



ÉTUDE DU MOUVEMENT PARABOLIQUE PAR PROGRAMMATION

Objectifs : exploiter une simulation numérique pour comprendre les paramètres d'un mouvement parabolique



Problématique : La pétanque est un jeu qui consiste à lancer une boule le plus proche possible du « cochonnet ». Le terrain de jeu est horizontal. Lors du lancer, le joueur communique de l'énergie à la boule : après une trajectoire en cloche, elle retombe sur le sol et s'y arrête. L'hypothèse est faite que la boule est en chute libre. De quels paramètres dépend le point de chute de la boule ? Quelles conversions d'énergie ont lieu au cours de ce mouvement ?



Contexte

Le mouvement étudié est celui d'une boule de pétanque, de masse $m = 700$ g, lancée par un joueur depuis une hauteur $h = 1$ m au-dessus du sol, avec une vitesse initiale $\vec{v}_0$ formant un angle α par rapport à l'horizontale. Le joueur a pour objectif de placer sa boule devant le cochonnet situé à 7 m de lui.

Théorème de l'énergie mécanique

Énoncé : l'énergie mécanique d'un système varie entre un point A et un point B de son mouvement comme la somme de travaux des forces non-conservatives.

Dans le cas de la chute libre, où seul le poids est pris en compte, et comme il s'agit d'une force conservative, alors l'énergie mécanique ne varie pas, elle se conserve.

Programme Python

```
1 # TIR PARABOLIQUE - Etude énergétique
2
3 import numpy as np
4 import math
5 import matplotlib.pyplot as plt
6 from math import *
7
8 # Définitions des variables et du nombre de points à tracer
9 alpha = 40*2*pi/360 # angle en radians
10 h = 1
11 v0 = 8
12 g = 9.81
13 m = 0.700
14 nbt = 30
15
16 # Définitions des fonctions à tracer
17 t = np.linspace(0, 1.3, nbt)
18 vx = v0 * cos(alpha)
19 vy = -g*t + v0 * sin(alpha)
20 y = -0.5*g*t*t + v0 * sin(alpha) * t + h
21 Ec =
22 Epp =
23 Em =
24
25 # Graphes à tracer : formules, couleurs, titres, échelles
26 plt.plot(t, Ec, 'b+', label="Ec(t)")
27 plt.plot(t, Epp, 'r+', label="Epp(t)")
28 plt.plot(t, Em, 'g+', label="Em(t)")
29 plt.legend()
30 plt.xlim(0,1.3)
31 plt.ylim(0,25.0)
32 plt.title('Evolution au cours du temps des différentes énergies')
33 plt.xlabel('temps (s)', color='grey')
34 plt.ylabel('Energies (J)', color='grey')
35 plt.grid()
36 plt.show()
```

Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme

Dans le cas d'un mouvement de chute libre dans un champ de pesanteur uniforme tel que décrit dans le contexte, les équations horaires du mouvement sont les suivantes :

$$x(t) = v_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t$$

$$y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t = h$$

L'équation de la trajectoire, $y = f(x)$, est obtenue en combinant les deux équations entre elles pour en éliminer la grandeur temps t .

RÉALISER*Exploiter un programme informatique***A B C D**

1. Définir le système et le référentiel de l'étude.
2. À l'aide du dernier document, établir l'équation de la trajectoire du mouvement de chute libre.
3. Démarrer le programme Python « Angle de tir – programme à compléter »
4. Repérer la ligne du programme où apparaît l'équation de la trajectoire et vérifier qu'elle correspond à celle établie dans la question 2.
5. Compléter les lignes n° 46 et 47 du programme à l'aide des lignes précédentes.
6. Exécuter le programme (Ctrl + F9).

ANALYSER*Exploiter des résultats de simulation***A B C D**

7. Repérer dans quel cas la boule s'élève au plus haut, puis dans quel cas elle s'éloigne le plus loin.
8. Préciser la valeur de l'angle de tir à retenir pour que le point d'impact de la boule au sol soit au plus près du cochonnet.
9. Identifier d'autres paramètres qu'il serait possible de faire varier pour modifier la trajectoire de la boule.

Étude énergétique :

10. Rappeler les expressions des énergies cinétiques, potentielle de pesanteur et mécanique.
11. Repérer dans le programme fourni ci-contre les conditions initiales relatives à la norme de la vitesse et à l'angle de tir.
12. Démarrer le programme Python « Etude énergétiques – programme à compléter ».
13. Compléter les lignes n° 21, 22 et 23 du programme.
14. Exécuter le programme (Ctrl + F9).
15. Justifier les allures des courbes E_c , E_{pp} et E_m .
16. Exploiter les courbes pour déterminer l'altitude maximale $y_{\max}$ atteinte par la boule.
17. À l'aide des courbes et des documents, déterminer si la boule arrive bien au sol proche du cochonnet.

COMMUNIQUER*Rédiger une synthèse***A B C D**

18. Répondre aux problématiques du TP dans un paragraphe de quelques lignes.