EXERCICE 3 : La Wemba-mania (5 points)

Victor Wembanyama, célèbre joueur français de basket, évoluait au Metropolitans 92 lors du championnat 2022-2023 lorsqu'il a effectué ce lancer franc au cours d'un match contre Monaco (voir figure 1).

Au basket, les joueurs doivent marquer un panier en se tenant derrière la ligne de lancer franc située à 4,2 m du centre du panier.

On étudie dans cet exercice cette phase de jeu. L'analyse sera menée dans le référentiel terrestre supposé galiléen. On s'intéresse à la trajectoire du centre d'inertie G du ballon. On considère que le ballon, de masse m, est uniquement soumis à son poids.

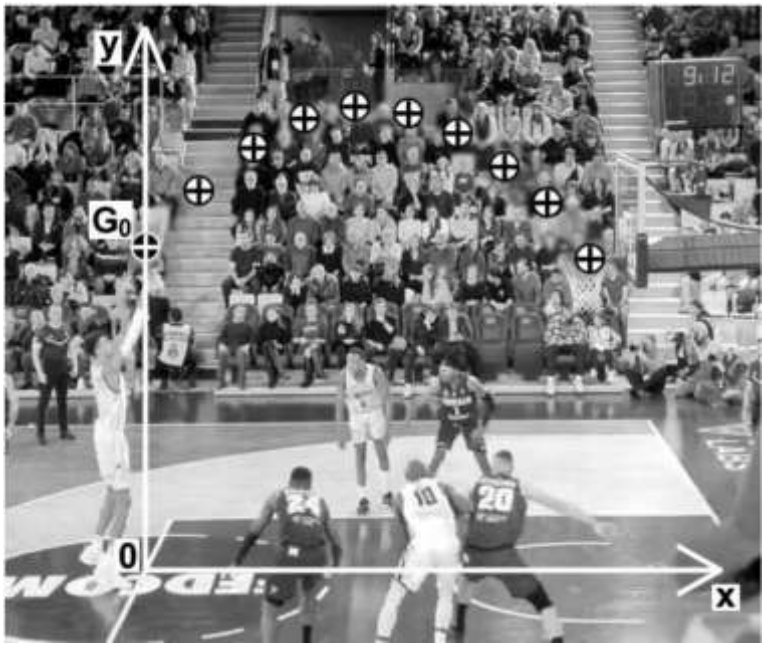


Figure 1. Chronophotographie du lancer franc

Données :

- Intensité de la pesanteur terrestre : g = 9,81 m·s^{-2} ;
- Diamètre du ballon : d = 25 cm ;
- Diamètre du panier : D = 0,45 m ;
- Distance au sol du cerceau métallique du panier : h = 3,05 m.

La trajectoire du centre du ballon est étudiée dans le plan vertical perpendiculaire au sol passant par la main du basketteur au moment où il lâche le ballon et par le centre du panier. On utilise le repère (xOy) indiqué sur la figure 1.

Le ballon quitte la main du joueur à la date t = 0 s, au point G_0 de coordonnées x_0 = 0 m et $y_0 = h$ = 3,05 m.

À partir de la vidéo du lancer franc, le pointage des positions du centre d'inertie G du ballon permet d'obtenir la chronophotographie de la figure 1. Les données sont traitées par un logiciel pour obtenir les courbes des figures 2 et 3.

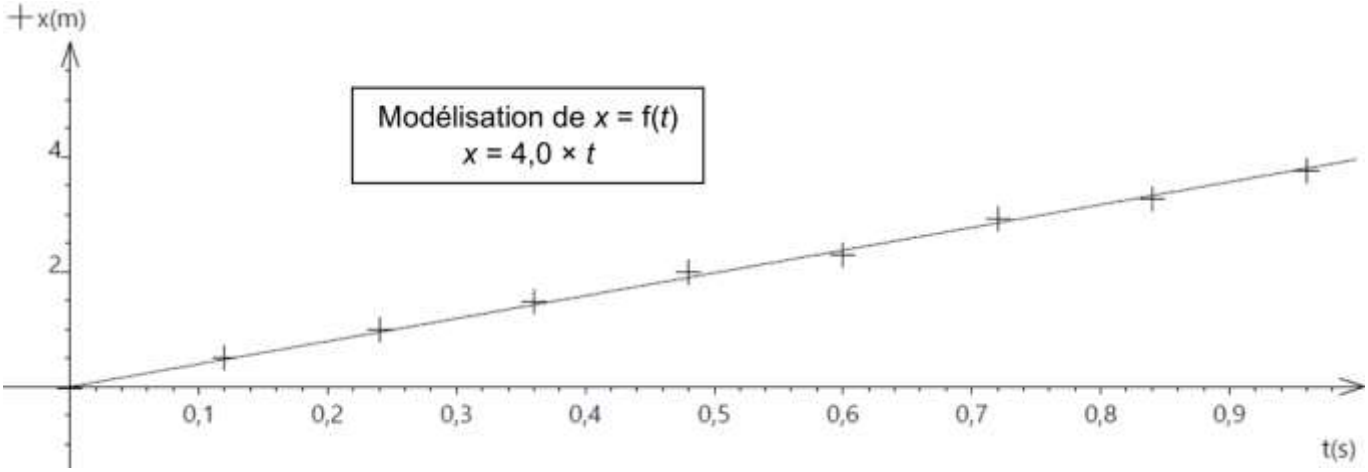


Figure 2 – Évolution de la coordonnée x du ballon en fonction du temps t

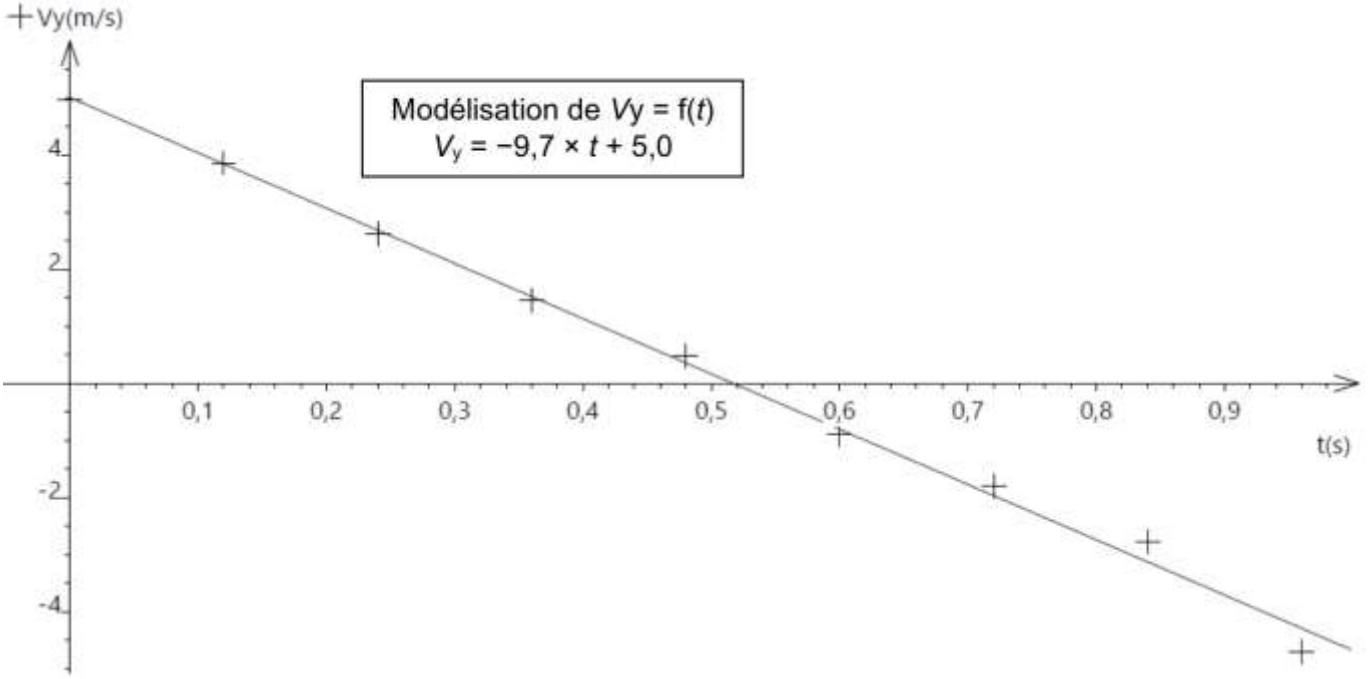


Figure 3 – Évolution de la coordonnée v_y de la vitesse du ballon en fonction du temps t

Q.1. Donner, en justifiant, la nature du mouvement du ballon selon l'axe Ox.

Q.2. Déterminer, à l'aide de la figure 2, la valeur de la coordonnée v_x du vecteur vitesse $\vec{v}$.

Q.3. Déterminer, à l'aide de la figure 3, la valeur de la coordonnée v_{y0} du vecteur vitesse initiale $\overrightarrow{v_0}$.

Q.4. En déduire la valeur de la vitesse initiale v_0 et de l'angle α que fait le vecteur vitesse initiale avec l'horizontale, défini sur la figure 1.

Q.5. Exprimer les coordonnées $a_x(t)$ et $a_y(t)$ du vecteur accélération $\vec{a}$ du point G du ballon en utilisant la loi de Newton.

Q.6. Montrer que les équations temporelles des coordonnées de la position du ballon s'expriment selon :

$$x(t) = 4{,}0 \times t$$
$$y(t) = -4{,}9 \times t^2 + 5{,}0 \times t + 3{,}05$$

Q.7. Montrer que la trajectoire du ballon peut être modélisée par : $y = -0{,}31x^2 + 1{,}3x + 3{,}05$

Q.8. Déterminer si le lancer franc est réussi sans toucher le cercle métallique du panier. La réponse doit s'appuyer sur des calculs.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et doit être correctement présentée.