TP Résolution de problèmes complexes Algorithmes génétiques

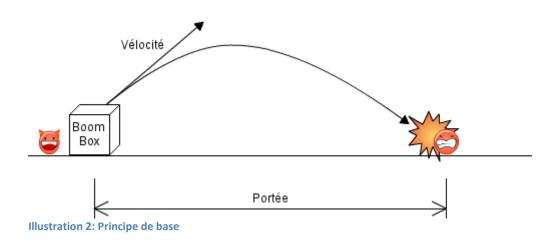
La catapulte



Illustration 1: Trébuchet, Les Beaux de Provence

Le principe de ce TP va être d'utiliser la programmation d'algorithmes génétiques pour améliorer les dégâts d'une catapulte /d'un trébuchet sur une cible située à la même altitude. Le présent document a pour but de vous aider dans les étapes permettant la réalisation de ce TP.

Résumons la situation par un schéma.



Comme la dimension métier du problème est assez liée à la physique et plus particulièrement à la balistique, les équations et leurs significations seront fournies. Grâce sera faite de toutes les résistances et autres frictions. Seul le cas idéal sera considéré.

L'objectif final est de maximiser les dégâts possibles à une cible située à une distance d de la catapulte, soit de maximiser l'énergie cinétique que nous allons lui transmettre.

Regardons donc comment est construite une catapulte.

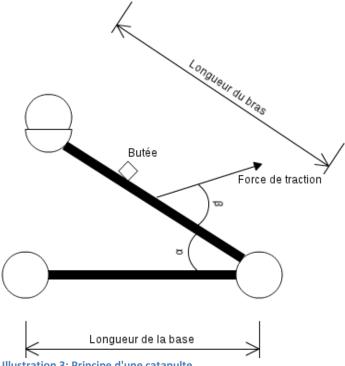


Illustration 3: Principe d'une catapulte

Si on liste les paramètres simplifiés rentrant en compte dans notre TP, nous obtenons :

- la hauteur de la butée, qui peut être déterminée par l'angle α (en degrés)
- la longueur du bras L_b (en mètres)
- la masse du bras m_b (en kilos)
- l'angle de la force de traction avec le bras β (en degrés)
- la masse du contrepoids responsable de la force de traction m_c (en kilos)
- la masse du projectile m_p (en kilos)
- la longueur de la base L_r (en mètres)

Pour rappel:

sur Terre

$$g = 9.81 m.s^{-2}$$

sur la Lune

$$g=1,62 \, m.s^{-2}$$

sur Jupiter

$$g = 24,80 \, m.s^{-2}$$

Nous en arrivons maintenant à la liste des équations qu'il faut posséder pour résoudre ce problème.

1. Force de traction F (en N)

$$F = (m_c \cdot g) \cdot \sin(\beta) - (m_p \cdot g) \cdot \cos(\alpha)$$

2. Moment du bras M (en N.m)

$$M = F \times L_b$$

3. Moment d'inertie du bras I (en kg/m²)

$$I = \frac{(m_b.L_b^2)}{3}$$

4. Accélération angulaire uniforme a (en rad/s²)

$$a = \frac{M}{I}$$

5. Vélocité V (en m/s)

$$V = a.L_b$$

6. Portée P (en m)

$$d = \frac{V^2}{g} . \sin(2.(90 - \alpha))$$

7. Energie d'impact (en joules), assimilée à la force cinétique transformée à l'impact

$$E_c = \frac{1}{2} m_p V^2$$

8. La construction envisagée est-elle viable (le boulet est-il trop lourd et/ou la base trop petite)

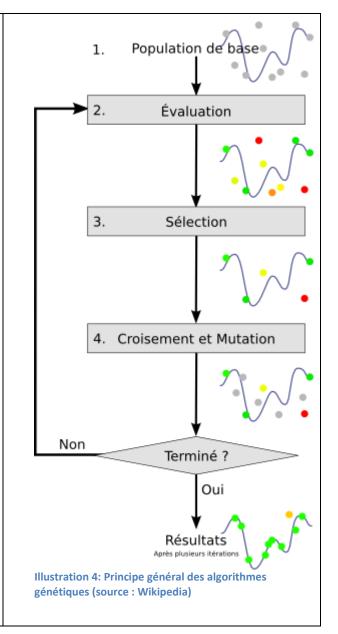
$$\left(\left(\sin(\alpha) \cdot L_b\right)^2 + \left(\cos(\alpha) \cdot L_b - L_r\right)^2\right) \sin(\alpha) \cdot \left(m_p \cdot g\right) \le L_r \cdot \left(m_c \cdot g\right)$$

9. Equivalence Joule et gramme de TNT

$$Energie_{TNT} = \frac{Energie_{Joule}}{4184}$$

Et nos algorithmes génétiques dans tout cela?

- 1. La première étape va être de déterminer votre population, ensuite de regarder qui seront ses individus de cette population et dans quelle proportion peuvent varier les gênes de ceux-ci (n'oubliez pas que les valeurs peuvent être interchangées...).
- 2. Ensuite, il faut générer une population aléatoire (exemple de stockage, la chaine de caractère où un caractère correspond à un chromosome).
- 3. A l'aide des équations précédentes, constuisez une fonction d'évaluation qui donnera une note à chaque individu, représentant son adaptation au problème.
- En vous appuyant sur cette note, il s'agira de tirer au sort n/2 couples. Chaque chaîne a une probabilité d'être sélectionnée proportionnelle à son adaptation.
- 5. Ensuite il s'agit de croiser les couples pour donner 2 chaînes filles. Pour cela deux étapes, l'enjambement et la mutation.
 - a) L'enjambement consiste à couper les deux chaînes parentes en un point fixe et à les échanger au delà de ce point. On peut déplacer le point de coupe aléatoirement assez régulièrement (entre 50 et 80% des cas, à tester).
 - b) La mutation consiste à modifier de temps à autre (probabilité à fixer mais 1% est un bon départ) un des chromosomes d'une chaîne fille.



Vous choisirez pour votre TP un langage de votre choix compilable sous linux. Vous rendrez :

- le code commenté,
- un cours rapport expliquant vos choix (fonction d'évaluation par exemple) et votre démarche,
- un jeu d'essais.

Optionnel: La réalisation d'interface graphique est optionnelle mais grandement ludique et plutôt conseillée.