



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'énergie OFEN

# energeia.

Bulletin de l'Office fédéral de l'énergie OFEN  
Numéro 2 | Mars 2015



Solutions intelligentes

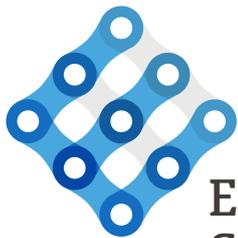
## Un avenir très smart

Interview

Les systèmes de mesures intelligents vu par le préposé fédéral à la protection des données

Smart Grid Roadmap

Une vision pour les réseaux intelligents



# Energie-Tage St. Gallen 21.–22. Mai 2015

Die Energie-Tage sind eine Wissens- und Community-Plattform rund um die Energiewende. Auf dem Gelände der Olma Messen St. Gallen treffen sich Experten und Praktiker aus dem In- und Ausland.

[www.energie-tage.ch](http://www.energie-tage.ch)

## 4. Internationaler Geothermie-Kongress

Donnerstag, 21. Mai 2015  
[www.geothermie-bodensee.ch](http://www.geothermie-bodensee.ch)



## 1. Fachkongress Energie + Bauen

Freitag, 22. Mai 2015  
[www.empa.ch/eub](http://www.empa.ch/eub)



## 3. Nationaler Energie- konzept-Kongress

Donnerstag, 21. Mai 2015  
[www.energiekonzeptkongress.ch](http://www.energiekonzeptkongress.ch)

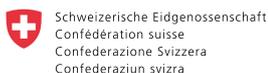


## 6. St.Galler Forum für Management Erneuerbarer Energien

Donnerstag/Freitag, 21./22. Mai 2015  
[www.hsg-energieforum.ch](http://www.hsg-energieforum.ch)



### Mit Unterstützung von



Bundesamt für Energie BFE

### Veranstalter und Organisator



## Des solutions intelligentes pour un monde plus complexe

<b>Editorial</b>	1
Interview	
<b>Hanspeter Thür, les systèmes de mesure intelligents et la protection des données</b>	2
Intelligence artificielle	
<b>Une nouvelle façon de vivre et de penser</b>	4
Systèmes de mesure intelligents	
<b>Une application dans toute la Suisse ?</b>	6
Les réseaux électriques intelligents	
<b>Une vision pour les réseaux intelligents</b>	7
Reportage	
<b>Expériences dans le laboratoire souterrain du Mont Terri</b>	8
Energie renouvelable	
<b>REPIC – Des énergies renouvelables pour les pays en développement</b>	10
Point de vue d'expert	
<b>L'économie de l'électricité en mutation</b>	11
Recherche et innovation	
<b>Urban Farming</b>	12
Comment ça marche ?	
<b>Recueillir l'énergie</b>	14
En bref	15
<b>Le coin de la rédaction</b>	17

### Impressum

energeia – Bulletin de l'Office fédéral de l'énergie OFEN  
Paraît six fois par an en deux éditions séparées française et allemande.  
Copyright by Swiss Federal Office of Energy SFOE, Berne. Tous droits réservés.

**Adresse:** Office fédéral de l'énergie OFEN, 3003 Berne  
Tél. 058 462 56 11 | Fax 058 463 25 00 | [energeia@bfe.admin.ch](mailto:energeia@bfe.admin.ch)

**Comité de rédaction:** Angela Brunner (bra), Marianne Zünd (zum)

**Rédaction:** Fabien Lüthi (luf), Cédric Thuner (thc), Basil Weingartner (bwg)

**Mise en page:** atelier barbara.kranz | visuelle kommunikation, Thun

**Blog:** [www.energeiaplus.com](http://www.energeiaplus.com)

**Twitter:** [www.twitter.com/@energeia\\_plus](https://twitter.com/energeia_plus)

**Archive:** [www.bfe.admin.ch/energeia](http://www.bfe.admin.ch/energeia)

**Agenda:** [www.bfe.admin.ch/calendrier](http://www.bfe.admin.ch/calendrier)

**Plate-forme de conseils de SuisseEnergie:** [www.suisseenergie.ch](http://www.suisseenergie.ch)

### Source des illustrations

Couverture: Shutterstock

p. 2–3: OFEN; p. 4–5: Dominique Bersier; p. 6: Shutterstock;

p. 7: atelier barbara.kranz, Thinkstock; p. 8–9: Nagra;

p. 10: Lars Konersmann/[www.waterkiosk.org](http://www.waterkiosk.org); p. 11: Thinkstock;

p. 12–13: Urban Farmers AG; p. 14: Energy Floors; p. 15: Jean Revillard/Rezo.ch;

p. 16: Umwelt Arena AG; p. 17: Gilgen Oliver, OFEN.

Quel rapport entre la capacité des réseaux électriques et la stratégie énergétique 2050? Les réseaux sont l'alpha et l'oméga de la production et de la consommation de courant. Or ils doivent être en tout temps équilibrés. Le problème est que la production et la consommation, elles, vont fortement changer de structure. De plus en plus, le courant sera produit hors des centrales, soit dans des équipements solaires ou éoliens. Et les réseaux sont loin de pouvoir relever le défi. Il faudra les développer franchement, si nous nous cantonnons aux technologies actuelles. Non seulement c'est cher, mais c'est encombrant, tout en alourdissant encore notre empreinte écologique. Que faire?

Des solutions souples sont demandées, respectivement de l'intelligence dans le réseau, pour appliquer la stratégie énergétique à moindres frais. Aujourd'hui, une infrastructure relativement rigide est ouverte à l'injection d'énergie solaire ou éolienne. Plus de souplesse, cela veut dire des réseaux intelligents, capables d'accroître au besoin leur capacité et de répondre ainsi aux fluctuations des renouvelables injectées, sans qu'il faille construire de nouvelles lignes. C'est l'infrastructure qui s'adaptera aux conditions du moment.

L'adaptation exige un regard résolument tourné vers l'avenir et vers les nouvelles technologies, qui contribuent à réduire les coûts de développement des réseaux. Des gains d'efficacité sont encore possibles dès lors que nous savons programmer les transformateurs, la production et la consommation: bientôt les appareils, les véhicules électriques et les bâtiments s'intégreront au système. Au titre de Smart Applications et de Smart Home, ils dialogueront avec un Smart Grid. A l'intérieur du bâtiment, des instruments de mesure appropriés (Smart Metering) fourniront des informations intéressantes pour le consommateur et pour l'exploitant du réseau. Des solutions intelligentes pour un monde plus complexe, voilà ce dont nous avons besoin maintenant. Le futur regorge de perspectives intéressantes. Tous ceux que cela tente trouveront de quoi nourrir leur besoin d'information sur la nouvelle Smart Grid Roadmap de l'OFEN. Consultez-la et préparez-vous avec nous à un avenir intelligent!

Pascal Previdoli,  
directeur suppléant, chef Economie énergétique

A close-up portrait of Hanspeter Thür, a middle-aged man with grey hair and glasses, wearing a dark suit jacket over a light-colored shirt. He is looking directly at the camera with a slight smile. The background is blurred, showing green foliage.

Interview de Hanspeter Thür

# «Les systèmes de mesures intelligents peut s'utiliser en respectant la protection des données»

L'introduction des systèmes de mesure intelligents (smart metering) est sujette à controverse. Hanspeter Thür, préposé fédéral à la protection des données et à la transparence, explique dans cette interview comment protéger suffisamment la sphère privée des consommateurs.

## **M. Thür, que pensez-vous de l'utilisation du système de mesure intelligent?**

Le smart metering représente une infrastructure importante pour augmenter l'efficacité énergétique et pour sortir du nucléaire. Nous nous basons en l'occurrence sur l'appréciation de spécialistes en énergie. A mes yeux, il est évident que le smart metering offre des avantages dans ce domaine et peut générer des gains d'efficacité malgré les doutes de certains critiques. Lors de la conception des solutions avec le système de mesure intelligent, il s'agit de veiller à ne pas violer les droits de la personnalité ni la sphère privée des consommateurs d'énergie. J'estime néanmoins que le smart metering peut en principe s'utiliser en respectant la protection des données.

## **Quels risques voyez-vous?**

Utilisé sans restrictions, le smart metering permettrait de déterminer la consommation électrique avec une telle précision que, le cas échéant, on pourrait même savoir quels appareils fonctionnaient, et à quel moment. On obtiendrait un profil détaillé pour chaque ménage. Qui se lève et à quelle heure? Quand enclenche-t-on la machine à café? Quand est-ce

qu'on prend une douche? A partir d'un profil de charge détaillé, on pourrait décrire le déroulement de la journée dans un ménage. Voilà ce qui me préoccupe dans le smart metering.

## **Quelles restrictions faudrait-il?**

Il convient tout d'abord de définir avec précision les données à saisir et le but d'utilisation: s'agit-il de fournir de l'énergie aux ménages avec le plus d'efficacité possible et de permettre une planification appropriée? S'il s'agit de tarifs différenciés, il faudra les

sans les trier en temps réel pour chaque ménage. Cela peut par exemple se faire pour un quartier ou pour une industrie, c'est-à-dire dans un contexte ou un secteur plus large. Ces données devraient suffire aux fins de planification des fournisseurs d'électricité.

## **Les données pourraient aussi permettre aux différents ménages d'optimiser leur consommation énergétique. Qu'en dites-vous?**

Si l'on veut donner à chaque ménage la possibilité de contrôler et d'observer sa

## **Après acceptation et paiement de la facture, les clients devraient pouvoir exiger l'effacement des données non regroupées.**

détails correspondants jusqu'au décompte et au paiement. Pour moi, il est toutefois clair que dans les deux cas, on n'a pas besoin de données détaillées concernant le ménage.

## **Mais alors?**

Pour planifier les achats d'énergie ou les réseaux, il suffit que les fournisseurs d'électricité regroupent et anonymisent les données

consommation énergétique, ces données seraient également à la disposition du gestionnaire du réseau de distribution en tant que gestionnaire des données. Il faut pouvoir décider en qualité d'utilisateur si l'on souhaite une transmission des données ou si l'on préfère la mise en place d'une solution individuelle sans communication des données à des tiers. Si l'on s'appuie sur la Stratégie énergétique 2050, le

## Profil

Hanspeter Thür est depuis 2001 le préposé fédéral à la protection des données. Depuis 2006, il travaille également comme préposé à la transparence. Il a suivi des études de droit et a occupé entre autres les fonctions de greffier et d'avocat. Entre 1987 et 1999, il a représenté le Parti écologiste au Conseil national.

comptage intelligent sert également à la fourniture efficace d'énergie et à la planification de la consommation. A cette fin, les profils de charge regroupés des utilisateurs suffisent et une sauvegarde des profils de charge spécifiques aux personnes est superflue.

### Qu'advient-il des données transmises?

Pour le décompte, le fournisseur d'électricité a besoin de davantage de données que pour la planification énergétique. On fait aujourd'hui une distinction entre tarif de nuit et de jour. On peut imaginer qu'il existe à l'avenir d'autres critères de facturation, ce qui nécessiterait des données plus détaillées. Mais celles-ci aussi doivent être effacées ou regroupées après acceptation et paiement de la facture. Une conservation ultérieure n'est pas nécessaire. Si cela est pris en compte, je considère que les principaux critères de la protection des données sont remplis.

### Quel rôle assumez-vous en tant que préposé fédéral à la protection des données par rapport au smart metering?

Je présenterai notre position concernant la protection et la sécurité des données dans

le cadre de procédures législatives. La discussion porte par exemple sur les intervalles auxquels le smart metering doit transmettre les données. Selon moi, il est évident qu'une lecture des données ne peut s'effectuer en temps réel. Sur son ordinateur, le fournisseur

### Selon moi, il est évident qu'on ne prévoit pas de lecture des données en temps réel.

d'électricité ne devrait pas pouvoir en tout temps consulter ma consommation électrique actuelle et par exemple constater que je regarde la télévision dans mon appartement. Autrement dit, mon fournisseur d'électricité ne doit pas lire mes données en continu, mais seulement à certains intervalles, par ex. une fois par semestre ou par mois, selon la cadence de la facturation.

### A quoi faut-il encore veiller?

A la problématique de la sécurité lors de la transmission des données. Des tiers pourraient être intéressés par le piratage de données des utilisateurs. Une haute sécurité doit être garantie en la matière. Un cryptage est donc indispensable lors de la transmission. Il importe également de consigner qui accède aux données ou qui pilote la lecture du comptage intelligent, ce qui est techniquement faisable.

### Quelle attitude a la population envers le smart metering?

D'après mon expérience, le public en général ne s'est pas encore beaucoup intéressé au sujet. Il serait donc prématuré de dire si l'accueil est favorable. Cela dépendra sans doute de la manière dont le comptage intelligent sera introduit. S'il est clairement indiqué que les enregistrements détaillés sont facultatifs, le taux d'acceptation sera probablement meilleur. Personnellement, il me suffit de savoir ce que je consomme le jour et la nuit pour que je puisse acheter mon courant au meilleur prix. Il importe d'avoir une disposition légale claire stipulant quelles données sont saisies et ce que peut en faire le fournisseur en électricité.

### Quelle base légale existe-t-il pour cela?

La loi sur l'approvisionnement en électricité devrait être complétée sur ces points et répondre à la question de savoir quelles données sont saisies et analysées, quels droits ont les utilisateurs et comment leur sphère privée

est protégée. Je ne trouverais rien à redire si le smart metering était installé chez moi, à condition que je puisse décider quelles données le système peut transmettre au fournisseur d'électricité.

### Les premiers fournisseurs d'électricité introduisent déjà le comptage intelligent chez leurs clients. L'ouverture du marché de l'électricité pourrait-elle renforcer cette tendance?

Avec l'ouverture du marché de l'électricité, les consommateurs auront davantage d'options. Concrètement, chacun pourra choisir son fournisseur. Mais le législateur devrait stipuler quelles données un fournisseur d'électricité a le droit de saisir et d'analyser. Cette décision ne devrait pas revenir au marché libre, afin d'éviter que les ménages soient analysés de manière illicite. Même après l'installation d'un compteur intelligent dans sa maison, l'utilisateur doit encore pouvoir choisir avec quel degré de précision supplémentaire il veut mettre les données à disposition des fournisseurs d'électricité.

*Interview: Angela Brunner*



L'intelligence artificielle au quotidien

# Une nouvelle façon de vivre et de penser

L'intelligence artificielle est aux portes de nos maisons, elle prend toujours plus de place et modifie notre quotidien. Les smartphones deviennent un moyen de gestion de notre domicile alors que nous nous trouvons à des dizaines de milliers de kilomètres. Une maison intelligente peut gérer elle-même la température intérieure en fonction de la météo. Une voiture vous amène à destination sans que vous ayez à conduire. Voici des exemples de ce qui nous attend à l'aube d'un monde entièrement connecté et totalement autonome.

Le terme smart désigne entre autres des techniques en lien avec l'informatique et l'intelligence artificielle. De plus en plus d'applications intelligentes sont proposées pour nous simplifier la vie. Surveiller notre activité physique ou notre maison, programmer la télévision à distance, ou même détecter des personnes à l'aide d'une caméra de surveillance: de nos jours, tout peut se transformer en outil connecté et autonome. Lorsqu'il est question d'intelligence artificielle, il est aussi question d'innovation. Voici quelques exemples dans les domaines du bâtiment, de l'industrie et de l'automobile.

## Un centre professionnel moderne

Le Centre professionnel de Fribourg économise de l'énergie grâce à une gestion intelligente du chauffage à l'aide du système Smart

Building. Pour maintenir une température idéale, le système intègre les prévisions météo en même temps que l'occupation des salles de cours. «Le système gère de manière autonome le chauffage et le refroidissement nocturne des salles sur la base des données récoltées», explique Beat Ackermann, consultant pour le projet Smart Building. Pour permettre au bâtiment de faire des économies, les fenêtres s'ouvrent toutes seules, le chauffage s'enclenche selon l'apport solaire et l'occupation des pièces, avec une intervention humaine réduite au minimum. Le système Smart Building est installé depuis 2012 au Centre professionnel de Fribourg. Les statistiques ont montré que des économies de 25% peuvent être réalisées au niveau du chauffage du bâtiment au cours de certains mois où la météo est très variable, comme mars ou octobre.

L'intégration d'un tel système dans un bâtiment équipé d'une gestion technique nécessite l'intervention d'ingénieurs spécialisés. C'est pour cela que Beat Ackermann et son équipe ont développé une solution bénéficiant des mêmes algorithmes performants mais adaptée aux bâtiments qui disposent uniquement d'un système de chauffage traditionnel.

## Quand l'intelligence artificielle améliore les processus

L'interopérabilité est aussi un des points forts de la start-up jurassienne stemys.io de Porrentruy. L'entreprise développe des solutions pour des activités aussi variées que la gestion d'un parc de machines-outils, la géolocalisation de véhicules ou la gestion de stock. Avec leur plateforme, les développeurs proposent de nombreuses solutions informatiques dont

## Trois Watt d'Or pour des technologies intelligentes

La cérémonie du Watt d'Or 2015 a couronné trois projets représentant 3 domaines différents:

Le projet AHEAD (Advanced Hybrid Electric Autobus Design) de l'entreprise HESS AG et de l'Institut des systèmes dynamiques et de contrôle (IDSC) de l'EPF de Zurich cherche à optimiser le rendement des autobus. Le système innovant de gestion de l'énergie peut apprendre et analyser seul un trajet, pour permettre une utilisation économique du moteur. La consommation de diesel peut ainsi baisser de 25%.

Le deuxième projet primé lors de la cérémonie fait aussi appel à l'intelligence artificielle. Le projet Gridsens propose de gérer les besoins électrique d'une maison afin de permettre un nivellement du réseau électrique local. La charge sur le réseau est de cette manière répartie sur une certaine durée, et ce grâce à un algorithme auto-adaptatif. Ce système a été développé par la Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI) et le groupe Alpiq InTec, qui lancera ces nouveaux produits sur le marché cette année.

La maison your+ créée par l'équipe Team Lucerne Suisse dans le cadre du Solar Decathlon Europe 2014 exploite également des systèmes intelligents. Elle est en grande partie gérée par ordinateur et certaines fonctions sont même totalement autonomes, comme la gestion des eaux usées.

Retrouvez de plus amples informations sur ces projets dans le numéro spécial d'energeia sur le Watt d'Or 2015.

Le Centre professionnel de Fribourg est équipé du système Smart Building.

certaines sont en autogestion. «Grâce à notre programme, les entreprises peuvent interconnecter leurs données de production, de stocks ou autres pour optimiser au maximum leurs processus et ainsi obtenir un gain de temps», explique Stéphane Gisiger, directeur commercial de stemys.io. En installant des capteurs sur des machines de décolletage par exemple, la plateforme de stemys.io peut afficher les données de production en temps réel et avertir le contrôleur si une machine ne fonctionne pas correctement. Le système est même capable d'adapter ou de modifier des processus s'il en a l'autorisation. «Lorsque le programme observe que les pièces produites ont un défaut, il peut arrêter la machine et envoyer une alerte ou corriger l'erreur lui-même et poursuivre la production», précise-t-il. Cette technique permet aux entreprises qui possèdent des machines qui tournent 24 heures sur 24 de contrôler la production en soirée ou la nuit, sans être présent à l'usine. «La technique n'a pas de limite, il est possible de connecter le nombre de machines désirées. Ce qui laisse

encore beaucoup de possibilités à explorer», affirme Stéphane Gisiger.

### Des voitures toujours plus intelligentes

L'industrie automobile fait également toujours plus recours à l'intelligence artificielle, et ce dans trois domaines distincts: la sécurité, la navigation et la gestion du moteur. L'électronique peut aujourd'hui gérer de manière autonome la distance par rapport aux autres véhicules, les essuie-glaces, la vitesse, le parking et bien d'autres éléments, ce qui permet d'améliorer la sécurité au volant. La navigation quant à elle est présente dans les véhicules grâce aux systèmes GPS. Actuellement, ceux-ci conseillent le conducteur qui décide lui-même de tenir compte ou non de l'information. Bientôt, les GPS seront seuls aux commandes de la voiture. Des prototypes de voiture autonome existent déjà depuis la fin de la dernière décennie, plusieurs constructeurs se sont lancés dans l'aventure comme General Motors, Lexus ou encore Google. Le troisième domaine, la gestion du moteur, est actuellement en pleine

expansion, de nombreuses recherches sont en cours. Comme par exemple, le projet nextICE suisse soutenu par l'OFEN. Il vise à optimiser la combustion dans le moteur afin d'augmenter son efficacité. Ce qui pourrait permettre l'utilisation de nouveaux carburants moins polluants, et aussi amener une nouvelle génération de moteur sur le marché. L'idée est de consommer toujours moins et de manière toujours plus propre. Selon Martin Pulfer, responsable à l'OFEN de la recherche dans le domaine de la mobilité, les techniques intelligentes vont y contribuer. «Avec l'intelligence artificielle, la sécurité va augmenter, les voitures deviendront plus légères, ce qui diminuera la consommation». L'intelligence artificielle se met au service de la technique. En favorisant les économies d'énergie et l'augmentation de l'efficacité, elle devrait améliorer, à terme, notre qualité de vie. (luf)

# Une introduction au niveau suisse est possible

Les compteurs électroniques deviennent plus intelligents. Les systèmes de mesure dits intelligents (smart metering) nous permettent à long terme d'améliorer l'efficacité de l'approvisionnement en électricité et de consommer moins de courant. Un rapport de synthèse de l'OFEN met en lumière les conditions préalables nécessaires pour une introduction à l'échelle suisse.

Est-ce que vous connaissez votre consommation d'électricité actuelle? Imaginez qu'un compteur électronique installé chez vous enregistre régulièrement votre consommation et transmette automatiquement ces informations à un système de traitement des données centralisé. Vous pouvez ensuite prendre connaissance de votre consommation qui s'affiche sur un écran ou sur votre smartphone via une application. En tant que consommateur final, vous avez grâce à ces informations la possibilité de modifier votre consommation d'électricité de manière ciblée et d'en diminuer simultanément les frais.

Une fois passée la phase d'introduction, les appareils de mesure intelligents peuvent contribuer à faire progresser fortement l'efficacité. On estime que les systèmes de mesure intelligents devraient permettre à long terme de réduire d'environ 1,8% la consommation d'électricité par ménage. Ceci rejoint l'un des objectifs de la Stratégie énergétique 2050, à savoir que

la consommation d'électricité par habitant doit baisser de 3% entre 2000 et 2020. Les modifications correspondantes de la loi sur l'énergie sont actuellement en discussion au Parlement.

## Evaluer les coûts

Les systèmes de mesure intelligents facilitent entre autres la gestion des énergies renouvelables, par exemple en termes de consommation propre. La planification et l'exploitation du réseau sont notamment plus efficaces si le gestionnaire du réseau connaît la consommation d'électricité de ses clients. En revanche, le fournisseur d'électricité n'a plus besoin de personnel sur place pour relever les compteurs. Cette baisse des coûts peut être répercutée sur les clients finaux.

L'étude «Smart Metering Impact Assessment» de l'OFEN passe ainsi en revue les avantages de ces systèmes. Selon les auteurs, une introduction généralisée des systèmes de mesure intelligents est rentable pour l'économie suisse. A long terme, les avantages quantifiables devraient dépasser les coûts. Un scénario conservateur évalue ces bénéfices à environ 900 millions de francs d'ici à 2035.

## Questions relatives à l'introduction

A l'avenir, le Conseil fédéral doit pouvoir se prononcer sur les exigences techniques minimales pour l'introduction des systèmes de mesure intelligents. Les modifications correspondantes de la loi sur l'approvisionnement en électricité (LApEl) ont été proposées dans le cadre de la Stratégie énergétique 2050. La LApEl doit également définir quels coûts peuvent être imputés aux consommateurs finaux.

Dans un rapport récemment publié, l'OFEN examine les questions essentielles relatives à l'introduction. «Nous avons établi une base

et une orientation claire pour une éventuelle mise en œuvre des modifications légales», explique Matthias Galus, expert de l'OFEN dans le domaine des systèmes de mesure intelligents et des réseaux intelligents. En résumé, «les fabricants, les utilisateurs et les associations sont satisfaits, car nous avons réussi à nous mettre d'accord à temps sur des exigences minimales pertinentes qui permettront d'introduire les systèmes de mesure intelligents en limitant les coûts».

Les questions relatives à la protection et à la sécurité des données sont encore ouvertes. «Nous cherchons des solutions pragmatiques assurant un traitement équitable de tous les exploitants et une protection suffisante des données des clients», précise Matthias Galus. Les clients pourraient ainsi refuser d'utiliser des compteurs intelligents même après leur installation. Les nouveaux appareils fonctionneraient ensuite comme les compteurs traditionnels.

## Projets pilotes

Des entreprises électriques telles qu'EZK (Zurich) et SAK (St-Gall et Appenzell) ont introduit les systèmes de mesure intelligents pour leurs clients à la suite de projets pilotes réussis. Dans certains pays, ces systèmes font déjà partie du quotidien. La Finlande et la Suède disposent par exemple d'une infrastructure correspondante. La France et l'Espagne sont en train de s'équiper et l'Allemagne désire suivre le mouvement en adoptant des ordonnances dans le domaine d'ici à l'été 2015. La Suisse, quant à elle, examine actuellement une introduction généralisée de ces systèmes. Matthias Galus: «On cherche à atteindre un taux de couverture de 80% d'ici à 2025, et les vieux appareils obtiendront un délai transitoire d'ici-là.» Bientôt, chacun de nous pourra ainsi avoir un aperçu de sa consommation d'électricité. (bra)



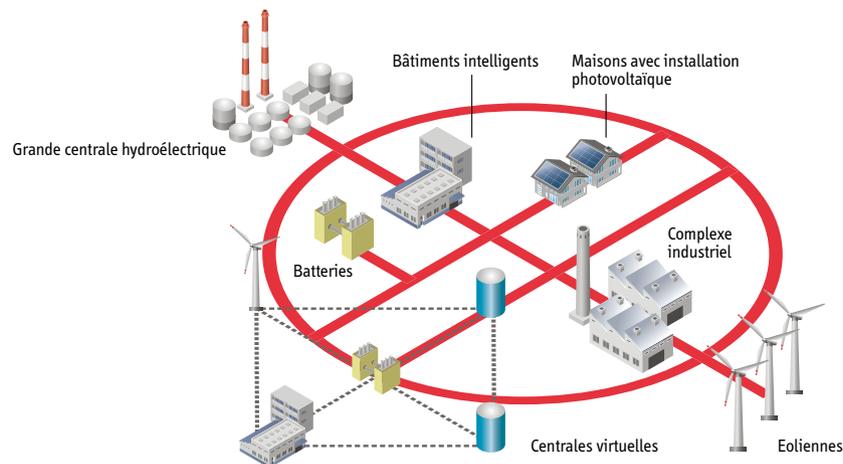
# Les réseaux intelligents en Suisse

Le passage aux énergies renouvelables et la production irrégulière d'électricité qui en résulte ne va pas sans poser de nouveaux défis à notre réseau électrique. La feuille de route pour les réseaux intelligents (smart grid) montre comment mettre en place un tel réseau en Suisse.

Aujourd'hui, seulement 3% de la production d'électricité provient des nouveaux agents renouvelables. Cette proportion devrait augmenter à plus de 20% d'ici à 2050, comme le prévoit la Stratégie énergétique de la Confédération. La production d'électricité au moyen du photovoltaïque ou d'installations éoliennes, qui varie en fonction des conditions météorologiques, représente un défi considérable. Les réseaux traditionnels atteignent leur limites: le flux de courant devient trop important et la tension trop élevée, autrement dit les lignes sont surchargées. C'est pourquoi les réseaux électriques, et plus particulièrement les réseaux de distribution, doivent être développés. De tels travaux impliquent des coûts élevés. Des études ont montré que 12,6 milliards de francs sont nécessaires d'ici à 2050 pour développer le réseau actuel. Et il s'agira encore d'équilibrer la production irrégulière d'électricité. Or les réseaux intelligents – ou smart grid – pourraient constituer une solution plus avantageuse et plus efficace.

## Une vision pour les réseaux intelligents

Les réseaux intelligents transportent le courant, mais peuvent aussi transmettre des informations sur la production et la consommation d'électricité ainsi que sur la charge du réseau. Outre une infrastructure de cuivre, ils disposent d'un réseau de communication dont profitent les consommateurs, les producteurs et les exploitants de réseau. Par exemple, des systèmes de mesure intelligents (cf. p. 6) relèvent électroniquement la consommation des utilisateurs. D'autres appareils de mesure installés sur le réseau sont connectés à un ordinateur qui permet de visualiser et même de prévoir l'état du réseau grâce à des informations sur les transformateurs et les lignes électriques. En cas de problème technique, le gestionnaire de réseau intervient avec une très grande précision. Il règle le problème en



pilotant consommation et production via des contacteurs sur le réseau. Le risque de surcharge est dès lors écarté.

Les fluctuations peuvent aussi être compensées. Si la production d'électricité est momentanément trop élevée, un signal est envoyé à plusieurs milliers d'utilisateurs, entreprises industrielles ou accumulateurs décentralisés qui peuvent augmenter leur consommation en l'espace d'une fraction de seconde. Le réseau intelligent permet de coordonner ces flux et d'éviter les goulets d'étranglement tout en gérant les consommateurs (cf. graphique). Les clients peuvent décider s'ils souhaitent enclencher des appareils gourmands en énergie (boiler ou machines à laver) de manière à profiter de prix de l'électricité plus bas.

Mohamed Benahmed, responsable de la section Réseaux de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) estime qu'à l'avenir, ces opérations seront encore plus simples pour le client: «Nos bâtiment et nos appareils pourraient communiquer individuellement avec les réseaux intelligents». En d'autres termes, un boiler équipé d'un dispositif complémentaire récoltant des informations sur l'état du marché ou la situation du réseau pourra s'enclencher automatiquement lorsque le prix est le plus bas. Le réseau sera utilisé de manière plus efficace, les

fluctuations seront équilibrées et la sécurité d'approvisionnement demeurera élevée.

## Application concrète et standards nécessaires

Outre l'infrastructure d'information et de communication, la réalisation des smart grid nécessite d'autres technologies comme des solutions de stockage d'électricité décentralisé ou des systèmes de pilotage de l'injection du courant. De telles technologies sont testées dans le cadre de projets pilotes et de démonstration ou sont déjà disponibles sur le marché. Afin de développer une stratégie commune visant à concevoir les réseaux intelligents de manière optimale, l'OFEN a établi la feuille de route en collaboration avec les différents acteurs concernés. «Cette feuille de route permet une compréhension globale des smart grid et présente une vue d'ensemble des différentes technologies, de manière à permettre une action coordonnée», affirme Matthias Galus, chef de projet à l'OFEN. «Des adaptations sur le plan réglementaire se sont par ailleurs avérées nécessaires pour assurer la sécurité d'investissement et de planification.» Il manque notamment des réglementations dans les domaines de la sécurité et de la protection des données (cf. interview p. 2). Des mesures en ce sens seront examinées lors de la révision de la loi sur l'approvisionnement en électricité. (thc)



Laboratoire souterrain du Mont Terri

# De la boue pour l'éternité

## Longue recherche d'un dépôt en couches géologiques profondes

En Suisse, la recherche de sites d'entreposage pour les déchets radioactifs date quasiment de l'époque où l'on a commencé à utiliser l'énergie nucléaire pour produire de l'électricité. La Nagra, Société coopérative nationale pour le stockage de déchets radioactifs, a été fondée en 1972. Ses activités sont financées par les producteurs de déchets radioactifs. En 1993, suite à de nombreux tests, la Nagra a proposé le Wellenberg situé dans le canton de Nidwald comme site d'entreposage pour les déchets faiblement et moyennement radioactifs. Mais les citoyens nidwaldiens ont refusé le projet par les urnes. La nouvelle loi sur l'énergie nucléaire adoptée en 2003 ne prévoit plus de telles votations. Par contre, les habitants des régions entrant en ligne de compte pour les dépôts en profondeur peuvent s'exprimer par le biais des Conférences régionales organisées par l'OFEN. In fine, seuls les critères de la géologie et de la sécurité technique sont déterminants pour le choix du site.

En 2006, le Conseil fédéral a approuvé le justificatif fourni par la Nagra démontrant que l'argile à Opalinus est parfaitement appropriée comme roche d'accueil. Ces dernières années, une procédure de sélection a permis d'évaluer les six sites potentiels: Jura-est, Pied sud du Jura, nord des Lärgern, Südranden, Wellenberg et Zurich nord-est. En janvier 2015, la Nagra a retenu les sites Jura-est et Zurich nord-est pour la suite de la procédure. Ces propositions sont maintenant soumises à un examen minutieux des autorités compétentes. Le Conseil fédéral décidera probablement en 2017 s'il approuve les propositions de la Nagra. Dans la troisième et dernière étape de la procédure de sélection, la Nagra examinera en détail les sites restants, notamment par des forages de sondage, avant de déposer la demande d'autorisation générale pour un ou deux sites d'entreposage. Au plus tôt en 2027, le Conseil fédéral statuera sur les autorisations et le peuple suisse pourra finalement voter sur les autorisations générales respectives.

Dans un laboratoire souterrain au cœur du Mont Terri, des chercheurs mandatés par la Confédération développent la technique qui permettra de construire des dépôts en couches géologiques profondes pour les déchets radioactifs. Pendant ce temps, la recherche de sites d'implantation se poursuit.

Sur les pentes abruptes du Doubs, en dessus de la petite bourgade jurassienne de Saint-Ursanne, des arches de pont imposantes témoignent de l'ère de l'industrialisation. A peine 150 ans après la construction du tronçon ferroviaire Glovelier–Porrentruy et à un peu plus d'un kilomètre du viaduc ferroviaire de la Combe-Maran, des ingénieurs, des ouvriers de la construction et des chercheurs travaillent sur un nouveau projet, pour le futur. Celui-ci est même censé durer plusieurs centaines de milliers d'années: dans un laboratoire situé dans les entrailles du Mont Terri, on mène des recherches sur la technique de dépôt en profondeur des déchets nucléaires.

«Attention, ne pas marcher sur les câbles», avertit Herwig R. Müller, directeur du projet de la Nagra (voir encadré) qui accompagne une délégation de l'Office fédéral de l'énergie dans une galerie d'essai de 50 mètres de long sous le Mont Terri. Partout des câbles sortent des parois de la galerie. Ils sont reliés aux 1700 capteurs, souvent très sensibles, placés dans la galerie et dans les trous de forage. Ils doivent fournir des résultats de mesure pendant les 10 à 15 prochaines années. Pour les capteurs et les câbles, dont plusieurs subissent des pressions extrêmes, il s'agit d'un test de charge important.

#### **Des appareils de chauffage simulant la chaleur de désagrégation**

Environ deux tiers de la galerie sont déjà remplis de bentonite, un mélange de minéraux argileux absorbant. Des conteneurs tubulaires en fer de près de quatre mètres et demi de long y sont dissimulés. Un jour, les déchets radioactifs seront stockés à l'intérieur de conteneurs identiques dans les méandres des systèmes de galeries des dépôts.

Les trois conteneurs d'essai ne renferment que des appareils de chauffage qui simulent les émissions de chaleur de déchets nucléaires fraîchement entreposés. Chaque élément possède une puissance inférieure à celle d'une plaque de cuisinière vendue dans le commerce. D'après

les modélisations, la température autour des conteneurs atteint néanmoins quelque 150 degrés Celsius, affirme Herwig R. Müller. Cela permet de déterminer les effets de la chaleur sur les roches environnantes.

Dans une quarantaine d'années, il est prévu d'entreposer les déchets nucléaires de la Suisse dans des dépôts situés à des centaines de mètres de profondeur. Après une phase de surveillance

#### **Les expériences techniques comme la «Full-Scale Emplacement Experiment», qui a coûté 12 millions de francs, contribuent à sécuriser les stockages définitifs de déchets radioactifs.**

relativement longue, ces dépôts seront probablement entièrement fermés. Pour les déchets hautement radioactifs des centrales nucléaires, il faudra attendre environ 200 000 ans pour que les niveaux de radiation du matériau enrichi retrouvent à nouveau les valeurs de l'uranium naturel. Pour les déchets faiblement et moyennement radioactifs provenant de la désaffectation des centrales, il faudra environ 30 000 ans. Pendant toute la période de stockage, on veillera à ce que le moins possible de particules radioactives ne s'échappent dans l'environnement.

#### **Recherches dans la galerie de sauvetage**

Le laboratoire souterrain se trouve dans la galerie d'urgence de quatre kilomètres du tunnel autoroutier du Mont Terri. Au cours des 18 dernières années, des niches et des galeries de plus de 600 mètres de long ont été taillées dans la roche au départ de ce tunnel. Les expériences techniques comme la «Full-Scale Emplacement Experiment», qui a coûté 12 millions de francs, contribuent à sécuriser les stockages définitifs de déchets radioactifs. La Confédération a mandaté Swisstopo pour exploiter le laboratoire souterrain. La majorité des projets sont financés par 15 partenaires suisses et étrangers, parmi lesquels la Nagra. Environ 40 tests sont menés actuellement. Il s'agit par exemple de stocker

le CO<sub>2</sub> dans la roche. Le grand intérêt de cette colline insignifiante du canton du Jura est dû à la formation rocheuse d'argile qui se trouve à l'intérieur: l'argile à Opalinus. «Il s'agit pour ainsi dire d'une boue séchée, extrêmement compacte», précise Herwig R. Müller. Dans le laboratoire du Mont Terri, on voit cette roche d'apparence friable aux propriétés uniques dans les endroits non recouverts de béton projeté. Selon les experts, aucune autre roche que l'argile

à Opalinus ne se prête aussi bien au stockage définitif des déchets hautement radioactifs en Suisse. Elle est très étanche grâce aux minéraux argileux qu'elle contient et en plus ces minéraux lient les particules radioactives entre elles.

#### **Eau interstitielle de la mer préhistorique**

Lorsque que les masses continentales à l'emplacement où se trouve la Suisse d'aujourd'hui ont disparu temporairement sous les flots de la mer il y a quelque 175 millions d'années, des sédiments de boue de terre-argile se sont déposés sur le fond marin. En durcissant, ils se sont transformés en argile à Opalinus. Les fossiles d'ammonites (une espèce de céphalopodes vivant dans la mer, mais disparue depuis longtemps) en témoignent, de même que l'eau de mer emprisonnée jusqu'à présent dans les interstices de l'argile à Opalinus. Pour les géologues, c'est la preuve de la stabilité pérenne de la roche.

Il est impensable que le laboratoire souterrain du Mont Terri serve un jour de dépôt final. La couche d'argile à Opalinus n'y est simplement pas assez massive et un contrat signé avec le canton du Jura exclut tout stockage de déchets radioactifs. (bwg)

# De l'eau chaude et de grosses économies en Tanzanie

La plate-forme suisse REPIC veut promouvoir les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique dans les pays en développement ou en transition. Elle soutient des projets suisses comme le projet pilote SOLambara, projet qui permet à une université de Tanzanie de diminuer fortement sa facture d'électricité grâce à l'utilisation d'installations solaires thermiques pour chauffer l'eau dans les dortoirs.

Réduire la facture d'électricité générée par les dortoirs de la SEKOMU University, située dans les monts Usambara en Tanzanie, voilà l'objectif que s'est fixé l'Institut de technique solaire SPF de Rapperswil. Avec le soutien de REPIC et de la Waterkiosk Foundation, une ONG active sur place, une partie des étudiants profitent maintenant d'eau chaude provenant d'une installation solaire thermique et non plus d'un chauffe-eau électrique. Dans le cadre du projet SOLambara qui s'est déroulé entre l'été 2013 et l'été 2014, deux collecteurs solaires de démonstration ont été installés sur le toit de deux dortoirs. «Notre intention était de renforcer la collaboration avec les partenaires africains et améliorer la confiance dans cette technique», explique Lars Konersmann, responsable du projet SOLambara. Les techniciens de l'école ont été intégrés à l'installation des collecteurs afin de se familiariser avec la technique et de pouvoir intervenir si besoin est.

## Des économies importantes

Les tests effectués sur les deux bâtiments ont montré qu'il était possible d'économiser 80% d'électricité en utilisant un système solaire thermique comportant un réservoir de 200 litres d'eau, «tout en gardant le même confort pour les étudiants qui étaient plutôt sceptique au départ» affirme le responsable du projet. Les calculs réalisés avec le projet pilote ont démontrés que l'installation pouvait être amortie en moins d'une année et demie. Les collecteurs ayant une durée de vie d'environ 15 ans, la direction pourrait économiser à terme environ 265 000 CHF. Une somme extraordinaire dans un pays où le salaire moyen ne dépasse pas 49 CHF par mois.

La direction de la SEKOMU University a décidé après les tests effectués sur les deux premières



Installation d'un collecteur solaire sur le toit d'un dortoir de l'université.

installations de remplacer tous les chauffe-eau électriques par des installations solaires thermiques. Elle a aussi intégré le thème de la production solaire d'eau chaude au cursus de la Faculté «Nature and Conservation». Pour Lars Konersmann c'est une preuve de l'utilité du projet, mais aussi de la réussite de la transmission du savoir. Les installations chauffe-eau mis en service à Lushoto sont du même type que ceux que l'on trouve autour de la Méditerranée et sur le marché local, ce qui améliore encore la possibilité de multiplier le projet. De plus, les bons résultats obtenus sur le terrain, vont inciter d'autres établissements d'enseignement à remplacer leurs chauffe-eaux électriques par des collecteurs thermiques.

«L'aide de REPIC a rendu le projet plus crédible et a boosté notre motivation», souligne Lars Konersmann. «Les 24 000 CHF d'aide ont été précieux pour SOLambara». Selon Marc

Muller, responsable pour REPIC à l'OFEN et membre du groupe de pilotage: «Ce projet prouve que les énergies renouvelables peuvent aussi être rentables dans les pays en développement». (luf)

## REPIC

Le Groupe de pilotage REPIC (Renewable Energy & Energy Efficiency Promotion in International Cooperation) est composé de représentants du Secrétariat d'Etat à l'économie (SECO), de la Direction du développement et de la coopération (DDC) ainsi que de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). Les délégués étudient tous les dossiers afin de ne retenir que les meilleures et ceux dont les chances de multiplication sur place sont les plus grandes. «Nous voulons que les panneaux solaires installés fonctionnent longtemps, ce qui nécessite que les compétences correspondantes soient transmises», souligne Marc Muller, responsable REPIC pour l'OFEN. De nombreux projets ont déjà été soutenus par REPIC dans le monde: installation novatrice de biogaz en Tanzanie, une petite centrale hydraulique avec manuel en Inde ou encore un projet de parc éolien au Kosovo.

### Le saviez-vous?

En Tanzanie, le prix du kilowattheure est de 25 ct./kWh ce qui est plus élevé que la moyenne suisse (16,85 ct./kWh).

# Un vrai caméléon



J'apprécie de consulter les sources anciennes. Ainsi, j'ai largement consacré mes vacances à plonger dans les archives en ligne et j'ai constaté qu'au cours du siècle passé, presque rien n'a autant marqué le discours politique que l'état d'esprit de l'industrie électrique. Il se peut que cela tienne à la longévité des infrastructures énergétiques ou à la structure des entreprises électriques qui, en tant que sociétés de droit privé détenues par des collectivités publiques, se trouvaient déjà au cœur des tensions entre le marché et les intérêts politiques. Cette forme d'organisation a été choisie dès le début de l'électrification de la Suisse simplement parce que, les infrastructures énergétiques coûtant si cher mais rapportant tellement d'argent une fois construites, une répartition des charges et des profits entre public et privé était évidente. Cette structure lucrative a pourtant été largement détruite à plusieurs reprises au cours des cent dernières années, que ce soit par les crises économiques, lors des deux guerres mondiales, ou en raison de stratégies d'entreprise erronées.

Historiquement, il est intéressant de porter un regard sur le siècle passé non seulement en raison des débats politiques actuels sur la Stratégie énergétique 2050 ou sur la libéralisation complète du marché de l'électricité, mais également parce que l'OFEN fête en 2015 ses 85 ans d'existence. Sans enthousiasme, et après s'y être opposé pendant cinq ans, le Conseil fédéral créa l'office en 1930.

Le développement de l'industrie électrique, marqué par d'importantes difficultés de financement, l'avait précédé. De nombreux projets de centrale ont été ajournés à la fin du 19<sup>e</sup> siècle, la demande étant simplement trop

faible. Les entreprises électriques essayèrent certes de densifier les raccordements dans leur zone d'approvisionnement. Cependant, l'éclairage électrique n'a pu s'imposer que lentement face au gaz, au pétrole et aux bougies, en raison de son prix (un kilowattheure coûtait entre 50 et 60 centimes en 1910). La lente évolution de la demande est restée longtemps très problématique. Les ventes d'énergie produite étant insuffisantes, la société anonyme Bündner Kraftwerke fit par exemple faillite de manière spectaculaire en 1924.

De telles débauches financières ont suscité des discussions pour savoir si l'industrie électrique devait être transformée et régulée, et si oui comment? En 1930, à l'Assemblée fédérale, le conseiller fédéral Marcel Pilet-Golaz décrit l'industrie électrique comme un vrai caméléon en raison des conditions qui évoluent très rapidement. Il est particulièrement difficile d'inaugurer une politique dans le domaine de l'électricité car on ne se trouve pas au début du développement d'une nouvelle activité économique, mais qu'il s'agit d'une industrie déjà bien avancée qui ne peut pas être transformée facilement. Les évolutions de cette industrie doivent être prises en compte et la Confédération ne doit pas s'immiscer dans les affaires du secteur de l'électricité. Ceci explique également l'attitude du Conseil fédéral qui a longtemps refusé d'instaurer un Office fédéral de l'économie électrique (actuellement Office fédéral de l'énergie), lequel fut au départ surtout chargé d'établir de belles statistiques avec une poignée d'employés. Par la suite, peu de changements sont intervenus. Ainsi s'exprimait J. Koller en 1935 dans le journal *Wohnen*: «Nous savons que les entreprises électriques maintiennent le prix du kilowattheure à un haut niveau de manière à vrai dire artificielle,

soit pour assurer d'importantes recettes au fisc, et procèdent en outre à d'importants amortissements et provisions.»

## Perspectives

Au cours des cent prochaines années, les conditions-cadres relatives à l'industrie électrique seront de plus en plus souvent modifiées et parfois même de manière abrupte, en raison de ruptures technologiques. Sur la voie vers notre avenir énergétique, des qualités telles que la mobilité, la capacité d'adaptation et l'innovation seront davantage requises que par le passé. Peu importe quelle sera la couleur du caméléon.

Marianne Zünd,  
responsable Médias et politique, OFEN

# Le chauffage à distance fait la différence

Élever des poissons et faire pousser des légumes en pleine ville, tel est l'idée d'un projet pilote installé au cœur de Bâle, dans le quartier de Dreispitz. Les distances pour assurer le transport jusqu'aux consommateurs sont courtes, la consommation d'eau et d'engrais faible. Mais l'efficacité énergétique d'une telle installation dépend en fin de compte surtout des agents énergétiques utilisés.

L'Espagne, le Chili, le Maroc et Israël figurent non seulement dans presque tous les catalogues de voyage, mais les légumes en provenant garnissent également les étalages des détaillants. Les légumes estivaux disponibles sur nos étals pendant la saison froide sont acheminés en camion, en bateau ou en avion depuis les pays chauds. Si la santé des consommateurs profite de cette «offre vitaminée», tel n'est pas le cas de l'environnement, en raison des émissions dues au transport. Mais les tomates ou les salades produites sous nos latitudes ne présentent pas forcément un meilleur bilan écologique. L'appellation «produit en Suisse sous serre» est souvent synonyme

d'installations consommant des quantités importantes de mazout ou de gaz naturel pour chauffer les serres à la température idéale pour les cultures. La ville de Bâle abrite depuis janvier 2013 un projet pilote visant à résoudre la problématique des distances de transport ainsi que celle des ressources.

La serre de la société Urban Farmers AG se trouve dans le quartier de Dreispitz à Bâle. Les urbanistes sont en train de transformer ce quartier industriel en une zone d'habitation urbaine. Pour les piétons, l'endroit est cependant encore un lieu inhospitalier où règnent en maître les camions et autres poids lourds,

avec en coulisse des containers s'élevant sur plusieurs dizaines de mètres de haut. Un îlot de verdure se cache pourtant au milieu de cette grisaille sur le toit de l'immeuble de la fondation Christoph Merian. Près de 4 tonnes de légumes et environ 800 kg de poissons y sont produits chaque année, sur 260 m<sup>2</sup>. Après la récolte et l'abattage, la marchandise est immédiatement livrée en vélo aux entreprises locales de restauration et au supermarché Migros voisin.

## Efficace et sans chimie

Andreas Graber est le co-fondateur et responsable des recherches de cette ferme urbaine.

Les plantes des serres Urban Farmer profitent d'un engrais provenant du lisier traité des poissons.



En tant que chercheur et collaborateur scientifique de la haute école zurichoise de sciences appliquées (ZHAW) à Wädenswil, il s'intéresse depuis longtemps aux systèmes aquaponiques. Comme le terme le laisse supposer, l'aquaponie consiste à combiner l'aquaculture – qui est l'élevage de poissons comestibles – et l'hydroponie – qui est une méthode de culture des légumes sur la base de solutions nutritives. «Par rapport à des systèmes plus conventionnels, de tels systèmes combinés permettent de réduire considérablement les besoins en engrais pour les légumes ainsi que la consommation d'eau de l'aquaculture», nous explique Andreas Graber. Les poissons (clichidés Tilapia) reçoivent une alimentation purement végétale. Les déchets qu'ils produisent sont retraités grâce à des colonies de bactéries, avant de venir nourrir les plants et les arbustes qui poussent dans de la laine de roche. En se nourrissant, les plantes filtrent l'eau qui retourne ensuite dans le bassin d'aquaculture. La perte d'eau étant liée uniquement aux produits récoltés et à l'évaporation à partir des plantes, il n'y a

pas d'eaux usées. Seuls les composants solides doivent être filtrés, puis compostés. D'après Andreas Graber, un autre effet positif est que l'on peut complètement renoncer à utiliser des médicaments et des pesticides. Il précise aussi que cette serre d'un nouveau genre ne consomme pas plus d'énergie qu'une serre normale.

«Des entreprises se sont intéressées aux résultats de nos recherches, mais n'étaient pas prêtes à participer au développement de tout le système jusqu'à ce qu'il puisse être mis sur le marché», nous explique Andreas Graber. Le scientifique est donc devenu entrepreneur. L'entreprise spin-off est aujourd'hui entièrement indépendante de la haute école. L'idée n'est pas de vendre des légumes, mais des systèmes complets de culture gérés par un système de commande permettant d'optimiser et d'automatiser les processus d'exploitation. Le système et les algorithmes ont été développés par Urban Farmers AG en collaboration avec la ZHAW. La réalisation a été financée avec l'aide de la commission pour la technologie et l'innovation (CTI) de la Confédération.

Gisler, auteur de l'étude. L'installation pilote bâloise est reliée à un réseau de chaleur à distance et le courant utilisé est issu des énergies renouvelables. Urban Farmers développait également des systèmes pour les maraîchers traditionnels. Ces derniers ne doivent toutefois pas automatiquement être chauffés par chaleur à distance – comme d'ailleurs tous les systèmes aquaponiques. Beda Graber explique que le concept d'Urban Farmers qui consiste à produire de manière urbaine et proche du client augmente aussi fortement la disponibilité locale de la chaleur à distance utilisable. La quantité d'énergie nécessaire à la production dépend dans le cas de ce système également en premier lieu des agents énergétiques choisis. La ZHAW veut étudier la possibilité de recourir au photovoltaïque. «Nous souhaitons réaliser un prototype de serre aquaponique solaire», ajoute Beda Graber. (bwg)

## Des économies de mazout de plusieurs millions de litres

L'entreprise des frères Meier à Hinwil (ZH) mise de son côté sur la chaleur à distance. En 2009, une nouvelle grande serre entièrement chauffée grâce aux rejets de chaleur de l'usine d'incinération des ordures ménagères (UIOM) voisine a été inaugurée. On recourt pour ce faire à la vapeur générée par la turbine grâce à laquelle l'UIOM produit du courant. Une partie de ces rejets d'une température de près de 45 degrés Celsius devait auparavant être refroidie, ce qui consommait quelque 100 000 kilowattheures d'électricité par an. Aujourd'hui, on les utilise pour chauffer la serre, économisant ainsi environ 1 million de litres de mazout par année. Les maraîchers ont été récompensés en 2011 par le Watt d'Or de l'Office fédéral de l'énergie.

## Innovation proche du marché

La preuve de la faisabilité a déjà été apportée avec des installations semblables en Amérique ou aux Pays-Bas, écrit Beda Stadler, responsable du domaine d'encouragement Life Science de la CTI. Le critère de mise en oeuvre au niveau du marché a donc été décisif pour le financement. La rentabilité commerciale représente d'ailleurs aux yeux de Beda Stadler la plus grande innovation du projet. «Les produits d'Urban Farmers sont demandés et sont appréciés par nos clients», explique Dieter Wullschleger de Migros Bâle. Le détaillant est en train de planifier l'avenir en coopération avec Urban Farmers AG. «Les deux partenaires veulent réaliser une installation plus grande», précise Dieter Wullschleger.

Une étude réalisée à la ZHAW qualifie le bilan écologique de l'installation d'aquaponie bâloise de «prometteur». La consommation d'énergie élevée et la chaleur nécessaire sont toutefois considérées comme des aspects problématiques. Si le système aquaponique devait être exploité avec d'autres sources d'énergies, la pollution pour l'environnement «serait tout de suite beaucoup plus importante», écrit Peter

## Les lacs suisses sont de grands réservoirs d'énergie

«Le potentiel d'utilisation de la chaleur à distance est considérable», explique Walter Böhlen, président de l'Association Suisse du Chauffage à Distance (ASCAD). L'étude commanditée par son association et co-financée par l'Office fédéral de l'énergie, «Livre blanc du chauffage à distance – phase 2» conclut qu'à long terme, les réseaux de chaleur à distance peuvent permettre de couvrir à l'échelon de toute la Suisse 38% des besoins en chauffage domestique et en eau chaude sanitaire. Le potentiel thermique calculé est de près de 238 térawattheures par an (TWh/a) dont environ 17 TWh/a sont effectivement utilisables. A titre de comparaison: la production annuelle de la centrale nucléaire de Gösgen avoisine 8 TWh/a. Les lacs suisses recèlent le plus grand potentiel thermique exploitable. L'énergie qui y est stockée pourrait contribuer à près de 30% de la chaleur à distance souhaitée par an. Les quelque 3,7 millions de tonnes de déchets brûlés chaque année en Suisse présentent eux aussi un important potentiel thermique de près de 3,6 TWh/a qui est seulement en partie exploité actuellement.

# «Moissonner» l'énergie au quotidien

La récupération de l'énergie (ou energy harvesting) permet de produire de l'électricité grâce au mouvement, à la pression ou aux écarts de température. Cette énergie peut ensuite être utilisée pour actionner des capteurs ou des LED.

Il fait nuit noire dans la disco. Or plus il y a de personnes qui bougent sur la piste de danse au rythme de la musique, plus la pièce s'éclaire. Inconsciemment, les danseurs génèrent de l'électricité. L'énergie qu'ils libèrent est captée par des mini-générateurs intégrés au plancher pour alimenter de petites ampoules LED qui s'illuminent au rythme des pas de danse. Cette technique d'avant-garde est utilisée depuis 2009 déjà à Rotterdam et à São Paulo pour créer des «sustainable dance floors».

## Générer de l'énergie par le mouvement et les écarts de température

L'energy harvesting (littéralement moissonnage de l'énergie) est le plus souvent utilisé pour récupérer de petites quantités d'énergie présentes dans l'environnement. La transformation en énergie électrique peut prendre différentes formes. Ainsi, les cristaux piézoélectriques produisent une tension électrique lorsqu'ils sont déformés mécaniquement (voir encadré). Autre exemple: les éléments thermiques soumis à des écarts de température produisent de l'électricité. Cette énergie peut ensuite suffire pour activer un capteur sans fil, par exemple.

Des capteurs énergétiquement autonomes de ce type sont utilisés aujourd'hui dans la technique du bâtiment pour piloter le chauffage et l'éclairage. Les données de température d'une pièce mesurées par des capteurs sont transmises à l'installation de chauffage ou

de climatisation. Les principaux atouts de ce système sont qu'il ne nécessite pas de source d'énergie externe telle qu'une pile ni de raccordement au réseau par des câbles de cuivre, d'où des économies en matière d'installation et d'entretien. Ce sont les écarts de température entre le corps de chauffe et l'air ambiant qui génèrent de l'énergie.

## Un modèle de rentabilité

Les chercheurs travaillent actuellement sur des générateurs thermoélectriques qui récupèrent de l'énergie issue de rejets de chaleur. «Pour que le système soit rentable, il faut de grands écarts de température comme ceux des tuyaux d'échappement qui chauffent à plusieurs centaines de degrés», explique Rolf Schmitz, responsable de la recherche énergétique à l'Office fédéral de l'énergie. L'énergie obtenue permet par exemple de faire tourner le moteur auxiliaire d'une voiture.

Bien que la récupération de l'énergie présente encore un grand potentiel, Rolf Schmitz reste réaliste: «l'energy harvesting ne peut pas résoudre la problématique de l'approvisionnement énergétique. Il s'agit surtout de mieux exploiter l'énergie environnante.» De premières expériences novatrices telles que les «sustainable dance floors» démontrent de manière ludique l'exploitation d'un potentiel énergétique jusqu'ici insoupçonné pour produire de l'électricité. (thc)

## L'effet piézoélectrique

L'effet piézoélectrique direct a été démontré pour la première fois en 1880 par les frères Jacques et Pierre Curie. Ces derniers ont constaté que certains cristaux se chargeaient d'électricité lorsqu'ils étaient soumis à une contrainte mécanique. Ce procédé est par exemple employé pour les briquets: lorsque l'on appuie suffisamment fort sur le poussoir, un petit marteau frappe sur un cristal. La tension électrique est déchargée grâce à un dispositif pyrotechnique qui enflamme le gaz qui s'échappe.



## Le chiffre

# 1200

il s'agit de la puissance cumulée en mégawatt des installations éoliennes en attente de construction en Suisse, selon une estimation de Suisse Eole fin 2014. Aucune nouvelle éolienne n'a été construite en 2014. Depuis l'introduction de la RPC en 2009, seules 15 éoliennes ont été installées. L'objectif de la Confédération est d'atteindre 600 GWh de production annuelle d'ici 2020, ce qui représente environ 120 grandes éoliennes. Actuellement la Suisse en compte 35. Selon Suisse Eole, l'association suisse pour la promotion de l'énergie éolienne, cette forme d'énergie se heurte en Suisse à des procédures longues et compliquées.

## Etude sur les voitures électriques

Les conducteurs de voitures électriques parcourent en moyenne près de 11 500 kilomètres par an. Par rapport à un véhicule similaire à essence, une voiture électrique économise environ 60% des frais de carburant. Ce constat et bien d'autres ressortent d'une étude de e'mobile. L'association a évalué notamment la consommation d'environ 200 voitures électriques de particuliers et d'entreprises et a analysé le comportement de leurs conducteurs. L'étude est disponible sur le site de SuisseEnergie ([www.suisseenergie.ch/fr-ch/mobilité/véhicules](http://www.suisseenergie.ch/fr-ch/mobilité/véhicules)).

## Solar Impulse 2 prend son envol

Le tour du monde, un voyage qui fait souvent rêver. L'aventurier Bertrand Piccard va effectuer pour la seconde fois le tour de la planète, à sa manière, dans les airs.

A chaque époque ses explorateurs. Les membres de la famille Piccard, explorateurs de père en fils, ont parcouru notre planète des fonds marins jusqu'aux limites de notre atmosphère. Après avoir fait le tour de la terre sans escale à bord du ballon Breitling Orbiter 3, Bertrand Piccard, 56 ans, troisième explorateur de la famille, se lance dans un nouveau tour du monde, cette fois-ci en avion solaire. «En tentant le premier vol solaire autour du monde, sans carburant ni pollution, nous voulons démontrer que les technologies propres et les énergies renouvelables permettent d'accomplir aujourd'hui des choses considérées comme impossibles» a déclaré Bertrand Piccard. Une approche qu'apprécie Walter Steinmann, directeur de l'OFEN, dont l'office a soutenu financièrement le projet: «Solar Impulse est un projet visionnaire qui va nous prouver que l'on peut faire le tour du monde dans les airs sans énergie fossile. C'est un projet marquant qui va servir d'impulsion à l'OFEN comme à toute la branche de l'énergie».

Durant les 25 jours de vol effectifs, répartis sur cinq mois, que devrait durer ce tour du monde, Bertrand Piccard sera aux commandes de l'appareil en alternance avec André Borschberg, 60 ans, ingénieur et ancien pilote dans

l'armée suisse, qui l'accompagnera durant les 35 000 km de cette expédition. L'aventure a débuté en 2003, et après une phase de développement intense, les deux co-fondateurs du projet ont réalisé ces quatre dernières années de nombreux vols d'essai.

### A la pointe de la technologie

Après une chasse continue au moindre gramme pour le rendre le plus léger possible, l'avion ne pèse que 2300 kg. Les rayons du soleil doivent permettre de faire voler Solar Impulse 2 nuit et jour, en rechargeant ses batteries au lithium. Pour y parvenir, ses ailes ont été recouvertes de 17 248 cellules photovoltaïques en silicium monocristallin. Les cellules fournissent l'énergie nécessaire à faire tourner les quatre moteurs de 17,4 CV chacun. Avec un rendement de 94%, les moteurs atteignent un record en matière d'efficacité énergétique.

Au cours des onze étapes prévues pour ce tour du monde, l'avion devrait se déplacer à une vitesse comprise entre 36 km/h au-dessus de la mer et 140 km/h à 8500 m d'altitude. Il est possible de suivre l'évolution de ce tour du monde sur le site internet [www.solarimpulse.org](http://www.solarimpulse.org). (luf)



André Borschberg et Bertrand Piccard devant Solar Impulse 2.

## Nouvelle campagne de SuisseEnergie

A l'occasion de la Journée mondiale de l'eau le 22 mars 2015, SuisseEnergie lance une campagne de deux semaines dans le secteur sanitaire avec des spots TV. L'objectif est de convaincre les locataires et propriétaires d'acheter les pommeaux de douche, les robinets ou encore les régulateurs de débit les plus efficaces possibles, car un choix judicieux permet d'économiser jusqu'à 50% d'eau chaude. Rares sont ceux qui sont conscients que la consommation d'eau chaude représente souvent une part relativement importante de leur facture de chauffage. Cette campagne illustre que de telles économies ne se font pas au détriment du confort. Un ménage de quatre personnes peut par exemple économiser à long terme 380 francs par an en passant de la catégorie d'efficacité énergétique D à A pour les sanitaires.

## Immeuble d'habitation 100% autonome

L'Umwelt Arena Spreitenbach en collaboration avec d'autres partenaires a commencé la construction d'un immeuble d'habitation à Brütten ZH fonctionnant seulement à l'aide d'énergie solaire. Aucune connexion ne sera faite au réseau électrique. Une heure de soleil par jour devrait pouvoir couvrir les besoins du bâtiment et de ses habitants au niveau électrique et du chauffage, selon les calculs d'experts. Pour profiter d'énergie toute la journée, des panneaux solaires seront installés sur le toit et monter sur les façades, des batteries garderons le surplus d'électricité. Il est prévu d'isoler parfaitement le bâtiment et de n'utiliser que des équipements électriques A+++.

L'immeuble accueillera normalement neuf familles. Le projet est soutenu par SuisseEnergie.



## Abonnements / Service aux lecteurs

Vous pouvez vous abonner gratuitement à *energeia*: par e-mail: [abo@bfe.admin.ch](mailto:abo@bfe.admin.ch), par fax ou par poste

Nom: .....

Adresse: ..... NP/Lieu: .....

E-Mail: ..... Nbre d'exemplaires: .....

Anciens numéros: ..... Nbre d'exemplaires: .....

Coupon de commande à envoyer ou faxer à: **Office fédéral de l'énergie OFEN** | Section Publishing, 3003 Berne, fax: 058 463 25 00

# Ressentir l'énergie

Dans la région du Grimsel, les Forces motrices de l'Oberhasli SA (KWO) produisent de l'électricité pour environ un million de personnes. Une visite de la centrale Grimsel 2 permet de profiter doublement de l'énergie.



Pour produire de l'électricité, les quatre turbines de la centrale Grimsel 2 utilisent la hauteur de chute de 400 mètres entre l'Oberaarsee et le lac du Grimsel. Avec une puissance installée de 348 méga-watts, elles génèrent un bruit assourdissant, ce qui n'est pas étonnant, car jusqu'à 93 mètres cubes d'eau tonitruante déboulent chaque seconde sur les turbines. Grâce à un joint labyrinthe, les 50 bars de pression agissant sur les installations à pleine charge ne peuvent pas s'échapper.

Lorsque l'on se trouve directement à côté d'une de ces turbines, on ressent véritablement l'énergie. Soudain, le bruit diminue dans la salle des turbines et les vibrations s'atténuent. Selon les besoins en électricité, les quatre turbines fonctionnent en même temps, ou seulement certaines d'entre elles, voire aucune. Swissgrid, responsable de la stabilité de l'approvisionnement en Suisse, indique aux KWO le volume d'électricité à produire. Elle veille à maintenir un équilibre constant entre la production et la consommation électrique. Quand

il y a suffisamment, voire trop de courant sur le marché, on réduit la production.

Dans une telle situation, les installations de pompage-turbinage de Grimsel 2 jouent aussi un rôle important: en plus d'une roue de turbine, les quatre installations disposent d'une roue de pompage. L'excédent d'énergie permet de pomper l'eau du lac du Grimsel situé en contrebas jusqu'à l'Oberaarsee en amont, afin de l'utiliser ultérieurement pour la production de courant. Avec le convertisseur total le plus performant au monde, l'exploitant de la centrale peut régler la fréquence et donc le nombre de tours des pompes en fonction de l'énergie disponible. Cela permet une exploitation optimale et efficace.

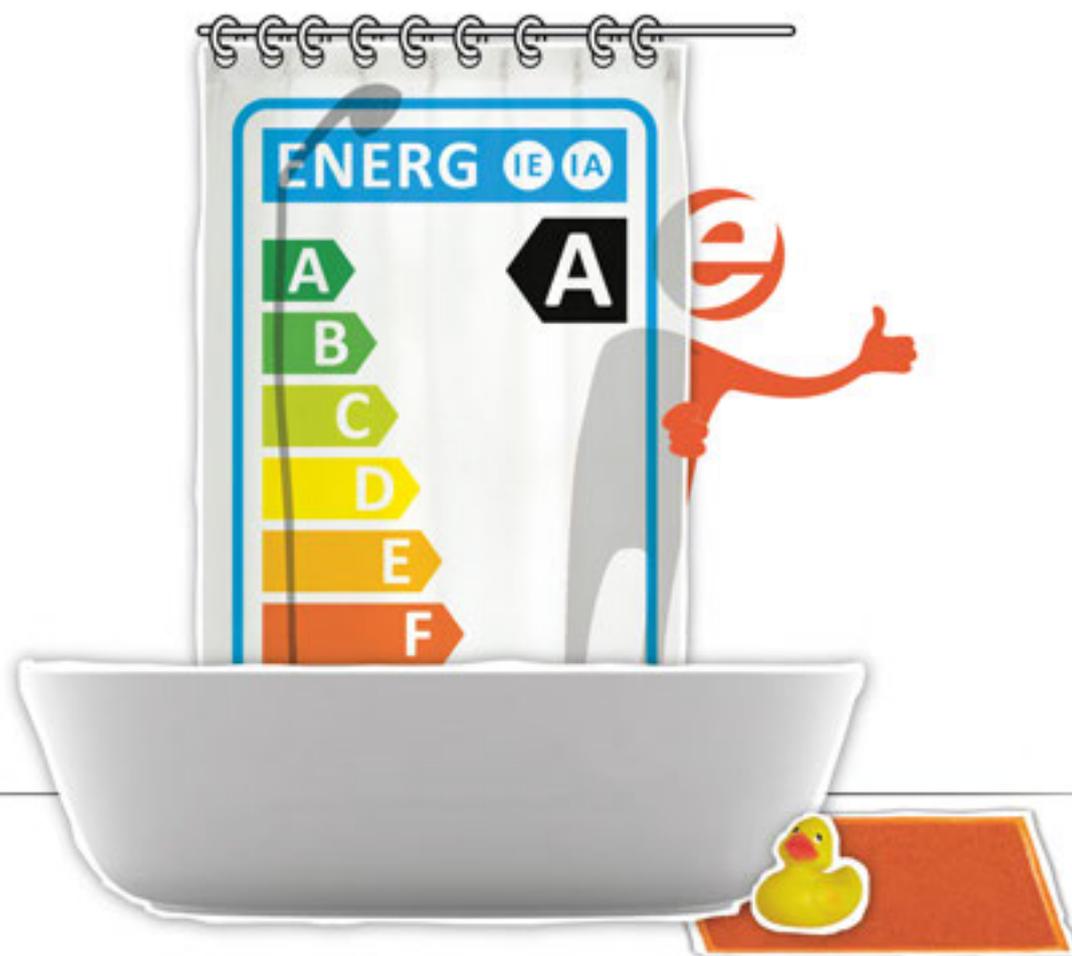
Les installations de Grimsel 2 se trouvent environ trois kilomètres à l'intérieur de la montagne et les visiteurs ne se doutent alors guère de l'étendue des installations et des lacs de retenue. La plateforme panoramique à proximité de l'hôtel-hospice offre une meilleure vue

d'ensemble: le lac du Grimsel brille en contrebas et en regardant dans la vallée, on distingue d'autres lacs d'accumulation. Conclusion: dans ce joli et paisible paysage de montagne, on peut non seulement produire de l'électricité, mais également faire le plein d'énergie pour le lendemain. (thc)

## Funiculaire de Gelmer

Les KWO exploitent au total neuf centrales avec huit lacs de retenue. L'un d'entre eux, le lac de Gelmer, a été achevé en 1929 et se situe à 1860 mètres d'altitude. Le funiculaire de Gelmer a été construit à cette époque pour faciliter le transport de matériaux lourds pour la construction. Aujourd'hui, il est avant tout utilisé par les randonneurs désireux d'atteindre plus rapidement ce site exceptionnel. Depuis l'arrêt du car postal «Handegg», le funiculaire mène directement au lac du barrage d'un bleu turquoise. Avec une pente maximale de 106%, le funiculaire est le plus raide d'Europe.

# ÉCONOMISER SOUS LA DOUCHE!



Économiser de l'eau chaude sans perte de confort, c'est possible!  
Fiez-vous aux étiquettes-énergie A à l'achat de vos appareils sanitaires:  
pompeaux de douche, robinets et mitigeurs, un large choix de produits  
pour tous vos besoins. Alors pensez à l'étiquette-énergie A!

Plus d'infos sur [suisseenergie.ch](http://suisseenergie.ch)



**suisse énergie**

Notre engagement : notre futur.