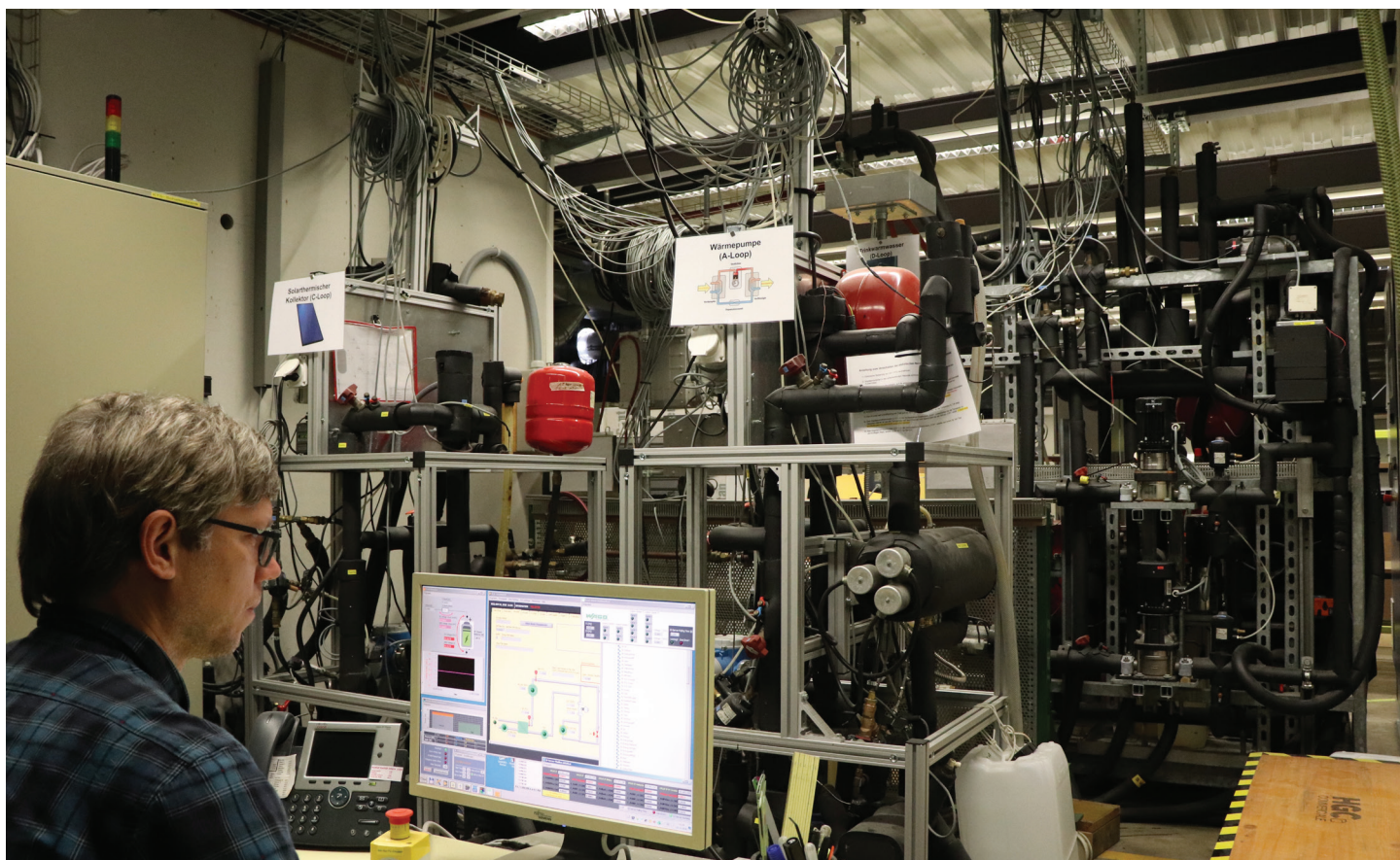


INSTALLATIONS SOLAIRES: COMPACTES ET FIABLES

Les systèmes solaires thermiques représentent une méthode fiable de production d'eau chaude sanitaire et de chaleur pour le chauffage. Pour la rentabilité des installations, la facilité d'installation et le fonctionnement irréprochable sur le long terme jouent un rôle majeur. Des chercheurs de l'Institut pour la technologie solaire (SPF) de l'Université de sciences appliquées de Rapperswil (HSR) ont désormais développé une procédure de tests appliquée depuis de nombreuses années en vue de pouvoir évaluer également la compacité et la fiabilité des nouvelles installations. Ils contribuent ainsi à améliorer l'acceptabilité de l'énergie solaire thermique vis-à-vis des utilisateurs potentiels.



Le banc d'essai de l'Institut de la technique solaire de la HSR permet de tester les systèmes de production d'énergie solaire d'un fabricant dans des conditions réelles. Photo: Robert Haberl, chercheur à l'Institut pour la technologie solaire à Rapperswil. Photo: B. Vogel

Le photovoltaïque (PV) est dans toutes les bouches. Le montage de modules PV sur son propre toit est vu d'un bon œil. La croissance de la production le prouve: la production d'électricité à partir de l'énergie solaire en Suisse a été décuplée et est passée à 1680 GWh entre 2011 et 2017. Cela correspond à la consommation électrique de 560 000 foyers de quatre personnes. La production thermique à partir de capteurs qui transforment l'énergie solaire en eau chaude sanitaire et en énergie de chauffage a augmenté au cours des dernières années et est passée à tout juste 700 GWh en 2017. Cette énergie permet d'approvisionner environ 140 000 foyers de quatre personnes en eau chaude et en chaleur de chauffage dans des bâtiments récents. Toutefois, l'installation de capteurs solaires thermiques n'atteint pas le niveau de croissance fulminant du photovoltaïque en Suisse.

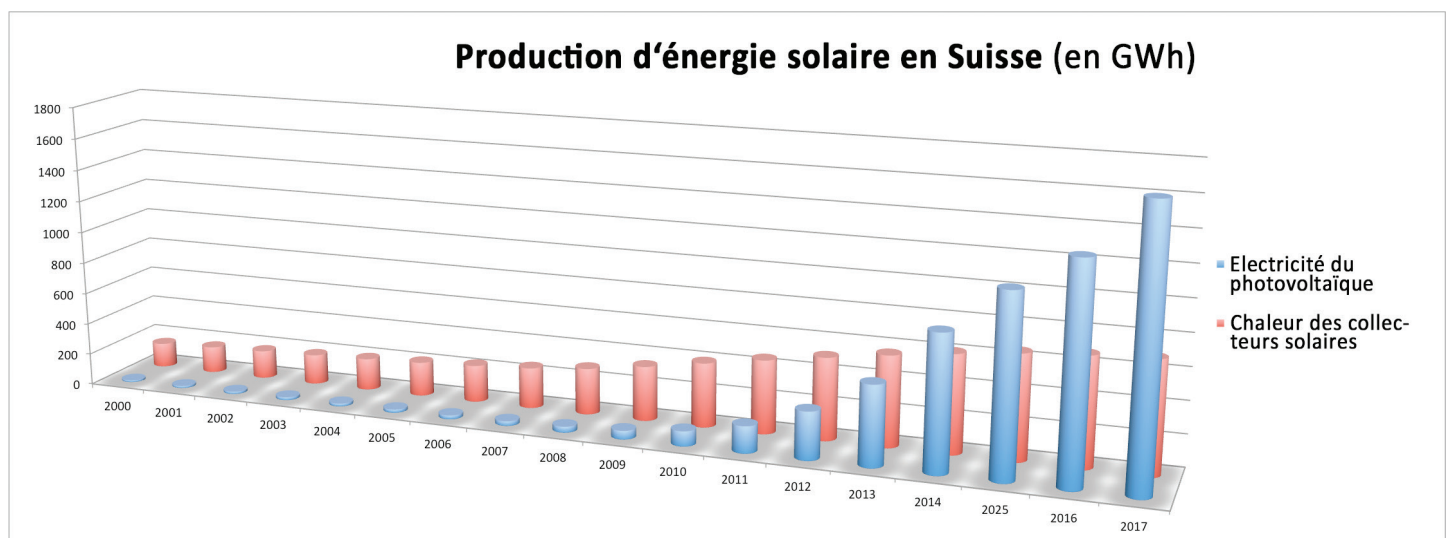
Les experts voient dans l'installation et l'exploitation des systèmes solaire thermiques la raison pour le développement modéré de ce type d'énergie. « Aujourd'hui, les installations destinées à l'utilisation de la chaleur solaire sont encore souvent assemblées à partir de composants individuels. Ce principe est relativement coûteux et diminue la fiabilité des systèmes », affirme Robert Haberl de l'Institut pour la technologie solaire (SPF) de l'Université de sciences appliquées de Rapperswil (HSR). Selon les experts en énergie solaire, ce défaut a pu être éliminé grâce à des installations compactes conçues en tant que système complet spécifique. Favoriser des systèmes complets compacts et robustes composé de composants préfabriqués: c'est également l'objectif principal d'un projet

réalisé par l'équipe de chercheurs d'Haberl en collaboration avec des partenaires industriels. Les entreprises Hoval, Marti Energietechnik, Ratiotherm Heizung+Solartechnik, Soltop Schuppisser, Link3, Meier Tobler et Jenni Energietechnik ont participé. L'Office fédéral de l'énergie a financé le projet dans le cadre de son programme de recherche « Chaleur solaire et stockage de la chaleur ».

« Concise Cycle Test » pour les systèmes solaires

Les fabricants d'installations s'efforcent depuis toujours de construire des systèmes compacts et résistants. Cet objectif est généralement atteint pour certains composants. Le plus difficile est de coordonner l'intégralité du système d'approvisionnement en chaleur. C'est sur ce point que l'expertise des scientifiques du SPF est requise. En 2002, les chercheurs avaient déjà introduit la procédure de test « Concise Cycle Test » (CCT) pour les systèmes solaire thermiques. Dans sa forme d'origine, le CCT permettait de déterminer le comportement d'un système solaire thermiques sur une année complète sur la base d'un cycle de test de douze mois et de simulations. Ils y sont parvenus en définissant les conditions météorologiques, les profils de charge et d'autres paramètres de telle sorte que le cycle de test représente correctement le comportement du système sur l'année complète. « Lorsqu'un fabricant soumet son installation au CCT de Rapperswil, il obtient des informations concernant la performance de son installation et idéalement, des solutions pour les problèmes détectés. » Le test d'une installation dure environ un mois et inclut la préparation, le montage et l'évaluation.

Production d'énergie solaire en Suisse (en GWh)



La production d'électricité avec des modules photovoltaïques a fortement augmenté au cours des dernières années tandis que la production de chaleur avec des capteurs solaires thermiques n'augmente que lentement depuis quelques années. Graphique: B. Vogel/source: OFS

La méthode CCT est appliquée depuis maintenant 16 ans à l'HSR de Rapperswil (cf. zone texte à droite). Des instituts de certification étrangers comme le centre suédois Solar Energy Research Center SERC (Högskolan Dalarna) et l'Institut National de l'Energie Solaire CEA INES au Bourget du Lac (France) ont testé des systèmes complets selon un principe similaire. Au cours des dernières années, environ 20 systèmes complets combinant l'énergie solaire et des pompes à chaleur, ont subi le cycle de test à Rapperswil. Plusieurs systèmes qui combinent des capteurs solaires et des chauffages à pellets ont également été évalués. Par le passé, des systèmes composés de capteurs solaires et de chauffages au gaz/mazout sont également passés au banc d'essai. Ce faisant, l'Institut pour la technologie solaire SPF a endossé le rôle d'un prestataire de services de développement. Il a mis ses prestations de test à disposition dans le cadre de projets de recherche actuels ou contre compensation financière.

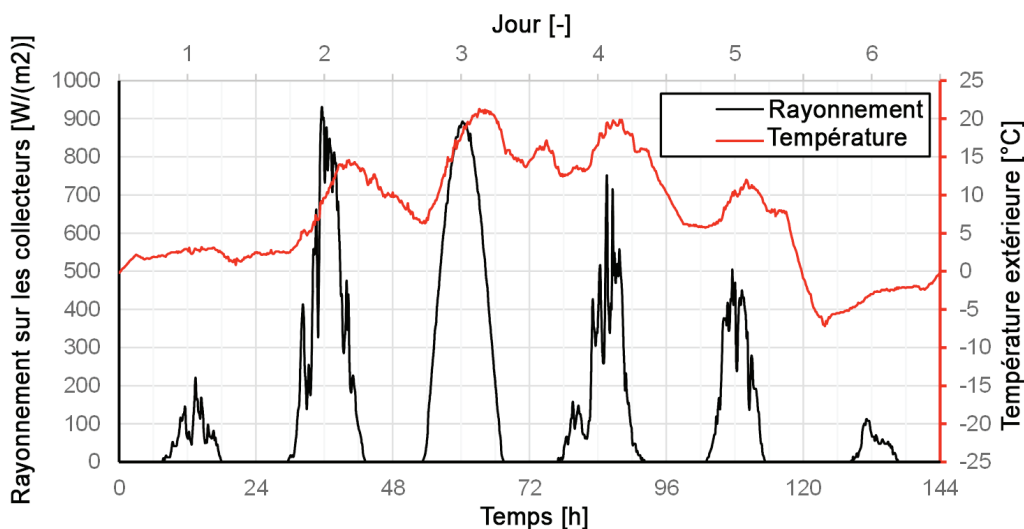
Compact et robuste

La méthode CCT éprouvée a été développée dans le cadre du dernier projet pour que la compacité ainsi que la fiabilité d'un système d'énergie solaire puissent également être évalués. Les fabricants de systèmes complets qui reçoivent des composants héliothermiques en bénéficient en premier lieu. Dans le cadre d'un CCT de leur installation, ils obtiennent un retour fondé concernant la compacité et la fiabilité en plus des informations concernant l'efficacité énergétique « cela motivera les fabricants à construire plus d'installations compactes et robustes et cela leur permettra également de reconnaître

LE CONCISE CYCLE TEST AIDE À LA RECHERCHE DES ERREURS

Le Concise Cycle Test (CCT) est utilisé depuis des années à l'Université de sciences appliquées de Rapperswil. Ce faisant, des installations pour l'utilisation de l'énergie solaire sont testées en combinaison avec les générateurs de chaleur les plus variés. Lors de ces tests, les chercheurs ont découvert, pour citer un exemple, un mauvais positionnement d'un capteur de température. Par conséquent, la pompe à chaleur chauffait beaucoup trop souvent la zone d'eau chaude, ce qui a des conséquences désastreuses sur l'efficacité du système complet. Dans un autre cas, en raison d'erreurs de commande d'une chaudière à pellets, le potentiel des capteurs, en tant que fournisseurs de chaleur, n'était pas entièrement utilisé et la chaudière à pellets n'exploitait pas sa plage de modulation de puissance, ce qui provoquait des démarrages et des arrêts plus fréquents que nécessaire.

Lors de la planification de systèmes énergétiques solaires, des outils logiciels comme Polysun ou TRNSYS (dans le domaine scientifique) sont généralement utilisés. Ils permettent de simuler des paramètres importants de systèmes complexes. Ces simulations ont toutefois leurs limites. Le banc d'essai du SPF de Rapperswil apporte une aide: il peut, par exemple, dévoiler le comportement de stratification dans l'accumulateur de chaleur, ce que les outils logiciels de simulation ne sont actuellement pas en mesure de faire. BV



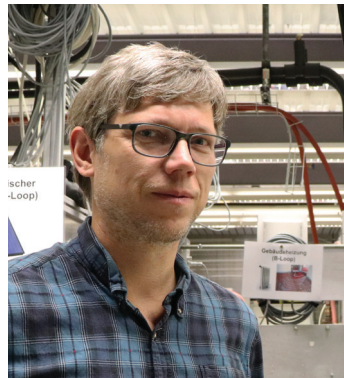
Les données de Météo Suisse avec une résolution de 10 minutes ont fait office de base pour les données météorologiques. Grâce à la haute résolution temporelle, le banc d'essai permet également de tester des systèmes énergétiques (comme des installations photovoltaïques combinées à des pompes à chaleur) au comportement plus dynamique que les systèmes thermiques avec leur inertie relativement grande. Graphique: SPF

les points faibles et de les améliorer avant de commercialiser les installations », affirme Haberl.

À l'avenir, la méthode de test approfondie pourrait s'avérer utile également pour les acheteurs d'installations solaire thermiques: le SPF envisage en effet, dans la mesure où le fabricant l'autorise, de mettre une version abrégée et facilement compréhensible des rapports d'essai des installations à disposition des utilisateurs. Cela permettrait aux utilisateurs qui choisissent une installation d'obtenir un certificat SPF concernant la compacité et la fiabilité, c'est-à-dire en quelque sorte un label de qualité de la part d'un organisme indépendant. « Avec notre méthode d'essai approfondie, nous encourageons le développement de systèmes robustes et faciles à installer tout en augmentant l'acceptation des utilisateurs vis-à-vis de l'énergie solaire », souligne Haberl.

Cycle de contrôle réduit de douze à six jours

Le dernier projet du SPF a atteint un second objectif: la durée du CCT a été réduite de douze à six jours et simplifiée en ce sens que la méthode de test ne doit plus recourir à des simulations pour déduire la performance annuelle sur six jours de mesures. Diviser la durée de la procédure par deux fut une tâche difficile pour les scientifiques. Le défi majeur fut de choisir les données météorologiques et les profils de char-



Robert Haberl a étudié la construction mécanique et s'est spécialisé dans la technique de l'énergie à la haute école spécialisée d'Ulm. Aujourd'hui, il travaille comme chercheur et directeur de projet à l'Institut pour la technologie solaire à la HSR de Rapperswil. Photo: B. Vogel

ge afin qu'ils représentent convenablement en six jours tous les états d'exploitation survenant au cours d'une année, sans recourir à des évaluations abstraites. Les analyses indiquent qu'ils y sont parvenus. Ce faisant, le fait que les changements du cycle d'essai permette de contrôler également tous les nouveaux systèmes hybrides destinés à la production de chaleur et d'électricité pour les maisons individuelles est un « effet secondaire » bienvenu.

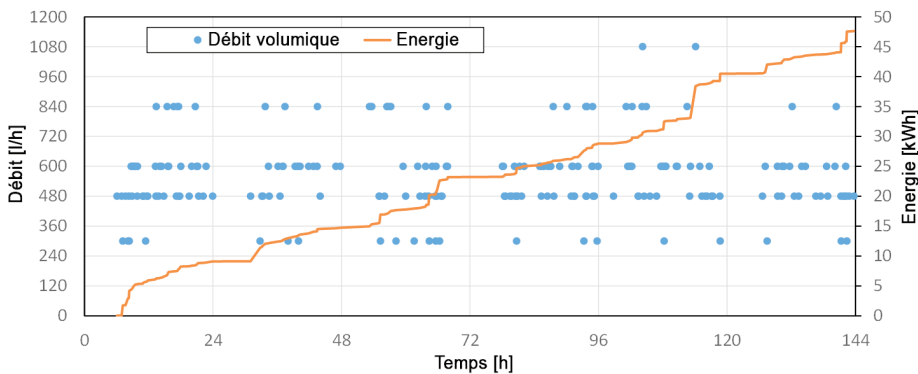
Dr Elimar Frank, directeur du programme de recherche « chaleur solaire et stockage de la chaleur » sur mandat de l'OFEN, souligne les avantages de la nouvelle méthode: « Ce projet des chercheurs de Rapperswil contribue au tournant énergé-

CRITÈRES DE COMPACTITÉ ET DE PROBABILITÉ D'ERREURS

Les chercheurs du SPF de Rapperswil, en collaboration avec des représentants industriels, ont défini une série de critères permettant d'estimer la compacité et la fiabilité d'un système d'énergie solaire. Les cinq critères suivants sont pris en compte pour l'estimation de la **compacité**: a) nombre des composants individuels fournis, b) dimensions et poids des composants individuels fournis, c) nombre d'unités d'asservissement, d) nombre de personnes-heures pour l'installation et la mise en service, e) intégralité, compacité respective de l'isolation thermique fournie ou pré-montée.

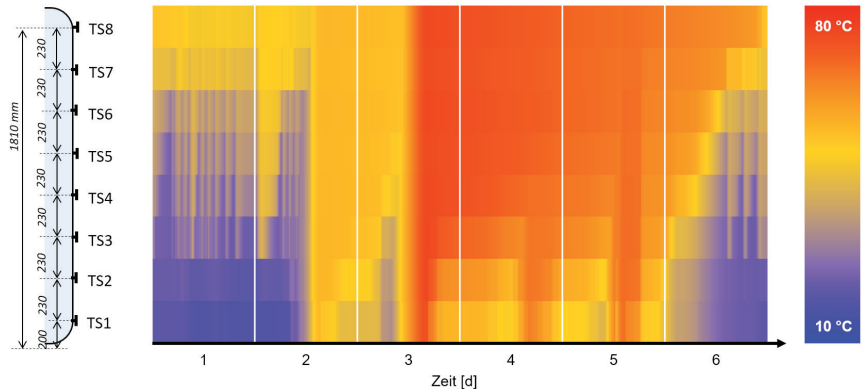
Pour l'estimation de la **résistance aux erreurs/fiabilité**, a) l'efficacité du blocage de la circulation indésirable par thermosiphon et b) le siphonnage des raccords sont pris en considération. A cela s'ajoutent les critères suivants: intégralité de la livraison, d) intégralité de la documentation, e) unicité des raccords (hydrauliques), f) unicité de la position des capteurs et des raccords, g) raccordement de la pompe, h) comportement de remplissage, i) protection antigel, j) utilisation et détection des erreurs du régulateur, k) surveillance de la quantité de chaleur, l) comportement de stagnation.

Ces critères permettent désormais de classer toutes les installations qui passent le CCT de Rapperswil en termes de compacité et de résistance aux erreurs. Le résultat est imprimé avec un symbole qui indique comment l'installation analysée se comporte par rapport au système standard actuellement courant (état de la technique), c'est-à-dire mieux (+ et ++) ou moins bien (- et --). Cette classification permet au client d'obtenir des informations compréhensibles de ce qu'il peut attendre de l'installation en termes de compacité et de résistance aux erreurs. BV



Profil de soutirage pour l'eau chaude basé sur le cycle de test de six jours du CCT. La courbe rouge correspond à l'énergie indispensable pour la production de chaleur. Graphique: Rapport final SolProof

Au cours du projet SolProof, les chercheurs du SPF ont testé les systèmes de quatre fabricants. Le système présenté est un accumulateur combiné chargé par des capteurs solaire thermique et une pompe à chaleur air-eau. Le graphique montre la température de l'accumulateur combiné pendant le cycle de test de six jours, sur la base d'une stratification en huit couches de l'accumulateur sur une hauteur d'environ 1,8 m. Graphique: SPF



tique dans la mesure où il existe désormais un « real operation test » pertinent pour les installations d'approvisionnement en chaleur combinées avec l'énergie solaire thermique. Cela permet (comme les « real driving emissions » dans le domaine des véhicules) d'évaluer la performance effective pendant le fonctionnement normal. Les fabricants et les clients en profitent; les fabricants peuvent de plus en plus fabriquer leurs installations de telle sorte qu'elles soient plus simples à utiliser pour les clients et pour éliminer les sources d'erreur systématiquement à l'usine. » Les vendeurs d'installations et les installateurs devraient soutenir cette évolution en mettant en avant les avantages des systèmes complets à partir de composants préfabriqués et coordonnés, affirme Frank. « Cela permettra d'augmenter l'acceptation du grand public de l'énergie solaire thermique en tant qu'alternative hautement efficace pour la réduction du recours aux énergies fossiles tout en encourageant l'exploitation de l'énergie solaire. »

➤ Vous trouverez le **rapport final** du projet « Compacité et fiabilité des systèmes de chauffage solaires sur le banc d'essai » (SolProof) sur: <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=36710>

➤ Robert Haberl (robert.haberl[at]spf.ch), chercheur à l'Institut pour la technologie solaire de l'HSR, et le Dr Elimar Frank (elimar.frank[at]frank-energy.com), directeur du programme de recherche de l'OFEN chaleur solaire et stockage de la chaleur communiquent des **informations** sur le projet.

➤ Vous trouverez d'autres **articles spécialisés** concernant les projets de recherche, les projets pilotes et de démonstrations ainsi que les projets phares dans le domaine du solaire thermique et du stockage de chaleur sur www.bfe.admin.ch/ec-solaire.