



Objectifs : étudier les éléments de cinématique d'un système à l'aide d'un pointage vidéo



Problématique : La mécanique est une branche de la physique qui étudie l'état d'équilibre ainsi que le mouvement des systèmes physiques. En cinématique, on s'intéresse uniquement au mouvement des corps, sans chercher à en étudier les causes.

Dans ce TP, nous réaliserons le pointé image par image des positions d'une balle de golf lors de sa chute libre, afin d'étudier sa vitesse et son accélération au cours du mouvement.

Quel lien peut-on établir entre la trajectoire d'un objet et les vecteurs vitesse et accélération ?

Définitions de cinématique



- L'étude est menée dans le référentiel du laboratoire, dans lequel est attaché un repère $(O; \vec{i}, \vec{j})$. La balle de golf est assimilée à son centre M qui occupe à chaque instant t les coordonnées x et y .
- Le vecteur position $\overrightarrow{OM}(t)$ permet de repérer au cours du temps l'emplacement du système dans le repère.
- Le vecteur vitesse $\vec{v}(t)$ décrit la variation du vecteur position par unité de temps. Il est caractérisé par sa direction, son sens et sa norme. Il se calcule comme la dérivée du vecteur position par rapport au temps. Ses coordonnées sont notées $v_x(t)$ et $v_y(t)$. Sa norme v s'exprime en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- Le vecteur accélération $\vec{a}(t)$ décrit la variation du vecteur vitesse par unité de temps. C'est la dérivée du vecteur vitesse par rapport au temps. Ses coordonnées sont notées $a_x(t)$ et $a_y(t)$. Sa norme a s'exprime en $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$. Le mouvement est accéléré si une au moins des coordonnées du vecteur vitesse varie au cours du temps.

Protocole d'analyse de séquences vidéo



- Démarrer le logiciel LatisPro puis sélectionner le menu Édition > Analyse de séquence vidéo ;
- cliquer sur Fichier et sélectionner dans le répertoire approprié le fichier vidéo à analyser ;
- cliquer sur Sélection de l'origine, choisir le repère et cliquer sur l'emplacement de l'image où l'origine sera fixée ;
- cliquer sur Sélection de l'étalon, dessiner avec la souris une double flèche sur un objet de longueur bien connue puis en déclarer la longueur véritable dans la fenêtre qui s'ouvre ;
- cliquer sur Sélection manuelle des points et pointer image par image la position du système dans le repère, en étant méticuleux ;
- dans le module Courbes , renommer les variables « Mouvement X » et « Mouvement Y » en « x » et « y » seulement.

RÉALISER

Suivre un protocole

A B C D

1. Mettre en œuvre le protocole pour réaliser l'analyse de la vidéo « Golf_verticale » en plaçant l'origine au centre de la balle sur la dernière photographie, en indiquant que la règle mesure 0,98 m de haut en bas, et en pointant les positions de la balle entre l'image 3 et l'image 17 incluses.
2. Définir le système et le référentiel de l'étude.
3. Décrire la trajectoire de la balle.

Mouvement vertical



La suite de l'étude se concentre sur le mouvement vertical de la balle. Il faut annuler toutes les valeurs de la coordonnée horizontale. Pour cela,

- ouvrir le tableur (F11), glisser déposer la grandeur « x » et remplacer toutes les valeurs par 0.
- dans la fenêtre d'analyse vidéo, cliquer sur Transférer vers les vecteurs ;
- sélectionner uniquement la vitesse et lancer l'animation.

ANALYSER

Interpréter des données expérimentales

A B C D

4. Proposer une explication au fait que les valeurs de la coordonnée x obtenues lors du pointage n'étaient pas nulles.
5. Décrire l'éventuelle évolution de la direction, du sens et de la norme du vecteur vitesse au cours du mouvement.
6. Proposer deux adjectifs qualificatifs pour qualifier le mouvement de la balle ainsi étudié.

Calcul des coordonnées du vecteur vitesse



- Pour calculer la coordonnée $v_x(t)$ du vecteur vitesse en tous les points du mouvement étudié, sélectionner Traitements > Calculs spécifiques > Dérivée ;
- glisser la grandeur « x » dans la boîte de dialogue qui apparaît ;
- renommer la grandeur « Dérivée de x » en « vx » et lui attribuer l'unité m/s ;
- reproduire l'opération pour vy.

7. À l'aide de l'encadré ci-dessus, obtenir les coordonnées du vecteur vitesse.
8. Construire la représentation graphique donnant la coordonnée verticale de la vitesse, v_y , en fonction du temps : $v_y = f(t)$. La modéliser. Consigner son équation.
9. Donner l'expression de la norme v de la vitesse en fonction de ses coordonnées v_x et v_y . Justifier le signe négatif obtenu pour les valeurs de la coordonnée verticale.
10. Concernant l'équation du modèle choisi pour $v_y(t)$, donner un sens physique à l'éventuelle ordonnée à l'origine.
11. Rappeler le lien mathématique entre le coefficient directeur d'une équation de droite et la dérivée de la fonction associée. Donner alors un sens physique au coefficient directeur figurant dans le modèle de $v_y(t)$.
12. En déduire la valeur de l'accélération du système lors de l'étude, exprimée en $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$.