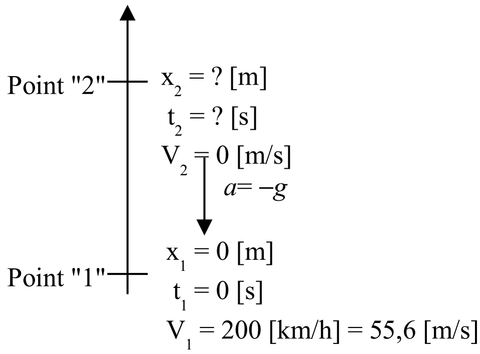
1. La formule de Torricelli est utile.

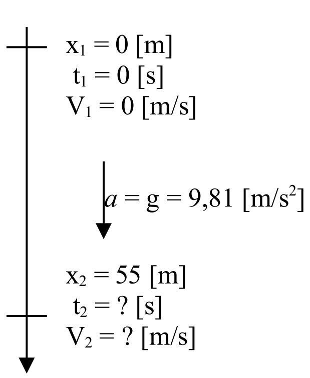
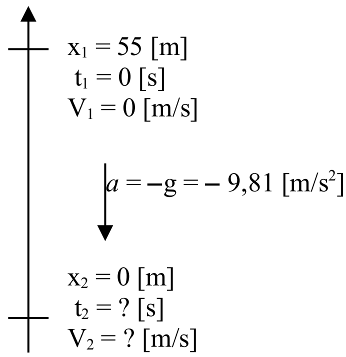
$$V_2^2 = V_1^2 + 2 \cdot a \cdot (x_2 - x_1)\text{ , donc}$$

$$x_2 = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \cdot a} = \frac{0 - 55{,}6^2}{2 \cdot (-9{,}81)} = 157\ [m]$$

La hauteur théorique du jet d'eau est de 157 mètres.
En réalité, le vent et surtout l'eau qui retombe, font que la hauteur réelle est plus petite.

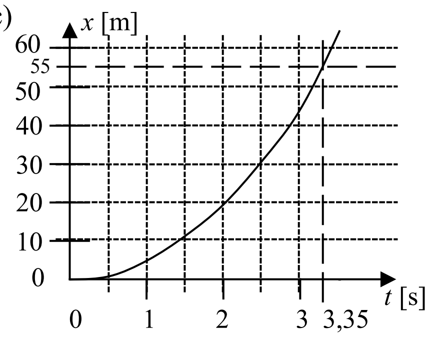


2. Le choix du sens de l'axe ne doit pas modifier les résultats. Afin de démontrer cela, résolvons cet exercice pour deux choix différents de l'axe x.

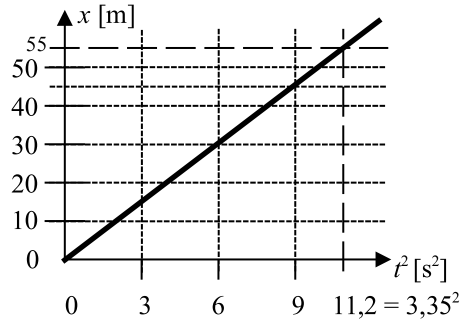
1[er] choix : l'axe x est dirigé vers le bas	2[ème] choix : l'axe x est dirigé vers le haut
 	
a) Ne connaissant pas t_2, la formule de Torricelli est adaptée à ce problème. $V_2^2 = V_1^2 + 2 \cdot a \cdot (x_2 - x_1)$, avec $a = g$. $V_2^2 = 2 \cdot 9{,}81 \cdot 55 = 1079\ [m^2/s^2]$. La vitesse à laquelle la pierre heurte le sol est : $V_2 = 32{,}8\ [m/s] = 118 [km/h]$. b) L'équation horaire de la pierre est : $x_2 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_2^2$, car x_1 = 0 [m] et V_1 = 0 [m/s] Donc $t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot x_2}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 55{,}0}{9{,}81}} = 3{,}35 [s]$ est le temps pris par la pierre pour atteindre le sol. <u>Vérification :</u> $V_2 = 9{,}81 \cdot 3{,}35 = 32{,}8 [m/s]$, on retrouve le résultat du point a).	a) Ne connaissant pas t_2, la formule de Torricelli est adaptée à ce problème. $V_2^2 = V_1^2 + 2 \cdot a \cdot (x_2 - x_1)$, avec $a = -g$. $V_2^2 = 2 \cdot (-9{,}81) \cdot (0 - 55) = 1079\ [m^2/s^2]$ La vitesse à laquelle la pierre heurte le sol est : $V_2 = -32{,}8\ [m/s] = -118 [km/h]$. Le signe négatif signifie que le sens de la vitesse est opposé à celui du sens de l'axe. b) L'équation horaire de la pierre est : $x_2 = x_1 + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t_2^2$, car V_1 = 0 [m/s] Donc $t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot (x_2 - x_1)}{(-g)}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (0 - 55{,}0)}{(-9{,}81)}} = 3{,}35 [s]$ est le temps pris par la pierre pour atteindre le sol. <u>Vérification :</u> $V_2 = 9{,}81 \cdot 3{,}35 = 32{,}8 [m/s]$, on retrouve le résultat du point a).

Il semble que pour ce problème, le choix de l'axe fait dans la colonne de gauche simplifie les calculs, mais les deux choix donnent les même résultats.

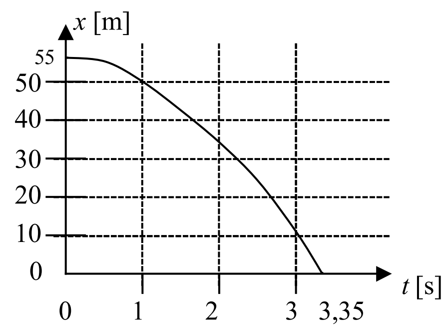
c)



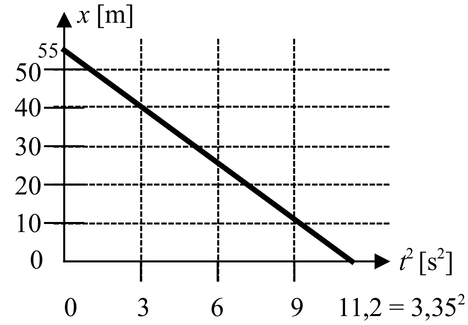
d)



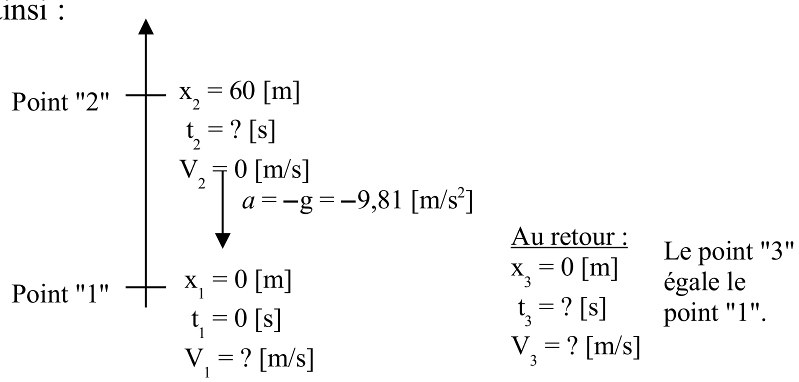
c)



d)



3. Posons pour ce problème l'axe x ainsi :



a) t_2 étant inconnu, Torricelli est adapté à ce problème.
$V_2^2 = V_1^2 + 2 \cdot a \cdot (x_2 - x_1)$, donc :

$$V_1^2 = V_2^2 - 2 \cdot (-g) \cdot (x_2 - x_1) = 0 - 2 \cdot (-9{,}81\ [m/s^2]) \cdot (60{,}0\ [m] - 0\ [m]) = 1177\ [m^2/s^2]$$

V_1 = 34,3 [m/s] = 123,5 [km/h]
La balle a été lancée avec une vitesse initiale de 123,5 [km/h] pour arriver à une hauteur de 60 mètres, en négligeant les frottements.

b) Le temps de montée peut maintenant se calculer avec : $V_2 = V_1 + g \cdot (t_2 - t_1)$.
Donc : $0 = 34{,}3\ [m/s] - 9{,}81\ [m/s^2] \cdot t_2$
Le temps de montée est de : $t_2 = \dfrac{34{,}3\ [m/s]}{9{,}81\ [m/s^2]} = 3{,}50\ [s]$.

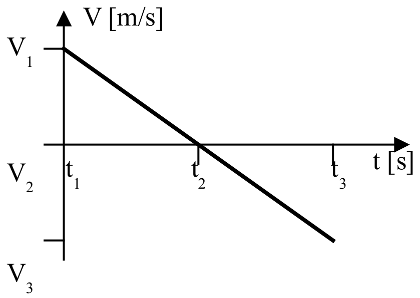
c) De nouveau, le temps de chute $t_3 - t_2$ est inconnu et Torricelli est utile.

$$V_3^2 = V_2^2 + 2 \cdot (-g) \cdot (x_3 - x_2) = 0 + 2 \cdot (-9{,}81\ [m/s^2]) \cdot (0\ [m] - 60{,}0\ [m]) = 1177\ [m^2/s^2]$$

V_3 = –34,3 [m/s] = –123,5 [km/h] est la vitesse au sol.
Le signe négatif indique que le sens de la vitesse est opposé à celui de l'axe x.
Elle est en valeur absolue la même que la vitesse ascendante.

d) Le temps de descente peut se calculer avec : $V_3 = V_2 + a \cdot (t_3 - t_2)$.
Donc : $0 = 34{,}3\ [m/s] - 9{,}81\ [m/s^2] \cdot (t_3 - t_2)$
Le temps de descente est de : $(t_3 - t_2) = \dfrac{34{,}3\ [m/s]}{9{,}81\ [m/s^2]} = 3{,}50\ [s]$ qui est le même que celui de montée.

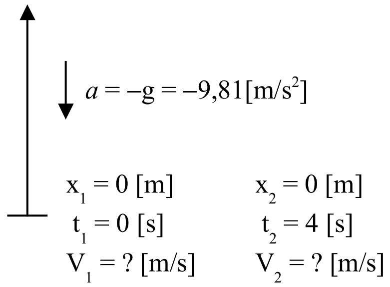
Ex. **3**, suite. Représentation graphique de la vitesse en fonction du temps :



L'équation correspondant à ce graphique est :

$$V(t) = V_1 - g \cdot t$$

4.



$$x_2 = x_1 + V_1 \cdot t_2 + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t_2^2$$; $x_2 = x_1$ = le point de départ et d'arrivée.

$$x_2 = x_1 + V_1 \cdot t_2 - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_2^2$$ Seul V_1 est inconnu.

$$x_2 - x_1 + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_2^2 = V_1 \cdot t_2$$

$$V_1 = \frac{x_2 - x_1 + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_2^2}{t_2}$$

$$V_1 = \frac{0\,[m] - 0\,[m] + \frac{1}{2} \cdot 9{,}81\,[m/s^2] \cdot (4\,[s])^2}{4\,[s]} = 19{,}6 \left[\frac{m}{s}\right] = 70{,}6 \left[\frac{km}{h}\right]$$

La vitesse initiale est de 70,6 [km/h]. La vitesse finale est la même mais dans l'autre sens soit –70,6 [km/h].
Le temps de montée peut se calculer ainsi : $V_2 = V_1 + a \cdot t_2$, donc

$$t_2 = \frac{V_{haut} - V_{bas}}{a} = \frac{0 - 19{,}6\,[m/s]}{(-9{,}81\,[m/s^2])} = 2{,}00\,[s]$$

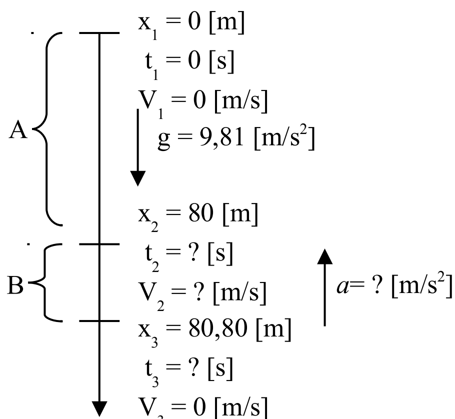
Le temps de descente = 4,00 [s] – 2,00 [s] = 2,00 [s] = le temps de montée !

5. **a)** Sur la partie A, le mouvement est une chute libre :

t_2 est inconnu, donc Torricelli est utile :

$$V_2^2 = V_1^2 + 2 \cdot g \cdot (x_2 - x_1) = 2 \cdot 9{,}81 \cdot 80 = 1'569\,[m^2/s^2]$$

V_2 = 39,6 [m/s]



b) Sur la partie B, le mouvement subit un frottement.
Une décélération vient se soustraire à la gravité, il en résulte une décélération totale '*a*'.
t_3 est inconnu, donc Torricelli est de nouveau utile :

$V_3^2 = V_2^2 + 2 \cdot a \cdot (x_3 - x_2)$, seul a est inconnu.

$$a = \frac{V_3^2 - V_2^2}{2 \cdot (x_3 - x_2)} = \frac{0 - 39{,}6^2}{2 \cdot (80{,}80 - 80{,}00)} = -980\,[m/s^2]$$

La distance de freinage est 100 fois plus petite que la distance d'accélération et on remarque que la décélération sur la partie B de freinage est 100 fois plus grande que l'accélération sur la partie A d'accélération !
On parle d'une décélération de **"100 *g*"**. Cela signifie 100 fois l'accélération de la pesanteur.