

28 février 2017

Rapport final

Mise à l'épreuve des méthodes
de contrôle de fonctionnement
efficace et généralisé
des installations solaires thermiques

iwb Gefördert durch den
Ökoenergie-Fonds der IWB

Mandant:

Office fédéral de l'énergie (OFEN)

Section Énergies renouvelables, Dr ès sc. EPF Wieland Hintz

3003 Berne

IWB Industrielle Werke Basel

Margarethenstrasse 40

4002 Bâle

Auteur:

Dipl.-ing (FH) Bernd Sitzmann, gestionnaire de projet Energie Zukunft Schweiz

Cette étude a été réalisée au nom de SuisseEnergie et IWB Oeko-IMPULS (parrainage de projet). Son auteur reste seul responsable de son contenu.

Sommaire

1	RÉSUMÉ	2
2	SITUATION INITIALE ET OBJECTIFS.....	3
3	ANALYSE DES MÉTHODES.....	4
3.1	MÉTHODE «VISUALISATION DU FONCTIONNEMENT GRÂCE À UNE SONDE DE TEMPÉRATURE SIMPLIFIÉE»	7
3.2	MÉTHODE «INDICATEUR DE DÉFAUT AVEC DEUX SONDES DE TEMPÉRATURE DANS LE CIRCUIT SOLAIRE »	7
3.2.1	<i>Zone fonctionnelle d'un indicateur de défaut équipé de deux sondes de température dans le circuit solaire..</i>	<i>9</i>
3.2.2	<i>Résultats de la phase de test menée sur 10 installations solaires.....</i>	<i>10</i>
3.2.3	<i>Analyse de marché des solutions de surveillance intégrées aux régulateurs solaires.....</i>	<i>10</i>
3.2.4	<i>Analyse de marché des solutions de surveillance indépendantes des régulateurs solaires</i>	<i>11</i>
3.2.5	<i>Mise en œuvre du contrôle de fonctionnement en pratique.....</i>	<i>12</i>
3.3	MÉTHODE «LECTURE ET COMPTE-RENDU DE L'ÉTAT DU SYSTÈME PAR L'EXPLOITANT»	12
3.4	MÉTHODE «BANDES DE MESURE DE TEMPÉRATURE» ET «ENREGISTREUR DE DONNÉES DE TEMPÉRATURE».....	13
3.4.1	<i>Bandes de mesure de température</i>	<i>13</i>
3.4.2	<i>Enregistreur de données de température jetable.....</i>	<i>14</i>
3.5	MÉTHODE «THERMOGRAPHIE»	15
3.5.1	<i>Thermographie par vol de drones</i>	<i>16</i>
4	ENQUÊTE AUPRÈS DES AUTORITÉS, DES PROPRIÉTAIRES ET DES CONSTRUCTEURS/INSTALLATEURS.....	19
5	CONCLUSIONS.....	19
6	SOURCES	22
[7	ANNEXE.....	22

1 Résumé

Le contrôle qualité externe par échantillonnage mené par Energie Zukunft Schweiz (EZS) sur les installations solaires thermiques (ci-après dénommées «installations solaires») encouragées dans les cantons de Bâle-Ville, Bâle-Campagne et Soleure entre les années 2009 et 2013 a montré que près d'un cinquième des installations solaires contrôlées ne fonctionnait pas. Un contrôle généralisé, étendu à toutes les installations solaires, se révèle donc être une nécessité.

Dans le cadre de nos campagnes de contrôle qualité de ces dernières années, les vérifications n'ont pu chaque fois être réalisées que par échantillonnage, pour des raisons de budget et de temps. Le but du projet actuel était d'identifier des méthodes permettant de détecter, à un coût raisonnable, toutes les installations solaires ne fonctionnant pas.

Sept méthodes de contrôle de fonctionnement des installations solaires thermiques ont fait l'objet d'une enquête de faisabilité. Cette enquête a permis d'identifier que la méthode la plus efficace, en matière de surveillance à long terme et de fiabilité des diagnostics, était celle par laquelle les températures mesurées via une sonde de température reliée à Internet étaient comparées aux valeurs d'ensoleillement. Le coût de cette méthode s'élève toutefois à env. 250,- CHF pour l'installation puis à 42,- CHF par an pour son exploitation. Le matériel informatique nécessaire n'est pas encore disponible en Suisse.

Une version (similaire) hors-ligne peu coûteuse avec enregistreur de données (à changer tous les ans) pourrait d'ores et déjà être mise en place sur toutes les installations, mais la durée de vie des enregistreurs de données est limitée à un an seulement.

Une autre solution était celle de l'indicateur de défaut, à un prix avantageux puisque le coût de production était inférieur à 50,- CHF. Ce système a été développé dans le cadre du projet et a déjà été testé avec succès sur dix installations solaires.

Le contrôle de fonctionnement par thermographie n'est pas recommandé pour les utilisations à grande échelle: il a en effet été démontré que les dysfonctionnements des capteurs solaires sur châssis, de ceux à tubes sous vide ainsi que des installations solaires destinées au chauffage d'appoint ne pouvaient pas être détectés avec certitude.

De plus, les régulateurs solaires et solutions de surveillance existants, qui fonctionnent indépendamment de l'installation, ont été analysés afin de déterminer la pertinence d'un contrôle de fonctionnement complet des installations solaires thermiques. Il a été constaté que les solutions existantes en matière de contrôle du fonctionnement des régulateurs solaires courants proposaient principalement une visualisation de l'état des données de l'installation. Seuls les modules complémentaires et les solutions de surveillance indépendantes de l'installation solaire proposent un contrôle de fonctionnement automatique, mais ces derniers sont coûteux et donc moins adaptés à une utilisation généralisée.

Une enquête en ligne a été réalisée afin de mieux comprendre les besoins du marché; 41 propriétaires, 6 autorités cantonales, l'association Swissolar ainsi que 17 fabricants ou installateurs ont été interrogés. Les avis de 8 fabricants ou installateurs, de 5 autorités et de 21 propriétaires ont été recueillis. 62% des fabricants ou installateurs et 100% des propriétaires ayant répondu sont intéressés par la pose d'un indicateur de défaut sur les installations solaires thermiques existantes dans la mesure où cela ne coûte pas plus de 50,- CHF. Quatre des 5 autorités ayant répondu pourraient aider à financer cette installation ou l'encourager grâce à une campagne de communication active.

2 Situation initiale et objectifs

Le contrôle qualité externe mené par Energie Zukunft Schweiz sur les installations solaires thermiques encouragées dans les cantons de Bâle-Ville, Bâle-Campagne et Soleure (installations posées entre les années 2009 et 2013) avait montré que près d'un cinquième des installations solaires vérifiées ne fonctionnait pas (voir **Tableau 1**). Le contrôle qualité a permis de mettre en avant un net potentiel d'amélioration pour deux autres cinquièmes des résultats. Les contrôles d'installations, menés dans le cadre des campagnes de contrôle qualité des cantons de BS, BL et SO, ont tous été réalisés sur le terrain, avec grand soin, par l'auteur du présent rapport, Bernd Sitzmann, en utilisant une méthodologie appropriée.

Au cours d'une autre campagne de contrôle qualité [1.] pour le compte de l'OFEN, employant une méthodologie de test différente (contrôles des installations réalisés par Helvetic Energy en 2016), le pourcentage d'installations classées comme défectueuses était moins élevé (0,9% au total, avec un pourcentage d'installations défectueuses dans les cantons de BS et BL étonnamment beaucoup plus élevé que dans les autres cantons).

Mais cette étude, elle aussi, a révélé un certain besoin en matière d'intervention: les auteurs ont en effet conclu que 29,2% des 1'151 installations solaires thermiques contrôlées (près d'un tiers!) **nécessitaient une intervention**; soit l'installation ne fonctionnait plus du tout, soit elle nécessitait une optimisation par l'installateur.

Si l'on estime à cinq pour cent les installations solaires hors service parmi les quelque 6'000 installations qui ont été posées dans les cantons de Bâle-Ville et Bâle-Campagne jusqu'en 2013, la surface de capteurs ne fonctionnant pas représente env. 3'000 m² et les économies de CO₂ non exploitées à 250 tonnes par an.

Jusqu'à maintenant, il a toujours été indiqué au client final que les installations solaires thermiques ne demandaient que très peu d'entretien, voire aucun. Tous les contrôles qualité que nous avons effectués révèlent pourtant que des contrôles de fonctionnement réguliers s'avèrent nécessaires.

Tableau 1: Classification des installations solaires thermiques vérifiées par EZS dans les cantons de BS, BL et SO Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. , Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. .

Contrôles qualité (réalisés sur le terrain) Installations solaires thermiques vérifiées par méthodes cantonales	Classification des installations vérifiées			
	satisfaisantes	suffisantes	insatisfaisantes (hors service)	
Cantons de Bâle-Ville + Bâle-Campagne 2011	10	9	11	37%
Cantons de Bâle-Ville + Bâle-Campagne 2012	25	26	11	18%
Cantons de Bâle-Ville + Bâle-Campagne 2013	28	25	7	12%
Cantons de Bâle-Ville + Bâle-Campagne 2014	26	22	10	17%
Cantons de Bâle-Ville + Bâle-Campagne 2015	18	25	8	16%

Canton de Soleure 2014	54	22	7	8%
Total: 344	161	129	54	16%

Le modèle d'encouragement harmonisé des cantons (ModEnHa 2015) en vigueur depuis le 01/01/2017 fait expressément mention d'un système de contrôle actif des installations dont la puissance nominale des capteurs thermiques est supérieure à 20 kW. Les résultats de nos contrôles qualité démontrent cependant qu'il n'est pas rare que des installations équipées de capteurs d'une puissance inférieure à 20 kW ne fonctionnent pas non plus. La présente enquête envisage donc différentes méthodes afin de généraliser les contrôles et de les étendre à toutes les tailles d'installations.

Les méthodes que nous avons précédemment mises en œuvre dans le cadre du contrôle qualité des installations solaires (contrôles sur le terrain) ne nous ont permis de réaliser que des contrôles par échantillonnage. Notre objectif est de pouvoir identifier, à un coût raisonnable, l'intégralité des installations solaires ne fonctionnant pas.

Nous testons donc, par ce projet, toutes les méthodes innovantes permettant de contrôler efficacement le fonctionnement de toutes les installations solaires. Cette enquête a pour but de présenter l'efficacité ainsi que la pertinence, en pratique, de ces différentes méthodes.

3 Analyse des méthodes

Contrôler de manière généralisée le bon fonctionnement des installations solaires thermiques déjà posées nécessite une méthodologie aussi efficace que rentable. Il faut éviter toute intervention sur les installations solaires existantes, car cela pourrait affecter le fonctionnement du système. Une installation complexe ainsi que l'enregistrement/l'évaluation du rendement solaire doivent également être évités en raison de leur coût.

Nous savons grâce aux précédents contrôles qualité que certaines installations peuvent rester hors service plusieurs mois, voire plusieurs années, avant que l'on ne remarque qu'elles ne fonctionnent pas. Parfois, ni les techniciens de maintenance, ni le gardien, ni le propriétaire ne se rendent compte du dysfonctionnement du système, car une installation solaire ne vient qu'en complément d'un chauffage principal et que le système de chauffage produit de la chaleur puisque l'installation solaire ne fonctionne pas. Détecter les dysfonctionnements sous 2 à 3 semaines représenterait donc déjà une nette amélioration.

Les chapitres qui suivent analysent et décrivent sept méthodes de contrôle de fonctionnement des installations solaires thermiques. Ces méthodes ont été évaluées selon les critères suivants:

- Combien coûte la mise en place de la méthode et l'exploitation de la surveillance continue?
- S'agit-il d'une surveillance du fonctionnement à long terme ou limitée dans le temps?
- Quelle est la fiabilité de la détection des dysfonctionnements et dans quelle mesure une fausse alerte est-elle possible?
- En cas d'alerte par le système de surveillance, la cause du dysfonctionnement est-elle décrite afin que le technicien puisse résoudre le problème de façon ciblée?

Le **Tableau 2** regroupe les évaluations des méthodes analysées. Il est recommandé, pour la mise en place ultérieure de ces méthodes dans le cadre d'un contrôle de fonctionnement généralisé, d'avoir recours à une surveillance en ligne, comme le décrit le point 3.2.4. Il s'agit là d'une simple mesure de

la température à l'entrée du circuit solaire, transmise ensuite via Internet à une centrale afin de la comparer en direct aux données météorologiques pour en vérifier la vraisemblance.

Dans le cadre des campagnes de contrôle qualité cantonales, il peut également être recommandé d'utiliser un enregistreur de données jetable. Ce dispositif peut enregistrer la température à l'entrée du circuit solaire jusqu'à un an après sa mise en service, puis être évalué et comparé avec le rayonnement solaire par une autorité indépendante.

La méthode la plus efficace serait de demander par téléphone (ou via un formulaire en ligne) à l'exploitant de l'installation solaire les températures à l'entrée et à la sortie du circuit solaire et la température du chauffe-eau matin, midi et soir. Néanmoins, cette méthode ne permet qu'un contrôle à un instant T du fonctionnement de l'installation et peut de plus être source d'erreur, engendrer des malentendus et des difficultés de communication.

De même, un outil de visualisation basique tel que celui décrit au point 3.1 ne serait adapté qu'aux maisons individuelles, son utilisation restant donc limitée. En cas d'ensoleillement et de température comprise entre 35 et 90°C à l'entrée du circuit solaire, cet outil afficherait une marque positive, comme un «smiley» heureux de couleur verte.

La thermographie, quant à elle, s'est révélée relativement peu adéquate. Cette méthode ne peut être mise en œuvre que dans le cas d'installations avec capteurs plans (capteurs parallèles au toit), qui représentent env. 60% de l'ensemble des installations. De plus, une inspection sur place est nécessaire afin de s'assurer que le problème provient bien d'un dysfonctionnement et non d'une stagnation due à un chauffe-eau plein.

Les bandes de mesure de température se sont révélées relativement peu adaptées du fait de leur faible pertinence. Elles indiquent uniquement la température maximale atteinte; si elles permettent de constater que l'installation solaire a bel et bien fonctionné, elles ne permettent pas de savoir combien de temps. Il n'est pas possible de détecter un réel dysfonctionnement.

La solution de surveillance intégrée aux régulateurs solaires existants permet, elle, de visualiser les températures. Cependant, aucune gamme de prix adaptée à une application généralisée ne propose de solution de surveillance permettant de signaler automatiquement le dysfonctionnement à l'exploitant. Partant de ce constat, nous avons conçu un indicateur de défaut simple et bon marché et l'avons testé avec succès sur 10 installations solaires.

Tableau 2: Résumé des méthodes analysées

Description de la méthode	Voir chapitre	Évaluation	Coût en CHF			
			Installation par IBN	Matériaux	Exploitation	Coût total
Visualisation du bon fonctionnement LED verte lorsque la temp. d'entrée se situe entre 30 et 90°C; LED rouge lorsqu'elle est inférieure à 30°C ou supérieure à 90°C.	3.1	+ montage facile + prix avantageux + surveillance à long terme - pas de description du dysfonctionnement - risque de fausse alerte	18,-	40,-		58,-
Indicateur de défaut Alerte lorsque l'installation reste hors service plus de 2 semaines.	3.2	+ surveillance à long terme - pas de description du dysfonctionnement	23,-	50,-		73,-
Surveillance en ligne Enregistrement des temp. d'entrée / de sortie; comparaison avec les valeurs d'ensoleillement. Alerte en cas de différence.	3.2.4	+ montage facile + dysfonctionnement pouvant être clairement défini par des valeurs de mesure - pas encore de solution abordable disponible sur le marché CH	23,-	220,-	42,- /an	285,-
Demande de valeurs des temp. d'entrée / de sortie et de la temp. du chauffe-eau matin, midi et soir par téléphone / en ligne	3.3	+ solution très simple et peu coûteuse - propriétaires actuellement dépassés par ces demandes - les demandes par téléphone / en ligne forme peut représenter une source d'erreur car les valeurs peuvent être mal saisies - demandes ponctuelles uniquement	-	-	50,- (une seule fois)	50,-
Bandes de mesure de la température (entrée + sortie du circuit solaire)	3.4	+ bonne méthode pour envoyer les bandes de mesure aux points de contrôle 6 sem. après la mise en service - températures déclarées limitées aux températures maximales - pas de surveillance à long terme	18,-	4,-	12,50 (une seule fois)	34,-
Enregistreur de température (iButton) à l'entrée du circuit solaire	3.4	+ bonne méthode pour une surveillance 12 mois après la mise en service ainsi que pour les évaluations ultérieures - pas de surveillance à long terme	18,-	155,-	50,- (une seule fois)	223,-
Photographie aérienne par infrarouge Détection de stagnation dans le capteur	3.5	+ repérage efficace et généralisé des dysfonctionnements - inadapté aux tubes sous vide, aux installations sur châssis ainsi qu'en cas de stagnation due à consommation de chaleur trop faible - ne remplace pas une inspection sur place	-	12,- (pour 330 installations)	300,- (une seule fois)	312,-

3.1 Méthode «Visualisation du fonctionnement grâce à une sonde de température simplifiée»

Une solution très bon marché serait d'équiper l'installation d'un petit appareil électronique qui enregistre la température de sortie à l'aide d'**une sonde de température unique**. Lorsque la température de sortie est comprise entre 35 et 90°C, une LED verte s'allume. Lorsque la température est supérieure ou inférieure à cet intervalle, une LED rouge s'allume. L'exploitant dispose donc d'un outil simple, compréhensible par les personnes mêmes les moins qualifiées, pour vérifier, par temps ensoleillé, que son installation solaire fonctionne.

Cette méthode est plus adaptée aux exploitants de petites installations en maison individuelle qui ont besoin d'aide pour évaluer le fonctionnement de leur installation solaire. Elle ne remplace en aucun cas un contrôle de fonctionnement technique professionnel, mais est peu coûteuse et permet aux utilisateurs qui s'investissent dans leur installation solaire de vérifier régulièrement si cette dernière fonctionne. Elle ne peut pas servir dans le cadre du contrôle de fonctionnement généralisé, dans la mesure où on ne peut pas partir du principe que toutes les installations seront contrôlées par les exploitants.

LED verte – smiley heureux entre **35 et 90°C**.

Autocollant soleil

LED rouge – smiley triste entre **0 et 35°C et au-delà de 90°C**.



3.2 Méthode «Indicateur de défaut avec deux sondes de température dans le circuit solaire »

L'arrêt de service d'une installation solaire se repère facilement à la différence entre les températures à l'entrée et à la sortie du circuit solaire. La durée maximale pendant laquelle une installation solaire peut rester à l'arrêt pour cause de mauvais temps à Bâle est de 7 jours (selon une simulation Polysun). Pour les régions d'Olten et de Zurich, cette durée est de 9 jours (selon Polysun toujours). Si les températures d'entrée et de sortie restent les mêmes sur une période plus longue que cette période de mauvais temps définie comme maximale, il est alors fort probable que l'installation présente un dysfonctionnement. Afin d'être certains qu'il s'agit bien d'un dysfonctionnement, nous recommandons d'attendre d'avoir constaté un arrêt de service de 2 semaines.

Un indicateur de défaut sans connexion Internet et équipé d'une sortie de signal (grâce à un émetteur sonore basique) a été conçu dans le cadre de ce projet et testé avec succès sur 10 installations solaires. Le coût de production s'élèverait, selon les estimations d'un fabricant européen, à moins de 50,- CHF

3.2.1 Zone fonctionnelle d'un indicateur de défaut équipé de deux sondes de température dans le circuit solaire

Les contrôles qualité réalisés ces dernières années ont permis d'analyser les méthodes d'analyse envisageables pour les dysfonctionnements les plus fréquents sur les installations solaires.

L'indicateur de défaut à deux sondes de température tel que décrit au point 3.2 a permis de constater les dysfonctionnements typiques suivants:

- arrêt de service dû à une fuite;
- arrêt de service dû à la présence d'air dans le circuit solaire;
- arrêt de service en raison d'un vase d'expansion trop petit;
- défaut au niveau du câble du capteur (picoré par les oiseaux, corrosion);
- installation solaire hors tension;
- capteur du chauffe-eau et capteur du collecteur intervertis;
- capteur du chauffe-eau (en bas) ayant glissé;
- circulation inversée, gravitationnelle, due à un clapet antiretour défectueux (identifiable dans certains cas).

En cas d'arrêt de service avec stagnation au niveau du capteur, la phase gazeuse peut atteindre le groupe solaire **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden., Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Les températures alors constatées à l'entrée et à la sortie du circuit solaire peuvent affecter le fonctionnement de l'installation. Il faut donc distinguer les trois cas suivants:

1. **Le système est arrêté et le fluide caloporteur, en stagnation, n'est pas poussé jusqu'au point de mesure à proximité du groupe solaire.** L'égalité des températures d'entrée et de sortie pendant plus de 14 jours p. ex. peut alors permettre de détecter une erreur. Une plage de fonctionnement de 35 à 90°C peut encore être définie comme valeur cible afin de contrôler le bon fonctionnement de l'installation.
Autre option pouvant être envisagée pour permettre de détecter que l'installation fonctionne: vérifier si l'intégrale de la courbe de température d'entrée atteint chaque jour une certaine valeur prédéfinie.
2. **Le système est arrêté et, régulièrement (à savoir en cas d'ensoleillement), le fluide caloporteur est poussé jusqu'au point de mesure à proximité du groupe solaire.** Il faut tout d'abord chercher si la stagnation est due au fait que le chauffe-eau est plein ou que l'installation est endommagée. Si le chauffe-eau est plein, le remplissage intégral du réservoir a dû se produire au cours des 7 jours précédant la stagnation. Une installation présentant un dysfonctionnement ne peut entraîner que la surchauffe de la température à l'entrée ou à la sortie du circuit solaire (supérieure à 95°C), ou, par mauvais temps, leur égalité.
3. **Le cas le plus complexe se présente lorsque la dilatation du fluide caloporteur provoque un réchauffement du point de mesure à l'entrée et à la sortie du circuit solaire, mais sans dépasser la température de stagnation de 90°C.**

Les pertes de chaleur dues à une circulation inversée (gravitationnelle) involontaire dans les capteurs ne sont visibles que dans certaines conditions. Lorsque, dans la nuit, un écart entre les températures d'entrée et de sortie est relevé pendant une durée prolongée (env. 4 heures), il peut s'agir d'un rafraîchissement nocturne. Mais il peut également s'agir d'une circulation interne aux conduites. Un seul test permet de savoir ce qu'il en est réellement: fermer hydrauliquement le circuit solaire et observer les variations de la température du capteur. Les premières tentatives d'identification d'un rafraîchissement nocturne, réalisées à l'aide d'une caméra thermique par des températures très basses et de nuit, n'ont permis de donner aucun résultat, mais elles nécessitaient des recherches plus précises.

3.2.2 Résultats de la phase de test menée sur 10 installations solaires

10 installations implantées dans la région de Bâle ont été sélectionnées parmi les échantillons des précédents contrôles qualité et équipées de notre prototype d'indicateur de défaut. Un formulaire de compte-rendu a été remis à chaque propriétaire pour documenter les signaux et les éventuels redémarrages de l'indicateur de défaut.

Afin que durant le laps de temps très court de notre projet, un dysfonctionnement puisse être signalé, le temps d'arrêt autorisé pour une installation solaire a été passé de 14 à 5 jours. Ainsi, à la mi-janvier, un faux dysfonctionnement a été détecté à titre d'essai en raison d'une période de mauvais temps prolongée.

L'indicateur de défaut a été programmé en sorte à détecter le rafraîchissement nocturne.

Sur l'une des 10 installations, le capteur du chauffe-eau a volontairement été retiré du chauffe-eau pendant une journée, afin de créer un dysfonctionnement artificiel. Le rafraîchissement nocturne du chauffe-eau par le toit qui en a résulté a été détecté, et un signal a été délivré par l'indicateur de défaut.

Une autre des 10 installations solaires a subi un rafraîchissement nocturne non artificiel dû à un clapet antiretour resté ouvert, ce qui a également été détecté par l'indicateur de défaut. Lors de la pose de l'un des indicateurs de défaut, un arrêt de service qui caractérisait l'installation correspondante depuis trois mois déjà a d'ailleurs été détecté.

Les analyses montrent que l'indicateur de défaut a ses limites: si, en cas de stagnation, la phase gazeuse atteint le capteur de température en étant repassée avant cela à une température de service normale, le fonctionnement de l'installation peut se voir affecté.

Ces analyses ont également montré que la pertinence des signaux indicateurs de dysfonctionnement devait être vérifiée avant de contacter l'installateur. La météo peut être exceptionnellement mauvaise, les capteurs peuvent être recouverts de neige pendant une durée prolongée... C'est alors au propriétaire ou à l'exploitant du système de décider si l'arrêt de service a été causé par un dysfonctionnement de l'installation ou par une toute autre circonstance imprévisible.

Une autre limite concerne le lieu d'installation: selon l'endroit où le dispositif a été posé, le signal sonore doit pouvoir être entendu par l'exploitant ou le propriétaire. Dans de nombreux cas, et notamment dans les immeubles, l'alerte sonore n'est pas adaptée; un SMS ou un e-mail devrait être envoyé à l'exploitant par téléphone portable ou via Ethernet, et ou des modules sans fil pourraient également être installés dans les cages d'escalier afin de transmettre le signal d'alerte.

3.2.3 Analyse de marché des solutions de surveillance intégrées aux régulateurs solaires

Le marché des régulateurs solaires actuel a été étudié afin de déterminer les solutions de surveillance disponibles.

Bien que les derniers régulateurs solaires offrent une surveillance fonctionnant par Internet, leur capacité à détecter automatiquement un dysfonctionnement au niveau de l'installation solaire est limitée. Le **Tableau 3** présente les fabricants des régulateurs solaires que nous avons étudiés. Le contrôle des températures nécessite certaines compétences techniques et une curiosité permanente quant aux données de l'installation, ce qui n'est pas toujours le cas. Pour cette raison, nous avons élaboré, au cours du projet, un test de détection de dysfonctionnement.

Tableau 3: caractéristiques de différentes solutions de régulateurs solaires

Fabricant	Caractéristiques du régulateur
Technische Alternative	Visualisation Web uniquement
TEM	Pas d'enregistrement des données
Dolder	Pas d'enregistrement des données
Prozeda	Visualisation Web uniquement
Resol	Visualisation Web uniquement
Steca	Visualisation Web uniquement
Crosstherm Controller	Visualisation, alerte, SMS, mais coût de 1'500,- CHF
EMZ	Visualisation Web uniquement
Sorel	Module LAN pour visualisation

3.2.4 Analyse de marché des solutions de surveillance indépendantes des régulateurs solaires

En immeuble, le système de chauffage et l'installation solaire se trouvent souvent dans une pièce fermée, dans laquelle très peu de personnes se rendent. Dans ce genre de cas, alerter l'exploitant par Wi-Fi, téléphone portable ou radio est essentiel afin d'informer immédiatement le responsable lorsqu'un problème se produit.

Le système de surveillance en ligne avec contrôle de fonctionnement présente l'avantage de pouvoir vérifier l'authenticité du dysfonctionnement signalé avant de demander une intervention. Une comparaison avec les données météorologiques permet d'évaluer le fonctionnement de l'installation en moins de points de mesure. La hausse de température à l'entrée du circuit solaire doit correspondre à l'intensification de l'ensoleillement au cours d'une journée bien ensoleillée. Le problème de cette solution réside aujourd'hui encore dans le coût du transfert des données en provenance de la pièce dans laquelle se trouve la chaudière, lorsque cette pièce n'est pas reliée à Internet.

Le **Tableau 4** présente les systèmes de surveillance indépendants des régulateurs solaires actuellement disponibles et capables de transmettre les dysfonctionnements détectés à l'exploitant de l'installation.

Le seul système de surveillance des installations solaires thermiques indépendant, relié à Internet et actuellement disponible en Suisse est distribué par la société Egon AG. Le coût total reste tout de même assez élevé: 1'000.-- CHF pour l'équipement, la pose et la surveillance en ligne; ce qui en limite l'utilisation généralisée, à grande échelle.

Un produit proposé par la société française TecSol est très intéressant. Elle propose un système de surveillance par une seule sonde de température pour 240,- CHF, avec transfert des données via **Long Range Wide Area Network** (LoRaWAN) et exploitation via portail Web, avec un abonnement à 45,- CHF par an. Les données du système passent par un algorithme de contrôle sur serveur centralisé, et les résultats peuvent être consultés sur un portail Web. Les dysfonctionnements peuvent être directement signalés au responsable (par e-mail ou SMS).

À l'heure actuelle, le réseau LoRaWAN est cependant encore en «construction» en Suisse et est uniquement disponible dans les agglomérations de Zurich, Bâle et Genève.

La société SOLTOP Schuppisser AG propose un pack de services incluant également un système de surveillance en ligne pour les installations solaires. Les dysfonctionnements sont directement signalés au service après-vente. La correction des défauts est comprise dans le contrat de prestation.

Tableau 4: fournisseurs de solutions de surveillance indépendantes des installations avec contrôle de fonctionnement de l'installation solaire

Fabricant / Produit	Spécification	Coûts nets
TecSol / TecSol-one	Dispositif avec portail Web et surveillance de l'installation solaire; 1 sonde de température; LoRaWAN	Appareil: 240,- CHF Coût d'abonnement au service: 45,- CHF /an
Egon AG / Egonline	Dispositif avec portail Web et surveillance de l'installation solaire; 4 sondes de température; Wi-Fi	Appareil: 500,- CHF + portail Web 250,- CHF + installation env. 280,- CHF Coût d'abonnement au service: aucun
SOLTOP Schuppisser AG	Offre de surveillance en ligne de ses propres produits	Entre 200,- et 1300,- CHF par an selon la taille de l'installation

3.2.5 Mise en œuvre du contrôle de fonctionnement en pratique

Il serait préférable qu'une solution de contrôle de fonctionnement soit installée dès la mise en service, avec le soutien du canton, comme c'est le cas pour les grandes installations solaires dans certains cantons depuis l'introduction du MoPEC 2014. Les cantons ayant pris part à notre enquête ont d'ailleurs reçu des retours positifs à ce sujet. Le canton de Berne réfléchit actuellement à la mise en place d'une campagne afin de poser une solution de surveillance sur toutes les installations solaires déjà existantes.

Le rééquipement des installations solaires existantes ne peut se faire contre la volonté du propriétaire, mais l'utilisation accrue de ce type de systèmes pourrait faire l'objet d'un soutien financier. Un projet de surveillance actuel d'Egon AG, en collaboration avec le canton de Lucerne qui encourage l'installation de techniques de mesure, montre que ce type de soutien financier est une stratégie prometteuse.

Un indicateur de défaut tel que celui que nous avons conçu et testé dans le cadre de ce projet pourrait tout à fait être distribué par l'installateur. Il est prévu que la solution élaborée soit présentée lors du prochain congrès de la chaleur solaire organisé par Swissolar, afin d'informer les installateurs de cette possibilité.

Il est plus intéressant pour le fabricant et l'installateur que la distribution d'un système de surveillance simple conduise à la fidélisation du client. Cela nécessite toutefois un transfert automatique des données, comme le propose déjà par exemple la société française TecSol-One et la société SOLTOP Schuppisser AG.

L'indicateur de défaut peut être installé à moindres frais s'il est inutile de faire appel à un technicien. C'est pour cette raison que TecSol-One a élaboré des vidéos YouTube détaillées donnant aux personnes lambda les instructions d'installation concernant ses produits. Ces vidéos permettent ainsi d'éviter d'importants coûts d'installation.

3.3 Méthode «lecture et compte-rendu de l'état du système par l'exploitant»

Outre les solutions plus techniques, il est possible de proposer un système de compte-rendu par téléphone ou de masque de saisie en ligne. Les exploitants doivent alors noter sur un formulaire le matin, à midi et en fin d'après-midi, lorsque l'ensoleillement est important, les températures du capteur,

les températures à l'entrée et à la sortie du circuit solaire ainsi que les températures en haut et au bas du chauffe-eau, puis les transmettre par téléphone ou via un masque de saisie en ligne à un technicien, qui vérifiera la vraisemblance de ces valeurs.

Une méthode encore plus simple, mais qui ne conviendrait que pour les maisons individuelles, serait qu'au cours d'une journée ensoleillée, le propriétaire éteigne la chaudière ou la pompe à chaleur servant de système de secours dans le cadre de la production d'eau chaude sanitaire. Si après une journée ensoleillée, les besoins en eau chaude sont effectivement couverts, on peut alors partir du principe que l'installation solaire fonctionne. En immeuble, cette méthode entraînerait une coupure d'eau chaude sanitaire inacceptable pour les locataires en cas de réel dysfonctionnement de l'installation solaire, ce qui explique pourquoi cette méthode est déconseillée pour une application généralisée.

3.4 Méthodes «bandes de mesure de température» et «enregistreur de données de température»

3.4.1 Bandes de mesure de température

Les bandes de mesure de température sont très abordables (prix unitaire < 2,- CHF) et faciles à poser à l'entrée et à la sortie du circuit solaire; le propriétaire les envoie pour évaluation après 4 semaines à un organisme de contrôle qualité. Les bandes de mesure indiquent la température maximale qui a été atteinte au niveau des points de mesure.

Parmi les dix installations solaires sur lesquelles nous avons testé un indicateur de défaut, des bandes de mesure de température ont été posées à l'entrée et à la sortie du circuit solaire. La pose est très facile et n'a aucun impact sur le bon fonctionnement de l'installation. Néanmoins, le contrôle de fonctionnement de l'installation solaire n'est que très limité avec cette méthode. Le **Schéma 3** et le **Schéma 4** montrent comment installer les bandes de mesure de température sur une installation solaire. À l'entrée du circuit solaire, une bande de mesure de température de plage 70-110°C a été posée afin de détecter une éventuelle stagnation jusqu'au groupe solaire. À la sortie du circuit solaire, une bande d'une plage volontairement plus basse (35-75°C) a été posée afin de détecter également les arrêts de service pour lesquels la phase gazeuse n'est pas acheminée vers le groupe solaire. Le **Schéma 3** montre la valeur de la température après 4 semaines. Les valeurs se situent dans l'intervalle normal et montrent que l'installation solaire fonctionne bien. Le **Schéma 4** montre une surchauffe à 100°C entraînée par une stagnation tout à fait prévisible due à la mise hors tension du circulateur.

Une bande de mesure de température ne peut indiquer qu'une valeur maximale unique. Ces bandes permettent de constater qu'une installation solaire a fonctionné au moins une fois depuis sa mise en service ou que les températures affichées sont restées les mêmes que lors de leur pose. Elles permettent également de détecter si la phase gazeuse a atteint le groupe solaire en cas de stagnation. Cependant, elles ne permettent pas d'identifier un véritable dysfonctionnement: en effet, une surchauffe n'est pas forcément causée par un dysfonctionnement de l'installation, mais rend les bandes inutilisables pour de futures mesures.



Schéma 3: bandes de mesure de température à l'entrée du circuit solaire (VL sur la photo) et à sa sortie (RL sur la photo). Après 4 semaines, l'entrée indique 77°C et la sortie 54°C.



Schéma 4: bandes de mesure de température à l'entrée du circuit solaire (VL sur la photo) et à sa sortie (RL sur la photo). On constate une stagnation ciblée avec une température de 108°C à l'entrée du circuit solaire.

3.4.2 Enregistreur de données de température « jetable »

Une alternative aux bandes de mesure de température est celle de l'enregistreur de données de température jetable. L'installation d'un seul enregistreur de données de température à l'entrée du circuit solaire suffirait si les données mesurées étaient comparées aux valeurs d'ensoleillement lors de leur exploitation. L'enregistreur de données de température pourrait être envoyé pour évaluation par l'exploitant à un organisme de contrôle centralisé, après un an d'utilisation. Pour garantir une évaluation efficace des données, l'exploitation des températures et leur comparaison avec les données d'ensoleillement peuvent être automatisées grâce à un logiciel. Si cette exploitation révèle des anomalies, les résultats peuvent être envoyés à l'installateur et une optimisation de l'installation peut être exigée.

Cette solution est intéressante dans le cadre des nouvelles installations et serait par exemple bien adaptée aux contrôles de fonctionnement après la première année d'exploitation des installations encouragées par les cantons. Sa pose pourrait représenter un critère d'encouragement de l'installation.

Sur le plan financier, il est plus judicieux de faire poser un enregistreur de données de température lors de la mise en service. De plus, lors de la première année d'exploitation, les arrêts de service sont nombreux du fait de l'air qui pénètre dans le circuit solaire. L'inconvénient de cette méthode est qu'après la première année d'exploitation, l'installation ne peut plus être surveillée et les arrêts de service ne peuvent alors plus être détectés.

Le coût d'un système de contrôle d'installation avec enregistreur de données de température (iButton) s'élève à 220,- CHF par installation, évaluation des données comprise, sous réserve que la pose du capteur de mesure soit réalisée par le propriétaire/gardien, ou par l'installateur lors de la mise en service.

Les enregistreurs de données de température existent en différents modèles. L'enregistreur de données de température DS1922E-F5, d'iButton (voir **Schéma 5**), sera idéal une fois placé entre les conduites solaires et l'isolation. Il peut enregistrer plus d'un an de données grâce à sa batterie intégrée, sa fréquence de mesure horaire et sa plage de température de 0-140°C. Les données du modèle iButton peuvent être exploitées par un dispositif de lecture sur PC. Le prix d'un DS1922E-F5 est de 170,- CHF.

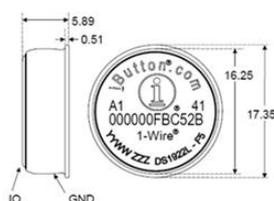


Schéma 5: Enregistreur de données de température DS1922E-F5 par iButton (voir également: www.fuchs-shop.com/de/shop/4/1/13372087/)

[shop.com/de/shop/4/1/13372087/](http://www.fuchs-shop.com/de/shop/4/1/13372087/))

3.5 Méthode

«Thermographie»

La thermographie des groupes de capteurs compte parmi les méthodes de contrôle de fonctionnement des installations solaires (sans intervention directe au niveau de l'installation cette fois) dont la faisabilité a été testée dans le cadre de ce projet. Dans le cas des capteurs plans, qui transmettent leur chaleur à l'eau chaude sanitaire en cas d'ensoleillement et de température extérieure élevée, la surface des capteurs est nettement moins chaude que celle des toits, chauffés par le soleil. Si l'installation solaire est arrêtée par temps bien ensoleillé, le capteur plan présente la même température que celle des toits adjacents. Une caméra thermique permet de détecter ces écarts de chaleur.

Les premiers tests de cette méthode, réalisés par Energie Zukunft Schweiz, se sont révélés positifs depuis 2015. Le **Schéma 6** permet de constater que le deuxième groupe de capteurs de gauche est en surchauffe. Il présente la même température que le toit: l'installation solaire ne transmet donc pas sa chaleur.



Schéma 6: thermographie de quatre groupes de capteurs solaires à l'aide du système FLIR C2, le 14/04/2015, à Reinach (BL). Le deuxième groupe de capteurs de gauche est en surchauffe, puisqu'il présente la même température que le toit. Si l'énergie solaire était correctement transmise, le capteur apparaîtrait d'une couleur plus sombre que le toit.

À l'heure actuelle, cette méthode est toutefois limitée aux capteurs plans, étant donné que les capteurs à tubes sous vide dégagent trop peu de chaleur et que leur surface n'est pas suffisamment plane pour permettre d'obtenir une émission de rayonnement uniforme et ainsi une émission infrarouge homogène.

Pour les installations solaires avec capteurs à tubes sous vide, les tests ont été réalisés en générant une stagnation volontaire, et un enregistrement par caméra thermique a été réalisé avant et après cette stagnation. Aucun réel écart de température n'a pu être constaté: les images n'ont pas permis de détecter clairement cette stagnation. Dans le cas des capteurs solaires à tubes sous vide, un

refroidissement a été constaté du fait du transfert de chaleur des tubes sous vide relativement mauvais: transfert très lent, et principalement au boîtier du collecteur via les conduites solaires.

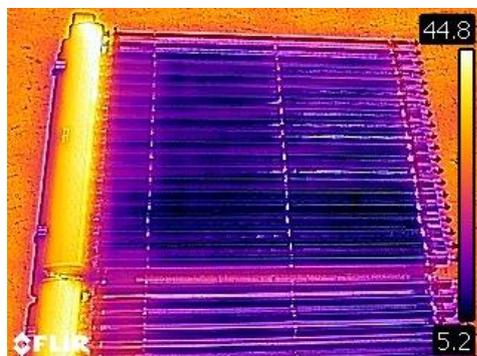


Schéma. 7: Capteurs à tubes sous vide en fonctionnement normal (température du capteur: 52°C)

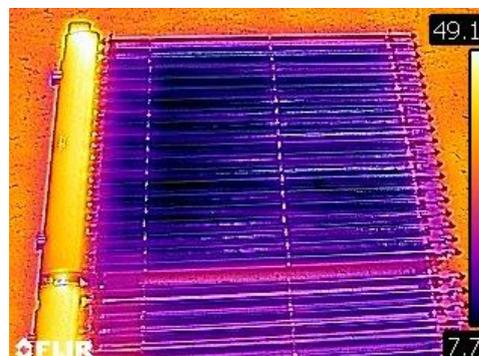


Schéma. 8: Capteurs à tubes sous vide en stagnation (température du capteur: 110°C)

Le problème se pose également avec les capteurs sur châssis. En effet, les degrés d'inclinaison du capteur et du toit sont différents, ce qui a donc un impact sur la réflexion du rayonnement infrarouge de la caméra thermique. Le toit ne peut donc pas, comme dans le cas d'installations parallèles à celui-ci, être utilisé comme surface de référence au rayonnement infrarouge afin de révéler que sa chaleur n'est pas transmise au capteur.

Autre point rendant ce procédé peu fiable: les installations solaires thermiques peuvent également se trouver en stagnation si le chauffe-eau est déjà plein. C'est souvent le cas, en été, des installations destinées au chauffage d'appoint et des installations de préparation d'eau chaude sanitaire trop grandes. Il est possible de déterminer s'il s'agit d'une installation destinée au chauffage d'appoint ou non à partir des données relatives au soutien des cantons. Env. 35% des installations solaires encouragées par le canton de Bâle-Campagne sont des installations de préparation d'eau chaude sanitaire et de chauffage d'appoint, pour lesquelles la thermographie peut difficilement permettre d'identifier un dysfonctionnement.

Afin de détecter un dysfonctionnement dû à une stagnation dans les installations destinées au chauffage d'appoint, il est conseillé de réaliser les prises de vue par infrarouge au début ou à la fin de la saison hivernale, lorsque la chaleur fournie par le soleil est effectivement transmise à des fins de chauffage et que le capteur ne risque pas d'être en surchauffe du fait d'un chauffe-eau solaire plein, ce qui est courant en été avec ce type d'installations.

Les restrictions mentionnées ci-dessus ne permettent à la technologie du rayonnement infrarouge de n'être utilisée que comme une méthode de présélection, afin de déterminer quelles installations solaires doivent être analysées plus précisément. Cette méthode ne peut donner aucun renseignement quant à la cause des arrêts de service des installations et ne remplace en aucun cas l'inspection des installations.

3.5.1 Thermographie par vol de drones

Pour la suite de l'enquête de faisabilité, des professionnels du vol de drones ont été contactés et les dispositions légales ont été consultées.

En nous renseignant auprès d'un de ces prestataires, nous avons appris que 330 installations pouvaient être survolées et enregistrées en une journée à Bâle-Ville. Le coût de cette opération s'élève

environ à 3000,- CHF. Il convient toutefois de tenir compte du fait que dans l'exemple de Bâle-Ville, env. 30% des installations solaires ne peuvent être contrôlées par cette méthode, étant donné qu'il s'agit de capteurs à tubes sous vide et de panneaux solaires sur châssis.

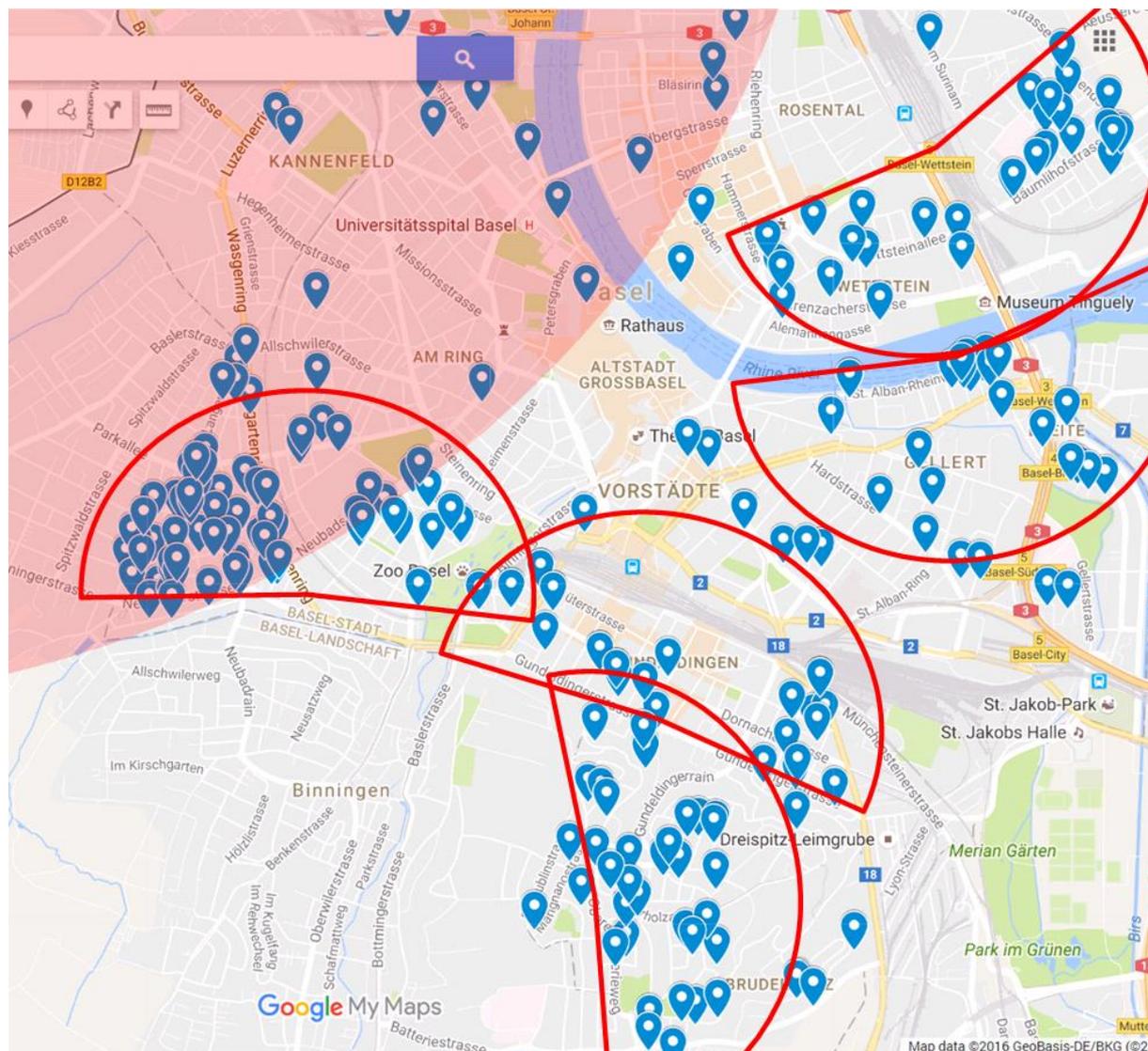
L'exploitation des photos s'effectue ensuite manuellement et nécessite env. 5 minutes par photo. Comme nous l'avons détaillé plus haut, après avoir détecté une stagnation, l'installation solaire doit encore être inspectée afin d'en déterminer l'origine. Cette méthode permet une détection efficace des arrêts de service, mais demande ensuite une inspection coûteuse sur place, ce qui la rend peu intéressante. C'est pour cette raison, mais également à cause des conditions météorologiques inadaptées à un vol de test au cours de la saison hivernale 2016/2017, que le survol des installations par drone à des fins de test a été abandonné.

En ce qui concerne les dispositions légales, s'appliquent principalement les ordonnances de l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) en matière de vol de drones:

<https://www.bazl.admin.ch/bazl/fr/home/bonasavoir/drones-et-modeles-reduits.html>

Survoler Bâle exige de tenir compte du fait que l'utilisation de modèles réduits et de drones d'un poids compris entre 0,5 et 30 kg est interdite si ceux-ci se trouvent à une distance inférieure à 5 km des pistes d'un aérodrome civil ou militaire. Après discussion avec l'EuroAirport et l'OFAC, le vol d'un drone peut être envisagé s'il a été au préalable négocié avec l'aéroport.

Le Schéma 9 indique les emplacements des installations solaires thermiques encouragées entre 2012 et 2015, avec représentation de la zone de 5 km dans laquelle des restrictions de survol s'appliquent à la ville de Bâle. Les périmètres de vol représentés ont été calculés en collaboration avec un professionnel du vol de drone.



Légende

Zone de 5 km dans laquelle des restrictions s'appliquent aux modèles réduits et aux drones aux abords des terrains d'aviation (Office fédéral de l'aviation civile (OFAC))

Périmètre vol de drones avec contact visuel



Emplacements installations solaires à contrôler



Schéma 9: Emplacements des installations solaires thermiques encouragées entre 2012 et 2015, avec représentation de la zone de 5 km dans laquelle des restrictions de survol s'appliquent à Bâle-Ville. Les demi-cercles rouges indiquent les périmètres de vol pour lesquels le pilote a toujours un contact visuel avec le drone.

4 Enquête auprès des autorités, des propriétaires et des constructeurs/installateurs

Nous avons mené une enquête en ligne afin de mieux comprendre les besoins du marché actuel; 41 propriétaires, 6 autorités cantonales, l'association Swissolar ainsi que 17 fabricants/installateurs d'installations solaires ont été interrogés. Cinq autorités, 8 fabricants ou installateurs et 21 propriétaires y ont répondu.

62% des fabricants ou installateurs et 100% des propriétaires interrogés sont intéressés par la pose d'un indicateur de défaut sur une installation solaire thermique déjà posée dans la mesure où celui-ci ne coûte pas plus de 50,- CHF. Quatre des 5 autorités pourraient aider à financer la pose de ce dispositif et/ou l'encourager grâce à la diffusion active d'informations.

Neuf des 21 propriétaires interrogés ont déclaré que leur installation solaire présentait déjà un dysfonctionnement, mais seulement 5 installations étaient équipées d'un système de surveillance. À la question «Combien le système de surveillance d'une petite installation doit-il coûter au maximum?», le prix moyen était compris entre 200,- et 300,- CHF.

À la question «Qui doit être prévenu en cas de dysfonctionnement?», la majorité des participants à l'enquête ont opté pour l'envoi d'un message au propriétaire de l'installation par SMS ou par e-mail.

Les détails de cette enquête figurent en annexe.

L'enquête révèle que la demande en matière de systèmes de surveillance pour les petites installations existe bel et bien. Selon l'enquête, leur coût pourrait même être plus élevé que le prix indicatif de 50,- CHF que nous avons fixé pour l'indicateur de défaut que nous avons conçu. Ainsi, la mise en place de systèmes de surveillance avec connexion Internet comme ceux proposés par la société TecSol en France deviendrait réalisable. La condition sine qua non serait cependant que le réseau LoRaWAN couvre l'ensemble de la Suisse.

5 Conclusions

Nous considérons que les contrôles qualité des installations solaires thermiques suisses s'avèrent utiles, voire nécessaires.

Les cantons, en tant que promoteurs de cette technologie, devraient particulièrement y trouver leur intérêt, de même évidemment que les propriétaires et installateurs, ainsi que les associations professionnelles.

Ce n'est qu'en contrôlant le bon fonctionnement de l'intégralité de ces installations que leur potentiel sera pleinement exploité. Il nous semble que ce type de contrôle généralisé à l'échelle nationale se trouve parfaitement à portée de main, à un prix tout à fait raisonnable et acceptable pour le propriétaire (même pour de petites installations). Un gros travail de développement reste toutefois nécessaire à la réalisation de cet objectif.

En ce qui concerne la marche à suivre, nous recommandons l'introduction à court terme d'un contrôle de fonctionnement faisant appel aux méthodes existantes, puis à plus long terme le développement d'une nouvelle méthode adaptée au marché de l'énergie solaire suisse. À court terme, en association avec la filière professionnelle, le modèle d'indicateur de défaut simplifié conçu dans le cadre de ce projet ou un enregistreur de température (durée d'un an) peut être posé avec toute nouvelle installation en maison individuelle. Pour les grandes installations, les systèmes de surveillance existants tels que ceux d'Egon AG peuvent être utilisés.

À long terme, l'introduction d'un système de surveillance en ligne bon marché contrôlant le flux à l'entrée de l'installation solaire et comparant les données aux valeurs actuelles d'ensoleillement constitue la solution idéale pour les installations existantes comme pour les nouvelles installations. Il est facile à poser et ne présente qu'un faible taux d'erreur.

Sans revendication et sans encouragement, le fonctionnement des installations solaires ne pourra pas être contrôlé. De ce fait, les efforts fournis n'auront de valeur que si une étroite collaboration est établie entre la filière professionnelle, les services cantonaux de l'énergie et SuisseEnergie. Le critère de surveillance active des installations solaires d'une puissance inférieure à 20 kW figurant actuellement dans le **modèle d'encouragement harmonisé des cantons** (ModEnHa 2015) devrait également être étendu aux petites installations. Notre enquête a révélé que les cantons pourraient financer un contrôle de fonctionnement simple grâce à un indicateur de défaut très abordable et en fournissant quelques efforts de communication. Dans le même temps, la diffusion peut être favorisée par une communication de SuisseEnergie et Swissolar.

SuisseEnergie est prêt à enrichir son site Internet comme représenté ci-dessous (voir: <https://www.suisseenergie.ch/page/fr-ch/mon-installation-solaire>)

Construire mon installation solaire



Etape 1: Déterminez le potentiel solaire de votre toit et de vos façades

Etape 7 : Après la mise en service...



- Environ trois ans après la mise en service, nous vous conseillons d'effectuer un contrôle de l'installation pour s'assurer de son bon fonctionnement.
- Notre partenaire la SSES (<http://www.sses.ch/index.php?id=503&L=2&PHPSESSID=86f065e95bab7982e1820fd402d72257>) (société suisse d'énergie solaire) propose des tests de qualité effectués par des professionnels indépendants.
- Notre partenaire Swissolar (association des professionnels de l'énergie solaire) offre un service d'Ombudsman pour des médiations entre maîtres d'ouvrage et fournisseurs/ installateurs Pros du solaire®.

→ Nous vous recommandons d'équiper votre installation solaire d'un indicateur de défaut solaire.

Schéma 10: les sept étapes de la mise en place d'une installation solaire par SuisseEnergie, ajout potentiel **en rouge**.

6 Sources

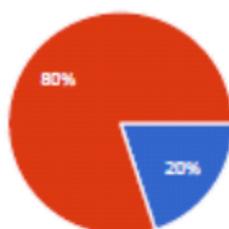
- [1.] J. Böhringer (Helvetic Energy GmbH), U. Wolfer, W. Hintz (BFE), Kontrollen von solarthermischen Anlagen, Bundesamt für Energie, 2016
- [2.] B. Sitzmann, Energie Zukunft Schweiz, Schlussbericht Qualitätsprüfung thermische Solaranlagen 2015, Im Auftrag von Kanton Basel-Stadt und Kanton Basel-Landschaft.
- [3.] B. Sitzmann, Energie Zukunft Schweiz, Schlussbericht Qualitätsprüfung thermische Solaranlagen 2014, Im Auftrag von Kanton Basel-Stadt und Kanton Basel-Landschaft.
- [4.] B. Sitzmann, Energie Zukunft Schweiz, Schlussbericht Qualitätsprüfung thermische Solaranlagen 2013, Im Auftrag von Kanton Basel-Stadt und Kanton Basel-Landschaft.
- [5.] B. Sitzmann, Energie Zukunft Schweiz, Schlussbericht Qualitätsprüfung thermische Solaranlagen 2012, Im Auftrag von Kanton Basel-Stadt und Kanton Basel-Landschaft.
- [6.] B. Sitzmann, Energie Zukunft Schweiz, Schlussbericht Qualitätsprüfung thermische Solaranlagen 2011, Im Auftrag von Kanton Basel-Stadt und Kanton Basel-Landschaft.
- [7.] B. Sitzmann, Energie Zukunft Schweiz, Schlussbericht Qualitätssicherung Förderprogramm „Sonnenkollektoren für Warmwasser und Heizungsunterstützung“, 2014, Im Auftrag von Kanton Solothurn
- [8.] Ch. Fink, Entwicklung von thermischen Solaranlagen mit unproblematischen Stagnationsverhalten. AEE Gleisdorf 2003
- [9.] Jörn Scheuren, Untersuchungen zum Stagnationsverhalten solarthermischer Kollektorfelder, Universität Kassel, 2008

7 Annexe

Pour les résultats de l'enquête, consulter les pages suivantes.

Enquête menée auprès de 5 autorités

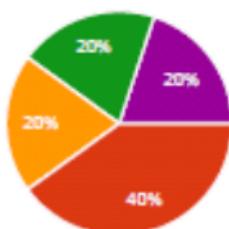
1. Réalisez-vous régulièrement un contrôle qualité des installations solaires thermiques financées?



Oui 1 = 20 %

Non 4 = 80 %

2. Votre service de l'énergie soutiendrait-il la pose d'un indicateur de défaut coûtant moins de 50 CHF et ne nécessitant ni installation électrique supplémentaire ni intervention sur le système hydraulique?



Oui, moyennant une participation financière complémentaire

0 = 0 %

Oui, en s'assurant que la contribution donne effectivement lieu à la pose de l'indicateur de défaut

2 = 40 %

Oui, par une campagne médiatique en association avec les associations professionnelles

1 = 20 %

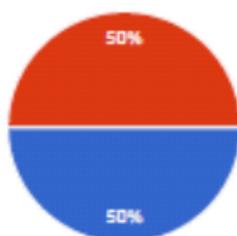
Non

1 = 20 %

Autre

1 = 20 %

3. Encourageriez-vous la pose de ce type d'indicateur de défaut sur toutes les installations solaires encouragées déjà existantes?



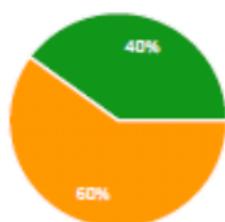
Oui 2 = 50 %

Non 2 = 50 %

Si la réponse est non, pour quelle raison?

L'ampleur des démarches administratives nécessaires pour proposer une si faible contribution (elle ne doit pas être élevée) est disproportionnée. En revanche, dans le cadre de nouveaux projets encouragés, nous pourrions envisager d'exiger un tel dispositif de surveillance pour que les acheteurs puissent prétendre à une contribution.

Qu'entend-on exactement par encourager? Encourager financièrement? Promouvoir le concept? Cela reste encore à préciser. Financièrement, a priori non, mais concernant le concept, la communication d'informations ciblées doit être envisageable.

4. Selon vous, comment l'indicateur de défaut doit-il transmettre l'alerte?

Alerte sonore à la cave (suffisante)	0 = 0 %
Alerte sonore dans la cage d'escalier	0 = 0 %
E-mail ou SMS	3 = 60 %
Autre	2 = 40 %

5. Qui doit recevoir le signal indiquant un dysfonctionnement?

Propriétaire	5 = 100 %
Installateur	0 = 0 %
Organisation externe (p. ex. Swisstec)	0 = 0 %

6. De votre point de vue, quel doit être le coût maximal par installation d'un tel système (en CHF)?

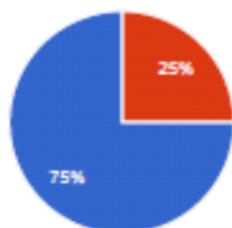
Maison individuelle: env. 200,- / Immeuble: env. 500,- avec abonnement annuel (10,- /an), si contrat d'entretien compris

max. 100,- CHF

moins de 50,-

Enquête menée auprès de 8 fabricants ou installateurs

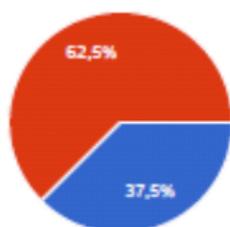
1. Avez-vous affaire à des installations solaires thermiques ne fonctionnant pas correctement?



Oui 6 = 75 %

Non 2 = 25 %

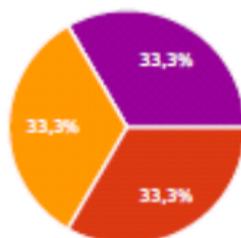
2. Ces installations sont-elles équipées d'un système de surveillance?



Oui 3 = 37,5 %

Non 5 = 62,5 %

Si oui:



Surveillance en ligne

0 = 0 %

Surveillance par enregistrement du rendement solaire en kWh

1 = 33,3 %

Surveillance de la hausse graphique de la température

1 = 33,3 %

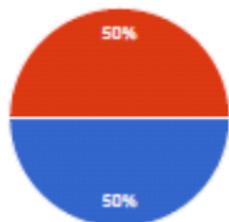
Surveillance de la signalisation des dysfonctionnements

0 = 0 %

Autre

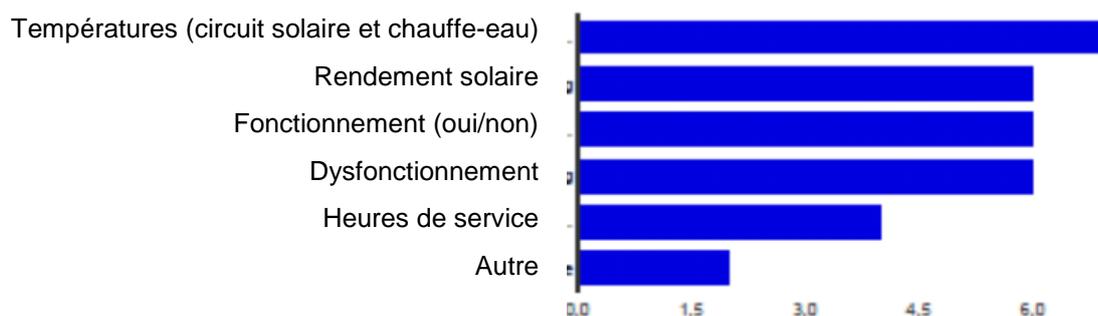
1 = 33,3 %

3. En êtes-vous satisfait?



Oui, très satisfait	1 = 50 %
Moyennement, mais pas de meilleure solution	1 = 50 %
Non, pas satisfait en réalité	0 = 0 %
Satisfait mais prix trop élevé	0 = 0 %
Autre	0 = 0 %

4. Selon vous, que doit au moins indiquer un système de surveillance?



Températures (circuit solaire et chauffe-eau)	7 = 87,5 %
Rendement solaire	6 = 75 %
Fonctionnement (oui/non)	6 = 75 %
Dysfonctionnement	6 = 75 %
Heures de service	4 = 50 %
Autre	2 = 25 %

5. Combien (en CHF) le système de surveillance d'une petite installation doit-il coûter au maximum?

Pour un système en ligne intégralement posé : max. 300 Fr.

100 - 500,-

250,00

utile uniquement dans le cas de grandes installations

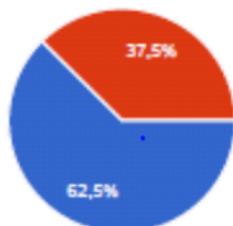
Fr. 300,-

400 - 600,- Fr.

500,-

Certains fabricants équipent déjà leurs appareils d'enregistreurs et de cartes à puce ; c'est un plus, sans frais supplémentaires

6. **Accepteriez-vous d'équiper l'intégralité de vos installations solaires existantes d'un système de surveillance simple permettant de signaler les cas de panne, coûtant moins de 50 CHF et ne nécessitant ni installation électrique supplémentaire ni intervention sur le système hydraulique?**



Oui 5 = 62,5 %

Non 3 = 37,5 %

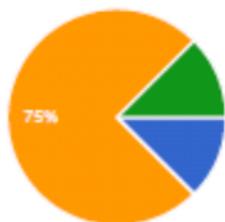
Si la réponse est non, pour quelle raison?

Un tel système ne coûte pas 50,- Fr. :-) à moins qu'il ne soit encouragé par la Confédération.

Demande beaucoup de temps pour contacter tous les clients et installer le module. Hors de question pour les installations sous contrat d'entretien.

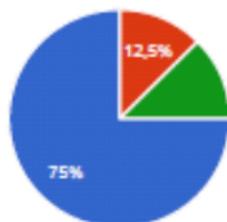
Si le client contrôle son installation lui-même, cela n'est pas nécessaire ; pour les autres, oui

7. **Selon vous, comment l'alerte doit-elle être donnée en cas de dysfonctionnement?**



Alerte sonore à la cave (suffisante)	1 = 12,5 %
Alerte sonore dans la cage d'escalier	0 = 0 %
E-mail ou SMS	6 = 75 %
Autre	1 = 12,5 %

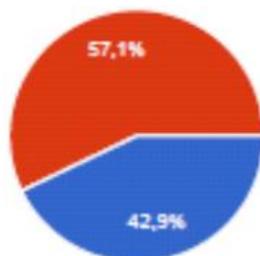
8. **Qui doit recevoir le signal indiquant un dysfonctionnement?**



Propriétaire	6 = 75 %
Installateur	1 = 12,5 %
Organisation externe (p. ex. Swisstec)	0 = 0 %

Enquête menée auprès de 21 propriétaires

1. Votre installation solaire thermique a-t-elle déjà présenté un dysfonctionnement depuis sa mise en service?

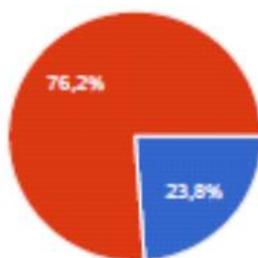


Oui 9 = 42,9 %

Non 12 = 57,1 %

Autre 0 = 0 %

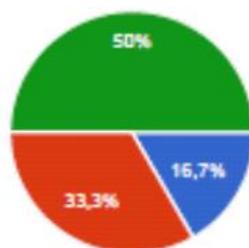
2. Votre installation solaire est-elle équipée d'un système de surveillance des dysfonctionnements ?



Oui 5 = 23,8 %

Non 16 = 76,2 %

Si oui:



Surveillance en ligne

1 = 16,7 %

Surveillance par enregistrement du rendement solaire en kWh

2 = 33,3 %

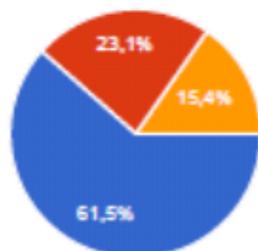
Surveillance de la hausse graphique de la température

0 = 0 %

Surveillance de la signalisation des dysfonctionnements

3 = 50 %

3. En êtes-vous satisfaits?



Oui, très satisfait	16 = 61.5%
Moyennement, mais pas de meilleure solution	3 = 23,1 %
Non, pas satisfait en réalité	2 = 15,4 %
Satisfait mais prix trop élevé	0 = 0 %
Je ne sais pas	0 = 0 %

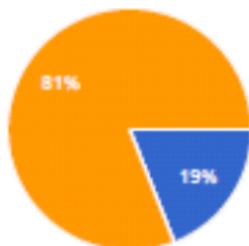
4. Accepteriez-vous d'équiper votre installation solaire d'un indicateur de défaut coûtant moins de 50 CHF et ne nécessitant ni installation électrique supplémentaire ni intervention sur votre système hydraulique?



Oui	21 = 100%
Non	0 = 0%

5. Selon vous, combien (en CHF) un indicateur de défaut ou un système de surveillance doit-il coûter au maximum?

200,-
 1000
 150,-
 100,-
 100 CHF
 CHF 250,00
 CHF 200
 CHF 200,00
 150,00
 pas plus de CHF. 100,-
 CHF 100
 Cela dépend de l'installation ou de la complexité de la surveillance. Dans mon cas, env.
 500,-
 200
 de préférence rien
 200 CHF

6. Selon vous, comment l'indicateur de défaut doit-il transmettre l'alerte?

Alerte sonore à la cave (suffisante)	4 = 19 %
Alerte sonore dans la cage d'escalier	0 = 0 %
E-mail ou SMS	17 = 81 %

7. Qui doit recevoir le signal indiquant un dysfonctionnement?

Propriétaire	21 = 100 %
Installateur	0 = 0 %
Organisation externe (p. ex. Swisstec)	0 = 0 %