

Rapport intermédiaire décembre 2003

Détection et identification de dysfonctionnements affectant les installations solaires pour la production d'eau chaude sanitaire

Résultats

Rédigé par
Claude Jobin
AGENA énergies
Z.I. Le Grand Pré, 1510 MOUDON

Moudon, le 27 janvier 2004

Cette étude a été accomplie sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie.
L'auteur est seul responsable du contenu et des conclusions.

TABLE DES MATIERES

Résumé	page 2
Zusammenfassung	page 3
Abstract.....	page 4
1. Situation du projet à fin 2002	page 5
2. Rappel des installations étudiées	page 6
3. Objectif des travaux 2003	page 6
4. Démarche adoptée	page 6
5. Journal - résultats	page 7
6. Analyse - succès et échecs	page 8
7. Décisions pour corrections des échecs et améliorations	page 10
8. Perspectives	page 11

Résumé

Dans un premier rapport établi à fin 2002, nous avons posé les bases de l'étude en cours destinés à développer, appliquer et surveiller des systèmes de détection de dysfonctionnements dans les installations solaires thermiques. La détection sûre et rapide d'éventuelles pannes est en effet garante de la sécurité de l'installation et d'un apport énergétique solaire régulier.

A cet effet, une régulation a été étudiée et mise sur le marché en 2002-2003. Une centaine de régulateurs intégrant les fonctions de détection de pannes éventuelles sont maintenant en service sur des installations de production d'eau chaude solaire dans des maisons familiales. Leur suivi fait l'objet d'un journal de bord.

Les avis, commentaires et remarques des propriétaires d'installation ainsi que des monteurs de service ont permis un avancement rapide des connaissances.

L'application pratique de ces régulateurs a permis de corriger les défauts de jeunesse, d'établir des bases dans le domaine de la détection des dysfonctionnements et d'élaborer des choix pour l'amélioration des systèmes proposés.

Zusammenfassung

In einem ersten Ende 2002 erstellten Rapport haben wir die Grundlagen der laufenden Studie erstellt. Diese sind die Entwicklung, Anwendung und Überwachung von Systemen zur Entdeckung von Fehlfunktionen bei thermischen Solaranlagen. Die sichere und schnelle Entdeckung von eventuellen Pannen ist eine Sicherheitsgarantie der Anlage und ein regelmässiger Zubringer der Solarenergie.

Zu diesem Zweck wurde im Jahre 2002/2003 eine in der Studie entwickelte Regulierung auf den Markt gebracht.

Etwa 100 dieser Regulierungen mit integrierter Funktion zum Entdecken eventueller Fehlfunktionen sind jetzt in Betrieb auf Solarwarmwasseranlagen in Einfamilienhäusern.

Sie werden mit einem Bordbuch überwacht.

Die Ansichten, Kommentare und Bemerkungen der Anlagenbesitzer sowie der Service-Monteure haben uns viele Kenntnisse und bedeutend vorwärts gebracht.

Die Anwendung dieser Regulierungen erlaubt uns die Korrektur der Anfangsfehler und ist die Grundlage für die Entdeckung von Fehlfunktionen und erlaubt somit eine Verbesserung der bestehenden Systeme.

Summary

In a first report established at the end of 2002 the fundamentals of the on-going study have been set up. The goal was to develop, apply and oversee detection systems for malfunction/failure of solar thermal installations. A reliable and quick detection of possible breakdowns is of paramount importance to guarantee the security of an installation and a steady solar energy-giving supply.

Therefore, an adequate control system has been studied and introduced in 2002-2003 to the market. Hundred of such systems/regulators preventing all kind of breakdowns are currently in use for regular home hot water needs. Their follow-up is carefully written down.

All observations and comments from owners of such installations have contributed to a spectacular know how enhancement. The application of such regulators has allowed to fix inherent defects due to the early stage in their development, and also to define the basis of the malfunction detection area. Then, options for continuous improvement could be easily put in place.

1. Situation du projet à fin 2002

La présentation détaillée et complète du projet a fait l'objet du rapport remis en décembre 2002.

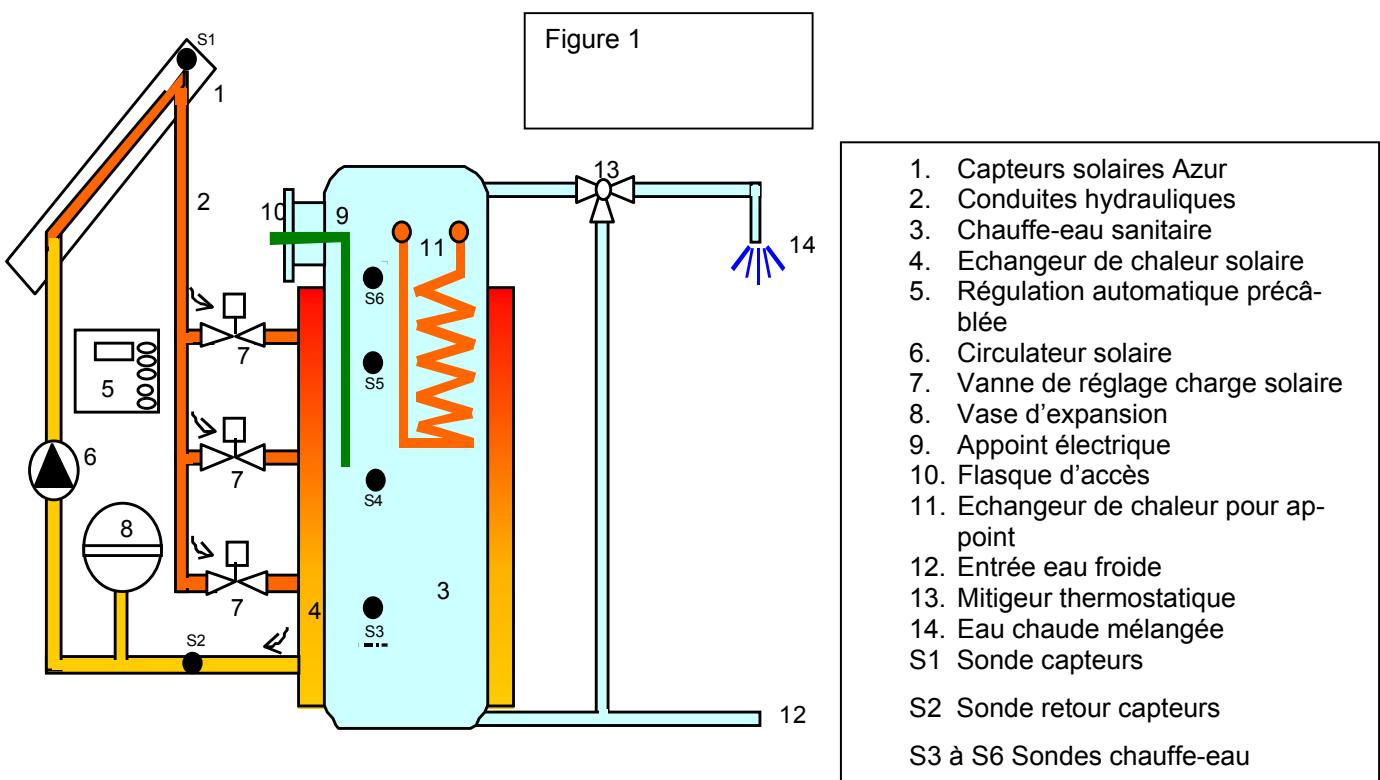
Rappelons pour l'essentiel que le but du projet consiste en la détection de pannes éventuelles sur des installations solaires et à leur correction rapide afin de garantir l'apport énergétique de ces installations.

A cet effet, le cahier des charges d'une nouvelle régulation intégrant ce mandat a été établi par Agena en août 2001.

Le software et le hardware du régulateur ont été conçus et fabriqués par une petite entreprise spécialisée dans la conception d'appareils électroniques destinés aux installations solaires thermiques et photovoltaïques.

Les premières régulations équipées de fonctions de détection de dysfonctionnement ont été mises en service dès juin 2002. Elles sont destinées à des installations solaires de production d'eau chaude sanitaire dans les maisons familiales.

Une centaine de régulateurs de ce type sont en service à fin 2003. Les installations livrées avec ces régulateurs ont fait l'objet d'un suivi dès leur mise en service sous la forme d'un journal de bord indiquant toutes les interventions nécessaires aux contrôles et au bon fonctionnement du système.



2. Rappel des installations étudiées (informations tirées du rapport décembre 2002)

"Le régulateur étudié est utilisé sur des installations solaires standard type Kit solaire. Ces kits solaires sont généralement équipés de 3 à 12 m² de capteurs thermiques plans. Ces installations sont dimensionnées afin de fournir de l'eau chaude sanitaire pour 3 à 15 personnes. Il existe plusieurs types de kits solaires. Dans notre cas, nous étudions plus particulièrement un kit solaire à charge stratifiée (figure 1). Il se compose d'une cuve de stockage d'eau chaude munie d'un appoint en partie haute et d'un échangeur de chaleur à double manteau pour l'apport solaire. Afin de permettre une gestion optimale des énergies solaires et d'appoint, six sondes de température ainsi qu'un régulateur équipent le kit solaire. Quatre sondes sont situées dans la cuve dans le sens de la hauteur, une sonde est placée sur les capteurs solaires et une dernière sur la conduite allant aux capteurs."

Ces sondes sont nécessaires à la gestion normale du système. La détection des dysfonctionnements éventuels fait également appel à ces sondes. La détection des pannes n'engendre dès lors pas de frais supplémentaires de fourniture ou de main- d'oeuvre.

En option, l'installation peut encore être équipée d'un compteur volumétrique sur le circuit solaire

3. Objectif des travaux 2003

L'étude, la fabrication et la commercialisation des régulateurs étant établis à fin 2002, le but des travaux 2003 consiste à:

- l'analyse du comportement du régulateur en situation réelle
- enregistrer l'expérience et les commentaires des monteurs de service et des usagers de l'installation

4. Démarche adoptée

Les régulateurs faisant l'objet de l'étude ont été testés en situation réelle chez des propriétaires particuliers. Ces régulateurs équipent les kits solaires Agena et sont vendus dans le cadre d'une transaction commerciale classique:

- préfabrication en atelier chez Agena
- vente et livraison à l'installateur
- montage par l'installateur
- mise en service par Agena
- suivi et garantie par Agena

A la suite de ces travaux:

- Les installations mises en service sont répertoriées
- Des fiches de contrôle de mise en service sont établies
- Le n° de fabrication et la version du régulateur sont relevés

- Une instruction orale est effectuée auprès de chaque propriétaire concernant le fonctionnement de l'installation solaire et du régulateur
- Un cahier d'instructions ainsi qu'un résumé est remis à chaque propriétaire

Le suivi des installations consiste à:

- Contrôle journalier d'une installation type en service chez Agena
Ce contrôle comprend 2 aspects:
un contrôle visuel est effectué, doublé d'une analyse des fichiers informatiques acquis grâce aux mesures effectuées sur cette installation.
- Contrôle épisodique sur quelques installations en service
- Analyse des questions ou défauts signalés par monteurs de service ou les propriétaires
- Mise à jour des software et hardware ou corrections des pannes chez les propriétaires
- Toutes les remarques ou interventions sont consignées dans le journal de bord

Important

Les propriétaires ont été sensibilisés à la nécessité d'un contrôle régulier de l'installation en raison du nouveau type de régulateur. Il est à noter que ces contrôles sont réalisés quasi naturellement dans les premiers temps de fonctionnement de l'installation solaire. Les propriétaires sont en effet curieux d'examiner le comportement de leur nouvelle installation. Toutefois, ces contrôles s'estompent au fil du temps.

Classification des défauts

- Hardware régulateur
- Software régulateur
- Défaut sur circuit solaire ou sanitaire
- Erreur cahier des charges

Les pannes "Hardware" regroupent tous les défauts constatés sur les pièces électroniques, mécaniques et accessoires (sondes) du régulateur.

Les pannes "Software" comprennent les défauts de programmation du régulateur, fonctionnements aléatoires ou parasites.

Les pannes "Défauts circuits" concernent les défauts sur le matériel hydraulique des circuits solaires ou sanitaires, ainsi que les fuites, mauvaise purge, erreur de montage.

Les pannes "Erreur de cahier des charges" mentionnent les erreurs commises lors de la rédaction du mode de fonctionnement du régulateur.

5. Journal - résultats

Voir feuilles annexes fin rapport.

6. Analyse - succès et échecs

Types de pannes

Le contenu du journal de bord montre une liste impressionnante de pannes: près de 50 interventions pour 100 régulateurs installés!

Il ressort toutefois d'un examen du journal que les défauts relevés concernent pour l'essentiel le "Hardware" et "Software".

Tous ces défauts ont nécessité l'intervention d'un monteur ou d'un technicien pour réparation.

Type de panne	Nombre pannes	Défauts 1 signalés	Défauts 2 non signalés	Défauts 3 évidents	Sans défauts
Hard	18				
Soft	21				
Circuit	3				
Cahier	3				
TOTAL	45	25	14	5	1

Défauts 1

- Pannes signalées sur le régulateur par une alerte prévue dans le cahier des charges.

Défauts 2

- Non signalées sur le régulateur mais pannes apparentes pour le monteur de service ou l'usager, constatées en raison d'un fonctionnement erratique du régulateur ou de l'installation.

Défauts 3

- Pannes évidentes: apparentes même sans contrôle de l'installation, par exemple bruit, manque d'eau chaude, etc.

Commentaires sur le cahier des charges

Les 3 erreurs dues au cahier des charges concernent l'enclenchement de l'appoint chaudière. Une coupure de l'appoint en fonction des températures à différents niveaux dans la cuve solaire est énergétiquement intéressante. Toutefois, nous avons constaté à cette occasion que les régulateurs de production d'eau chaude livrés actuellement avec les chaudières permettent difficilement une intervention annexe d'une commande tierce.

Commentaires sur les installations

Les installations ont présenté peu de défauts dit "classiques".

Trois défauts se répartissent ainsi:

- 2 fuites sur le circuit solaire, signalé par le régulateur "erreur débit".
- 1 fuite sur le circuit sanitaire (joint chauffe-eau) non signalé.

Commentaires sur le régulateur

La détection des pannes a été utile à deux reprises (voir ci-dessus). Pour le reste, les détections de pannes qui auraient pu être utiles (par exemple des défauts de sondes), ont été noyées dans les erreurs de hardware et software non imputables à l'installation.

En résumé, le régulateur a:

- détecté 2 pannes réelles
- a provoqué 39 pannes!
- n'a pas permis de séparer d'éventuelles "vraies" pannes de sonde des erreurs de hardware et software

Règles de base

Au vu des premières expériences réalisées, il apparaît déjà quelques règles de base à appliquer lors du choix de la programmation ou de l'élaboration d'un régulateur offrant la possibilité de détection de dysfonctionnements:

- Le régulateur doit être minutieusement testé avant sa commercialisation. Tous les cas de figures de fonctionnement doivent être simulés.
- Il n'est pas admissible que le Hardware ou le Software provoquent des pannes supplémentaires parasites. Dans ce cas, l'usager de l'installation est bien désécurisé.
- L'affichage de défauts éventuels doit être simple et compréhensible pour l'usager.
- L'affichage des défauts sur le régulateur peut être doublé d'un affichage lumineux ou acoustique à distance.
- Une instruction détaillée expliquera la marche à suivre en cas de défaut signalé.
- Le régulateur devrait disposer, en plus de l'affichage, des défauts destiné à l'usager, une possibilité d'analyse du dysfonctionnement constaté, par exemple un stockage et un affichage sous forme graphique des mesures statistiques de l'installation.
- Dans les grandes installations, les données des mesures de l'installation devraient être consultables à distance.

7. Décisions pour corrections des échecs et améliorations

A fin 2003, les défauts de jeunesse concernant le hardware et le software de la régulation ont certainement été corrigés sur les 100 installations en service. Les statistiques qui seront consignées dans le journal de bord en 2004 seront certainement plus intéressantes que celles de 2003:

- les défauts éventuels détectés seront vraisemblablement réels
- les installations seront en service au moins depuis une année

Hormis les corrections mentionnées, il n'est plus envisagé d'autres améliorations sur ce régulateur. En effet, cette expérience a démontré:

- L'énorme investissement en temps nécessaire à l'étude et à la mise au point des fonctions du régulateur.
- Les limites des capacités d'études et de respect des normes de qualité d'un développeur/ fabriquant oeuvrant seul.
- Les limites techniques du régulateur dont la conception date de 2 ans. Ses capacités de calcul et de logique limitées brident le développement de nouvelles fonctions.
- La correction d'erreurs de fabrication sur les installations est économiquement inacceptable.
- Les propriétaires d'installations motivés par les recours à l'énergie solaire peuvent éventuellement excuser un petit défaut initial, mais ne sont certainement pas prêts à participer à la mise au point d'un régulateur ou de nouvelles fonctions.

8. Perspectives

Au printemps 2003 sont apparus sur le marché des régulateurs élaborés dédiés à la gestion des installations solaires. Ces régulateurs sont conçus et produits par de grandes entreprises spécialisées dans le secteur électronique et qui comprennent un département solaire ou sont entièrement dédié à cette activité.

Ces régulateurs augmentent le champ d'application de la détection des pannes. Ils sont en effet programmables et permettent la gestion, non pas d'un seul type d'installation, mais de dizaines d'installations différentes préprogrammées ou paramétrables individuellement.

Dans le cadre de la détection des dysfonctionnements d'installations solaires, ces régulateurs offrent les fonctions suivantes:

- Détections des erreurs de branchement ou de défectuosité des sondes
- Programmation individuelle des contrôles internes des logiques de fonctionnement, faisant appel aux points de mesure équipant le régulateur: sondes, débitmètre, solarimètre, etc.
- Mesures du rayonnement solaire et de l'énergie solaire captée (points de mesure en option)
- Affichage instantané des données mesurées avec mémoires pour indication sur l'écran de contrôle des courbes ou diagrammes statistiques jour/mois/année/5ans.
- La régulation dispose d'une connexion RS232. Un soft développé par un étudiant du COMEM¹, dans le cadre d'un travail de diplôme, permet la récupération automatique des données via un modem sur le site de l'installation.

Dans une phase ultérieure, il est prévu d'utiliser cette possibilité pour le contrôle à distance des installations. Un tel service hebdomadaire ou mensuel pourra être offert aux responsables de grandes installations solaires: régie, concierge, commune, etc.

La garantie de bon fonctionnement de l'installation au fil du temps pourra être assurée à moindre coût.

Ce type de régulation élaboré sera installé à partir de janvier 2004 et fera l'objet d'un journal de bord en compagnie des 100 régulateurs "maison" installés en 2002-2003.

Claude Jobin Moudon, le 27.1.2004

¹ Communication-Engineering-Management

Annexe 1 LISTE DES ERREURS REGULATION KITSOL 4

N° alarme	Description	Action du régulateur	Intervention
Err 1	Sonde capteurs S1 débranchée ou défectueuse	Mode : Secours solaire (chap. 7.1)	
Err 2	Sonde retour capteurs S2 débranchée ou défectueuse		
Err 3	Sonde chauffe-eau S3 débranchée ou défectueuse	Charge par V3 hors service	
Err 4	Sonde chauffe-eau S4 débranchée ou défectueuse	Mode : secours appoint (chap. 7.4)	
Err 5	Sonde chauffe-eau S5 débranchée ou défectueuse	Charge par V2 hors service	
Err 6	Sonde chauffe-eau S6 débranchée ou défectueuse	Mode : secours appoint (chap. 7.4)	
Err 7	Sonde capteurs S1 court-circuit ou défectueuse	Mode : Secours solaire (chap. 7.1)	
Err 8	Sonde retour capteurs S2 court-circuit ou défectueuse		
Err 9	Sonde chauffe-eau S3 court-circuit ou défectueuse	Charge par V3 hors service	
Err 10	Sonde chauffe-eau S4 court-circuit ou défectueuse	Mode : secours appoint (chap. 7.4)	
		Charge par V2 hors service	

Liste des alarmes (suite)

N° alarme	Description	Action du régulateur	Intervention
Err 11	Sonde chauffe-eau S5 court-circuit ou défectueuse	Mode : secours appoint (chap. 7.4) Charge par V1 hors service	Contrôle du branchement de la sonde ou remplacement de celle-ci
Err 12	Sonde chauffe-eau S6 court-circuit ou défectueuse	Mode : secours appoint (chap. 7.4)	
Err 13	Défaut circuit solaire	Mode : défaut circuit solaire Affichage : DEFAUT CIRCUIT SOL (voir chapitre 6.2)	<ol style="list-style-type: none"> Quittancer l'erreur le soir Si l'erreur se reproduit, vérifier le débit du circuit solaire et la pression du circuit solaire Avertir l'installateur ou AGENA
Err 14	Service détartrage	Pas de signal sonore Affichage : SERVIVE DETARTRAGE (voir également chap. 6.5)	Détartrage par un installateur sanitaire
Err 15	Erreur lecture sonde capteurs S1	Mode : Secours solaire (chap. 7.1)	
Err 16	Erreur lecture sonde retour capteurs S2		Contrôle du branchement de la sonde ou remplacement de celle-ci
Err 17	Erreur lecture sonde chauffe-eau S3		
Err 18	Erreur lecture sonde chauffe-eau S4	Mode : secours appoint (chap. 7.4)	
Err 19	Erreur lecture sonde chauffe-eau S5	Mode : secours appoint (chap. 7.4)	
Err 20	Erreur lecture sonde chauffe-eau S6	Mode : secours appoint (chap. 7.4)	
Err 21	Défaut cellule solaire		Contrôle du branchement de la cellule ou remplacement de celle-ci
Err 22	Défaut puissance capteurs solaires		

*erreur lecture sonde : Il s'agit d'une valeur de température de sonde affichée aberrante ou nulle. Exemples : 270°C / -50°C / absence de valeur. Au stade du contrôle visuel, il n'est pas possible de dire si le défaut provient de la sonde, du régulateur ou du raccordement électrique.

Annexe 2 : précisions sur le régulateur

Description

Un régulateur de base existait en langue allemande. Il s'agit d'un régulateur avec des types d'installations préprogrammés et des fonctions supplémentaires programmables.

Un logiciel séparé sur PC permet de programmer des installations et des fonctions plus personnalisées.

Programmation

Il existe 2 niveaux de programmation :

Niveau 1 :

programmer le type d'installation désiré (70 types différents dans le module)

- a) programmer des fonctions complémentaires à l'installation choisie (thermostat différentiel, périodes horaires, logique de surveillance, etc...)

Niveau 2 :

A l'aide du programme sur PC, programmer un type d'installation personnel.

Agena a réalisé le travail suivant :

Programmation de l'installation kitsol et traduction du logiciel du régulateur en français.

Fonction

Toutes les fonctions jugées utiles sur le régulateur kitsol 4 ont été implémentés sur ce nouveau régulateur. Les fonctions suivantes ont été ajoutées :

- affichage des valeurs totalisant les périodes de service des appareils
- possibilité d'affichage de la valeur du rayonnement solaire
- possibilité d'affichage de plusieurs compteurs d'énergiepossibilité d'affichage de compteurs volumétriques (par exemple : consommation d'eau chaude)
 - affichage sous forme graphique, courbe ou diagramme, des bilans journaliers mensuels et annuels de l'installation
 - affichage des valeurs maximales et minimales

Analyse des performances du nouveau régulateur

Le nouveau régulateur est équipé des témoins d'alarme identiques au régulateur kitsol 4. Durant cette année 2004, ils font l'effet du même suivi que sur le régulateur kitsol 4.

Conclusion

Les régulateurs kitsol 4 ne sont plus fabriqués. Le nouveau régulateur est « le fils spirituel » du kitsol 4. Il est issu des expériences acquises lors de cette étude. Ce nouveau régulateur offre l'avantage d'être plus fiable et d'offrir plus de possibilités de contrôle que le kitsol 4.