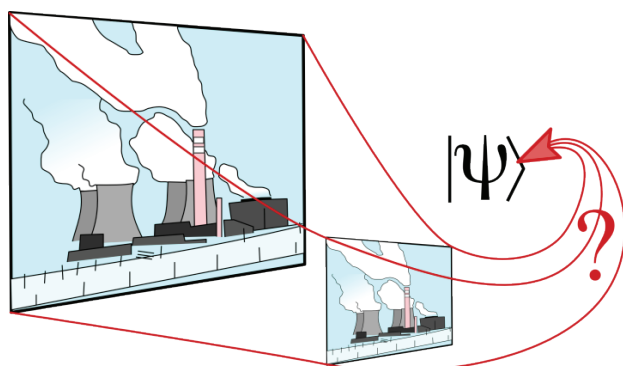


Pourquoi la physique quantique limite-t-elle le rendement maximal d'un générateur thermoélectrique miniature ?

Mai 2014

Les effets quantiques limitent le rendement des générateurs thermoélectriques dès que l'on cherche à obtenir une puissance importante.

Comme l'a montré Carnot au XIX^e siècle, dans un moteur, seule une partie de l'énergie thermique fournie peut être transformée en énergie mécanique ou électrique. Depuis, les physiciens ont compris que lorsque l'on cherche de plus à produire une puissance importante, la rapidité des échanges thermiques induit une irréversibilité qui réduit encore plus ce rendement. Dans ce contexte, un physicien du Laboratoire de Physique et Modélisation des Milieux Condensés - LPM2C (CNRS - Univ. Joseph Fourier) vient de montrer que la situation est encore plus critique pour les dispositifs de taille nanométrique, car la physique quantique limite drastiquement les flux d'énergie échangés. Ce phénomène limite de façon très importante la puissance potentielle des générateurs thermoélectriques miniaturisés. Ce travail est publié dans la revue *Physical Review Letters*.



Crédit : Robert Whitney

Dans ce travail le chercheur a utilisé la théorie de la thermodynamique quantique pour analyser une large classe de générateurs thermoélectriques, fournissant directement de l'électricité à partir de chaleur, sans l'intermédiaire d'un moteur et d'un alternateur. Ce travail montre une limite fondamentale sur la puissance générée et une autre limite fondamentale sur le rendement à une puissance donnée. Ces limites sont dues à la mécanique quantique, qui nous dit que chaque électron remplit un volume donné par sa longueur d'onde, et se déplace à une vitesse donnée, ce qui limite le nombre d'électrons pouvant circuler dans un même canal quantique. Pour le générateur, la puissance maximale générée est déterminée par des paramètres semblables, où le nombre de canaux quantiques est donné par la largeur du générateur divisée par la longueur d'onde des électrons. Un générateur produisant 100 Watt avec 90% du rendement de Carnot, dans des conditions habituelles, doit présenter une section d'au moins 0,5 cm², c'est-à-dire une taille importante par rapport à celle des dispositifs fonctionnant dans cette gamme de puissance (au moins 10.000 fois plus grande).

En savoir plus

The most efficient quantum thermoelectric at finite power output, R. S. Whitney, *Physical Review Letters*, 112, 130601 (2014)

- Retrouvez le pré-print de l'article sur la **base d'archives ouvertes arXiv**

Contact chercheur

- **Robert S. Whitney**, chargé de recherche CNRS

Informations complémentaires

- **Laboratoire de Physique et Modélisation des Milieux Condensés (LPM2C)**