



## La gravitation universelle : Lanceur de balle pour chien.

publié le 30/12/2008

### Descriptif :

Interaction gravitationnelle entre deux corps.

La pesanteur résulte de l'attraction terrestre.

Comparaison du poids d'un corps sur la terre et sur la lune.

Trajectoire d'un projectile : influence de la vitesse de lancement et de la direction de lancement sur le mouvement d'un projectile.

Interprétation du mouvement d'un satellite. Pourquoi la lune ne tombe-t-elle pas sur la Terre ? : Lanceur de balle pour chien.



L'observateur promenant sa chienne au bord de la mer tenait à la main un lanceur de balle pour chien — cf. document ci-contre. Croisant un autre promeneur, ce dernier s'exclame :

— « Ah ! C'est bien ça ! Ça donne plus de force à la balle ! » Belle preuve que les raisonnements aristotéliens ont la peau dure ! Car en fait de *force* l'observateur sait que ce lanceur lui permet de lancer la balle bien plus loin avec un moindre effort.

En fait, quand la balle quitte le lanceur, elle ne subit plus la force de réaction du logement où elle était — réaction dont la composante normale s'annule dès que le contact cesse. La fonction de ce lanceur n'est donc pas de donner de la force, mais de la vitesse ou mieux, de la *quantité de mouvement* à la balle qui, une fois lancée continuerait en ligne droite s'il n'y avait la pesanteur. Mais il y a la pesanteur. La *portée* étant proportionnelle au carré de la vitesse imprimée à la balle et le lanceur doublant *grosso-modo* la longueur du bras de l'observateur, ce dernier peut ainsi envoyer la balle quatre fois plus loin qu'avec son seul bras.

Précisons les choses en déterminant la portée de ce lancer, c'est-à-dire la distance séparant le lanceur du point d'impact de la balle sur le sol. Si la balle est lancée dans le champ de pesanteur  $g$  d'une hauteur  $h$  avec une vitesse  $v_0$  et sous un angle  $\theta_0$  par rapport à l'horizontale, un calcul relativement simple montre que la portée  $L$  est égale à :



Pour une vitesse  $v_0$  donnée, cette portée est maximale pour l'angle  $\theta_{0m}$  suivant — là aussi passons sur le calcul :

$$\theta_{0m} = \arcsin\left(1/\sqrt{2 + (h/h_0)}\right)$$

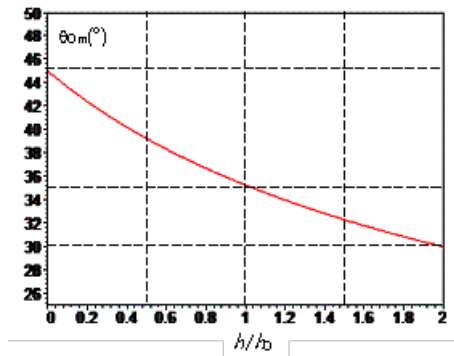
La portée maximale est alors égale à :

$$L_{max} = 2h_0 \sqrt{1 + \frac{h}{h_0}} = (v_0/g) \sqrt{(v_0)^2 + 2gh}$$

Il apparaît donc que le paramètre  $\frac{h}{h_0}$  régit la portée et que plus il est faible, plus on tend vers une portée maximale caractérisée par

$\theta_{0m} = \pi/4, L_{max} = v_0^2/g$  — celle calculée usuellement.

Pour le problème qui nous occupe, il est possible de lancer sans trop d'effort la balle à 10 m sans le lanceur. On peut alors en déduire que la vitesse de lancement est de l'ordre de  $10 \text{ m.s}^{-1}$ . Avec le lanceur, cette vitesse passe à quelque chose comme  $20 \text{ m.s}^{-1}$  : la hauteur  $h_0$  est donc de l'ordre de 20 m. Comme la balle est lancée d'une altitude d'environ 2,5 m, il s'ensuit que le rapport  $\frac{h}{h_0}$  est de l'ordre de 0,125.



L'angle de lancement optimum est donc légèrement inférieur à  $45^{\circ}$  et la portée est alors d'un peu plus de 40 m, ce que l'observateur a pu vérifier sans trop se fatiguer.

En se fatigant un peu, il est possible d'augmenter notablement cette portée.

Remarque : bien sûr ces calculs ne tiennent pas compte de la traînée subie par la balle, cette traînée étant ici en première approche proportionnelle au carré de la vitesse.

Depuis le 20 mai 1990, le record du monde masculin de lancer du poids est détenu par l'américain Randy Barnes avec un jet de 23,12 m : on peut en conclure que le boulet a quitté sa main avec une vitesse d'environ  $15 \text{ m.s}^{-1}$ , son bras faisant vraisemblablement un angle d'environ  $45^{\circ}$  avec l'horizontale.