Comment résoudre un problème de cinématique à 2D (Balistique) ?

La balistique est le domaine de la physique qui étudie les mouvements des corps lancés dans un milieu environnant (l'air par exemple). Dans ces conditions, le mouvement réel d'un corps soumis à la pesanteur peut se décomposer en deux mouvements concomitants selon des axes perpendiculaires. Les deux mouvements sont traités séparément.

Pour résoudre un problème de cinématique à 2D en l'absence de frottement, il faut

1. Faire un dessin de la situation ;
2. Indiquer les données ;
3. Choisir le système d'axes (X,Y) ou (X,Z) adéquat ;
4. Ecrire les équations selon l'axe horizontal X (MRU) et selon l'axe vertical Y ou Z (MRUA) ;
5. Identifier les inconnues ;
6. Résoudre les équations ;
7. Répondre à la question.

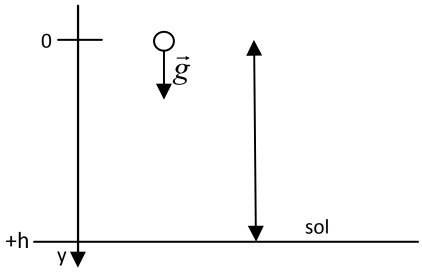
Il faut généralement repérer 3 positions particulières :

1. Le **départ** avec x_0, y_0, $\vec{v}_0$, α (l'angle que fait $\vec{v}_0$ avec la verticale ou l'horizontale).
2. Le **sommet de la trajectoire** où la vitesse verticale est nulle, la vitesse horizontale ne l'est pas nécessairement et l'accélération de la pesanteur ne l'est sûrement pas.
3. Le **pied de la trajectoire** où la position verticale est nulle dans le cas où le sol est pris comme origine de l'axe vertical.

Nous pouvons identifier **8 trajectoires** possibles avec le système d'axes adéquat :

1. Chute libre à partir d'une hauteur h par rapport au sol

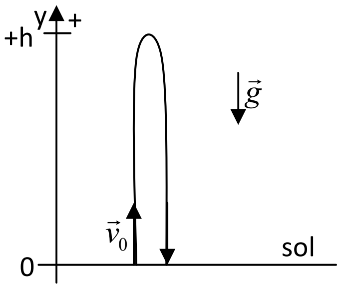
Axe horizontal X MRU	Axe vertical Y MRUA
-------------	$a_y = +g$ $v_y = +gt$ $y = +\dfrac{gt^2}{2}$



Le corps est lâché ($v_0 = 0$) et la coordonnée du sol est $y = +h$.

2. Corps lancé verticalement vers le haut

Axe horizontal X MRU	Axe vertical Y MRUA
----------------	$a_y = -g$ $v_y = v_{0y} - gt$ $y = v_{0y}t - \dfrac{gt^2}{2}$

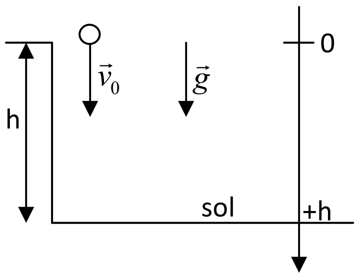


Deux positions particulières :

- Au sommet de la trajectoire la vitesse du corps est nulle ($v_y = 0$) ;
- Au sol, la coordonnée y est nulle ($y = 0$).

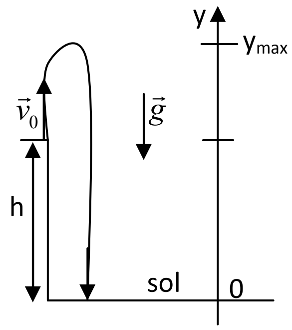
3. Corps lancé verticalement vers le bas du sommet d'un bâtiment

Axe horizontal X MRU	Axe vertical Y MRUA
----------------	$a_y = +g$ $v_y = v_{0y} + gt$ $y = v_{0y}t + \dfrac{gt^2}{2}$



4. Corps lancé verticalement vers le haut du sommet d'un bâtiment

Axe horizontal X MRU	Axe vertical Y MRUA
----------------	$a_y = -g$ $v_y = v_{0y} - gt$ $y = h + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$

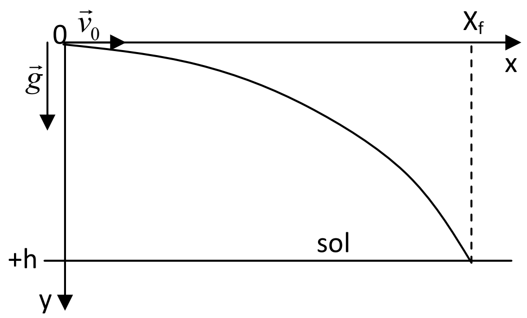


Deux positions particulières :

- Au sommet de la trajectoire, la vitesse du corps est nulle ($v_y = 0$) ;
- Au sol, la coordonnées de sa position est nulle ($y = 0$).

5. Trajectoire semblable à une bombe lâchée d'un avion en vol horizontal

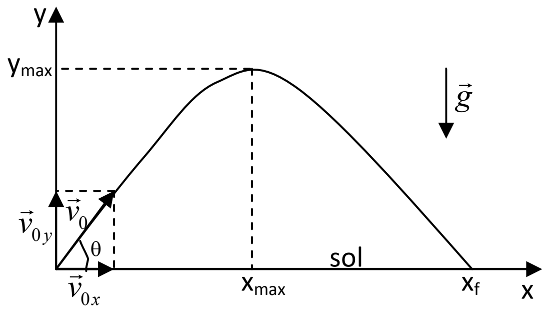
Axe horizontal X MRU	Axe vertical Y MRUA
$a_x = 0$ $v_x = v_0 = \text{constante}$ $x = v_0 t$	$a_y = +g$ $v_y = +gt$ $y = +\frac{gt^2}{2}$



Nous sommes en présence de deux mouvement indépendants mais concomitants : L'objet touche le sol ($y = h$) au même moment qu'il atteint sa portée finale (x_f).

6. Trajectoire semblable à celle d'un obus tiré en terrain plat

Axe horizontal X MRU	Axe vertical Y MRUA
$a_x = 0$ $v_x = v_{0x} = \text{constante}$ $x = v_{0x}t$ $v_{0x} = v_0 \cos\theta$	$a_y = -g$ $v_y = v_{0y} - gt$ $y = v_{0y}t - \dfrac{gt^2}{2}$ $v_{0y} = v_0 \sin\theta$

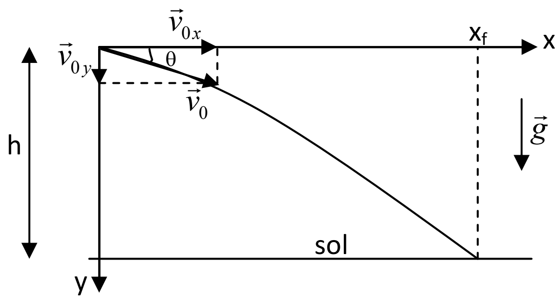


L'objet touche le sol ($y = 0$) au même moment qu'il atteint sa portée finale (x_f).

Au somme t de la trajectoire, la composante verticale de la vitesse ($v_y = 0$) est nulle alors que la composante horizontale reste constante ($v_x = v_{0x}$). La vitesse résultante n'est donc pas nulle.

7. Trajectoire semblable à celle d'une bombe lancée d'un avion en piqué

Axe horizontal X MRU	Axe vertical Y MRUA
$a_x = 0$ $v_x = v_{0x} = \text{constante}$ $x = v_{0x}t$ $v_{0x} = v_0 \cos\theta$	$a_y = +g$ $v_y = v_{0y} + gt$ $y = v_{0y}t + \dfrac{gt^2}{2}$ $v_{0y} = v_0 \sin\theta$

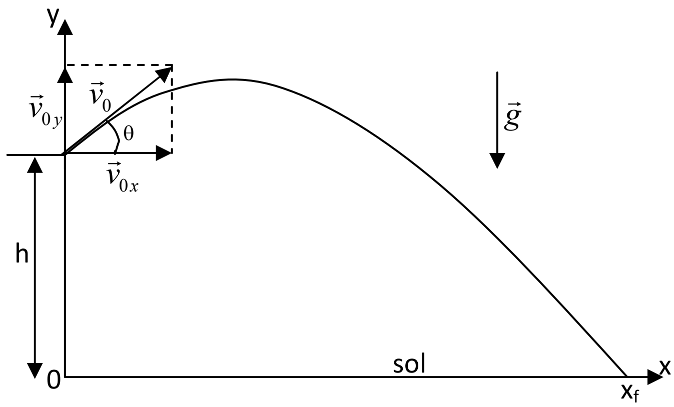


Au sol : $y = h$

Lorsque $y = h$, $x = x_f$

8. Trajectoire semblable à celle d'un obus lancé du sommet d'une falaise

Axe horizontal X MRU	Axe vertical Y MRUA
$a_x = 0$ $v_x = v_{0x} = \text{constante}$ $x = v_{0x}t$ $v_{0x} = v_0 \cos\theta$	$a_y = -g$ $v_y = v_{0y} - gt$ $y = h + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$ $v_{0y} = v_0 \sin\theta$



Au sol : $y = 0$

Au sommet de la falaise : $y = h$

Au sommet de la trajectoire : $y = y_{max}$

Lorsque $y = 0$, $x = x_f$