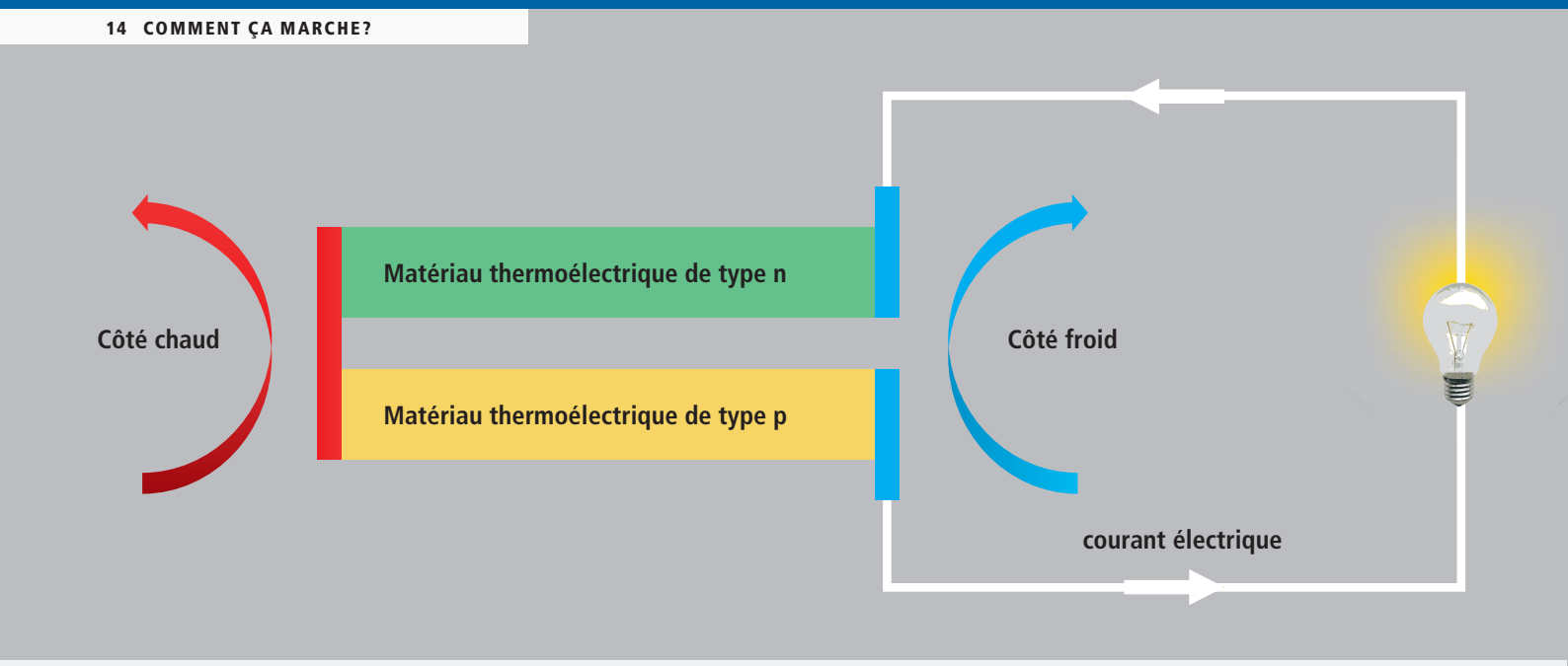

Transformer la chaleur en électricité

La Suisse est à la pointe de la recherche sur les matériaux thermoélectriques. L'intérêt pour ces matériaux permettant de transformer la chaleur en électricité est très grand, mais les applications sont encore peu nombreuses. La faute à un rendement trop faible.

De même que l'effet photovoltaïque permet de transformer la lumière du soleil en électricité, l'effet thermoélectrique permet de convertir la chaleur en électricité, ou inversement. Le premier effet thermoélectrique a été observé en 1821 par le physicien allemand Thomas Johann Seebeck. Ce dernier remarqua qu'une aiguille métallique était déviée lorsqu'elle était placée entre deux matériaux conducteurs reliés entre eux et dont les deux points de jonction étaient soumis à des températures différentes.

Le second effet thermoélectrique a été décrit quelques années plus tard, en 1834, par le physicien français Jean Peltier. Il observa l'apparition d'un gradient (variation) de température entre les points de jonction de deux matériaux conducteurs reliés entre eux et soumis à un courant électrique. En 1851, le physicien anglais William Thomson démontra que les deux effets sont liés et qu'ils constituent deux expressions différentes d'un seul et même phénomène, l'effet thermoélectrique. Un gradient de température appliqué à un matériau conducteur entraîne l'apparition d'une tension électrique. Cette dernière résulte d'un déplacement d'électrons dans le matériau du côté chaud, où ils ont une énergie de mouvement plus grande, vers le côté froid.

INTERNET

Laboratoire de Chimie du solide et catalyse, Empa:
www.empa.ch/abt131

Dans les sondes spatiales

Produire de l'électricité à partir de chaleur, sans bruit, sans émission et sans usure, suscite un intérêt immense. Pourtant, les applications sont encore peu nombreuses et essentiellement confinées à des secteurs de niche. Ainsi, dans le domaine de l'exploration spatiale, les sondes Voyager 1 et 2 lancées en 1977 ont été équipées de générateurs d'électricité thermoélectriques à la place de panneaux solaires. Les sondes ont ainsi continué à être alimentées en énergie même lorsqu'elles se sont éloignées du soleil. Curiosity, le nouveau véhicule explorateur de Mars, est également alimenté par un générateur thermoélectrique. Dans le domaine de la réfrigération thermoélectrique, des dispositifs réfrigérants pour siège de voiture de luxe ainsi que des réfrigérateurs de grande fiabilité ont été développés.

Le nombre restreint d'applications s'explique par un rendement modeste, un prix élevé et une toxicité importante due aux éléments employés, souvent à base de tellure ou de plomb. Le groupe de Chimie du solide et catalyse au Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherches (Empa), à Dübendorf, étudie et développe de nouveaux matériaux non toxiques, stables, plus efficients et économiquement abordables. «Le problème réside dans la difficulté de réunir dans un même matériau l'ensemble des qualités requises. Il faut un coefficient Seebeck élevé, une haute conductibilité électrique et une faible conductibilité thermique. Or, ces trois propriétés sont liées. Une bonne conductibilité thermique va généralement de paire avec une bonne conductibilité électrique», explique Anke Weidenkaff, directrice du laboratoire.

Au milliardième de mètre

Selon la scientifique, la conductibilité thermique des matériaux peut être diminuée par un contrôle de la structure à l'échelle nanométrique (milliardième de mètre). Par chance, cette nanostructuration améliore la conductibilité électrique par un effet de confinement quantique. «En outre, la conductibilité thermique peut encore être réduite par l'utilisation d'atomes lourds et de structures métalliques complexes», précise Anke Weidenkaff.

Le potentiel de cette technologie est très grand, spécialement dans l'exploitation des rejets de chaleur perdus. Les pots d'échappement des voitures, les cheminées des usines d'incinération, les fonderies ou encore les circuits de refroidissement des centrales nucléaires pourraient ainsi être équipés de générateurs thermoélectriques. Sans parler des sources de chaleur renouvelables et largement inutilisées comme la géothermie ou encore le rayonnement solaire.

(bum)