

## Séquence 4

## Le lancer du marteau

AD1

- Le lancer du marteau est une discipline de l'athlétisme qui consiste à lancer un boulet en acier le plus loin possible. Le boulet est fixé à un câble en acier relié à une poignée. Dans la version féminine de cette discipline, le boulet a une masse de 4 kg et est relié à un câble de longueur 1195 mm.

**DOC/ La chute libre**

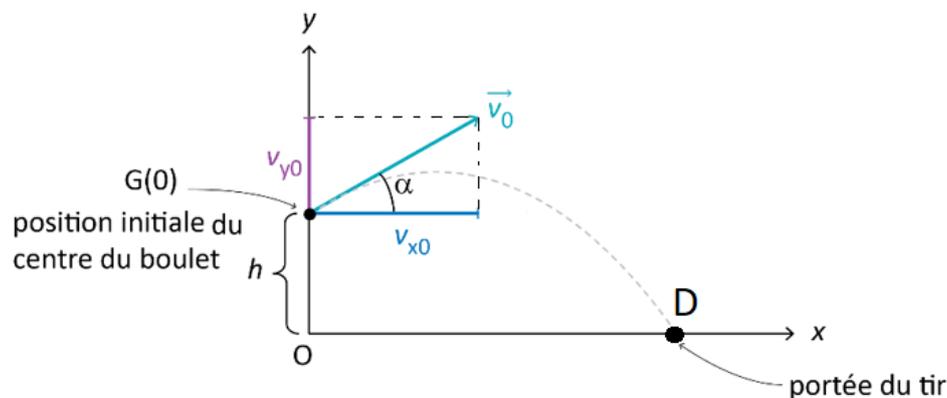
- Un objet est en chute libre lorsqu'il n'est soumis qu'à la seule action de son poids

**1<sup>ère</sup> partie : ETUDE GENERALE**

- Le but de cette 1<sup>ère</sup> partie est d'établir les lois horaires du mouvement

La situation est modélisée ainsi :

- le système étudié est le boulet, après que le câble a quitté la main de la lanceuse (instant pris comme origine des dates), dans le référentiel terrestre supposé galiléen ;
- après que le câble a quitté la main de la lanceuse, le boulet a un mouvement de chute libre ;
- à la date  $t = 0$ , le centre d'inertie du boulet a une altitude  $h$  au-dessus du sol ;
- ses positions sont étudiées dans un repère  $(O, x, y)$  défini sur la figure ci-dessous ;
- la vitesse initiale du boulet est notée  $v_0$  et est inclinée d'un angle noté  $\alpha$  avec l'axe  $(Ox)$ .



Référentiel d'étude	Système étudié	Bilan des forces

**1) Détermination des conditions initiales**

1.1. Exprimer, en fonction des données, les coordonnées initiales  $x(0)$  et  $y(0)$  du vecteur-position du centre du boulet.

1.2. Exprimer, en fonction de  $v_0$  et  $\alpha$ , les coordonnées initiales  $v_x(0)$  et  $v_y(0)$  du vecteur-vitesse du centre du boulet.

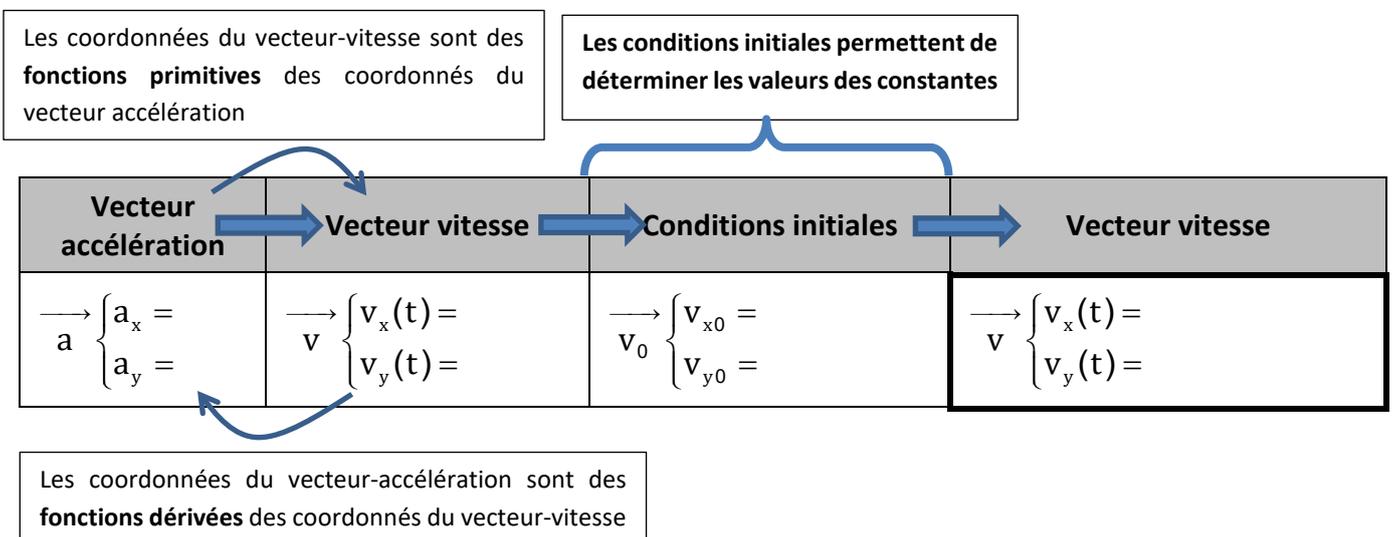
Conditions initiales :	
Coordonnées initiales du vecteur-position :	Coordonnées initiales du vecteur-vitesse :
$\vec{OG}_0 \begin{cases} x_0 = \\ y_0 = \end{cases}$	$\vec{v}_0 \begin{cases} v_{x0} = \\ v_{y0} = \end{cases}$

**2) Exploitation de la 2<sup>ème</sup> loi de Newton**

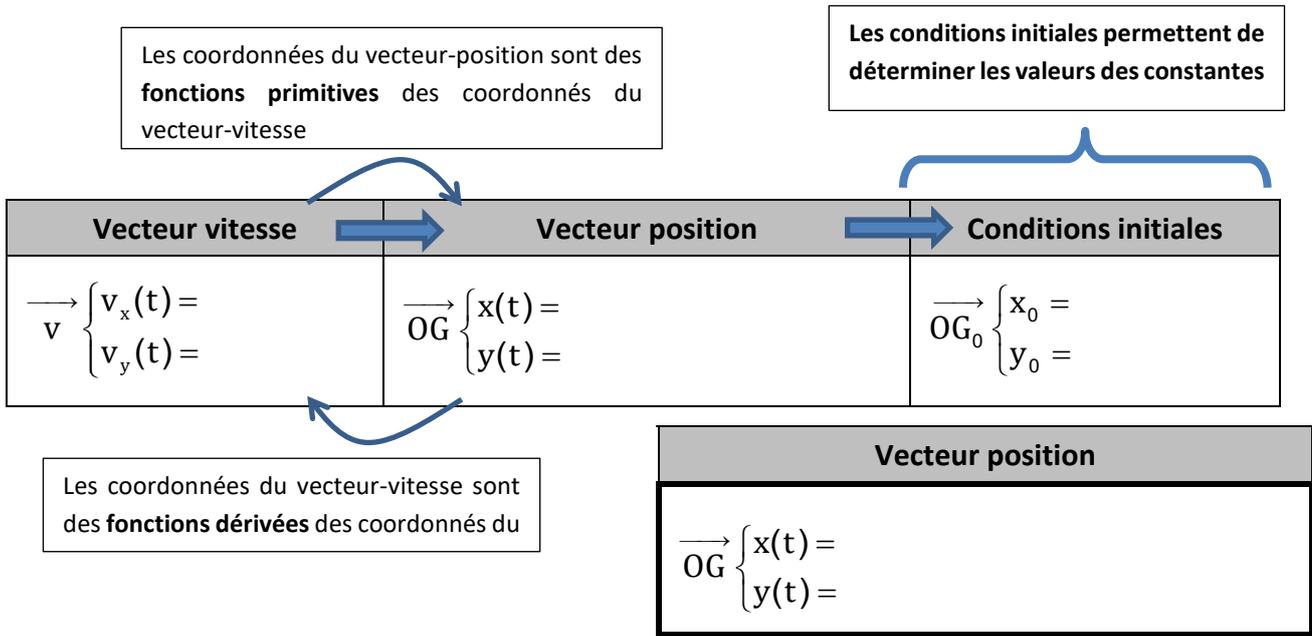
2.1. En appliquant la 2<sup>ème</sup> loi de Newton au boulet, exprimer les deux coordonnées  $a_x$  et  $a_y$  du vecteur-accélération de son centre d'inertie dans le repère décrit précédemment.

	Énoncé de la deuxième loi de Newton
	En utilisant le bilan des forces
	En tenant compte de l'expression du poids $\vec{P}$ en fonction de $\vec{g}$
	En simplifiant par « m »
$\vec{a} \begin{cases} a_x(t) = \\ a_y(t) = \end{cases}$	<b>Conclusion : coordonnées du vecteur accélération</b>

2.2. Rappeler les relations entre les coordonnées du vecteur-accélération et celles du vecteur-vitesse et en déduire, à toute date  $t$ , les expressions des coordonnées du vecteur-vitesse  $v_x(t)$  et  $v_y(t)$ .

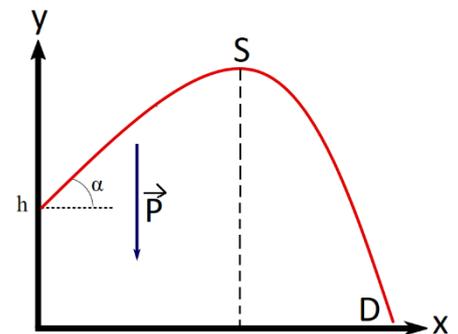


**2.3.** Rappeler les relations entre les coordonnées du vecteur-vitesse et celles du vecteur-position et en déduire, à toute date  $t$ , les expressions des coordonnées de position  $x(t)$  et  $y(t)$ .



**2<sup>nde</sup> partie : ETUDE QUANTITATIVE**

- Lors d'un lancer de marteau, une athlète a lâché le boulet à une altitude  $h = 3,0$  m avec une vitesse initiale de valeur  $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . On estime que l'angle de tir était de  $45^\circ$ . On prendra  $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$



**1) Détermination des coordonnées du sommet de la trajectoire**

**1.1.** Comment est dirigé le vecteur vitesse  $\vec{v}$  Lorsque le boulet atteint le sommet de la trajectoire ?

.....

.....

Que peut-on alors dire de la valeur de  $v_y$  ? .....

**1.2.** A la date  $t_{\text{sommet}}$  le boulet atteint le sommet de sa trajectoire. Exprimer  $t_{\text{sommet}}$  en fonction de  $v_0$ ,  $\alpha$  et  $g$ , puis calculer  $t_{\text{sommet}}$

.....

.....

.....

**1.3.** En déduire les coordonnées  $x_S$  et  $y_S$  du sommet S de la trajectoire

.....

.....

.....

.....

## 2) Détermination de la portée du tir

2.1. Que peut-on dire de la valeur de  $y_D$  lorsque le boulet atteint le sol en D ? .....

2.2. A la date  $t_{\text{sol}}$  le boulet retombe sur le sol en D. Calculer la valeur de  $t_{\text{sol}}$

Aide mathématique :

L'équation  $4,9x^2 - 14,1x - 3 = 0$  peut se mettre sous la forme  $4,9(x + 0,20)(x - 3,08) = 0$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.3. En déduire la portée du tir (= valeur de  $x_D$ )

.....

.....

.....

.....

Remarque :

- Le record du monde de lancer de marteau féminin est détenu par Anita Włodarczyk avec 82,29 m
- On peut montrer que la portée de tir est maximale lorsque l'angle de tir est de  $45^\circ$

