'un repère dont l'origine O est immobile et les axes (Ox) et (Oy) munis de vecteurs unitaires $\vec{\imath}$ et $\vec{\jmath}$.
La position d'un point M en mouvement est alors donnée par **ses coordonnées** x et y.



♦ On appelle vecteur-position $\overrightarrow{\boldsymbol{OM}}$ le vecteur qui relie l'origine du repère au point M étudié.

On note $\overrightarrow{OM}(x;y) \leftrightarrow \overrightarrow{OM} = x\vec{\imath} + y\vec{\jmath}$

x et y sont **les coordonnées** du point M donc aussi celle du vecteur-position $\overrightarrow{OM}$

Vecteur position $\overrightarrow{\boldsymbol{OM}}$	
Coordonnées du vecteur:	*Norme ou valeur du vecteur:*
$\overrightarrow{\boldsymbol{OM}}\binom{\boldsymbol{x}}{\boldsymbol{y}}$	$\lVert\overrightarrow{\boldsymbol{OM}}\rVert = \boldsymbol{OM}(t) = \sqrt{\boldsymbol{x}(t)^2 + \boldsymbol{y}(t)^2}$

A.2. Le vecteur vitesse

▪ Dans le cas d'un mouvement plan, le vecteur-vitesse possède **deux coordonnées** dont les expressions sont les dérivées des coordonnées de position x et y.

♦ **Le vecteur-vitesse est dérivé du vecteur position :**

Vecteur vitesse $\vec{v}(t) = \dfrac{d\overrightarrow{OM}}{dt}(t)$	
Coordonnées du vecteur:	*Norme ou valeur du vecteur:*
$\vec{v}(t) \begin{cases} v_x = \dfrac{dx}{dt}(t) \\ v_y = \dfrac{dy}{dt}(t) \end{cases}$	$v(t) = \lVert\vec{v}(t)\rVert = \sqrt{v_x(t)^2 + v_y(t)^2}$

Remarque : *Voir comment tracer un vecteur-vitesse avec les activités expérimentales et dirigées*

A.3. Le vecteur accélération

♦ **Le vecteur-accélération** est un vecteur qui traduit la variation du vecteur-vitesse en fonction du temps. **Ses coordonnées sont donc les dérivées de celles du vecteur-vitesse, et donc les dérivées secondes des coordonnées de position.**

Vecteur accélération	
$\vec{a}(t) = \dfrac{d\vec{v}}{dt}(t)$	$\vec{a}(t) = \dfrac{d^2\overrightarrow{OM}}{dt^2}(t)$
Coordonnées du vecteur:	
$\vec{a}(t)\begin{cases} a_x = \dfrac{dv_x}{dt}(t) \\ a_y = \dfrac{dv_y}{dt}(t) \end{cases}$	$\vec{a}(t)\begin{cases} a_x = \dfrac{d^2x}{dt^2}(t) \\ a_y = \dfrac{d^2y}{dt^2}(t) \end{cases}$

Remarque : *Voir comment tracer un vecteur-accélération avec les activités expérimentales et dirigées*

B. Les lois de Newton

▪ Les deux premières lois de Newton telles que nous les abordons au lycée ne sont valables que dans certains référentiels appelés **les référentiels galiléens**.

– pour des expériences de laboratoire usuelles, les référentiels terrestre, géocentrique et héliocentrique peuvent être considérés comme galiléens ;
– tout référentiel en translation rectiligne uniforme par rapport à un référentiel galiléen est lui-même galiléen.

B.1. La 1ère loi de Newton ou « principe d'inertie »

♦ *Dans un référentiel galiléen :*

Si un système est soumis à des forces qui se compensent, alors son centre d'inertie est au repos ou animé d'un mouvement rectiligne uniforme.

Réciproquement : **si un système est au repos ou animé d'un mouvement rectiligne uniforme, il est soumis à des forces qui se compensent.**

Remarque :

- L'expression « les forces se compensent » signifie que la somme vectorielle ou résultante des forces exercées sur le système est égale au vecteur nul, ce que l'on peut écrire symboliquement : $\sum \vec{F} = \vec{0}$

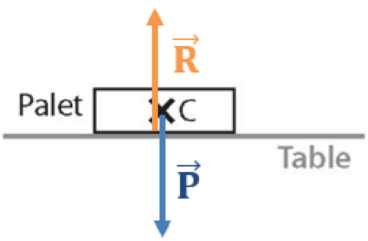
Exemple : *Un palet est posé sur une table. Il est soumis à 2 forces :*

son poids $\vec{P}$ et la réaction du support $\vec{R}$

Le palet est immobile ; D'après la 1ere loi de Newton on a

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$$

$\vec{P}$ et $\vec{R}$ sont 2 forces qui se compensent : les 2 forces ont même direction, même norme et sont de sens opposé



B.2. 2ème loi de Newton ou « relation fondamentale de la dynamique »

♦ *Dans un référentiel galiléen :* **la résultante des forces exercées sur le système est égale au produit de sa masse et du vecteur-accélération de son centre d'inertie :**

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$$

Remarque : *Lorsque le mouvement est rectiligne uniforme* $\vec{v} = \overrightarrow{constante}$.

Il n'y a donc pas d'accélération $\vec{a} = \vec{0}$: $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} = \vec{\mathbf{0}}$

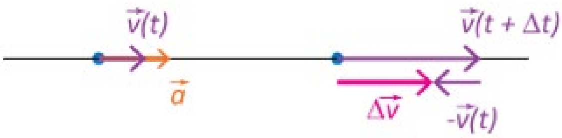
on retrouve alors le principe d'inertie

B.3. Application à quelques mouvements particuliers

Le mouvement rectiligne uniforme

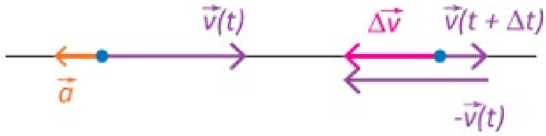
▪ Le mouvement rectiligne uniforme est caractérisé par un vecteur-vitesse constant *(en valeur, direction et sens)*. Le vecteur-accélération est donc nul.

Le mouvement rectiligne accéléré



▪ Le mouvement rectiligne accéléré est caractérisé par un vecteur-vitesse de direction et sens constants mais dont la valeur augmente au cours du temps. Le tracé montre donc que le vecteur-accélération est de même direction et de même sens que le vecteur-vitesse.

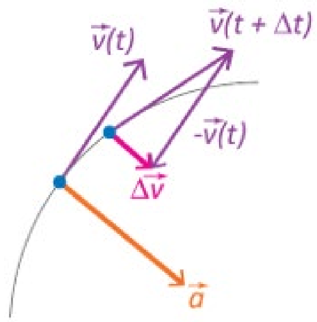
Le mouvement rectiligne « décéléré » ou ralenti



▪ Le mouvement rectiligne décéléré est caractérisé par un vecteur-vitesse de direction et sens constants mais dont la valeur diminue au cours du temps. Le tracé montre donc que le vecteur-accélération est de même direction que le vecteur-vitesse mais de sens opposé.

Le mouvement décéléré est donc un mouvement accéléré particulier, dont le vecteur-accélération est de sens opposé au mouvement.

Le mouvement circulaire uniforme



▪ Le mouvement circulaire uniforme est caractérisé par un vecteur-vitesse de valeur constante mais dont la direction varie au cours du temps. Le tracé montre que le vecteur accélération est alors perpendiculaire au vecteur-vitesse :

Cet exemple montre que le terme « uniforme » n'est pas le contraire de « accéléré », car le mouvement circulaire uniforme est un mouvement accéléré. Le contraire de « accéléré » est en réalité « rectiligne uniforme ».