



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 6 | Novembre 2015

Chaleur et eau chaude

Des bâtiments toujours plus efficaces

Plus que de la bière

Se chauffer avec la chaleur produite
par la brasserie Feldschlösschen

Le quiz de l'énergie

Tester vos connaissances



CO₂ AU PLANCHER

Les voitures sont toujours plus intelligentes. Les automobilistes aussi.

Plus de 300 voitures et e-scooters à hautes performances énergétiques: à découvrir maintenant sur co2auplancher.ch

Avec le soutien de

**MOVI-
MENTO.CH**
Ma mobilité



suisse énergie

Notre engagement: notre futur.

Editorial	1
Interview	
Peter Richner aborde la recherche dans le domaine des bâtiments	2
Réseau de chauffage à distance	
Chauffer grâce à la brasserie Feldschlösschen	4
Chauffer futé	
Voici comment diminuer vos frais de chauffage	6
Consommation d'eau chaude	
Un compteur passe la douche à la loupe	7
Reportage	
Surveillance d'ouvrages de retenue au Tessin	8
Centre de dépôt intermédiaire	
La chaleur des matières radioactives	10
Point de vue d'expert	
Stefan Dörig nous explique les finesses de la politique énergétique à Bruxelles	11
Recherche et innovation	
Etudier le potentiel des pompes à chaleur et l'améliorer	12
Comment ça marche?	
Utiliser des modules hybrides	14
En bref	15
Le quiz de l'énergie	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, 3003 Berne.
Tous droits réservés.

Comité de rédaction: Angela Brunner (bra), Marianne Zünd (zum), suppléante Sabine Hirsbrunner (his)

Textes rédactionnels: Angela Brunner (bra), Isabelle Frühwirth (fri), Sabine Hirsbrunner (his), Fabien Lüthi (luf), Benedikt Vogel (bv)

Mise en page: Melanie Stalder (ste)

Impression: Stämpfli AG, Wölflistrasse 1, 3001 Bern, www.staempfli.com

Commentaires et suggestions: energeia@bfe.admin.ch, tél. 058 462 56 11, fax 058 463 25 00

Abonnement et changement d'adresse: abo@bfe.admin.ch

Blog: www.energeiaplus.com

Twitter: www.twitter.com/@energeia_plus

Archives: www.bfe.admin.ch/energeia

Agenda: www.bfe.admin.ch/kalender

Plate-forme de conseils de SuisseEnergie: www.suisseenergie.ch

Source des illustrations

Couverture: Fotalia

p. 2–3: OFEN; p. 4–5: Feldschlösschen SA/Photopress;

p. 6: Shutterstock; p. 7: Amphiro; p. 8–9: OFEN;

p. 10: ZWILAG; p. 11: Stefan Dörig; p. 12–13: Viessmann AG;

p. 14: Lauber IWISA AG; p. 15: OFEN, Shutterstock,

OFEN/heyday; p. 16: Eole Jura SA, Energieschweiz/

franz&rené AG, Empa; p. 17: Shutterstock.

Editorial

La sécurité de la planification favorise l'innovation

La provenance de l'énergie pour l'eau chaude de la douche matinale ou le chauffage nous intéresse la plupart du temps lorsqu'elle vient à manquer. Bien trop souvent, nous considérons la chaleur comme une évidence. Mais sa production nécessite beaucoup d'énergie, que ce soit de l'électricité ou des énergies fossiles. Dans l'optique de la politique énergétique et climatique, le domaine du chauffage recèle donc un grand potentiel d'efficacité, qui est au cœur de la stratégie énergétique 2050.

Différentes mesures permettent d'exploiter ce potentiel, à l'instar de celles qui sont exposées dans le présent numéro. En renforçant leur modèle de prescriptions énergétiques (MoPEC), les cantons apportent notamment une contribution essentielle dans le domaine des nouvelles constructions.

Pourtant, les solutions techniques et les prescriptions ne suffisent pas. Pour atteindre nos objectifs climatiques et énergétiques, nous avons besoin de personnes qui ont une vision globale et durable, le sens de l'anticipation et la volonté d'agir. Plus la contribution individuelle est importante, moins l'Etat doit établir de directives et de règles. Grâce à une plus grande responsabilité personnelle, la politique peut se concentrer sur sa tâche première, la création de bonnes conditions-cadres. Celles-ci ont pour corollaire la sécurité de la planification, qui est la base pour le succès des innovations techniques et sociales.

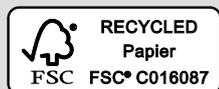
PS: Vous trouverez ma vidéo sur le sujet sur le blog de l'OFEN www.energeiaplus.com.

Daniel Büchel,
vice-directeur et chef de la division Efficacité
énergétique et énergies renouvelables

printed in
switzerland



No. 01-15-350145 – www.myclimate.org
© myclimate – The Climate Protection Partnership



«Nous devons développer des solutions énergétiquement pérennes»

Peter Richner dirige un pôle de compétence consacré à la recherche dans le domaine de l'efficacité énergétique des bâtiments et des quartiers. Dans cet entretien, il présente l'avancement de la recherche dans le domaine de la chaleur et de l'eau chaude dans le bâtiment.

Monsieur Richner, quels sont les axes majeurs du pôle de compétence suisse «Future Energy Efficient Buildings & Districts»?

Nos recherches portent sur la manière de concevoir et de gérer des bâtiments et des quartiers avec un maximum d'intelligence et d'efficacité énergétique, pour optimiser les besoins énergétiques de l'ensemble du système. Nous cherchons aussi à savoir, par exemple, pour quelles raisons certaines technologies percent sur les marchés et comment transférer ces résultats à de nouvelles technologies. Nous ne nous concentrons désormais plus sur un seul bâtiment, nous visons plutôt à associer plusieurs bâtiments aux courbes de charge diverses, notamment pour permettre l'exploitation locale des rejets de chaleur et de l'énergie renouvelable, pour réfléchir à des possibilités d'accumulation dans le quartier,

voulons que ce type de matériaux isolants devienne nettement plus avantageux grâce à des approches de synthèse. L'EPFL mène actuellement un projet qui vise à obtenir des micromiroirs qui reflètent plus ou moins de lumière en fonction des saisons, compte tenu de l'inclinaison de la lumière. A long terme, cette technologie présente un grand potentiel, car un pourcentage de vitrage élevé répond aux besoins des gens.

Comment faites-vous face à ce type de besoins?

L'homme est un être d'habitudes. La haute école de Lucerne est donc en train d'analyser les flux énergétiques dans un bâtiment pour en dégager des constantes. Associées aux prévisions météorologiques, ces constantes peuvent être employées pour gérer de manière

Comment parvient-on à relier des bâtiments d'un quartier pour les approvisionner en énergie renouvelable?

Un bel exemple est le campus de l'EPFZ sur le Höggerberg. Un accumulateur saisonnier conserve de l'énergie durant l'été au moyen de sondes terrestres. Des sondes terrestres sont également employées dans le quartier de Suurstoffi à Rotkreuz. Une question ouverte est celle de la démarche à adopter face à plusieurs propriétaires associés à un même projet. L'EPFL et l'Université de Genève élaborent un système fondé sur des données des SIG destiné à évaluer la quantité d'énergie renouvelable qu'il est possible d'obtenir dans un quartier ainsi que la demande en énergie. Avec ces données, on modélise comment construire un réseau multiénergie, dans lequel tous les bâtiments bénéficient les uns des autres. Le but final est d'associer avec efficacité des technologies connues comme les pompes à chaleur, les accumulateurs de chaleur à sondes terrestres et d'autres. Nous travaillons aussi avec l'industrie et avec les communes dans ce domaine.

«Le rythme de mise en œuvre de ces solutions est fortement lié aux normes, aux lois et aux conditions offertes par la société.»

pour couvrir les besoins de pointe sur place autant que possible, et aussi pour permettre l'exploitation de synergies potentielles avec la mobilité.

Dans ce domaine de recherche, quels sont les autres sujets d'actualité?

Les importants besoins énergétiques des bâtiments restent un grand sujet. Des nouveaux matériaux d'isolation offrent plus de possibilités du point de vue architectonique, permettant d'obtenir une performance égale avec des couches d'isolation plus minces. En ville de Zurich par exemple, il peut être plus rentable de construire des parois plus minces, synonymes de surface locative accrue, pour un nouveau bâtiment de plusieurs étages qui remplace un bâtiment ancien. A l'Empa, nous

optimale les sources et les accumulateurs locaux d'énergie et pour assurer la disponibilité de l'énergie nécessaire au moment utile. Une question est celle des possibilités d'interaction que l'on offre à l'habitant. Car à quoi sert une gestion entièrement automatisée si l'utilisateur la juge non pertinente et qu'il développe des stratégies différentes pour la contourner? Par exemple, s'il estime que la qualité de l'air ne lui convient pas, il chauffera avec les fenêtres ouvertes en hiver, même si une ventilation est installée. Il est très important d'offrir à l'utilisateur une climatisation optimale. Nous observons sinon un grand écart entre l'efficacité énergétique possible et la consommation d'énergie effective, car les utilisateurs utilisent des stratégies de contournement.

Où voyez-vous des défis particuliers?

Nous devons mieux comprendre quel peut être le potentiel d'économies d'énergie lié aux rénovations et comment l'exploiter concrètement. Certains scénarios de la Stratégie énergétique 2050 posent l'hypothèse d'un taux de rénovation de 2%. Or, une rénovation induit des effets de rebond qui sont sous-évalués. Les chercheurs de l'Université de Genève analysent systématiquement les valeurs mesurées dans les bâtiments rénovés pour quantifier ces effets et en comprendre les causes. Selon moi, le défi principal tient à ce qu'en raison des prix actuellement bas de l'énergie, de nombreuses mesures d'amélioration ne sont rentables qu'à très long terme, hormis pour les optimisations de l'exploitation de

grands bâtiments. Nous devons donc développer des solutions énergétiquement pérennes, qui offrent une plus-value, et qui tiennent compte de la diversité architectonique et des habitudes locales dans la construction, car les maîtres d'ouvrage sont disposés à investir surtout dans le confort et dans la sécurité.

Qu'apporte le «Next Evolution in Sustainable Building Technologies», ou NEST, ce projet phare de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN)?

Les partenaires de la recherche et de l'économie doivent pouvoir procéder à des expérimentations au moyen de prototypes dans un contexte aussi proche de la réalité que possible. Les investisseurs n'aiment pas le risque. Avant de dépenser beaucoup d'argent pour une nouvelle technologie du bâtiment, ils veulent être sûrs que celle-ci fonctionnera durant des décennies. Ils ne veulent pas être les premiers à la tester en pratique. NEST offre une grande installation d'essai de nouvelles technologies. Le bâtiment fonctionne comme un quartier empilé. Il est formé de diverses unités de logement ou de bureau qui sont reliées par un réseau multiénergie. Le réseau obtient de l'énergie, l'accumule et la distribue à ces unités via un pôle énergétique. Chaque unité est consacrée à une thématique précise, comme par exemple la construction légère ou le bois. Le bâtiment évoluera en continu, car certaines unités seront démontées lorsque l'évaluation aura été concluante.

Quelles recommandations faites-vous aux politiciens?

Nous développons des solutions possibles pour l'économie, les particuliers et le politique. Ensuite, la décision leur revient. NEST attire d'ores et déjà beaucoup de politiques qui viennent le visiter, ce qui est l'occasion d'avoir des échanges directs. Selon moi, il faut que nous maîtrisions la problématique du CO₂. Le parc immobilier est – outre la mobilité – un grand domaine d'utilisation des énergies fossiles. Je ne pense pas qu'une

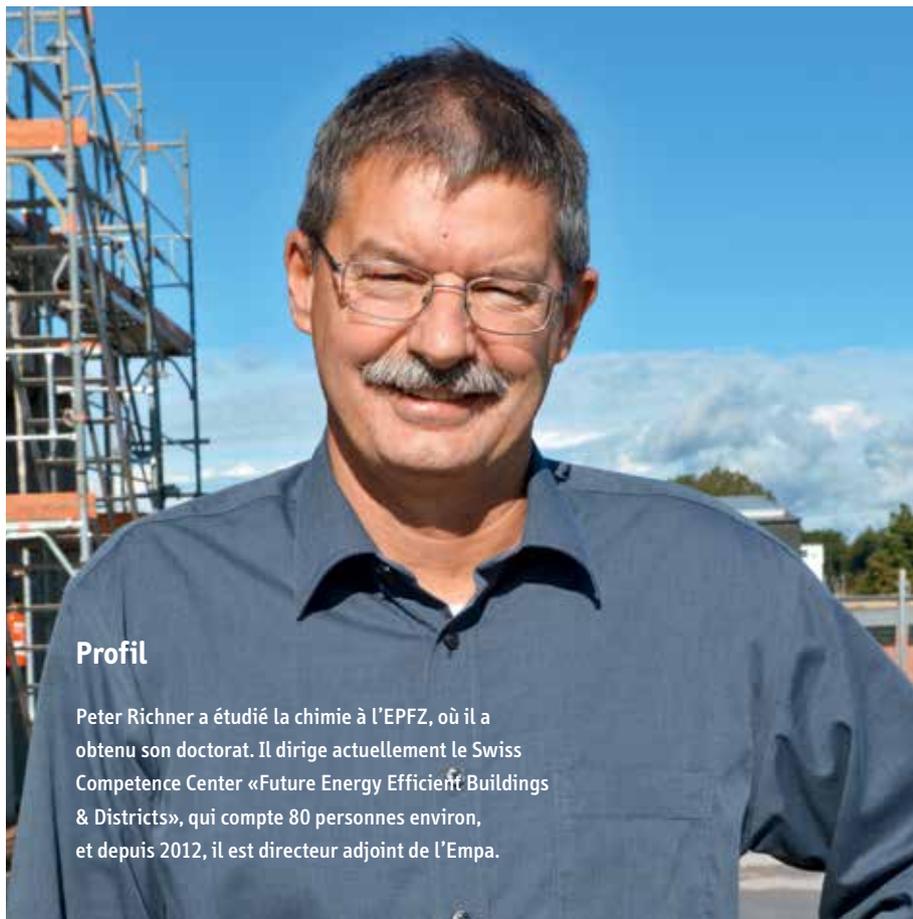
flamme à 1400 degrés soit obligatoire pour obtenir de l'eau tiède. Cette approche s'impose progressivement. Dans les nouveaux bâtiments, les chauffages au mazout ou au gaz sont rares. Ces 50 dernières années, la politique énergétique n'a pas évolué de manière linéaire: elle a été marquée par des événements forts, comme le choc pétrolier des années 70 ou Fukushima, qui ont imprimé un tournant dans notre manière actuelle de voir l'approvisionnement énergétique et la fourniture d'énergie.

Comment évaluez-vous le taux actuel de rénovation, qui est de 1% environ?

Il dépend de différents facteurs et doit être augmenté si l'on veut atteindre les objectifs de la Stratégie énergétique 2050. Dans les régions

économiquement fortes, les nouvelles constructions de remplacement jouent un rôle accru. Une enquête a montré qu'entre 2004 et 2014, en ville de Zurich, sur 18 000 nouveaux logements, plus de 12 000 étaient de nouveaux bâtiments qui en remplaçaient d'anciens. Il en découle en général une densification et une forte réduction de la consommation énergétique. Notre but est de développer de nouvelles solutions pour la rénovation des bâtiments et pour les nouvelles constructions, plus particulièrement pour la mise en réseau à l'intérieur des quartiers. Le rythme de mise en œuvre de ces solutions est fortement lié aux normes, aux lois et aux conditions offertes par la société.

Interview: Angela Brunner



Profil

Peter Rächner a étudié la chimie à l'EPFZ, où il a obtenu son doctorat. Il dirige actuellement le Swiss Competence Center «Future Energy Efficient Buildings & Districts», qui compte 80 personnes environ, et depuis 2012, il est directeur adjoint de l'Empa.

La chaleur du château

Feldschlösschen Boissons SA est surtout connue pour ses produits rafraîchissants. Depuis 2014, l'entreprise propose aussi de la chaleur: elle alimente le réseau de chauffage à distance de Rheinfelden Mitte grâce aux rejets de chaleur de ses installations de refroidissement et de son bassin de décantation primaire.

Le château de la brasserie Feldschlösschen domine la petite ville de Rheinfelden. Depuis la gare, on aperçoit déjà les tours emblématiques au loin. Depuis 1876, de la bière est brassée sur la colline qui surplombe Rheinfelden – aujourd'hui, l'usine en produit près de 1 million de litres par semaine. Une grande quantité d'énergie thermique est transformée avant que les bouteilles ne sortent finalement de la chaîne de production – de la chaleur que Feldschlösschen ne peut pas utiliser dans son intégralité et qui est donc libérée sous forme de rejets. Ce qui est trop froid pour l'entreprise suffit pour exploiter un réseau de chaleur à distance, le quatrième à avoir vu le jour à Rheinfelden. Trois autres réseaux fournissent déjà 16% de la chaleur dont la ville a besoin. A l'initiative d'AEW Energie AG, de premières discussions se sont

engagées entre les deux entreprises en 2011. «A l'époque, nous songions à un autre projet qui tablait sur la chaleur du Rhin comme source d'énergie», révèle Jürg Frutiger responsable de projet chez AEW Energie AG. Mais comme il s'est avéré difficile d'exploiter un réseau de chauffage à distance avec l'eau du Rhin au cours de la saison hivernale, l'entreprise d'approvisionnement en énergie a cherché une alternative, qu'elle a trouvée en fin de compte auprès de Feldschlösschen.

Potentiel à basse température

«Lorsque AEW Energie AG nous a abordés avec ce projet de réseau de chauffage à Rheinfelden Mitte, nous avons d'abord dû clarifier en interne les possibilités que nous avions encore pour alimenter un réseau de chaleur à distance», déclare Thomas Janssen, respon-

sable du service Technique et environnement chez Feldschlösschen. Car la brasserie avait déjà investi dans l'efficacité de ses installations et processus de production au cours des années précédentes et utilise en grande partie ses propres rejets de chaleur au moyen de systèmes de récupération. Sa consommation d'énergie s'élève à 45 gigawattheures par an, dont deux tiers en chaleur et un tiers en électricité. Comme combustible, Feldschlösschen recourt au gaz naturel, au biogaz provenant de ses propres stations d'épuration, à l'alcool issu de son installation de désalcoolisation et au mazout. La chaleur est nécessaire dans plusieurs étapes de la fabrication de la bière. Près de 40% est utilisée dans la salle de brassage, où le moût est cuit, puis refroidi. Les deux autres grands consommateurs d'énergie thermique sont l'installation de



désalcoolisation (pour la fabrication de bière sans alcool) et le tunnel de pasteurisation (pour la pasteurisation d'une large partie de la production). «Nous récupérons intégralement les rejets à haute température et les réutilisons dans la production», explique Thomas Janssen. La chaleur libérée lors du refroidissement à 12 degrés Celsius du moût bouillant est par exemple réinjectée dans le processus grâce à des échangeurs de chaleur.

Dès le début, il a uniquement été question des rejets de chaleur à basse température que l'entreprise Feldschlösschen ne peut plus utiliser elle-même pour alimenter le réseau de chauffage à distance. «Auparavant, nous libérons ces rejets dans l'air par le biais des installations de refroidissement – rien ne s'opposait donc à une autre utilisation», précise Thomas Janssen. Feldschlösschen dispose en tout de quatre installations de refroidissement réparties sur l'ensemble du site de la brasserie. Les rejets de chaleur de ces installations sont donc récupérés au sens propre du

terme. Les eaux usées de l'usine, dont est extraite la chaleur dans le bassin de décantation primaire, constituent la seconde source de chaleur. Les rejets qui proviennent du refroidissement et des eaux usées ont, selon la quantité produite et la saison, une température qui varie entre 12 et 30 degrés. Cette chaleur est stockée dans des accumulateurs à basse température dans les caves de la brasserie. L'espace où se trouvait jadis la centaine de cuves en acier est désormais rempli des techniques les plus modernes. En sus des accumulateurs à basse température, il y a deux pompes à chaleur à l'ammoniac dans un autre local, avec une puissance de 1 mégawatt chacune, qui chauffent les rejets n'excédant pas 12 à 30 degrés à une température de 81 degrés. Cette chaleur est ensuite stockée dans trois accumulateurs à haute température et injectée dans le réseau de chauffage à distance en cas de besoin.

Un réseau complet en 2017

«Cet hiver, nous allons faire face au premier grand test de charge», prévient Jürg Frutiger. La mise en service du réseau remonte à l'automne 2014, mais il n'y avait alors pas autant de clients raccordés au réseau et la demande était plus faible. «Aujourd'hui, 95% du réseau sont construits et deux tiers des clients sont raccordés», explique-t-il. Les deux principaux consommateurs sont la ville de Rheinfelden avec ses bâtiments scolaires et administratifs et le quartier de Salmenpark. Près de 60 autres foyers se chaufferont cet hiver grâce à la brasserie. «Au bout du compte, nous aurons des capacités de l'ordre de 6 mégawatts et pourront approvisionner l'équivalent de 600 à 700 maisons individuelles», s'enthousiasme Jürg Frutiger. Ce devrait être le cas d'ici un ou deux ans.

Equipé en cas d'urgence

Feldschlösschen ne veille pas seulement à la charge en ruban qui est garantie par les deux pompes à chaleur à l'ammoniac. La brasserie couvre aussi la charge de pointe et l'approvisionnement d'urgence. «Nous offrons à nos clients la garantie de pouvoir se fournir en chaleur à tout moment. S'il fait très froid l'hiver pendant une longue période, les pompes à chaleur atteignent leurs limites.» En pareil cas, ou si une pompe à chaleur tombe en panne, il est possible de connecter l'une des trois chaudières de la chaufferie de Feldschlösschen au circuit de chaleur et de fournir la chaleur manquante. «Pour des raisons d'exploitation, nos trois chaudières doivent toujours être en état de fonctionnement, mais nous n'en utilisons que deux pour la production», indique Thomas Janssen. Cette surcapacité est un grand avantage pour le réseau de chauffage. «En temps normal, nous construisons une centrale d'urgence pour chaque réseau de chauffage dans l'optique des pics de consommation et de l'approvisionnement d'urgence. Ce n'était pas nécessaire dans le cas présent», conclut Jürg Frutiger. Le réseau de chauffage est paré pour le défi à venir. (his)

La ville de Rheinfelden impliquée dans le réseau de chauffage

Tandis que les trois autres réseaux de chaleur de Rheinfelden appartiennent exclusivement à AEW Energie AG, la ville a des parts dans celui de Rheinfelden Mitte. Avant de s'attacher à la construction du réseau de chauffage à distance, les partenaires ont donc dû clarifier la situation juridique. Ils se sont mis d'accord sur la création de l'entreprise Wärmeverbund Rheinfelden AG, détenue à 50% par la ville et à 50% par AEW Energie AG. Au regard de cette situation, c'était au peuple de se prononcer sur le réseau de chauffage et la participation de Rheinfelden. Il a accepté cette participation en 2012, et la construction du réseau a pu commencer en 2013.



Pour garder la chaleur à l'intérieur

En observant de simples consignes de comportement, on peut économiser beaucoup d'énergie de chauffage. SuisseEnergie a compilé quelques conseils pour avoir des pièces bien chaudes en hiver tout en économisant de l'argent.

La saison froide arrive et la saison de chauffage a déjà commencé. Environ deux tiers de la demande énergétique globale dans un ménage concernent le chauffage. Dans de nombreux cas, le potentiel d'efficacité est énorme: quelques mesures simples permettent d'économiser l'énergie.

- **Mettez des vannes thermostatiques sur vos radiateurs.** Elles maintiennent automatiquement la température au niveau souhaité dans chaque pièce, ce qui réduit la consommation jusqu'à 20%.
- **Contrôlez les radiateurs dans la phase de démarrage.** S'ils sont encore froids une demi-heure après la mise en service, il est possible que le brûleur ou la pompe de circulation ne fonctionnent pas. Si tel n'est pas le cas, cela vaut la peine de vérifier s'il y a assez d'eau dans le système de chauffage. Il faudra éventuellement purger les radiateurs et remettre de l'eau. Si votre chauffage

a des problèmes de démarrage, votre concierge ou l'installateur vous aidera.

- **Réglez la bonne température** qui n'est pas identique dans toutes les pièces: 20 degrés Celsius dans la salle de séjour (position 3 sur la vanne thermostatique) et 17 degrés Celsius dans la chambre à coucher (position 2) sont des températures agréables. Pour chaque degré de température ambiante supplémentaire, vous augmentez les frais de chauffage de 6%. Les locaux non utilisés ne devraient pas être chauffés et la vanne devrait être sur la position *. Ainsi vous évitez que la chambre ne se refroidisse trop et que des dégâts de gel se forment. Utilisez la chaleur intégralement. L'air chaud doit pouvoir circuler librement dans les pièces. C'est pourquoi ne mettez pas des meubles ou des rideaux devant les radiateurs. Pour que les pièces se refroidissent moins vite, il est encore conseillé de fermer les stores à rouleau et les volets pendant la nuit. Si

vous ne voulez pas renoncer à ouvrir la fenêtre dans la chambre à coucher, il vaut mieux arrêter le chauffage (position * sur la vanne thermostatique).

- **Aérez en grand, mais brièvement.** Des fenêtres à bascule ouvertes en permanence gaspillent beaucoup d'énergie et ne contribuent guère à améliorer la qualité de l'air. Aérez si possible cinq à dix minutes trois à quatre fois par jour en ouvrant plusieurs fenêtres. Avec l'aération en grand, seule une petite quantité de chaleur s'échappe.
- **Réduisez la température quand vous êtes hors de la maison.** Si vous partez en vacances en hiver ou si vous ne passez pas le week-end chez vous, vous devriez abaisser la température dans toutes les pièces.

Vous voulez en savoir plus? Rendez-vous sur le site internet www.suisseenergie.ch/chauffer, vous trouverez aussi d'autres astuces dans la brochure «Chauffé futé».



Avec un assainissement, on économise encore plus de frais de chauffage

Aimeriez-vous encore réduire vos frais de chauffage et avez-vous déjà songé à assainir votre immeuble? Le Programme Bâtiments a accordé une aide financière sur le plan national pour l'assainissement énergétique de l'enveloppe des bâtiments et dans la plupart des cantons pour le recours aux énergies renouvelables, pour l'utilisation des rejets thermiques et pour l'optimisation de la technique du bâtiment. Consultez www.leprogramme-batiments.ch pour savoir si votre assainissement a droit à un soutien.



Economies d'eau chaude

Feed-back sous la douche

Un compteur intelligent dans la douche aide à économiser l'eau chaude. Une nouvelle étude analyse l'ampleur des économies.

Lors d'une visite chez mon frère, je constate que le pommeau de douche est un peu plus lourd, car il est muni d'un indicateur de consommation du spin-off Amphiro de l'EPF de Zurich. Le ménage de mon frère fait partie des quelque 700 ménages zurichois de deux à trois personnes qui ont été équipés d'un appareil de mesure intelligent pour une étude de l'EPFZ. Sur l'indicateur, je peux ainsi suivre en temps réel ma consommation d'énergie et d'eau chaude. En ce moment, je constate que je privilégie une température de 30 degrés et que j'ai déjà consommé 15 litres. Si je me douchais longtemps à l'eau très chaude, l'ours polaire sur l'indicateur se met à «transpirer» et sa plaque de glace fond. Quel enseignement m'apporte une telle douche?

Plus économique grâce à l'affichage en direct

Les résultats de l'étude mandatée par l'OFEN et menée par l'EPFZ sur deux mois sont maintenant connus: «Le principal enseignement est qu'un feed-back en temps réel sous la douche permet d'énormes économies», déclare Thorsten Staake, un des auteurs de l'étude. Il effectue notamment des recherches à l'Université de Bamberg et à l'EPF de Zurich et est l'un des fondateurs d'Amphiro. A chaque douche, la consommation d'eau chaude a baissé en moyenne de 23% ou de 0,4 kWh. En extrapolant, un ménage économise 443 kWh, 94 kilos de CO₂ et 8500 litres d'eau par année. Les coûts énergétiques ne s'affichent pas à l'écran, mais représentent

environ 110 francs. Après neuf mois environ, l'appareil serait donc amorti. Le débit d'eau fournit le courant à l'appareil intelligent en propulsant un générateur intégré.

Les mêmes ménages ont déjà été équipés de compteurs intelligents pour une nouvelle étude d'ewz, afin de déterminer leur utilité et la consommation électrique. Pendant la période d'étude, les participants ont réduit leur consommation électrique d'environ 3% «seulement». Selon la nouvelle étude d'ewz et comparativement à la précédente, ils ont pu économiser, seulement en se douchant, environ cinq fois plus de kilowattheures d'énergie et dix fois plus de CO₂. Thorsten Staake explique ainsi ces effets fort différents: «Comme l'information est disponible en temps réel, il est plus simple pour les participants à l'étude de réagir sur-le-champ. Les économies d'énergie et d'eau pendant trois à quatre minutes leur semblent aussi plus faciles que des économies réparties sur toute la journée.» Ils ne doivent par exemple pas se déplacer pour aller consulter l'écran installé dans l'appartement. Contrairement aux activités telles que passer l'aspirateur, les consommateurs sous la douche ont un smart meter directement devant les yeux et voient leur consommation d'énergie en temps réel.

Les jeunes économisent davantage

Les auteurs de l'étude estiment que grâce à ce compteur intelligent, ce sont surtout les gros

consommateurs d'eau chaude qui économisent en pourcentage beaucoup d'eau sous la douche. Il ressort de cette étude que les personnes âgées se douchent moins souvent et en économisant l'eau, tandis que les jeunes participants à l'étude consomment presque trois fois plus d'énergie pour la même activité. Selon Thorsten Staake, cela s'explique par un mécanisme psychologique: «Grâce au smart meter, on ressent ce qu'on consomme et économiser l'eau devient un jeu. Ainsi, chacun vit selon ses propres valeurs.»

L'équipe de chercheurs espère maintenant un effet d'économie d'échelle, car le compteur se branche en un tour de main et l'eau utilisée est généralement chauffée avec des énergies chargées de CO₂. L'impact du symbole de l'ours polaire sur les économies n'a pas été étudié scientifiquement. Selon Thorsten Staake, l'ours polaire a été conçu grâce à une collaboration avec des designers et des spécialistes des interactions. Malgré une mise sur le marché hésitante, environ 23 000 appareils sont actuellement en service. L'EPFZ mène actuellement une étude pilote plus importante à Singapour et aux Pays-Bas. En guise de remerciement, les participants à l'étude peuvent garder l'appareil. (bra)

Saviez-vous que...

... pour chaque douche, on consomme en moyenne plus de 40 litres d'eau et 1,6 kWh.

Visite de surveillance en Léventine

Régulièrement de nombreux barrages en Suisse sont visités par les membres de la section Surveillance des barrages de l'OFEN. L'objectif est de s'assurer de la bonne tenue en état des ouvrages d'accumulation afin d'éviter tout risque pour la population vivant à proximité et en aval.

Airolo, par un matin ensoleillé de mi-août. A une centaine de mètres de la sortie du tunnel routier du Gothard se trouve un bassin de retenue exploité par AET (Azienda Elettrica Ticinese). C'est la première étape de la visite de Rocco Panduri, spécialiste de la Surveillance des barrages, responsable pour l'OFEN des ouvrages tessinois et de son collaborateur technique Antonio Salemi. L'objectif de la journée: visiter trois bassins à Airolo, Rodi et Val d'Ambra, le long du fleuve Ticino qui descend la Léventine. Les spécialistes de l'OFEN ne sont pas seuls sur place (voir encadré). Des employés d'AET, l'ingénieur qui suit l'ouvrage et rédige le rapport annuel, ainsi qu'un représentant du canton de l'Office de l'énergie du Tessin sont présents. «Lorsqu'une inspection annuelle est planifiée de notre côté, j'essaie si possible de me joindre à ce contrôle annuel, organisé entre l'exploitant et l'ingénieur», souligne Rocco Panduri, «cela permet de voir les personnes concernées et d'échanger avec elles». Les contrôles de l'OFEN ne s'effectuent pas chaque année. Pour des bassins comme ceux d'Airolo, Rodi et Val d'Ambra, une visite est prévue au minimum tous les trois ans.

Coup d'œil de l'intérieur

En arrivant sur l'ouvrage d'Airolo, le spécialiste de l'OFEN relève la présence de travaux pour l'autoroute sur le bord du barrage. Pour s'assurer que le dispositif d'auscultation de l'ouvrage n'est pas touché, Rocco Panduri demande à voir les plans pour vérifier qu'aucun point de mesure piézométrique fixe ne se trouve dans la zone de chantier. Après une courte recherche, tout est clair, les points sont toujours correctement placés. L'ouvrage d'Airolo sert de compensation journalière pour la production d'énergie. Sa construction est spéciale, avec son bassin de compensation, son barrage mobile et son caisson (partie du barrage dont l'intérieur est creux). Même s'il est relativement petit, l'ouvrage d'Airolo joue

un rôle important dans toute la gestion des eaux de cette partie du Tessin et influence la vie de la rivière Ticino jusqu'à son entrée dans le lac Majeur.

Après avoir traversé l'intérieur de la partie du barrage mobile et jeté un coup d'œil dans le local technique, les experts ressortent de l'autre côté. En contrôlant l'évacuateur de crue, le spécialiste de l'OFEN remarque qu'il y a des zones où le béton s'effrite à la surface. Une intervention rapide n'est pas nécessaire, mais un suivi régulier pour voir l'évolution de cette zone est indispensable. Encore un passage par une grille qui mène à l'intérieur du caisson et la première partie de la visite se termine. Rocco Panduri est satisfait: «Tous les points que j'ai vus étaient en ordre et je n'ai rien relevé de nouveau qui pourrait mettre en danger la sécurité.»

L'importance de la transparence

La deuxième visite de la matinée se déroule à Rodi, quelques kilomètres plus bas dans la vallée. Là, la délégation visite un bassin de régulation. Pour ce type de retenue, Rocco Panduri observe attentivement l'état des berges intérieures et extérieures du bassin. A Rodi, c'est en particulier les points géodésiques qui intéressent le spécialiste. Tous les points présents ne permettent pas une fiabilité totale de la mesure, ce qui pourrait donner l'impression d'un mouvement du barrage ou masquer un éventuel mouvement réel. «Nous faisons les constatations ensemble en toute transparence», explique Rocco Panduri. «Ici, l'exploitant nous a directement dit que des mesures d'améliorations seront prises, pour remédier à ces points qui ne sont pas entièrement fiables.»

La fin de l'inspection du bassin se passera sans rien d'autre à signaler, l'état du barrage étant jugé bon. Durant l'après-midi, la délégation

s'est encore rendue sur les bords de l'ouvrage de Val d'Ambra, là encore, la visite n'a rien révélé d'inquiétant. La journée s'est terminée par une réunion autour d'une table afin de poser les dernières questions et de décider des mesures qui seront mises en place. «Nous pouvons parler directement de ce que nous voyons et trouver des solutions ensemble», relève l'ingénieur de l'entreprise Lombardi SA Mattia Pinotti, responsable de la visite annuelle de ces ouvrages. «Tout au long de l'année, j'ai beaucoup de contact avec l'OFEN, mais j'apprécie ces visites en commun.»

Officiel et sérieux

Une journée de visite comme celle-ci peut paraître agréable. Mais elle est tout ce qu'il y a de plus officiel. Tout est observé et noté. Au moindre doute, Rocco Panduri ne se pose pas de questions. «Il nous arrive de demander une prise de mesures rapide, et l'autorité de surveillance peut même ordonner des restrictions d'exploitation si le risque est trop grand. La sécurité n'a pas de prix.» Selon les participants, le dialogue qui s'installe durant la visite crée la confiance et amène parfois de nouvelles idées.

Préparation de la visite

La visite d'un ouvrage n'est que la pointe de l'iceberg ou la partie récréative pour Rocco Panduri. Chaque année, les exploitants des ouvrages d'accumulation soumis à la surveillance de la Confédération doivent fournir un rapport annuel y compris les résultats des contrôles des vannes, des contrôles visuels et des mesures. Ces documents sont analysés par les experts de la section Surveillance des barrages. «En analysant les documents», explique Rocco Panduri, «nous pouvons aussi décider si une visite supplémentaire est nécessaire pour un ouvrage dont une visite n'était pas prévue dans l'année.» Le spécialiste de l'OFEN assure lui-même le suivi d'une cin-

quantaine de barrages. Chaque année, il en visite environ 15, et il participe en moyenne à trois contrôles quinquennaux. «Les expertises quinquennales, pour les plus grands barrages, sont des contrôles plus complets, car nous regardons tout plus en détail et pour une période plus longue.» Pour une telle visite, il faut environ une semaine de préparation, un à deux jours sur place, et encore au moins deux

jours pour étudier les deux rapports d'expertise (un de l'ingénieur et un du géologue) et faire les commentaires nécessaires. Cela représente pour Rocco Panduri presque un mois et demi de travail par année pour ces trois visites-là. Pour le spécialiste, un des aspects positifs du métier est que chaque visite d'ouvrage est différente. D'année en année, il y a des changements et de nouvelles questions. (luf)

Le saviez-vous...

... à présent, la Confédération est responsable de la surveillance directe de 196 ouvrages d'accumulation, soit un total de 218 barrages en Suisse.

L'OFEN comme autorité de surveillance

On trouve quatre niveaux de surveillance concernant la sécurité des barrages. En premier lieu il y a l'exploitant qui veille à ce qu'un professionnel expérimenté, le niveau 2, évalue les résultats des mesures de manière suivie, effectue une fois par an un contrôle visuel de l'ouvrage d'accumulation et en consigne les résultats dans un rapport annuel de mesures et de contrôle. Ensuite arrivent comme troisième niveau les experts, en génie civil et en géologie, qui effectuent tous les cinq ans un examen approfondi de la sécurité des ouvrages plus grands. Les spécialistes de l'OFEN sont le quatrième niveau et assurent la surveillance directe des grands barrages. Suite aux analyses de la sécurité des ouvrages, en particulier de la sécurité aux séismes, ces dernières années, il est arrivé plusieurs fois que des mesures importantes aient dû être prises.



Le bassin d'Airolo, proche de la sortie du tunnel du Gothard.

La chaleur des éléments de combustion usée et des déchets hautement radioactifs

Le dépôt intermédiaire central ZWILAG collecte des déchets radioactifs de notre pays. Là, ils sont entreposés en attendant dans des conteneurs spéciaux leur entreposage dans le futur dépôt en couche géologique profonde. Dans les halles de stockage, la chaleur encore produite par les matériaux est dissipée, mais pas récoltée. Ceci pour des raisons techniques et économiques.

Depuis 14 ans, les combustibles usagés des centrales nucléaires prennent le chemin de Würenlingen en Argovie où se trouve le dépôt intermédiaire central ZWILAG. C'est aussi là que sont transférés les déchets hautement radioactifs revenant des usines de retraitement de combustible usagé en France et en Angleterre afin de les stocker dans de grandes halles d'entreposage.

Là, les conteneurs homologués qui contiennent la matière radioactive sont bien étanches, l'air chaud qui se forme à leur contact dans la halle n'est pas contaminé. Le refroidissement des conteneurs est obtenu par la circulation naturelle de l'air. Ce qui veut dire que l'air chaud contenu dans le bâtiment monte et sort par des dégagements dans le toit de l'entrepôt. En même temps, de l'air frais arrive par les ouvertures sur les côtés du bâtiment.

«Avant même la construction du dépôt, des réflexions ont été menées pour savoir s'il était possible d'utiliser la chaleur résiduelle des conteneurs», explique Christian Hösli, responsable de l'exploitation de ZWILAG. Les grands cylindres (voir encadré) qui reçoivent une licence par le pays où ils sont produits et qui sont ensuite validés par l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) ne sont pas adaptés à la récupération de chaleur. «Un système de récupération de chaleur active qui intervient sur les conteneurs serait contraire au système de refroidissement passif que nous utilisons actuellement», relève encore le responsable.

Selon les experts, les 43 conteneurs remplis de combustible usagé ou de déchets hautement radioactifs stockés aujourd'hui chez ZWILAG ne dissipent pas assez d'énergie



Conteneurs entreposés dans la halle de stockage pour déchets hautement radioactifs.

thermique, pour une utilisation économiquement intéressante. Une partie des conteneurs a déjà perdu plusieurs degrés de température. «A cause de cette perte de chaleur qui n'est pas régulière et le fait que la température extérieure des cylindres ne soit pas assez élevée, celle-ci n'est pas utilisable», explique Hösli.

Le parcours des déchets hautement radioactifs à Würenlingen se terminera lorsque la température de la matière radioactive stockée aura assez baissé, pour les déplacer dans le dépôt en couche géologique profonde qui les accueillera. Les éléments de combustions seront alors installés dans de nouveaux conteneurs qui seront conçus spécialement pour le stockage en profondeur. Ils auront alors le temps d'évacuer leurs résidus de chaleur durant des milliers d'années. (luf)

Une halle spécifique

Trois types de déchets radioactifs arrivent à Würenlingen, les faiblement radioactifs, les moyennement radioactifs et les hautement radioactifs. Pour les entreposer, le centre dispose d'un volume important d'entreposage. Les conteneurs qui peuvent peser jusqu'à 140 tonnes peuvent contenir deux types de déchets. Ceux qui arrivent des centrales nucléaires suisses (éléments combustibles usés) ou les déchets qui ont été retraités (vitrifiés). Ils disposent de leur propre halle d'entreposage. La puissance thermique de tous ces déchets va diminuer de manière exponentielle en même temps que la radioactivité, le tout sous surveillance.

En attendant le dégel

Le dossier le plus délicat entre la Suisse et l'UE dans le domaine de l'énergie est temporairement gelé au niveau politique. Il est ici évidemment question de l'accord sur l'électricité qui est depuis désormais huit ans l'objet de négociations et qui doit assurer à la Suisse l'accès au marché européen de l'électricité.

Les questions techniques de l'accord sont en grande partie réglées. Comme les négociations concernent l'accès de la Suisse au marché intérieur européen, l'UE conditionne toutefois la conclusion de l'accord à une solution institutionnelle, ce que la Commission européenne a encore réaffirmé en avril 2015. Jusqu'à présent, toutes les solutions provisoires ont échoué en raison de cette exigence. Depuis l'acceptation par le peuple suisse de l'initiative contre l'immigration de masse, le processus nécessite en outre un accord dans le domaine de la libre circulation des personnes. Il ne faut par ailleurs pas perdre de vue la deuxième étape de l'ouverture du marché suisse de l'électricité, qui représente une condition impérative pour l'UE. Physiquement, la Suisse est très bien intégrée dans le réseau européen. Depuis le raccordement des réseaux français, allemand et suisse en 1958, notre pays joue un rôle important en tant que plaque tournante de l'électricité. Près de 18% de l'ensemble des flux d'électricité transfrontaliers en Europe passent par la Suisse. Les consommateurs et les producteurs suisses profitent fortement de cette intégration qui rend l'approvisionnement en électricité plus sûr et moins onéreux.

Le développement rapide du marché intérieur européen de l'électricité remet en question de plus en plus cette situation. Le fait que la Suisse reste à l'écart du couplage de marché, qui inclut aujourd'hui 19 pays européens et qui se développe même au niveau régional, est un premier signe de cette évolution. En juillet de cette année, la Commission européenne, le Parlement européen et les Etats membres de l'UE ont décidé que la Suisse ne pourrait participer au couplage de marché qu'après la conclusion d'un accord sur l'électricité.

A court terme, ceci ne devrait avoir pratiquement aucune influence sur l'approvisionnement en électricité de notre pays. Mais les conséquences de l'absence d'un accord ne seront que plus lourdes dans quelques années. Entre autres, la Suisse risque de se retrouver toujours d'avantage à l'écart des marchés à court terme lucratifs. En regard des progrès de l'intégration des marchés européens de l'électricité, la collaboration avec l'Allemagne et la France à ce sujet ne devrait pas tenir. En outre, la résiliation prévue des contrats à long terme pour l'énergie nucléaire en provenance de France et l'augmentation des charges de gestion aux frontières vont renchérir les importations et les exportations. Les entreprises suisses ne pourront pas accéder aux nouveaux secteurs d'activité résultant du développement du marché européen de l'électricité. Des tendances similaires sont observables au niveau du commerce international des garanties d'origine. Les conséquences seront négatives non seu-

lement pour la force hydraulique indigène, y compris les projets de pompage turbinage coûtant des milliards et conçus pour les échanges internationaux, mais aussi pour les clients finaux qui profitent actuellement de la concurrence sur les marchés européens de l'électricité grâce aux échanges transnationaux.

Les obstacles politiques à un accord sur l'électricité sont considérables. Cependant, la forte dépendance réciproque, la garantie de la sécurité de l'approvisionnement et les objectifs de la politique énergétique suisse en matière de développement durable rendent indispensable une collaboration étroite avec l'UE. Il n'y a aujourd'hui aucune alternative à un accord sur l'électricité. Le dégel est incontournable.

*Stefan Dörig,
Conseil de l'énergie,
Mission de la Suisse auprès de l'Union européenne*



Pompes à chaleur: étudier le potentiel et l'améliorer

Les pompes à chaleur font aujourd'hui partie des solutions standard dans les foyers et l'industrie. Malgré une large utilisation, cette technologie de chauffage cache encore un potentiel d'amélioration considérable. Les optimisations ne sont pas seulement possibles lors de la construction des installations elles-mêmes, mais aussi dans leur système de commande en relation avec d'autres installations énergétiques. Un regard sur la recherche actuelle dans le domaine des pompes à chaleur.

Les pompes à chaleur utilisent l'énergie thermique contenue dans l'air ambiant, le sol, les eaux de surface ou encore la nappe phréatique et apportent ainsi une importante contribution à l'utilisation efficace de l'énergie. Le nombre de pompes à chaleur achetées chaque année s'est pratiquement multiplié par dix en Suisse depuis le début des années 1990 pour atteindre 18 500 pièces en 2014. Presque deux tiers reviennent aux pompes à chaleur air/eau et un bon tiers aux pompes à chaleur eau salée/eau. Environ 70 à 80% des maisons individuelles construites aujourd'hui sont équipées de telles installations. «Il y a un retard à combler dans les bâtiments existants; l'intégration de pompes à chaleur serait judicieuse du point de vue énergétique dans un grand nombre d'entre eux», affirme Rita Kobler, experte en pompes à chaleur à l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). «Savoir si une installation de pompe à chaleur est judicieuse doit être étudié au cas par cas, cela dépend essentiellement des températures de chauffage exigées au départ», explique Rita Kobler.

Augmenter le degré d'efficacité

Même si les pompes à chaleur fonctionnent déjà bien aujourd'hui, elles ont encore un potentiel d'amélioration très élevé. «Les pompes à chaleur n'atteignent qu'un degré d'efficacité d'environ 50% de ce qui est théoriquement possible», affirme l'ingénieur diplômé de l'ETH Stephan Renz, directeur du programme de recherche de l'OFEN sur les pompes à chaleur et le froid, «des degrés de 65 à 70% sont envisageables sur le long terme». Des efforts intenses au niveau de la recherche

et du développement sont indispensables à l'exploitation de tout ce potentiel. Dans ce contexte, l'Union européenne a initié le projet de recherche «Next Heat Pump Generation». Les scientifiques impliqués examinent tous les composants des pompes à chaleur à la recherche de possibilités d'amélioration. En Suisse, l'EPF de Lausanne participe au projet de l'UE. Au centre de ses travaux, on trouve l'amélioration des échangeurs qui doivent transférer l'énergie thermique d'une matière à une autre.

La Haute école de Lucerne étudie aussi l'optimisation de la construction des pompes à chaleur. Le responsable des recherches, Lukas Gasser, et son équipe travaillent depuis dix ans en vue d'ajuster la puissance de chauffage générée par les pompes à chaleur eau salée/eau et air/eau aux besoins réels du bâtiment correspondant afin d'améliorer nettement l'efficacité. La régulation de la puissance nécessaire est essentiellement réalisée par le biais du compresseur et des groupes complémentaires éventuellement nécessaires comme, par exemple, des ventilateurs ou des pompes de recirculation. Elles sont réglées de telle sorte qu'il en résulte une puissance de chauffage adaptée aux besoins et une efficacité maximale.

Un avantage pour les pompes à chaleur air/eau

En comparaison avec les pompes à chaleur à commutation régulée, les chercheurs lucernois ont pu atteindre avec des pompes à chaleur air/eau, des gains énergétiques de 20 à 70% au cours des dernières années grâce à la régulation de la puissance. Conformément





Lorsque la pompe à chaleur reprend de l'énergie dans l'accumulateur à glace, il gèle.

aux attentes, le gain énergétique s'est avéré plus faible pour les pompes à chaleur eau salée/eau. «Par rapport au prototype régulé par commutation marche/arrêt, elles permettent une augmentation pouvant atteindre 12% des coefficients de performance annuels indépendamment de la courbe de chauffage et de la longueur de la sonde géothermique utilisée», affirme Lukas Gasser. Ce résultat ne surprend pas Beat Wellig, directeur du centre de compétence Systèmes énergétiques et Génie des procédés de la Haute école de Lucerne. Relativement parlant, les pompes à chaleur air/eau avec régulation de puissance permettraient d'atteindre de plus grandes efficacités que les pompes à chaleur eau salée/eau dans la mesure où la température de l'air présente une marge de fluctuation plus importante que la température du sol. «Les résultats montrent clairement que les pompes eau salée/eau avec régulation de puissance seront plus difficiles à commercialiser que les pompes à chaleur air/eau», affirme Beat Wellig.

Trouver la bonne combinaison

Un degré d'efficacité optimisé est la condition requise pour que les pompes à chaleur puissent apporter une contribution essentielle à l'alimentation énergétique. La capacité de chaque pompe à s'associer à d'autres systèmes énergétiques joue également un grand rôle. Ce qui compte finalement, c'est le bilan énergétique du système complet. «La combinaison de pompes à chaleur avec des systèmes énergétiques additionnels nécessite encore des recherches considérables», explique le directeur du programme de recherche de l'OFEN Stephan Renz. Par systèmes additionnels, il entend des installations solaires thermiques et photovoltaïques ou des formes combinées de celles-ci. A cela s'ajoutent des systèmes combinés qui tiennent compte des accumulateurs à glace ou des sondes géothermiques qui amortissent la chaleur générée dans les installations solaires thermiques sur des heures, des jours ou même des mois.

Ces accumulateurs de glace sont du domaine de Thomas Afjei. Il est chercheur et enseignant à la Haute école d'architecture, de construction et de géomatique de Muttenz (BL). Il mène des recherches avec des accumulateurs à glace, pour les pompes à chaleur

ainsi que les collecteurs solaires thermiques prévus comme système d'énergie pour les habitations. Pour cela, il utilise aussi la simulation en laboratoire. Un tel système comprend un conteneur enterré, appelé accumulateur à glace. Comparable à une citerne d'eau, il contient par exemple pour une maison familiale 10 m³ d'eau. La pompe à chaleur va retirer la chaleur de l'eau jusqu'à ce qu'elle gèle. Le changement d'état de liquide à solide représente un gain d'énergie supplémentaire à température constante. Avec la chaleur des collecteurs solaires, l'eau peut à nouveau être pompée et réchauffée. Ce qui est intéressant, c'est que la chaleur solaire peut déjà être utilisée avec de basses températures et la capacité de stockage des collecteurs peut être augmentée.

Applications flexibles dans des réseaux intelligents

L'analyse que Jörg Worlitschek réalise actuellement à la Haute école de Lucerne sert d'exemple pour les travaux de recherche dans le domaine du stockage de l'énergie. L'objectif est la conception d'une unité composée d'une pompe à chaleur et d'un accumulateur thermique correspondant qui s'intégrerait de manière optimale dans un réseau électrique intelligent, appelé aussi Smart grid. Les pompes à chaleur devraient aussi correspondre aux critères du réseau et dans un cas idéal même pouvoir être guidées par celui-ci. En tant que point de départ, Jörg Worlitschek et son équipe de chercheurs ont conçu un nouveau modèle capable de simuler le comportement du système complet et de l'accumulateur sur le long terme grâce à la combinaison de modèles validés de la pompe thermique. «Au cours des premières études de paramètres (avec plus de 800 simulations), nous avons pu démontrer qu'une optimisation de la régulation et de l'accumulateur permet un important gain de flexibilité avec des pertes minimales d'efficacité de la pompe à chaleur», affirme Jörg Worlitschek. Le projet de Jörg Worlitschek est lié à un projet de recherche international de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) auquel neuf pays d'Asie, d'Europe et d'Amérique du Nord participent. (bv)

Utiliser les modules hybrides à bon escient

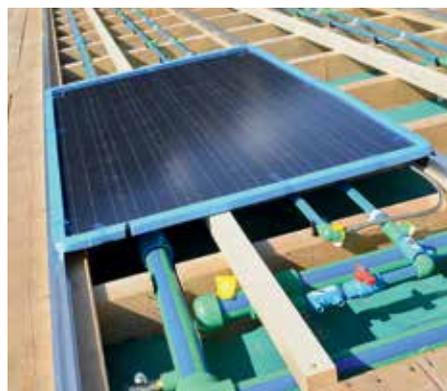
En exploitant l'énergie du soleil, une nouvelle génération d'installations produit non seulement du courant, mais aussi de la chaleur. Comment combiner ces modules hybrides avec les systèmes énergétiques existants ?

Les capteurs photovoltaïques produisent de l'électricité, mais de manière générale, leur puissance diminue en cas de températures élevées et la chaleur n'est pas exploitée. Les panneaux solaires thermiques conventionnels produisent de la chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire sans produire d'électricité. Les nouveaux capteurs photovoltaïques thermiques (PVT) relèvent le défi en produisant à la fois de l'électricité et de la chaleur.

La combinaison est déterminante

Ces modules hybrides peuvent être associés à différentes technologies telles que des accumulateurs à glace (voir page 12–13), des sondes géothermiques ou des pompes à chaleur. Les bâtiments du village de vacances Reka de Blatten-Belalp dans les Alpes valaisannes sont les premiers à combiner ces technologies de manière innovante. C'est pourquoi le projet bénéficie du soutien de l'Office fédéral de l'énergie en qualité de projet phare.

Les toitures de quatre bâtiments du village de vacances sont équipées de modules hybrides intégrés spécialement développés pour cette installation pilote. Aux heures de pointe, ils fournissent une puissance électrique de 100 kW. Par ailleurs, ils produisent quelque 300 MWh d'énergie thermique par an. Comme l'explique



Matthias Sulzer, ingénieur en énergie de la Haute école de Lucerne et copropriétaire de l'entreprise responsable du projet, la chaleur excédentaire est «transférée» de l'été vers l'hiver grâce à un accumulateur géothermique saisonnier. L'écart de température à l'intérieur de l'accumulateur varie en général entre 8 et 18 degrés.

Une approche globale

Selon Matthias Sulzer, la production propre du village de vacances parvient en moyenne annuelle à couvrir 70% des besoins totaux en énergie (électricité et chaleur) grâce à la combinaison retenue. «Il s'agissait pour nous de déterminer le niveau d'autoapprovisionnement idéal sans perdre de vue les aspects économiques et écologiques», ajoute-t-il. Pour parvenir à une solution globale, le village de vacances achète une part limitée d'énergie renouvelable, produite par une turbine hydraulique au village de Blatten. A la différence de l'installation de chauffage à pellets prévue à l'origine, l'agent énergétique ne nécessite ainsi plus d'être au préalable acheminé depuis la vallée.

Un approvisionnement décentralisé

«Le projet phare illustre une possibilité d'utiliser de manière efficace et décentralisée les sources d'énergie telles que le solaire, la force hydraulique et la géothermie», déclare Matthias Sulzer. Ce type de solution pourrait trouver de multiples applications. Le responsable de projet est convaincu qu'à l'avenir, les modules hybrides intégrés dans les toitures seront disponibles sur le marché à des prix beaucoup plus bas et qu'ils pourront être associés à d'autres composants pour obtenir des systèmes énergétiques très efficaces. Toutefois, la question d'une utilisation unique de modules hybrides, par exemple pour préchauffer l'eau chaude, reste ouverte selon le responsable.

Les résultats obtenus par ce projet phare sont utilisés par Matthias Sulzer pour d'autres projets. Dans le cadre d'un réseau solaire de chaleur à distance à Saas-Fee par exemple, près de 100 sondes géothermiques ont été percées lors de la première étape de la construction, soit environ cinq fois plus que pour le village de vacances Reka. (bra)

Projets pilotes et de démonstration

Dans le cadre du Programme pilote et de démonstration, l'Office fédéral de l'énergie soutient d'autres projets destinés à étudier l'utilisation des modules hybrides dans différentes combinaisons et conditions, comme par exemple au centre de loisirs Lintharena récemment inauguré. «Cette grande installation de démonstration PVT se prête bien à la collecte d'expériences concrètes sur l'intégration de tels modules dans les systèmes énergétiques», précise Stefan Oberholzer, responsable du domaine photovoltaïque de l'OFEN. «Dans cette installation, les capteurs PVT permettent notamment d'augmenter la température du réservoir d'eau souterrain, qui sert de source de chaleur à la pompe à chaleur. La consommation d'électricité diminue en conséquence», explique-t-il. La piscine et le sauna sont ainsi chauffés de manière plus efficace. En considérant les importants besoins en énergie sur toute l'année, la rentabilité est assurée. Un autre projet P+D étudie cette question en analysant trois immeubles locatifs de Scuol qui utilisent différents systèmes énergétiques. Les mesures effectuées fourniront entre autres des données sur la pertinence des modules hybrides pour des appartements habités en permanence dans les régions alpines.

Le chiffre

240 887

pompes à chaleur sont installées en Suisse selon la Statistique suisse des énergies renouvelables 2014. La plus répandue est la pompe à chaleur air/eau qui absorbe l'énergie thermique de l'air ambiant. 81% de toutes les pompes à chaleur ont une puissance inférieure à 20 kilowatts. La plupart sont installées dans les maisons familiales et dans les petites maisons locatives. Le nombre de pompes à chaleur ne cesse d'augmenter. Les prescriptions énergétiques cantonales qui incitent les maîtres d'ouvrage à installer des pompes à chaleur contribuent à cette augmentation. Environ 35 000 pompes à chaleur étaient enregistrées en 1990 et déjà plus de 100 000 en l'an 2000. (fri)



Watt d'Or 2016

Le jury du Watt d'Or décernera la prestigieuse distinction pour la dixième fois le 7 janvier. Il récompensera les projets énergétiques les plus surprenants et les plus novateurs. Des technologies porteuses d'avenir, des produits et des initiatives qui séduisent par leur caractère exemplaire seront en compétition. Les personnes, organisations ou projets répartis dans cinq catégories et ayant démontré des performances exceptionnelles dans le domaine énergétique l'année dernière seront distingués. Pour plus d'informations, consultez le site www.wattdor.ch. (fri)

Un an d'âge pour le blog «energeiaplus» de l'OFEN



Le directeur de l'OFEN, les spécialistes internes et externes ainsi que les stagiaires de l'OFEN commentent les thèmes actuels liés à l'énergie et leurs propres expériences sur le site www.energeiaplus.com. Le blog, qui a été mis en ligne il y a une année, a vu la publication de quelque 300 posts jusqu'à aujourd'hui. Les lecteurs et lectrices ont particulièrement apprécié les contributions sur l'échange gratuit de sa propre voiture contre un vélo électrique pendant deux semaines ou sur les dépôts en couches géologiques profondes. Les posts du directeur sur les sujets énergétiques ont aussi été souvent consultés. Votre avis sur ce blog nous intéresse: envoyez-nous un feed-back sur www.energeiaplus.com/feedback. (fri)

Energie en images

Il y a énormément de chiffres dans le monde de l'énergie et ils sont souvent complexes et difficiles à comprendre. L'Office fédéral de l'énergie veut que cela change: sur le site www.12energy.ch, l'office présente le monde de l'énergie en images et en infographies. Informez-vous sur la consommation électrique et énergétique, sur les composantes du prix de l'électricité, sur la consommation de carburant des voitures de tourisme et sur nombre d'autres sujets liés à l'énergie. (fri)





Douze questions sur l'éolien

Les éoliennes sont-elles dangereuses pour les oiseaux? Que se passe-t-il s'il n'y a tout à coup plus de vent? Une nouvelle brochure de Suisse-Energie répond aux douze questions les plus fréquentes sur l'éolien et prend ainsi acte des réserves émises par la population. Elle renseigne également sur les chances que représente un investissement dans l'éolien pour le développement économique d'une région. Des sites potentiels comme les hauteurs du Jura, les Préalpes ou la Suisse orientale pourraient en profiter. (fri)



Campagne d'affichage dans les Cités de l'énergie

Environ 4,5 millions de personnes vivent dans une Cité de l'énergie et beaucoup n'en sont pas du tout conscientes. C'est pourquoi SuisseEnergie a lancé fin octobre une campagne qui offre aux communes une opportunité idéale pour faire connaître à leurs habitants les mesures et les succès en matière de politique énergétique. Dans les plus de 370 Cités de l'énergie, chacune a pu choisir entre huit sujets d'affiches. Une centaine de Cités de l'énergie ont profité de cette offre gratuite. Leur sujet préféré est reproduit au verso de ce bulletin. (fri)



Chauffer avec la chaleur corporelle

La start-up «Polarmond» a développé une tente pour les bivouacs en altitude qui inclut un sac de couchage et une natte, en partenariat avec l'institut interdisciplinaire de recherche pour les sciences des matériaux et le développement de technologies au sein du Domaine des EPF (Empa). Même avec une température extérieure de -30 degrés Celsius, la chaleur corporelle suffit à chauffer l'intérieur de la tente selon l'Empa. Grâce à une isolation optimale et à la gestion de l'humidité, la température intérieure reste constante. Pour atteindre ce résultat, les chercheurs de l'Empa ont combiné de manière innovante des matériaux et techniques qui sont entre autres utilisés pour les combinaisons spatiales. (fri)

Abonnements/Service aux lecteurs

Vous pouvez vous abonner gratuitement à «energeia»: par e-mail (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

Le quiz de l'énergie

Évaluez vos connaissances sur l'énergie! Il n'y a qu'une réponse correcte à chaque question. En alignant les lettres des réponses, on obtient la solution du quiz.

D'où provient l'énergie exploitée par une pompe à chaleur sol-eau?

- e de l'air ambiant
- c de la terre
- a des eaux souterraines

Quel secteur était le plus énergivore en 2014?

- h les transports
- c les ménages
- n l'industrie

Sur une échelle de A à G, l'étiquette-énergie indique l'efficacité énergétique des produits aux consommateurs. Parmi les produits suivants, lesquels sont pourvus de l'étiquette-énergie?

- a les pneus
- e les cuisinières
- h les ordinateurs

Quel(s) élément(s) des anciens bâtiments sont responsables des principales pertes de chaleur?

- u la façade
- s le toit
- b les fenêtres

En 2013, 49,2% des ménages suisses se chauffaient au mazout. Quel est le deuxième agent énergétique le plus utilisé (12%)?

- u le gaz
- f le bois
- r la chaleur du sol

Combien de conteneurs pour déchets hautement radioactifs et éléments combustibles usés sont-ils actuellement stockés dans le dépôt intermédiaire ZWILAG à Würenlingen?

- f 43
- b 29
- e 51

NEST fait partie des projets phare de l'OFEN, dont les objectifs sont de concrétiser et de rendre visible la Stratégie énergétique 2050.

Que signifie donc l'abréviation NEST?

- i Next Evolution in Smart Building Technologies
- s New Renewable Energies in Smart Technologies
- e Next Evolution in Sustainable Building Technologies

Quelle est la quantité moyenne d'énergie consommée lorsqu'on prend une douche?

- t 0,5 kWh
- e 1,1 kWh
- r 1,6 kWh

Solution



Afin de gagner l'un des trois exemplaires du livre d'Anton Gunzinger «Kraftwerk Schweiz» mis en jeu, envoyer le mot réponse jusqu'au 30 novembre à l'adresse energeia@bfe.admin.ch avec comme objet «Tirage au sort» et votre adresse.



CITÉ DE L'ÉNERGIE n. f.

Ville qui passe son présent à préparer le futur.

Voir aussi : [économies d'énergie](#), [exemplaire](#), [visionnaire](#)