

Actuation collective dans les solides actifs – Emergence & Contrôle

Paul Baconnier¹, Olivier Dauchot¹

Gulliver UMR CNRS 7083, ESPCI Paris, Université PSL, 10 rue Vauquelin, 75005 Paris, France
paul.baconnier@espci.fr

Les solides actifs sont constitués d'unités motorisées couplées élastiquement. Ils sont au centre de nombreux processus biologiques comme la locomotion, les auto-oscillations et la rectification, mais sont aussi étudiés en robotique ou pour construire de nouveaux méta-matériaux dotés d'une forme d'autonomie. Néanmoins, le mécanisme de rétroaction entre forces élastiques et actives, et l'émergence de comportements collectifs dans de tels systèmes, sont encore mal compris. Nous introduisons ici une réalisation expérimentale d'un solide actif, dans lequel nous caractérisons l'émergence d'une actuation sélective et collective, en faisant pleinement le lien entre activité, élasticité et géométrie [1]. Les unités actives exercent des forces sur les nœuds d'un réseau élastique $2d$. Les forces élastiques réorientent de manière non linéaire les agents actifs. Pour un couplage suffisamment grand, une oscillation collective des nœuds du réseau autour de leurs positions d'équilibres émerge.

Lors de cet exposé, je présenterai les différents régimes d'actuation collective spontanés observés expérimentalement (cf. Fig. 1), ainsi que l'analyse numérique et théorique d'un modèle d'agents. Dans un second temps, je montrerai que la tension mécanique est un paramètre de contrôle robuste pour transiter entre différents régimes d'actuation collective, tant à l'échelle du matériau que d'un modèle-jouet, ouvrant la voie vers le design de comportement collectifs dans les solides actifs [2].

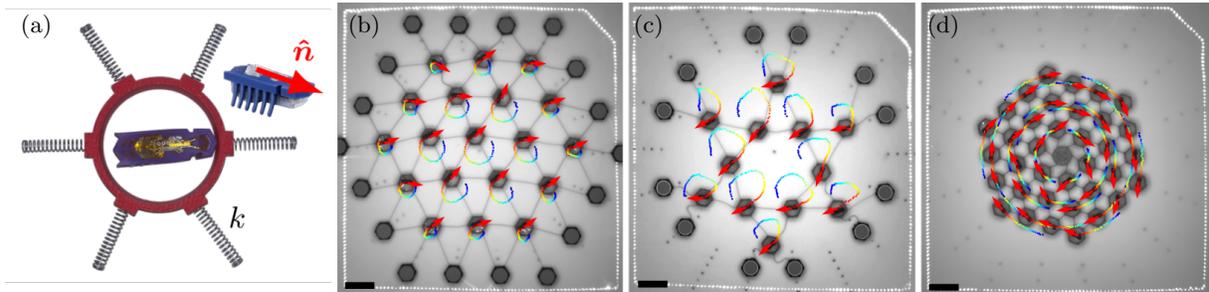


Figure 1. (a) Bloc de construction actif : un *hexbug* est placé dans un cylindre imprimé en $3d$. L'unité active produit une force d'amplitude F_0 dans la direction du vecteur polarité \hat{n} . Les blocs sont assemblés par des ressorts de raideur k . (b,c,d) N blocs actifs assemblés en réseaux élastique $2d$; (b) réseau triangulaire ($N = 19$) bloqué aux bords; (c) réseau kagome ($N = 12$) bloqué aux bords; (d) réseau triangulaire ($N = 36$) bloqué au centre. Le couplage non-linéaire entre forces élastiques et forces actives entraîne le système vers l'actuation collective (flèches rouges : polarités \hat{n}_i ; les trajectoires expérimentales sont superposées sur les images, et vont de bleu vers rouge lorsque le temps avance; échelles : 10 cm).

Références

1. P. BACONNIER & D. SHOHAT & C. HERNANDÈZ & C. COULAIS & V. DÉMERY & G. DÜRING & O. DAUCHOT, Selective and Collective Actuation in Active Solids, *arXiv* :2110.01516 (2021).
2. P. BACONNIER & D. SHOHAT & O. DAUCHOT, Tension-controlled switch between collective actuations in active solids, *En préparation*, (2022).