IV - Balistique

Prof. Cécile Hébert

5 octobre 2021

Plan du cours

Table des matières

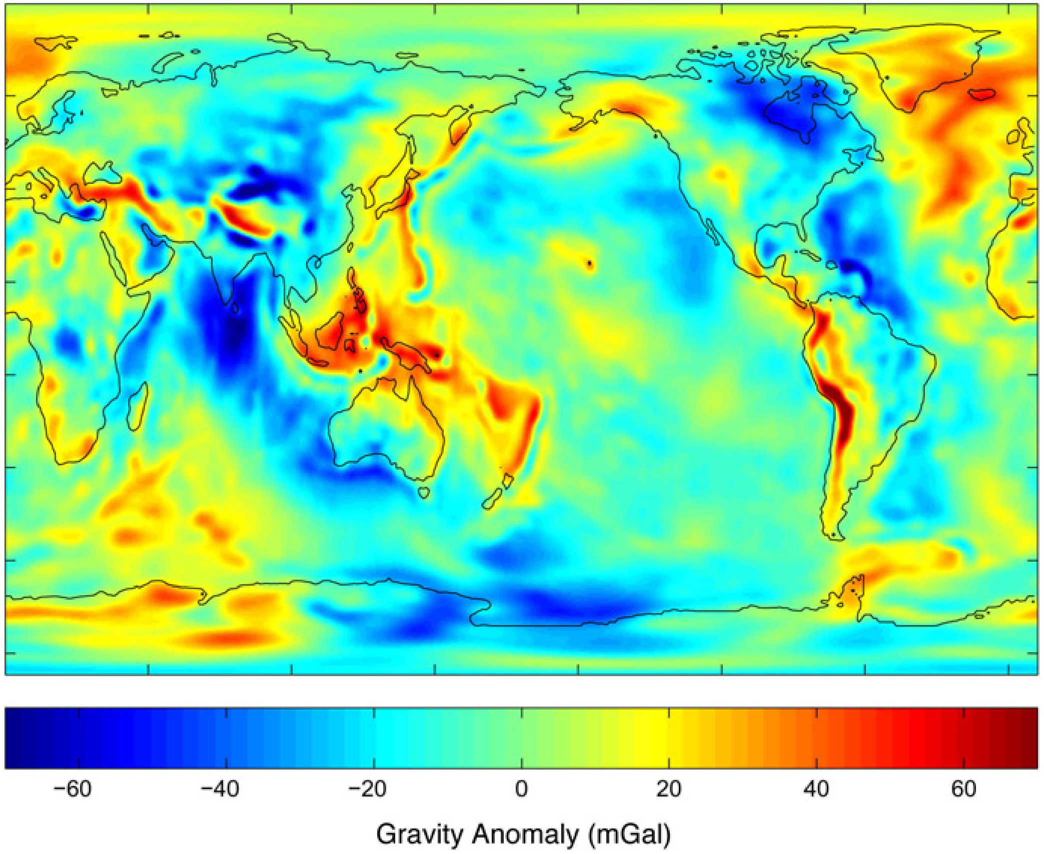
1 - Poids d'un objet

À l'échelle du laboratoire, la Terre est plate et l'accélération de la pesanteur $\vec{g}$ dirigée vers le bas.

La force qui s'exerce sur une masse m est son poids $\vec{P}$

$\vec{P} = m\vec{g}$

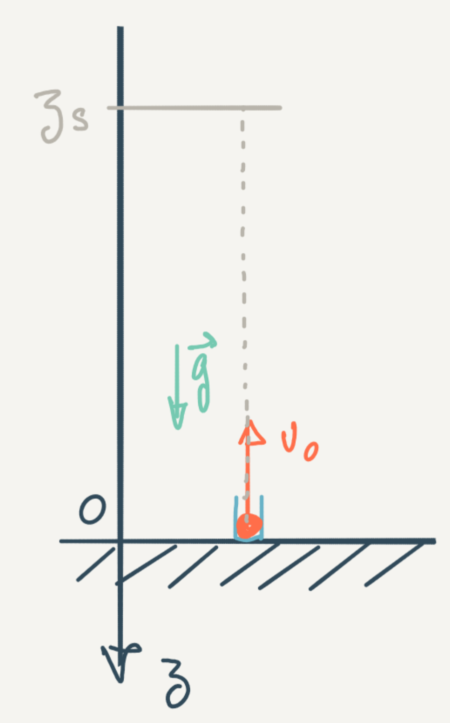
la masse est une propriété intrinsèque du corps. Le poids dépend du lieu (le poids d'un cosmonaute n'est pas le même sur Terre et sur la lune...)



1 Gal = 1 cm·s^{-2}

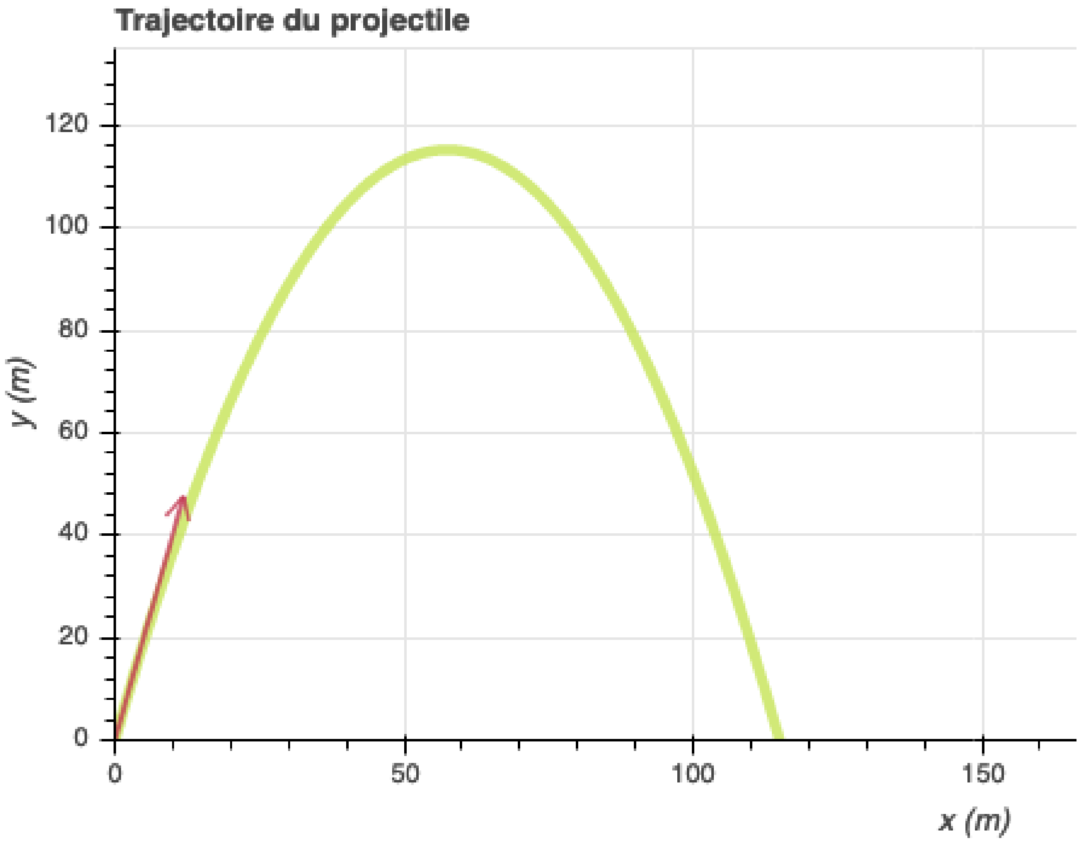
Anomalie de *g* par rapport à l’ellipsoide applati.

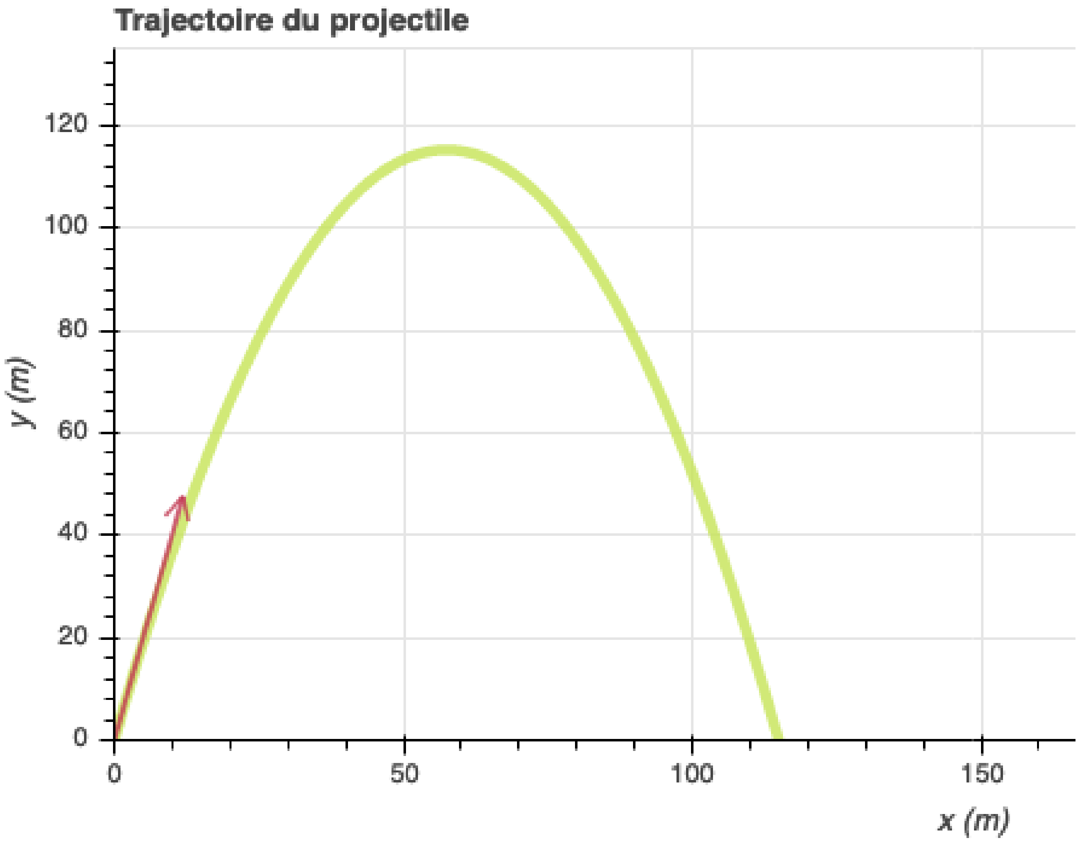
2 - Cas d’un lancer vertical (1 dimension)



2 - Cas d’un lancer vertical (1 dimension)

3 - Cas général





$$\vec{a} \left| \begin{array}{l} 0 \\ 0 \\ -g \end{array} \right.$$

$$\vec{v} \left| \begin{array}{l} v_0 \cos\theta \\ 0 \\ -gt + v_0 \sin\theta \end{array} \right.$$

$$\vec{r} \left| \begin{array}{l} (v_0 \cos\theta)t \\ 0 \\ -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin\theta)t \end{array} \right.$$

4 - Trajectoire, hauteur maximale, point d'impact

Chercher la trajectoire, c'est chercher z en fonction de x

$$\vec{a} \left| \begin{array}{l} 0 \\ 0 \\ -g \end{array} \right. \qquad \vec{v} \left| \begin{array}{l} v_0 \cos\theta \\ 0 \\ -gt + v_0 \sin\theta \end{array} \right. \qquad \vec{r} \left| \begin{array}{l} (v_0 \cos\theta)t \\ 0 \\ -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin\theta)t \end{array} \right.$$

$$z = -\frac{1}{2}\frac{g}{v_0^2\cos^2\theta}x^2 + \tan\theta x$$

Sommet S :

$$S \left| \begin{array}{l} \dfrac{v_0^2}{g} \sin\theta\cos\theta \\ 0 \\ \dfrac{v_0^2}{2g} \sin^2\theta \end{array} \right.$$

Point d’impact A

$$A \left| \begin{array}{l} 2\dfrac{v_0^2}{g} \sin\theta\cos\theta \\ 0 \\ 0 \end{array} \right.$$

5 - Portée maximale ou atteindre une cible

On veut lancer le plus *loin* possible. A est le point d'impact :

$$A \left| \begin{array}{l} 2\frac{v_0^2}{g}\sin\theta\cos\theta \\ 0 \\ 0 \end{array} \right.$$

Atteindre une cible en B (x_B)

6 - Temps de vol

À quel temps t_A l'objet est-il en A ?

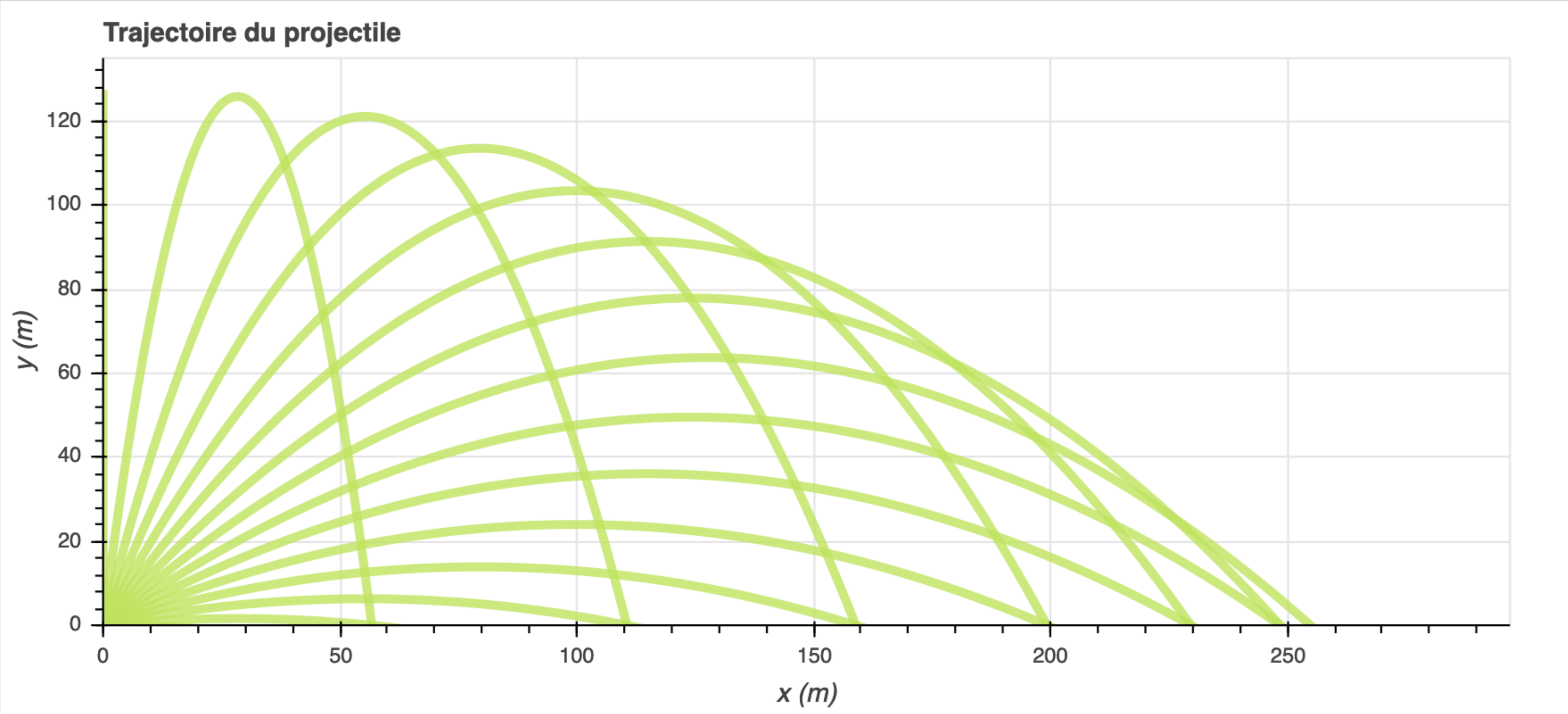
$$\vec{r_A}\left| \begin{array}{l} (v_0 \cos\theta)t_A \\ 0 \\ -\frac{1}{2}g t_A^2 + (v_0 \sin\theta)t_A \end{array} \right. = \left| \begin{array}{l} \frac{2v_0^2}{g}\sin\theta\cos\theta \\ 0 \\ 0 \end{array} \right.$$

$$t_A = 2\left(\frac{v_0}{g}\right)\sin\theta.$$

Analyse conceptuelle

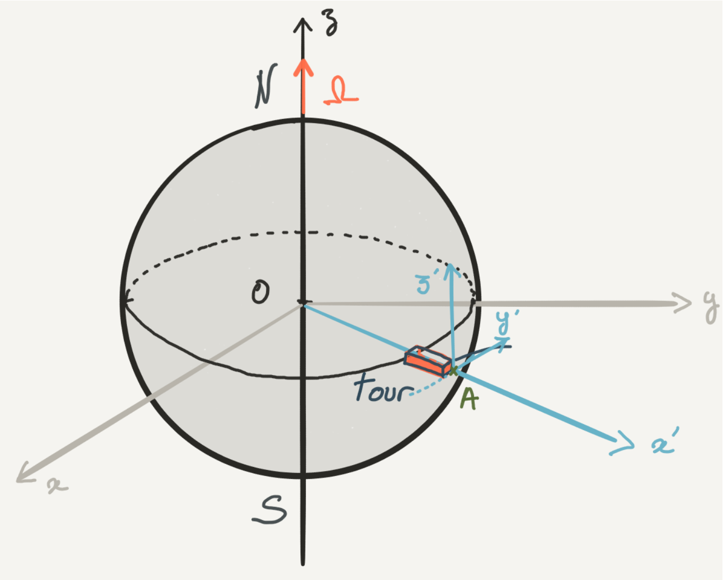
7 - Parabole de sureté

Parabole de sureté. Pour une vitesse initiale v_0 donnée, un projectile ne peut pas atteindre les points en dehors de la parabole de sureté.



8 - Effet de la rotation de la Terre : pierre qui tombe d’une tour

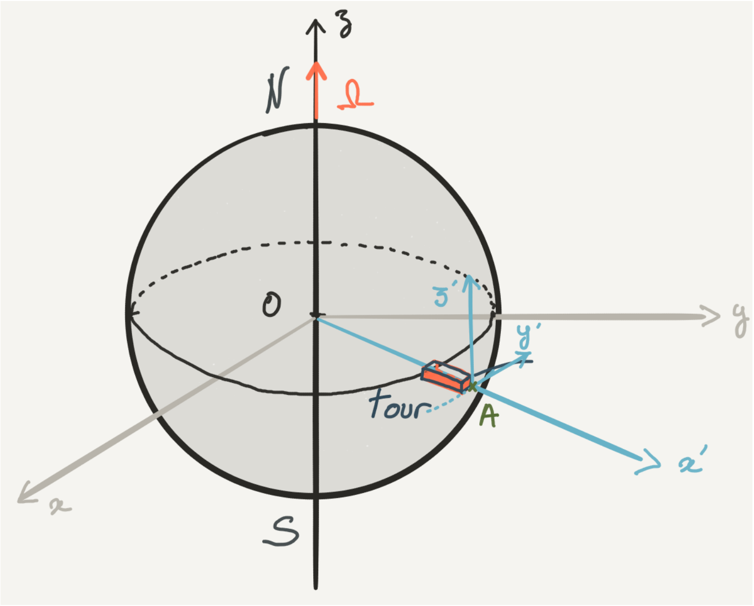
On considère qu’on lâche une pierre d’une hauteur *h* depuis une tour située à l’équateur. De quelle distance et dans quelle direction la pierre est-elle déviée ?



Calcul "intuitif", ne prenant en compte que les vitesses de rotations :

Calcul complet

On prend un repère $\mathcal{R}(O, x, y, z)$ fixe avec O centre de la Terre et un repère lié à la tour $\mathcal{R}'(A, x', y', z')$. A est le sommet de la tour (point d'où on lâche la pierre).



8 - Effet de la rotation de la Terre

8 - Effet de la rotation de la Terre

8 - Effet de la rotation de la Terre

Ferdinand Reich 1799–1882

Expérience en 1833 ; $h = 158\text{m}$ $\lambda = 51°$