

# Compaction d'objets élastiques : distributions d'énergie et températures effectives

Deboeuf S., Boué L., Adda-Bedia M., & Boudaoud A.

Ecole Normale Supérieure - Laboratoire de Physique Statistique, 24 rue Lhomond 75231 Paris Cedex 05  
stephanie.deboeuf@lps.ens.fr

On observe dans la nature des exemples d'objets compactés de petite dimensionalité (tiges, plaques) : les brins d'ADN repliés dans les noyaux cellulaires [1,2], ou bien les feuilles végétales dans les bourgeons. Et si ces structures biologiques pliées avaient des caractéristiques communes aux systèmes purement mécaniques ? Nous nous intéressons aux propriétés géométriques et énergétiques d'une tige élastique forcée à se compacter dans un plan, et ce suivant deux types de compaction : une expérience consistant à tirer une feuille circulaire de polyester par son centre à travers un trou rigide de petite taille [3,4] ; et une simulation numérique considérant une tige placée dans un potentiel quadratique. La tige se courbe et s'enroule, développant des motifs pliés de forme variée [5]. La géométrie (longueur et courbure), ainsi que l'énergie élastique de ces motifs élémentaires sont mesurées directement, et étudiées d'un point de vue statistique en considérant plusieurs réalisations. Une grande variété de configurations pliées est observée. Alors que les propriétés statistiques géométriques varient pour les deux types de compaction (expériences et simulations), les propriétés énergétiques restent inchangées. De plus, bien que la géométrie des motifs varie au sein du système expérimental –selon qu'ils soient en contact ou non avec les bords du trou–, leur propriété énergétique reste homogène, comme si le système était thermiquement équilibré. Dans tous les cas, les distributions d'énergie des motifs élémentaires sont caractérisées par une queue exponentielle aux grandes énergies et une divergence en loi de puissance aux faibles valeurs. Ces mesures permettent de définir plusieurs températures effectives [6,7] : 1) énergie moyenne des motifs élémentaires, 2) échelle de décroissance exponentielle, 3) fluctuation relative de l'énergie des systèmes entiers.

## Références

1. E. Katzav, M. Adda-Bedia and A. Boudaoud, A statistical approach to close packing of elastic rods and to DNA packaging in viral capsids, *Proc. Nat. Acad. Sci.* 103, 18900 (2006).
2. L. Boué and E. Katzav, Folding of flexible rods confined in 2D space, *EPL* 80, 54002 (2007).
3. L. Boué, M. Adda-Bedia, A. Boudaoud, D. Cassani, Y. Couder, A. Eddi, and M. Trejo, Spiral patterns in the packing of flexible structures, *Phy. Rev. Lett.* 97, 166104 (2006).
4. S. Deboeuf, M. Adda-Bedia and A. Boudaoud, Energy distributions and effective temperatures in the packing of elastic sheets, submitted (2007).
5. C. C. Donato, M. A. F. Gomes and R. E. de Souza, Scaling properties in the packing of crumpled wires, *Phys. Rev. E* 67, 026110 (2003).
6. S. F. Edwards and R. B. S. Oakeshott, Theory of powders, *Physica A*, 1080 (1989).
7. E. Bertin, O. Dauchot and M. Droz, Definition and Relevance of Nonequilibrium Intensive Thermodynamic Parameters, *Phys. Rev. Lett.* 96, 120601 (2006).