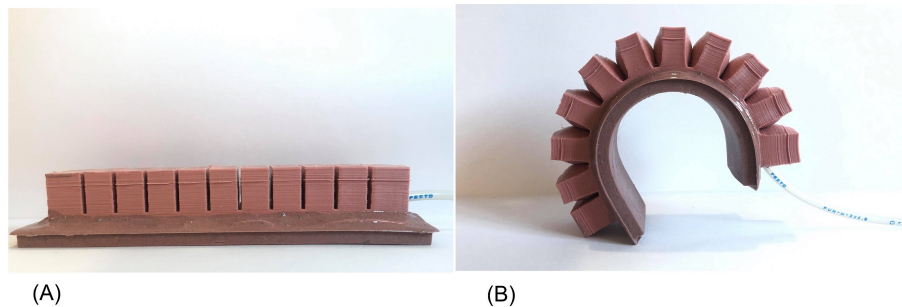


# Un modèle non-linéaire d'actuateur en flexion pour robots mous

Manon Thbaut<sup>1</sup> & Sébastien Brisard<sup>1</sup>

Laboratoire Navier, École des Ponts, Université Gustave Eiffel, IFSTTAR, CNRS, F-77455 Marne-la-Vallée  
manon.thbaut@enpc.fr



**Figure 1.** Un actuateur en flexion réalisé à l'École des Ponts ParisTech dans le cadre d'un projet du département *Génie Mécanique et Matériaux* (GMM). (A) Configuration initiale, au repos. (B) Injection d'air, pression de 1,25 bar (courtoisie M. Sardet, L. Thiollière et L. Legrandois).

Des structures en élastomère comme celle présentée sur la figure 1 sont communément employées comme actuateurs en flexion dans le domaine des « robots mous ». Elles sont composées d'une base renforcée plane sur laquelle sont fixées des cavités parallélépipédiques. Ce type de structure est conçu pour agir comme un « doigt ». Pour cela, de l'air est injecté pour faire gonfler les cavités, entraînant ainsi une courbure du doigt ayant pour but la préhension de petits objets. On propose dans cet exposé un modèle semi-analytique permettant de décrire la relation pression-courbure du doigt. Ce modèle constitue une extension de celui de Shepherd *et al.* [1].

Sous l'hypothèse essentielle d'*invariance par translation selon l'axe de flexion*, on montre dans un premier temps que le problème de la déformation d'un doigt peut être réduit à celui de la déformation d'une cavité unique, astreinte à se déformer entre deux plans. Ces plans rendent compte du contact entre deux cavités successives du doigt complet.

Dans un second temps, on établit des résultats généraux concernant les membranes invariantes par translation selon un axe. Ces résultats sont valables dans le cadre de l'élasticité non-linéaire en grandes transformations, avec contact éventuel (sans frottements) sur un support plan. On montre que l'hypothèse d'invariance par translation permet : *i.* de formuler toutes les équations de la membrane sur la configuration *actuelle* et *ii.* de réduire les équations aux dérivées partielles à de simples équations algébriques.

Dans un troisième temps, ces résultats sont utilisés pour caractériser l'équilibre de la cavité isolée. Une paramétrisation appropriée permet de réduire la description complète de l'état du système à trois paramètres : la pression interne, l'angle entre les deux plans ainsi que la longueur du contact. Un équilibre global (tenant compte des cavités ainsi que de la base flexible, mais inextensible) permet alors d'obtenir la relation manquante reliant ces trois paramètres. En reliant l'angle entre les plans au rayon de courbure, on obtient ainsi le lien cherché entre la pression interne et la courbure.

## Références

1. R. F. SHEPHERD *et al.*, Multigait soft robot, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **108**(51), 20400–20403 (2011).