

Super-propulsion d'objets élastiques élanés

Guillaume Giombini *et al.*

Université Côte d'Azur, CNRS, Institut de Physique de Nice, 06100 Nice, France
 guillaume.giombini@unice.fr

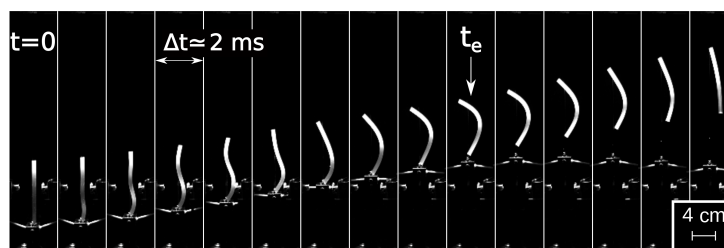


Figure 1. Séquence d'images montrant la déformation d'une poutre d'élastomère accélérée par le lanceur de laboratoire.

La propulsion d'objets est au centre de beaucoup d'innovations technologiques dans l'histoire de l'humanité, comme l'arc ou les catapultes [1]. Une récente étude a montré que les objets élastiques homogènes lancés au moyen d'un engin de type catapulte peuvent obtenir un gain d'énergie cinétique de 250% comparé à un objet rigide de même masse [2]. Ce phénomène, dénomé *super-propulsion*, se manifeste quand les échelles de temps de la déformation de l'objet et de l'accélération du lanceur sont du même ordre. Bien que ce phénomène ait été mis en évidence pour des déformations longitudinales, nous étudions ici le cas de projectiles élastiques élanés présentant des déformations transverses.

Nous réalisons des éjections de poutres élastiques au moyen d'un lanceur inspiré de l'arc. Les projectiles sont réalisés à partir de divers matériaux : élastomères, acier, carbone et diffèrent de par leur conception (objets homogènes ou lestés). Plusieurs paramètres sont variés systématiquement : masse, longueur et module d'élasticité du projectile ainsi que l'amplitude et la fréquence du lanceur. Les projectiles sont soumis à des accélérations allant jusqu'à 250 fois la gravité et les images sont prises à la caméra rapide. La vitesse du centre de masse du projectile V_e est mesurée à chaque éjection ainsi que V_p^* , la vitesse à laquelle un projectile rigide serait éjecté. L'efficacité d'une éjection est caractérisée par le gain d'énergie cinétique $\alpha = (V_e/V_p^*)$. Le comportement de α dépend fortement de l'amplitude du lanceur, témoignage du caractère non linéaire du phénomène inhérent au flambage dynamique de l'objet [3]. Il existe une amplitude optimale pour chaque projectile pour laquelle α atteint un maximum supérieur au gain mesuré pour un objet rigide et pouvant valoir jusqu'à 150%.

Nous avons développé un modèle simple permettant de mettre en évidence un comportement unique qui dépend d'un paramètre sans dimension comparant la force élastique associée à la déformation du projectile et la force inertielle due au mouvement du lanceur.

Ce comportement pourrait être d'intérêt dans le domaine de l'archerie. Nous nous attendons en effet à observer un accord entre les temps caractéristiques de l'arc et de la flèche pour lequel le transfert d'énergie est maximisé. À ce titre, une collaboration avec des archers de haut niveau est en cours.

Références

1. DENNY M., Siege engine dynamics, *Eur. J. Phys.*, **26**(4), 561 (2005).
2. RAUFASTE ET AL., Superpropulsion of droplets and Soft Elastic Solids, *Phys. Rev. Lett.*, **119**, 108001, (2017).
3. GLADDEN ET AL., Dynamic Buckling and Fragmentation in Brittle Rods, *Phys. Rev. Lett.*, **94**, (2005).