



Photo Roto

LES RÈGLES D'INSTALLATION

Les prescriptions générales pour l'installation des capteurs solaires thermiques sur des toitures inclinées sont définies dans :

- la norme NF DTU 65.12 *Installations solaires thermiques avec des capteurs vitrés* (décembre 2012) ;
- *Cahier du CSTB n° 1827 « Cahier des prescriptions techniques communes aux capteurs solaires plans à circulation de liquide faisant l'objet d'un Avis Technique »* (janvier/février 1983) ;
- *Cahier du CSTB n° 1612 « Recommandations générales de mise en œuvre des capteurs solaires semi-incorporés, incorporés ou intégrés sur une couverture par éléments discontinus »* (novembre 1979).

SOLAIRE THERMIQUE

QUATRE CAUSES RÉCURRENTES DE DÉSORDRES

TEXTE : PASCAL POGGI
PHOTOS : ARMACELL, CITRIN SOLAR, DR,
ROTO, SOLARWORLD, TISUN, WAGNER

Le retour d'expérience acquis sur les installations solaires thermiques met en lumière quatre principales sources de pathologies : le surdimensionnement, la surchauffe d'été, les erreurs à l'installation et une mauvaise exploitation. Pour autant, il est relativement simple de les éviter.

Photo DR



1 En solaire thermique, le mieux est l'ennemi du bien. Les installations de production d'ECS doivent être dimensionnées pour couvrir 40 à 50 % des besoins, pas davantage, à moins que les puisages ne soient prévisibles, importants et réguliers.

2 Tous les accessoires d'un primaire solaire doivent être en mesure de résister à de hautes températures de fonctionnement. Ce purgeur en point haut appartient à la gamme solaire de Caleffi : il résiste à une exploitation continue à plus de 100 °C, avec des pointes à 200 °C.

Disons-le tout de suite, en proportion des millions de m² de toitures équipées de solaire thermique depuis une quarantaine d'années en Europe, les sinistres avérés liés aux panneaux et autres composants des installations sont très peu nombreux. Ceci étant, comme la RT 2012 rend obligatoire l'emploi d'énergies renouvelables en maison individuelle et que de nombreux fabricants de pompes à chaleur, de chaudières ou spécialisés dans le solaire ont mis au point des « kits » solaires thermiques pour répondre aux exigences de cette réglementation, le taux de croissance du nombre d'installations solaires thermiques va sans doute s'accélérer. Des études terrain sur des bâtiments sinistrés conduites par Franck Cheutin, l'un des référents techniques pour le solaire thermique au CSTB (1), montrent que certains désordres semblent récurrents et qu'il est relativement facile de les éviter. La prévention consiste pratiquement toujours à respecter les Règles de l'art pour la conception et la mise en œuvre, à suivre les spécifications techniques des fabricants pour la pose, et enfin... à faire preuve de bon sens. Franck Cheutin a identifié quatre pathologies principales : le surdimensionnement dû à une mauvaise conception ; la surchauffe d'été, conséquence notamment du surdimensionnement ; les erreurs à l'installation ; et une mauvaise exploitation, souvent liée à la complexité des circuits hydrauliques et à un manque de formation des installateurs.

Dimensionnement : le mieux est l'ennemi du bien

Le surdimensionnement et la surchauffe d'été sont étroitement liés, la deuxième étant généralement la conséquence du premier. Dans le cas d'un Chauffe-eau solaire individuel (Cesi) et plus encore s'il s'agit d'un système collectif, le surdimensionnement est l'ennemi de la performance. Le bon rendement d'une solution solaire dépend d'un puisage régulier. Si le stockage est surdimensionné par rapport aux besoins, le rendement chute et les pertes augmentent, dans la mesure où l'échange de chaleur ne s'effectue plus dans les meilleures conditions entre le ballon et le primaire solaire. Par nature, un Cesi sous Avis Technique (ATec) est dimensionné avec précision puisque l'ATec couvre l'ensemble stockage + capteurs + accessoires : il suffit de respecter les règles de choix indiquées par le fabricant en fonction du nombre de personnes et de salles de bains, de la nature de leurs équipements (baignoire, douche, etc.) pour déterminer le Cesi adéquat. La démarche est différente lorsque l'installateur ou le bureau d'études conçoit lui-même le système à l'aide de composants disponibles chez les grossistes – capteurs, ballons, circulateurs, vase d'expansion, etc. Chaque fabricant de système en éléments séparés propose des outils de dimensionnement. L'Ines (Institut national de l'énergie solaire) et le CSTB recensent sur leur site Internet (2) les outils utilisables pour le dimensionnement des installations

(1) Franck Cheutin, de la division Evalie, direction clos et couvert au CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment), anime des formations sur les pathologies du solaire thermique (programme des formations du CSTB sur www.cstb.fr).

(2) www.ines-solaire.org/france/DT1279185878/page/Logiciels.html, rubrique « Solaire thermique » et www.cstb.fr.



2

solaires thermiques, tant pour la maison individuelle que pour le collectif, tant pour l'eau chaude sanitaire que pour les systèmes combinés (eau chaude + chauffage). On y trouve notamment *Logiclip*, le logiciel du fabricant Clipsol destiné au dimensionnement des installations de production d'eau chaude solaire, ainsi que le logiciel *TranSol* (site du CSTB). Selon Franck Cheutin, le dimensionnement correct pour une production d'eau chaude sanitaire en maison individuelle est de l'ordre de 50 l de stockage pour 1 m² de capteur, sans appoint électrique ou avec appoint par échangeur de chaleur, et de 70 l/m² avec un appoint électrique en heures creuses. Cette recommandation est conforme au guide pratique du CSTB *Chauffe-eau solaire individuel : conception, mise en œuvre et entretien* (3). Elle est également très proche du dimensionnement réel des Cesi sous Avis Technique, tant pour les solutions à thermosiphon que pour les systèmes avec circulateurs. Dans les ATec, on remarque tout de même pour les Cesi les plus petits, un dimensionnement plus important du volume de stockage par m² de capteur. Par exemple, l'ATec n° 14/12-1815, révision de l'ATec n° 14/07-1204 (chauffe-eau à thermosiphon *KSH* de la société Jacques Giordano Industries), indique un dimensionnement de 187 l pour 2 m² de capteurs (93,5 l/m²) ; 282 l pour 4 m² (70,5 l/m²) ; 375 ou 470 l pour 6 m² (62,5 et 78 l/m²) et 565 l pour 8 m² (70,6 l/m²). L'ATec n° 14/08-1292 (Cesi avec circulateur *Atlantic Solerio Classic* de Sate) affiche un dimensionnement de 101 l/m² pour le plus petit Cesi de la gamme, puis des valeurs variant entre 50,5 et 75 l/m², à l'exception de deux modèles pour lesquels le ratio monte à 103 et 105 l/m² (ballon de 389 ou de 395 l et 3,76 m² de capteurs). Le danger peut venir aussi d'une surface de capteurs trop importante par rapport au volume de stockage, entraînant des problèmes de surchauffe d'été : le

“Si le surdimensionnement est souvent la conséquence d'une mauvaise conception, il peut aussi être dû à un changement dans l'utilisation de l'installation”

(3) Disponible sur <http://boutique.cstb.fr/fr>.

volume de stockage disponible ne permet pas d'évacuer la puissance thermique collectée dans les capteurs, ce qui provoque dans le primaire solaire une montée en température au-delà des paramètres de fonctionnement prévus. Bien sûr, toutes les installations solaires thermiques correctement réalisées et bien dimensionnées sont capables de résister à des montées en température qui surviennent nécessairement au cours de l'exploitation, en fonction des conditions de puisage et d'ensoleillement extérieur. Dans une installation correctement réalisée et bien dimensionnée, en cas de faible puisage et d'arrêt de l'échange thermique par surchauffe du stockage, les capteurs plans montent en température jusqu'à un seuil d'environ 200 °C. Si l'installation est correcte – capacité de vase d'expansion bien calculée sur le primaire solaire, etc. –, elle peut attendre que la température baisse avant de redevenir opérationnelle. En revanche, une vaporisation trop fréquente et trop longue, due à un surdimensionnement de la surface de capteurs par rapport au stockage et aux usages de l'ECS, aboutit à l'ouverture de la soupape de sécurité sur le circuit primaire, et à l'échappement du fluide vaporisé dans l'atmosphère. Partiellement vidé, le primaire solaire ne tourne plus. La solution d'appoint – résistances électriques dans le stockage ou générateur extérieur – prend alors le relais et génère des surconsommations d'énergie. La surchauffe raccourcit également la durée de vie des matériels : affaiblissement des joints, blocage des vannes et purgeurs, vieillissement des capteurs, etc. Si le surdimensionnement est souvent la conséquence d'une mauvaise conception, il peut aussi être dû à un changement dans l'utilisation de l'installation, si par exemple le nombre de personnes habitant le logement diminue et que l'installation reste identique. >>>

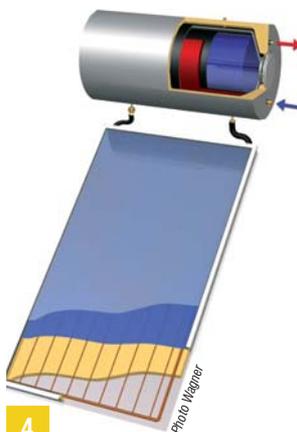
Quand le surdimensionnement, quelle que soit son origine, est avéré, le remède consiste, soit à trouver de nouvelles utilisations pour l'énergie produite (par exemple le chauffage d'une piscine), soit à réduire la surface de capteurs. Franck Cheutin déconseille sur ce point d'augmenter le volume de stockage : certes la surchauffe sera évacuée, mais cette surcapacité engendre deux nouveaux risques.

Premièrement, tous les ballons, même les mieux isolés thermiquement, perdent de la chaleur. Du coup, le surdimensionnement du ballon ou l'ajout d'un second ballon en série ne fera qu'accroître ces pertes de chaleur en dehors des périodes de surchauffe, et le bilan énergétique sera lourdement affecté. Deuxièmement, si l'on ajoute un nouveau ballon en série, il faut le faire correctement, ce qui n'est pas si facile. Dans le cas d'un appoint hydraulique, le ballon d'origine comporte deux échangeurs : l'un issu du primaire solaire, l'autre alimenté par le moyen de réchauffage d'appoint. L'idéal en cas d'augmentation de la capacité est de répartir ces deux échangeurs entre l'ancien et le nouveau ballon, désormais montés en série. L'échangeur sur le primaire solaire reste dans le ballon amont de manière à ce qu'une surchauffe solaire puisse se répartir dans les deux ballons et être absorbée par la capacité accrue. Cela suppose que le plombier ait posé une recirculation forcée entre le ballon aval et le ballon amont, déclenchée par une sonde de température placée dans le haut du ballon amont : de cette manière, lorsqu'une surchauffe solaire sature la capacité du ballon amont, un circulateur se met en route et organise un circuit fermé entre les deux ballons pour refroidir le ballon amont, réchauffer le ballon aval et ainsi répartir la surchauffe sur la totalité de la capacité amont + aval. Il faut aussi naturellement vérifier l'asservissement du circulateur de ce bouclage et éviter qu'il fonctionne en permanence. L'échangeur d'appoint, quant à lui, doit être monté dans le ballon aval. En effet, s'il restait en place dans le ballon amont, cela signifierait que l'on réchauffe la totalité de la capacité du ballon aval lorsque l'appoint se met en route, source de surconsommation inutile. De plus, il est indispensable de bien positionner la sonde de température qui déclenche la mise en route de l'appoint, c'est-à-dire schématiquement plutôt en partie haute du ballon aval de manière à ménager un volume chaud suffisant, tout en évitant des relances trop fréquentes.

Si jamais cette sonde est mal placée, l'appoint se met en route pour réchauffer un volume d'eau dont on n'a pas l'usage, engendrant des pertes de chaleur supplémentaires, des surconsommations d'énergie et un surcoût d'exploitation annuel. S'il est techniquement bien posé, tout ce dispositif assure correctement sa mission d'absorption des surchauffes solaires, mais au prix d'une complexification de l'installation, d'un surinvestissement notoire et aussi d'une surconsommation d'énergie due à l'augmentation des volumes d'eau stockés. C'est pourquoi, insiste Franck Cheutin, il est beaucoup plus simple, efficace et moins coûteux de réduire la surface de capteurs, plutôt que d'augmenter le volume de stockage.



3



4



5

3 Une installation solaire thermique doit présenter une cohérence dans ses divers composants. Si les vannes du circuit primaire et les capteurs thermiques résistent à de très hautes températures, les canalisations du circuit primaire doivent avoir les mêmes caractéristiques.

4 L'un des attraits des solutions thermiques en thermosiphon pour la production d'eau chaude solaire réside dans leur extrême simplicité (4 raccordements seulement) et dans leur haut rendement en l'absence de circulateurs.

5 Pour réduire les risques d'erreur dans les montages hydrauliques, les fabricants incorporent la panoplie hydraulique du solaire thermique directement sur leurs ballons de stockage.

Les régulateurs des systèmes solaires thermiques jouent un rôle important dans la lutte contre les conséquences d'une surchauffe, aussi bien normale qu'exceptionnelle. En fonction de l'évolution des conditions extérieures et des températures dans l'installation, le régulateur décide de mesures successives de plus en plus radicales, le but étant de limiter la température maximale du primaire solaire pour éviter la décomposition du mélange de glycol et sa ventilation dans l'atmosphère. Tous les Cesi sous ATec offrent un régulateur préprogrammé, avec une faible marge de possibilités de paramétrages, pour bannir au plus les potentielles erreurs de programmation. Si l'installateur compose lui-même son Cesi, il doit assurer une programmation correcte du régulateur retenu, sans oublier aucune des fonctions qui lui sont liées, ce qui n'est pas si simple.

Prenons l'exemple du Cesi *Atlantic Solerio Classic* face à une surchauffe du primaire solaire. Premièrement, lorsque le ballon est chargé jusqu'à sa température de consigne C_{balmax} , le régulateur arrête le circulateur solaire, et continue de surveiller l'installation. S'il observe que la température du capteur T_{cap} dépasse $120^{\circ}C$, il passe alors outre à la température de consigne C_{balmax} et remet en route le circulateur solaire pour permettre l'échange avec le stockage et faire baisser la température dans les capteurs. Il maintient le circulateur en fonctionnement jusqu'à ce que la température du capteur baisse de $10 K$; ce faisant, l'échange de chaleur va élever la température du ballon au-delà de sa température de consigne C_{balmax} . Si malgré cela, l'élévation de température dans le capteur se poursuit (ou si sa baisse de température n'est pas suffisante), le régulateur coupe la circulation du primaire solaire quand la température du ballon atteint $85^{\circ}C$, afin d'éviter les brûlures lors d'un puisage et l'endommagement des composants de l'installation. Si la température du capteur continue toujours de monter, le régulateur décide alors de profiter de la nuit et d'un abaissement de température extérieure pour améliorer la situation thermique de l'installation : dès que la température du capteur est inférieure de $2 K$ à celle du ballon, le circulateur solaire est remis en marche et les capteurs sont utilisés durant la nuit pour dissiper une partie de la sur-chaleur du ballon. Ce qui reconstitue les capacités de charge du ballon pour le prochain cycle diurne, si jamais une surchauffe réapparaît le lendemain. Ce refroidissement du ballon à travers les capteurs est stoppé dès que la température du ballon atteint sa valeur de consigne C_{balmax} .

Le régulateur du *Solerio Classic* est aussi capable de gérer une absence prolongée des utilisateurs (des vacances par exemple), et les surchauffes qui peuvent se produire durant cette période. L'utilisateur renseigne la période d'absence durant laquelle aucun soutirage n'interviendra. Le régulateur désactive en premier lieu les appoints. Comme il sait qu'il ne peut compter sur aucun puisage pour réduire la température du ballon en cas de surchauffe, il radicalise sa stratégie de lutte contre >>>

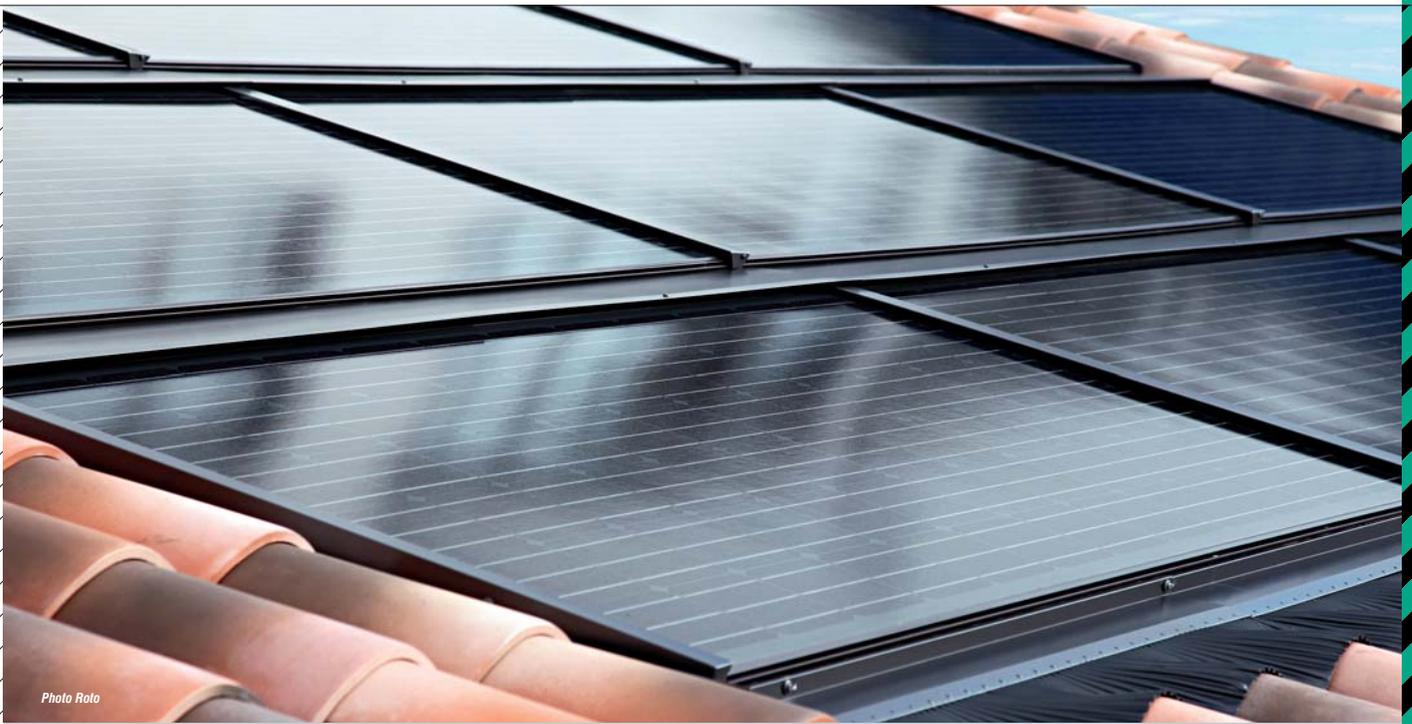


Photo Roto

MARQUES DE QUALITÉ ET OBLIGATIONS

Lors de la conception, Franck Cheutin, référent technique pour le solaire thermique au CSTB, insiste sur l'importance de retenir des matériels bénéficiant d'attestations de qualité, pour s'affranchir de risques inutiles.

Les performances d'une solution solaire thermique sous Avis Technique et certifiée CSTBat ou certifiée NF CESI sont vérifiées à l'origine puis dans le temps par prélèvements aléatoires et test de produits en usine, au Laboratoire d'essais des procédés solaires du CSTB de Sophia-Antipolis : résistance mécanique intrinsèque des capteurs aux charges de neige, à la grêle selon la norme NF EN 12975-2, vérification de la résistance au vent (NF EN 12179), de l'étanchéité à l'eau d'un ensemble de capteurs muni de ses fixations (testé à la soufflerie du CSTB de Nantes selon le protocole interne validé par les experts en la matière), performance thermique des chauffe-eau solaires individuels à thermosiphon, auto-stockeurs ou à

éléments séparés (NF EN 12976-2), performances des capteurs (rendement optique, coefficients de perte, coefficient de déperditions thermiques, surface équivalente de captage – NF EN 12975-2). La certification Solar Keymark, quant à elle, atteste de performances vérifiées à l'origine, sans qu'existe par la suite un contrôle par essais de suivi des productions. D'ailleurs, la pose d'un Cesi est éligible à l'attribution de certificats d'économie d'énergie si le Cesi ou les panneaux solaires ont reçu une certification CSTBat, Solar Keymark (ou équivalente lorsqu'elle repose sur les normes NF EN 12975 ou 12976), et si la pose est assurée par un professionnel signataire de la charte Qualisol ou titulaire d'une qualification appropriée. Il faut également veiller à la qualité spécifique du liquide caloporteur du primaire solaire, dans la mesure où il est utilisé dans une installation de traitement thermique des eaux destinées à la consommation humaine. De fait, le

liquide caloporteur utilisé doit avoir reçu de la Direction générale de la santé (DGS) l'approbation de son classement en liste «A» des fluides caloporteurs pouvant être utilisés dans les installations de traitement thermique des eaux destinées à la consommation humaine (1), ce que l'on n'exige pas pour un fluide caloporteur utilisé dans d'autres applications, comme par exemple le remplissage d'un circuit de capteurs enterrés.

Les fluides caloporteurs sont également soumis – ce que les installateurs ne savent pas nécessairement – au Règlement européen 1907/2006 Reach sur l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et les restrictions des substances chimiques, entré en vigueur le 1^{er} juin 2007. Cela se traduit en principe par un enregistrement Reach apposé avec une date et un numéro (ou un « pré-enregistrement » avec la date lorsque les instances enregistrantes sont en retard). ■

(1) Conformément à la circulaire de la DGS du 2 juillet 1985 et après avis de l'Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ou de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa), qui existait précédemment).

Photo DR



6 Pour éviter la pénétration d'eau par les traversées de toiture-terrasse, la crosse est une solution éprouvée et parfaitement efficace.

7 En logements collectifs, des systèmes solaires thermiques complexes et différents à chaque opération multiplient les risques d'erreurs de maintenance, à l'inverse de la répétition à l'identique (ou presque) d'installations solaires individuelles.

la surchauffe en amplifiant les cycles de protection et provoque plus de refroidissements nocturnes en cas de surchauffe diurne. Il s'agit pour lui de reconstituer au maximum une capacité d'absorption du ballon pour faire face à une éventuelle surchauffe du lendemain. Il décide donc de lancer l'inversion du primaire solaire la nuit dès que l'écart de température entre le ballon et le primaire atteint 1 K au lieu de 2 K en période normale (comme décrit plus haut), et maintient le refroidissement du ballon plus longtemps. Le dernier jour de la période d'absence renseignée, les appoints sont de nouveau autorisés par le régulateur, de manière à garantir un bon confort d'ECS le lendemain en cas d'insuffisance de la contribution solaire.

Une technologie des panneaux fiable

Il existe deux grandes technologies de capteurs solaires thermiques : les capteurs solaires plans – les plus répandus –, et les capteurs solaires à tubes sous vide avec ou sans circulation de fluide caloporteur dans les tubes (deux tubes de verres concentriques ou un seul tube et un absorbeur en métal au milieu). D'autres technologies existent sur le marché, comme les capteurs solaires plans sous vide et les capteurs solaires à concentrateurs, mais elles sont trop récentes et trop peu répandues pour avoir un retour d'expérience sur d'éventuels désordres.

Un capteur plan classique, comme le capteur *Slimsol* de Clipsol (ATec n° 14/12-1787), est un capteur thermique à circulation de fluide. Il se compose d'un coffre (en aluminium, en acier voire en matériaux de synthèse selon les marques), d'un isolant en fond de coffre (en laine de verre ou de roche, les autres isolants sont rares en raison de l'excellente tenue à la chaleur des laines de verre et de roche et de

leur grande facilité de mise en œuvre en usine lors de la fabrication des capteurs), et d'un absorbeur en tôle d'aluminium soudé à un serpentin en cuivre. La tôle est revêtue d'un traitement sélectif qui accroît son absorption de chaleur et réduit la réémission, donc les pertes de chaleur. Le coffre est refermé par une couverture transparente en verre trempé qui garantit, en cas de bris de glace lors de l'installation ou de la manutention, un fractionnement en petits morceaux, beaucoup moins dangereux que les grands éclats.

Notons à ce sujet qu'en cas de bris, le remplacement du verre seul n'est généralement pas possible : le capteur doit alors être remplacé dans son intégralité (c'est le cas pour le capteur *Slimsol*). Lors du montage hydraulique des capteurs plans, tous les fabricants de capteurs plans – que ce soit dans les ATec ou dans les notices techniques de leurs produits – recommandent l'emploi d'une contre-clef pour bloquer l'olive du raccord côté capteur et éviter le vrillage de l'absorbeur lors du serrage du raccord.

Franck Cheutin n'a pas identifié dans ses retours d'expérience terrain de technologie qui, par construction, générerait plus de pathologies. Nous pouvons cependant mentionner que la technologie de capteurs solaires à tubes sous vide avec absorbeur plan comporte une soudure verre/métal, et que le comportement différent des deux matériaux à la dilatation peut aboutir dans le temps à une perte d'étanchéité du tube de verre, donc à une baisse de rendement des capteurs. Alors que les tubes concentriques avec vide au milieu ne contiennent pas de soudure verre/métal, et ne sont donc pas affectés par ce risque. De même, si les capteurs à tubes sous vide sont livrés en tubes séparés et assemblés sur chantier plutôt que pré-montés,



l'installateur peut, en apportant trop de force dans l'enfichage des tubes sur le collecteur, endommager ces soudures. Ce type de collecteur comporte néanmoins, dans chaque tube, une cellule au barium témoin de défaut de vide, qui blanchit au contact de l'air : cela permet, en cas de montage défectueux, de remplacer le tube en cause avant la mise en service. En revanche, si le défaut n'apparaît que dans le temps, il ne sera détecté qu'à la faveur d'une opération de maintenance. À noter : en ce qui concerne les tubes concentriques sous vide, l'installateur peut être assuré que le vide est maintenu si le tube extérieur est froid, et ce, même exposé en plein soleil. Un tube chaud est, à l'inverse, le signe d'un défaut de vide.

Les défauts d'étanchéité en toiture

Toutes les solutions de panneaux solaires thermiques s'installent en surimposition de couverture parallèlement à la pente du toit, sur châssis métalliques en toitures-terrasses, ou encore, à l'instar du photovoltaïque et par souci d'esthétique, en incorporation de couverture dans une toiture en pente, voire verticalement en façade pour les capteurs à tubes sous vide. Installer des panneaux en toiture fait toujours appel à au moins deux savoir-faire : couvreur dans le cas des toits en pente ou étancheur pour les toitures-terrasses, et plombier pour

la partie hydraulique. Malgré le développement des qualifications spécifiques au solaire, un même opérateur réunit rarement les deux compétences. C'est donc un travail nécessairement collaboratif, avec toutes les difficultés de coordination que cela peut engendrer.

La pose de capteurs solaires incorporés peut entraîner des défauts d'étanchéité des toitures, qui se produisent à deux endroits : à la jointure entre les solutions d'incorporation et le reste de la toiture, ou à la pénétration en couverture des canalisations du primaire solaire et des conduits électriques. On ne peut que recommander de mettre en œuvre des solutions sous Avis Technique et figurant sur la Liste Verte de la C2P de l'AQC (4), objets d'essais et intégrant les recommandations des fabricants pour la réalisation de la jonction entre le système d'encastrement et le reste de la toiture. Il faut notamment respecter l'adéquation, contenue dans les notices diffusées par les fabricants et éprouvée par les ATec, entre la fixation utilisée et le type de couverture. Les fixations sont en effet différentes selon qu'il s'agit par exemple d'une toiture en tuiles romaines ou en ardoises. Une erreur de système n'est pas nécessairement perceptible tout de suite : tout peut tenir à la mise en service, mais lorsque des contraintes apparaissent, comme du vent, de la pluie, de la neige, le défaut peut occasionner un sinistre. >>>

(4) La Liste Verte de la C2P est accessible sur la page d'accueil du site www.qualiteconstruction.com.

“Installer des panneaux en toiture fait toujours appel à au moins deux savoir-faire : couvreur ou étancheur et plombier. Un même opérateur réunit rarement les deux compétences”

RISQUES LIÉS À LA POSE ET À LA MAINTENANCE

L'INRS (Institut national de recherche et de sécurité) a édité en 2010 une fiche pratique de sécurité ED 137 (1) sur la pose et la maintenance de panneaux solaires thermiques (et photovoltaïques) sur tous types de bâtiments, depuis les maisons individuelles jusqu'aux hangars agricoles. Les principaux risques identifiés par l'INRS sont :

- les chutes de hauteur ;
- les risques physiques liés à la manutention ;
- l'électrification due aux lignes électriques aériennes au-dessus des chantiers ;
- les brûlures thermiques ou chimiques

liées aux températures de fonctionnement des panneaux et à leurs composants ;

- les chutes d'objets.

La fiche établit un tableau des risques et des mesures de protection à mettre en œuvre pour trois types de bâtiments différents : maison individuelle et tout autre bâtiment dont la toiture affiche une pente supérieure ou inférieure à 10 %. L'INRS recommande au moins une maintenance annuelle des installations et une mise en place de protections

collectives permanentes : crochets de couvreurs pour la fixation d'échelles et de chemins de circulation, résistance mécanique suffisante de la toiture pour supporter à la fois les panneaux et les travailleurs intervenant sur les toitures lors de la maintenance, mise en place d'une signalétique abondante et explicite sur l'ensemble des éléments de l'installation, et accès de plain-pied à tous les organes d'intervention (vannes, points de vidange et de remplissage du circuit primaire solaire thermique). ■

(1) www.inrs.fr/accueil/produits/medias/medias/publications.html?refINRS=ED%20137

Concernant les pénétrations de couverture, il ne faut pas improviser et le plus simple consiste à utiliser les nombreux accessoires proposés par les spécialistes de la toiture – comme les crosses avec leur solution d'étanchéité à l'eau pour toiture-terrasse ou à faible pente –, ou des accessoires destinés à d'autres usages, mais bien connus des couvreurs : chatières triangulaires ou demi-rondes pour toutes sortes de tuiles, pour toiture en zinc, ardoises, etc. (attention : il est interdit d'utiliser une chatière existante pour le passage des canalisations – cela réduirait la ventilation de la couverture). Il faut veiller à ne pas dégrader les éléments en sous-face de la couverture lors de la pose des capteurs, comme par exemple l'écran de sous-toiture qui se pose sous la couverture.

Hors les défauts d'étanchéité à l'installation, d'autres problèmes liés à la conception concernent les capteurs : une orientation défavorable ou des effets de masques. Si ces derniers sont produits par des arbres, il est éventuellement possible de les éteindre, en revanche il n'y a pas vraiment de solution s'il s'agit d'éléments de construction (cheminée, mur mitoyen, etc.).

Vérification de la tenue mécanique des toitures

En construction neuve, l'installation de capteurs solaires est envisagée dès la conception et le calcul des charpentes tient compte de leur poids. En revanche, dans l'existant, il faut vérifier attentivement ce point : un module de 2 m² pèse environ 35 kg (50 à 55 kg pour m² dans le cas de capteurs plans). Si la technologie retenue est celle du chauffe-eau solaire à thermosiphon, par ailleurs thermiquement très efficace grâce à l'absence de circulateur, donc



Photo Tisun

8



Photo Citrin Solar

9

8 Un ballon solaire thermodynamique et ses capteurs représentent près d'une demi-tonne posée en toiture. Il faut donc s'assurer de la résistance mécanique de la charpente.

9 Ce ballon solaire de 3000 l ne compte pas moins de 6 couples aller/retour répartis sur sa hauteur. Cela permet de mener des stratégies optimales de stratification verticale de température dans la cuve, mais requiert un vrai savoir-faire lors de l'installation, de l'exploitation et de la maintenance.

de consommation électrique pour le primaire solaire, il faut très logiquement tenir compte du poids du ballon en charge. À titre d'exemple, le système thermosiphon THSY300 2H de Tisun, avec ses deux capteurs et son ballon de 282 l, représente un poids à vide de 270 kg et de 530 kg à plein... Ces systèmes s'installent soit d'un seul tenant sur la toiture avec le ballon au-dessus des capteurs, soit de façon dissociée avec le ballon posé en combles sous la toiture. À noter : dans les deux cas, les ballons contiennent des anodes sacrificielles pour éviter la corrosion. Il faut donc prévoir une accessibilité facile des ballons pour pouvoir changer ces anodes. Recommander de tenir compte du poids d'un tel équipement pour l'installer sur un toit existant ou dans des combles non aménagés relève du bon sens. Mais le CSTB a identifié quelques sinistres dont la cause manifeste était une surcharge insupportable pour les toitures et charpentes.

Par ailleurs, il faut désormais tenir compte en construction neuve, lors de l'étude d'un chauffe-eau solaire à thermosiphon, de l'impact des nouvelles règles de calcul sismique pour éviter une chute du ballon en cas de séisme. Les ATec concernant ces équipements prennent en compte le risque sismique ainsi que le risque incendie.

Les difficultés d'exploitation et de maintenance

Le solaire thermique ne satisfait au mieux que 50 à 60 % des besoins de production d'eau chaude sanitaire par an. Il est donc nécessairement accompagné d'une solution de secours – en général un appoint électrique intégré au dispositif de stockage, une chaudière ou une pompe à chaleur –, parfois



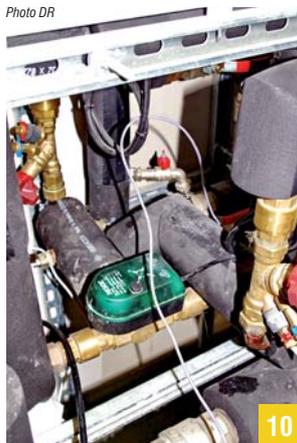
“L’Institut national de recherche et de sécurité (INRS) recommande au moins une maintenance annuelle des installations et une mise en place de protections collectives permanentes”

deux solutions de secours dans des systèmes complexes qui associent des capteurs solaires, une chaudière, une pompe à chaleur ou une récupération de chaleur sur les fumées d’un poêle, etc. Ces solutions impliquent des panoplies hydrauliques sophistiquées, ainsi que des vannes motorisées, des sondes de température et des régulateurs pour faire en sorte que l’ensemble fonctionne de manière harmonieuse et privilégie le solaire thermique tant qu’il est disponible.

Si les fabricants, comme on l’a évoqué précédemment, tentent de minimiser les erreurs d’exploitation et de manipulation possibles via des paramétrages pré-réglés et verrouillés, il peut arriver facilement lors de la mise en service de mal monter une vanne ou de ne pas la placer dans la bonne position d’ouverture ou de fermeture, de ne pas configurer correctement le régulateur, etc. Il est d’autant plus difficile pour l’utilisateur de se rendre compte du défaut qu’il ne manque pas d’eau chaude, puisque les moyens de secours se mettent en route et assurent la production d’ECS suffisante. Ce n’est qu’à l’analyse de ses factures d’énergie qu’il peut être alerté.

Deux préconisations complémentaires sont identifiées par le CSTB. Premièrement, une réception des installations, même individuelles, est importante : vérification de tous les montages, du sens des flux et des réglages, des composants installés et de leurs conditions d’installation. Cette réception sert aussi à déceler d’éventuels défauts d’installation aisément rectifiables : calorifuge des canalisations du primaire solaire absent ou endommagé à l’installation, absence de protection anti-UV de l’isolation, absence de purgeur en point haut, présence d’un

Photo DR



10 La partie hydraulique des systèmes solaires collectifs est souvent complexe, et nécessite des équipes d’exploitation et de maintenance bien formées.

purgeur automatique sans vanne d’isolement, vanne d’isolement du purgeur automatique ouverte, pas de manomètre sur le primaire solaire, raccordement du primaire solaire directement à une vanne d’eau froide, pas de vidange en point bas du primaire, soupape de sécurité non raccordée à un réceptacle, fuite sur le primaire, pression trop forte ou trop faible, absence de réceptacle du fluide caloporteur (ou réceptacle non vidé à la mise en service), pas de renseignement sur la marque et le type de fluide caloporteur, etc. Deuxièmement, si le système est équipé d’un automate de pilotage capable d’afficher la contribution solaire thermique au bilan énergétique de la production d’ECS, le client final peut lui-même vérifier le bon fonctionnement de son installation. Mais de tels régulateurs apportent un surcoût de l’ordre de 1 000 à 2 000 euros HT, fourniture et pose comprises, en maison individuelle (selon le nombre de générateurs présents).

Une fois en service, une installation solaire thermique doit faire au moins l’objet d’une maintenance périodique. C’est l’occasion de vérifier les différents paramètres de régulation évoqués plus haut, la position et l’état des organes de sécurité sur les circuits hydrauliques, d’examiner le réseau (isolation thermique, protection contre les UV pour la partie extérieure, corrosion, fuite sur certains raccords, etc.), les capteurs (propreté de la vitre supérieure pour les capteurs plans, absence de défaut de vide dans les capteurs tubulaires) et leurs fixations (solidité, absence de corrosion, etc.). Il faut également vérifier le fonctionnement et la température de réglage du mitigeur thermostatique qui doit être monté en sortie du stockage et réglé à moins de 50 °C, pour éviter tout risque de brûlure. ■