

Fluctuations du flux de chaleur entre deux thermostats stationnaires hors-équilibre.

M. Lameche & A. Naert

Univ. Lyon, ENS de Lyon, Univ. Claude Bernard, CNRS, Laboratoire de Physique, F-69342 Lyon, France
antoine.naert@ens-lyon.fr

Nous présentons une étude expérimentale du transport de chaleur dans les systèmes hors-équilibre (dissipatifs). L'expérience consiste à coupler de manière électromécanique deux thermostats constitués par des gaz granulaires entretenus dans des état stationnaires hors-équilibre (*NESS*), dans lesquels des rotors de type brownien sont plongés. Ces derniers sont couplés de manière électro-mécanique via une résistance R , de telle sorte qu'un flux d'énergie $\varphi(t)$ circule entre eux, mesurable électriquement. Le flux moyen est proportionnel à la différence des températures effectives, comme attendu par les loi de la conduction : $\bar{\varphi} \propto kT_2 - kT_1$ [1].

En faisant varier R , nous montrons que, dans la limite d'un couplage non-dissipatif, les fluctuations du flux de chaleur $\varphi(t)$ obéissent au 'théorème de fluctuation étendu', une relation proposée par Jarzynski et Wójcik en 2004, entre des thermostats à l'équilibre [3] :

$$\frac{P(\varphi_\tau)}{P(-\varphi_\tau)} = \exp(\mu\tau\varphi_\tau),$$

où $\tau\varphi_\tau(t) = \int_\tau \varphi(t-t')dt'$ est l'énergie échangée pendant le temps τ . Dans la limite τ grand, l'exposant μ , seul paramètre mesuré, est compatible avec la différence des températures inverses $\mu \rightsquigarrow \Delta\beta = \frac{1}{kT_2} - \frac{1}{kT_1}$.

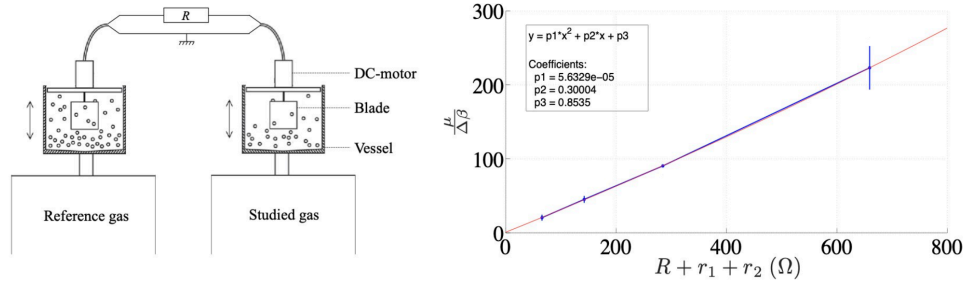


Figure 1. Gauche : expérience constituée de deux gaz granulaires dans lesquels tournent des petites pales fixées sur des moteurs. Ces derniers sont couplés électriquement par une résistance R . Droite : comparaison de la pente de la fonction d'asymétrie et de la différence des températures inverses $\frac{\mu}{\Delta\beta}$ pour plusieurs valeurs de R . L'extrapolation à 0 donne une valeur compatible avec 1.

Ce résultat obtenu pour des gaz granulaires, est certainement représentatif d'une large classe de systèmes hors-équilibre.

Références

1. C.-E. LECOMTE & A. NAERT, *J. Stat. Mech.*, P11004 (2014).
2. M. LAMECHE & A. NAERT, *under review, Phys Rev. E*, (2020);
<https://arxiv.org/abs/2101.08632>.
3. JARZYNSKI, C. & WÓJCIK, D. K., *Phys. Rev. Lett.*, **92**, 23, 230602 (2004).