

**Zeitschrift:** Energeia : Newsletter de l'Office fédéral de l'énergie  
**Herausgeber:** Office fédéral de l'énergie  
**Band:** - (2007)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Le piles à combustible en cure de jouvence  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-642465>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

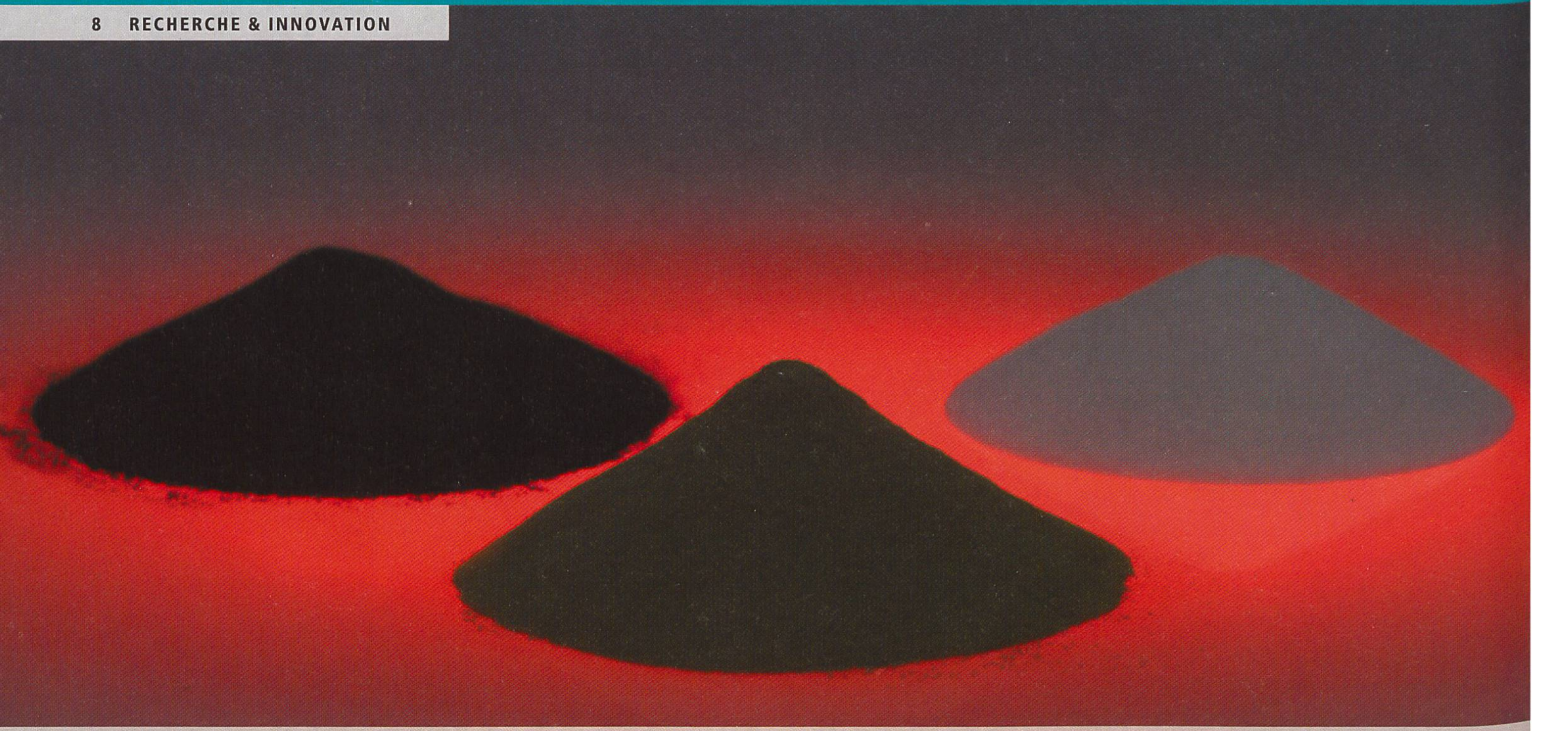
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 31.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



# Les piles à combustible en cure de jouvence

## INTERNET

Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Lfem/Empa):

[www.empa.ch](http://www.empa.ch)

Domaine des EPF:

[www.ethrat.ch](http://www.ethrat.ch)

Centre de compétences «Energie et mobilité» du domaine des EPF:

[www.ccem.ch](http://www.ccem.ch)

La société à 2000 watts:

[www.novatlantis.ch](http://www.novatlantis.ch)

Les piles à combustible sont-elles promises à un bel avenir? Le laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Lfem/Empa) y croit fermement. Il contribue, par ses travaux, au développement d'une nouvelle et prometteuse génération de piles à base de matériaux céramiques. Les applications entrevues sont nombreuses, notamment pour la cogénération – production simultanée de chaleur et d'électricité – dans les bâtiments. La faible durée de vie de ces piles pose toutefois encore problème.

Tout comme la batterie d'un téléphone portable, la pile à combustible permet de transformer de l'énergie chimique en énergie électrique. La différence principale réside dans le fait que les réactifs d'une pile à combustible sont renouvelés en permanence. Ainsi, elle ne se décharge jamais. La conversion d'énergie s'accompagne d'un dégagement de chaleur qui, dans certains types de pile, peut également être exploitée.

Le principe de la pile à combustible est connu depuis près de deux siècles et le premier modèle de laboratoire a, selon toute vraisemblance, été réalisé en 1839 par un chimiste britannique nommé William Robert Grove. Par la suite, le développement de ces piles a été fortement freiné par l'essor d'autres générateurs électriques moins onéreux et technologiquement plus simples à réaliser. Ce n'est que dans les années 1960 que les premières applications ont vu le jour, dans le domaine spatial essentiellement.

### De la vapeur d'eau uniquement

Pour assister à l'éveil d'un véritable intérêt autour de cette technologie, il a fallu attendre le début des années 1990. La prise de conscience des

problèmes environnementaux et l'épuisement progressif des énergies fossiles expliquent en grande partie cela. Il est vrai qu'employées avec de l'hydrogène, les piles à combustible ne dégagent que de la vapeur d'eau. Avec d'autres combustibles (méthane, pétrole...), elles dégagent de surcroît du CO<sub>2</sub> mais aucun autres gaz polluants contrairement aux moteurs à explosion. Parmi les différents types de piles à combustible, deux semblent actuellement s'imposer: les piles à combustible à membrane électrolyte polymère (polymer exchange membrane fuel cell, PEMFC) et les piles à combustible à électrolyte solide (solid oxid fuel cell, SOFC). Les premières fonctionnent à basse température, généralement entre 60 et 120°C. Elles peuvent de ce fait être démarrées rapidement et sont ainsi adaptées pour un usage dans les véhicules électriques. Seul l'hydrogène peut servir de combustible.

### L'Empa préfère les conditions extrêmes

Les secondes préfèrent des conditions nettement plus extrêmes et fonctionnent à des températures supérieures à 800°C. Dans une telle fournaise, il est possible d'utiliser d'autres combustibles que l'hydrogène: méthane, pétrole,



**Les poudres céramiques développées à l'Empa sont utilisées pour former des piles à combustible à électrolyte solide.**

gaz naturel... Ces piles à combustible sont étudiées et développées à l'Empa dans le cadre de son programme de recherche «Matériaux pour les technologies énergétiques».

«Les piles à combustible à électrolyte solide (SOFC) se prêtent avant tout à des utilisations dans les installations industrielles qui produisent de toute façon beaucoup de chaleur. Elles sont également très bien adaptées pour la cogénération, la production simultanée d'électricité et de chaleur», explique Peter Holtappels, chercheur au Laboratoire de Céramiques à hautes performances de l'Empa. «Le rendement électrique d'une pile à combustible est d'environ 40%. En exploitant de manière optimale la chaleur résiduelle des SOFC, il est possible d'atteindre un rendement total – électricité et chaleur – de près de 95%.»

**LE RENDEMENT TOTAL – ÉLECTRICITÉ ET CHALEUR – DES PILES À COMBUSTIBLES À ÉLECTROLYTE SOLIDE PEUT ATTEINDRE 95%.**

### Un produit déjà sur le marché

Des systèmes de cogénération SOFC pour les maisons sont déjà disponibles sur le marché. C'est notamment le cas de Galileo, le produit développé par l'entreprise suisse Hexis, anciennement Sulzer Hexis AG. «L'Empa a contribué au développement de ce système» ajoute, non sans fierté, Xavier Edelmann, chef du programme de recherche «Matériaux pour les technologies énergétiques» et membre de la direction de l'Empa.

Fiers mais réalistes, les chercheurs ne perdent pas de vue que les piles à combustible SOFC souffrent encore d'un important problème: elles vieillissent prématurément. «Les piles actuellement disponibles ont une durée de vie d'une demi-année. Comme les systèmes de chauffage traditionnels fonctionnent aisément durant une quinzaine d'années, il est parfaitement prématuré de parler de concurrence», nuance, prudemment, Ulrich Vogt, lui aussi chercheur au Laboratoire de Céramiques à hautes performances.

### Comprendre le vieillissement

Pour guérir cette maladie de jeunesse, l'Empa mène actuellement des recherches visant à la compréhension des mécanismes de vieillissement des piles. «Nous avons notamment réalisé d'importants progrès au niveau de la simulation et de la modélisation par ordinateur, explique Peter Holtappels. Les représentations 3D que nous

parvenons à générer sont un atout considérable. Jusqu'à présent, de telles représentations n'étaient possibles qu'aux Etats-Unis.»

Parallèlement à ces simulations, les scientifiques zurichois cherchent à améliorer en laboratoire les propriétés des matériaux utilisés aujourd'hui. «Dans la pratique, un système SOFC se présente sous la forme d'un empilement de piles reliées entre elles par des matériaux d'interconnexion. Ces liens sont fragilisés par les hautes températures et c'est une des raisons à la baisse précipitée de la performance. Nous tentons d'y remédier», poursuit le spécialiste. Les chercheurs de l'Empa ne sont pas les seuls à considérer cette question comme prioritaire. Le vieillissement prématuré des SOFC est au centre d'un projet de recherche européen auquel participe l'institut basé à Dübendorf.

### Rafraîchir les piles

Les chercheurs de l'Empa mènent également des travaux en vue d'abaisser, à moyen terme, la température de fonctionnement des piles à combustible SOFC. «Nous cherchons à passer de 900°C, la température de fonctionnement des piles actuellement sur le marché, à 600°C, explique Peter Holtappels. Les avantages sont doubles. D'une part nous ralentissons ainsi le processus de vieillissement des piles. D'autre part, il deviendrait possible d'utiliser des matériaux plus conventionnels et, de ce fait, moins chers. La compétitivité économique des piles seraient meilleures.» L'Empa développe des poudres céramiques dans ce but. Elle les fait ensuite parvenir à des entreprises suisses et européennes qui s'en servent pour concevoir de nouveaux prototypes de piles.

Dans le cadre d'une recherche plus fondamentale, les scientifiques de Dübendorf souhaitent créer un nouveau type de piles à combustible fonctionnant à des températures d'environ 400°C. Cette recherche est notamment soutenue par l'Office fédéral de l'énergie. «Ces piles révolutionnaires combinerait les avantages des systèmes à basse température avec ceux à haute température. La solution idéale. Nous avons récemment identifié un matériau très prometteur. Il reste toutefois quelques faiblesses techniques à corriger.»

## L'Empa et la recherche énergétique

Le laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Lfem/Empa) est un institut de recherche du domaine des EPF. L'Empa est spécialisé dans la recherche appliquée et le développement et fournit des prestations de haut niveau dans le domaine de la science des matériaux et des technologies durables. La collaboration innovatrice avec l'industrie et les institutions publiques, la sauvegarde de la sécurité de l'homme et de l'environnement, l'accroissement du savoir et l'enseignement au niveau universitaire font partie de ses activités centrales.

L'Empa travaille de manière interdisciplinaire dans de nombreux domaines. Les priorités dans ses activités de recherche sont définies dans ses cinq programmes prioritaires «Nanotechnologie», «Matériaux et systèmes adaptatifs», «Matériaux pour la santé et les performances», «Technosphère-Atmosphère» ainsi que «Matériaux pour les technologies énergétiques».

L'essentiel de la recherche énergétique de l'Empa est effectuée dans le cadre de ce dernier programme. L'objectif principal est de réduire la consommation énergétique ainsi que les émissions de CO<sub>2</sub> en développant des technologies pour la conversion, le stockage et le transport de l'énergie. L'Empa apporte ainsi une contribution importante en vue de la «société à 2000 watts», une vision développée dans le cadre du programme Novatlantis du domaine des EPF. Selon cette vision, 2000 watts devraient correspondre à la consommation annuelle moyenne de chaque habitant sur terre.

**Pour en savoir plus:**  
[www.empa.ch](http://www.empa.ch)

(bum)