

Fragmentation de spaghettis

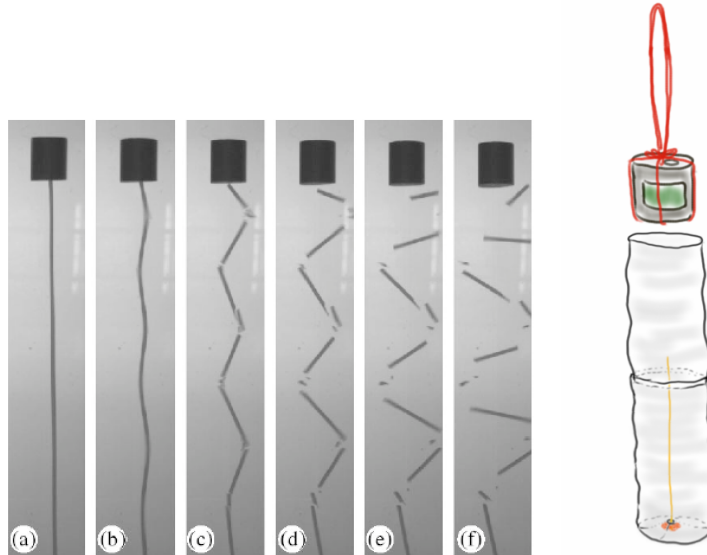


FIGURE 1 – (Gauche) Flambement dynamique d'un spaghetti. Un projectile en aluminium (masse 25 g) de vitesse $V_0 = 3.5$ m/s est lancé sur un spaghetti (diamètre $d = 1.9$ mm, longueur $L = 24$ cm, module de Young $E = 2.9$ GPa, masse volumique $\rho = 1.5$ g/cm³). L'intervalle entre les images est de 236 μ s. (Droite) Expérience proposée.

La fracture des spaghetti a beaucoup intrigué le physicien Richard Feynman. Pourquoi ne se cassent-ils pas en deux, mais en une multitude de fragments, quand on les fléchit ou comprime ? Afin de répondre en partie à cette question, Gladden *et al.* (2005)¹ ont conçu une série d'expériences contrôlées où des spaghettis encastrés verticalement sur une table sont impactés par un projectile qui les comprime axialement. L'impact conduit à un *flambement dynamique* est illustré en figure 1 (en gauche) qui conduit à une longueur d'onde très différente de la configuration statique décrite par Euler.

Expériences à réaliser : Nous allons chercher à déterminer expérimentalement la distribution statistique de fragments. Pour réaliser l'expérience, prendre trois bouteilles d'eau de 1,5 l (vides) et confectionner un tube comme illustré en Figure 1 (à droite). Percer le fond du tube et poser verticalement un spaghetti, en utilisant par exemple de la pâte modeler. Fixer une petite boîte cylindrique (le projectile) à une ficelle et lâcher le projectile à partir d'une certaine hauteur. Déterminer la longueur des fragments et répéter l'expérience (à vitesse d'impact donnée) de manière à pouvoir tracer un histogramme des distributions de taille. Cet histogramme dépend-il de la vitesse d'impact ?

Comparer vos résultats à l'étude de Gladden *et al.*.

Interprétation physique : En comparant la vitesse de l'impacteur à celle d'une onde de compression le long du spaghetti, déterminer le taux de compression induit par l'impact. Quelle est la longueur de flambement correspondante si on applique le critère d'Euler avec ce taux de compression ? Cette longueur rend-elle compte des distributions de taille obtenues ?

1. J.R. Gladden, N.Z. Handzy, A. Belmonte and E. Villermaux, 2005. *Dynamic Buckling and Fragmentation in Brittle Rods*, Phys. Rev. Lett., 94, 035503.

Matériel nécessaire :

- trois bouteilles d'eau de 1,5 l (vides),
- spaghettis (de diamètres différents ce serait top),
- une boîte cylindrique (une boîte de conserve par exemple),
- ficelle,
- la règle ou mètre,
- de la pâte à modeler (ou pince pour encastrer le spaghetti verticalement).