

**Zeitschrift:** Energeia : Newsletter de l'Office fédéral de l'énergie  
**Herausgeber:** Office fédéral de l'énergie  
**Band:** - (2006)  
**Heft:** 2

**Artikel:** À l'EPFZ, on imagine le réseau énergétique du futur  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-642555>

### **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:** 18.01.2026

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



$$\begin{bmatrix} P_{\alpha}^{out} \\ P_{\beta}^{out} \\ \vdots \\ P_{\zeta}^{out} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{\alpha\alpha} & c_{\beta\alpha} & \cdots & c_{\zeta\alpha} \\ c_{\alpha\beta} & c_{\beta\beta} & \cdots & c_{\zeta\beta} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{\alpha\zeta} & c_{\beta\zeta} & \cdots & c_{\zeta\zeta} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{\alpha}^{in} \\ P_{\beta}^{in} \\ \vdots \\ P_{\zeta}^{in} \end{bmatrix}$$

## A l'EPFZ, on imagine le réseau énergétique du futur

### INTERNET

Institut pour le transport de l'énergie électrique et la technologie haute tension, EPF Zurich:  
[www.eeh.ee.ethz.ch](http://www.eeh.ee.ethz.ch)

**Le réseau actuel de distribution de l'énergie n'est plus adapté. A l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich, un groupe de chercheurs conçoit, à l'aide de modèles mathématiques, un système d'approvisionnement futuriste exploitant les synergies entre les différents agents énergétiques.**

Tous les spécialistes vous le diront: le système de distribution de l'électricité – ou plus généralement celui de l'énergie – n'est plus adapté (voir article p. 8-9). Le réseau actuel, dans lequel de grandes centrales alimentent l'ensemble du pays, n'est plus à même de faire face à l'évolution des tendances en matière d'approvisionnement énergétique. Spécialistes et chercheurs du monde entier se mobilisent en nombre pour trouver une solution de remplacement.

Parmi eux, deux experts de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ) sont parvenus à se distinguer en développant un concept particulièrement original et performant: les «energy hubs». Les professeurs Göran Andersson et Klaus Fröhlich, de l'Institut pour le transport de l'énergie électrique et la technologie haute tension, travaillent depuis quelques années sur ce concept. Et depuis bientôt trois ans, ils dirigent un projet intitulé «Vision of Future Energy Networks», en collaboration avec plusieurs partenaires privés et publics dont l'Office fédéral de l'énergie, ABB Suisse, Areva France/Angleterre, VA TECH Angleterre ainsi que des groupes de recherche académiques de l'étranger.

### Un «Energy hub», comment ça marche?

«L'idée des «energy hubs» ne doit pas être mauvaise puisque nous sommes déjà très largement copiés. Malheureusement sans toujours être ci-

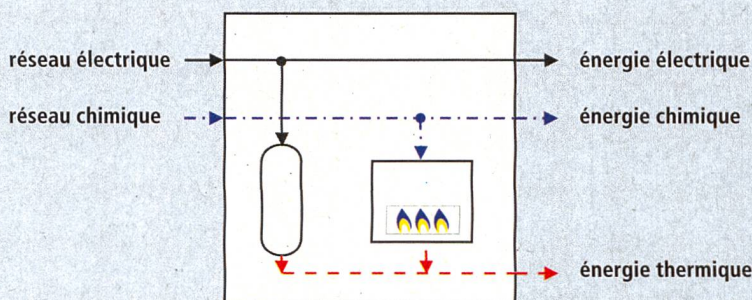
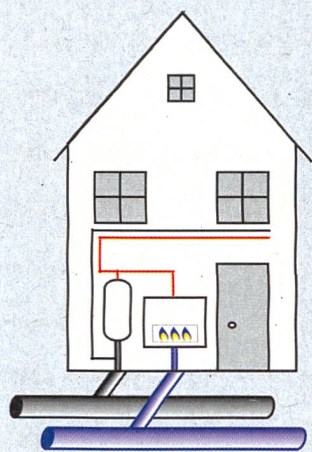
tés», explique Klaus Fröhlich. Mais en quoi donc consistent ces fameux «hubs»? «Au départ, le «hub» est une abstraction. On peut toutefois se le représenter comme une grande machine qui, à l'instar d'un ordinateur, possède des entrées et des sorties. Celles-ci servent à amener de l'énergie à l'intérieur de l'appareil, où elle peut ensuite être stockée, consommée ou encore transformée avant de finalement en ressortir.»

Originalité du concept zurichois: le réseau du futur, dont les nœuds sont les fameux «energy hubs», ne transporte pas uniquement de l'électricité – un cas particulier – mais aussi d'autres types d'agent énergétique. «Outre l'électricité, nos hubs fonctionnent également avec des agents énergétiques d'origine chimique ou encore thermique, précise Göran Andersson. A l'intérieur d'un «hub», l'énergie peut être transformée d'une forme en une autre, par exemple du gaz vers de l'électricité ou encore de l'électricité vers de la chaleur.»

### Trois avantages

Il existe au moins trois raisons pour expliquer le grand intérêt porté aux «energy hubs» zurichois. Premièrement: le concept est très général puisqu'il travaille avec tous les types d'agent énergétique. Cela garantit son adaptation quelque soient les évolutions technologiques futures. «Nous ne savons pas aujourd'hui quelles seront





les technologies utilisées dans 20, 30 ou 50 ans. Nous devons donc avoir un modèle très flexible», confirme Klaus Fröhlich. Cela favorise également une situation de concurrence entre les différentes formes d'énergie, ce qui est souhaitable dans un marché ouvert.

Deuxième avantage: les «energy hubs» permettent de représenter chacun des éléments du réseau électrique, actuel ou futur. Les hubs sont aussi bien capables de décrire des sites de production d'énergie que des infrastructures de transport, de stockage, de transformation ou encore de consommation tel que les maisons individuelles par exemple (voir encadré).

**ORIGINALITÉ DU CONCEPT ZURICHOIS: LE RÉSEAU DU FUTUR NE TRANSPORTE PAS UNIQUEMENT DE L'ÉLECTRICITÉ MAIS AUSSI D'AUTRES TYPES D'AGENT ÉNERGÉTIQUE.**

### Traitement mathématique

Troisième avantage: les «hubs» se laissent traduire en formules mathématiques. Le réseau électrique, actuel ou futur, peut ainsi être modélisé au moyen d'équations matricielles dont la dimension dépend du nombre d'entrées et de sorties sur les «hubs». Et Klaus Fröhlich de poursuivre: «Un traitement mathématique de ces équations permet de déduire les caractéristiques du réseau énergétique optimal, par rapport à des critères pouvant être d'ordre économique, technologique, écologique ou encore liés à la sécurité de l'approvisionnement.»

Le projet de recherche zurichois a été divisé en deux phases principales. Göran Andersson résume très bien la première au moyen d'une simple question: «Si nous avions l'occasion de repartir de zéro, comment construirions-nous aujourd'hui le réseau de distribution de l'énergie?». Contrairement à beaucoup d'autres spécialistes qui esquissent eux aussi le réseau de distribution d'énergie du futur, les chercheurs zurichois ne cherchent donc pas à intégrer les technologies de demain dans le réseau actuel.

Ils cherchent au contraire à concevoir un réseau d'approvisionnement optimal en faisant table rase de la situation actuelle et, ainsi, en laissant la porte ouverte pour des solutions innovantes et non conventionnelles.

### Des études de cas

Dans la deuxième étape du projet, les conditions-cadres du réseau optimal seront comparées aux structures existantes. Des propositions de modification ou de développement du système actuel seront alors faites. Le réseau existant pourra dès lors être optimisé selon des critères choisis, par exemple les prix des différents agents énergétiques ou encore les émissions de gaz dans l'at-

mosphère. Les chercheurs zurichois procéderont à des études de cas réel en collaboration avec des sociétés d'approvisionnement en énergie.

### Le consommateur au centre des réflexions

Il n'est pas tout à fait exact de dire que les chercheurs zurichois n'ont pas tenu compte de la situation actuelle pour développer leur réseau optimal. Les données relatives aux besoins prévisibles des consommateurs en matière d'énergie ont été considérées. «Car le consommateur figure au centre de notre réflexion, insiste Klaus Fröhlich. Nos travaux ont ainsi pour objectif de modéliser une infrastructure d'approvisionnement optimale et adaptée à nos besoins énergétiques.»

(bum)

*Représentation symbolique d'une maison dans laquelle est produite de l'énergie thermique (rouge) à partir d'énergie électrique (noir) par l'intermédiaire d'un chauffe-eau ou à partir d'énergie chimique (bleu) par l'intermédiaire d'un brûleur à gaz. A droite, représentation de cette maison sous la forme d'un «energy hub».*

## Exemple: une maison

Dans une maison, l'énergie est utilisée pour chauffer les pièces, l'eau, faire la cuisine, s'éclairer ou encore alimenter les divers appareils électriques. L'énergie consommée peut être classée en trois catégories différentes: l'énergie électrique, thermique ou chimique. Pour satisfaire à ses besoins en énergie, le ménage peut s'approvisionner directement sur le réseau, faire appel à un système de stockage interne ou encore transformer une forme énergétique en une autre. Toutes les maisons ne sont pas forcément reliées à travers le réseau aux trois types d'agent énergétique. Dans notre exemple (voir illustration), la maison ne peut prendre que de l'énergie électrique et chimique du réseau. De l'énergie thermique pour le chauffage, sous la forme d'eau chaude, pourra ensuite être générée à l'aide d'un chauffe-eau électrique ou encore d'un brûleur à gaz. Cette maison particulière peut parfaitement être représentée au moyen d'un «energy hub». Mathématiquement, le «hub» de la maison sera une matrice de dimension 3x2.