

1. D'après la modélisation indiquée sur le graphique 1,  $v_y(t) = 2,80.t - 13,6$ .

$$v_y(t_1 = 0,50) = 2,80 \times 0,50 - 13,6 = -12,2 \text{ m.s}^{-1}.$$

Par définition,  $v = \|\vec{v}\| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

$$v(t_1 = 0,50) = \sqrt{0^2 + (-12,2)^2} = 12,2 \text{ m.s}^{-1}.$$

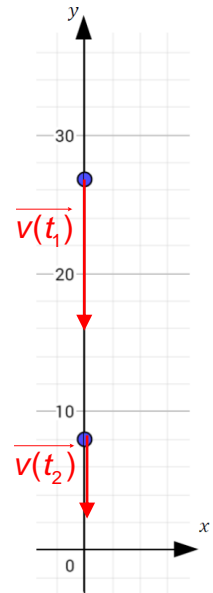
Avec l'échelle imposée (1cm pour 6 m.s<sup>-1</sup>), le vecteur  $\vec{v}_1$  mesure donc 2,0 cm.

De même,  $v_y(t_2) = 2,80 \times 2,50 - 13,6 = -6,6 \text{ m.s}^{-1}$

$$v(t_2 = 2,50) = \sqrt{0^2 + (-6,6)^2} = 6,6 \text{ m.s}^{-1}.$$

Le vecteur  $\vec{v}_2$  mesure donc 1,1 cm.

Les 2 vecteurs vitesse sont orientés vers le bas (sens du mouvement).



2. Par définition,  $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$  donc  $a_y = \frac{dv_y}{dt}$

En utilisant la modélisation de la courbe :  $v_y = 2,80.t - 13,6$  donc  $a_y = 2,80 \text{ m.s}^{-2}$ .

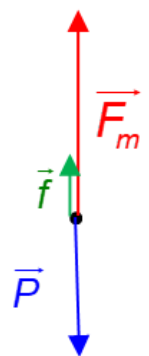
Comme  $a_y > 0$ , le vecteur accélération est orienté vers le haut, dans le sens opposé au mouvement. Il s'agit d'un mouvement rectiligne uniformément ralenti car :

- la trajectoire est une portion de droite (donc rectiligne),
- le vecteur accélération a un sens opposé au mouvement (donc ralenti),
- la valeur de l'accélération est constante (donc uniformément varié).

3. Les principales forces s'exerçant sur le système sont le poids  $\vec{P}$ , la poussée des moteurs  $\vec{F}_m$  et les frottements dus à l'air  $\vec{f}$ .

D'après la 2<sup>ème</sup> loi de Newton appliquée au système {fusée} dans le référentiel terrestre considéré galiléen,  $\Sigma \vec{F}_{ext.} = m.\vec{a}$ .

Or le vecteur accélération  $\vec{a}$  est orienté vers le haut donc la résultante des forces  $\Sigma \vec{F}_{ext.}$  est également orientée vers le haut : cela implique que la somme des forces ascendantes  $\vec{F}_m + \vec{f}$  est plus longue que la force descendante  $\vec{P}$ .



4. La modélisation de la courbe donne  $v_y = 2,80.t - 13,6$ .

Par définition,  $\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt}$  donc  $v_y = \frac{dy}{dt}$

En primitivant l'expression de  $v_y$  :  $y = 2,80 \times \frac{t^2}{2} - 13,6 \times t + Cte$

En utilisant le graphique 2,  $y(t = 0) = 33 \text{ m}$  donc  $Cte = 33 \text{ m}$

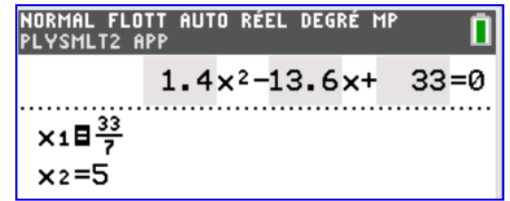
Ainsi,  $y = 1,40 \times t^2 - 13,6 \times t + 33$  (avec  $y$  en m et  $t$  en s).

5. Pour trouver la vitesse du système quand il touche le sol, il faut d'abord déterminer à quelle date il touche le sol.

Le système touche le sol à la date  $t_f$  telle que  $y(t_f) = 0$

Il faut résoudre le polynôme du second degré  $1,40 \times t_f^2 - 13,6 \times t_f + 33 = 0$  (de la forme  $a.x^2 + b.x + c = 0$ ) :

$$\begin{cases} t_f = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-(-13,6) - \sqrt{13,6^2 - 4 \times 1,40 \times 33}}{2 \times 1,40} = 4,7 \text{ s} \\ t'_f = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-(-13,6) + \sqrt{13,6^2 - 4 \times 1,40 \times 33}}{2 \times 1,40} = 5,0 \text{ s} \end{cases}$$



Rq : il est possible d'utiliser sa calculatrice programmable pour résoudre ce polynôme.

Voir le tutoriel d'Yvan Monka <https://youtu.be/ncUUcQuVeGY>

Donc  $\begin{cases} v_y(t_f) = 2,80 \times 4,7 - 13,6 = -0,44 \text{ m.s}^{-1} \\ v_y(t'_f) = 2,80 \times 5,0 - 13,6 = 0,40 \text{ m.s}^{-1} \end{cases}$

On garde la solution  $t_f = 4,7 \text{ s}$  qui correspond à la réalité physique de la situation car pour  $t'_f = 5,0 \text{ s}$ , la composante  $v_y$  du vecteur vitesse est positive et la fusée remonterait !

$$v = \|\vec{V}\| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$v(t_f) = \sqrt{0^2 + (-0,44)^2} = 0,44 \text{ m.s}^{-1}.$$

6. Pour que l'atterrissage se passe en douceur, il faut que la vitesse du système soit inférieure à  $6 \text{ m.s}^{-1}$  ce qui est bien le cas d'après la question précédente.

On peut remarquer qu'on pouvait répondre sans traiter la question 5 car la vitesse du système était déjà inférieure à  $6 \text{ m.s}^{-1}$  à la date  $t = 3 \text{ s}$  d'après la courbe 1.