

## instabilités de membranes electro-actives

Hadrien Bense<sup>1</sup>, Benoît Roman<sup>1</sup>, José Bico<sup>1</sup>, Miguel Trejo<sup>1</sup> & Bruno Secordel<sup>1</sup>

Physique et Mécanique des Milieux Hétérogènes - CNRS UMR 7636, ESPCI ParisTech, UPMC Paris 6, UPD Paris 7 - 10 rue Vauquelin, 75005 Paris, France  
hadrien.bense@espci.fr

Les polymères électroactifs sont une nouvelle classe de matériaux qui, sous l'effet d'une stimulation par un champ électrique, se déforment mécaniquement. Ils peuvent ainsi être utilisés comme actionneurs ou comme senseurs.

Parmi les différents types de matériaux électro-actifs, les élastomères diélectriques ont un principe de fonctionnement relativement simple [1] : une feuille de polymère est recouverte de part et d'autre d'une couche conductrice (noir de carbone par exemple). Ce système est en fait un condensateur, ainsi dès lorsqu'un voltage est appliqué, les couches conductrices - les électrodes - se chargent avec des signes opposés. Cette charge crée une force s'exerçant entre les plaques du condensateur qui comprime la feuille élastique, celle-ci étant incompressible (son coefficient de Poisson est proche de 0.5) elle se dilate latéralement. De tels systèmes, lorsqu'ils sont pré-étirés démontrent jusqu'à 200% d'augmentation de surface lorsqu'un haut voltage est appliqué [2].

Dans la plupart des cas, l'élastomère est fortement étiré et clampé ou soumis à de grandes charges avant même que le voltage ne soit appliqué dans le but d'obtenir les plus grandes déformations possibles [1]. Notre intérêt se porte plutôt sur des systèmes qui ne sont pas soumis à une forte extension initiale et dont les conditions aux limites sont libres. Cet intérêt vient du fait que nous observons que le système est mécaniquement instable dès lors qu'un voltage est appliqué de manière non uniforme. De telles instabilités de flambages ne sont pas observés dans les autres études à cause des forts chargements en tension, elles sont en revanche fréquentes dans les plaques minces comportant des tensions internes (comme les déformations plastiques non uniformes se produisant dans des plaques ductiles déchirées [3]).

En guise de premier pas, nous nous proposons d'étudier des géométries simples dans lesquels l'échantillon est partiellement recouvert d'une couche conductrice. Un disque où seule la zone centrale grandit ou encore un disque où la croissance se fait dans un anneau central sont deux exemples. Nous pouvons alors nous demander si l'on peut prévoir, dans ces cas simples, le seuil d'instabilité, et ses caractéristiques (longueur d'onde, amplitude...) grâce à une analyse de stabilité linéaire.

## Références

1. Z. SUO, Theory of dielectric elastomers, *Acta Mechanica Solida Sinica*, **23**, 549–578 (2010).
2. J. HUANG ET AL., Giant, voltage-actuated deformation of a dielectric elastomer under dead load, *Applied Phys. Lett.*, **100**, 041911 (2012).
3. E. SHARON, B.ROMAN, S. SMITH AND H.SWINNEY, Geometrically induced buckling cascade observed in free sheets, *Phys.Rev.E*, **75**, 046211 (2007).