

Déformation d'une structure origami induite par un écoulement

Tom Marzin¹, Emmanuel de Langre¹ & Sophie Ramananarivo¹

LadHyX, Department of Mechanics, Ecole polytechnique, Institut polytechnique de Paris, France
marzin@ladhyx.polytechnique.fr

L'élasticité d'une structure sous écoulement permet sa reconfiguration engendrant une réduction des forces de trainée [1]. Les structures pliées inspirées par les origamis sont une opportunité intéressante afin d'élargir le domaine de la reconfiguration contrôlée.

Ici, nous étudions la reconfiguration d'un pliage "waterbomb". Ce motif élémentaire [2] présente la particularité d'être bistable et d'exhiber une grande variation de forme durant sa cinétique.

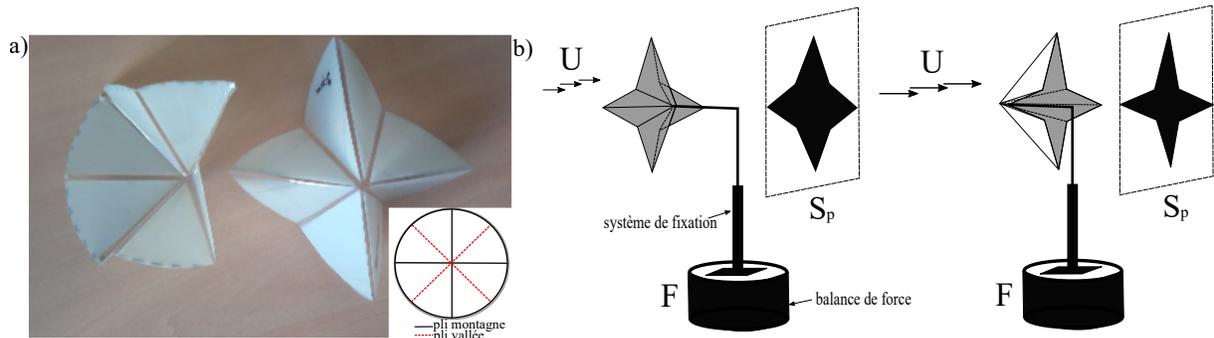


Figure 1. (a) Base 'waterbomb' avec faces rigides dans deux positions d'équilibre, composée d'un assemblage de deux types de mylar. (b) La structure est placée sous écoulement normal, passé une certaine vitesse elle se retourne vers sa seconde position d'équilibre. Le processus de reconfiguration génère une large variation de surface projetée S_p et de trainée F mesurée par une balance de force

Expérimentalement nous avons fabriqué des origamis à faces rigides en utilisant la superposition de mylar de différentes épaisseurs (fin pour les plis et épais pour les faces) et nous avons aussi fait varier les paramètres géométriques (tailles, angles d'ouverture) et élastiques (raideur des plis) de nos structures. Nous soumettons alors nos systèmes à un écoulement normal issu d'une soufflerie en veine ouverte. Nos expériences permettent de quantifier l'effet des grandes variations géométriques lors de la cinématique du système sur la trainée.

Nous avons conçu un modèle analytique reposant sur un équilibre énergétique $E = E_{el} + W_p$, où E_{el} est un terme potentiel élastique qui définit chaque pli comme un ressort de torsion. Le deuxième terme W_p correspond au travail effectué par les forces de pression agissant sur chacune des faces. Après avoir équilibré le bilan énergétique nous arrivons à une bonne cohérence entre notre modèle et nos expériences, rendant la réponse de la structure prédictible et contrôlée. Ce système pourrait représenter une stratégie intéressante pour les valves passives ou diodes hydrauliques.

Références

1. GOSSELIN F. & DE LANGRE E. & MACHADO-ALMEIDA A., Drag reduction of flexible plates by reconfiguration, *J. Fluid Mech.*, (2009).
2. HANNA B. ET AL., Waterbomb base : a symmetric single-vertex bistable origami mechanism, *Smart Materials and Structures*, **23**, (2014).