

Le vecteur vitesse

Cours de sciences physiques - niveau 2de

Dire qu'une voiture roule à 50 km/h ne suffit pas : roule-t-elle tout droit, tourne-t-elle, dans quel sens ? Par ailleurs, pour décrire complètement un mouvement, la **valeur** de la vitesse doit être complétée par une **direction** et un **sens**. Cet ensemble s'appelle le **vecteur vitesse**. Puis ce chapitre apprend à le définir, à le construire à partir d'une chronophotographie et à comprendre ce que révèle sa variation.

L'essentiel : Le vecteur vitesse moyen entre deux positions M_1 et M_3 vaut $\vec{v}_2 = \frac{\overrightarrow{M_1M_3}}{t_3 - t_1}$, en m/s. Il est tangent à la trajectoire, orienté dans le sens du mouvement, de norme égale à la vitesse. Un mobile parcourant 0,20 m en 0,10 s a une vitesse de 2,0 m/s.

Ainsi, ce cours est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Du déplacement au vecteur vitesse

On étudie un système modélisé par un point M , repéré à chaque instant dans un référentiel. Ensuite, une **chronophotographie** (ou un pointage vidéo) donne les positions successives $M_0, M_1, M_2, \dots$ aux instants $t_0, t_1, t_2, \dots$, séparés par une même durée Δt .

DÉFINITION

Par ailleurs, le **vecteur déplacement** $\overrightarrow{M_iM_{i+1}}$ a pour origine M_i et pour extrémité M_{i+1} . Sa valeur est la distance en ligne droite entre les deux positions, exprimée en mètre (m).

Un vecteur est caractérisé par quatre éléments : un **point d'application**, une **direction**, un **sens** et une **valeur** (ou norme). Puis le vecteur déplacement porte donc une information que la simple distance parcourue ne contient pas : l'orientation du mouvement.

Le vecteur vitesse en un point

De plus, la vitesse moyenne entre deux positions voisines se calcule par $v = d \div \Delta t$. De plus, pour définir la vitesse *au point* M_i , on prend un intervalle de temps centré sur l'instant t_i , ce qui donne une meilleure approximation que de prendre l'intervalle qui suit ou précède.

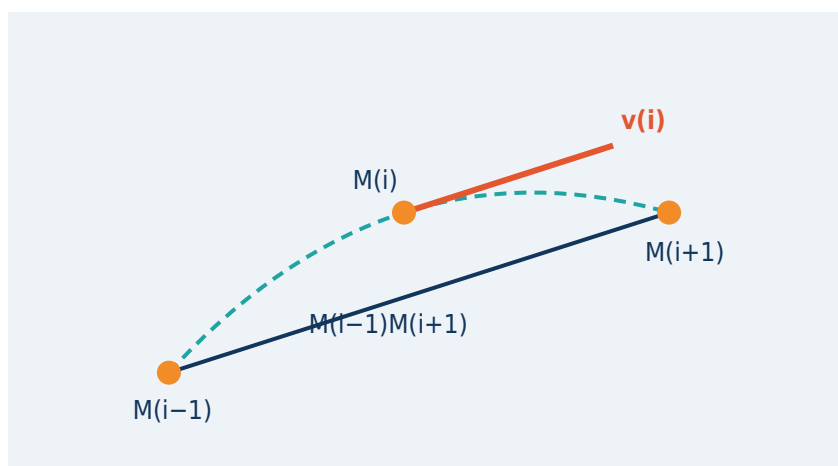
FORMULE À RETENIR

$$\mathbf{v}_i = \mathbf{M}_{i-1}\mathbf{M}_{i+1} \div (\mathbf{t}_{i+1} - \mathbf{t}_{i-1})$$

Le vecteur vitesse $\mathbf{v}_i$ en $\mathbf{M}_i$ est colinéaire au vecteur déplacement $\mathbf{M}_{i-1}\mathbf{M}_{i+1}$. Sa valeur v_i s'exprime en m/s, la durée étant en secondes et la distance en mètres. Quand Δt est petit, sa direction est celle de la **tangente à la trajectoire** en $\mathbf{M}_i$.

PROPRIÉTÉ

Donc, le vecteur vitesse en $\mathbf{M}_i$ a pour : **point d'application** $\mathbf{M}_i$; **direction** la tangente à la trajectoire (ou la droite $\mathbf{M}_{i-1}\mathbf{M}_{i+1}$) ; **sens** celui du mouvement ; **valeur** $v_i = \mathbf{M}_{i-1}\mathbf{M}_{i+1} \div (\mathbf{t}_{i+1} - \mathbf{t}_{i-1})$.



Le vecteur vitesse en $\mathbf{M}(i)$ (rouge) est parallèle au vecteur déplacement $\mathbf{M}(i-1)\mathbf{M}(i+1)$ (bleu), de même sens, et sa valeur vaut ce déplacement divisé par la durée correspondante.

Construire un vecteur vitesse : la méthode

1. Relever les positions et les instants (même Δt entre deux points).
2. Mesurer la distance $\mathbf{M}_{i-1}\mathbf{M}_{i+1}$ sur la figure et la convertir à l'échelle de longueur du document pour obtenir une distance réelle en mètre.
3. Diviser par $\mathbf{t}_{i+1} - \mathbf{t}_{i-1} = 2\Delta t$: on obtient la valeur v_i en m/s.
4. Choisir une **échelle de vitesse**, par exemple 1 cm pour 2 m/s, et calculer la longueur de la flèche.
5. Tracer la flèche en $\mathbf{M}_i$, parallèle à $\mathbf{M}_{i-1}\mathbf{M}_{i+1}$, dans le sens du mouvement.

APPLICATION NUMÉRIQUE

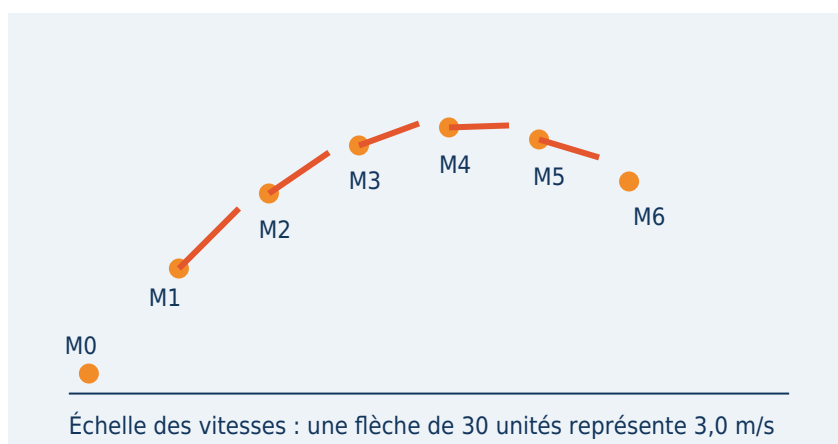
Un mobile en ligne droite est pointé toutes les 0,10 s : $x = 0 ; 0,05 ; 0,20 ; 0,45 ; 0,80 ; 1,25$ m. Ensuite, en $\mathbf{M}_2$ ($\mathbf{t} = 0,20$ s) : $v_2 = (0,45 - 0,05) \div (0,30 - 0,10) = 0,40 \div 0,20 = \mathbf{2,0\ m/s}$. Par ailleurs, en $\mathbf{M}_3$: $v_3 = (0,80 - 0,20) \div 0,20 = \mathbf{3,0\ m/s}$. Avec l'échelle 1 cm pour 1 m/s, les flèches mesurent 2,0 cm puis 3,0 cm, dans le sens du mouvement.

ERREUR FRÉQUENTE

Enfin, le vecteur vitesse n'est pas le vecteur déplacement : l'un se mesure en m/s, l'autre en m. Sa longueur sur le dessin dépend d'une échelle de vitesse, pas de l'échelle des longueurs. Ne confondez pas non plus les deux échelles.

Un exemple en deux dimensions

Une balle lancée est pointée toutes les 0,10 s. Puis les vecteurs vitesse des points M_1 à M_5 sont tangents à la trajectoire et de moins en moins inclinés vers le haut, puis inclinés vers le bas.



Chaque flèche est tangente à la trajectoire ; sa composante horizontale est la même (3,0 m/s), sa composante verticale diminue puis change de signe.

APPLICATION NUMÉRIQUE

Positions (en m) toutes les 0,10 s : $M_0(0 ; 0)$, $M_1(0,30 ; 0,35)$, $M_2(0,60 ; 0,60)$, $M_3(0,90 ; 0,76)$, $M_4(1,20 ; 0,82)$. Ensuite, le déplacement M_2M_4 a pour composantes (0,60 ; 0,22). Donc $v_3 = (0,60 ; 0,22) \div 0,20 = (3,0 ; 1,1)$ m/s. Sa valeur est $\sqrt{(3,0^2 + 1,1^2)} = \sqrt{10,21} \approx 3,2$ m/s.

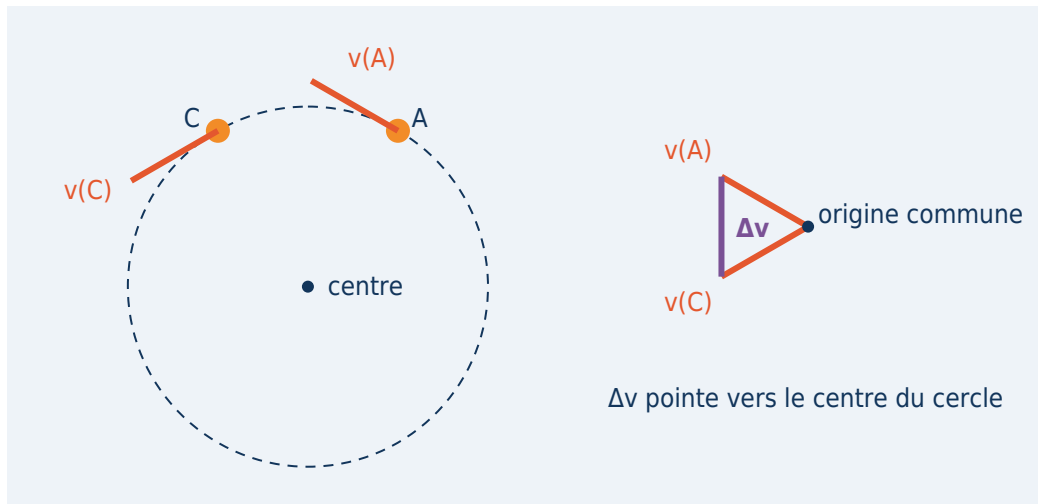
La variation du vecteur vitesse

Ensuite, quand un mouvement n'est pas rectiligne uniforme, le vecteur vitesse change : sa valeur, sa direction, ou les deux. Puis on caractérise ce changement par le **vecteur variation de vitesse**.

DÉFINITION

La variation du vecteur vitesse entre deux instants est $\Delta v = v_{i+1} - v_{i-1}$ (associée au point M_i). De plus, pour la construire, on trace les deux vecteurs vitesse à partir d'une même origine ; Δv relie l'extrémité de v_{i-1} à celle de v_{i+1} .

- **Mouvement rectiligne uniforme** : v ne change pas, $\Delta v = 0$.
- **Rectiligne accéléré** : Δv a la direction et le sens de v .
- **Rectiligne ralenti** : Δv a la direction de v mais le sens opposé.
- **Circulaire uniforme** : la valeur de v est constante mais sa direction change ; Δv est non nul et dirigé vers le centre du cercle.



À gauche, deux vecteurs vitesse de même valeur mais de directions différentes. À droite, leur différence Δv est non nulle et dirigée vers le centre.

APPLICATION NUMÉRIQUE

Avec les données précédentes : $v_2 = (3,0 ; 2,05)$ m/s et $v_4 = (3,0 ; 0,1)$ m/s. Alors Δv en $M_3 = v_4 - v_2 = (0 ; -1,95)$ m/s : la variation est **verticale, vers le bas**, de valeur $\approx 2,0$ m/s. Ensuite, la composante horizontale ne change pas.

POUR RETENIR

Δv indique « de quel côté la vitesse est poussée ». Par ailleurs, nous verrons que Δv a la direction et le sens de la force résultante qui s'exerce sur le système : c'est le lien entre cinématique et dynamique.

L'essentiel à retenir

- Le vecteur vitesse a un point d'application (M_i), une direction (tangente), un sens (celui du mouvement) et une valeur en m/s.
- $v_i = M_{i-1}M_{i+1} \div (t_{i+1} - t_{i-1})$.
- La longueur de la flèche dépend d'une échelle de vitesse, distincte de l'échelle des longueurs.
- $\Delta v = v_{i+1} - v_{i-1}$: nul si le mouvement est rectiligne uniforme, de même sens que v si accéléré, de sens opposé si ralenti.
- Dans un mouvement circulaire uniforme, la valeur de v est constante mais Δv n'est pas nul : il est dirigé vers le centre.

Tout le chapitre « Le vecteur vitesse » en seconde

- Les exercices : Le vecteur vitesse
- Le corrigé des exercices : Le vecteur vitesse
- Le TP : Le vecteur vitesse
- Le corrigé du TP : Le vecteur vitesse
- Le QCM : Le vecteur vitesse
- Le contrôle : Le vecteur vitesse
- Le corrigé du contrôle : Le vecteur vitesse

Chapitre précédent : Description d'un mouvement et référentiels (cours)

Chapitre suivant : Modéliser une action par une force (cours)

Retrouve aussi tous les cours de sciences physiques en seconde et le programme complet de sciences physiques en seconde.