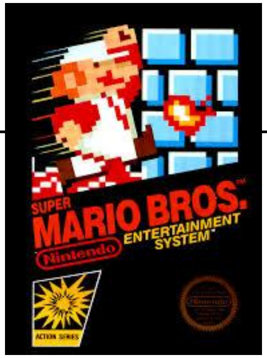
La physique du jeu vidéo Super Mario Bros.

S.Ayrinhac (2015)
ayrinhac@impmc.upmc.fr

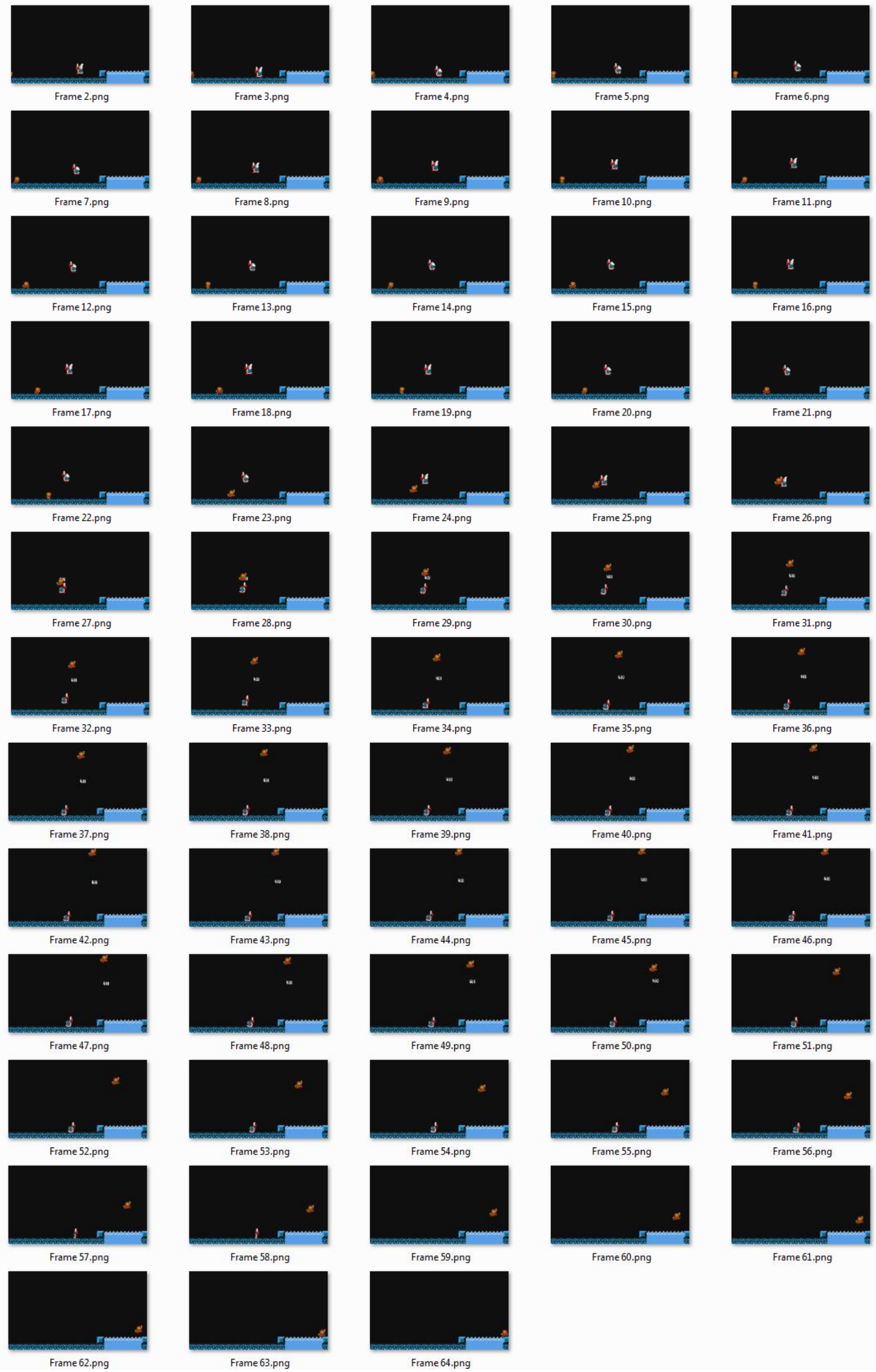
UPMC
SORBONNE UNIVERSITÉS

Super Mario Bros. (1985, NES)

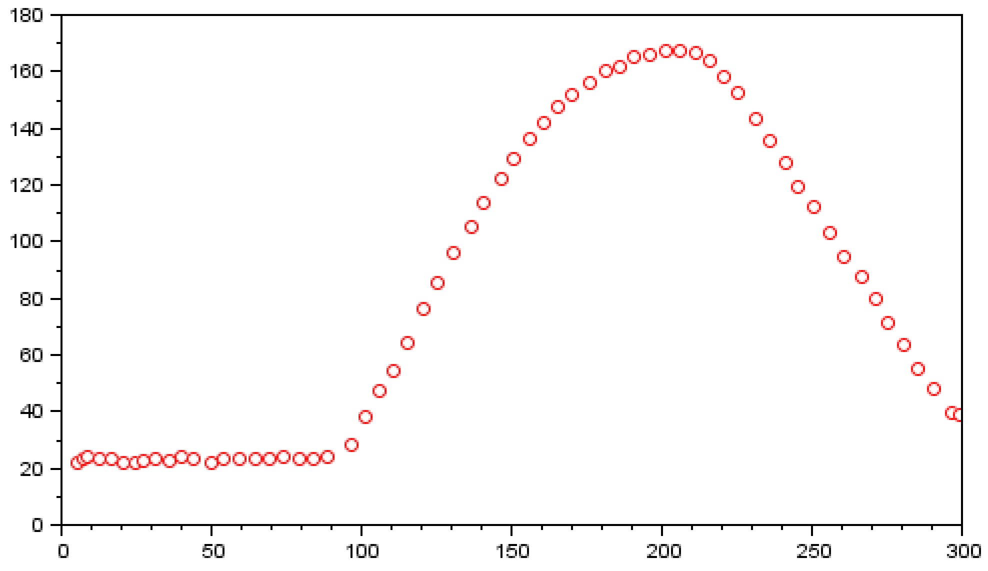


.gif animé d'une séquence de jeu

Décomposition de la séquence en 64 frames

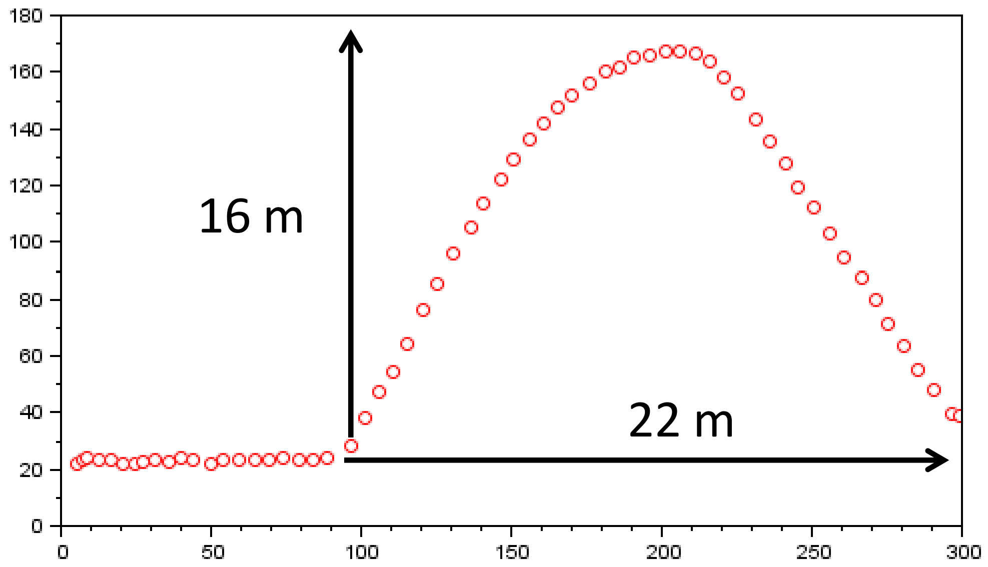


Position (x,z) de mario relevée pour chaque frame (Δt=60 ms)



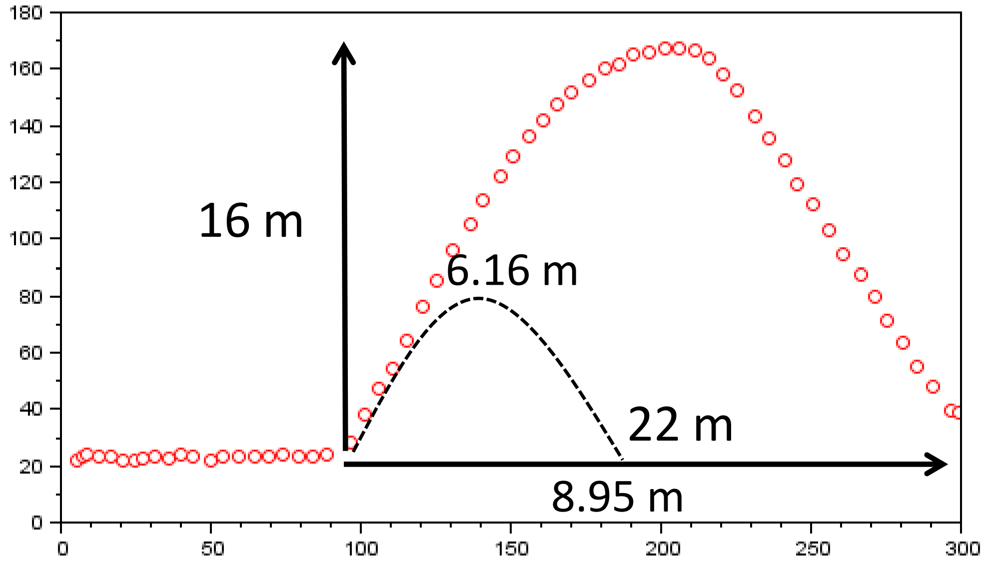
Échelle du saut

On suppose que Mario mesure 1.75 m de haut
1.75m = 16 pixels $\rightarrow$ 1 pixel = 0.11 m

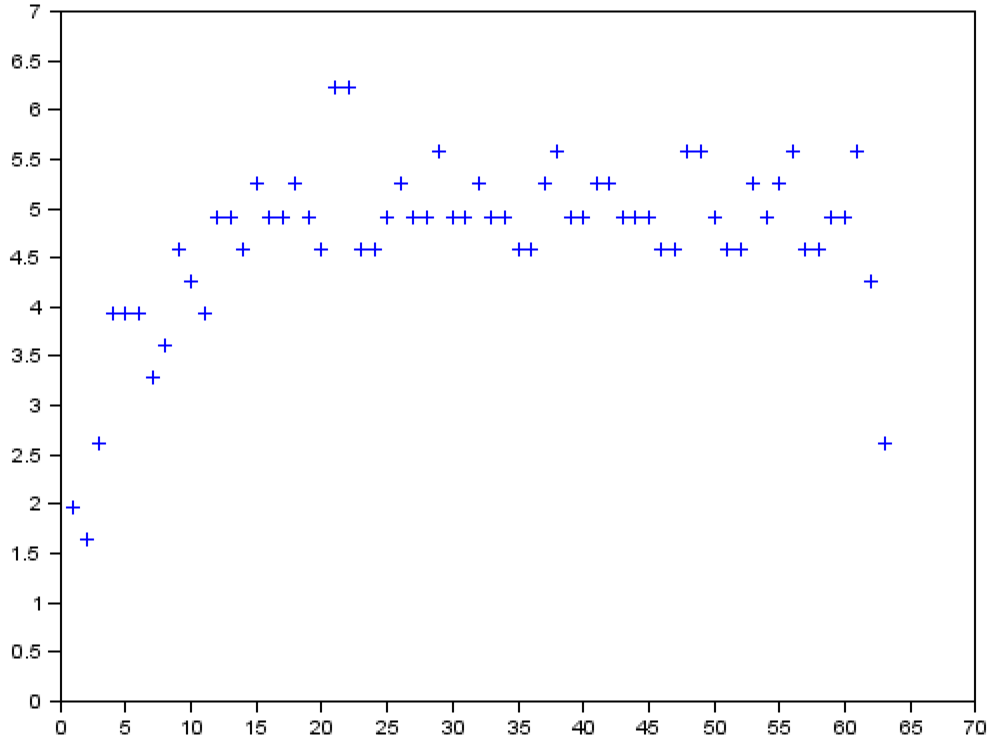


Mario saute d'une hauteur de 16 m et
atterrit 22 m plus loin (aidé par une tortue !)

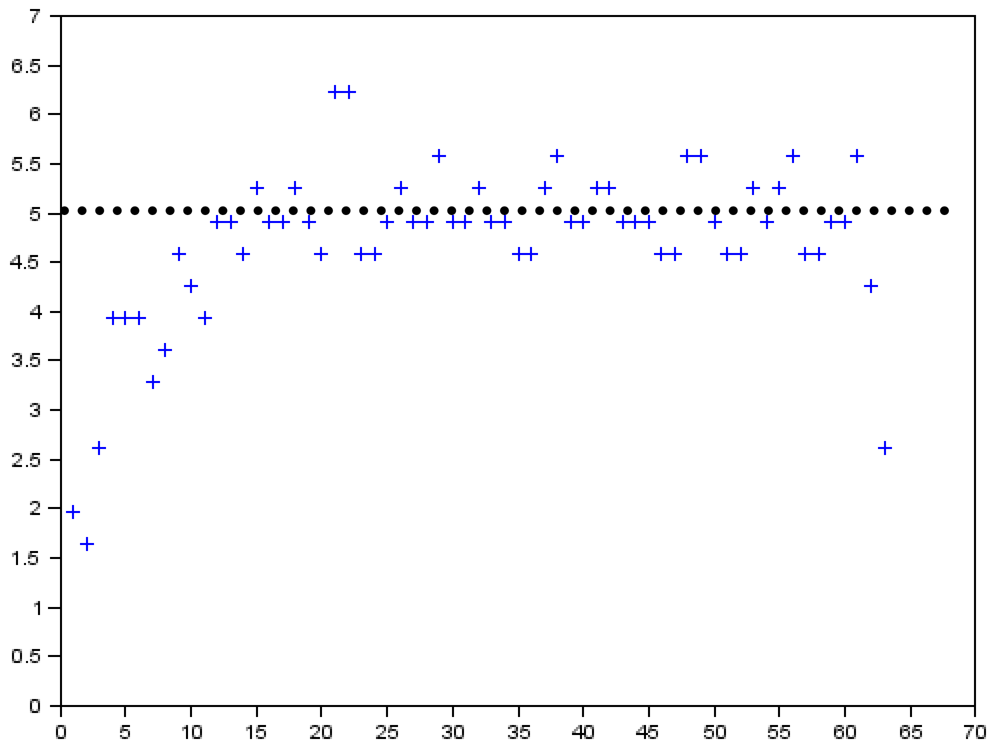
Comparons avec les records mondiaux actuels :
- Saut en longueur : 8.95 m (Mike Powell, 1991)
- Saut à la perche : 6.16 m (Renaud Lavillenie, 2014)



Composante horizontale de la vitesse v_x

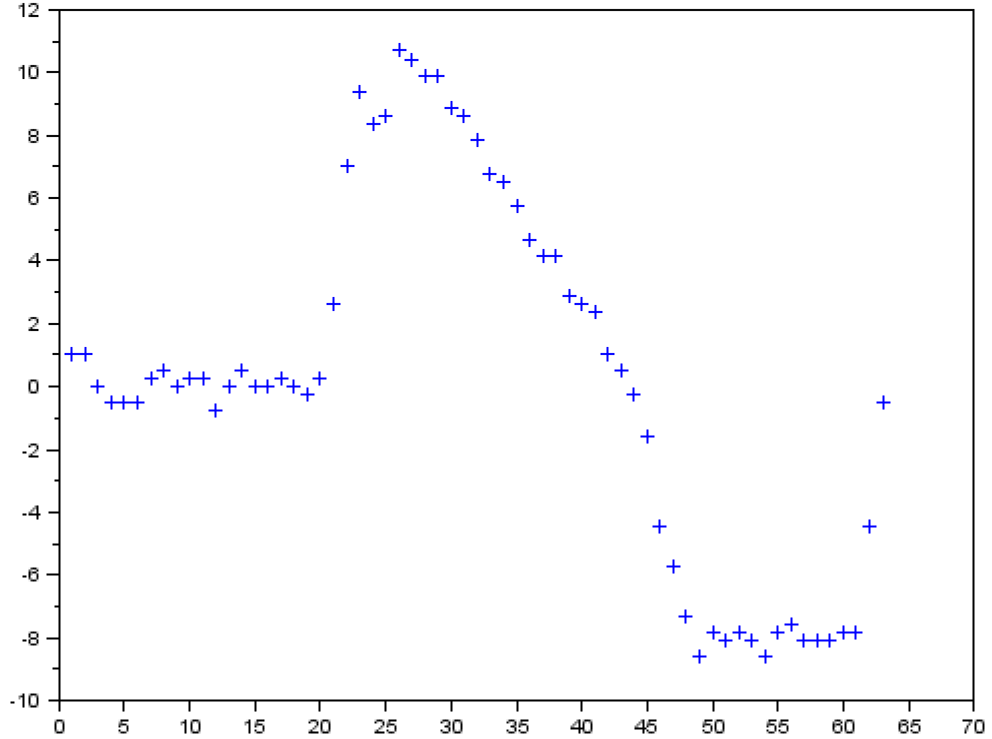


constante



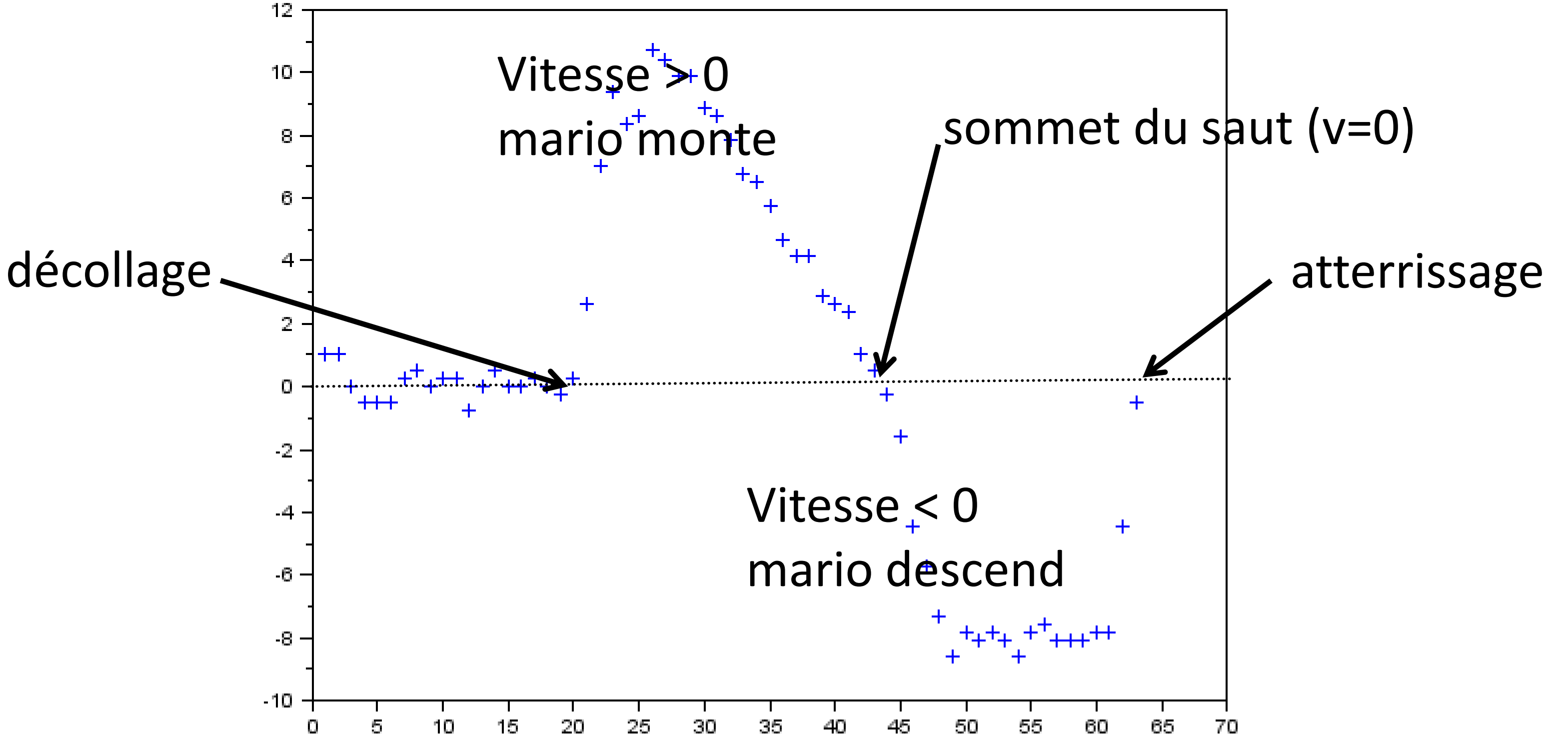
7
6.5
6
5.5
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70

Composante verticale de la vitesse v_y



Composante verticale de la vitesse v_y

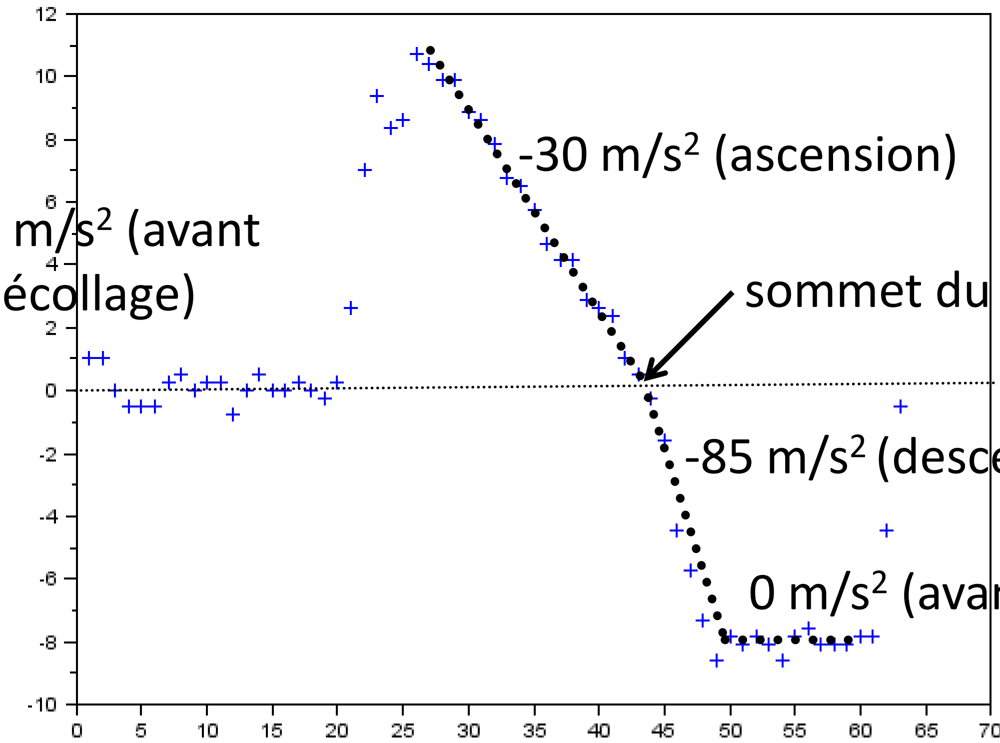
Interprétation



$\rightarrow$ évolution complexe

Mise en évidence de l'accélération verticale a_y

pente de v(t) = accélération



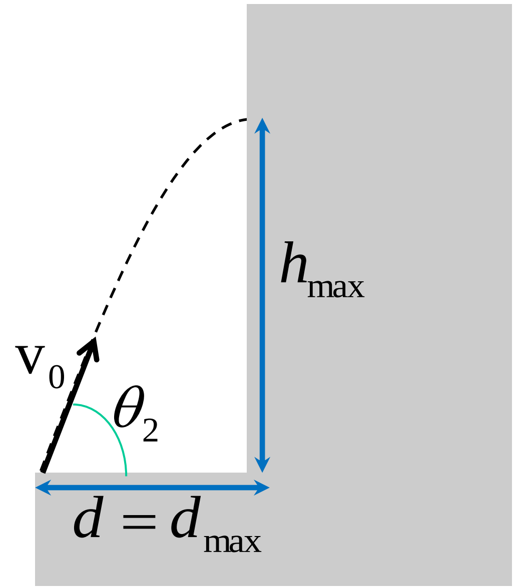
→ La gravité évolue pendant le saut

→ Conclusion : les lois physiques de Marioworld ne sont pas les mêmes que les notres !

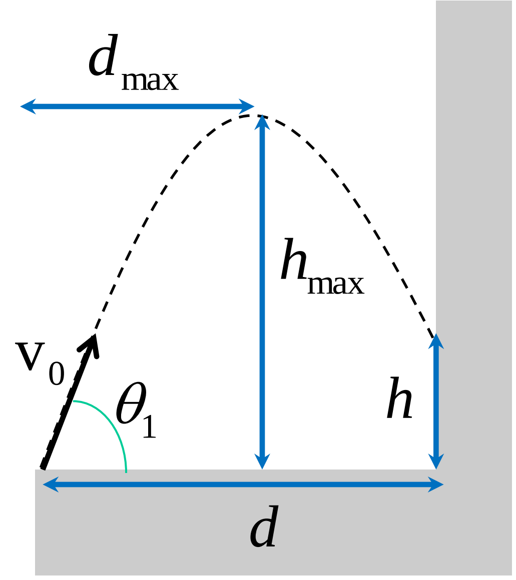
Problème du drapeau

→ Quel est l’angle de saut qui maximise la hauteur du saut de Mario quand il touche le mât du drapeau ?

$\longrightarrow$ Intuitivement, on s'attend à ce que le sommet de la parabole se trouve au niveau du mur



$\longrightarrow$ En fait, on peut montrer que la hauteur maximale est atteinte lorsque la trajectoire atteint son sommet un peu avant le mur



$\rightarrow$ Equations qui régissent la trajectoire :

$$\vec{a} = \begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix}$$

$$\vec{v} = \begin{pmatrix} v_{0x} \\ -gt + v_{0y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_0 \cos(\theta) \\ -gt + v_0 \sin(\theta) \end{pmatrix}$$

$$\vec{OM} = \begin{pmatrix} v_0 \cos(\theta)t + x_0 \\ -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\theta) + y_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_0 \cos(\theta)t \\ -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\theta) \end{pmatrix}$$

$\rightarrow$Position du sommet de la trajectoire (pour θ donné)

$$d_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}\sin(2\theta)$$

$$h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}\sin^2(\theta)$$

$\rightarrow$ L'angle qui maximise la hauteur atteinte au niveau du mur

$$\theta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{v_0^2}{gd}\right)$$

$\rightarrow$ L'angle pour lequel le sommet de la trajectoire se trouve au niveau du mur

$$\theta_2 = \frac{1}{2}\sin^{-1}\left(\frac{2gd}{v_0^2}\right)$$

$\rightarrow$ On peut montrer que pour : $\dfrac{gd}{v_0^2} < 0.5 \;; 0 < \theta < \dfrac{\pi}{2}$

$$\boxed{\theta_1 > \theta_2}$$

Bibliographie

• *Motivating Calculus-Based Kinematics Instruction with Super Mario Bros*
Jeffrey C. Nordine, The Physics Teacher **49**, 380 (2011)
http://dx.doi.org/10.1119/1.3628271