

n°4
Repères
ÉNERGIE ET ENVIRONNEMENT

Collection Cahiers - avril 2015 - 25 €

Installation solaire thermique dans le logement social



L'UNION SOCIALE POUR L'HABITAT
Les Hlm, habiter mieux, bien vivre ensemble

PILOTAGE

Farid Abachi, Audrey Guilmin, Direction de la Maîtrise d'ouvrage et des Politiques patrimoniales
L'Union sociale pour l'habitat.

RÉALISATION

Sébastien Decottegnie, Daniel Mugnier, Tecsol.

COMITÉ DE PILOTAGE DE L'ÉTUDE

Farid Abachi, Audrey Guilmin, L'Union sociale pour l'habitat,
Martino Laricignola, ADEME,
Elisabeth Aubert, GrDF,
Edwige Gautier, ENERPLAN.

CONTRIBUTIONS

Ce document s'est appuyé sur l'expérience et les contributions de : Grégoire Aced, responsable technique du patrimoine, La Cité jardins - Lise Berthelon, chargée de mission énergie, Actis - Xavier Cholin, pôle expertise, Institut national de l'énergie solaire - Cyril Collette, Service des Méthodes, Espacil - Franck Gely, directeur du patrimoine, Logidôme - Christophe Guernier, responsable Equipements et Energie, Moselis - Karine Renard, Chargée de mission maîtrise de l'énergie, Pluralis (Groupe Procivis Alpes Dauphiné) - Joël Roland, chargé de mission, Direction Développement Durable, Valophis - Irène Sabarots, Direction Prospective et Innovation, Domofrance - Mustapha Tehani, chef du Service technique et économie de la construction, L'OPH Cannes et Rive Droite du Var - Pascal Vandenbussche, chef de Projet R&D, Vilogia.

La réalisation de ce guide a bénéficié d'un co-financement de l'ADEME, de GrDF, et de l'Union sociale pour l'habitat.



PRÉAMBULE

D

e nombreux organismes Hlm ont d'ores et déjà investi dans la mise en œuvre d'installations d'eau chaude sanitaire (ECS) ayant recours à l'énergie solaire thermique. Ces opérations s'inscrivent dans une démarche globale d'amélioration énergétique d'un patrimoine. Deux cas de figure :

- ▶ sur des bâtiments existants, l'installation d'ECS solaire intervient principalement dans le cadre de travaux de rénovation énergétique,
- ▶ dans le neuf, les bailleurs sociaux intègrent du solaire thermique dans l'optique d'améliorer la performance énergétique des bâtiments. Le solaire thermique en sa qualité d'énergie renouvelable peut être l'une des solutions pour respecter la réglementation thermique 2012, notamment dans les maisons individuelles.

Quoi qu'il en soit, ce choix s'inscrit dans la stratégie patrimoniale d'un organisme Hlm. Au-delà de l'intérêt environnemental, le solaire thermique doit être appréhendé comme l'un des éléments permettant de circonscrire l'évolution des charges énergétiques pour les locataires.

A ce jour, certains retours d'expérience ont permis d'identifier des difficultés de mise en œuvre et d'exploitation des systèmes de production d'eau chaude sanitaire solaire, avec des bilans à améliorer, tant énergétiques qu'économiques. Cela incite les bailleurs à la prudence quant à la mise en œuvre de ce type de solution. *A contrario*, des audits ont montré des retours d'expérience extrêmement positifs avec l'atteinte des objectifs en terme de productivité, de taux de couverture et sur le plan économique.

En 2012, l'USH en partenariat avec l'ADEME et GrDF a mené une étude afin d'analyser des dysfonctionnements observés sur un panel d'opérations déjà en exploitation et présentant des résultats peu satisfaisants. L'objectif de cette étude était de mettre au jour les causes et raisons de ces dysfonctionnements, puis, dans un deuxième temps, de proposer des propositions d'amélioration de ces installations et de les évaluer sur les plans techniques et financiers. Les premiers résultats de cette étude ont fait l'objet de présentation au Pavillon Développement Durable, lors du Congrès Hlm de Lille en 2013.

Le premier constat de cette étude a été l'absence de document de référence permettant de guider les maîtrises d'ouvrage des organismes Hlm, à toutes les étapes du déroulement d'une opération de solaire thermique, et exposant les points de vigilance et de contrôle.

C'est dans ce contexte que ce document a été réalisé à destination des donneurs d'ordre, en partenariat avec l'ADEME, ENERPLAN et GrDF. Il a pour vocation de leur fournir des éléments de cadrage et d'expertise pour les aider dans la prescription, la conception, les travaux, la maintenance et l'exploitation d'une installation d'ECS solaire.

Les objectifs de ce guide sont les suivants :

- ▶ exposer les conditions de réussite d'une installation solaire thermique dans l'habitat social ;
- ▶ donner aux organismes Hlm un outil d'aide à la décision, dans le cadre d'une approche globale, qui couvre tous les aspects du montage d'un projet intégrant du solaire thermique (techniques, juridiques, architecturaux, financiers etc.).

SOMMAIRE

Notions générales - Périmètre	6	Chapitre 2	
Chapitre 1		Quel type de solaire thermique pour la production d'ECS et quels acteurs ?	19
L'intérêt du solaire thermique dans le logement social	9	Les grands principes du solaire thermique	20
Enjeux énergétiques et environnementaux	10	Principe général	20
Une opportunité de maîtriser les coûts globaux pour la production d'ECS	12	Prévention des risques liés à l'eau chaude sanitaire	21
Lissage des coûts sur 20 ans	12	Les schémas des différentes solutions solaires thermiques.....	22
Incitations publiques à aller vers le solaire	12	Avantages et inconvénients.....	25
Des charges pour les locataires maîtrisées et réduites.....	14	Les principaux acteurs d'une opération de solaire thermique	27
Exemplarité des bailleurs vis-à-vis de l'environnement	16	Le cas particulier mais vertueux des programmes solaires	33
Bénéfices induits en terme de CO ₂ évité.....	16		
Economie locale favorisée (travaux, entretien) ...	16	Chapitre 3	
Image citoyenne vertueuse	17	Comment réaliser du solaire thermique performant et pérenne ?	35
		Opportunité/phase de programmation	38
		Contenu d'une étude de faisabilité.....	38
		Phase de projet	46
		Phase conception	48
		Phase réalisation - travaux	51
		Phase réception/commissionnement	53
		Phase exploitation/entretien/suivi	55
		Phase réhabilitation/démantèlement	61

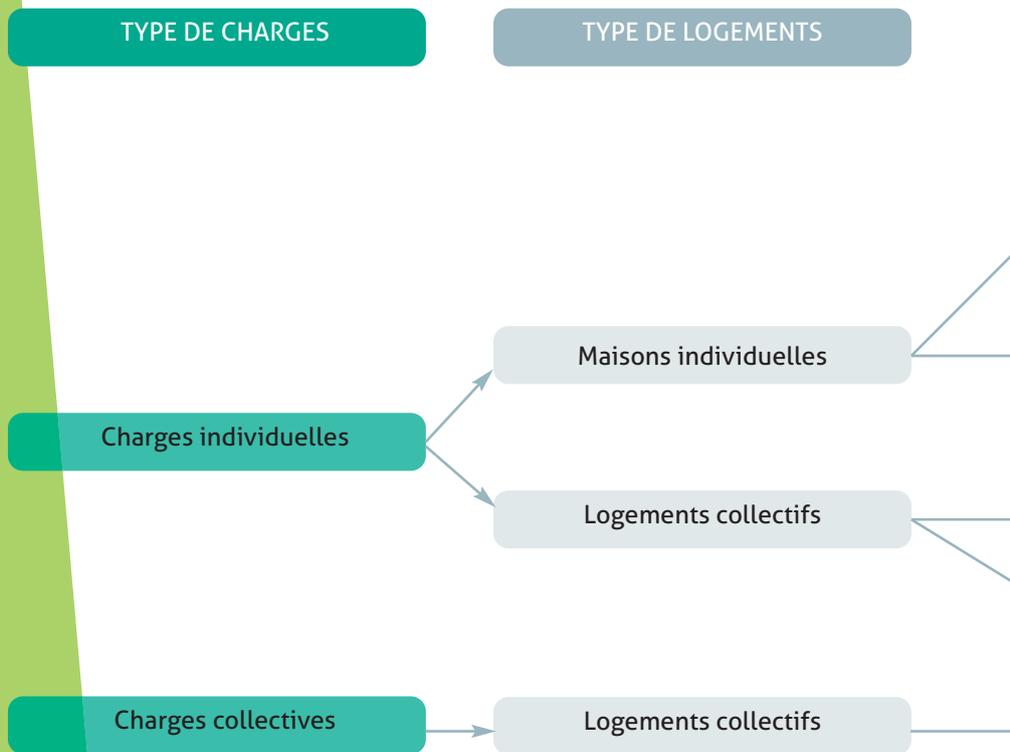
ANNEXES	63	MONOGRAPHIES	103
Glossaire	64	ACTIS	104
Schémathèque simplifiée des composants hydrauliques solaires thermiques principaux.....	67	LA CITE JARDINS	106
Ouvrages de références et documents pratiques	68	DOMOFRANCE.....	108
FOCUS	71	ESPACIL	110
Focus n°1 Contexte national du solaire thermique	72	LOGIDOME	112
Focus n°2 Méthode Fonds Chaleur (extraits)	74	MOSELIS	114
Focus n°3 Coûts et économies liés au solaire thermique.....	75	L'OPH CANNES ET RIVE DROITE DU VAR	116
Focus n°4 Poids du poste ECS dans la consommation énergétique conventionnelle de l'habitat RT2012 ...	77	PLURALIS	118
Focus n°5 Eau morte (ou eau technique).....	78	VALOPHIS	120
Focus n°6 Autovidangeable.....	79	VILOGIA.....	122
Focus n°7 Légionelles	82		
Focus n°8 Rôle et responsabilités des acteurs solaire thermique.....	87		
Focus n°9 Solarisation d'un parc de logements collectifs.....	91		
Focus n°10 Fiche SOCOL besoins ECS.....	95		
Focus n°11 OUTISOL.....	97		
Focus n°12 Caractéristiques matériel solaire	100		
Focus n°13 Garantie de Résultats solaires (GRS)....	102		



De la pertinence d'un guide

L'énergie solaire thermique n'est pas aussi simple que l'on croit à appréhender pour ceux qui désirent y avoir recours. Cette technologie repose sur des principes spécifiquement élaborés et sur des expertises et des savoir-faire auxquels il serait périlleux de déroger. En résumé, mettre en place une installation solaire thermique ne s'improvise guère. Pour dissiper les arcanes et faciliter la compréhension de cette énergie rayonnante, la rédaction d'un guide s'est imposée.

Logigramme synthétique de choix des solutions solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire dans l'habitat social



explicite et pédagogique...

Ce guide se positionne tel un **outil d'accompagnement et d'aide à la décision** pour les Maîtrises d'Ouvrage des organismes Hlm et des bailleurs sociaux.

Son premier objectif est de faire apparaître les **points de vigilance et les indicateurs de performance** des systèmes solaires.

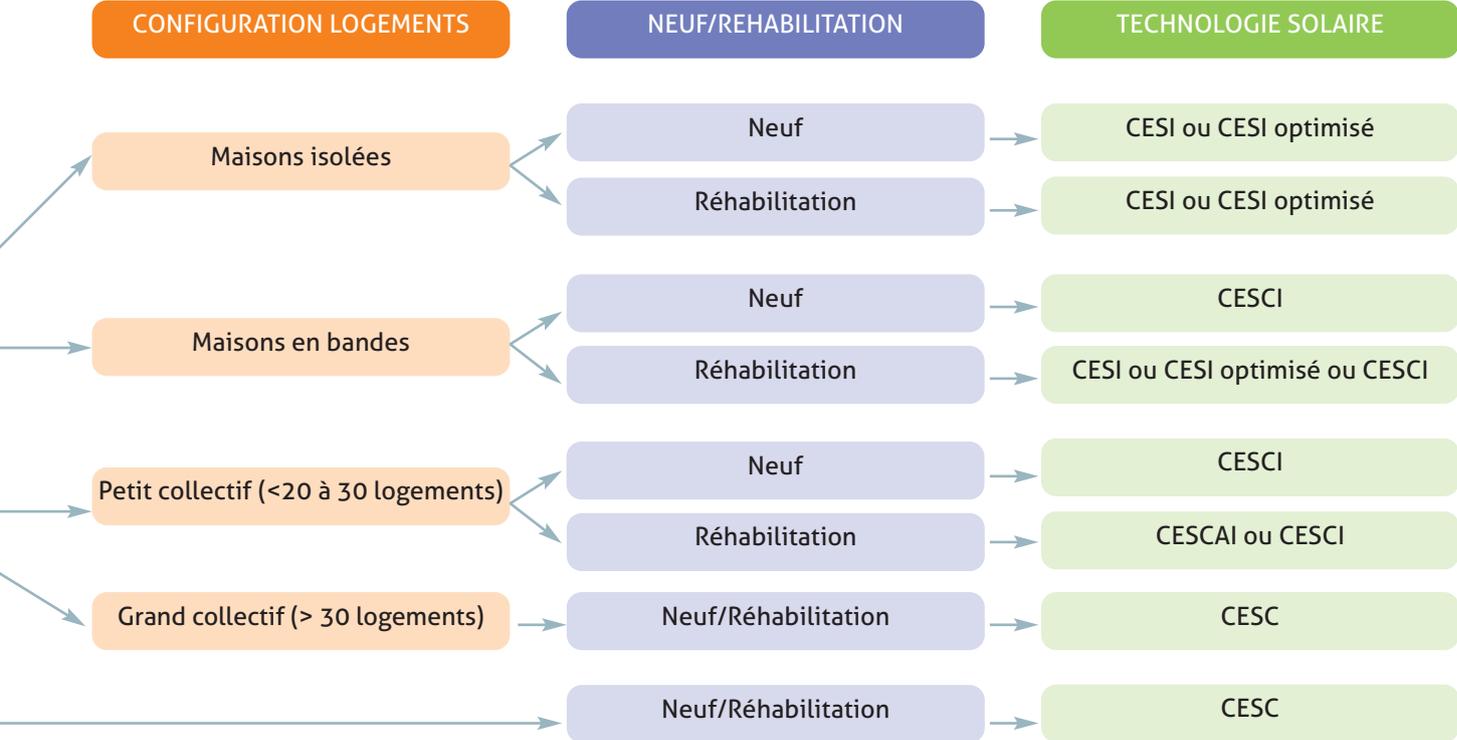
Son second objectif est d'apporter un éclairage sur les divers points techniques proposés par les bureaux d'études techniques.

Ce guide est conçu comme un vade-mecum accessible à tout un chacun. Il n'a pas pour vocation à expliquer en détail le calcul des installations, ni à se substituer

au travail des ingénieurs des BET. Il vise au contraire à accompagner les maîtres d'ouvrage, de façon simple et didactique, à toutes les phases d'une installation solaire, en soulignant les clés de réussite de son montage, de son organisation et de sa réalisation.

Organisé autour d'une entité principale, ce guide comprend de nombreux schémas et ratios permettant d'explicitier les propos, ainsi que des « focus », fiches pratiques traitant de sujets spécifiques.

Afin d'aider la compréhension, le lecteur trouvera en annexe un glossaire détaillant les termes techniques, sigles et abréviations.





Notions générales

Les deux grandes applications et usages de l'énergie solaire dans l'habitat sont une production de chaleur, par le biais de capteurs thermiques, et une production d'électricité, par des modules photovoltaïques.

Ce présent guide traite de l'application la plus usuelle – et la plus ancienne – du solaire thermique dans le logement collectif et individuel social : la production d'eau chaude sanitaire, par la valorisation de la chaleur captée du rayonnement solaire.

Faisant l'objet de préconisations spécifiques, la production d'électricité photovoltaïque n'est pas abordée dans ce document.

– Périmètre

Les applications de production de chaleur par le vecteur air relevant de dispositifs et systèmes solaires thermiques spécifiques (tels que les capteurs solaires thermiques à air, hybrides PV ou non) ou les applications solaires combinées visant une production de chaleur pour le chauffage d'ambiance et la production d'ECS (Systèmes Solaires Combinés, SSC), ne sont pas traitées dans ce document.

Une production d'ECS solaire consiste en un préchauffage de l'ECS, et nécessitera toujours la présence d'une production d'appoint, comme indiqué sur le graphique ci-dessous. La production d'appoint peut être de type électrique (comme indiqué dans le schéma ci-dessous), assurée par une chaudière gaz mixte, une production semi-instantanée, ou encore un réseau de chaleur.

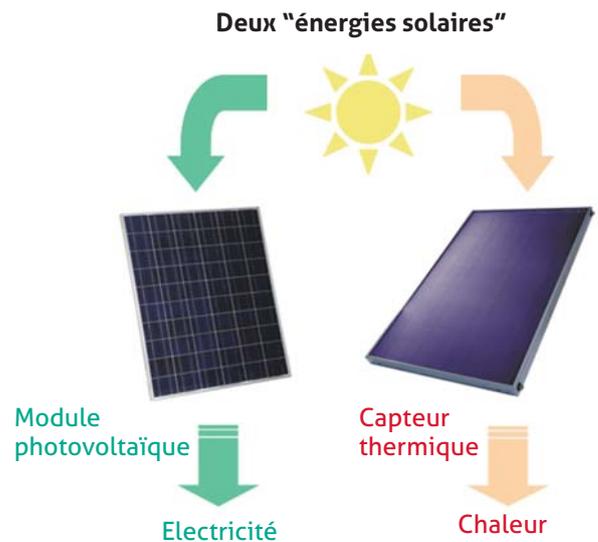
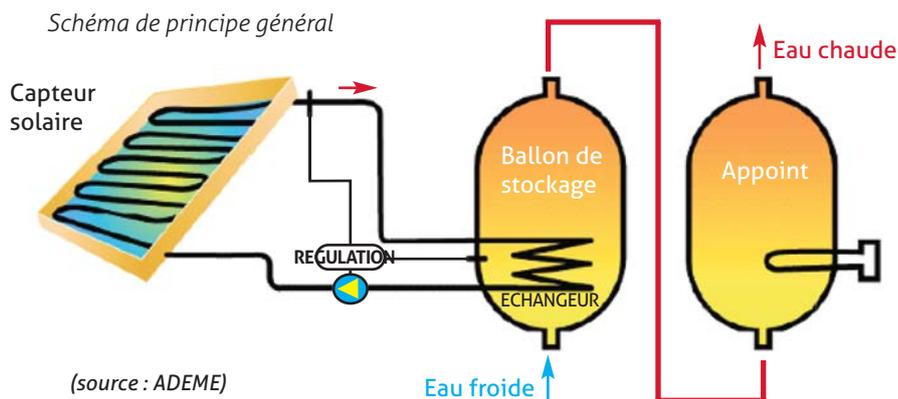


Figure 1 : Les deux grandes utilisations de l'énergie solaire
(source : Tecsol)



(source : ADEME)

Figure 2: schéma simplifié d'une installation solaire
(source : ADEME)



CHAPITRE 1

L'intérêt du solaire thermique dans le logement social

Enjeux énergétiques et environnementaux.....	10
Une opportunité de maîtriser les coûts globaux pour la production d'ECS.....	12
Lissage des coûts sur 20 ans.....	12
Incitations publiques à aller vers le solaire	12
Des charges pour les locataires maîtrisées et réduites	14
Exemplarité des bailleurs vis-à-vis de l'environnement.....	16
Bénéfices induits en terme de CO ₂ évité.....	16
Economie locale favorisée (travaux, entretien).....	16
Image citoyenne vertueuse	17

ENJEUX ÉNERGÉTIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX

Le plan de développement des énergies renouvelables de la France issu du Grenelle de l'Environnement, présenté le 17 novembre 2008, vise à augmenter de 20 millions de tonnes équivalent pétrole¹ (Mtep) la production annuelle d'énergies renouvelables pour porter la part des énergies renouvelables à au moins 23 % de la consommation d'énergie finale d'ici 2020.

Cet objectif, déjà mentionné dans la loi dite « Grenelle I », est réinscrit à présent dans le cadre du projet de loi de la Transition Énergétique². La réglementation thermique RT 2012 prévoit une obligation de recours minimal aux énergies renouvelables en maison individuelle. Par ailleurs, de nombreuses collectivités (dont les Conseils régionaux) ont adopté des délibérations accordant des aides ou subventions permettant de financer une partie du montant de ces installations solaire thermique.

POUR ALLER + LOIN

FOCUS n°1 sur le contexte du marché solaire thermique.

En termes de mobilisation des énergies naturelles renouvelables, le recours à l'énergie solaire thermique est une des réponses possibles, car elle permet une diminution substantielle de la consommation d'énergies fossiles carbonées pour la production d'eau chaude sanitaire, l'un des postes les plus consommateurs d'énergie dans le résidentiel neuf – en particulier pour les bâtiments à hautes performances énergétiques et environnementales.

POUR ALLER + LOIN

FOCUS n°4 sur le poids du poste ECS dans la consommation énergétique de l'habitat.

À NOTER

Le solaire et les ENR dans le projet de loi Transition énergétique et croissance verte

L'article 1^{er} du projet de loi relatif à la transition énergétique et pour la croissance verte, définissant la politique énergétique nationale, donne comme objectif principal la réduction des émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030 conformément aux engagements pris dans le cadre de l'Union Européenne, et la division par quatre des émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050.

À cette fin, il est prévu de porter la part des énergies renouvelables à

23 % de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32 % de cette consommation en 2030. A cette date, cet objectif est décliné en 40 % de la production d'électricité, 38 % de la consommation finale de chaleur, 15 % de la consommation finale de carburants et 10 % de la consommation de gaz.

De même, si la Loi Grenelle I recommandait le recours aux ENR, le projet de loi prévoit, dans son article 4, la possibilité d'imposer dans les plans locaux d'urbanisme des secteurs où

les constructions, travaux, installations et aménagements doivent respecter des performances énergétiques et environnementales renforcées et, à ce titre, imposer un recours obligatoire à une production minimale d'énergie renouvelable, en fonction des caractéristiques du projet et de la consommation des sites concernés. Cette production peut être localisée dans le bâtiment, dans le même secteur ou à proximité de celui-ci.

¹ 1 tep = 11.63 MWh = > 20 Mtep = 232.6 TWh ; la relation considérée entre aire des capteurs solaires thermiques, capacité et énergie produite est la suivante : 1 m² = 0.7 kWth (kilowatt thermique) équivalent à 0.468 MWh/m² par an (en France métropolitaine).

² Les commentaires relatifs au projet de loi Transition énergétique pour une croissance verte sont extraits du texte de la Commission du Sénat, en date du 28 janvier 2015, en l'attente du texte définitif non encore voté.

Face à ce contexte national et dans la dynamique impulsée depuis des décennies par les organismes Hlm pour développer du solaire dans le parc, de nombreux organismes sont engagés dans la mise en œuvre d'installation d'eau chaude sanitaire solaire.

Cette démarche s'inscrit dans **une démarche globale d'amélioration énergétique, engagée par les organismes Hlm sur l'ensemble de leur patrimoine.**

Cette démarche porte tant sur les bâtiments existants (travaux de rénovation énergétique) que sur les bâtiments neufs.



À RETENIR

Le choix du solaire est toujours inscrit dans :

- ▶ **une stratégie patrimoniale** pour l'organisme Hlm,
- ▶ une recherche de **maîtrise des charges locatives et de la demande en énergie, en particulier celles liées à la production d'eau chaude sanitaire** (maîtrise de l'évolution d'une part des charges énergétiques pour les locataires) et le respect de la part EnR souvent imposé par les territoires/collectivités locales.

Ce choix peut également être impulsé par :

- ▶ les exigences réglementaires en matière d'amélioration de la performance énergétique, que les organismes Hlm ont souvent appliquées de façon anticipée (généralisation à partir de 2010 des bâtiments basse consommation, par exemple) ;
- ▶ une éco-conditionnalité de certaines aides et subventions accordées par les collectivités territoriales sur certains territoires, destinées à favoriser un recours minimal aux EnR ou le développement d'une filière.

Associée à une excellente enveloppe et des équipements performants, l'utilisation du solaire thermique peut contribuer à répondre aux exigences des prochaines réglementations thermiques, énergétiques environnementales.

UNE OPPORTUNITÉ DE MAÎTRISER LES COÛTS GLOBAUX POUR LA PRODUCTION D'ECS

Lissage des coûts sur 20 ans

L'investissement dans une installation solaire thermique permet à un organisme Hlm une **visibilité d'une partie de sa facture d'énergie sur le long terme.**

Comme tout projet comprenant des énergies renouvelables, une installation solaire thermique demande un investissement supplémentaire pour sa mise en œuvre. Décidé en amont du projet, cet investissement peut être soutenu par des aides ou incitations publiques.

Un modèle de financement vertueux d'un projet solaire, consistera à cofinancer l'investissement initial à la fois par un prêt bonifié et par des aides publiques (généralement entre 30 et 60%), et de contractualiser sur des longues durées (5 ans minimum) un contrat de garantie de performances solaires (dit GRS) impliquant les acteurs principaux du projet. Ces dispositions permettent de disposer d'une visibilité économique dans le temps et un lissage d'une partie des coûts du poste ECS.

Le suivi d'une installation permet une visibilité claire du coût du kWh solaire sur sa durée de vie, sous réserve d'un dispositif de surveillance approprié et adapté à la taille de l'installation. Ce suivi rendra compte des coûts induits (entretien maintenance, suivi...) comme des économies générées sur la consommation d'appoint nécessaire à la production ECS.

COMMENTAIRE

La durée de vie d'une installation solaire est en moyenne d'une vingtaine d'années. Une installation de qualité, bien conçue et bien exploitée peut voir sa durée de vie prolongée à une trentaine d'années.

Incitations publiques à aller vers le solaire

Les incitations publiques pour mettre en place des installations solaires thermiques relèvent soit des **réglementations** en vigueur (réglementation thermique, règles d'urbanisme pour certains secteurs³) généralement appliquées au neuf, soit du **régime des aides et subventions** accordées pour la réalisation d'une opération. La plupart des acteurs institutionnels et collectivités réservent ces aides à la réhabilitation (en même temps que le respect de la RT des bâtiments existants).

La Réglementation Thermique RT 2012

La RT 2012 en matière de performance énergétique des bâtiments neufs est l'actuelle réglementation en vigueur. Elle est applicable à tous les permis de construire :

- ▶ déposés à compter du 28 octobre 2011 pour certains bâtiments neufs du secteur tertiaire et les bâtiments à usage d'habitation construits en zone ANRU,
- ▶ déposés à partir du 1^{er} janvier 2013 pour tous les autres bâtiments neufs.

La RT 2012 prévoit une obligation minimum en énergies renouvelables en maison individuelle et un seuil de consommation de 50 kWhep/m²/an. Une période dérogatoire, fixant l'exigence de performance énergétique à 57,5 kWhep/m²/an, a été accordée au résidentiel collectif jusqu'au 31 décembre 2017⁴.

³Cf. article 4 du projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte. Certains règlements de ZAC imposent d'ores et déjà le recours aux EnR, sans que soient explicitement citées une préférence ou une imposition vis-à-vis du solaire thermique.

⁴Plus d'infos sont disponibles sur le site www.rt-batiment.fr. JORT du 26/12/2014 <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORF-TEXT000029966122&categorieLien=id>

La Réglementation Thermique des bâtiments existants

L'objectif général de cette réglementation est d'assurer une amélioration significative de la performance énergétique d'un bâtiment existant lorsqu'un maître d'ouvrage entreprend des travaux susceptibles d'apporter une telle amélioration.

Pour les bâtiments existants de plus de 1 000 m² soumis à des travaux de rénovation très lourds, le maître d'ouvrage doit réaliser, avant le dépôt du permis de construire (selon le décret 2007-363), une étude de faisabilité technique et économique des diverses solutions d'approvisionnement en énergie de la construction⁵. Cette mesure est destinée à favoriser les recours aux énergies renouvelables, et donc un recours au solaire thermique en particulier.

Pour ces rénovations lourdes de bâtiments de plus de 1 000 m², achevés après 1948, la réglementation définit un objectif de performance globale pour le bâtiment rénové.

Ce premier volet de la RT est applicable pour les permis de construire déposés après le 31 mars 2008.

Pour tous les autres cas de rénovation, la réglementation définit une performance minimale pour l'élément remplacé ou installé. Ce second volet de la RT est applicable pour les marchés ou les devis acceptés à partir du 1^{er} novembre 2007.

Aides publiques

Ces aides publiques sont dispensées soit sous la forme de subventions soit sous la forme de prêts bonifiés.

Compte tenu de la diversité des situations locales, les aides et subventions des collectivités territoriales ne sont pas détaillées ici. Seules sont exposées ici les aides principales, accordées par l'ADEME et la plupart des conseils régionaux.

1) Aide à la décision (études de faisabilité solaire)

L'étude de faisabilité fournit au maître d'ouvrage l'ensemble des éléments techniques et financiers qui lui permettra de prendre une décision. Dans la plupart des cas, l'étude inclut des préconisations de mise en œuvre et d'investissements, et ne nécessite donc pas de réaliser un diagnostic complémentaire. L'aide à l'étude de faisabilité est généralement attribuée par l'ADEME et éventuellement les Régions. Elle atteint un taux de 50% sur la base d'une assiette maximale de 75 000 €. Elle intègre généralement un volet énergétique et thermique du bâtiment.

2) Aide à l'investissement : le Fonds Chaleur

Constituant un des engagements majeurs du Grenelle de l'Environnement, le Fonds Chaleur vise à développer la production de chaleur à partir des énergies renouvelables. Il regroupe les filières biomasse, géothermie et solaire thermique. Le but de ce Fonds est de soutenir financièrement les projets afin de rendre compétitif le kWh renouvelable en général et le kWh solaire thermique en particulier. Un dispositif de suivi technique des performances est obligatoire : c'est une garantie de qualité pour le maître d'ouvrage. Le matériel de suivi est cofinancé par le Fonds Chaleur.

À NOTER

Le Fonds Chaleur en solaire thermique n'est attribué que sur des projets présentant une configuration hydraulique validée par l'ADEME, c'est-à-dire identifiée par la filière comme simple, efficace, éprouvée et génératrice d'économies.

⁵décret : 2007-363 (<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000645843>).

Pour les opérations non éligibles au Fonds Chaleur, l'ADEME et les Régions peuvent proposer des subventions dans le cadre des Contrats de Projet État Régions (CPER). Ces aides et les critères associés sont variables d'une région à l'autre. Les départements peuvent également accorder de façon ponctuelle des aides aux collectivités.

POUR ALLER + LOIN

FOCUS n°2 sur le Fonds Chaleur.

3) Avantage fiscal

En vertu de l'article 39 AB du code général des impôts⁶, un système solaire peut bénéficier de l'amortissement accéléré ou exceptionnel sur 12 mois donc plus rapidement que ne le justifie l'usure économique.

4) Aide au suivi

Un dispositif de suivi technique est obligatoire dans le cadre du Fonds Chaleur. Le suivi lui-même, au-delà du matériel, peut être cofinancé dans certaines régions avec un taux d'aide du même niveau que celui appliqué pour l'investissement. La durée de l'aide au suivi peut s'étendre entre 3 et 5 ans, que le suivi soit simplifié ou détaillé, bien sûr dans le respect de plafonds de l'assiette subventionnable.

À NOTER

Pour connaître les montants et les modalités des aides, il est préconisé de contacter les directions régionales de l'ADEME (www.ademe.fr) ou de solliciter le BET contractualisé (s'il y en a un) pour faire cette démarche.

Des charges pour les locataires maîtrisées et réduites

Le solaire thermique constitue un gisement important d'économies de charges pour les locataires dans la mesure où les coûts d'investissement comme d'exploitation peuvent être maîtrisés.

POUR ALLER + LOIN

**FOCUS n°3 sur les coûts et économies du solaire thermique.
FOCUS n°4 sur le poids du poste ECS dans la consommation énergétique de l'habitat.**

Les coûts globaux d'investissement et d'entretien par logement précisés ci-après sont basés sur les retours d'expérience de terrain, et les entretiens avec un certain nombre de bailleurs sociaux.

Ce sont des ordres de grandeur indicatifs car ils dépendront toujours de l'assiette considérée pour les coûts. Grâce aux aides à l'investissement, le temps de retour brut peut atteindre une dizaine d'années. Les économies d'énergies réalisées grâce au solaire thermique peuvent être mobilisées dans le dispositif de la «troisième ligne de la quittance»⁷, pour la part de production d'eau chaude sanitaire. Il apparaîtra plus tard dans le guide que le bénéfice aussi peut porter sur un meilleur taux de recouvrement des loyers.

⁶LOI n°2008-1425 du 27 décembre 2008 - art. 9 (V) : <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000019995721>

⁷Dispositif institué par la loi Molle du 25 mars 2009, précisant les modalités d'une contribution des locataires au financement des travaux d'économie d'énergie dans l'immeuble, sous réserve que ces travaux leur bénéficient directement en termes d'économies de charges énergétiques et locatives et qu'ils soient justifiés.



À RETENIR

Coûts d'investissement

Sur la base d'une fourchette de 0,5 à 1,5 m² de capteurs solaires par logement, le coût d'investissement du solaire sera de l'ordre de 500 à 2 200 € HT par logement.

Economies

Economies générées sur la facture d'énergie du locataire : de 40 à 80 € HT par logement et par an.

Coûts d'entretien

Rapporté au logement, la surveillance de toute l'installation (suivi opérationnel et maintenance corrective) coûte entre 5 à 20 euros par an, soit environ 1% de l'investissement initial.

On retrouve ainsi un ratio entre économies et coût de fonctionnement de l'installation solaire variant de 10 à 20%.

L'impact du solaire sur le taux d'impayés

Le retour d'expérience de l'OPH de Cannes et Rives Droite du Var a permis de constater que le taux d'impayés des charges locatives moyen sur les résidences équipées de solaire thermique est sensiblement inférieur à celui des résidences non équipées ou sans recours aux énergies naturelles renouvelables.

EXEMPLARITÉ DES BAILLEURS VIS-À-VIS DE L'ENVIRONNEMENT

Bénéfices induits en terme de CO₂ évité

La quantité de CO₂ évitée varie selon le rendement de l'installation, son taux de couverture solaire (ratio entre production solaire utile en sortie de ballon solaire et besoins en eau chaude aux points de puisage) et l'énergie conventionnelle utilisée (gaz, électricité, réseau de chaleur urbain...).

En fonctionnement, la part solaire thermique étant à dégagement de CO₂ nul, le bénéfice induit est significatif. En effet, une installation solaire thermique ne consomme que très peu d'énergie émettrice de gaz à effet de serre (et donc de CO₂), sa seule consommation d'énergie résidant dans la faible consommation électrique de la ou les pompes de circulation (en moyenne, leur consommation électrique est 50 à 100 fois inférieure à l'énergie solaire utile produite).



À RETENIR

La circulation du fluide dans une installation solaire et la régulation du système entraînent une consommation électrique inhérente à un fonctionnement normal (en dehors des installations dites en thermosiphon). Il a été mesuré pour des installations solaires collectives que la consommation électrique correspond à la productivité annuelle d'un demi mètre carré de capteurs.

Economie locale favorisée (travaux, entretien)

Le solaire thermique est fortement lié à une valeur ajoutée locale. L'installation et la surveillance de l'installation (suivi et entretien) sont réalisées par des acteurs locaux de la filière (PME locales...). Seul le matériel peut éventuellement provenir d'un site de production déterritorialisé. Cependant, il est communément admis que dans le coût d'investissement d'un projet solaire, seuls 30% à 50% sont directement liés au matériel (dont une partie importante peut être fabriquée en France).

COMMENTAIRE

Le solaire thermique : une filière française

La France est exportatrice nette de capteurs solaires. La France produit environ 400 000 m² de capteurs, soit environ deux fois plus de capteurs solaires que le marché intérieur n'en absorbe. Par ailleurs, les fabricants français de ballons solaires possèdent dans le collectif une bonne partie du marché (plus de 50%) des installations en France.

Image citoyenne vertueuse

La présence d'un système solaire thermique dans une opération de logement social participe à la prise de conscience collective des actions entreprises pour limiter l'impact humain sur l'environnement. L'organisme Hlm met en place un dispositif vertueux, permettant de faire des économies d'énergie conventionnelle et participant à la lutte contre le réchauffement climatique.

La mise en place du solaire s'accompagne souvent d'une procédure d'implication des locataires dans la démarche (réunion d'information, insertion d'un chapitre spécifique dans le livret d'accueil) de développement durable du bailleur social.

A ce titre, l'information des locataires permet également de les sensibiliser sur des problématiques dépassant la simple production d'eau chaude sanitaire solaire : économies d'eau et d'énergie plus généralement.

Une sensibilisation ciblée pour lutter contre l'effet rebond devra être menée par l'organisme Hlm afin de ne pas faire basculer les locataires dans la surconsommation d'eau chaude sous prétexte qu'une partie de celle-ci est le fruit d'une énergie « gratuite ».

Pour être complet et efficace, ce livret d'accueil mentionne les limites de l'ECS solaire : la non gratuité de l'eau, le fait que le solaire nécessite un appoint qui consommera de l'énergie payante.

Le livret d'accueil à destination des locataires

Le bailleur social Hlm Cité Jardins situé en région Midi Pyrénées fournit un livret d'accueil aux locataires. Ce livret de quelques pages détaille la production de l'eau chaude sanitaire solaire, pour une prise en main efficace des bâtiments neufs et réhabilités dits « performants » dans une démarche globale, intégrée, participative et éco-responsable.



CHAPITRE 2

Quel type de solaire thermique pour la production d'ECS et quels acteurs ?

Les grands principes du solaire thermique.....	20
Principe général	20
Prévention des risques liés à l'eau chaude sanitaire	21
Les schémas des différentes solutions solaires thermiques	22
Avantages et inconvénients.....	25
Les principaux acteurs d'une opération de solaire thermique	27
Le cas particulier mais vertueux des programmes solaires.....	33

INTRODUCTION

Les systèmes solaires thermiques destinés aux logements des organismes Hlm sont classés en quatre grandes catégories, chacune d'elle destinée à un usage préférentiel selon ses avantages et ses inconvénients :

- ▶ **les installations individuelles de type CESI** (chauffe-eau solaire individuel), qu'elles soient « classiques » ou « optimisées » (compactes) ;
- ▶ **les installations collectives centralisées de type CESC** (chauffe-eau solaire collectif), avec une production d'appoint et production solaire centralisées ;
- ▶ **les installations collectives de type à appoint individualisé désignées CESCOI** (chauffe-eau solaire collectif avec appoints individualisés), visant un appoint individualisé sur une production solaire centralisée ;
- ▶ **les installations collectives de type individualisées de type CESCOI** (chauffe-eau solaire collectifs Individualisés) permettant une production d'appoint individuelle et échangeurs solaires décentralisés dans chaque logement.

Selon le schéma synthétique présenté en préambule, le choix de telle ou telle technologie ou mise en œuvre reposera sur l'analyse du type de construction, du type de travaux à réaliser mais également du choix du maître d'ouvrage dans sa démarche de maîtrise des charges (individualisation ou non des charges d'ECS).

LES GRANDS PRINCIPES DU SOLAIRE THERMIQUE

Principe général

Le solaire thermique vise à la production de chaleur selon un principe général où les calories issues du soleil sont captées par des panneaux solaires (corps noirs), puis sont transmises via un **fluide caloporteur** à un ou des ballons de stockage d'énergie.

Ce type de dispositif met en œuvre une panoplie hydraulique et fait appel à toute une série d'ouvrages de plomberie et de génie climatique. Le vecteur eau (ou eau glycolée) est utilisé pour transmettre et stocker cette énergie solaire en toute sécurité. L'objectif final est de préchauffer l'eau chaude sanitaire grâce à l'énergie solaire et ainsi diminuer de façon significative et à un coût optimisé les charges locatives pour la production d'ECS qui représentent par ailleurs un poste de plus en plus important dans l'habitat.

Une installation de production d'eau chaude sanitaire se compose :

- ▶ **de capteurs solaires** : ils assurent la transformation du rayonnement solaire en chaleur ;
- ▶ **d'une boucle de transfert** : elle permet le transport des calories depuis les capteurs solaires vers le **ballon de stockage** par le biais d'un **échangeur de chaleur** (incorporé ou non au stockage). Elle comporte notamment le **circulateur** (ou la pompe) et la **régulation** associée ;
- ▶ **d'un ou plusieurs ballon(s) de stockage** : il(s) stocke(nt) la chaleur, sous forme d'eau chaude sanitaire ou **d'eau morte** en vue de sa future utilisation.

POUR ALLER + LOIN

FOCUS n°5 sur la mise en œuvre de type « eau morte » ou « eau technique ».

Tous ces systèmes de production d'ECS solaire peuvent disposer d'un système de captage de l'énergie solaire dit autovidangeable (également appelé gravitaire ou « drain back »), ou sous forme pressurisée.

POUR ALLER LOIN

FOCUS n°6 sur l'autovidangeable.

La solution de l'autovidangeable a tendance depuis 2010 à se diffuser dans les applications solaires thermiques collectives. Elle permet aux maîtres d'ouvrage d'avoir une garantie supplémentaire de robustesse dans le fonctionnement et l'entretien des installations solaires. En effet, la technologie autovidangeable par essence est capable de beaucoup mieux faire face aux risques de surchauffe (fortes variations de fréquentation) et aux avaries techniques (coupure de courant, actions de maintenance) grâce à sa protection passive contre lesdites surchauffes.

Dans sa configuration la plus classique, un chauffe-eau solaire collectif comprend un stockage solaire et un appoint, tous deux centralisés. Les besoins en ECS déterminent la taille de l'installation solaire. Celle-ci reste néanmoins contrainte par :

- ▶ la disponibilité en toiture pour l'implantation des capteurs solaires (ou les surfaces de captage envisageables) ;
- ▶ la disponibilité et les dimensions du local technique qui accueillera les matériels solaires : type et nombre de ballons possibles, raccordement à la production d'appoint, cheminement dans le local technique...
- ▶ les conditions d'intégration de l'appoint : intégré ou non au ballon de stockage solaire.

Prévention des risques liés à l'eau chaude sanitaire

L'arrêté du 30 novembre 2005 modifiant l'article 36 de l'arrêté du 23 juin 1978, relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou des locaux recevant du public, définit

- ▶ les températures maximales de l'eau chaude aux points de puisage, afin de prévenir les risques de brûlures des usagers,
- ▶ les températures minimales à l'intérieur des installations, afin de prévenir les risques liés aux légionnelles.

Cet arrêté implique une série de précautions et de bons usages qui doivent être pris en compte dans la mise en œuvre et l'entretien des installations solaires thermiques.

POUR ALLER LOIN

FOCUS n°7 sur les risques liés aux légionnelles.

Les schémas des différentes solutions solaires thermiques

Solutions individuelles

CESI : CHAUFFE-EAU-SOLAIRE INDIVIDUEL

Dans ce cas, chaque logement est équipé d'un ensemble de Chauffe-Eau Solaire Individuel (CESI) comprenant des capteurs associés à un ballon solaire.



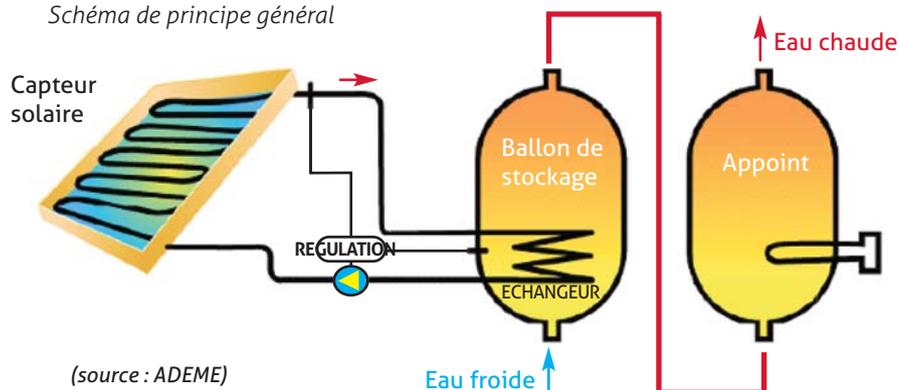
À RETENIR

Les solutions individuelles ne sont pas soumises à l'arrêté du 30 novembre 2005 quant aux risques liés aux légionelles dans la mesure où le stockage est inférieur à 400 litres et que la distribution à partir de la production contient moins de 3 litres.

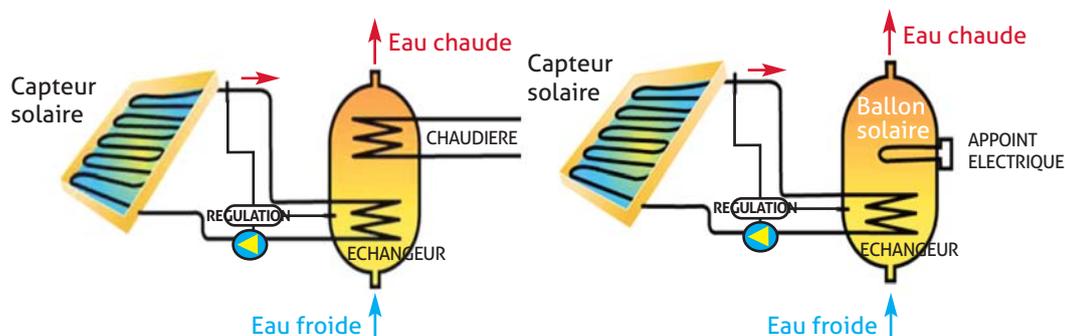
Le ballon peut être :

- **mono énergie** : un seul échangeur solaire noyé dans le ballon. L'appoint est réalisé par un producteur séparé (ballon électrique, chaudière à micro accumulation, chauffe bain...).

Schéma de principe général



- **ou bi-énergie** : on ajoute dans ce cas en partie haute du ballon un autre échangeur hydraulique ou une épingle électrique selon le type d'appoint prévu au projet.

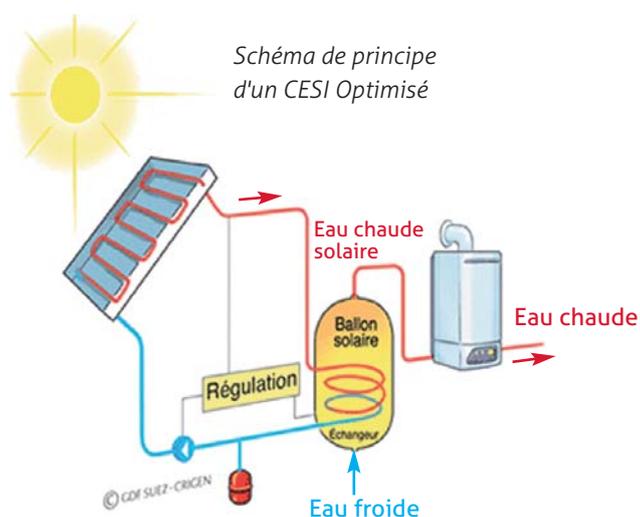


CESI OPTIMISÉ : CHAUFFE EAU SOLAIRE INDIVIDUEL DIT « OPTIMISÉ » OU « COMPACT »

Cette solution de production d'eau chaude sanitaire solaire individuel est la plus optimisée, au niveau compacité et coût d'investissement.

La solution la plus fréquente est une combinaison d'un chauffe-eau solaire individuel muni d'un seul panneau solaire et d'une chaudière gaz condensation double service micro-accumulée et à appoint séparé.

Ce type de solutions, à faibles conditions et coûts d'entretien, est à préconiser pour des petites maisons comportant une seule salle de bain, qu'elles soient en location ou en accession-vente.



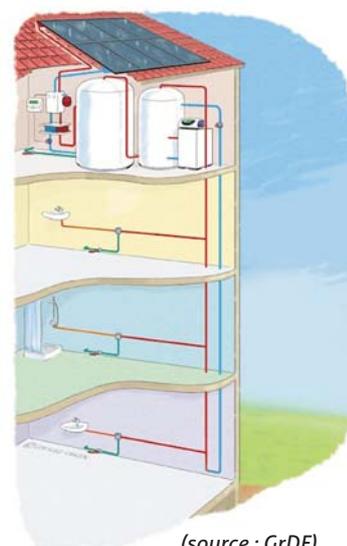
(source : GrDF)

Solutions collectives

CESC : CHAUFFE-EAU SOLAIRE COLLECTIF

Cette solution correspond à une production d'eau chaude sanitaire solaire collective à appoint centralisé. Il s'agit d'une chaufferie collective classique sur laquelle vient se greffer un système de génération de chaleur solaire.

Ce type d'installation est adapté pour les chaufferies ou les sous-stations.



(source : GrDF)



Les installations CESC sont soumises à l'arrêté du 30 novembre 2005 portant sur le risque de développement de légionelles. La production d'appoint ECS doit être de type à accumulation (avec stockage d'appoint) ou de type à semi-accumulation ou semi-instantané, afin de maintenir pendant 1 heure minimum en température le stockage d'appoint avant utilisation.

CESCI : CHAUFFE-EAU SOLAIRE COLLECTIF INDIVIDUALISÉ

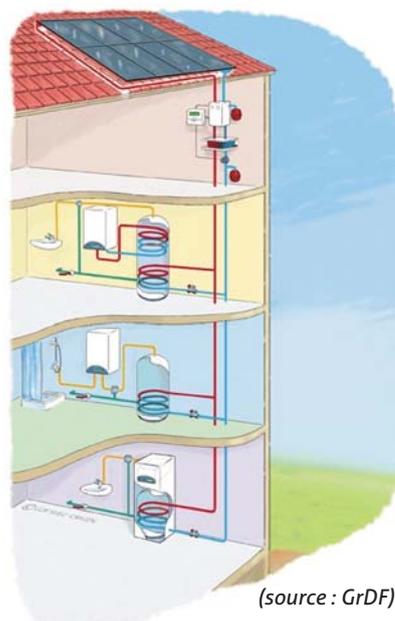
Cette solution est applicable dans le logement collectif ou en maison en bande.

La captation solaire est collective :

- ▶ un ensemble de capteurs communs à tous les logements est installé en toiture. Il n'y a qu'une seule pompe solaire et un seul circuit primaire.

Le stockage est individualisé :

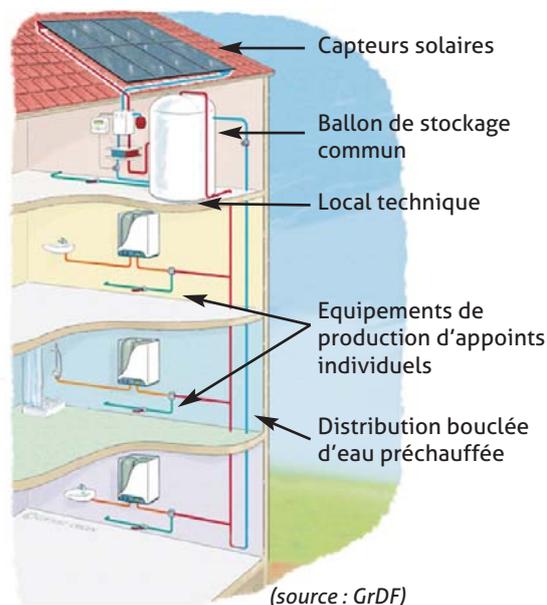
- ▶ ce circuit solaire distribue l'énergie dans tous les ballons de stockage solaire propres à chaque logement.



CESCAI : CHAUFFE-EAU SOLAIRE COLLECTIF À APPOINT INDIVIDUALISÉ

Il s'agit d'une production d'eau chaude sanitaire solaire collective à stockage solaire collectif et appoints individuels par logement.

On trouvera dans cette solution un ou plusieurs ballons collectifs de stockage de l'énergie solaire (dans un local commun), et un producteur d'appoint d'individuel dans chaque logement.



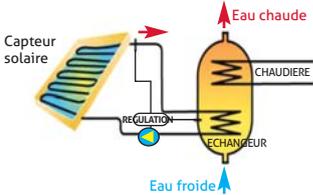
À RETENIR

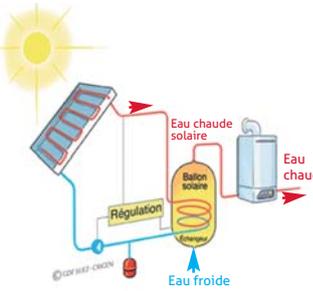
Les installations de type CESCAI sont soumises à l'arrêté du 30 novembre 2005 portant sur le risque de développement de légionelles, il est conseillé que la production d'appoint ECS soit de type à accumulation (avec stockage d'appoint) ou de type à semi-accumulation ou semi-instantané (chaudière à micro-accumulation) afin de maintenir en température le stockage d'appoint (60 min à 60°C, 4 min à 65°C ou 2 min à 70°C) avant utilisation.

En aucun cas, la production d'appoint ECS ne sera de type instantané uniquement.

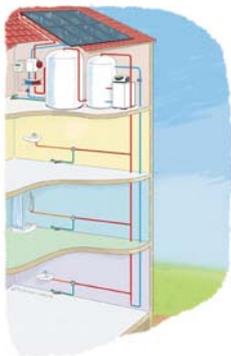
Avantages et inconvénients

Les avantages et inconvénients de chacun des modes de production d'ECS solaires sont précisés ci-dessous :

CESI (Chauffe-eau solaire individuel)	Avantages	Points à améliorer/faiblesses
	<ul style="list-style-type: none"> › Solution adaptée à la maison individuelle. › Gain de 50% à 80% sur leur facture d'ECS et un niveau de confort constant et garanti tout au long de l'année. › Taux de couverture solaire en été très élevé permettant d'éteindre l'appoint. › Maintenance limitée à une intervention par an maximum. › Durée de vie d'environ 20 ans soit deux fois plus longue que celle des systèmes thermodynamiques (PAC, CET). 	<ul style="list-style-type: none"> › Compétitivité à l'investissement. › Positionnement dans la RT2012 par rapport à d'autres solutions EnR.

CESI dit « optimisé » ou « compact »	Avantages	Points à améliorer/faiblesses
	<ul style="list-style-type: none"> › Solution au coût maîtrisé parmi les moins chères du marché en RT 2012. › Solution performante répondant aux exigences réglementaires RT 2012. › Solution solaire facile à mettre en œuvre avec à la clé une optimisation du temps de pose (1 journée environ). › Gain de 40% à 70% sur leur facture d'ECS et un niveau de confort constant et garanti tout au long de l'année. › Encombrement limité, la chaudière pouvant être installée au-dessus du ballon. › Maintenance limitée à une intervention par an simultanément à la chaudière. › Durée de vie d'environ 20 ans soit deux fois plus longue que celle des systèmes thermodynamiques (PAC, CET). 	<ul style="list-style-type: none"> › Taux de couverture plus faible que pour un CESI classique. › Solution technique intéressante si la source d'appoint est l'énergie gaz sous la forme d'une chaudière à condensation. › Limitation en taille pour le résidentiel individuel : le CESI optimisé vise des familles de 4 personnes maximum. Il ne convient pas pour les familles nombreuses.

CESC (CES collectif)



Avantages

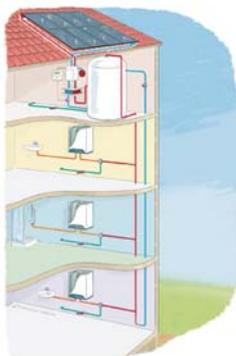
- › Adaptation sur bâtiment existant simple.
- › Pas d'espace nécessaire en logement.
- › Mesure de l'énergie solaire utile facilitée.
- › Faibles pertes de stockage (gros volume).

Points à améliorer/faiblesses

- › Création d'un local commun de production d'ECS nécessaire.
- › Recouvrement des charges eau et énergie par le gestionnaire.
- › Maintien de la distribution d'ECS à plus de 50°C (problématique légionelles).
- › Compensation des pertes thermiques de bouclage par l'appoint.
- › Présence d'une pompe de bouclage.

CESCAI

(CES collectif à appoint individuel)



Avantages

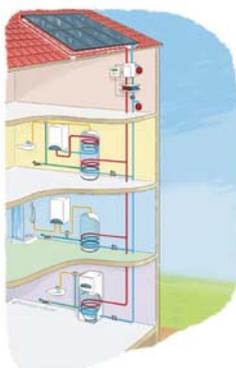
- › Compensation des pertes thermiques de bouclage par une ENR (élément valorisé dans le calcul RT).
- › Individualisation des charges énergie de la production ECS.
- › Mesure de l'énergie solaire utile facilitée.

Points à améliorer/faiblesses

- › Espace requis dans chaque logement pour implanter une production ECS d'appoint.
- › Création d'un local commun de production d'ECS nécessaire.
- › Besoin d'une pompe de circulation de l'eau préchauffée.
- › Nécessité d'ajouter un compteur volumétrique d'eau préchauffée par logement.
- › Répartition de l'énergie solaire plus aléatoire.
- › Inadapté en cas de production d'ECS de type instantané.
- › Limité au petit collectif.
- › Pertes de stockage importantes (multiples petits ballons).

CESCI

(CES collectif individualisé)



Avantages

- › Compensation des pertes thermiques de bouclage par une ENR (élément valorisé dans le calcul RT).
- › Individualisation des charges eau et énergie de la production ECS.
- › Distribution de l'énergie solaire par gaines EU-EV des logements.

Points à améliorer/faiblesses

- › Espace requis dans chaque logement pour implanter le ballon solaire.
- › Prix des ballons solaires individuels élevés.
- › Suivi du fonctionnement et des performances plus délicat.
- › Inadapté aux bâtiments existants (sauf réhabilitation lourde).
- › Limité au petit collectif.
- › Pertes de stockage importantes (multiples petits ballons).

Source : TECSOL/SCHEFF

Les principaux acteurs d'une opération de solaire thermique

L'organisme Hlm, en sa qualité de maître d'ouvrage mais également de bailleur, est responsable de l'installation, et doit à ce titre fournir de l'eau chaude au bénéficiaire final, l'habitant usager.

A ce titre, et pour satisfaire cette première obligation de résultats, l'organisme Hlm, ou son maître d'ouvrage délégué, mandate des acteurs pour la réalisation du programme immobilier, acteurs différents selon les phases d'avancement du projet, mais également selon que ce projet d'installation solaire s'insère ou non dans une opération de construction neuve ou de réhabilitation.

POUR ALLER LOIN

FOCUS n°8 sur les jeux d'acteurs d'un projet solaire thermique.

Le schéma ci-après reproduit les principaux rapports organisationnels et relations entre acteurs, que ce soit des liens de conseil, des liens contractuels ou des liens de responsabilité. Ces schémas n'indiquent que les principales relations, et non tous les cas de figure.

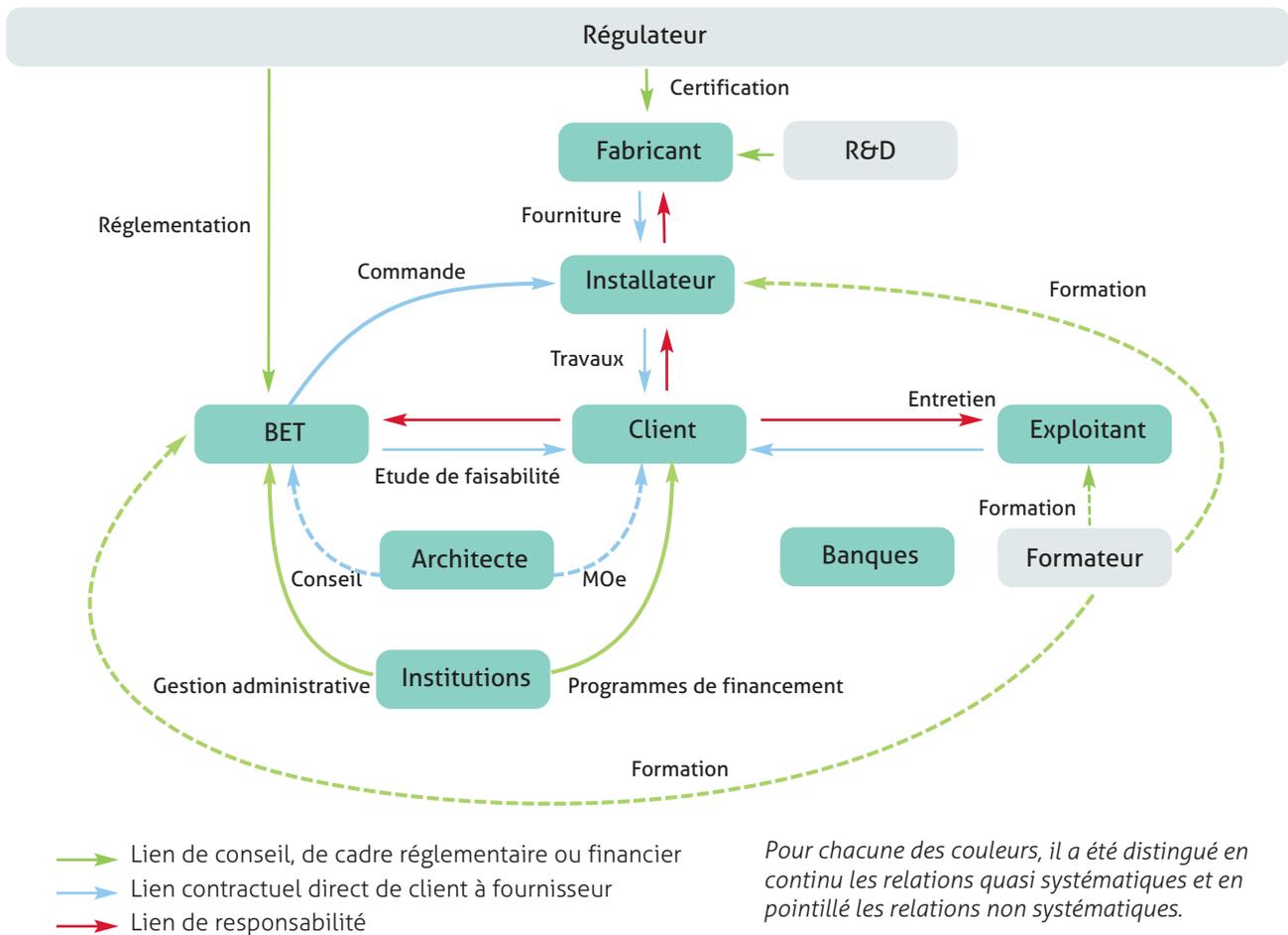
Les étapes et les points de vigilance nécessaires à chaque étape font l'objet du prochain chapitre.

À NOTER

Il est à noter la spécificité des travaux d'installations d'équipements solaires dans du patrimoine existant, de par la complexité de l'intégration au bâti (dimensionnement, mise en œuvre en site occupé...). Pour pallier cette complexité, il est conseillé de suivre un schéma similaire à une opération neuve, à savoir missionner un BET spécialisé assurant une mission de conseil puis de conception, puis une sélection d'installateurs sur la base d'un dossier de consultation.

Une autre alternative existe : certains bailleurs sociaux possèdent en interne un service bâtiment compétent en solaire, à la suite d'expériences significatives sur ce type de chantier. Dans ce cas précis, il est à noter que la responsabilité de la conception incombe à l'organisme Hlm.

Relations entre acteurs pour une opération solaire



Source : ADEME

Jeu d’acteurs pour un projet solaire thermique collectif

Dans le schéma ci-dessus, les institutions représentent les acteurs en lien avec les mécanismes de soutien de la filière : l’ADEME, le MEDDE, les Régions etc. Ils interviennent ici typiquement pour l’attribution d’aides de type Fonds Chaleur.

!
 À RETENIR

Tous ces acteurs doivent contractuellement **s’engager vis-à-vis du maître d’ouvrage bailleur social pour la bonne réussite de l’opération.**

Ce terme d’engagement est capital et représente un gage de succès des opérations solaires thermiques, comme le démontrent les retours d’expérience de terrain présentées en fin de volume.

Jeu d'acteurs pour un projet solaire thermique collectif neuf

A l'issue d'une première étude d'opportunité, qui peut être réalisée en interne ou conduite par une expertise extérieure, le maître d'ouvrage initie la première étape du projet de l'installation solaire : la sélection de l'équipe de maîtrise d'œuvre, pour la phase conception du projet dans sa globalité.

Dans le cas spécifique d'une intervention en réhabilitation, il peut être fait directement appel à un installateur, qui prend alors en charge toute la partie conception puis l'articulation avec les autres corps de métier. Cette configuration n'est à préconiser que pour les installations de petites tailles.

Les modalités de constitution de cette équipe de maîtrise d'œuvre doivent préciser, dès l'annonce d'appel à candidature, les attendus du projet et le recours imposé à une installation de production d'ECS solaire thermique. A ce titre, il est recommandé que l'équipe retenue dispose soit en compétences internes, soit par co-traitance avec un BET spécialisé, des compétences nécessaires. L'organisme peut également s'adjoindre les conseils d'un BET spécialisé, sous forme de conseil ponctuel ou d'assistance à maîtrise d'ouvrage, mais un lien contractuel entre l'équipe de maîtrise d'œuvre et l'AMO spécialisé est recommandé, ne serait-ce que pour des questions de cohérence globale du projet et de responsabilités partagées des préconisations. Cette équipe de maîtrise d'œuvre devient ainsi co-responsable de l'atteinte des performances prévisionnelles de l'installation.

Dans le cas où l'organisme possède en interne les compétences nécessaires (service bâtiment ayant réalisé plusieurs installations solaires...), il est recommandé que ces compétences ne soient mobilisées que pour la phase d'opportunités, puis en vérification des préconisations de la maîtrise d'œuvre ou de l'AMO spécialisé.

Dans cette configuration de travaux neufs, la présence dans l'équipe de conception d'un BET spécialisé en solaire est indispensable, et doit intervenir dès le début de la conception.

La sélection du BET et la validation de son niveau de compétences et de spécialisation peut se faire par la mention « RGE études – Ingénierie des installations de production utilisant l'énergie solaire thermique » en phase de consultation.

Depuis le 1^{er} janvier 2015, les aides publiques de l'ADEME sont allouées aux seuls donneurs d'ordre ayant fait appel à des prestataires titulaires d'un signe de qualité reconnu « RGE Etudes ».



À RETENIR

Qu'est-ce que RGE Etudes ?

La mention « RGE Etudes » (Reconnu Garant Environnement) met en avant les signes de qualité (qualifications ou certifications) délivrés aux professionnels réalisant des prestations intellectuelles concourant à la performance énergétique des bâtiments et des installations d'énergie renouvelable. Les principaux objectifs de la charte sont les suivants :

- ▶ Faire monter en compétence les professionnels.
- ▶ Permettre aux maîtres d'ouvrage de mieux identifier les professionnels compétents.
- ▶ Mettre en avant l'importance de la qualité de la conception et du suivi de la réalisation.

Au-delà des références que le BET spécialisé présente lors de la consultation, celui-ci doit *a minima* disposer de la mention OPQIBI/RGE Etudes (qualification 20.14 : Ingénierie des installations de production utilisant l'énergie solaire thermique)⁸.

⁸Pour plus de précisions sur cette qualification: <http://www.opqibi.com/nomenclature-fiche.php?id=2014>.

Les responsabilités de ce prestataire maître d'œuvre portent sur le dimensionnement de l'installation solaire et le choix des équipements la composant. Ces informations qui doivent figurer dans le cahier des charges et de prescriptions techniques relatif à l'opération et dans le dossier de consultation des entreprises. De ce fait, une vigilance particulière doit être prise par le maître d'ouvrage, par la mobilisation de toute l'expertise du BET spécialisé, pour contrôler l'offre technique de l'entreprise ou de l'installateur, puis la bonne exécution par l'entreprise générale ou ses éventuels sous-traitants des travaux, de l'intégralité des préconisations (y compris parties raccords électriques, calorifugeages...), dans le respect du schéma hydraulique et des équipements présélectionnés.

COMMENTAIRE

Le bailleur doit, lors de la consultation des entreprises, s'assurer via son BET maître d'œuvre que la sélection de l'entreprise d'installation se fait bien selon les qualifications adéquates (telles que QualiSol Collectif) et selon des références suffisantes démontrant le savoir-faire du prestataire dans l'installation de solaire thermique collectif.

La seule sélection, par l'entreprise ou son sous-traitant, de matériels conformes à la réglementation en vigueur ou aux DTU est un gage nécessaire mais non suffisant à la bonne exécution et au bon fonctionnement ultérieur de l'installation. Aussi, toute modification aux préconisations initiales doit, au préalable, obtenir l'aval du maître d'œuvre concepteur de l'installation.

L'organisme Hlm aura ensuite une vigilance particulière à l'issue de la phase d'exécution, pour la transmission de l'installation au prestataire en charge de sa maintenance. Alors que la phase travaux est fréquemment suivie par le service Maîtrise d'ouvrage (Travaux neufs,

Bâtiment...) de l'organisme Hlm, la phase exploitation est souvent à la charge du service Maintenance Entretien. Une attention particulière devra donc être apportée à la transition en interne pour la passation des informations. Notamment, la présence du service entretien sera un atout lors des opérations de réception (OPR) afin de faciliter la transition.



À RETENIR

Tant sur la vérification de la bonne exécution en cours de travaux que sur la transmission des informations entre services et entre prestataires, la démarche de commissionnement permet d'assurer un engagement de chaque professionnel intervenant dans le projet ainsi qu'une traçabilité de toutes les étapes.

Le commissionnement est l'ensemble des tâches permettant à une installation d'atteindre le niveau de performances contractuelles et de créer les conditions pour les maintenir dans le temps⁹.

Cette étape doit faire l'objet de nombreuses vigilances, décrites au chapitre suivant. En effet, l'exploitant de l'installation solaire est le plus fréquemment nommé à l'issue des travaux, voire de l'année de garantie, alors que la continuité d'informations et de modes d'actions entre l'installateur et l'exploitant est essentielle, car ce sont, dans l'immense majorité des cas, deux entités distinctes, l'installateur ou l'entreprise de travaux n'assurant pas les prestations de maintenance.

En ce cas précis, il convient de contractualiser avec une entité spécialiste de la maintenance des systèmes de génie climatique, qui peut être responsable de l'entretien des systèmes conventionnels (chaudières et chaufferies notamment) mais également de la part solaire.

⁹Citer : Etude d'optimisation d'installations solaires, USH, 2014.



À RETENIR

Tout dispositif de suivi doit être pensé en amont de la livraison de l'opération.

Le suivi d'une installation est avant tout un instrument de contrôle qualité pour le gestionnaire du bâtiment.

S'il y a dissociation entre le bailleur social et le gestionnaire, le premier devra montrer au deuxième l'enjeu et l'intérêt d'un tel dispositif.

Un dispositif liant les différents acteurs dès la conception et la réalisation du projet comme la **convention de Garantie de Résultats Solaires (GRS)** permet de limiter grandement les situations de défaillance de responsabilités en cas de problèmes techniques. En effet, il permet d'effectuer un tri parmi les prestataires, chacun étant sûr de sa qualité et de celle des autres puisque ce type de contrat les réunit de manière conjointe et solidaire vis-à-vis du maître d'ouvrage. Le bailleur cherchera à inclure dans son marché ce type de convention ou de façon plus légère une convention de contrôle de bon fonctionnement.

LE BUREAU D'ÉTUDES THERMIQUES (BET)

Le BET joue un rôle primordial dans l'accompagnement du bailleur social pour la réalisation d'une installation solaire thermique.

Dans le cas où l'installation bénéficie d'aides publiques, le BET peut contribuer ou monter le dossier de demande d'aides, dans le cas d'une mission globale de développement du projet. Dans tous les cas, il revient au BET de produire les pièces demandées spécifiques à l'étude préalable conditionnant la recevabilité du dossier puis l'octroi des aides en phase faisabilité.



À RETENIR

Responsabilités du BET ou de la maîtrise d'œuvre :

- ▶ d'une installation correctement dimensionnée,
- ▶ de mise en œuvre dans les règles de l'art,
- ▶ de la mise en place des équipements de suivi fonctionnels.

Le recours, si possible, à un BET spécialisé est fortement conseillé. Au niveau qualification, **le BET devra posséder la qualification RGE études.**

Cette fonction de bureau d'études peut être remplie par le biais d'une maîtrise d'œuvre (MOE) ou par une assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO).

L'INSTALLATEUR

Le rôle de l'installateur dans un projet solaire réside dans la fourniture et la pose de matériel solaire. Certains installateurs proposent également des prestations d'entretien et de maintenance. Il peut être d'autant plus judicieux d'y avoir recours, par le biais d'une contractualisation, si l'exploitant du site en génie climatique (chaufferies) n'effectue pas ou refuse la prise en charge des installations solaires. Comme indiqué précédemment, dans la cas de la maintenance de plusieurs sites en solaire, l'installateur peut se positionner également comme intervenant multi-site sur bons de commande. Cependant, la mise en place d'un tel contrat ponctuel sur une seule installation ne doit pas en tout cas être systématique car elle peut qu'ajouter un surcoût au coût de fonctionnement du solaire.

Au niveau qualification, l'installateur pourra être **qualifié (QualiSol collectif pour Qualit'EnR ou équivalent Qualibat)**

LES EXPLOITANTS

La valeur ajoutée du secteur de l’exploitation / maintenance réside essentiellement dans la bonne durabilité des systèmes tout au long de leur durée de vie.

Au-delà de la durabilité même si cela est lié, la valeur ajoutée se retrouve également dans le maintien de la performance de l’installation dans la durée à savoir qu’un productible solaire de qualité permet d’importantes économies d’appoint.



À RETENIR

L’organisme peut imposer aux exploitants de disposer de personnels formés au solaire thermique de façon systématique, pour les interventions à mener sur son patrimoine.

Pluralis, en Rhône-Alpes, s’est engagé avec succès dans une telle démarche.

À NOTER

Les qualifications souhaitées des professionnels pour un projet solaire :

BET : RGE études (anciennement attestation OPQIBI)

Installateur : Qualisol collectif (ou futur équivalent RGE), Qualibat...

Fabricant : Solar Keymark ou ATEC pour les capteurs solaires

Exploitant : Formation à l’exploitation maintenance (liste formations sur SOCOL)

Les autres acteurs d’une installation solaire

LES FABRICANTS ET DISTRIBUTEURS

Ils assurent la fourniture à l’installateur du matériel destiné au projet solaire thermique. Ces fabricants jouent un rôle important également après la réception de l’installation, par le service après-vente et les garanties apportées aux matériels et équipements.

LES SERVICES URBANISMES

La validation par les services de l’urbanisme des panneaux solaires en toitures peut dans certains cas être assujettie au visa d’un Architecte des Bâtiments de France (ABF) au titre de la consultation obligatoire ou facultative relevant des règles relatives à l’aspect extérieur.

L’ABF doit être consulté pour tous les projets situés en secteur sauvegardé, en zone de protection du patrimoine architectural urbanistique et paysager (ZPPAUP), en site classé ou inscrit, ou dans le périmètre de protection (champ de visibilité) des immeubles classés ou inscrits au titre des monuments historiques. Selon le cas, la consultation de l’ABF prend la forme soit d’un accord, soit d’un avis simple.

Si l’opération est dans l’un des cas précités, un travail en concertation en amont permettra la meilleure intégration du projet solaire dans son environnement urbain et/ou paysager.

L’ASSUREUR DE L’OPÉRATION

Il est conseillé de déclarer à la compagnie d’assurance les équipements solaires mis en œuvre sur un bâtiment afin de couvrir des sinistres éventuels (type bris de glace survenus après phénomène météorologique exceptionnel).

LE BUREAU DE CONTRÔLE (CT) ET LA COORDINATION SÉCURITÉ ET PROTECTION DE LA SANTÉ (CSPS)

Les interfaces avec le CT et le CSPS sont plus amplement décrites dans le chapitre suivant.

Le cas particulier mais vertueux des programmes solaires

Un mécanisme efficace pour réaliser des opérations solaires permettant à la fois une maîtrise des coûts et de la qualité consiste à procéder à la mise en place de programmes solaires sur un parc de logements, une « solarisation » d'un groupe de bâtiments ou d'unités résidentielles.

L'intérêt de ce mécanisme est immédiat pour le bailleur, pour plusieurs raisons :

- ▶ il conduit à une montée en compétence indéniable de ses équipes travaux et entretien par le volume d'installations solaires, et implique de fait une récurrence plus importante et une meilleure connaissance de ce type de chantier et de système.
- ▶ le nombre d'installations réalisées dans un laps de temps relativement court permet de procéder à des appels d'offres groupées, à standardiser les critères techniques et de faire appel à une seule ou à un nombre limité de maîtres d'œuvre.

Plusieurs bailleurs sociaux se sont lancés et ont réalisés depuis les années 2000 de tels programmes solaires d'envergure. Le retour d'expérience constaté est globalement positif. C'est pourquoi, tant les pouvoirs publics que l'ADEME soutiennent ce type d'initiatives, en facilitant les bailleurs dans le conventionnement pour l'obtention notamment d'aides de type Fonds Chaleur.

POUR ALLER + LOIN

FOCUS n°9 sur la solarisation du parc de logements collectifs au sein de l'OPH Gier Pilat Habitat.

Une sélection de schémas précise pour les projets

Le bailleur social Gier-Pilat Habitat s'est lancé dans une opération de solarisation de ses bâtiments depuis 2007. Le projet a été initié par ALEC 42 (Agence de l'énergie du département de la Loire), qui a réalisé en février 2007 une proposition pour un plan d'action pluriannuel d'équipement solaire du parc immobilier. Suite à cette étude, Gier-Pilat Habitat a lancé une consultation de maîtrise d'œuvre en 2008 pour trois tranches d'étude et de travaux :

- ▶ une tranche ferme correspondant à la mise en place de 17 installations,
- ▶ une tranche conditionnelle 1 correspondant à la mise en place de 17 installations,
- ▶ une tranche conditionnelle 2 correspondant à la mise en place de 8 installations.

Le retour d'expérience de ce projet qui a été achevé en 2013 est très positif pour Gier Pilat Habitat. Les installations sont toutes en GRS et les performances sont au rendez-vous :

Notamment, pour les 17 installations de la tranche ferme, voici le bilan mesuré depuis 2011 :

Année	Production solaire (kWh)	Productivité solaire (kWh/m ²)
2011	482 379	526
2012	434 530	474
2013	398 742	434



CHAPITRE 3

Comment réaliser du solaire thermique performant et pérenne ?

Opportunité/phase de programmation.....	38
Contenu d'une étude de faisabilité.....	38
Phase de projet.....	46
Phase conception.....	48
Phase réalisation - travaux	51
Phase réception/commissionnement	53
Phase exploitation/entretien/suivi	55
Phase réhabilitation/démantèlement.....	61

INTRODUCTION

Ce chapitre expose le cadre méthodologique de mise en œuvre à toutes les étapes du montage d'une opération solaire thermique, selon les six étapes identifiées depuis la conception jusqu'à l'exploitation.

Faisabilité Montage Conception Réalisation/travaux Réception/
Commissionnement Suivi/exploitation

Sur cette succession d'étapes, la « faisabilité » porte sur les études préliminaires engagées par le maître d'ouvrage, en amont, pour s'assurer du bien-fondé de l'opération. La « Réception » porte sur la réception administrative des travaux en fin de chantier, obligatoire pour tout maître d'ouvrage, mais aussi de la réception technique de l'installation qui fait partie intégrante de la démarche plus générale de commissionnement.

À NOTER

Les liens de téléchargement des principaux documents pratiques et outils nécessaires à chaque phase sont indiqués en annexe « Ouvrages de références et documents pratiques ».

COMMENTAIRE

Le terme « étude de faisabilité ou d'accompagnement » employé par l'ADEME correspond à la phase avant-projet des études de maîtrise d'œuvre, telles que définies par la Loi MOP.

Le tableau ci-dessous récapitule le calendrier indicatif des différentes étapes clés d'un projet solaire. Ces durées peuvent légèrement différer, selon que l'opération est une réhabilitation ou une construction neuve. Dans le cas du neuf, l'espacement entre phases peut être plus important en raison du niveau d'avancement dépendant d'autres corps d'état (gros œuvre, etc.).

	Faisabilité Montage	Conception	Réalisation Travaux	Réception	Suivi Exploitation	Fin de vie
Durée	2-6 mois	2-6 mois	3-6 mois	1-3 mois	20 à 30 ans	3-6 mois
Aspects techniques	Opportunité	Dimensionnement Consultation	Visa Suivi chantier	Mise en service Commission	Suivi Entretien	Démantèlement Recyclage
Aspects économiques	Faisabilité Financement	Passation marchés	Situations	Réception admin.	Garanties	Recyclage

Principales causes de dysfonctionnement en phase étude (faisabilité à conception) :

L'étude menée en 2013-2014 par l'Ush sur les causes de dysfonctionnement d'installations solaires a permis de constater les principaux dysfonctionnements suivants :

- ▶ estimation inadaptée des besoins ECS,
- ▶ choix du solaire non pertinent en termes de coût global (investissement et coût d'exploitation),
- ▶ compétences trop généralistes des bureaux d'études,
- ▶ confusion entre les « taux de couverture » et « taux d'économie »,
- ▶ périmètre du taux de couverture non explicité,
- ▶ outil de dimensionnement non adéquat,
- ▶ cahier des charges travaux trop succinct,
- ▶ complexification des schémas hydrauliques par les bureaux d'études pour augmenter le taux de couverture, intention contre-productive en phase exploitation.

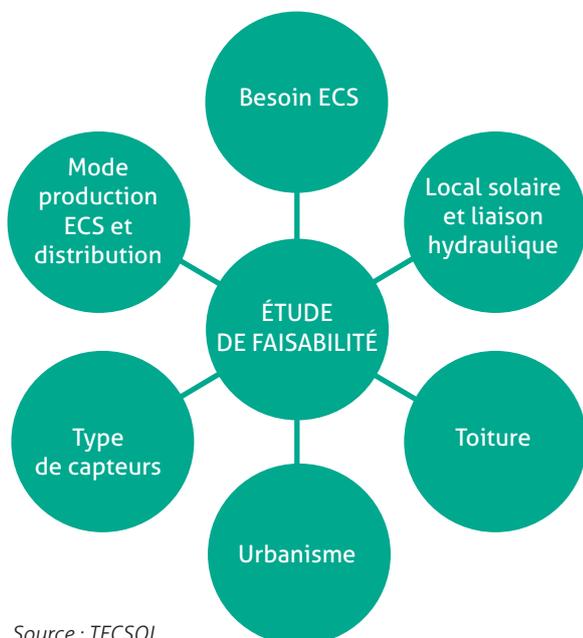
OPPORTUNITÉ/PHASE DE PROGRAMMATION

Cette étape correspond à 2 étapes, qui peuvent être concomitantes :

- › une analyse préliminaire de réalisation d'un projet, souvent réalisée en interne au sein de la maîtrise d'ouvrage du bailleur (ou avec l'appui d'un AMO). Cette phase permet l'élaboration du programme, et d'emporter la décision du maître d'ouvrage.
- › la réalisation d'une étude de faisabilité, étape impérative au succès d'une opération. Cette étude sera nécessairement réalisée par un Bureau d'Études Technique (BET) certifié «RGE» afin de pouvoir bénéficier d'aides publiques (Ademe...).

Contenu d'une étude de faisabilité

Cette partie détaille les points cruciaux que les chargés d'opérations d'un organisme Hlm doivent pouvoir établir (ou vérifier s'ils font appel à un AMO), lors de l'étude de faisabilité.



Source : TECSOL

1. Besoin en ECS

Les besoins en ECS sont un facteur primordial à prendre en compte dans la phase de prescription.

Dans le cas d'un bâtiment existant, l'idéal est de profiter d'une campagne de mesures sur le site, afin d'avoir un estimatif le plus précis possible des volumes consommés.

Si le site concerné ne possède pas de suivi de la consommation d'ECS ou que le projet est un bâtiment neuf, la consommation sera estimée à l'aide de ratios qui devront être justifiés par le BET.



À RETENIR

La valeur de référence au sein de la filière solaire thermique (SOCOL/ENERPLAN) actuellement est **30 litres d'eau chaude par personne et par jour à 60°C**.

Cette donnée est équivalente à 54 litres par personne et par jour à 40°C pour une température d'eau froide à 15°.

Dans le cadre du logement collectif, il s'agit de rapporter ce ratio de consommation d'ECS par personne aux différents types de logement.

Type de logement	T1	T2	T3	T4	T5 et plus
Ratio d'occupation (personnes/logement)	1,2	1,4	2	2,6	3

(valeurs basées sur les données INSEE 2008)

Exemple d'application

si le bâtiment comporte 30 logements (décomposé en 10 T1 et 20 T3), les besoins en ECS à 60°C seront estimés à :

$$T1 : (1,2 \text{ pers./logt} \times 10 \text{ logts}) \times 30 \text{ l/logt} = 360 \text{ litres}$$

$$T3 : (2 \text{ pers./logt} \times 20 \text{ logts}) \times 30 \text{ l/logt} = 1\,200 \text{ litres}$$

$$\text{Besoins totaux en ECS à 60°C} = 1\,560 \text{ litres/jours}$$

Dans le cadre du logement collectif un coefficient multiplicateur est généralement appliqué pour tenir compte de variations saisonnières. Ce coefficient multiplicateur permet d'estimer la consommation d'eau chaude sanitaire selon les différents mois de l'année, en fonction de l'occupation des logements et des besoins en ECS habituellement constatés.

Période	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Coefficient multiplicateur	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,85	0,75	0,75	0,9	1,05	1,1	1,1

Exemple d'application

selon l'exemple précédent du bâtiment de 30 logements, les besoins en ECS à 60°C sont estimés à 1560 l/j. La consommation moyenne à prendre en compte est celle déterminée mensuellement, après application des coefficients multiplicateurs, selon le tableau ci-dessous.

Période	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Conso ECS moyen [litres/jour]	1716	1716	1716	1716	1716	1326	1170	1170	1404	1638	1716	1716

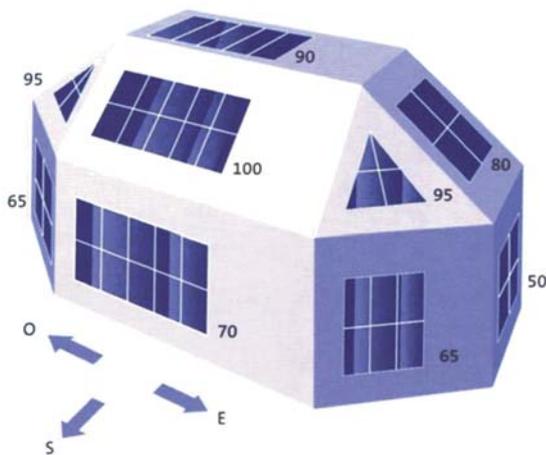
POUR ALLER  LOIN

FOCUS n°10 sur les ratios et besoins en ECS (fiche SOCOL).

2. Implantation des capteurs solaires

Le bâtiment doit pouvoir disposer d'une surface nécessaire à l'implantation et l'exploitation des capteurs solaires. Ces capteurs devront être préférentiellement orientés au sud (avec une flexibilité de plus ou moins 45° par rapport au Sud) et inclinés entre 30° et 45° (voire entre 20 et 60° si l'installation se fait sur toiture inclinée). Les effets de masque (ombres portées sur les capteurs solaires) seront évités. Signalons que de telles situations dégraderont forcément les performances attendues de l'installation solaire.

L'impact de l'orientation et de l'inclinaison des capteurs par rapport à l'optimum (inclinaison entre 35 et 45°) peut être très conséquent sur le productible solaire.



Source : TECSOL

La zone disponible en toiture sera clairement identifiée pour la mise en place des capteurs solaires. Un plan d'implantation doit impérativement être remis avec l'étude de faisabilité.

SURCHARGE OCCASIONNÉE

Dans un premier temps, il convient de s'assurer que le poids des capteurs est supportable par la structure et donc vérifier la capacité portante de la dalle terrasse ou de la toiture inclinée qui recevra les capteurs. A titre d'information, le poids propre d'un capteur est d'environ 30 kg/m².

Dans certains cas, selon la localisation géographique du lieu considéré (hauteur de la toiture, environnement urbain ou non, règle Neige et Vent – NV65), un BET structure pourra établir une note de calcul pour contrôler la résistance à l'arrachement de la structure support des panneaux ou son lestage nécessaire. Dans le cas de situations à risques, et particulièrement dans le cas d'une intervention sur existant, il peut être demandé au Contrôle technique de vérifier cette note, en application des missions L-LP/LE.

ENTRETIEN/MAINTENANCE



À RETENIR

Comme tout équipement technique, des interventions pour la mise en service de l'installation et tout au long de sa période d'exploitation sont à prévoir (manœuvre des purgeurs, des vannes de réglages...). De ce fait, afin de faciliter la prévention des risques professionnels lors d'interventions ultérieures, il convient de prévoir dès la phase conception le cheminement permettant un accès aisé et sécurisé à la zone de capteurs. Établi par le CSPS, le DIUO doit être remis aux exploitants, et détailler les conditions d'interventions.

3. Types de capteurs

Etant adaptés à la production d'ECS, et d'un coût raisonnable, l'utilisation des capteurs plans vitrés sera privilégiée.

En revanche, le recours aux capteurs sous vide sera à éviter. Si leur encombrement est moindre que des capteurs plans, ils sont réservés à des usages à très hautes températures et sont donc déconseillés pour l'ECS. Ces capteurs sous vide peuvent provoquer un risque de dégradation des autres composants (vase d'expansion, fluide caloporteur, raccords et joints du circuit primaire) de l'installation solaire, due aux trop fortes élévations de température.

COMMENTAIRE

Compte tenu des indications citées précédemment, si les capteurs sous vide peuvent paradoxalement apparaître comme les plus appropriés de par leur encombrement limité, leur emploi doit cependant être limité au profit des capteurs plans vitrés recommandés pour les applications classiques en ECS.

Les tubes sous vide peuvent éventuellement être une solution alternative, dans certains cas de figures très spécifiques (bâtiments existants mal orientés, manque de surface en toiture, réseau de chaleur), qu'il conviendra d'étudier **au cas par cas**.



Source : Dasa SV

Enfin, les capteurs moquettes seront strictement refusés, car leur rendement n'est pas adapté aux plages de la température d'ECS (température de sortie trop basse). Ces capteurs moquette sont réservés au chauffage des bassins de piscine. Pour information, une catégorie intermédiaire de capteurs plans sans vitrage peut être éventuellement préconisée sur des sites dits « à risque » où l'utilisation de verre est prohibée (hébergement de jeunes en difficulté...).

À NOTER

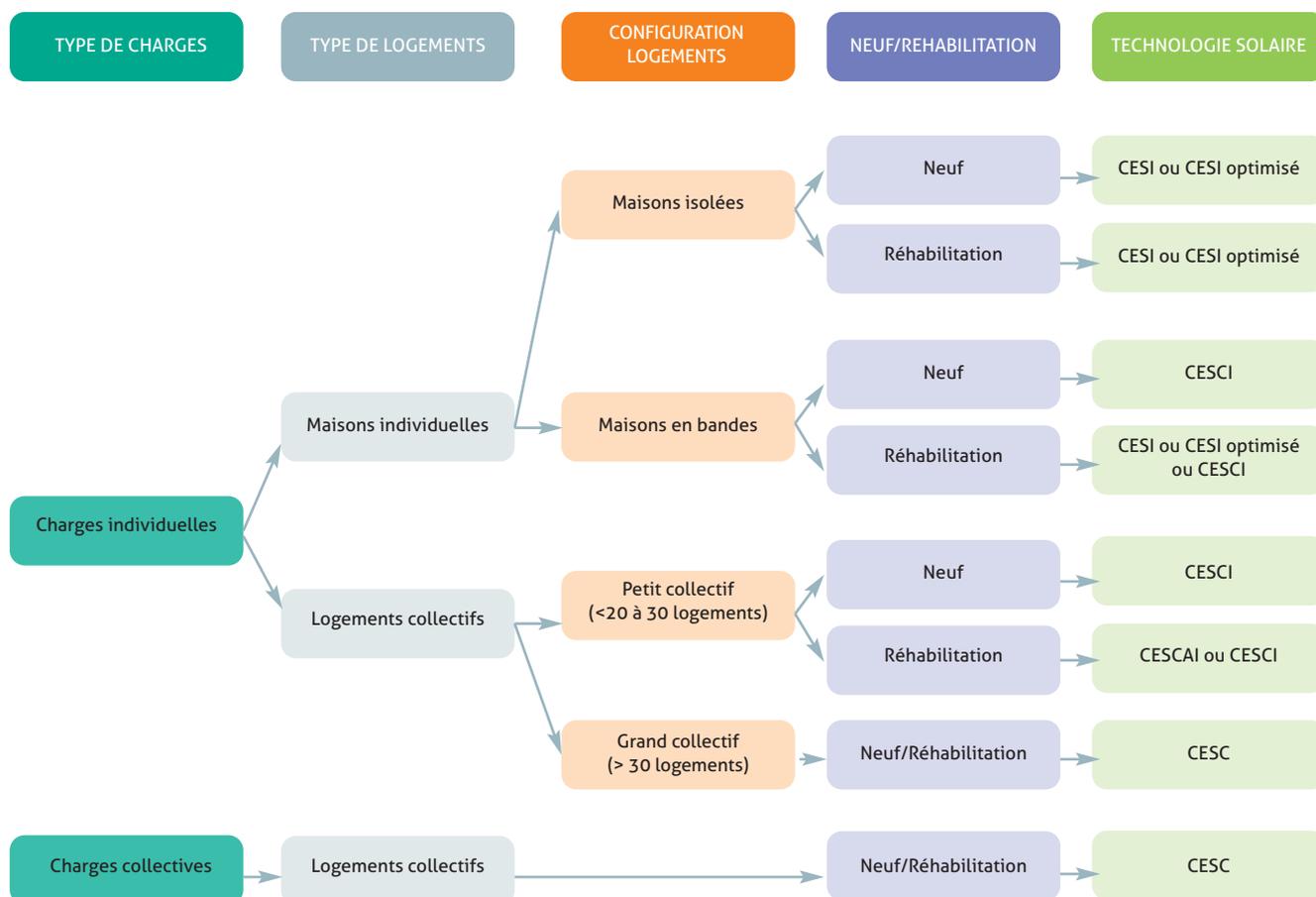
Selon le type de capteurs, le coût total d'un projet, ramené au m² de capteur, est d'environ :

- › 1 000 €/m² pour des capteurs plans ;
- › 1 500 €/m² pour des capteurs sous vide.

4. Mode de production ECS

La connaissance préalable du mode de production d'ECS des logements et de la nature des charges locatives qui y sont associées est indispensable. Le paramètre ECS individuelle vs ECS collective (centralisée) conditionne le type d'installation solaire à envisager.

Le schéma ci-dessous permet de préconiser le type d'installation solaire selon le mode de production ECS prévu au projet :



5. Local solaire et liaisons hydrauliques

L'implantation des ballons solaires et des équipements hydrauliques doit être prise en compte dès les premières phases du projet, afin de **limiter les pertes thermiques et le coût du poste réseau/tuyauterie**.

La bonne configuration consiste à positionner le stockage solaire à proximité des capteurs et de la production d'appoint. L'emplacement du circuit primaire reliant les capteurs à l'échangeur en chaufferie sera étudié avec soin. Ce circuit doit cheminer dans la mesure du possible dans une gaine technique palière accessible et localisée au plus près possible de la chaufferie. Cela étant, en raison des choix à opérer, **la proximité avec la production d'appoint prime sur la proximité avec les capteurs**.

Un local adapté (surface, hauteur sous plafond, mur ou dalle supportant le poids du ballon) pour mettre en place le matériel solaire doit être proposé dès la phase d'étude de faisabilité.

Dans le cas des systèmes individualisés (CESCAI et CESCO), cette même étude de faisabilité doit clairement indiquer l'éventuelle surface habitable supplémentaire nécessaire et l'impact financier s'y rapportant dans le neuf ou la réduction de l'espace disponible en réhabilitation.

Ordres de grandeur d'emprise au sol et de hauteur des ballons solaires (y compris calorifuge 100 mm) :

Volume ballon (litres)	Poids cuve (sans jaquette isolante) Kg	Diamètre (mm)	Hauteur (mm)	Surface mini local solaire à prévoir m ²
500	80	850	2 000	2
1 000	180	1 000	2 200	3
2 000	340	1 300	2 500	4
3 000	430	1 500	2 800	5,5



À RETENIR

Le recours à des ballons assemblés sur place est à éviter (difficultés d'assemblage, durabilité des joints...).

6. Urbanisme

L'étude de faisabilité indiquera les éventuelles contraintes urbanistiques relatives à la zone d'implantation du projet de construction. Dans certaines zones particulières, telles celles aux abords d'un monument historique ou dans un site classé ou inscrit, il sera nécessaire d'obtenir l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France (avis simple ou conforme).

En réhabilitation ou intervention sur un bâti existant, toute pose de panneaux solaires en toiture d'un bâtiment est équivalent à une modification de façade, et de fait devra a minima faire l'objet d'un dépôt de déclaration préalable de travaux en réhabilitation.

En construction neuve, les panneaux devront être indiqués dès la phase APS, notamment pour bien vérifier leur orientation.

7. Les points de vigilance

Les principaux points de vigilance pour un bailleur dans cette phase initiale de prescription sont les suivants :

- ▶ avoir recours à un BET qualifié, compétent et expérimenté en solaire thermique ou des compétences du service dans le cas d'une réalisation en interne de l'étude ;
- ▶ respecter les règles de pré-dimensionnement et des ratios précisés dans ce chapitre à la fois sur la production solaire et sur les besoins ECS ;
- ▶ favoriser une logique de sous-évaluation des besoins ECS pour le projet et penser à l'évolution possible de la destination du bâtiment dans les 20 ans à venir (durée moyenne de vie d'une installation) ;
- ▶ faire vérifier par le réalisateur des études que le projet solaire est bien conforme aux règles d'urbanisme et de sécurité ;

- ▶ prévoir et vérifier, dès la phase étude et dans le dimensionnement/positionnement des matériels solaires, la faisabilité des futures interventions d'entretien potentielles sur site (notamment entretien des ballons solaires) ;
- ▶ établir une première simulation des charges locatives et des frais d'exploitation générés, comparativement aux autres unités résidentielles du patrimoine
- ▶ inclure, dès la phase prescriptions, un dispositif et une stratégie de suivi des performances ou du bon fonctionnement de l'installation afin que la maintenance du système ne devienne que curative et les coûts d'exploitations compatibles avec les économies de charges locatives.

Remarques complémentaires

- ① L'appoint doit être dimensionné pour pouvoir fournir 100 % des besoins, pour tenir compte des périodes de non ensoleillement lors de grandes demandes (hiver). L'appoint ECS doit être à haute efficacité énergétique, à l'instar du réseau de distribution d'ECS. En cas de réhabilitation, l'étude de faisabilité portera le cas échéant aussi sur la rénovation de la distribution en évaluant son coût et ses bénéfices.
- ② Consommation ECS : toute surévaluation des besoins d'ECS pénalise fortement le coût d'investissement.



À RETENIR

Si la surface des capteurs solaires est trop importante, elle entraîne de fait une production d'énergie solaire par m² de capteur installé plus faible. D'un point de vue économique, cela nuit à la rentabilité du projet. D'un point de vue technique, cela met en péril le bon fonctionnement de l'installation (surchauffe possible si installations de type pressurisées).

8. Les Indicateurs de réussite

Voici quelques ratios à retenir portant sur la solution CESC la plus répandue dans les projets collectifs et à comparer aux résultats devant apparaître dans l'étude de faisabilité :



À RETENIR

installations collectives

1 m² de capteur permet de produire 1,5 kWh, ce qui correspond à une capacité de chauffe de 40 à 50 litres à 60°C des besoins d'ECS journaliers.

- › **Taux de couverture** : 30 à 45% des besoins d'énergie nets aux points de consommation (hors pertes et rendement de production).
- › **Ratio de dimensionnement de la surface de capteurs** :
 - ▶ en logement collectif : 1 à 2 m² par logement,
 - ▶ en maisons individuelles : 2 m² pour un T2 ou un T3, 4 m² pour un T4, 4 à 6 m² pour un T6.
- › **Positionnement des capteurs** : sur des zones exemptes d'ombrages, les capteurs doivent être orientés au sud ($\pm 45^\circ$), et inclinés selon la pente de la couverture, ou inclinés de 30 à 45° par rapport à l'horizontale en toiture terrasse.
- › **Coût d'investissement (matériel, main d'œuvre, ingénierie)** : de 750 à 1500 € HT/m² pour les capteurs, selon le type d'installation et sa complexité.
- › **Ratio de dimensionnement des ballons de stockage** :
 - ▶ dans le cas d'un schéma tout collectif, le volume de stockage solaire correspondant varie entre 40 et 70 litres pour 1 m² de capteur,
 - ▶ en individuel : prévoir un volume de ballon solaire de 100 litres pour un T2/T3, 150 litres pour un T4/T5 et 200 litres pour un T6,
 - ▶ le volume du ballon de stockage doit être inférieur à la consommation d'ECS quotidienne.

En cas de projets collectifs particuliers de type CESCO ou CESCOI, ces ratios pourront être modifiés légèrement à la hausse. Toute installation devra alors faire l'objet d'une étude préalable de dimensionnement par un BET spécialisé.

PHASE DE PROJET

Cette phase correspond à la phase Avant-projet détaillé (APD) d'un montage d'opération, selon la loi MOP.

a. Les conditions préalables requises dans le cadre de l'évaluation de la faisabilité

Pour passer à la phase montage de projet, l'étude de faisabilité pour un bailleur social doit avoir démontré les points suivants :

- ▶ une valorisation maximale du solaire thermique en préchauffage d'eau chaude sanitaire tout au long de l'année (éviter le risque de surdimensionnement par rapport aux besoins) ;
 - ▶ une intégration du solaire dans la production d'eau chaude sanitaire simple et efficace faisant appel à un schéma issu de la schémathèque SOCOL en particulier. Le bailleur social peut ainsi demander à son maître d'œuvre (BET...) de se référer aux principes et recommandations de la schémathèque SOCOL, voire d'exploiter et de se conformer précisément à ces schémas.
- ▶ une productivité solaire minimale (au moins 350 kWh/m².an) et un coût d'investissement raisonnable (moins de 1 200 euros HT/m² en configuration CESC notamment) seront les ratios de base à respecter *a minima*. Les valeurs indiquées par le Fonds Chaleur en vigueur (plus exigeant en général) dans la zone géographique concernée pourront également être pris comme critères.
 - ▶ une stratégie claire d'exploitation du système solaire basée sur la surveillance et donc dotée d'un suivi opérationnel efficace couplé à un entretien curatif si nécessaire pour un coût acceptable au regard des économies de charges induites.

Une sélection précise de schémas pour les projets

Depuis 2013 et afin de minimiser les risques d'erreurs de conception/réalisation, le bailleur social de Rhône Alpes PLURALIS donne priorité à 3 schémas types, simples, robustes et efficaces en s'appuyant sur la schémathèque SOCOL qui apporte une caution officielle à ce choix.

Lors des consultations, PLURALIS induit une exigence d'une installation simple et robuste avec obligation d'un suivi clair et efficace ce qui assure un fonctionnement garanti et une maintenance facilitée !

Si le BET propose un schéma correspondant aux 3 schémas types, l'AMO travaillant pour PLURALIS effectuera une relecture légère des pièces. Si tel n'est pas le cas, le projet demandera une plus grande vigilance. Une validation obligatoire des schémas, CCTP... devra être effectuée par l'AMO solaire.

Cette procédure a été mise en place suite aux constats que trop d'installations fonctionnaient mal, avec des propositions de schémas de principes compliqués, ou présentaient simplement des schémas de principe des fabricants, non adaptés et complexes à entretenir.

b. Les critères de pertinence du solaire en matière de coût global

Afin de déterminer un budget approximatif et un dimensionnement sommaire de l'installation permettant de vérifier la comptabilité du projet, une première approche quantitative de cette phase pourra être effectuée par la maîtrise d'ouvrage (ou son AMO ou le maître d'œuvre) avec l'outil d'aide à la décision solaire thermique développé par ENERPLAN dans le cadre de SOCOL : OUTISOL¹⁰.

Cet outil logiciel permet d'avoir, à partir des ratios de pré dimensionnement (besoins, surface de capteurs mis en œuvre, volume du ballon solaire, type d'appoint, etc.), un aperçu du montant des aides possibles et issues du Fonds Chaleur. Le montant estimatif des aides indiqué devra, par la suite, être vérifié et confirmé par la direction régionale de l'ADEME concernée. Cet outil permet également de construire à l'aide de quelques hypothèses simples un coût global de la chaleur solaire produite sur une durée de fonctionnement donnée (20 à 30 ans généralement).

POUR ALLER + LOIN

FOCUS n°11 sur OUTISOL.

Lors de la phase montage du projet, un point de vigilance est nécessaire sur l'estimation des coûts d'investissement et de fonctionnement, au regard des économies générées.

Pour cela et dans le cadre d'opérations collectives de plus de 20 m², l'utilisation d'OUTISOL est fortement conseillée car cet outil permettra d'obtenir simplement, par exemple, une indication du coût du kWh solaire sur 20 ans.

Une valeur comprise entre 8 et 15 c€ HT/kWh solaire utile sera recherchée.

À NOTER

L'utilisation systématique d'OUTISOL permet de cerner en quelques clics les principales caractéristiques économiques et financières d'un futur projet solaire thermique dans l'habitat social.

c. Les financements mobilisables

Les financements du projet seront principalement de type fonds propres et compléments de financement par aides directes apportées par l'ADEME (Fonds Chaleur) ou les collectivités régionales (cf chapitre 1).

Le modèle de type tiers investisseur pourra être utilisé, notamment dans le cadre de renégociation de contrat d'exploitation où l'exploitant pourra investir lui-même dans l'installation solaire thermique au titre d'un vecteur d'économies d'énergies. Enfin, d'autres financements de type prêts bonifiés peuvent être envisagés dans le cas d'une intervention globale (neuf ou réhabilitation).

Un exemple de tiers investisseurs

Le projet MACEDO à Pessac entrepris par le bailleur DOMOFRANCE.

Un CESC composé de 192 m² de capteurs plans et 1 ballon de 10 000 litres avec échangeur à plaques externe a été installé sur une résidence de 6 bâtiments de 360 logements avec une chaufferie centrale avec production d'ECS centralisée.

Ce projet en rénovation a été réalisé dans le cadre de la renégociation du contrat de l'exploitant.

À l'échéance du contrat d'exploitation, DOMOFRANCE a lancé une consultation pour un contrat d'exploitation performantielle, intégrant la variante solaire thermique comme obligatoire. Les réponses des exploitants ont été basées sur la mise en place des équipements, leur financement et l'impact financier sur le prix du m³ d'eau chaude sur une période de 10 ans. L'offre retenue comme mieux-disante présentait les coûts d'exploitation les plus bas avec un financement porté par l'exploitant et une rétrocession des installations en fin de contrat à DOMOFRANCE.

¹⁰Qualibat 8214 : <http://www.qualibat.com/Views/QualificationConsult.aspx?mode=Consult&zone=8|82|821|8214>.

PHASE CONCEPTION

a. Acteurs et étapes

Il est nécessaire, en phase conception, d'avoir recours à un BET spécialisé en solaire. Ce BET doit être idéalement cotraitant de l'équipe MOE. Le rôle de ce BET solaire est de constituer un DCE précis et complet, permettant une consultation ouverte vis-à-vis des installateurs, prenant en compte l'éventail des différents type de matériels disponibles (capteurs, ballons). Ce BET devra être qualifié RGE Etudes et présenter un minimum de références en maîtrise d'œuvre solaire thermique. En l'absence de maître d'œuvre solaire spécialisé, le recours à un AMO solaire est vivement recommandé. Cet AMO se verra alors confié la surveillance de la conception, puis celle de l'exécution des travaux solaires.

Dans le cas d'un projet neuf, ce BET **devra être** partie intégrante de l'équipe de maîtrise d'œuvre, en sa qualité de co-traitant du contrat de prestations intellectuelles de maîtrise d'œuvre. En rénovation, s'il n'y a pas d'autres interventions sur le réseau d'ECS, il pourra être missionné directement par la maîtrise d'ouvrage (ou le service Travaux du bailleur), par le biais d'une consultation le cas échéant selon le montant prévisionnel de la prestation, comparativement aux seuils et procédures internes.



À RETENIR

Si l'organisme Hlm souhaite en mettre en place sur l'installation un suivi de type GRS, le BET retenu sera obligatoirement co-signataire du contrat GRS. Par conséquent, il importe que cette information soit mentionnée lors de la consultation, et que le contrat GRS soit dûment complété et annexé au marché de maîtrise d'œuvre, même s'il n'est signé que d'une des parties pour l'instant.

En préparation de la phase travaux, il est recommandé de prévoir dans la mesure du possible, un lot spécifique solaire thermique.

De manière générale, plus le dossier de consultation des entreprises (DCE) sera précis et complet, plus le projet a de chances d'être rentable et vertueux. En effet, grâce à un document complet, les entreprises candidates seront bien encadrées et pourront apporter une réponse pertinente.

À NOTER

- ① seul un DCE complet permettra aux entreprises candidates de bien encadrer leur réponse. Par ailleurs, un tel DCE aura une influence au-delà de la phase PRO car il sera utile également pour encadrer le bon déroulement d'une bonne part de la phase EXE grâce à la précision de sa description des travaux et des spécifications de qualité des matériels et de leur mise en œuvre.
- ② La finalité d'un DCE est de décrire le plus précisément possible la mise en œuvre future de l'installation solaire thermique collective, par le CCTP et par le cahier de schémas et son analyse fonctionnelle qui y sont annexés.

b. Surveillance de la bonne conception d'installation solaire pour l'ECS

Il importe de pouvoir suivre à toute étape le bon déroulement des opérations.

Dans le cadre d'une VEFA (vente en état de futur achèvement) notamment, où la construction d'un bâtiment par un bailleur social est déléguée à un promoteur privé, la maîtrise d'ouvrage de l'organisme Hlm ne dispose pas d'outil de contrôle dédié. Le bailleur pourra alors missionner un AMO solaire qui vérifiera la bonne conception et la bonne exécution dans les règles de l'art de l'installation solaire par le promoteur. Même si l'AMO solaire ou le prestataire missionné par le bailleur n'a pouvoir d'intervention ou d'interférence sur le chantier, il pourra être force de conseil pour le bailleur, et jouer éventuellement un rôle d'alerte.

c. Description des travaux

1. Bases de calcul

Les bases des calculs de l'installation solaire et les performances énergétiques prévisionnelles seront précisées par l'équipe de maîtrise d'œuvre. Ainsi, les hypothèses du calcul suivantes doivent être obligatoirement indiquées:

- ▶ la méthode de calcul des performances de l'installation,
- ▶ la station météo de référence,
- ▶ l'orientation et l'inclinaison des capteurs,
- ▶ le rendement des capteurs,
- ▶ les données sur la consommation d'ECS,
- ▶ la température de consigne de l'ECS,
- ▶ les conditions à respecter pour le dimensionnement des installations (productivité minimale, taux de couverture maximal lors du mois le plus favorisé pour le solaire),
- ▶ les apports solaires annuels minimaux (en kWh/an)

2. Généralités

Le CCTP comprendra les détails suffisants afin de permettre aux entreprises de construire leur offre technique et financière en tenant compte des contraintes spécifiques. Par exemple, le maître d'œuvre devra impérativement indiquer :

- ▶ les dimensions de la chaufferie pour l'implantation des équipements solaires, ainsi que la largeur utile minimale de passage (notamment pour les ballons solaires),
- ▶ les espaces libres en toiture pour la pose des capteurs,
- ▶ le passage des canalisations.

3. Travaux à effectuer

Le CCTP comprendra la description des éléments constitutifs de l'installation solaire :

- ▶ la surface de capteurs plans sélectifs (à privilégier aux capteurs sous vide, cf. chapitre précédent). Cette surface est établie soit sur la base d'un capteur de caractéristiques moyennes, soit sur la base d'un capteur de marque et référence choisies par le Maître d'œuvre solaire (cette information sera spécifiée),
- ▶ le nombre et la capacité des ballons de stockage dédiés à l'installation solaire,
- ▶ la puissance et les caractéristiques de l'échangeur avec la note de calcul les justifiant,
- ▶ les débits et hauteur manométrique des pompes,
- ▶ les caractéristiques du groupe de sécurité (vase réservoir, vases d'expansion, soupape de sécurité, avec les notes de calcul idoines...),
- ▶ le type de régulation et de suivi (manuel ou télé suivi) et le cas échéant, les modalités de suivi (GRS...),
- ▶ si une démarche de commissionnement est envisagée, il est impératif de la mentionner dans le CCTP.

4. Caractéristiques générales des matériels y compris utilisés pour le suivi

Les principaux points de vigilance concernant la qualité des matériels solaires portent sur les capteurs solaires, échangeur de chaleur, ballons de stockage ECS, canalisations, flexibles, calorifuge, pompes, soupape, vase d'expansion, purgeur, fluide caloporteur, dispositif de régulation ou de télé suivi.

Les principales caractéristiques de ces matériels doivent être renseignées par le BET et détaillées dans le DCE (CCTP).

POUR ALLER + LOIN

FOCUS n°12 sur le détail des caractéristiques à respecter pour les principaux matériels d'une installation solaire thermique collective.

d. Interfaces avec le bureau de contrôle et le coordonnateur Sécurité et protection de la santé

La mission d'un bureau de contrôle est de vérifier puis de valider les documents remis par le maître d'œuvre et l'entreprise.

A ce titre, il est nécessaire que la mission L relative à la solidité des ouvrages et des éléments d'équipement indissociables (mission LE en réhabilitation), déjà prévue au titre des missions du contrôle technique, inclut de façon explicite la vérification et le contrôle de l'installation solaire, en particulier pour les surcharges engendrées en toiture. Le bureau de contrôle, qui aura au préalable validé l'installation en phase conception (ou porté le cas échéant ses commentaires dans le rapport initial), doit contrôler les notes de calculs remises par l'entreprise en phase EXE avant l'exécution.

Cependant, à la demande du maître d'ouvrage, le Contrôle technique pourra se voir attribué des missions complémentaires relatives au fonctionnement des installations dont les installations solaires (missions F et HYS).

Le CSPS devra vérifier que les cheminements prévus pour l'accès aux panneaux solaires (en toiture ou ailleurs) remplissent bien toutes les conditions permettant une mise en sécurité des travailleurs. Ces informations doivent être explicitement mentionnées dans le DIUO.



À RETENIR

Une attention particulière doit être portée au respect des tracés hydrauliques dans le bâtiment, tels que prévus à la conception, notamment en réhabilitation où les contraintes du bâti existant sont fortes.

Les pertes de charges singulières causées par un ajout de 10 coudes à 90° équivalent aux pertes de charges linéaires causées par un allongement de 600 mètres des réseaux hydrauliques.

Or, des pertes de charges trop importantes peuvent générer des débits insuffisants et une surconsommation électrique des pompes et circulateurs.

e. Résultats attendus et indicateurs de réussite

Les points clés et indicateurs de réussite en phase conception sont les suivants :

- ① une bonne appréhension des besoins en eau chaude sanitaire,
- ② les précisions dans le DCE dans la description de l'installation solaire permettant une consultation ouverte et concurrentielle des installateurs,
- ③ le dimensionnement des systèmes en fonction des besoins, du contexte et des contraintes du site,
- ④ la conception complète à la fois du matériel solaire et de suivi ainsi que sa destination lorsque l'installation sera mise en route,
- ⑤ la prise en compte dès la conception des contraintes de l'entretien du système au cours de sa durée de vie et mise en place d'une GRS à l'issue de la réalisation.

PHASE RÉALISATION/TRAVAUX

Principales causes de dysfonctionnement en phase réalisation

L'étude menée en 2013-2014 par l'Ush sur les causes de dysfonctionnement d'installations solaires a permis de constater les principaux dysfonctionnements suivants :

- ▶ absence ou insuffisance de la documentation en chaufferie ou dans le local technique dédié,
- ▶ problèmes techniques divers, essentiellement liés à la complexité des schémas de principe ou des difficultés dans la réalisation de l'installation par des installateurs non qualifiés,
- ▶ des équipements et mise en œuvre non adaptés à un usage solaire,
- ▶ plans d'implantation des panneaux non conformes aux préconisations de l'étude de faisabilité (orientation, inclinaison, disposition...),
- ▶ problèmes hydrauliques non nécessairement liés au solaire (équilibrage de réseaux...),
- ▶ une accessibilité difficile aux équipements.

a. Risques

Le principal risque lors de la réalisation de l'installation solaire thermique réside principalement dans le non accompagnement des travaux de l'installateur par le BET spécialisé ou par l'équipe de Maîtrise d'ouvrage.

Le plus souvent, les missions des BET solaires s'arrêtent à la fin de la phase PRO et ne sont pas prolongées jusqu'à la réception de l'installation solaire (OPR).

Un suivi de chantier, même léger, devrait être envisagé. La participation du BET concepteur peut être réduite à trois réunions : une en ouverture de chantier, une au milieu et une à la réception des ouvrages).



À RETENIR

RISQUE IMPORTANT : sur la base d'un DCE trop imprécis, l'entreprise d'exécution des travaux peut proposer une solution technique non pertinente et non cohérente vis-à-vis des bonnes pratiques. Si de plus, cette proposition n'est ni évaluée, ni suivie par un BET en phase chantier, l'installation risque fort de connaître des problèmes de fiabilité rapidement.

Il est nécessaire que l'entreprise exécutante possède en interne toutes les qualifications et compétences demandées. Aussi, y compris le cas d'une sous-traitance par l'entreprise titulaire du marché, le maître d'œuvre devra veiller à ce que le sous-traitant dispose en propre des compétences et qualifications nécessaires, avant de proposer son acceptation au Maître d'ouvrage.

Un grand risque de futur dysfonctionnement de l'installation réside dans l'absence de mise en œuvre d'un dispositif de suivi de bon fonctionnement de l'installation et de son caractère opérationnel dès les travaux de mise en œuvre. Si le maître d'ouvrage envisage une GRS, celle-ci doit impérativement être incluse dans le contrat marché de l'entreprise exécutante, et remise signée par l'entreprise au moment de la remise de son offre (partie intégrante à l'offre).

b. Points de vigilance sur la phase d'installation (interface avec les autres lots)

Au stade de la réalisation du dossier d'exécution par l'entreprise retenue pour le lot solaire, le maître d'ouvrage peut proposer la tenue d'une réunion « énergie ». Cette réunion est effectuée en présence du maître d'ouvrage (service construction et service maintenance), de l'installateur, du maître d'œuvre (dont MOE ou BET solaire) et, dans la mesure du possible, futur exploitant de l'installation solaire. Le matériel, le schéma hydraulique et le système de comptage sont passés en revue et font l'objet de validation ou des recadrages nécessaires.

Un exemple de bailleur organisant une réunion « énergie »

Le bailleur VALOPHIS en région parisienne réalise fréquemment pour ses projets solaires thermiques collectifs une « réunion énergie », pilotée par sa Direction Développement Durable. Cette réunion porte sur les modalités de production de chaleur, d'eau chaude sanitaire et de ventilation, elle traite donc du solaire. Cette réunion a lieu après l'établissement des plans d'exécution de l'entreprise, en présence du BET et de l'exploitant (côté VALOPHIS et entreprise d'exploitation).

En 2014, ce bailleur comptait environ 25 installations solaires thermiques collectives. Il a pu mesurer l'intérêt de ce type de réunion de synthèse sur la réussite de ses opérations.

c. Responsabilités respectives

L'entreprise titulaire des travaux est responsable de l'installation des matériels solaires et ses prestations se font sous le contrôle de la maîtrise d'œuvre. Le BET responsable de la conception, dans la mesure où il possède une mission complète incluant le suivi de chantier, est garant de la bonne exécution de ses choix

de conception. Dans le cas de l'absence d'une telle mission de suivi de chantier, le maître d'ouvrage peut lui-même effectuer ce contrôle ou déléguer un BET spécialisé en AMO pour faire respecter le cahier des charges issu de la phase de conception et mis à jour en phase EXE. Cependant, ces deux dernières situations restent fortement déconseillées.

LES GRANDES ÉTAPES DE RÉALISATION D'UNE OPÉRATION SOLAIRE

- › Pose capteurs
- › Réseaux hydrauliques en toiture
- › local ECS solaire, ballons accessoires
- › Electricité
- › Test étanchéité des réseaux
- › Calorifuge
- › Essais, mise en service
- › Réception

d. Indicateurs de réussite

Un des principaux facteurs clés de réussite de la phase réalisation réside dans le bon enchaînement entre phase EXE et suivi du chantier.

Dans un premier temps, l'entreprise d'installation devra proposer un dossier EXE complet et le VISA du MOE devra être minutieux.

Dans un second temps, lors du chantier, le maître d'œuvre accompagnera les travaux et l'installateur. Le maître d'œuvre fera systématiquement état, dans les comptes rendus de chantier, de l'avancement des travaux, de façon la plus complète et la plus précise possible. Ces comptes rendus serviront à la fois au contrôle de la bonne exécution des ouvrages mais aussi à tenir informer le bailleur du bon déroulement du chantier.

La régularité et la précision des visites et des comptes rendus permettront également d'alléger les opérations de réception de l'installation solaire, car les défauts d'installations auront été détectés en amont et auront été corrigés au fur et à mesure.

PHASE RÉCEPTION/COMMISSIONNEMENT

La réception constitue le point de départ de l'ensemble des garanties légales (garantie de parfait achèvement, garantie de bon fonctionnement et garantie décennale).

- ▶ **La garantie de parfait achèvement** (définie par les dispositions de l'article 1792-6 du Code civil) constitue une garantie d'un an après la réception et elle est due exclusivement par l'entrepreneur. Une telle garantie s'étend à la réparation de tous les désordres signalés par le maître de l'ouvrage, soit au moyen de réserves mentionnées au procès-verbal établi lors de la réception, soit par voie de notification écrite s'ils se révèlent postérieurement à la réception.
- ▶ **La garantie de bon fonctionnement** (définie par les dispositions de l'article 1792-3 du Code civil) concerne tous les dommages qui affectent les éléments d'équipement non indissociables de l'ouvrage et qui ne portent atteinte ni à la solidité de l'immeuble, ni à sa destination. Cette garantie court sur deux ans à compter de la réception. Les installations solaires sont concernées par cette garantie.
- ▶ **La garantie décennale** concerne les dommages invisibles à la réception, mais qui peuvent compromettre la solidité de l'ouvrage (vice du sol...) ou affecter l'un de ces éléments constitutifs ou l'un de ces éléments d'équipement et rendre l'ouvrage impropre à sa destination. Cette responsabilité court sur dix ans à compter de la réception.

Un protocole de réception est proposé régionalement par l'ADEME, ce document est disponible sur les sites web des ADEME régionales.

Il sera accompagné au niveau national dès 2015 d'un document SOCOL traitant du Commissionnement (depuis la conception jusqu'au début du suivi) et intégrant un ensemble de check-lists relativement exhaustives qui pourront être partiellement ou totalement mobilisées.

a. Vérification de conformité (statique et dynamique)

Certains maîtres d'ouvrage associent leur service maintenance et leur futur exploitant lors des visites de pré réception. Cette visite de pré réception doit comprendre:

- ▶ un contrôle visuel des installations
- ▶ la vérification de l'existence des documents nécessaires à la compréhension de l'installation, en cours de complétude (DIUO, DOE...)
- ▶ la bonne mise en place des équipements nécessaires au suivi de l'installation

La conformité au dossier d'EXE est effectuée à ce stade. La participation de toutes les parties intervenantes à cette étape de pré réception est très fortement conseillée pour la qualité du projet.

Certains maîtres d'ouvrage ont recours à des AMO spécialisés qui pourront contrôler au stade des opérations préalables à la réception (OPR) le respect aux règles de l'art en matière de réalisation hydraulique, de régulation et de matériel de monitoring.

b. Obligation du contrôle de bon fonctionnement de l'installation

Une fois l'installation réceptionnée, certains maîtres d'ouvrage réalisent des visites visant à contrôler la bonne mise en service de l'installation. Cette prestation peut également être confiée à un AMO, mais le procès-verbal de réception est toujours signé par le maître d'ouvrage (représentant du pouvoir adjudicateur), après que le maître d'œuvre aie proposé la date de réception.

un exemple de bailleur organisant un protocole de réception

MOSELIS a mis en œuvre un protocole de réception dans lequel le service Equipements Energies est associé et où le fonctionnement de l'installation est contrôlé par le biais de la télégestion. La réception définitive n'est prononcée qu'une fois le bon fonctionnement confirmé.

Par ailleurs, sous réserve d'une telle indication expresse dans le CCTP travaux, les installations solaires peuvent être réceptionnées après une durée déterminée de service ou en dehors de certaines périodes de l'année. Ceci permet au maître d'ouvrage de mener les tests nécessaires (tests d'étanchéité des circuits, de bon fonctionnement des échangeurs...). Selon ces dispositions, et conformément aux stipulations prévues le CCAG (dont art. 41.4), la réception définitive ne peut être prononcée que sous réserve de l'exécution concluante de ces épreuves. Si de telles épreuves de test, exécutées pendant le délai de garantie défini à l'article 44. 1 du CCAG, ne sont pas concluantes, la réception est reportée.

Cette disposition permet, par exemple, de proposer la réception de l'ouvrage « installation solaire » après la mise en service de l'installation, elle-même tributaire de la mise en location de 80% des logements, et ce afin d'éviter la surchauffe de l'installation en cas de non consommation d'ECS en été (pour cause d'une majorité de logements vacants).

c. Indicateurs de réussite

Les principaux indicateurs de réussite d'une bonne réception solaire thermique sont les suivants :

- ▶ une décomposition en deux phases : réception statique et réception dynamique. La réception statique permet de vérifier que le matériel est conforme et bien mis en œuvre. La réception dynamique vise à vérifier le bon fonctionnement de l'installation solaire lorsque les besoins en eau chaude sanitaire sont présents,
- ▶ les acteurs de la conception, de l'exécution et de la maintenance - exploitation peuvent et doivent s'engager sur le bon fonctionnement de l'installation via une garantie de résultats (type GRS) ou un contrôle de bon fonctionnement (type CBF),
- ▶ l'installation est munie d'un dispositif de suivi en état de marche et dont l'utilisation est assurée pour plusieurs années au minimum,
- ▶ un dispositif complet de surveillance de l'installation solaire a été mis en place couplant le suivi avec un contrat d'entretien/maintenance,
- ▶ le commissionnement de l'installation aura été fait dans les règles de l'art, notamment en suivant le guide du Commissionnement réalisé par le COSTIC avec la contribution de la communauté SOCOL.

d. Point de vigilance

Il est important que la maîtrise d'ouvrage considère que la réception d'une installation puisse être prononcée en 2 étapes, permettant ainsi de tester l'installation en condition d'occupation du bâtiment.

PHASE EXPLOITATION/ENTRETIEN/SUIVI

Principales causes de dysfonctionnements en phase exploitation

L'étude menée en 2013-2014 par l'Ush sur les causes de dysfonctionnement d'installations solaires a permis de constater les principaux dysfonctionnements suivants :

- ▶ dans de très nombreux cas, absence de maîtrise par l'exploitant du fonctionnement de l'installation solaire,
- ▶ suivi effectif difficile à mettre en place, voire inexistant,
- ▶ coûts de maintenance élevés,
- ▶ absence ou insuffisance de la documentation en chaufferie ou dans le local technique dédié.

a. Philosophie :

Il est impératif de prévoir, en phase d'exploitation/entretien de l'installation solaire, une procédure de surveillance consistant en un suivi opérationnel assorti d'un contrat de maintenance adapté à la taille du système et au niveau de suivi souhaité par le bailleur social. Cette procédure devra être utilisée systématiquement en particulier pour les systèmes collectifs.



À RETENIR

L'analyse et le retour d'expérience de nombreuses installations existantes fait apparaître qu'un des facteurs de réussite de leur bon fonctionnement résidait dans la présence d'un suivi opérationnel durable et effectué par une entité compétente.

La surveillance de l'installation pourra être effectuée soit par un BET spécialiste en suivi, soit par l'exploitant lui-même. Dans ce second cas, un point de vigilance devra être appliqué pour que ce dernier ne soit pas totalement dans un schéma de type « juge et partie » et que cet exploitant ait la capacité de réaliser le calcul théorique de production solaire dans les conditions d'usage du site (au minimum en utilisant la consommation d'ECS mesurée).

Un exemple de bailleur organisant le télésuivi en interne

MOSELIS a dédié un poste pour le télésuivi des installations solaires au sein du service Equipements et Energies. Ainsi, une vingtaine d'installations sont suivies quotidiennement, par un superviseur interne, pour connaître précisément les performances de l'installation. Ce type de télégestion impose que le matériel de télé relève soit identique pour toutes les installations et donc que ce type de prestations soit indiqué dès la sélection du MOE pour être clairement défini dans le CCTP. Après, il peut être trop tard. Ce suivi précis permet de prévenir l'entreprise de maintenance en cas de problème. Ce poste dédié se justifie bien sûr par le nombre important d'installations concernées. Cette pratique permet également à MOSELIS d'accumuler des compétences certaines sur le sujet par l'analyse d'installations en fonctionnement et ainsi prendre d'éventuelles mesures correctives pour les installations suivantes.



À RETENIR

Le dispositif de suivi devra, *a minima*, permettre de contrôler que l'installation fonctionne correctement, soit de façon qualitative, soit de manière quantitative.

Si l'on souhaite contrôler le bon fonctionnement et des performances minimales, on mesurera l'énergie solaire utile (définition en annexe) (et non l'énergie solaire produite par le circuit primaire).

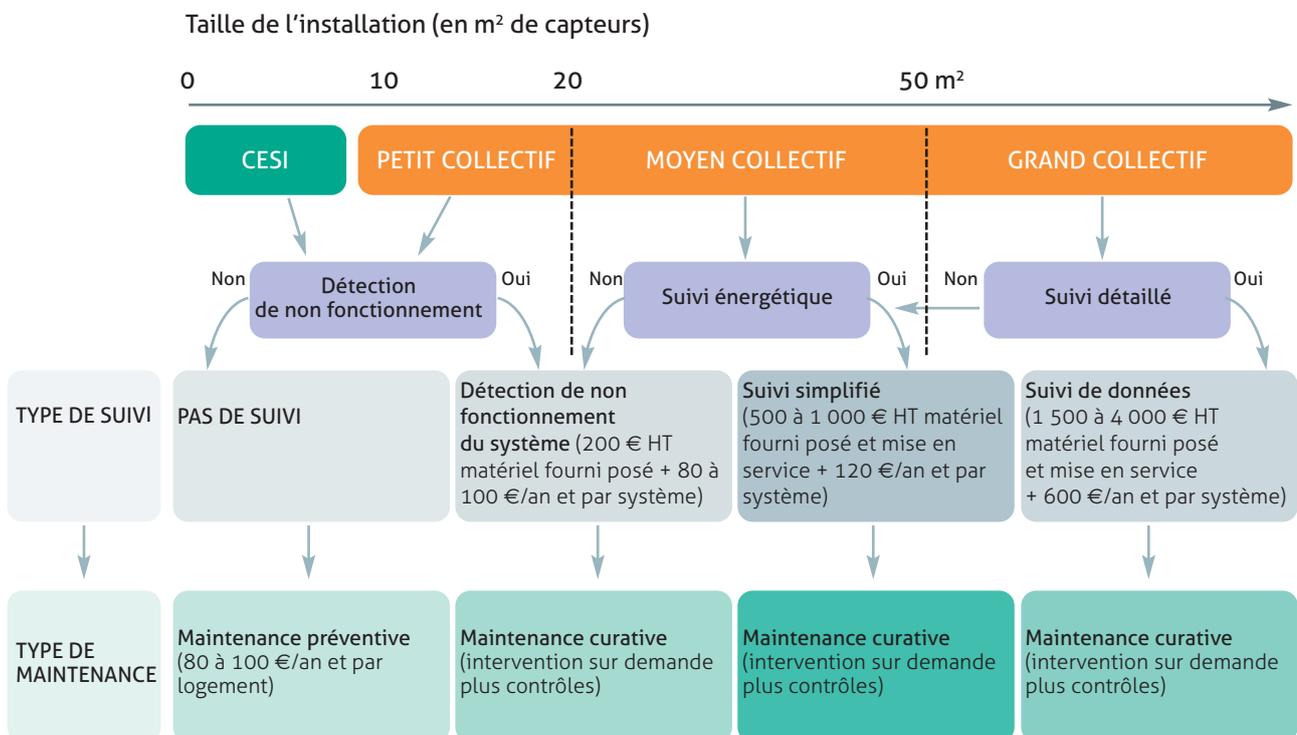
Dans ce cas, la mesure de l'énergie solaire utile pourra se faire simplement dans une configuration hydraulique centralisée avec appoint séparé.

Dans le cas d'un ballon solaire avec appoint intégré, il est nécessaire d'avoir une étape de calcul qui aboutit à une estimation. De même, en configuration CESCO, cette énergie n'est pas mesurable à coût rai-

sonnable (on contrôle alors l'énergie produite au niveau du circuit primaire).

Si l'on souhaite contrôler que l'installation fonctionne et ne connaît pas d'avarie technique majeure (on parle alors de surveillance qualitative), un contrôle du circuit primaire pourra suffire.

On trouvera ci-après de manière schématique un diagramme permettant de choisir le type de suivi et de maintenance en fonction de la taille de l'installation et du type d'engagement que souhaite le bailleur social sur le fonctionnement (pas d'engagement, engagement de suivi énergétique ou enfin Garantie de Résultats solaires).



Source : TECSOL

Le choix du type de dispositif de surveillance de l'installation dépendra d'abord de la taille des systèmes concernés :

① Cas des installations individuelles (CESI groupés...) ou petits collectifs : l'installation pourra faire l'objet d'un simple dispositif de détection de non fonctionnement (ou d'avaries) simplifié permettant de surveiller à distance le bon fonctionnement de l'installation. Le coût d'une telle prestation de surveillance est de l'ordre de 80 €/an. Une alternative consiste à ne pas avoir de suivi mais de souscrire un contrat de maintenance préventive individualisé par CESI. Malheureusement, dans ce cas, les économies de charges (en énergie substituée) étant de l'ordre de 50 à 100 euros par logement et par an, sont généralement annihilées par le coût du contrat de maintenance préventive individuel. Il est possible alors de prévoir un dispositif de détection simple d'avaries permettant de surveiller à distance le bon fonctionnement du CESI. Dans ce cas, la maintenance devient curative (sur demande après détection de panne) assortie d'un contrôle rapide de l'installation tous les 3 à 5 ans (état des composants et du fluide thermique). Une alternative en tant que solution de contrôle simple et qui limite le coût d'entretien consiste à expliquer au locataire qu'il peut couper son appoint entre mai et septembre ce qui permettra de détecter rapidement une avarie du système. Une solution technique conseillée pourra consister pour les CESI groupés à mettre en œuvre la technologie autovidangeable afin de limiter l'entretien à une simple visite de contrôle tous les 3 ou 5 ans.

S'il s'agit de petit collectif (entre 5 et 20 m²), on se trouve dans la même logique mais avec un intérêt encore plus important à aller vers une surveillance automatisée de détection d'avaries du système. En effet, le coût du suivi étant le même et les économies générées étant supérieures, les économies nettes de charges seront accrues.

② S'il s'agit d'installation dite en moyen collectif, le bailleur devra choisir entre un suivi de détection de non fonctionnement (ou d'avaries) ou bien un suivi énergétique lui permettant à la fois d'établir un tableau de bord énergétique de son ou de ses installations solaires (traçabilité des kWh solaires produits) et de pouvoir justifier du productible solaire auprès de financeurs éventuels. Le suivi et le contrôle de bon fonctionnement (CBF) est obligatoire si l'installation a bénéficié d'aides du Fonds Chaleur de l'ADEME. Le choix entre détection de non fonctionnement et suivi énergétique pourra être basé aussi sur la volonté du bailleur social de se doter de tableaux de bord énergétiques.

Le coût de maintenance d'une installation solaire collective est très variable et n'est pas directement proportionnel aux coûts d'investissement. Il peut être évalué entre 300 et 500 € par an pour une installation de 100 à 200 m², mais de grandes disparités existent pour les installations de plus petites tailles.

Les gains énergétiques et financiers moyens atteints par une installation solaire en regard de leurs tailles :

Surface capteurs	Production solaire utile [kWh/an]	Energie économisée [kWh/an]	Gain financier [€/an]
S < 20 m ²	< 9 000	< 13 000	< 650
20 < S < 50 m ²	entre 9 000 et 22 500	entre 13 000 et 32 000	entre 650 et 1575
50 < S < 100 m ²	entre 22 500 et 45 000	entre 32 000 et 64 000	entre 1 575 et 3 150
S > 100 m ²	> 45 000	> 64 000	> 3 150

Ces valeurs moyennes sont estimées avec une productivité solaire moyenne de 450 kWh/m².an, un coût du kWh substitué considéré constant et égal à 0,05 € et un rendement d'appoint moyen annuel de 70% dans cet exemple.

Source : SOCOL

Si le coût lié à la maintenance est jugé peu impactant pour les installations dont la surface de capteurs est supérieure à 100 m², il peut l'être au contraire pour les installations de taille inférieure et ce d'autant plus si les contrats proposés ne sont pas adaptés. Une connaissance précise des conditions de fonctionnement de l'installation solaire est fondamentale pour qu'elle puisse atteindre un niveau d'efficacité énergétique optimal et conforme à ce qui a été conçu et installé.

Un exemple de surveillance opérationnelle efficace et vertueuse

Le bailleur LOGIDOME actif en Auvergne a réalisé en 2008 une installation solaire thermique collective de 360 m² lors de la réhabilitation de la résidence La Muraille de Chine, totalisant 354 logements.

Pour l'entretien du solaire, un avenant a été intégré au contrat de maintenance de la chaufferie (sous-station du réseau de chaleur du quartier). Le Contrat a été rédigé par LOGIDOME avec une assistance du BET. L'exploitant était en place lors de la réception (contrat d'exploitation de la chaufferie pour 12 ans).

Le contrat de maintenance Solaire s'élevait à 1 700 €/an (soit 4,7 €/m² de capteurs et par an) consistant à un contrôle générale de l'installation tous les trimestres avec consignation sur un cahier d'entretien.

Concernant les charges, les parties P1 et P2 sont récupérables (à la charge des locataires) le P3 est à la charge de LOGIDOME.

L'installation de la Muraille de Chine fait l'objet d'un suivi du BET MOE sur la base d'un contrat de suivi signé pour 5 ans avec reconduction sur 5 ans en 2012.

Sur les 6 dernières années de suivi complètes (2008 à 2013), la production solaire constatée supérieure de + 4% à la production garantie.

Les économies constatées ont été de 46 890 € HT sur 6 ans (2008 - 2013), sur la base de 0,36 € HT/kWh pour le P1 en 2014 (Le faible coût du kWh vient du fait que l'appoint est assuré par un réseau de chaleur Cogénération Gaz).

En moyenne, cela constitue une économie de 7 830 € HT/an alors que l'estimatif de l'étude de faisabilité faisait apparaître une valeur de 5 633 € TTC/an (à l'époque de l'étude (2003), coût du kWh à 21,2 € HT/kWh).

LOGIDOME met en avant qu'une installation peut présenter un excellent taux de couverture mais les coûts de maintenance peuvent derrière grever significativement la rentabilité de l'installation et donc conduire à une balance économique médiocre, voire négative.

b. Contenu d'un contrat de maintenance

La mise en place de la maintenance est un processus qui exige une attention particulière du maître d'ouvrage :

- ▶ la maintenance est réalisée selon les termes mentionnés dans le contrat de maintenance. Il est par conséquent nécessaire que ceux-ci soient précis : transparence des prestations avec indicateurs de suivi, capacités techniques de l'entreprise, compétences pour maîtriser les consommations d'énergie.
- ▶ les passations et transferts d'informations présentent des risques de pertes importants ; les connaissances techniques des installations complexes ne se transmettent pas sans effort particulier ce qui justifie une nouvelle fois l'importance du recours à des schémas solaires simples. La documentation doit être maintenue comme les équipements. Il ne suffit pas de disposer des dossiers au moment de la réalisation, ils doivent être mis à jour tout au long de l'exploitation.

POUR ALLER + LOIN

FOCUS n°13 sur les contrats de suivi de production et de maintenance adaptés aux installations solaires

Les points suivants doivent impérativement faire l'objet d'une maintenance :

- ▶ nettoyage des ballons de stockage sanitaire (tous les 5 à 10 ans en moyenne),
- ▶ contrôle du pH et de la teneur en glycol du fluide solaire (tous les 2-3 ans en CESI ou CESC, et tous les 5 ans en autovidangeable).

Sans qu'elles soient nécessairement activées, il est recommandé que de telles prestations soient mentionnées et chiffrées dans les contrats de maintenance-exploitation passés avec les prestataires.

Dans le cas d'une installation avec suivi de bon fonctionnement, ces durées prévisionnelles peuvent être allongées de 50%.

Un contrat de suivi de performances, véritable assistance technique d'exploitation, devra comprendre au minimum les éléments suivants :

- ▶ consommation d'eau chaude sanitaire en volume,
- ▶ énergie utile fournie par le solaire pour l'eau chaude sanitaire (si CESCO, énergie solaire délivrée à l'ensemble des logements), éventuellement l'énergie utile fournie par l'appoint (suivant le schéma),
- ▶ production garantie (ou fraction de la production théorique calculée en fonction des conditions réelles) de l'installation solaire,
- ▶ ratio : consommation d'eau chaude sanitaire / consommation de référence
- ▶ ratio : production solaire réelle / production solaire garantie

c. Fréquence de reporting du suivi

Un rapport sur la production mesurée de l'installation solaire devra être remis chaque mois, et un bilan effectué chaque année par l'organisme en charge du suivi.

d. Estimatifs des charges locatives et clé de répartition

Le prix du m³ d'eau chaude devra comprendre les apports énergétiques liés à l'installation solaire mais aussi les coûts de maintenance liés au solaire.

Ce coût de la maintenance sera intégré dans les charges locatives récupérables au moyen d'un calcul estimatif prévisionnel, puis du récapitulatif en fin d'année. La clé de répartition des charges solaires sera identique à celle utilisée pour la production de chauffage ou d'eau chaude sanitaire, pour la résidence concernée.

e. Points de vigilance techniques et contractuels

Des contraintes d'exploitation particulières (toiture en pente, difficulté d'accès au champ solaire notamment) nécessitant une adaptation des contrats cadres devront être identifiées au préalable de la contractualisation pour la maintenance.

Pour le suivi, une vigilance particulière devra être apportée sur la chaîne d'acteurs et sur les caractéristiques opérationnelles du (ou des) dispositif(s) de comptage (gestion, niveau de mesures, paramètres à vérifier, etc.) de l'installation solaire. On privilégiera des dispositifs de relevés automatiques afin de réduire les coûts de relevés (manuels autrement) et leur fiabilité dans le temps.

Une installation solaire sans maintenance et surtout sans suivi risque de mal, voire de ne pas fonctionner du tout, et voir l'appoint assurer le besoin en eau chaude sanitaire sans qu'aucun acteur ne soit alerté.

► **Des moyens simples de surveillance** : moyennant la mise en place d'une instrumentation minimale, un suivi de bon fonctionnement peut être directement réalisé soit par le Maître d'Ouvrage, soit par l'exploitant de la chaufferie lors de chacune de ses interventions, ou enfin par une entité chargée du suivi indépendante et via un dispositif de télé-suivi. La fréquence des visites pour la maintenance peut être adaptée en regard des dérives de performance éventuellement constatées. A noter que si le suivi de bon fonctionnement est directement effectué par le MO ou par l'exploitant, il devra disposer des moyens humains et techniques pour effectuer des calculs à partir des données théoriques et des consommations d'ECS réelles voir de l'ensoleillement réel. Dans le cas contraire (si absence de moyens), on ne pourra parler véritablement de suivi de « bon » fonctionnement.

f. Indicateurs de succès

- **Un seul et même interlocuteur** : privilégier un prestataire unique pour l'entretien de la chaufferie et de l'installation solaire simplifie les échanges et permet une maintenance à moindre coût ;
- **Une maintenance curative liée à un suivi de l'installation solaire ou, à défaut, une maintenance préventive légère** : le choix du type de maintenance est à mettre en regard de la taille de l'installation solaire et des économies réalisables. Pour les installations dont la surface de capteurs est inférieure à 50 m², il faut prévoir une visite au maximum tous les ans (voir avec une périodicité plus espacée). Pour les installations de plus grande taille, privilégier une maintenance annuelle ;

PHASE RÉHABILITATION/DÉMANTÈLEMENT

a. Acteurs et étapes

Le bailleur social pourra faire appel à un bureau d'études spécialisé pour effectuer un diagnostic préalable de l'état de l'installation solaire avant d'opter pour sa réhabilitation ou son démantèlement. Ce même BET, en cas de réhabilitation, pourra être chargé de la maîtrise d'œuvre des travaux.

L'utilisation d'une partie des canalisations d'origine, sous réserve de leur analyse préalable et de leur bonne tenue, pourra être une solution technique permettant une baisse substantielle du coût de la réhabilitation, sous réserve de compatibilité dans les dimensionnements.

Un exemple de bailleur effectuant la réhabilitation d'une installation

L'opération solaire thermique de la Grande Muraille de Chine a fait suite à un diagnostic établi par un bureau d'études : LOGIDOME voulant évaluer l'état de fonctionnement de cette installation vieille de 21 ans et identifier les raisons de son dysfonctionnement a vu l'intérêt économique de réhabiliter l'installation malgré un coût de l'énergie substituée relativement faible (réseau de chaleur).

b. Points de vigilance

Le fluide primaire solaire étant en général du mono propylène glycol, il devra être recyclé (et non jeté à l'égout) par la même filière de recyclage en déchetterie que les autres composants de la famille des alcools.

L'essentiel des matériels d'une installation solaire thermique est à base de métaux nobles (cuivre, aluminium, acier) ce qui facilitera la valorisation de ceux-ci en cas de démantèlement.

En cas de réhabilitation, une attention particulière devra être portée dans le coût de la dépose du matériel à démanteler, et de sa valorisation dans le marché de réhabilitation.

c. Indicateurs de réussite

Les principaux indicateurs de réussite pour la réhabilitation vertueuse d'une installation solaire sont les suivants :

- ▶ le recours à un bureau d'études spécialisé doté d'expérience suffisante dans l'ingénierie solaire en rénovation,
- ▶ la planification des travaux de réhabilitation en même temps que d'autres lots techniques (comme la réfection de l'étanchéité en toiture) permettant de mutualiser des coûts de grutage notamment, et de faire une bonne répartition des compétences et responsabilités :
 - ① le solaire pose ses plots en toiture,
 - ② l'étancheur fait son étanchéité globale (et non l'inverse, si les plots sont scellés).
- ▶ l'éligibilité des coûts de travaux de réhabilitation aux aides à l'investissement institutionnelles (ADEME et ou Région).



ANNEXES

Glossaire	64
Schémathèque simplifiée des composants hydrauliques solaires thermiques principaux	67
Ouvrages de références et documents pratiques	68
Focus n°1 Contexte national du solaire thermique.....	71
Focus n°2 Méthode Fonds Chaleur (extraits)	73
Focus n°3 Coûts et économies liées au solaire thermique	74
Focus n°4 Poids du poste ECS dans la consommation énergétique conventionnelle de l'habitat RT2012.....	76
Focus n°5 Eau morte (ou eau technique)	77
Focus n°6 Autovidangeable.....	78
Focus n°7 Légionelles	81
Focus n°8 Rôle et responsabilités des acteurs solaire thermique.....	86
Focus n°9 Solarisation d'un parc de logements collectifs	90
Focus n°10 Fiche SOCOL besoins ECS.....	94
Focus n°11 OUTISOL	96
Focus n°12 Caractéristiques matériel solaire	99
Focus n°13 Garantie de Résultats solaire (GRS)	101

GLOSSAIRE

Ce glossaire contient un ensemble de termes récurrents dans le secteur du solaire thermique. Il vise à rendre plus accessible la compréhension de ces termes. Il contient également une bibliothèque de symboles schématiques hydrauliques très fréquents dans les schémas types solaires thermiques.

Batterie de capteurs : ensemble de capteurs raccordés de façon identique sur le schéma hydraulique et constituant un sous-ensemble d'un champ de capteurs pour les grandes installations.

Boucle de captage : circuit comprenant des capteurs, des tuyauteries ou conduits, des pompes ou circulateurs et un échangeur (selon le cas) et servant au transport de la chaleur extraite des capteurs vers le réservoir de stockage.

Cahier des clauses techniques particulières (CCTP) : document contractuel rassemblant les clauses techniques d'un marché public, rédigé par l'acheteur et partie intégrante du dossier de consultation des entreprises et des pièces constitutives d'un marché public. Intégré au marché de l'entreprise, il doit être signé par la personne publique et le prestataire.

Capteur plan : capteur solaire sans concentration dans lequel la surface de l'absorbeur est sensiblement plane.

Capteur sous vide : capteur cylindrique dans lequel le vide est fait entre la couverture et l'absorbeur.

Capteur solaire indépendant sur support (ou capteur en surimposition) : capteur solaire installé sur un support, n'assurant ni la fonction de couverture, ni celle de parement extérieur.

Capteur solaire semi-incorporé en toiture : capteur solaire n'assurant ni la fonction de couverture ou ni celle de parement extérieur mais qui, associé à un accessoire adéquat (bac d'étanchéité), constitue un ensemble assurant la fonction couverture.

Capteur solaire incorporé en toiture : capteur solaire assurant la fonction de couverture ou de parement extérieur.

Capteur moquette : capteur solaire thermique non vitré en matière polymère utilisé pour le chauffage des piscines ou le couplage à l'évaporateur d'une PAC pour la production d'ECS. La plupart du temps en polyéthylène, ce capteur ne permet pas la production d'ECS.

Contrôle de bon fonctionnement (CBF) : prestation liant l'organisme de suivi du fonctionnement d'une installation solaire avec le maître d'ouvrage et qui consiste par comparaison entre les données de production solaire utile mesurées et les valeurs théoriques calculées de déceler une éventuelle dérive ou un dysfonctionnement de l'installation solaire. Le CBF peut induire un relevé manuel ou à distance des données de mesure.

Champ de capteurs : ensemble de batteries de capteurs étroitement raccordés en série, en parallèle ou selon une combinaison de ces deux modes, avec une entrée hydraulique et une sortie hydraulique.

Chauffe-eau solaire individuel (CESI) : installation individuelle permettant de chauffer l'eau d'une habitation grâce à l'énergie solaire. Dans le cas d'un CESI, le fluide caloporteur du panneau solaire transmet sa chaleur à l'eau sanitaire en passant dans un échangeur thermique. Alors qu'il a cédé sa chaleur, il repart vers les capteurs où il sera de nouveau réchauffé. L'eau chaude sanitaire est stockée dans un ballon auquel on peut adjoindre un dispositif complémentaire (résistance électrique ou deuxième échangeur thermique relié à une chaudière traditionnelle au gaz, au fioul ou au bois) permettant de pallier à un défaut d'ensoleillement.

Chauffe-eau solaire individuel dit optimisé (CESI optimisé ou compact) : chauffe-eau solaire thermique individuel complet incluant un appoint et surtout présentant des caractéristiques de compacité dans sa conception en réduisant la surface de capteurs (compacité de dimensionnement), son volume de stockage solaire et en réduisant les pertes thermiques globales du système. L'appoint est en général séparé du volume solaire (chaudière mixte murale).

Chauffe-eau solaire collectif centralisé (CESC) : système de production d'eau chaude sanitaire centralisé, où le stockage solaire et l'appoint sont positionnés en chaufferie collective. Ils assurent de manière unique la production d'ECS pour un ensemble de points de puisages.

Chauffe-eau solaire collectif individualisée (CESCI) : boucle primaire chauffée par les capteurs solaires est distribuée dans les différents appartements à des ballons solaires de type CESI.

Chauffe-eau solaire collectif à appoint individualisé (CESCAI) : chauffe-eau à production et stockage solaires centralisés, avec un appoint individuel. L'énergie solaire permet de préchauffer l'eau sanitaire qui est ensuite distribuée dans les appartements. Dans chaque appartement, un appoint assure le complément à la préparation d'eau chaude sanitaire.

Chauffe-eau solaire collectif centralisé de type stockage en eau morte : sur un système de type CESC, l'eau stockée dans le(s) ballon(s) solaire(s) est physiquement séparée du circuit de distribution d'eau chaude sanitaire par le biais d'un échangeur (échangeur extérieur à plaques ou immergé).

Chauffe-eau thermodynamique (CET) : système de production d'eau chaude sanitaire individuel où une pompe à chaleur est l'élément chauffant principal

Commissionnement : ensemble de tâches permettant à une installation d'atteindre le niveau de performances contractuelles et de créer les conditions pour les maintenir dans le temps.

Dossier d'intervention ultérieur sur l'ouvrage (DIUO) : document rassemblant sous bordereau l'ensemble des données telles que plans et notes techniques, de nature à faciliter la prévention des risques professionnels lors d'interventions ultérieures (art. L.238-37 du Code du travail).

Dossier de consultation des entreprises (DCE) : dossier élaborés par l'acheteur public comportant l'ensemble des pièces nécessaires à la consultation des candidats à un marché, et dans lequel doit se trouver tous les éléments utiles pour l'élaboration des candidatures et des offres des candidats.

Energie solaire utile : énergie solaire captée et transférée à l'eau sanitaire pour réchauffer l'eau froide jusqu'à la température de sortie avant appoint. Elle est dite « utile » car elle ne prend pas en compte les pertes de la boucle, de stockage et d'échangeur. Cette notion d'énergie solaire utile permet d'estimer les économies d'énergies réalisées sur l'appoint par application du rendement de génération de celui-ci et fournit une indication fiable sur le fonctionnement de la partie solaire de l'installation.

EXE (phase) : selon la Loi MOP, phase du projet ayant pour objet, pour l'ensemble de l'ouvrage ou pour les seuls lots concernés : d'établir tous les plans d'exécution et spécifications à l'usage du chantier ainsi que les plans de synthèse correspondants ; d'établir sur la base des plans d'exécution un devis quantitatif détaillé par lot ou corps d'état ; d'établir le calendrier prévisionnel d'exécution des travaux par lot ou corps d'état ; d'effectuer la mise en cohérence technique des documents fournis par les entreprises lorsque les documents pour l'exécution des ouvrages sont établis partie par la maîtrise d'œuvre, partie par les entreprises titulaires de certains lots. Lorsque les études d'exécution sont, partiellement ou intégralement, réalisées par les entreprises, le maître d'œuvre s'assure que les documents qu'elles ont établis respectent les dispositions du projet et, dans ce cas, leur délivre son visa.

Générateur d'appoint : appareil de chauffage complémentaire utilisé pour produire de la chaleur lorsque l'énergie fournie par le système solaire est insuffisante.

Garantie de résultats solaire (GRS) : garantie par laquelle le soumissionnaire s'engage envers le maître d'ouvrage à ce que l'installation solaire soit capable de délivrer, à l'installation de production d'eau chaude sanitaire, la quantité annuelle moyenne d'énergie thermique d'origine solaire prévue. Cette quantité est subordonnée à la consommation d'eau chaude sanitaire prévue. La mesure de la quantité d'énergie fournie et de la consommation réelle d'eau chaude sanitaire s'effectue à l'aide du système de comptage faisant partie intégrante de l'installation.

Installation à capteurs autovidangeables ou installation autovidangeable : installation dans laquelle, au cours du fonctionnement normal, les capteurs se remplissent de liquide caloporteur quand la pompe se met en marche et se vident dans un réservoir lorsqu'elle s'arrête.

Installation avec capteurs remplis en permanence : installation dans laquelle les capteurs sont toujours remplis de liquide caloporteur (NF EN ISO 9488), par opposition avec une installation autovidangeable. Lorsque la pompe n'est pas en fonctionnement, le liquide caloporteur est à pression atmosphérique dans les capteurs.

Installation à circulation forcée : installation dans laquelle une pompe de circulation est utilisée pour faire circuler le liquide caloporteur dans le(s) capteur(s).

Installation à circuit indirect, installation avec échangeur immergé ou séparé : installation solaire dans laquelle un liquide caloporteur autre que l'eau sanitaire circule dans les capteurs solaires. Un échangeur assure une séparation physique entre le circuit rempli de liquide caloporteur et celui d'eau chaude sanitaire. L'échangeur peut être immergé ou extérieur au ballon de stockage solaire.

PRO (Phase) : selon la Loi MOP, phase du projet ayant pour objet, pour l'ensemble de l'ouvrage ou pour les seuls lots concernés : de préciser par des plans, coupes et élévations, les formes des différents éléments de la construction, la nature et les caractéristiques des matériaux et les conditions de leur mise en œuvre ; de déterminer l'implantation, et l'encombrement de tous les éléments de structure et de tous les équipements techniques ; de préciser les tracés des alimentations et évacuations de tous les fluides ; d'établir un coût prévisionnel des travaux décomposés par corps d'état, sur la base d'un avant-métré ; de permettre au maître de l'ouvrage, au regard de cette évaluation, d'arrêter le coût prévisionnel de la réalisation de l'ouvrage et, par ailleurs, d'estimer les coûts de son exploitation ; de déterminer le délai global de réalisation de l'ouvrage.

Surchauffe : phase de fonctionnement de type « stagnation » du circuit primaire d'une installation solaire pressurisée pendant laquelle le niveau de température du fluide caloporteur augmente fortement (pas de transfert au stockage solaire). La conséquence d'un tel fonctionnement peut être le vieillissement prématuré du fluide caloporteur et des autres composants de l'installation. Seules les installations auto vidangeables permettent d'éviter le risque de surchauffe. Un bon dimensionnement suivant les règles de l'art de l'installation permet de limiter ce risque également.

Vente en état futur d'achèvement (VEFA) : contrat utilisé dans la vente d'immobilier à construire. Le contrat VEFA est également appelé « vente sur plan », la construction ayant rarement démarrée à la signature du contrat

Volume de stockage : volume destiné à stocker l'énergie solaire produite par l'installation solaire et dimensionné en regard de la consommation journalière d'ECS.

SCHÉMATIQUE SIMPLIFIÉE DES PRINCIPAUX COMPOSANTS HYDRAULIQUES EN SOLAIRE THERMIQUE



Echangeur à plaques



Compteur volumétrique à émetteur d'impulsions



Clapet EA



Purgeur d'air automatique



Pompe



Pompe avec kit manométrique



Clapet anti-retour



Filtre à tamis à robinet de rinçage



Vannes BS NO



Sonde d'ensoleillement



Vanne BS NF



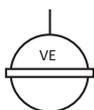
Thermomètre à plongeant



Vanne de réglage



Sonde température à doigt de gant



Vase expansion



Prise d'échantillon



Soupape de sécurité

OUVRAGES DE RÉFÉRENCES ET DOCUMENTS PRATIQUES

Ouvrages des références

- ▶ **NF DTU 65.12 Décembre 2012** - Travaux de bâtiment
- Installations solaires thermiques avec des capteurs vitrés - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques types - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux - Partie 2 : cahier des clauses administratives spéciales types - Référence commerciale des parties P1-1, P1-2 et P-2 du NF DTU 65.12 de décembre 2012
- ▶ **Documents RAGE** : Il s'agit de la base de données des différents documents produits dans le cadre du Programme d'accompagnement «RAGE 2012», disponibles sur <http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr/>
- ▶ **Guide Technique CSTB** : Guide de rédaction du cahier des charges techniques de consultation à destinations de la Maîtrise d'œuvre – solaire collectif individualisé - Juin 2007.
- ▶ **Production d'eau chaude sanitaire par énergie solaire**, guide de conception des installations solaires collectives – ICO, ADEME, Gaz de France, EDF – 2010, ISBN : 978-2-86817-951-7.
- ▶ « **La nouvelle réglementation parasismique applicable aux bâtiments dont le permis de construire est déposé à partir du 1^{er} mai 2011** », de janvier 2011, élaborée par le Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement.
- ▶ **Guide Technique CSTB** : Maîtrise du risque de développement des légionnelles dans les réseaux d'eau chaude sanitaire, Défaillances et préconisations - O. Correc – ISBN : ISBN 2-86000-xxx-x
- ▶ **Installations solaires thermiques/conception et mise en œuvre** - Systèmes Solaires, Solarpraxis et Le Moniteur, Dr. Felix A. Peuser, Karl-Heinz Remmers, Martin Schnauss, 2005, ISBN : 2-913620-29-9

Outils et documents pratiques (issus de la boîte à outils SOCOL, www.solaire-collectif.fr)

Cette boîte à outils "solaire thermique collectif" est par nature collaborative et évolutive. Elle a pour objet de répertorier les outils développés par les professionnels de la filière de la chaleur solaire collective en France, afin d'accompagner tous les intervenants au long de leur projet, de la conception au suivi et à la maintenance de leur installation.

Elle n'est pas exhaustive mais reflète à fin 2014 le travail collaboratif effectué dans le cadre de SOCOL.

Il est à noter que les directions régionales de l'ADEME mettent régulièrement à disposition de nouveaux outils et services (tels que des formations spécialisées par exemple). Il est donc recommandé de consulter le site internet de l'ADEME concernée (<http://www.ademe.fr/content/liste-implantations-lademe>) par le projet afin de se tenir au courant. Les documents ADEME relatifs au Fonds Chaleur 2015 sont disponibles sur <http://www.ademe.fr/expertises/energies-renouvelables-reseaux-stockage/passer-a-l'action/produire-chaleur/fonds-chaleur-bref>.

D'autre part, des informations régionales sont disponibles sur les pages de l'onglet « Régions » sur le site de SOCOL.

Etape	Outil	Format	Source
Conception			
	Bibliothèques de schémas		
	› Schémathèque SOCOL (incluant les 6 schémas retenus pour l'éligibilité d'un financement par le Fonds Chaleur ADEME 2014)	PDF	SOCOL
	› Schémathèque CEGIBAT, basée sur les schémas SOCOL, pour accompagner les bureaux d'études dans la conception d'installations solaires collectives	Papier	GrDF-CEGIBAT
Maîtrise d'œuvre	Guides et outils		
	› Le vase d'expansion d'une installation solaire thermique collective	PDF et papier	SOCOL
	› Guide d'intégration architecturale des capteurs solaires	PDF et papier	SOCOL
	› Ratios de dimensionnement des besoins en eau chaude sanitaire pour les installations en solaire thermique collectif	PDF et papier	SOCOL
	› Guide du solaire thermique dans l'outil de calcul de la RT2012	PDF	SOCOL
	› Outil de calcul de vase d'expansion VESTh	Logiciel web gratuit	INES
	› Outil de calcul SOLO en ligne	Logiciel web gratuit	TECSOL
	› Outil de calcul d'échangeur EchaRP	Logiciel web gratuit	INES
	› Fiche de sensibilisation sur le commissionnement	PDF	SOCOL
	› Guide et fiches pratiques du commissionnement	PDF	SOCOL
	› Outil d'évaluation économique d'un projet ST Collectif	Logiciel web gratuit	SOCOL
	› Méthode ADEME : calcul des aides Fonds Chaleur Renouvelable 2015	PDF	SOCOL
Maîtrise d'ouvrage	› Fiche descriptive du solaire thermique et instructions 2015	PDF	ADEME
	› Document ADEME Pays de la Loire - carnet de santé de l'ouvrage	PDF	SOCOL
	› Document ADEME Pays de la Loire - outil économique Appel à Projets	Accès web au fichier Excel	ADEME
	› Cahier des charges - étude de faisabilité d'une installation solaire thermique collective	PDF	
	› Protocole de réception d'installations solaire thermique collectives	PDF	ADEME

Etape	Outil	Format	Source
Vie de l'ouvrage			
Maîtrise d'ouvrage	› Carnet de santé pour installation d'eau chaude solaire collective de l'ADEME Pays de la Loire	PDF	SOCOL
Suivi	› Fiche d'information sur l'instrumentation et le suivi des performances d'une installation solaire thermique collective : "Installation solaire thermique collective - Instrumentation et suivi des performances"	PDF	SOCOL
	› Modèle ADEME de contrat type de suivi simplifié	PDF	SOCOL
	› Notice au contrat type	PDF	SOCOL
	› Modèle de contrat type de suivi simplifié	PDF	SOCOL
	› « Boîte à outil » ADEME Pays de la Loire : suivi des performances	PDF	SOCOL
Maintenance	› Guide « Optimiser la maintenance des installations solaires thermiques collectives » pour l'élaboration d'un contrat de maintenance d'une installation de production d'eau chaude sanitaire collective	PDF et papier	SOCOL
	› Modèle ADEME de contrat type de maintenance	PDF	SOCOL
	› Notice au contrat type	PDF	SOCOL
	› Modèle de contrat type de maintenance	PDF	SOCOL
	› Liste des points de contrôle pour la maintenance	PDF	SOCOL
	› Fiche de sensibilisation : Maintenance des installations solaires	PDF	SOCOL

Source : ENERPLAN/SOCOL

COMMENTAIRE

Les outils utilisables et téléchargeables en ligne ainsi que les informations sont mis à disposition sur les sites web suivants :

ADEME	http://www.ademe.fr/
GrDF - CEGIBAT	http://www.cegibat.grdf.fr/
INES	http://www.ines-solaire.org/
Qualit'EnR	http://www.qualit-enr.org/
SOCOL	http://www.solaire-collectif.fr/
TECSOL	http://www.tecsol.fr
USH	http://www.union-habitat.org/ (onglet Ressources, dossier solaire thermique)

FOCUS

Focus n°1 Contexte national du solaire thermique.....	72
Focus n°2 Méthode Fonds Chaleur (extraits)	74
Focus n°3 Coûts et économies liées au solaire thermique	75
Focus n°4 Poids du poste ECS dans la consommation énergétique conventionnelle de l'habitat RT2012	77
Focus n°5 Eau morte (ou eau technique)	78
Focus n°6 Autovidangeable.....	79
Focus n°7 Légionelles	82
Focus n°8 Rôle et responsabilités des acteurs solaire thermique.....	87
Focus n°9 Solarisation d'un parc de logements collectifs	91
Focus n°10 Fiche SOCOL besoins ECS.....	95
Focus n°11 OUTISOL	97
Focus n°12 Caractéristiques matériel solaire.....	100
Focus n°13 Garantie de Résultats solaire (GRS)	102

Focus n°1 Contexte national du solaire thermique

Le marché français, en matière de surface de capteurs installés, a connu trois phases principales. Initiée au début des années 2000 par le plan Solaire, la période 2004-2008 a été l'occasion d'une croissance marquée pour les différents systèmes proposés (chauffe-eau solaire individuel CESI, système solaire combiné SSC et collectif).

Evolution du marché français (m²/an) de 1999 à 2014



Cependant, depuis 2008, la tendance s'est inversée. Comparativement au scénario de développement prévu dans la PPI Chaleur, on observe depuis 2008 un décrochage important entre courbe théorique et réelle, en matière de surface de capteurs installés. A partir de 2012, le nombre de m² installés apparaît corrélé à l'offre nouvelle de logements.

Malgré l'atonie du marché de l'individuel concernant les chauffe-eau solaire individuels (CESI) et système solaire combinés (SSC), le segment de marché du solaire collectif a vécu une croissance constante jusqu'en 2012 : 56 000 m² en 2008, 66 000 m² en 2009, 80 000 m² en 2010 et 104 000 m² en 2011 (source : Uniclimate et Enerplan).

Comparaison des trajectoires nationales PPI Chaleur et réelle



En 2012, le marché du collectif s'est stabilisé, avant de connaître une baisse de l'ordre de 15 à 20% en 2013.

Néanmoins et depuis 2010, on constate que, malgré la baisse du marché solaire thermique, il existe une stabilisation voire une baisse des prix des systèmes, à la fois individuels et collectifs. Ce phénomène est essentiellement dû aux efforts importants consentis par les fabricants de matériels solaires pour optimiser leurs coûts et par la rationalisation des acteurs du marché (installateurs, grossistes).

À NOTER

Sources d'informations complémentaires :

- › Feuille de route stratégique ADEME Solaire thermique, Octobre 2012 - 244 p. - Réf. 7655 (<http://www.ademe.fr/solaire-thermique-feuille-route>)
- › Contribution de l'ADEME à l'élaboration de visions énergétiques 2030-2050, Juin 2013 - 48 p. - Réf. 7846 (<http://www.ademe.fr/contribution-lademe-a-lelaboration-visions-energetiques-2030-2050>)

Focus n°2 Méthode Fonds Chaleur (extraits)

Conditions d'éligibilité d'un projet solaire thermique au Fonds Chaleur

- ▶ Le projet correspond exclusivement à une (ou des) **installation(s) solaire(s) thermique(s) pour la production d'eau chaude** (et de chauffage de bassins en ce qui concerne les piscines collectives). Les schémas de principes sont imposés.
- ▶ Le projet possède *a minima* une surface de capteurs solaires de **25 m² utiles**.
On entend par projet une opération immobilière définie par un seul et unique marché. Un projet peut comporter un ou plusieurs bâtiments avec autant d'installations solaires thermiques que de bâtiments localisées sur un même site. Pour être éligible aux aides du Fonds Chaleur, la surface de capteurs de chacune des installations du projet doit être supérieure ou égale à 15 m².
- ▶ La productivité solaire utile minimale estimée à partir d'un logiciel de calcul adapté doit, en fonction de la zone, être supérieure à :
 - › 350 kWh utile/m² de capteur solaire (Nord),
 - › 400 kWh utile/m² de capteur solaire (Sud),
 - › 450 kWh utile/m² de capteur solaire (Méditerranée).
- ▶ Les dépenses éligibles de l'installation solaire doivent être inférieures à **1 200 € HT /m² capteur solaire**.
- ▶ La **connaissance précise ou l'évaluation des besoins réels en eau chaude sanitaire, selon la méthode-ratio Ademe, est indispensable**. Pour les bâtiments existants, obligation de relevés de consommation ou de campagne de mesures.
- ▶ Le projet doit obligatoirement avoir recours à l'installation de **capteurs solaires certifiés** selon les mêmes dispositions que celles du crédit d'impôt pour les équipements solaires thermiques (CSTBat, SolarKeymark ou toute autre procédure équivalente dans l'Union Européenne).
- ▶ Le projet doit **respecter la réglementation thermique** en vigueur sur les bâtiments.
- ▶ Le projet doit obligatoirement faire l'objet d'une **instrumentation** mise en place par le - Maître d'Ouvrage pour le **suivi de fonctionnement** de chaque installation (type CBF, GRS...).
- ▶ La **maintenance de l'installation solaire est obligatoire**. Le bénéficiaire devra fournir, pour le paiement du solde, la copie du carnet d'entretien précisant le détail des opérations réalisées ainsi que le nom et la fonction de l'intervenant.
- ▶ Le maître d'ouvrage devra assurer ou confier à un prestataire compétent le **suivi des performances de l'installation pendant toute sa durée de vie**. Il remettra à l'ADEME, un tableau de bord de suivi des performances de l'installation sur une période de 12 mois conformément à l'annexe de la convention d'aide.

Focus n°3 Coûts et économies liées au solaire thermique

Les coûts globaux d'investissement et d'entretien par logement exposés dans ce focus sont basés sur les retours d'expérience de terrain et sur des entretiens avec un certain nombre de bailleurs. Ce sont des ordres de grandeur indicatifs car ils dépendront toujours de l'assiette considérée pour les coûts.

Coûts d'investissement

Les coûts d'investissement sont variables selon la taille de l'installation solaire, le type de schéma, le type de bâtiment, neuf ou existant et le type de contraintes techniques.

Certains schémas (de type CESCO) impliquent la mise en œuvre de ballons solaires dans chaque logement et sont donc plus coûteux (de l'ordre de 30%).

Coûts constatés (rapportés à la surface de capteurs solaires)

- ▶ Installation inférieure à 50 m² : 1 200 à 1 500 € HT/m²
- ▶ Installation entre 50 m² et 100 m² : 1 000 € HT/m²
- ▶ Installation supérieure à 100 m² : 800 € HT/m²

Ces prix comprennent l'ingénierie et les travaux.



À RETENIR

Sur la base d'une fourchette de 0,5 à 1,5 m² de capteurs solaires par logement, le coût d'investissement du solaire sera donc de l'ordre de 500 à 2 200 € HT par logement.

Economies et coûts d'entretien

Une précédente étude¹¹ a montré des surcoûts de maintenance annuels pour le poste solaire entre 0 et 100 € par logement.

Les économies par logement sont de l'ordre de 50 à 100 € en moyenne par logement.

Un audit particulier effectué en 2012 sur un échantillon d'environ 10 installations a révélé un coût annuel moyen de la maintenance solaire de 45 € HT/log, avec une valeur minimum de 13 € HT/log et une valeur maximum de 120 € HT/log.

Au-delà des spécificités de chaque installation, l'existence d'un facteur 10 entre le coût minimum et le coût maximum, révèle l'importance de la bonne définition de la stratégie de maintenance d'une part (curative ou préventive) mais aussi l'utilisation de contrats type strictement adaptés aux besoins des installations solaires.

Il est à noter que les audits cités plus haut ont eu lieu sur certaines installations ayant particulièrement présenté des contre-performances, ce qui exclut d'utiliser cette source pour généraliser les coûts de maintenance des installations collectives.

Ces valeurs de coûts d'entretien sont à mettre en relief avec les économies moyennes réalisées sur les installations solaires par un bailleur social.

Il apparaît ainsi que les économies par logement oscillent entre 12 et 80 € annuellement. Par ailleurs, un autre bailleur affiche une moyenne de 66 € d'économies par logement.

¹¹Citer : Etude d'optimisation d'installations solaires, USH, 2014...

Focus n°3 Coûts et économies liées au solaire thermique

À NOTER

La fourchette des économies générées sur la facture d'énergie va de 40 à 80 € par logement et par an selon l'énergie d'appoint.

La maîtrise des coûts d'entretien liés au solaire est primordiale pour la réussite d'un projet solaire collectif ou individuel. Elle doit mener à définir la nature des actions de maintenance qui sont mises en œuvre par les principaux exploitants du solaire collectif (actions préventives, actions correctives et consommables).

Cas concret défavorable

Le contrat annuel concerne une installation de 75 m².

- ▶ **Poste Maintenance préventive** : visites pour contrôler la pression des circuits capteurs, chasse sur le ballon de stockage solaire; visite tous les 3 mois : capteurs, purgeurs air, tous les 6 mois : capteurs et niveau de glycol soit un total 30h de travail par an.
- ▶ **Poste Maintenance corrective** : dans le cas favorable, 8h par an auquel s'ajoute le télésuivi à hauteur de 6 heures par an et 500 € de télégestion.
- ▶ **Poste outillage et consommables** : 1 000 €/an (provisions pour changement glycol, etc.).

Soit un total d'environ 5000 euros/an (sur la base d'un taux horaire de 80 €). Si cette installation de 75 m² permet de traiter l'ECS de 50 logements (1,5m²/logt), il apparaît que le coût annuel par logement est de 100 euros, à comparer à l'économie potentielle comprise entre 60 et 70 €/logt.an.

Certains bailleurs sociaux plafonnent les contrats de maintenance à maximum 75 €/logt.an et tirent les conclusions suivantes à partir de l'observation du parc collectif :

- ▶ choix de montages hydrauliques robustes, rustiques et simples (bibliothèque SOCOL)
- ▶ contrat d'entretien appuyé sur les contrats classiques pour les projets en chauffage et eau chaude collective et un contrat solaire pour les autres types de solutions solaires
- ▶ allègement des prestations de maintenance grâce au télésuivi et interventions uniquement en dépannage.

Valeurs indicatives d'un suivi et de maintenance d'installations solaires (P2), par tranche de surface (source ENERPLAN, valeur 2012) :

- ▶ 25-50 m² de capteurs : 7 000 € sur 20 ans soit 350 €/an,
- ▶ 50-100 m² : 10 500 € sur 20 ans soit 525 €/an,
- ▶ Supérieur à 100 m² : 11 000 € sur 20 ans soit 550 €/an.



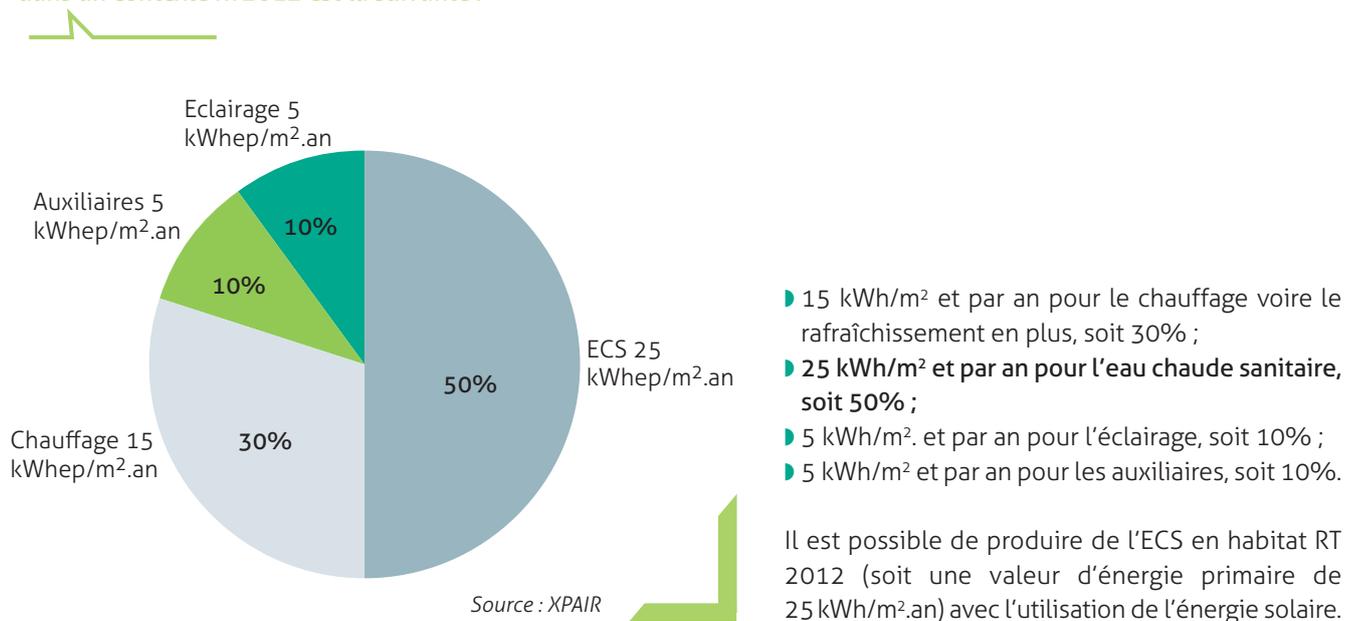
À RETENIR

Rapporté au logement, la surveillance de l'installation (suivi opérationnel et maintenance corrective) doit coûter entre 5 à 20 euros par an soit environ 1% de l'investissement initial.

On retrouve ainsi un ratio entre économies et coût de fonctionnement de l'installation solaire entre 10 et 20%.

Focus n°4 Poids du poste ECS dans la consommation énergétique conventionnelle de l'habitat RT2012

La répartition moyenne des consommations énergétiques, dans un contexte RT2012 est la suivante :



Simulation pour un habitat de 65 m² en zone climatique H2b (source XPAIR 2013) encadré par des valeurs de BBiomax de 60 et de Cepmax de 50 kWh/m².an:

- ✗ Chauffe-eau Electrique 200 litres NF C : Conso ECS : 66 kWh/m².an
- ✗ ECS avec chaudière gaz condensation avec ballon accumulateur de 40 litres
Conso ECS : 30 kWh/m².an
- ✓ Chauffe-eau solaire CESI avec appoint gaz avec 2 m² de capteurs solaires
+ ballon solaire de 200 litres : Conso ECS : 17 kWh/m².an
- ✗ Chauffe-eau solaire CESI avec appoint électrique avec 2 m² de capteurs solaires
+ ballon ECS 300 litres : Conso ECS : 31 kWh/m².an
- ✗ Chauffe-eau thermodynamique 250 litres sur air extrait donnant un COP annuel de 2.7 :
Conso ECS : 28 kWh/m².an

Focus n°5 Eau morte (ou eau technique)

Ce focus vise à présenter la technologie dite en « eau morte » ou « eau technique » appliquée au solaire thermique collectif.

Ce type d'installation « en eau morte » est également appelé « à double-échangeur » ou « kit anti-légionellose » parce que l'eau de stockage réchauffée par le circuit solaire n'est pas utilisée en tant qu'ECS. Elle sert uniquement de stockage de calories restituées à l'ECS via un échangeur instantané.

Cette solution est préconisée pour des installations collectives dans lesquelles le stockage d'eau sanitaire à température non maîtrisée est déconseillé (établissements de santé et établissements sociaux et médico-sociaux d'hébergement pour personnes âgées). Cette configuration n'est pas recommandée en logement résidentiel.

- ▶ la boucle solaire assure le transport des calories depuis les capteurs solaires vers le(s) ballon(s) de stockage solaire par le biais d'un échangeur de chaleur (incorporé ou non au stockage) ;
- ▶ la boucle « d'eau morte » permettant le stockage de l'énergie récupérée de la boucle solaire ;
- ▶ la boucle d'eau chaude sanitaire qui récupère l'énergie au travers d'un échangeur à plaques.

D'un point de vue technique, cette solution est proche du chauffe-eau solaire collectif (CESC). La production et le stockage solaires sont soumis aux mêmes règles de conception, de dimensionnement, de mise en œuvre et de maintenance.

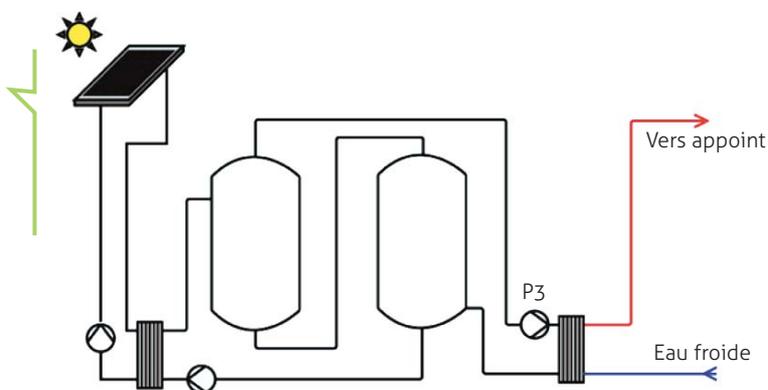
AVANTAGES

- ▶ pas de stockage d'ECS à faible température, supprime le risque de prolifération des bactéries indésirables (légionelles et pseudomonas en particulier) dans la partie solaire du système d'ECS.
- ▶ suppression du risque de pollution de l'ECS par le fluide caloporteur en cas de percement ou de dégradation de l'échangeur primaire.

INCONVÉNIENTS

- ▶ complexité accrue ; donc fiabilité diminuée
- ▶ rendement moins élevé du fait du double échangeur et du risque de déstratification lié au point suivant.
- ▶ difficulté de réguler la pompe P3 : soit elle tourne en continu pour maintenir une température constante dans l'échangeur mais cela déstratifie les ballons, soit elle est pilotée par un capteur de débit ce qui n'est pas efficace pour les petits puisages, soit le système est encore complexifié.

Fonctionnement d'une installation solaire thermique système en eau morte ou double-échangeur



www.grs-solaire.com

Ce focus vise à présenter la technologie autovidangeable appliquée au solaire thermique et plus particulièrement au solaire collectif.

Pérennité des installations solaires thermiques

La solution d'auto-vidange ou « drain back » a d'abord été mise au point dans les années 1980 pour assurer la protection des petits systèmes (CESI) contre le gel dans les pays du nord de l'Europe (dont les Pays-Bas, où la réglementation interdit l'utilisation de tous fluides autres que l'eau pouvant être en contact avec l'eau sanitaire). Puis, en 2001, un BET a dû concevoir pour la ville de Castre (équipement d'un gymnase et de vestiaires d'un terrain de rugby) des installations simples et fiables de 20 à 30 m² de capteurs permettant d'éviter non pas les risques de gel, mais ceux de surchauffe liés à l'intermittence de l'utilisation de l'eau chaude sanitaire tout au long de l'année et à la fermeture du mois d'août. Ces installations fonctionnent avec un fluide antigel et ont fait l'objet, dans le cadre d'un contrat de GRS simplifié, d'un suivi de performances au moyen d'un compteur d'énergie.

Afin de pallier de nombreux dysfonctionnements, notamment de vidange des capteurs par surchauffe de deux installations (conséquences possibles d'une coupure d'électricité accidentelle comme d'une fausse manœuvre), le recours à cette technique a été élargi à la plupart des installations collectives et généralisé depuis 2007, dans le secteur hôtelier et les résidences de logement social.

Description du système et de son fonctionnement

En comparaison aux installations classiques sous pression, le système d'expansion est remplacé par un réservoir fermé, avec suppression du clapet anti-retour, des purgeurs d'air automatiques (source de dysfonctionnements), des vannes d'isolement des batteries de capteurs et de la pompe de remplissage. Le réservoir, d'une

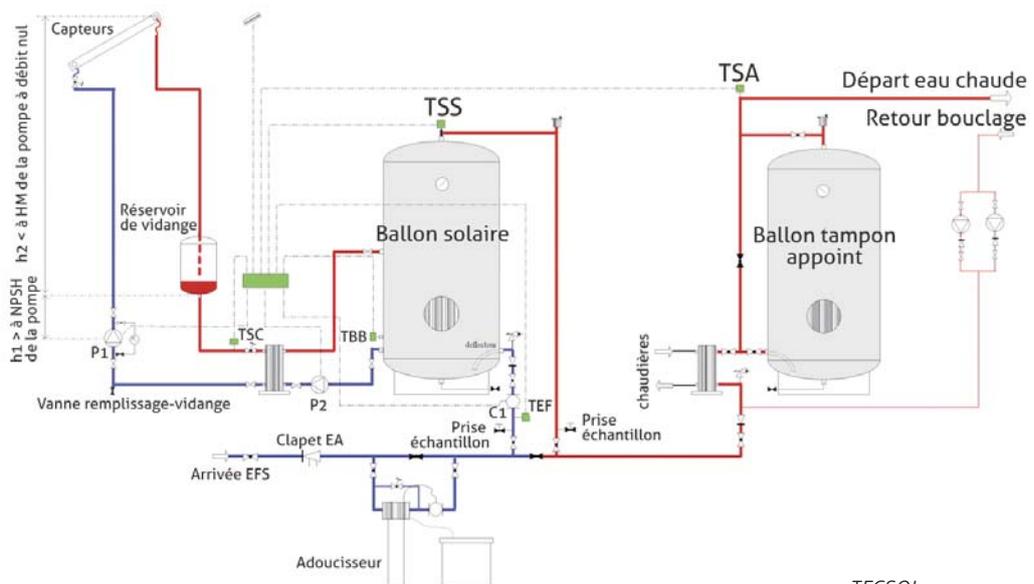
capacité légèrement supérieure à celle des capteurs, est raccordé à la canalisation de retour des capteurs vers l'échangeur. Les pompes utilisées sont de type à moteur ventilé, dispositif préconisé sur toutes les installations solaires tant sur le circuit primaire que sur le circuit secondaire. Sa puissance est identique à celle d'un circuit sous pression pour autant que la différence de niveau entre le haut des capteurs et le réservoir (hauteur statique) soit, à débit nul, inférieure à la pression nécessaire (hauteur manométrique) pour compenser les pertes de charges dynamiques du circuit au débit nominal fixé (souvent 40 à 50 l/h.m² de capteurs). Pour éviter tous risques de cavitation, la différence de niveau entre le bas du réservoir et la pompe doit être supérieure à sa pression minimale d'aspiration (NPSH).

Le circuit des capteurs est rempli jusqu'au niveau du collecteur bas des capteurs, volume auquel est soustrait ensuite l'équivalent de la dilatation extrême du fluide afin de s'assurer de la vidange complète des capteurs quelle que soit sa température au moment de l'arrêt de la pompe. Lors de sa mise en route, la pompe permet de remonter le fluide jusqu'au point le plus haut et, lorsqu'il est atteint, ne doit plus compenser que les pertes de charge du circuit (effet de siphon). Pour cela, il est indispensable que le circuit soit hermétique d'autant que, la technologie des capteurs ne permettant pas de garantir (dans la majorité des cas) leur vidange complète, le fluide utilisé est un fluide antigel agressif en cas d'oxydation. Le volume d'air (non renouvelé) permet, d'une part le vidage des capteurs lorsque la pompe s'arrête, et, d'autre part, l'expansion du fluide lors de son échauffement. La proportion de volume étant de l'ordre de trois-quarts de fluide pour un-quart d'air, l'augmentation de pression liée à la dilatation du fluide et à celle de l'air (avec capteurs en stagnation à 200°C maxi) est limitée à 100%, soit une pression maximale dans les capteurs de 1 bar.

Focus n°6 Autovidangeable

Le principe de régulation est identique à celui préconisé pour les systèmes classiques : le pilotage de la pompe primaire est fonction de l'ensoleillement et la pompe secondaire est asservie à la pompe primaire. La sécurité « surchauffe » est assurée par l'arrêt des pompes lorsque la température du stockage atteint 85°C (ballons avec revêtement garanti à 90°C).

Schéma de principe de la solution d'auto-vidange



source : TECSOL

avantages

- ▶ un coût global (coût d'investissement et coût de fonctionnement) moins élevé que les autres systèmes, avec la possibilité de le réduire encore en utilisant des réservoirs en acier noir à la place de l'inox 304,
- ▶ des performances aussi élevées que les autres technologies,
- ▶ installations parfaitement fiables, sans dysfonctionnement constaté,
- ▶ simplicité d'exploitation : sur deux installations ayant nécessité l'arrêt de la production solaire durant quelques jours pour pannes (rupture d'un flexible sur le circuit sanitaire, défectuosité d'un composant électrique), l'arrêt et la remise en service de l'installation s'est faite très simplement, alors qu'une installation « classique » aurait nécessité la vidange ou le bâchage des capteurs,
- ▶ possibilité de réaliser des installations à utilisation intermittente sans nécessité d'intervention humaine.



À RETENIR

L'analyse du fluide antigel d'origine (Héliogel CS 80), neuf ans après la mise en service de l'installation des deux installations solaires de Castres, a permis de constater leur faible dégradation. Seule une solution d'auto-vidange permet d'assurer de telles garanties de pérennité des installations solaires thermiques.

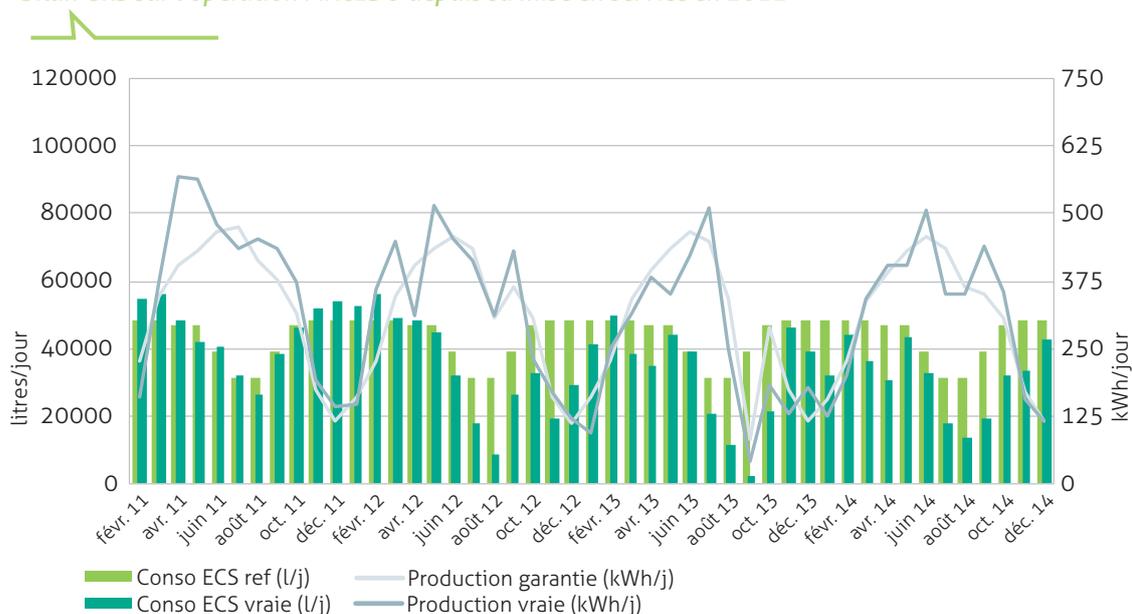
Exemple de projet autovidangeable pour un bailleur social



Résidence MACEDO : 360 logements à Pessac (33)

- Maîtrise d'œuvre pour la production ECS solaire avec contrat de GRS 3 ans
- Principe autovidangeable - Mise en service : 12/2010
- Appoint : gaz
- Surface totale capteurs : 192 m² – 1 ballon de 10 m³ solaire
- CO₂ évité : 52 tonnes/an
- Coût total de l'opération (travaux, MO + GRS) : 190 000 € HT

Bilan GRS sur l'opération MACEDO depuis sa mise en service en 2011



source : TECSOL

Focus n°7 Légionelles

Ce focus vise à présenter la problématique de la lutte contre les risques de développement de la légionelle dans les systèmes de production d'eau chaude sanitaire solaires thermiques collectifs.

Ce que dit la réglementation

L'arrêté du 30 novembre 2005, relatif aux brûlures et à la légionelle, définit les obligations réglementaires concernant les températures de l'ECS et la prévention des risques liés aux légionelles dans les installations fixes destinées à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou locaux recevant du public.

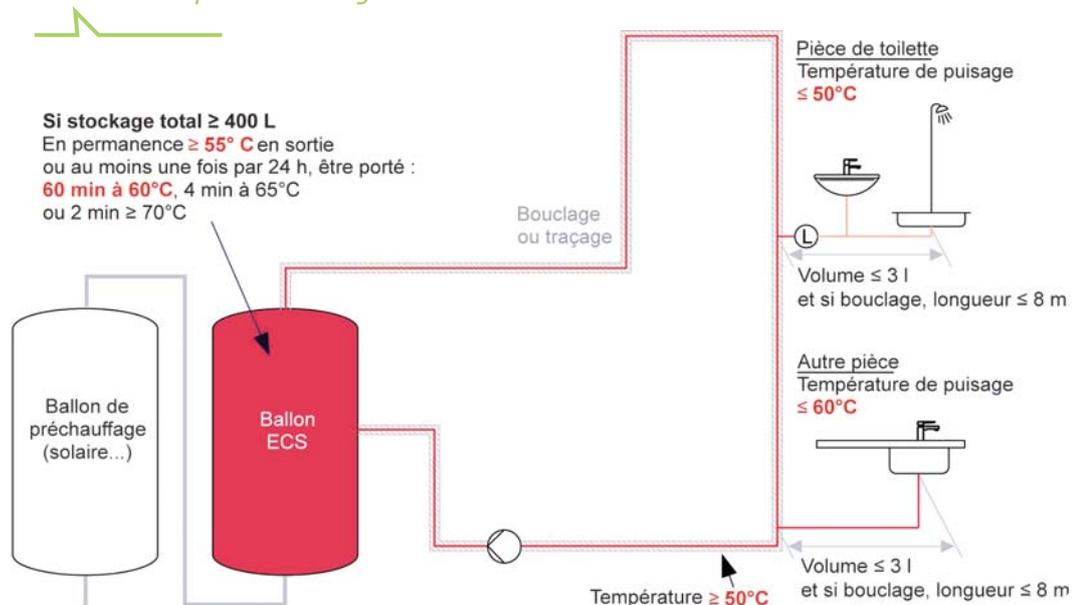
Le champ d'application de cet arrêté concerne « les installations nouvelles installées dans des bâtiments neufs ou existants. Par « nouveau », il est entendu que les deux systèmes constitutifs de l'installation, équipement de production et système de distribution, sont neufs ».

Seules les installations supérieures à 400 litres de stockages sont concernées (les petits individuels sont donc exclus).

Si les ballons de stockage solaire ne sont pas soumis aux obligations réglementaires, il conviendra d'éviter les facteurs de développement en privilégiant :

- un stockage solaire inférieur à la consommation quotidienne
- un déflecteur sur l'arrivée d'eau froide dans les ballons (solaires ou appoint)
- un stockage de la consommation de pointe d'1 heure avant puisage à 60°C

Prévenir les risques liés aux légionelles



Source : RAGE 2012, guide Installation d'eau chaude sanitaire (confort, prévention et des risques et maîtrise des consommations), novembre 2014

Selon les préconisations du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (novembre 2001), et reprises dans les circulaires de la Direction Générale de la Santé, « D'une manière générale, **pour limiter le développement des légionelles, il est nécessaire d'agir à trois niveaux :**

- › éviter la stagnation et assurer une bonne circulation de l'eau ;
- › lutter contre l'entartrage et la corrosion par une conception et un entretien adapté à la qualité de l'eau et aux caractéristiques de l'installation ;
- › maîtriser la température de l'eau dans les installations, depuis la production et tout au long des circuits de distribution. »

La zone de multiplication active des légionelles se situe entre 20-25°C et 45°C avec un optimum vers 35°C. Aux températures inférieures à 20°C, les légionelles sont à l'état de dormance. Leur prolifération se ralentit aux alentours de 45°C. Aux delà de 50°C, leur viabilité est réduite. Les temps nécessaires à la réduction d'une population en suspension de *Legionella pneumophila* d'un logarithme (soit une réduction de 90% de la population) sont :

- ▶ de plusieurs heures à 50°C ;
- ▶ de quelques minutes à 60°C ;
- ▶ de quelques secondes à 70°C.

Extrait de l'arrêté du 30 novembre 2005

« Afin de limiter le risque lié au développement des légionelles dans les systèmes de distribution d'eau chaude sanitaire sur lesquels sont susceptibles d'être raccordés des points de puisage à risque, les exigences suivantes doivent être respectées pendant l'utilisation des systèmes de production et de distribution d'eau chaude sanitaire et dans les 24 heures précédant leur utilisation :

- ▶ lorsque le volume entre le point de mise en distribution et le point de puisage le plus éloigné est supérieur à 3 litres, la température de l'eau doit être supérieure ou égale à 50 °C en tout point du système de distribution, à l'exception des tubes finaux d'alimentation des points de puisage. Le volume de ces tubes finaux d'alimentation est le plus faible possible, et dans tous les cas inférieur ou égal à 3 litres.

Le tableau (Figure 1) indique les longueurs à partir desquelles le volume de 3 litres est atteint, pour différentes canalisations en cuivre et en polyéthylène ;

- ▶ lorsque le volume total des équipements de stockage est supérieur ou égal à 400 litres, l'eau contenue dans les équipements de stockage, à l'exclusion des ballons de préchauffage, doit :
 - › être en permanence à une température supérieure ou égale à 55°C à la sortie des équipements ;
 - › ou être portée à une température suffisante au moins une fois par 24 heures. Les durées minimales d'élévation quotidienne de la température à respecter sont données dans le tableau »

Focus n°7 Légionelles

Longueurs de canalisations correspondant à un volume de 3 litres

Le volume des tubes finaux d'alimentation des points de puisage doit être le plus faible possible et dans tous les cas inférieur ou égal à 3 litres.

	Diamètre (intérieur-extérieur en mm)	Longueur (m)
Tube en polyéthylène	10-12	38
Tube en polyéthylène	13-16	23
Tube en cuivre	14-16	20
Tube en cuivre	16-18	15
Tube en cuivre	18-20	12

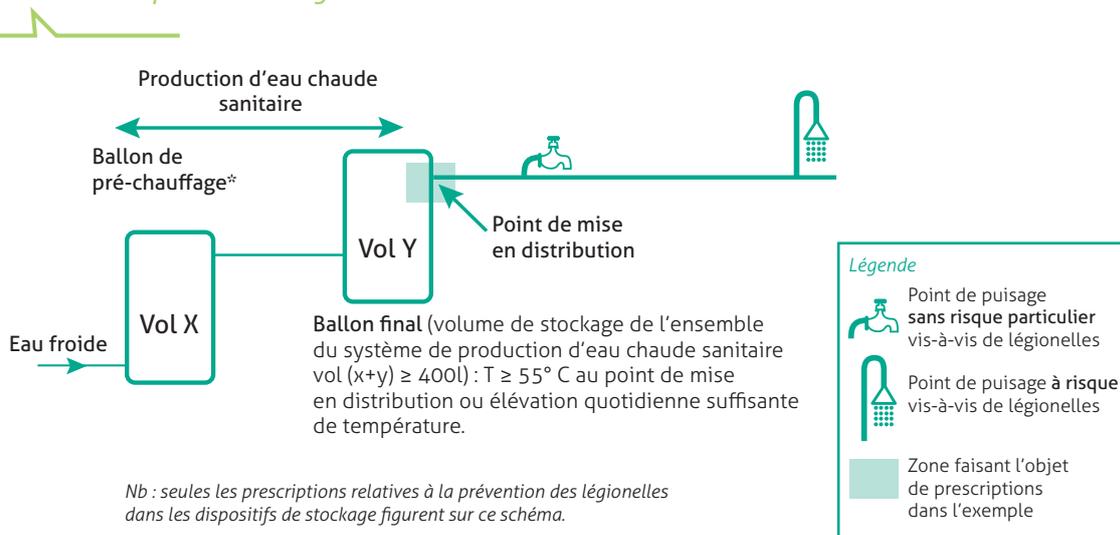
Durée minimale d'élévation quotidienne de la température de l'eau dans les équipements de stockage, à l'exclusion des ballons de préchauffage

Temps minimum de maintien de la température	Température de l'eau (°C)
2 minutes	Supérieure ou égale à 70°C
4 minutes	65°C
60 minutes	60°C

Quand l'installation ne comporte qu'un seul ballon avec appoint intégré, si le volume total du ballon est supérieur ou égal à 400 litres, la température doit être supérieure ou égale à 55°C à la sortie du ballon.

Lorsqu'il y a deux ballons, le volume considéré est le volume global. La température doit être supérieure à 55 °C à la sortie du ballon d'appoint.

Prévenir les risques liés aux légionelles



Source : CSTB, guide technique maîtrise légionelles ECS, 2012

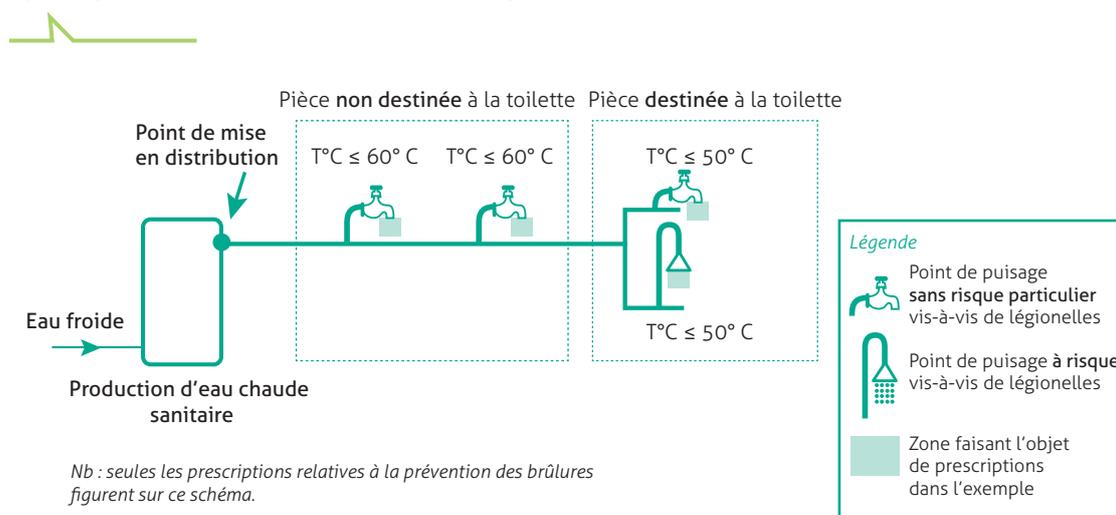
Ballons de stockage avec maintien de température dans le ballon le plus en aval

Assurer une température de 55°C à la sortie des équipements implique une température de production supérieure et de positionner correctement le retour du bouclage (retour à 50°C minimum).

L'arrêté du 30 novembre 2005 modifiant l'arrêté du 23 juin 1978 impose une température maximale aux points de puisage :

- ▶ de 50°C dans les pièces destinées à la toilette,
- ▶ de 60°C dans les autres pièces,
- ▶ dans les cuisines et buanderies des ERP, l'eau pourra être distribuée à 90°C maximum en certains points faisant l'objet d'une signalisation particulière.

La Figure ci-après illustre les différents niveaux de températures imposés par l'arrêté du 30 novembre 2005 et par la circulaire



Source : CSTB, guide technique maîtrise légionelles ECS, 2012

Focus n°7 Légionelles

Prescriptions visant à prévenir le risque de brûlure aux points d'usage

La température de l'eau fournie par un chauffe-eau solaire peut atteindre des niveaux relativement élevés (température correspondant à la valeur maximale de stockage des ballons solaires, soit 85 à 90°C).

Le professionnel doit s'assurer que la température maximale de l'eau chaude sanitaire (préchauffée par le solaire) soit respectée aux points de puisage, quelque soit la configuration de l'installation de production d'eau chaude sanitaire et quelque soit l'appoint individuel prévu.

La pose d'un limiteur de température, au départ de la distribution, est indispensable dans le cas où il n'existe pas d'organe(s) intermédiaire(s) permettant la limitation de température avant les points de puisage (c'est-à-dire uniquement en réhabilitation de bâtiments antérieurs à l'arrêté de 2005).

Le limiteur de température doit être conforme aux exigences techniques du document technique 8 « Limiteurs de température ECS » de la marque NF « Robinetterie de réglage et de sécurité ».

Le limiteur de température doit interdire la circulation du fluide chaud vers l'eau froide pour éviter une éventuelle déstratification du ballon. Un clapet anti retour doit être installé sur l'arrivée d'eau froide du limiteur de température, si ce dernier n'en est pas équipé.

Les dispositifs de limitation de température en amont des pièces destinées à la toilette sont placés, de préférence, le plus près possible des points de puisage de manière à minimiser les longueurs des canalisations parcourues par de l'eau à des températures inférieures à 50°C.

La température de distribution dans les pièces destinées à la toilette peut être abaissée en installant un limiteur de température de zone. Si ces pièces destinées à la toilette ne comportent qu'une douche et/ou une baignoire, l'abaissement de température peut aussi être réalisé par un mitigeur thermostatique.

Focus n°8 Rôle et responsabilités des acteurs en solaire thermique

Ce focus détaille le rôle et les compétences spécifiques que doivent posséder les principaux acteurs dans une opération de solaire thermique : le maître d'ouvrage, le BET, le(s) fabricant(s), l'installateur, l'exploitant et les institutions.

Le bureau d'études thermique (BET)

Le BET joue un rôle primordial dans l'accompagnement du bailleur social pour la réalisation d'une installation solaire thermique, depuis la conception jusqu'à la réception, puis éventuellement dans son suivi.

Le BET intervient au cours du projet solaire de la manière suivante :

En amont de la réalisation :

- › Premiers conseils au client
- › Etude de pré-faisabilité solaire (APS)
- › Etude de faisabilité (APD)
- › Réalisation du dossier de consultation (PRO)
- › Analyse des offres (ACT) et sélection de l'entreprise

Pendant la réalisation :

- › Validation des plans d'exécution (VISA)
- › Suivi de chantier (DET)
- › Réception de l'installation (AOR)

Après la réalisation :

- › Validation du bon fonctionnement
- › Suivi/surveillance de l'installation

Responsabilités du BET :

- › dimensionnement correct de l'installation
- › mise en œuvre dans les règles de l'art
- › suivi et mise en place des équipements
- › suivis fonctionnels

Les BET peuvent également intervenir :

- ▶ en appui technique de la MOa sans prendre la responsabilité de la conception. Il s'agira alors d'une AMO (assistance à maîtrise d'ouvrage)
- ▶ en appui de la MOa ou des institutions dans le cadre de mission d'audit d'installation
- ▶ en réalisant des missions de formation au niveau des acteurs de la filière en raison de leur compétence transversale du projet et de toutes les étapes.

Si les subventions publiques (Fonds Chaleur ADEME...) doivent être sollicitées avant le démarrage de l'opération de construction, il faut également tenir compte que le versement du solde de certaines subventions (ADEME ou Conseil Régional) est conditionné par la remise d'un rapport de suivi après la 1ère année de fonctionnement.

Au niveau qualification, et afin que l'organisme puisse bénéficier des aides publiques, le BET devra posséder la qualification RGE études.

Focus n°8 Rôle et responsabilités des acteurs en solaire thermique

La charte « RGE » initialement réservée aux installateurs, a été étendue aux bureaux d'études. A compter du premier janvier 2015, les aides de l'ADEME liées à l'efficacité énergétique des bâtiments et aux énergies renouvelables seront allouées aux seuls donneurs d'ordre ayant fait appel à des prestataires titulaires d'un signe de qualité reconnu « RGE ». L'OPQIBI, qui est la structure de qualification des bureaux d'étude vient de mettre à jour sa nomenclature dans le domaine de la performance énergétique des bâtiments et des énergies renouvelables avec la qualification « Ingénierie des installations de production utilisant l'énergie solaire thermique ».

L'installateur

Le rôle de l'installateur dans un projet solaire est la fourniture et pose de matériel solaire. Cet installateur peut également proposer d'effectuer pour le client un contrat d'entretien et de maintenance.

Au niveau qualification, l'installateur pourra posséder la qualification RGE Qualisol collectif ou QUALIBAT 821 (8211, 8212, 8213 & 8214)¹²

L'association Qualit'EnR accompagne la filière avec son accréditation en tant qu'organisme de qualification d'entreprises depuis le 1^{er} juillet 2014. Fruit d'une démarche lancée en 2010, cette reconnaissance permet à Qualit'EnR de répondre à toutes les exigences de la mention « Reconnu Grenelle Environnement » en proposant aux professionnels des qualifications, notamment éligibles à l'éco-conditionnalité. En collaboration avec Enerplan, la qualification "Qualisol Collectif" devrait voir le jour dès la fin 2014. Par ailleurs, une circulaire ministérielle datée du 18 juillet 2013, demande d'exiger des candidats aux marchés de performance énergétique ou de mise en accessibilité des bâtiments de l'Etat (travaux ou ingénierie), des certificats de qualification délivrés par des organismes accrédités ou toute preuve équivalente. Cela vaut pour les marchés d'ingénierie et de travaux.

On retrouve plusieurs catégories d'installateurs intervenant sur des projets solaires :

- ▶ **Les petits artisans généralistes (1 à 20 salariés) :** représentant la grande majorité des effectifs, cette catégorie regroupe les entreprises de plomberie/chauffage bien implantées localement. Cette catégorie est bien recensée au niveau de la qualification Qualit'EnR (4 500 demandes de qualification en 2012, 5 670 qualifications délivrées en 2011).
- ▶ **Les PME spécialistes :** représentant une très faible part des effectifs généralement regroupées autour d'associations¹³, cette catégorie regroupe moins d'une centaine d'entités en France en 2012. Ce sont des petites structures (moins de 10 salariés), avec une part significative de leur CA basée sur le solaire thermique (au moins 20%). Elles réalisent entre 10 et 50 systèmes par an, à la fois en individuel et en collectif. Certaines d'entre elles existent depuis de nombreuses années et possèdent des salariés hautement qualifiés et expérimentés.
- ▶ **Les entreprises d'installation généralistes :** leur activité est quasi nulle dans le secteur individuel sauf dans les travaux « groupés » de lotissements en maisons individuelles où elles peuvent intervenir au service de CMI. Leur cœur d'activité est le solaire collectif où elles prennent en charge le lot général plomberie sanitaire, CVC. Dans cette catégorie, on retrouve soit des entreprises régionales de plomberie soit des grands groupes nationaux (VINCI, Dalkia, COFELY notamment).

Les fabricants et distributeurs

Ils assurent la fourniture à l'installateur la fourniture du matériel destiné au projet solaire thermique.

Ces fabricants jouent un rôle important également après la réception de l'installation en constituant la base du SAV et des garanties matériel.

Les capteurs solaires qui seront fournis lors du projet devront posséder l'une des certifications suivante :

- ▶ Certification CSTBat (France),
- ▶ Certification NF CESI (France),
- ▶ Solar Keymark (Europe).

¹²Qualibat 8214 : <http://www.qualibat.com/Views/QualificationConsult.aspx?mode=Consult&zone=8|82|821|8214>

¹³Associations telles que TECHNOSOLAR (<http://www.technosolar.fr/>)

Précision sur l'assurabilité du solaire thermique et l'utilité des Avis techniques pour les capteurs solaires

(Source : www.o-solaire.fr)

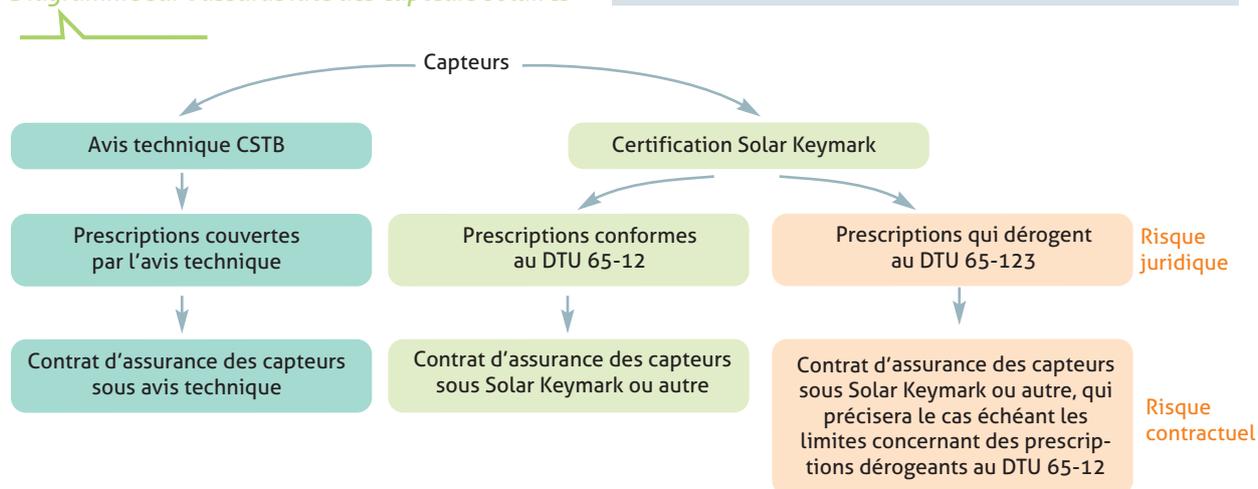
En France, en l'absence d'Avis Technique français, l'installateur est normalement tenu de suivre les prescriptions du DTU 65-12 relatif à la réalisation des installations de capteurs solaires plans à circulation de liquide pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire.

Il n'y a pas de document légalement imposé au maître d'ouvrage privé pour contractualiser les obligations de chacun dans un marché de construction. Toutefois l'intérêt commun (maîtres d'ouvrage privés et installateurs) est de faire référence aux « règles de l'art », normes et NF DTU.

Par ailleurs, la responsabilité du fabricant est fondée au titre de l'article 1792-4 du Code civil. Ainsi, un installateur devra, en l'absence d'Avis Technique français, suivre les prescriptions du DTU 65-12. De ce fait, les prescriptions du fabricant devraient être observées dans la mesure où celles-ci ne sont pas contraires à celles du DTU 65-12. Si elles y contreviennent, il y a lieu de le préciser. Dans ce cas précis, il y a un risque juridique au niveau du partage des responsabilités éventuelles (au titre de des articles 1792-4 et 1792-5) du Code civil.

Remarque complémentaire : le DTU 65.12 renvoie à l'AT pour les pattes de fixations et pour les capteurs incorporés en toiture. Il y a donc une différence entre un capteur certifié CSTBat et Solar Keymark. Ci-dessous le diagramme synthétique des cas de figures :

Diagramme sur l'assurabilité des capteurs solaires



Source : ENERPLAN

Focus n°8 Rôle et responsabilités des acteurs en solaire thermique

Les exploitants

Le secteur de l'exploitation dans le solaire thermique est fortement différencié entre l'individuel et le collectif car ils présentent deux profils différents.

Leur domaine d'intervention est le suivant :

- ▶ Entretien et maintenance des installations solaires
- ▶ Installations de systèmes solaires parfois
- ▶ Suivi d'installations
- ▶ Participation éventuelle à des engagements de performances de type GRS en groupement avec le BET, l'installateur et le fabricant de capteurs solaires

Dans l'individuel, l'entretien est quasiment exclusivement réalisé par les installateurs des systèmes avec une approche locale.

Dans le collectif, on retrouve trois types d'exploitants :

- ▶ Les grandes entreprises d'exploitation : souvent d'envergure nationale, elles sont fréquemment en lien avec les grandes entreprises de services énergétiques ;
- ▶ Les entreprises locales d'exploitation : elles sont liées à une zone d'intervention régionale et sont très fortement intégrées localement ;
- ▶ Les installateurs spécialistes qui ont fait un certain nombre d'installations et qui prennent en charge l'exploitation de celles-ci

La valeur ajoutée du secteur de l'exploitation/maintenance réside essentiellement dans la bonne durabilité des systèmes tout au long de leur durée de vie, et dans le maintien de la performance de l'installation dans la durée.

Au niveau qualification et formation

Les salariés des entreprises de maintenance sont très souvent dotés d'une qualification mais celle-ci n'est pas forcément directement liée au solaire thermique.

Si l'entreprise est un artisan, celui-ci a majoritairement été formé à la maintenance des CESI via la formation Qualisol. Le souci de qualification à l'entretien des CESI concerne davantage les entreprises de maintenance que les artisans.

Dans les entreprises générales d'exploitation : le personnel est doté de la qualification Qualibat et de formation à la maintenance d'appareils de chauffage dans cette rubrique.

- ▶ Dans les grandes entreprises de maintenance, les personnes ayant bénéficié d'une formation spécifique restent rares,
- ▶ Il existe peu de plan généralisé de formation, à l'image du dispositif Passerelles (région Languedoc Roussillon),
- ▶ L'entreprise d'exploitation juge que le volume de chiffre d'affaires et le faible nombre d'opérations solaires dans un secteur géographique donné ne justifient pas encore de former des salariés à cette technologie.

Cependant, il commence à exister des territoires où les bailleurs sociaux notamment imposent aux exploitants d'avoir des personnels formés au solaire thermique de façon systématique. C'est le cas notamment de Pluralis en Rhône Alpes de même que d'autres OPHIm de cette région. On retrouve cela dans d'autres régions dynamiques comme l'Alsace ou Languedoc Roussillon.

COMMENTAIRE

Synthèse : les qualifications souhaitées des professionnels pour un projet solaire
BET : RGE études
Installateur : Qualisol collectif ou Qualibat
Fabricant : Solar Keymark ou ATEC pour les capteurs solaires
Exploitant : Formation à l'exploitation maintenance (liste formation sur SOCOL)

Solarisation du parc de logements collectifs du bailleur social Gier-Pilat Habitat à Saint-Chamond (42)

Le projet

Le bailleur social Gier-Pilat Habitat s'est lancé dans une opération de solarisation de ses bâtiments. Initié par l'ALEC 42, le projet a débouché en février 2007 sur une proposition de plan d'action pluriannuel d'équipement solaire du patrimoine immobilier. Suite à cette étude, Gier-Pilat Habitat a lancé une consultation de maîtrise d'œuvre en 2008 pour trois tranches d'étude et de travaux :

- ▶ une tranche ferme correspondant à la mise en place de 17 installations (1 169 logements)
- ▶ deux tranches conditionnelles correspondant respectivement à la mise en place de 17 installations et de 8 installations (2 523 logements au total).

Le planning

Tranche ferme

Remise APD : juin 2008

Remise DCE : novembre 2008

Contenu de la consultation :

- ▶ Un lot pour la sécurisation de l'ensemble des toitures : mise en place de ligne de vie sur les toitures tuiles et de garde-corps autoportés sur les toitures terrasse.
- ▶ 2 lots correspondant aux travaux solaires (fourniture et pose des capteurs, des équipements en local technique) pour 7 et 10 sites.
- ▶ Remise analyse des offres : janvier 20
- ▶ Financement : avril à juillet 2009
financement par le fonds chaleur de l'Ademe (passage en commission nationale).
- ▶ Démarrage chantier : 21/9/2009
- ▶ Dates de mise en service : d'août à novembre 2010
- ▶ Fin chantier : 21/2/2011 (PV réception sans réserves)
- ▶ Démarrage des suivis par une GRS : 1^{er} janvier 2011.

Tranches conditionnelles 1et 2

Remise APD : mars 2010

Remise DCE : novembre 2010 (les 25 sites ont été répartis en 2 lots)

Contenu de la consultation :

- ▶ Un lot pour la sécurisation de l'ensemble des toitures : mise en place de ligne de vie sur les toitures tuiles et de garde-corps autoportés sur les toitures terrasse.
- ▶ 2 lots correspondant aux travaux solaires (fourniture et pose des capteurs, des équipements en local technique) pour 12 et 13 sites.
- ▶ Remise analyse des offres : février 2011
- ▶ Financement : mars à décembre 2010
financement par le fonds chaleur de l'Ademe (passage en commission nationale).
- ▶ Démarrage chantier : 11/4/2011
- ▶ Dates de mise en service : année 2012
- ▶ Fin chantier : 8/7/2013 (PV réception sans réserves)
- ▶ Démarrage suivis GRS 1^{er} janvier 2013.

Focus n°9 Solarisation d'un parc de logements collectifs



Les données techniques

Tranche fermée

Surface de capteurs : 930 m² de capteurs plan de marque VISSMANN type VITOSOL 100F pour les toitures terrasse et type VITOSOL 200F pour les toitures tuiles.

Volume de stockage utile solaire : 50 000 litres

Besoins annuels : 1 368 754 kWh

Apports solaires annuels : 559 306 kWh, 150 Tonnes d'équivalent CO₂ évitées par an (émission de CO₂ = 220 gCO₂/kWh énergie finale).

Energie substituée : gaz

Tranches conditionnelles 1et 2

Surface de capteurs : 1 624 m² de capteurs plan de marque Jacques Giordano Industrie type CS 11 pour les toitures terrasse (1 120 m²) et de marque VISSMANN type VITOSOL 200F pour les toitures tuiles (504 m²).

Installation autovidangeable

Volume de stockage utile solaire : 89 000 litres

Besoins annuels : 3 006 MWh

Apports solaires annuels : 1 057 MWh, 284 Tonnes d'équivalent CO₂ évitées par an (émission de CO₂ = 220 gCO₂/kWh énergie finale).

Energie substituée : gaz

Bilan de production

Pour les 17 installations de la tranche ferme, le suivi est effectif depuis 2011 :

Année	Production solaire (kWh)	Productivité solaire (kWh/m ²)
2011	482 379	526
2012	434 530	474
2013	398 742	434

► **Année 2011** : consommation inférieure de 23% à la référence. La sous-consommation semble liée en bonne part à la température d'appoint parfois trop haute sur certaines installations. Seul le mois de décembre est en-dessous de la garantie (météo défavorable).

► **Année 2012** : consommation inférieure de 25% à la référence. La sous-consommation semble liée en bonne part à la température d'appoint parfois trop haute sur certaines installations. Les mois de janvier, avril, novembre et décembre sont en-dessous de la garantie (météo défavorable).

► **Année 2013** : consommation inférieure de 25% à la référence. La sous-consommation semble liée en bonne part à la température d'appoint parfois trop haute sur certaines installations. Les fluctuations d'un mois sur l'autre sont globalement bien corrélées avec les conditions météorologiques.

Pour les 25 installations des tranches conditionnelles, seul le suivi de l'année 2013 est disponible :

- Les productions solaires cumulées ont été de 804 293 kWh, soit une productivité de 495 kWh/m², mais il manque 3 mois de mesure sur une installation, 4 sur une autre et 6 sur une troisième compte tenu d'une mise en service retardée sur ces 3 installations.
- La consommation a été inférieure de 29% à la référence. La sous-consommation semble liée en bonne part à la température d'appoint parfois trop haute sur certaines installations.

► Des fuites se sont déclarées sur 4 installations ; elles ont été réparées. Une intervention sur l'installation autovidangeable a été effectuée pour la remplir de nouveau correctement.

Les facteurs de succès

- La préparation des chantiers a été bonne avec une validation du dossier avant travaux avant la commande des matériels.
- Les mises en service des installations ont pu se faire facilement car la mise en place des lignes téléphoniques dans les sous-stations pour le télésuivi étaient actives. Ainsi on a pu bien vérifier la position et les fonctionnements corrects des sondes de température, le bon fonctionnement du compteur d'eau et de la sonde d'ensoleillement.

Le suivi GRS a permis de détecter :

- des températures en sortie de la production d'appoint élevées : qu'il faut diminuer pour augmenter la consommation ECS passant via les ballons solaires.
- des fuites d'eau à réparer.
- des coupures électriques : ré-enclenchement des pompes.

Focus n°9 Solarisation d'un parc de logements collectifs

Points de vigilance

- **prévoir la sécurisation des toitures** : un lot spécifique a été établi par le BET (poste pas trop prévu par le maître d'ouvrage initialement). D'ailleurs, l'équipement des toitures tuiles en panneaux solaires a parfois été délicat. Pour l'exploitation, cette configuration n'est pas adéquate non plus car les entreprises de maintenance rencontrent des difficultés pour accéder aux toitures. Des travaux complémentaires de sécurisation des accès ont été réalisés par le maître d'ouvrage.
- **Phasage chantier**. Lors de la phase chantier, il y avait beaucoup de sites à réaliser en peu de temps. Les chantiers ont été réalisés un peu trop en parallèle : pose de beaucoup de capteurs, puis réalisation des sous-stations, avec mise en service parfois longtemps après la pose des capteurs...

- **Consommations** : bien que dimensionnées à partir des relevés de consommations ECS de l'exploitant, le suivi montre des consommations plus faibles : la cause est la présence d'un mitigeur en sortie de production d'appoint. Il faut prendre en considération le mode de production d'appoint existant, et demander à l'exploitant de régler la température en sortie de production d'appoint au plus près de la consigne de température de distribution.
- **Schéma de principe** : il faut bien analyser le schéma de l'installation ECS existante : la déviation du retour de bouclage en aval des ballons solaires a bien été prévue lors de l'élaboration du DCE.

Les données financières

Financement de la tranche ferme (2010, 17 sites totalisant 1 169 logements). Pour les 17 installations de la tranche ferme, le suivi est effectif depuis 2011 :

Travaux	Euros TTC		Financement	Euros TTC	
Travaux solaires, y compris sécurisation des toitures	1 237 696		Aides Fonds Chaleur Région	845 112	68%
			CG42	41 541	3%
			TOTAL des aides	103 504	8%
			Fonds propres	990 157	80%
Total investissement	1 237 696	100%	Total financement	247 539	20%
				1 237 696	100%

Financement des tranches conditionnelles (2011-2012, 25 sites totalisant 2 523 logements):

Travaux	Euros TTC		Financement	Euros TTC	
Ingénierie	129 500		Aides Fonds Chaleur	591 955	74,3%
Lot 1 (sécurisation des toitures)	170 977,8		Région Rhône-Alpes (études)	48 650	2,3%
Lot 2 – Travaux ECS solaire	866 545,35		TOTAL des aides	1 640 605	76,6%
Lot 3 – Travaux ECS solaire	974 429,7		Fonds propres	500 847,85	23,4%
Total investissement	2 141 453	100%	Total financement	1 237 696	100%

Ce focus présentant les principaux ratios en eau chaude sanitaire nécessaires au bon dimensionnement des installations en solaire thermique collectif.

Objectif de cette fiche

Les professionnels¹⁴ impliqués au sein de SOCOL se sont concertés afin de proposer ici des ratios correspondant à des **besoins réalistes** en eau chaude sanitaire en fonction du type d'application concernée. Ces ratios sont élaborés sur la base de **nombreux audits, mesures et études** réalisés dans toute la France sur des installations en solaire thermique collectif.

L'objectif principal du document est de mettre à disposition de la filière **des ratios** permettant de **dimensionner au plus juste** une installation solaire thermique **performante, en écartant au maximum les risques de surdimensionnement**.

Les ratios pour le dimensionnement solaire seront **différents** des valeurs prises pour un dimensionnement d'un dispositif conventionnel de production d'ECS.

Ces ratios de base seront prochainement complétés par un outil de dimensionnement précis disponible sur le site SOCOL.

Ratios de dimensionnement conseillés

Ces ratios constituent une valeur prudente pour un dimensionnement correct.



Logement 30 litres par personne et par jour à 60°C.

Donnée équivalente à 54 litres par personne et par jour à 40°C pour une température d'eau froide à 15°.

Type de logement	T1	T2	T3	T4	T5 et plus
Ratio d'occupation* (personne/logement)	1,2	1,4	2	2,6	3

*Valeurs basées sur les données INSEE 2008

Variations saisonnières :

Période	Janv – Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov. - Déc
Coefficient multiplicateur	1,1	0,85	0,75	0,75	0,9	1,05	1,1

(valeurs de variations moyennes, à affiner suivant le type de logement)

¹⁴Entités ayant contribué à réaliser la synthèse sur les ratios : ADEME, AGEDEN, ALLIANCE SOLEIL, BELENOS, CARDONEL Ingénierie, COSTIC, ENERPLAN, ICO et TECSOL.

Focus n°10 Fiche SOCOL besoins ECS

	Maison de retraite	15 litres par lit et par jour à 60°C				
	Hôpital	25 litres par lit et par jour à 60°C				
	Hôtellerie	Nombres d'étoiles	Eco	1 & 2	3 & 4	5 & plus
		Litres/chambre @ 60°C	30	45	60	80
	Restauration	3 litres par couvert et par jour à 60°C				
	Camping	12 litres par personne et par jour à 60°C				

Précautions d'utilisation de ces ratios

- Préalable à tout projet d'installation solaire thermique, dans un souci de sobriété énergétique, objectif de diminution des volumes d'eau chaude sanitaire concernés : prévoir des équipements permettant d'en réduire la consommation (réducteur de pressions, limiteurs de débits).



RAPPEL : l'apport solaire constitue le préchauffage de l'eau chaude sanitaire. Il existe toujours un système d'appoint permettant d'atteindre la consigne (confort et sécurité) pour l'utilisateur. En l'absence de mesures précises, le dimensionnement de l'apport solaire sera toujours basé sur la fourchette basse des besoins en ECS et celui du système d'appoint sur les besoins en pointe. Il ne faut pas surélever la température de l'appoint afin de ne pas pénaliser l'apport solaire.

- Calorifugeage essentiel de tout le dispositif de production, de stockage et de distribution.
- Ratios basés sur des besoins à 60°C et issus de la synthèse des fourchettes basses en besoins ECS constatés sur toute la France – à recalculer sur une base de besoins à 40°C et à adapter en fonction de la localisation géographique spécifique au projet.
- Ratios constituant des valeurs indicatives par défaut : à affiner lorsqu'une connaissance plus précise de l'application (neuf/ancien...) est disponible.
- Campagnes de mesures : pertinentes (si possible) voire obligatoires (Fonds Chaleur ADEME 2015).
- Ratios compatibles avec l'utilisation de logiciels de dimensionnement de type SOLO.
- Vérification indispensable, lors de l'utilisation de tout logiciel de dimensionnement : attention à la valeur maximum du taux de couverture moyen mensuel obtenu pour la période estivale. Toujours utiliser la variation saisonnière de température d'eau froide sanitaire dans le logiciel.
- Cas des applications (crèches, gymnases...), au taux d'occupation estival très réduit, voire nul : réflexion indispensable sur la pertinence (ou non) de l'usage du solaire et nécessité de s'orienter vers des technologies spécifiques (type auto-vidangeable) pour se prémunir des risques de surchauffe.
- Pour plus d'information sur les différents types d'installation en solaire thermique collectif et leur usage en fonction des applications consulter la bibliothèque de schémas SOCOL

Ce focus présente l'outil d'évaluation économique du solaire thermique collectif, disponible en téléchargement libre sur le site de SOCOL (<http://www.solaire-collectif.fr/outil.html>)

Notice de l'utilisateur

Objectifs de l'outil

- ▶ Permettre à un porteur de projet solaire thermique collectif (BET, Moa, etc.) d'avoir un aperçu de son montage financier potentiel et de sa pertinence économique.
- ▶ Accompagner un porteur de projet solaire thermique (BET, Moa, etc.) collectif dans la détermination des premiers ratios concernant les contours techniques de son projet (besoins, taille du système, coût).

Limites de l'outil

OUTISOL :

- ▶ Ne me permet pas de calculer les performances de l'installation solaire (production solaire utile, productivité et taux de couverture solaire) : il ne se substitue pas à un outil de calcul (par ex. SOLO en ligne : tescol.fr).
- ▶ Fournit des valeurs indicatives des montants d'aides Fonds Chaleur (sur la base de la Méthode de calcul du niveau d'aide » de l'ADEME).
- ▶ N'est pas un outil de dimensionnement : compléter la démarche par l'usage d'un outil de calcul (type SOLO ou équivalent) et faire réaliser le dimensionnement de l'installation par un bureau d'études spécialisé.

Il faudra contacter impérativement les ingénieurs ADEME des régions concernées afin de confirmer les montants (des variations régionales existent).



Utilisation

Renseigner les cellules grisées dans les différentes pages.

L'outil présente dans les cellules oranges des résultats intermédiaires, des valeurs conseillées et les résultats finaux en terme d'aide potentielle issue du Fonds Chaleur. Il est possible de corriger les résultats calculés par OUTISOL par des chiffreages personnalisés s'ils existent (mesures mensuelles des besoins, devis préalablement obtenus...).

L'outil est constitué de 5 étapes

Localisation

Besoins en ECS

Détails de l'installation

Récapitulatif des besoins :

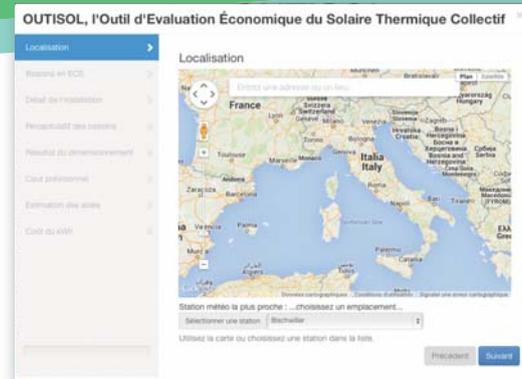
Résultats (dimensionnement, coût prévisionnel, estimation des aides, coût du kWh).

Focus n°11 OUTISOL

Saisie des paramètres du projet

Localisation

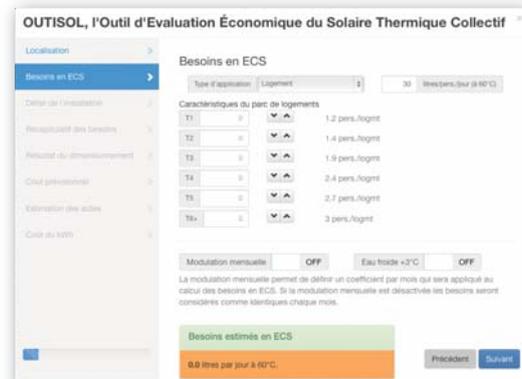
Repérage du lieu du projet en utilisant une carte interactive soit en utilisant une base de données de stations météo complète, ou encore en tapant l'adresse dans la barre de saisie.



Besoin en ECS

Cette rubrique permet de renseigner le nombre et le type de logements ainsi que le ratio de base (en litres par jour @ 60°C) de consommation d'ECS.

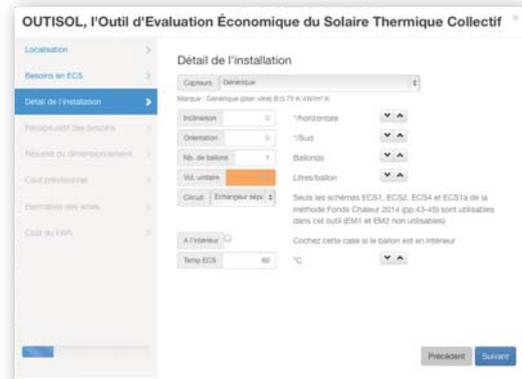
Il est possible de procéder à une modulation mensuelle des besoins ainsi que de considérer une eau froide moyenne supérieure à la température théorique météo.



Détails de l'installation

Cette étape permet de renseigner les détails de l'installation : type de capteur solaire (la version Générique représentant un capteur moyen), son inclinaison par rapport à l'horizontal, son orientation, le type de configuration du schéma de principe.

Les valeurs par défaut permettent un choix logique et assez correct en première approche.



Récapitulatif des besoins

Cet onglet ne nécessite pas de données d'entrée et constitue juste la visualisation des besoins établis sur la base des hypothèses retenues.

Il est cependant possible de modifier le coefficient de modulation mensuelle s'il est connu précisément (ou pour indiquer un besoin nul en ECS sur une certaine période de l'année).

Les données capteurs et météo sont issues de la base de données TECSOL – calcul SOLO en ligne sur tecsol.fr (données à jour le 01/02/2014).



Résultats

Résultat du dimensionnement

En fonction des besoins et des spécifications du système proposé, OUTISOL suggère un pré-dimensionnement correspondant à une surface de capteurs et un volume de stockage solaire. Ces valeurs conseillées peuvent être modifiées sur la base d'une pré-étude réalisée par un BET ou sur le retour d'expérience que peut avoir le bailleur.

OUTISOL, l'Outil d'Evaluation Économique du Solaire Thermique Collectif

Localisation

Besoins en ECS

Détail de l'installation

Récapitulatif des besoins

Résultat du dimensionnement

Coût prévisionnel

Estimation des aides

Coût du kWh

Résultat du dimensionnement

Valeurs conseillées

Surface utile m²

Volume stockage solaire Litres

Valeurs retenues par l'utilisateur

Surface utile m² (minimum de 25m²)

Volume stockage solaire 300 Litres (minimum de 2 ans)

Précédent Suivant

Coût prévisionnel

En fonction de la taille du système retenu, OUTISOL suggère un coût d'investissement global incluant les travaux et l'ingénierie. Ces valeurs conseillées peuvent être modifiées sur la base d'une pré-étude réalisée par un BET ou sur le retour d'expérience que peut avoir le maître d'ouvrage, qui est de plus invité à compléter l'information au regard du régime d'aides.

OUTISOL, l'Outil d'Evaluation Économique du Solaire Thermique Collectif

Localisation

Besoins en ECS

Détail de l'installation

Récapitulatif des besoins

Résultat du dimensionnement

Coût prévisionnel

Estimation des aides

Coût du kWh

Coût prévisionnel

Coût indicatif € HT (Coût moyen considéré : 1000€/m²)

Coût prévisionnel retenu € HT (Coût investissement avec ingénierie et suivi sur 2 ans)

Type de maître d'ouvrage Pétite entreprise (PE)

Dans le cadre du Fonds Chaleur, les critères d'éligibilité varient notamment en fonction du type de maître d'ouvrage. Pour connaître la définition des secteurs, se référer à la méthode Fonds Chaleur en cours et/ou prendre contact avec l'ingénieur ADÉME régional référent.

Précédent Suivant

Estimation des aides

Ce volet permet de procéder à un récapitulatif des caractéristiques du projet et de la classification par rapport aux aides Fonds Chaleur.

OUTISOL établit une estimation purement informative et non contractuelle du montant d'aide potentiellement récupérable suivant la méthode Fonds Chaleur en vigueur.

OUTISOL, l'Outil d'Evaluation Économique du Solaire Thermique Collectif

Localisation

Besoins en ECS

Détail de l'installation

Récapitulatif des besoins

Résultat du dimensionnement

Coût prévisionnel

Estimation des aides

Coût du kWh

Estimation des aides

Type Zone géographique

Type de famille de maître d'ouvrage Zone : Nord, Sud ou Méditerranée

Investissement max

Depenses inférieures à 1200 €/m² en Logement Collectif (L.C.)

Depenses inférieures à 1100 €/m² en Tertiaire - Industrie - Agriculture (TIA)

Productivité estimée

Conditions d'éligibilité

	Nord	Sud	Méd
Productivité solaire utile minimale	250 kWh utile/m ² an	400 kWh utile/m ² an	400 kWh utile/m ² an
Productivité solaire utile maximale	700 kWh utile/m ² an	750 kWh utile/m ² an	800 kWh utile/m ² an

Montant aide Fonds Chaleur

% aide Fonds Chaleur

Après respect des encadrements européens des aides publiques. (Aides sur la base du régime cadre exempté de notification X 63/2008) (Aides sur la base du régime cadre exempté de notification X 63/2008)

Auto-financement restant €

Précédent Suivant

Coût du kWh

Ce dernier onglet d'OUTISOL expose un certain nombre de données économiques et financières d'analyse du projet découlant des hypothèses précédentes. En particulier, la solution solaire est comparée à une solution d'appoint dans une approche de coût global. Les champs en blanc (taux d'intérêt, prix du kWh de l'appoint...) sont modifiables et les valeurs suggérées par défaut peuvent être remplacées par les données réelles si elles sont connues.

OUTISOL, l'Outil d'Evaluation Économique du Solaire Thermique Collectif

Localisation

Besoins en ECS

Détail de l'installation

Récapitulatif des besoins

Résultat du dimensionnement

Coût prévisionnel

Estimation des aides

Coût du kWh

Coût du kWh

Solaire

Prix système solaire €/m²

Taux d'intérêt %

Durée de vie ans

Taux de maintenance %

Appoint

Prix du kWh appoint/ha 0,1 €

Taux annuel d'augmentation 4 %

Prix kWh appoint / 20 ans

Calcul réalisé sur la base d'un rendement d'appoint de 80%.

	Sans participation de la collectivité (0%)	Participation Fonds Chaleur déduite (%)
Prix du kWh solaire	N/A €	N/A €
Depense annuelle	N/A €/m ²	N/A €/m ²
Economie annuelle	N/A €/m ²	N/A €/m ²
Gain annuel moyen	N/A €/m ²	N/A €/m ²
Rendement financier	N/A %	N/A %

L'analyse économique de l'outil est la propriété d'INES Education et TECOSOL. Il a été développé pour ENERGPLAN dans le cadre de son plan de Complément 2014.

Précédent Formes

Focus n°12 Caractéristiques du matériel solaire

Ce focus présente les caractéristiques minimales des principaux matériels constitutifs d'une installation solaire. Il s'agit du minimum requis pour les principaux composants.

CAPTEURS SOLAIRES

Les capteurs solaires relèvent de la procédure d'Avis Technique et de certification relative aux équipements de génie climatique non traditionnels.

Ils doivent ainsi être titulaires d'un Avis Technique du CSTB en cours de validité ou d'une certification Solar Keymark et doivent être couverts par une garantie « bonne tenue » de dix ans.

REMARQUE

- ▶ Le choix de la technologie de capteurs est indiquée au chapitre « étude de faisabilité ».
- ▶ Dans le cas d'installations auto-vidangeables, la conception des capteurs ainsi que leur disposition devront permettre de les vidanger.

ECHANGEUR DE CHALEUR

La surface d'échange sera déterminée pour une puissance d'échange de 700 W/m² utile de capteur et une efficacité supérieure à 0,6. L'écart de température de 7 à 8 °C devra être respecté entre l'entrée primaire et la sortie secondaire. S'il s'agit d'un échangeur à plaques il pourra être calorifugé si la pertinence économique est avérée.

BALLONS DE STOCKAGES ECS

Ils seront verticaux, en tôle d'acier avec revêtement extérieur antirouille (voire en inox), revêtement intérieur alimentaire résistant à une température de 85°C minimum en continu.

CANALISATIONS CIRCUIT PRIMAIRE (CAPTEURS-ECHANGEUR)

Ces canalisations seront en cuivre écroui série légère et seront calorifugées comme le réseau sanitaire. Tous les points hauts seront, sans exception, équipés de purgeur d'air automatique isolable par vanne ¼ de tour. Dans le cas d'installations de type CESI, l'utilisation d'inox annelé pré calorifugé sera tolérée.



À RETENIR

Une attention particulière doit être portée à la **mise en œuvre** de tous ces équipements : isolation, protection mécanique, suppression des points hauts, raccords hydrauliques...

FLEXIBLES DE RACCORDEMENT DES CAPTEURS

Les flexibles de liaison des capteurs aux collecteurs extérieurs devront résister aux contraintes de température et de pression, ils seront réalisés en tubes acier inox 316 Ti flexibles

CALORIFUGE DES CANALISATIONS EXTERIEURES

Les canalisations cuivre extérieures (circuit primaire) seront calorifugées par gaine mousse et seront protégées mécaniquement contre les UV, les oiseaux, les rongeurs (tôle isoxale, enduit...).

POMPE PRIMAIRE

La pompe primaire sera adaptée au fluide qu'elle véhicule (garnitures compatible avec un fluide avec 40% mono propylène-glycol + eau déminéralisée) et sera positionnée sur la canalisation de départ de l'échangeur vers les capteurs (en aval de l'échangeur)

VASES D'EXPANSION

Le circuit sera du type « sans communication avec l'atmosphère ». Il sera sous pression d'azote et gonflé de 0,3 à 0,5 bars sous la pression de remplissage du fluide. Son dimensionnement devra impérativement faire l'objet d'une note de calcul. Cet équipement n'est pas nécessaire dans le cas d'installations autovidangeables.

SOUPAPE DU CIRCUIT PRIMAIRE

Elle sera installée en local technique, l'orifice d'échappement de la soupape sera raccordé par flexible résistant à des températures élevées au réservoir de remplissage. Ce réservoir aura une capacité supérieure de 20% mini à la contenance des capteurs. Elle sera tarée à 3 bars au-dessus de la pression de remplissage.

PURGEURS D'AIR AUTOMATIQUES « CAPTEURS »

Ils seront en laiton munis d'un couvercle démontable et d'un bouchon d'obturation de l'orifice d'évacuation de l'air. Ils seront isolables par vanne $\frac{1}{4}$ de tour. Cet équipement n'est pas nécessaire dans le cas d'installations autovidangeables.

Focus n°13 Garantie de Résultats Solaires (GRS)

La Garantie de Résultats Solaires (GRS) repose sur l'établissement d'un **contrat signé** avant la réalisation d'une installation solaire par lequel **le groupement des entreprises intervenants sur le projet s'engagent conjointement vis à vis du Maître d'Ouvrage** à ce que l'installation solaire produise annuellement a minima une certaine quantité d'énergie d'origine solaire, selon les estimations définies dans l'étude initiale.

Le groupement est constitué :

- ▶ **le bureau d'étude** (en charge de l'étude de faisabilité, la conception de l'installation, la rédaction de la consultation, le suivi de chantier et le suivi et l'analyse des performances-prestation qui peut être confiée à un consultant extérieur),
- ▶ **le fabricant de capteur solaire** (en charge de la fabrication et la fourniture des capteurs solaires et de leurs accessoires et la garantie dans le temps de la bonne tenue et des performances énergétiques des matériels fournis),
- ▶ **l'installateur** (en charge de la mise en oeuvre de l'installation selon les règles de l'art et sous le contrôle du bureau d'études),
- ▶ **l'exploitant** (en charge de la conduite et la maintenance de l'installation et des relevés réguliers des compteurs).

Ces différents acteurs signent un contrat de co-traitance, au fur et à mesure de leur arrivée dans le process de réalisation.

Le principe de la GRS est basé sur une comparaison entre :

- ▶ **la production théorique de l'installation (PEG)** calculée avec la méthode de calcul de référence SOLO du CSTB à partir de :
 - › la consommation d'eau réelle,
 - › la température d'eau froide réelle,
 - › l'ensoleillement réel de la station météorologique la plus proche,

- ▶ **la production réelle de l'installation (PEM)** à partir des mesures du contrôle de bon fonctionnement détaillé.

À NOTER

Le préambule à toute GRS est la présence d'un contrôle de bon fonctionnement détaillé. La GRS n'est que le contrat, l'outil principal reste le dispositif de suivi des performances.

La durée contractuelle à compter de la réception des travaux est de 5 ans avec :

- ▶ **une année probatoire dite «année de vérification»** pendant laquelle le groupement doit mettre tout en oeuvre pour que l'installation assure les résultats prévus,
- ▶ **quatre années dites «années de confirmation».**

En fin de la cinquième année, fin de la convention de GRS: Guide méthodologique solaire thermique dans le logement social Version finale - 100/121

- ▶ **si les résultats sont atteints**, l'installation a fait ses preuves et **le groupement est délié de son contrat**, le maître d'ouvrage prend ses dispositions pour assurer la pérennité de l'installation,
- ▶ **si les résultats ne sont pas atteints**, c'est-à-dire si la production énergétique solaire mesurée (PEM) pendant toute la période est inférieure à la production énergétique garantie (PEG), **le groupement dédommage le Maître d'Ouvrage** en versant une indemnité I qui sera égale à :

$$I = (\text{montant du marché} - \text{aides ADEME}) \times \left(1 - \frac{\text{PEM}}{\text{PEG}}\right)$$

EXEMPLE

Pour une installation de 50 m², à 50 000 € HT subventionnée à hauteur de 20 000 € HT (40%), dont la performance garantie est de 122 MWh alors que la performance mesurée en 5 ans est de seulement 110 MWh, l'indemnité sera de :

$$I = (50\,000 - 20\,000) \times \left(1 - \frac{110}{122}\right) = 2\,950 \text{ €}$$

MONOGRAPHIES

ACTIS	104
LA CITE JARDINS.....	106
DOMOFRANCE	108
ESPACIL	110
LOGIDOME	112
MOSELIS	114
L'OPH CANNES ET RIVE DROITE DU VAR	116
PLURALIS	118
VALOPHIS.....	120
VILOGIA.....	122

Le travail de rédaction de ce guide méthodologique s'est appuyé sur l'évaluation d'opérations de logement social comportant des installations de production solaire thermique, en bon fonctionnement, évaluation croisée avec celle d'autres installations présentant des dysfonctionnements.

Ces monographies, dont une dizaine est présentée ci-après, ont permis d'identifier les caractéristiques spécifiques des installations, mais également les démarches organisationnelles mises en place par les organismes Hlm. Cela a permis d'identifier les bonnes pratiques à chaque phase, en conception, en réalisation puis en maintenance, mais également les indicateurs de suivi pertinents et la nature des contrats d'exploitation qui y sont adossés.

Les « facteurs de réussite » et les « points de vigilance » restituent les principales recommandations issues de ces monographies.

Actis



Résidence ACTIS
31, rue Marceau
à Grenoble (38).
Capteurs en toiture
terrasse.

Carte d'identité

ACTIS est un OPH gérant plus de 11 000 logements répartis en Rhône-Alpes, et plus particulièrement sur Grenoble (80 % du patrimoine).

Contexte

A mi-2014, 40 installations solaires sont en fonctionnement sur l'ensemble du patrimoine, avec un âge moyen du parc solaire ACTIS de 6 ans : 7 installations solaires sur des opérations de réhabilitation de bâtiments existants qui concernent 203 logements et 33 installations sur le neuf.

Motivations

Le raisonnement d'ACTIS est de systématiquement étudier l'opportunité solaire thermique sur des bâtiments neufs en chaufferie gaz : l'étude de faisabilité confirme ou infirme ce principe selon la rentabilité calculée. Pour les projets de réhabilitation, les opportunités solaires sont étudiées suite à un bilan MDE et, s'il y a conseil d'aller vers une solution solaire, dans une démarche d'économies d'énergie.

Enfin, la décision du choix solaire peut aussi être motivée par une contrainte réglementaire imposée par la ZAC concernée. Le directeur du service réhabilitation ou neuf prend alors la décision (ou pas) de mettre en œuvre une installation solaire thermique.



Contact

Lise Berthelon
Chargée mission énergie
lise.berthelon@actis.fr



1 500 litres
de stockage
solaire en local
technique

Caractéristiques de l'installation solaire

L'opération est un programme neuf, réceptionné en septembre 2009, constitué d'un bâtiment collectif de 17 logements avec production ECS collective. L'installation solaire consiste en 25m² de capteurs plans en toiture terrasse avec appoint gaz. L'installation est suivie depuis sa mise en service.

Montage de l'opération

En amont de tout projet de construction ou de rénovation, ACTIS considère systématiquement la solution solaire thermique dans ses projets avec une approche pragmatique, basée sur ses retours d'expérience. Lors de la phase conception, une fiche de calcul SOLO était exigée, sans exigence particulière en terme de couverture solaire : plutôt un équilibre entre surface disponible, besoins ECS et rentabilité. ACTIS est plutôt attentif au nombre de m² installé par logement (ratio : 1,23 m²/logement). Les performances de l'installation ont été calculées uniquement sur les besoins ECS et les pertes par bouclages n'ont surtout pas été prises en compte.

Modalités organisationnelles

Vis-à-vis du projet solaire, les services d'ACTIS sont découpés en 3 parties depuis juin 2012 : le service Maîtrise d'ouvrage/montage de projet qui intervient du lancement du projet jusqu'à l'APS et la demande de subventions. Puis le service Construction neuve ou Réhabilitation récupère le projet de l'APS à la réception. Enfin, le service Exploitation/Maintenance a un regard à chaque étape du projet pour avis et préconisations –

principalement sur les projets neufs – et il récupère le projet à la réception (neuf ou réhabilitation).

Ainsi, il intervient, en appui des 2 autres services dès la phase APS : il analyse les dossiers, réalise ses préconisations (chauffage/ECS/ventilation/solaire), possède un droit de regard en phase travaux et participe à la réception de l'installation.

Facteurs de réussite

Pour être une réussite, le projet solaire thermique doit être mené de manière pragmatique suivant plusieurs axes : être vigilant en amont à la bonne conception des installations, mettre en place du matériel de qualité et enfin soigner le suivi et l'exploitation, en trouvant (ou en adaptant) un principe d'exploitation assurant une pérennité à l'installation et réduisant ses coûts de maintenance.

Points de vigilance et recommandations

Les services en charge du suivi/exploitation doivent être intégrés le plus tôt possible dans le projet. Sur le projet Cocon, suite à la réception, l'exploitant a remplacé l'échangeur solaire de base à plaques soudés par un échangeur à plaques et joints démontables. Il a aussi demandé la fourniture d'une pompe de remplissage à laisser en chaufferie pour les opérations ultérieures de maintenance. Le montant de la maintenance solaire à Cocon est de 420€/an. ACTIS recommande la mise en place d'un système d'intervention de l'exploitation sur les installations solaires uniquement si un défaut est constaté à partir du suivi, afin si possible, de réduire les coûts.

Performances mesurées en 2013



*EMM = Energie solaire Mesurée Mensuelle

**EGM = Energie solaire Garantie Mensuelle (abattement à 10% pour tous les sites)

source : Actis

La Cité Jardins



Résidence étudiante CROUS
La Coulée Verte
31, rue Dinetard
à Toulouse (31).
42 m² de capteurs en
toiture terrasse.

Carte d'identité

La Cité Jardins est une ESH gérant plus de 5 000 logements répartis en Haute-Garonne, et plus particulièrement sur la Communauté urbaine de Toulouse Métropole (1/3 du patrimoine).

Contexte

Depuis 2007, La Cité Jardins a réalisé une dizaine d'opérations solaires thermiques collectives, uniquement dans le neuf quand cela répond à une demande issue d'un cahier des charges (ZAC, ville, RT, etc.). Pour les opérations de réhabilitation du patrimoine existant, les conclusions des audits énergétiques ont conduit La Cité Jardins à retenir d'autres solutions techniques, avec des investissements initiaux plus faibles en raison des budgets disponibles et des contraintes de travaux en milieu occupé.

Motivations

Le raisonnement de La Cité Jardins est de réaliser une opération avec un potentiel d'économies sur le fonctionnement. Pour le secteur du logement social, l'enjeu principal est la maîtrise des charges.



**LA CITÉ
JARDINS**

Bâtitseur du parcours résidentiel

Membre du **icileo**

Contact

Grégoire Aced

Responsable technique du patrimoine
g.aced@lacitejardins.fr



2 x 1 500 litres
de stockage
solaire en local
technique

Caractéristiques de l'installation solaire

L'opération est un programme neuf, réceptionné en 2011, constitué d'un bâtiment collectif de 119 logements étudiants avec production ECS collective. L'installation solaire de type CESC consiste en 42 m² de capteurs plans en toiture terrasse avec appoint gaz. L'installation est suivie en interne depuis 2011.

Montage de l'opération

Pour le projet du CROUS, une étude de faisabilité spécifique solaire, réalisée par l'équipe de maîtrise d'œuvre et son BET fluides, a montré l'intérêt de la solution préconisée.

Modalités organisationnelles

Le service Patrimoine assure la maîtrise d'ouvrage depuis l'esquisse jusqu'à la réception et la gestion de l'entretien des installations collectives. Cette gestion peut occasionnellement être transférée au service Proximité ou bien au gestionnaire occupant les locaux, comme c'est le cas du CROUS.

Facteurs de réussite

Les trois principaux facteurs qui ont conduit à la réussite de l'opération sont une conception maîtrisée avec un BET compétent, une installation réalisée par une entreprise qualifiée et un contrat de maintenance et de suivi

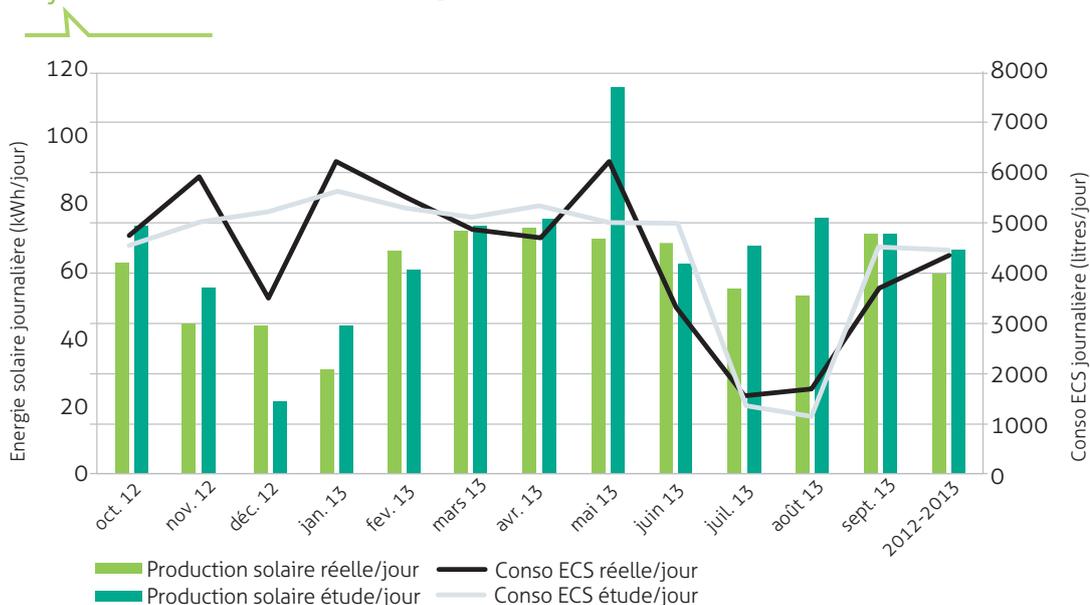
adaptés à la taille et aux économies. Un quatrième facteur de réussite aurait été ici une mobilisation d'un tiers investisseur (public ou parapublic) afin de sécuriser le prêt et assumer une part du risque.

La Cité Jardins envisage de mettre en œuvre une telle option pour la prochaine opération solaire de taille relativement importante (plus de 100 logements). La Cité Jardins apporterait un faible apport initial (10-20% maxi), et calquerait le remboursement du prêt à taux zéro sur les économies liées à l'installation. Cependant, cela nécessiterait un engagement sur le bon fonctionnement de l'installation par les acteurs de la conception/réalisation.

Points de vigilance et recommandations

Afin de sensibiliser les locataires sur les économies d'énergie potentielles liées au solaire, mais aussi de limiter les « effets rebonds » dans les consommations ECS liés à une « gratuité » du solaire, La Cité Jardins a édité un guide (Ecoloc') destiné à tous les nouveaux locataires. Il vise à leur expliquer les gestes et devoirs pour l'entretien du logement.

Performances mesurées en 2012-2013



source : Atmosphères

Domofrance



Résidence Macedo
DOMOFRANCE
Allée Pissarro
à Pessac (33).
192 m² de capteurs
en toiture terrasse.

Carte d'identité

Domofrance, ESH de compétence nationale, est une filiale du groupe Aliance Territoires. Implantée à Bordeaux depuis sa création en 1958, elle développe son activité pour l'essentiel sur l'agglomération bordelaise et plus largement en Aquitaine, territoire sur lequel elle se positionne comme premier bailleur social. Présente sur plus de 90 communes, Domofrance gère à fin 2013 plus de 23 000 logements.

Contexte

Domofrance possède un parc de huit installations solaires thermiques collectives, essentiellement de type CESC. Les installations les plus importantes (700 m² de capteurs) ont été réalisées dans le cadre du renouvellement du marché d'exploitation avec une variante imposée pour la mise en œuvre d'une solution d'économie d'énergie par énergie solaire.



10 000 litres de
stockage solaire
en chaufferie

Domofrance

GRUPE ALIANCE TERRITOIRES



Contact

Irène Sabarots

Direction Prospective et Innovation

irene.sabarots@domofrance.fr

Motivations

La motivation principale pour le solaire thermique est la maîtrise des charges locatives concernant l'ECS. La méthode retenue par Domofrance repose sur le tiers investissement : pas d'investissement en propre et une incitation à ce que l'exploitant lauréat propose une installation technico-économique aboutie, fiable et correctement dimensionnée.

Caractéristiques de l'installation solaire

L'installation solaire réceptionnée en janvier 2011 concerne une résidence de 9 bâtiments de 368 logements (principalement T3). Une chaufferie centrale avec production d'ECS centralisée est située à côté d'un bâtiment en R+4. Cette installation est autovidangeable.

Montage de l'opération

L'installation solaire réceptionnée en janvier 2011 concerne une résidence de 9 bâtiments de 368 logements (principalement type T3). Une chaufferie centrale avec production d'ECS centralisée est située à côté d'un bâtiment en R+4. Cette installation est autovidangeable..

Modalités organisationnelles

La conception de l'installation a été suivie par les équipes de chargés de chantier de l'exploitant lauréat. La conception de l'installation a été confiée à un BET solaire spécialisé par l'exploitant (réalisation d'une étude de faisabilité puis contrat de maîtrise d'œuvre). Un coordonnateur SPS était présent pour coordonner la sécurité sur le chantier. Un bureau de contrôle a vérifié la partie structure du projet (calcul de reprise de charges des batteries de capteurs et fixation à la toiture terrasse). La présence du Bureau de contrôle et du SPS a été imposée par Domofrance, dans le cahier des charges de la consultation.

Facteurs de réussite

Un suivi des performances a été mis en place, ce qui a permis à l'exploitant d'intervenir rapidement sur les pannes, en particulier sur les pannes de compteurs volumétriques (sans cette mesure, le suivi n'est pas possible). L'exploitant a pris un contrat de GRS de 3 ans. Domofrance réfléchit actuellement à reprendre ce contrat de suivi car, même si la GRS était au départ une demande de l'ADEME, l'organisme a constaté sa nécessité pour le suivi des installations.

Points de vigilance et recommandations

Dès les premières phases de conception, en faisabilité et opportunités, Domofrance a intégré et imposé aux prestataires retenus une garantie de performance. Cela lui a permis d'assurer un portage de l'opération par toute la chaîne des intervenants. Par ailleurs, le pilotage des travaux par l'exploitant est une valeur ajoutée car ils ont été exécutés par des personnes compétentes et formées.

Espacil



Résidence du Grand Clos à Parthenay de Bretagne (35). Vue des capteurs en toiture.

Carte d'identité

ESPACIL Habitat est une ESH qui gère en direct 17 668 logements dont 3 293 logements en structure. Espacil Habitat est également propriétaire de 2 329 logements gérés par des associations (foyers-résidences pour personnes âgées ou handicapées, étudiants ou jeunes travailleurs), surtout en Bretagne mais aussi dans la Loire-Atlantique et partiellement en Ile-de-France.

Contexte

Depuis 2008, réalisation d'environ une quinzaine d'installations solaires (type CESC et CESI) sur des résidences neuves.

Motivations

Constructions neuves de type BBC RT2005 et maintenant dans le respect de la RT2012, pour répondre au recours à une EnR pour les maisons individuelles. Espacil recherche aussi des solutions avec d'importantes économies de charges locatives



Contact

Cyril Collette
Service des Méthodes
Cyril.COLLETTE@espacil.com



Colonne solaire avec appoint gaz dans chaque logement

Caractéristiques de l'installation solaire

L'opération livrée à l'automne 2012 compte 10 logements. L'installation consiste en 10 chauffe-eau solaires individuels, un pour chaque logement, de type colonne solaire avec appoint gaz.

Montage de l'opération

En amont du projet, le BET de l'équipe lauréate en maîtrise d'œuvre a réalisé un calcul réglementaire (utilisation du solaire pour les maisons) et des simulations économiques mettant en avant la pertinence d'une solution solaire thermique. Le choix du solaire a été validé par ESPACIL Habitat. La conduite de l'opération a été assurée par le BET, qui avait en interne des compétences en fluides et en solaire thermique.

Modalités organisationnelles

Le monteur d'opération d'Espacil a conduit la phase conception, puis a transmis le dossier au conducteur de travaux (service Bâtiment), à l'issue de la consultation des entreprises et de l'attribution du marché. Les missions du BET comprenaient la conception et le suivi des travaux. Le service Méthodes et l'exploitant étaient présents à la réception.

Facteurs de réussite

La maîtrise des charges du poste ECS est confirmée. Le relevé de la consommation en gaz des logements est cohérent avec les estimations prévisionnelles du calcul réglementaire. Les locataires semblent satisfaits du solaire. De plus, le contrat d'exploitation chaudière + solaire (à hauteur de 62,8 €HT/an et par logement en 2012) n'implique qu'un surcoût de 1 € symbolique pour le solaire. La solution individualisée pour le neuf est intéressante car il n'y a pas de boucle d'ECS et les charges sont individualisées.

Points de vigilance et recommandations

Il n'y a pas de suivi sur cette installation, donc le seul retour sur le bon fonctionnement réside dans le retour qualitatif des locataires. La mise en place d'un suivi simplifié pour un coût compatible avec les économies générées est un plus pour des projets solaires. La simplicité des installations solaires sera recherchée avec un important point de vigilance sur la maîtrise des coûts d'exploitation, souvent trop importants pour les locataires.

Logidôme



Rue Henry Andraud
à Clermont-Ferrand
362 m² de capteurs
en toiture terrasse

Carte d'identité

Logidôme est un OPH gérant plus de 10 000 logements dans le Puy-de-Dôme répartis sur 23 communes autour de Clermont Ferrand.

Contexte

Réalisation d'une dizaine d'installations solaires collectives, essentiellement dans le neuf ; en 2007, la réhabilitation d'une installation solaire mise en service en 1984.

Motivations

Logidôme réalise les études amont et décide de lancer les projets solaires si la rentabilité est avérée pour le locataire, c'est-à-dire si le coût d'entretien est maîtrisé et reste largement inférieur au gain solaire.



logidôme
OPH de Clermont Communauté

Contact

Franck Gely
Directeur du patrimoine
gely@logidome.com



Ballons de stockage
en chaufferie

Caractéristiques de l'installation solaire

L'installation solaire a été réhabilitée en 2007 et concerne 354 logements collectifs. Le bâtiment est une "barre" R+8, et l'appoint est réalisé grâce à un réseau de chaleur cogénération gaz.

Montage de l'opération

L'opération solaire thermique de la Grande Muraille de Chine a fait suite à un diagnostic établi par un bureau d'études spécialisé. Logidôme a fait évaluer l'état de fonctionnement de cette installation vieille de 21 ans et identifier les raisons des dysfonctionnements constatés. Cet audit a permis de montrer l'intérêt économique d'une réhabilitation de l'installation, malgré un coût de l'énergie substituée relativement faible (réseau de chaleur).

Modalités organisationnelles

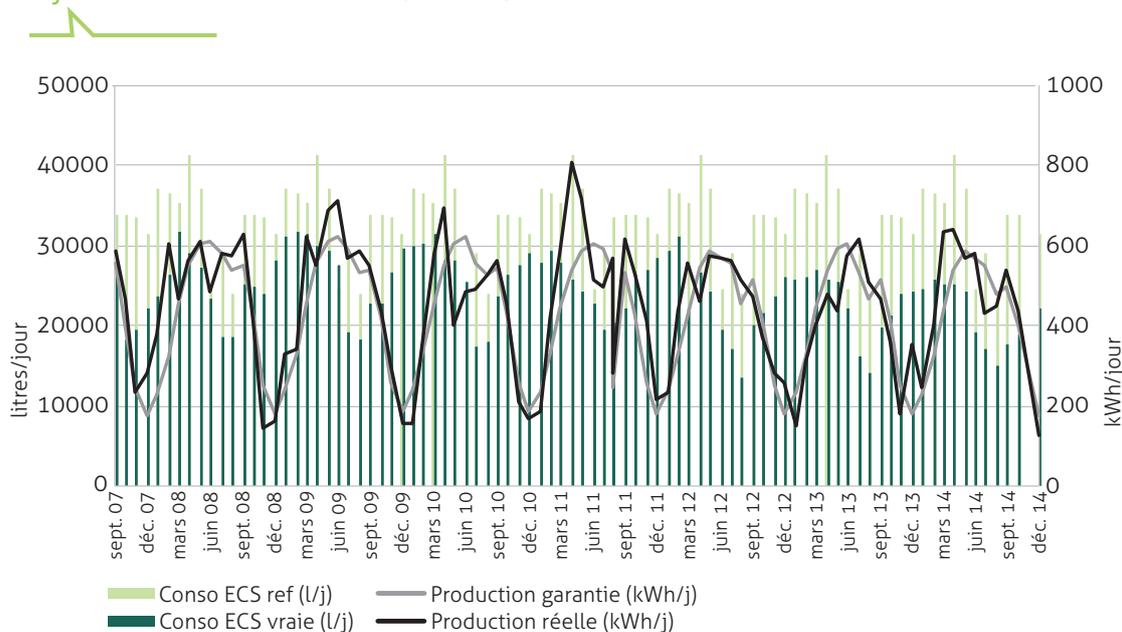
Logidôme conduit tous les projets de réhabilitation et de construction neuve en interne, sans assistance à maîtrise d'ouvrage. Le service Bâtiment lance les projets et assure le suivi jusqu'à la réception. Le service Exploitation prend alors le relais. La transmission des dossiers, entre services, inclut notamment les fiches de préconisations techniques, afin de capitaliser les expériences dans l'entreprise.

Points de vigilance et recommandations

Une attention particulière a été portée au positionnement des capteurs, de façon à autoriser et faciliter l'accès en toiture pour entretien des panneaux. Compte tenu du mode de fixation des panneaux (ancrage sur dalle), la non dégradation de l'étanchéité (en entretien...) fait l'objet d'une vigilance constante.

La conception méticuleuse de l'installation, et le soin apporté aux modalités de maintenance-entretien laissent envisager une grande durabilité de l'installation.

Performances mesurées entre 2007 et 2014



source : TECSOL

Moselis



Résidence MOSELIS Bouzonville, impasse de la Moselle, à Bouzonville (57).
105 m² de capteurs en toiture terrasse, 5 500 litres de stockage solaire en local technique.

Carte d'identité

Moselis est un OPH gérant plus de 12 000 logements en Moselle (premier bailleur social du département). Près de la moitié du patrimoine est en chauffage collectif.

Contexte

Les projets réalisés sont majoritairement des CESC. La seule exception est liée aux contraintes de la RT2012 : quelques CESI ont été installés en construction neuve. Autant de projets ont été réalisés en rénovation ou en neuf. Le parc de Moselis équipé en solaire représente 6,5% du patrimoine.

Motivations

Moselis a identifié 4 raisons pour recourir au solaire thermique : un investissement maîtrisé, des subventions intéressantes, des compétences techniques en interne et des économies de charges pour les locataires limitant l'impact des variations de l'énergie primaire. Par ailleurs, le solaire permet à Moselis d'affirmer sa démarche éco-citoyenne. Moselis a fait le choix d'installations solaires collectives. Le choix de la solution technique est fonction du bâtiment et sa configuration (bâtiment existant : toiture terrasse impérative, courte distance entre locaux techniques et capteurs, production d'appoint collective). Les bâtiments neufs conçus avec des toitures inclinées sont exclus (plus cher, risques de sinistralité accrus en d'étanchéité, accès complexe en exploitation...).

Moselis
UNE AUTRE VISION DE L'HABITAT

Contact
Christophe Guenier
responsable Equipements et Energie
christophe.guenier@moselis.fr

Caractéristiques de l'installation solaire

L'opération est un programme de réhabilitation, réceptionné en 2007, constitué d'un bâtiment collectif de 57 logements avec production ECS collective. L'installation solaire consiste en 105 m² de capteurs plans en toiture terrasse avec appoint gaz. L'installation est télé-suivie depuis 2007.

Montage de l'opération

Le projet Bouzonville a fait l'objet d'un lot solaire séparé. Moselis privilégie un seul interlocuteur CVC/solaire, même si le solaire fait l'objet d'un lot spécifique.

Modalités organisationnelles

Le service Energies et Equipements est associé à tout nouveau projet solaire de la faisabilité jusqu'à la réception. Le choix du recours au solaire est pris par le service Production et Diversification, les compétences techniques ayant été progressivement acquises en interne, après le recrutement d'un thermicien. Les estimations prévisionnelles des montants des investissements sont réalisées par le même service à partir du retour d'expérience. La conception des installations solaire thermique, réalisée par un BET, est soumise au service Equipements et Energies pour validation du schéma hydraulique de l'installation.

Facteurs de réussite

Moselis possède un contrat de maintenance et un seul prestataire pour la totalité de ces installations de chauffage et de production d'ECS, y compris les installations solaires thermiques. La partie dédiée au solaire thermique a été rédigée par le service Energie et Equipements et le montant de la maintenance solaire revient entre 1 et 2 euros par logement et par an pour 4 500 logements.

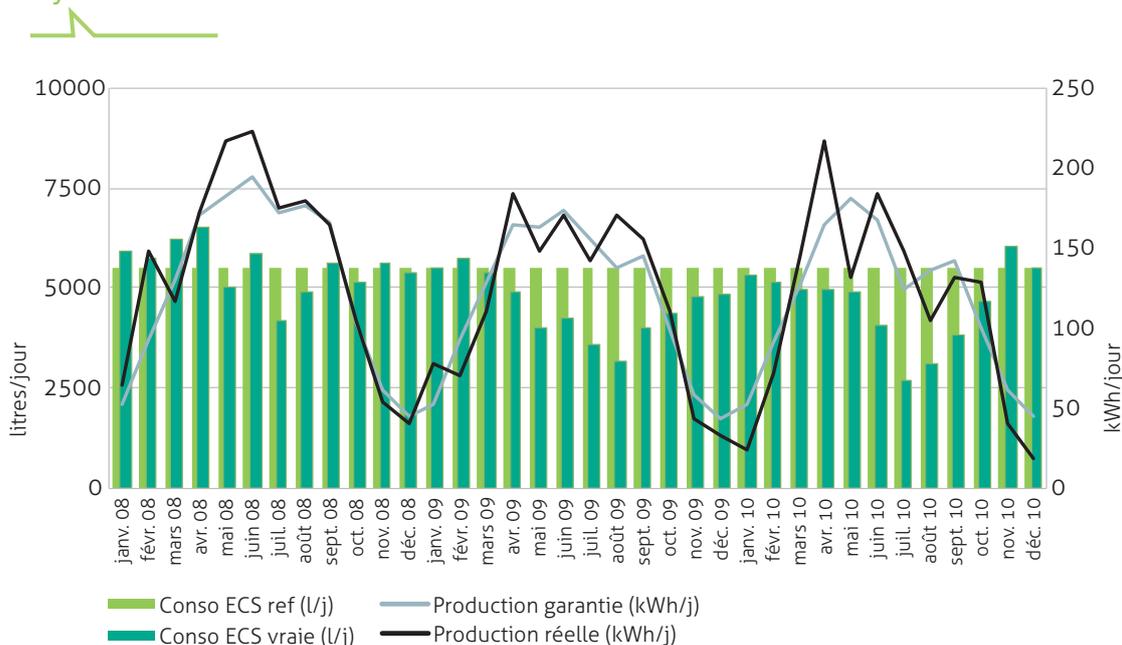
Points de vigilance et recommandations

Moselis n'a pas été pleinement satisfait des premières réceptions réalisées. Un protocole de réception a donc été élaboré, associant le service Energie, avec un

contrôle du bon fonctionnement de l'installation par télégestion. La réception définitive n'est prononcée qu'une fois le bon fonctionnement confirmé. L'accès aux toitures est souvent refusé par les exploitants qui exigent une sécurisation collective des toitures et des points d'ancrage leur posant problème. Moselis réfléchit à adapter sa politique de sécurisation de toiture ou à imposer l'une ou l'autre des solutions.

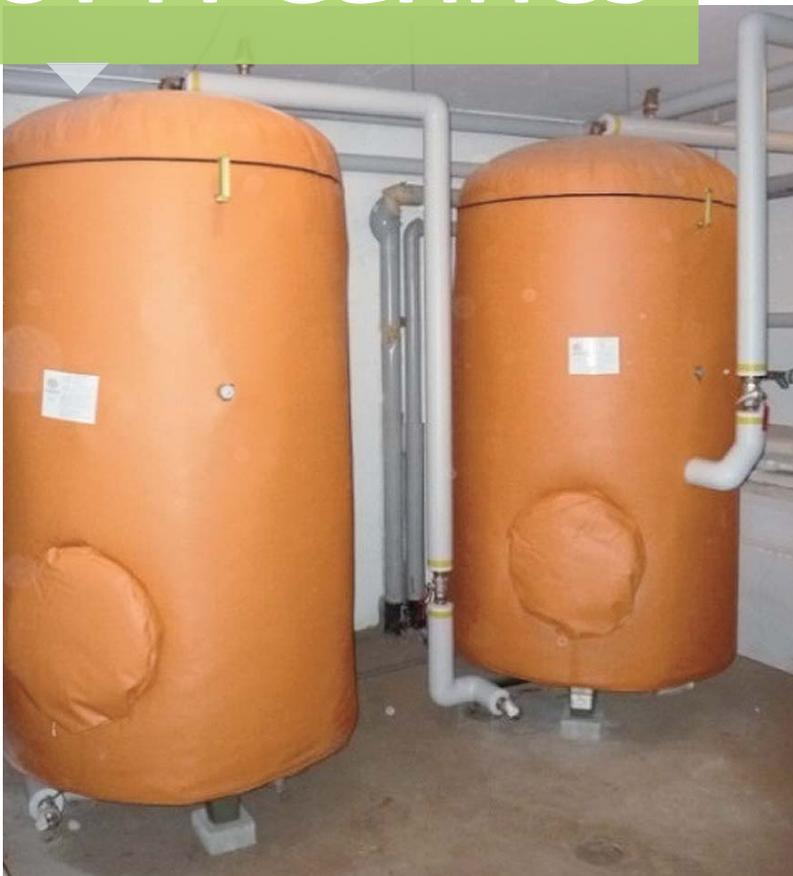
Sur l'installation de Bouzonville, un contrat de GRS a été mis en place en 2007. Si, dans un premier temps, l'organisme a arrêté ce type de prestations, il reconnaît l'importance d'un suivi régulier. Il envisage d'instaurer à nouveau les contrats de performance, afin de mobiliser les différents intervenants. Moselis a dédié un poste pour le télé-suivi quotidien de la vingtaine d'installations solaires dans le service Equipements et Energies, avec un outil informatique (superviseur interne) permettant de connaître précisément les performances des installations. Cette télégestion impose de retenir un matériel de télé-relève compatible pour toutes les installations. Ce suivi précis permet de prévenir l'entreprise de maintenance en cas de problème. Cette pratique permet à Moselis d'accumuler des compétences sur le sujet par l'analyse d'installations en fonctionnement et capitaliser pour les installations suivantes.

Performances mesurées entre 2008 et 2010



source : TECSOL

OPH Cannes



Réhabilitation de 29 installations en solaire thermique sur 20 résidences, soit 1 324 logements à Cannes. Deux ballons de 500l de stockage solaire en local technique.

Carte d'identité

L'OPH Cannes et Rive Droite du Var est un organisme Hlm gérant plus de 5 000 logements sur la Ville de Cannes, le bassin cannois et la rive droite du Var.

Contexte

L'OPH est un bailleur précurseur dans les énergies renouvelables. Son parc solaire thermique, datant des années 80, est composé d'une vingtaine de sites totalisant plus de 1 300 logements. Son parc solaire étant arrêté depuis les années 2 000 pour des problèmes de maintenance (vieillesse des ballons de stockage, et risques de légionellose), l'OPH a décidé de réhabiliter ce patrimoine thermique important, défini par une stratégie énergétique en cohérence avec le développement durable. En plus de cette réhabilitation, l'OPH livre environ 100 logements neufs par an, dont la majorité comportent du solaire thermique.



Contact

Mustapha Tehani
Chef du service technique,
économiste de la construction
mtehani@ophcannes.net



Capteurs solaires après réhabilitation

Motivations

Outre les aspects économiques et les préoccupations environnementales, ou son engagement pour le développement des énergies renouvelables, l'OPH souhaite réhabiliter son patrimoine solaire thermique afin de limiter les charges de ses locataires et lutter contre la précarité énergétique.

Montage de l'opération

Un pré-diagnostic a été réalisé avec un bureau d'étude en 2007, avec pour objectif la remise en état des capteurs solaires, la modification et la simplification des installations en chaufferie ainsi que la mise en place d'un dispositif de garantie de résultat solaire (GRS). En 2010, les travaux ont été lancés en deux étapes : une première phase concernant les installations inférieures à 50 m² et une seconde pour les installations supérieures à 50 m². Il était question, au départ, d'une simple mise à niveau avec changement des chaufferies. Cependant, le rendement des installations solaires aurait été moindre qu'auparavant en raison de l'incompatibilité des systèmes solaires et conventionnels. Aussi, il a été décidé de remplacer l'intégralité des capteurs solaires. A l'origine, les usagers avaient la possibilité d'utiliser directement l'eau chaude solaire sans réchauffage terminal. Actuellement, le principe de fonctionnement est différent puisque l'eau froide en arrivée dans le ballon collectif est préchauffée par le solaire puis portée en température d'usage par les systèmes de chaudière individuelle ou cumulus.

L'opération dans son ensemble a été financée par le FEDER, l'ADEME, l'OPH et les collectivités territoriales (région, département, communes).

Modalités organisationnelles

Au sein de l'OPH de Cannes, la conduite des projets solaires thermiques est effectuée par la cellule MOA de la direction Développement, avec l'objectif d'atteindre une certification. Dans le cas du projet de réhabilitation solaire, l'OPH a constitué un lot indépendant «réhabilitation solaire thermique», et s'est adjoint les services d'un BET spécialisé qualifié OPQIBI solaire thermique. La direction Développement assure également le suivi des installations.

Facteurs de réussite

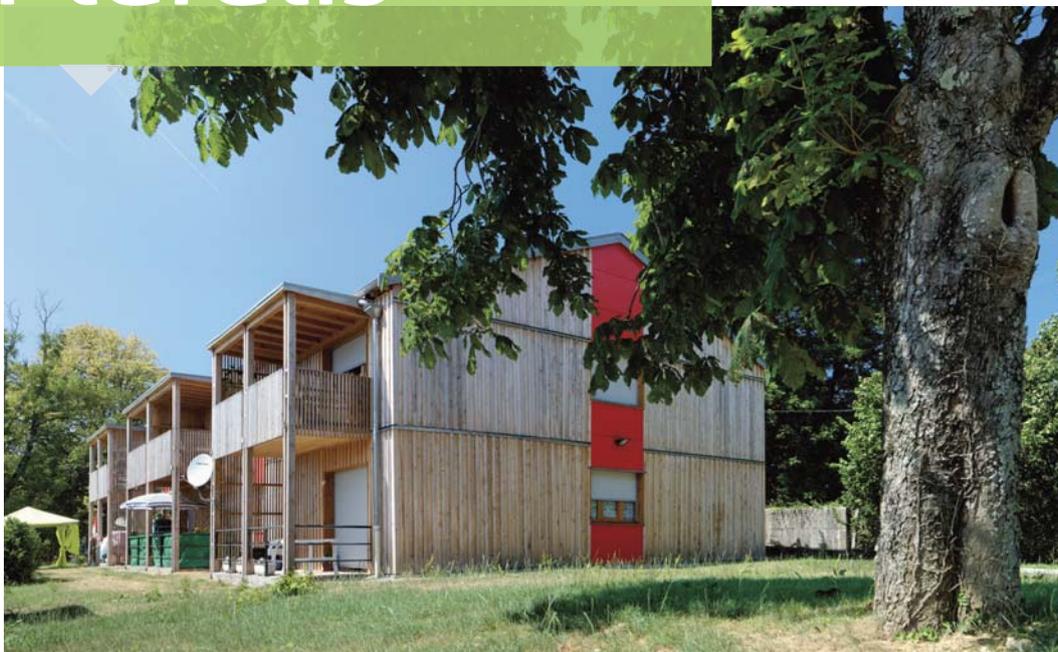
Au sein de cette Direction, la mise en place d'un référent solaire, de type économie de flux est un facteur de réussite. L'avantage principal du solaire thermique réside dans la baisse des charges pour les locataires *via* des économies d'énergies (moins 80€/logement environ). Ce type de projet permet également de lutter contre la précarité énergétique et de réduire le taux d'impayé des charges locatives. L'autre facteur de réussite réside dans le choix d'entreprises compétentes à la fois côté BET et installateur. La mise en place d'un télésuivi assorti d'un contrat de GRS permet d'assurer le bon fonctionnement, sur la durée, de toutes les installations.

Points de vigilance et recommandations

Il est très important de ne pas mettre en service les installations solaires tant que les locataires ne sont pas informés des nouvelles installations : la mise en place de réunions d'informations est nécessaire. Pour ce projet, l'information s'est déroulée sur environ 3 mois en période estivale, alors que le remplissage des installations avait été effectué : d'où la nécessité de vidanger le fluide caloporteur puis de remettre en service. Ce projet de réhabilitation avec 29 installations a été essentiellement constitué de systèmes de type CESCO (collectif centralisé à appoints individuels), ce qui a nécessité la mise en place de compteurs d'eau chaude individuels avec parfois des contraintes techniques. Un tel projet nécessite aussi une adaptation des réseaux ECS en partie privative par rapport à la partie commune. Il est très important de mettre en place un suivi rigoureux des performances solaires ce qui est le cas pour la réhabilitation solaire avec même en plus mécanisme de GRS.

Pluralis

© E. Duverney - Pluralis



Résidence
La Mayoussière,
à Saint-Etienne
de Crossey (38).
9 m² de capteurs
en toiture inclinée.

Carte d'identité

Pluralis est une ESH gérant plus de 11 000 logements répartis principalement en Isère.

Contexte

Réalisation de 35 installations solaires, principalement sur des groupes neufs depuis les années 2000 (plan soleil de l'ADEME et la région Rhône Alpes). Il existe une bonne dynamique chez les bailleurs sociaux de Rhône-Alpes, avec un réel savoir-faire et des échanges de bonnes pratiques.

Motivations

Initialement, le solaire thermique constituait une réponse à la Règlementation Thermique pour l'obtention de label THPE. La RT a ainsi permis d'insuffler le mouvement, d'autant plus facilement qu'elle se combinait avec des avantages financiers (aides, taux de crédit bonifié...).

Le solaire thermique répond à une volonté de maîtrise des charges pour les locataires ainsi qu'une volonté d'agir sur le volet environnemental dans une démarche de type Négawatt.



Contact

Karine Renard
Chargée mission énergie
karine_renard@pluralis-habitat.fr



450 litres
de stockage solaire
en local technique

Caractéristiques de l'installation solaire

L'opération est un programme neuf, réceptionné en 2009, constitué d'un bâtiment collectif de 7 logements avec production ECS collective. L'installation solaire comprend 9 m² de capteurs plans en intégration toiture avec appoint gaz. L'installation est suivie depuis 2011.

Montage de l'opération

En amont de tout projet de construction ou de rénovation comportant de l'eau chaude collective, Pluralis considère la solution solaire thermique. Le BET a en charge la faisabilité donnant les éléments qui permettront d'en estimer l'intérêt. Pluralis valide ensuite ce choix par une approche pragmatique basée sur ses retours d'expérience.

Modalités organisationnelles

Pour les projets en rénovation, ce sont les chargés d'opérations qui montent les projets et les suivent en intégralité jusqu'à la réception. Dans le neuf, les chargés d'opérations s'occupent du projet de la phase Esquisse jusqu'à la fin de la phase PRO/DCE, puis ils transmettent le dossier au service production pour le suivi de chantier et la réception. Dans les 2 cas, des échanges avec le service maintenance/gestion ont lieu dès la phase APD pour validation des schémas et des principes de dimensionnement. Une réunion est ensuite programmée sur site 1 mois, puis 8 jours avant la réception en présence de l'exploitant et du service patrimoine afin que les éventuelles modifications puissent être validées. Ces réunions permettent également la mise en place du suivi par le prestataire en charge du suivi de performance du solaire.

Facteurs de réussite

Pour être une réussite, le projet solaire thermique doit être mené de manière pragmatique suivant trois axes : la simplicité des schémas, la fiabilité et la robustesse (limitation des pannes) et enfin la mise en place d'un suivi en cohérence avec la taille du projet. Ce suivi est une condition primordiale pour continuer à faire du solaire dans de bonnes conditions et s'assurer d'avoir des installations qui fonctionnent. Dans ce cas, la maintenance peut être curative, limitant ainsi les frais liés à ces systèmes. Le solaire permet alors une réelle maîtrise des charges, ce qui reste l'objectif premier de ce système pour Pluralis.

Points de vigilance et recommandations

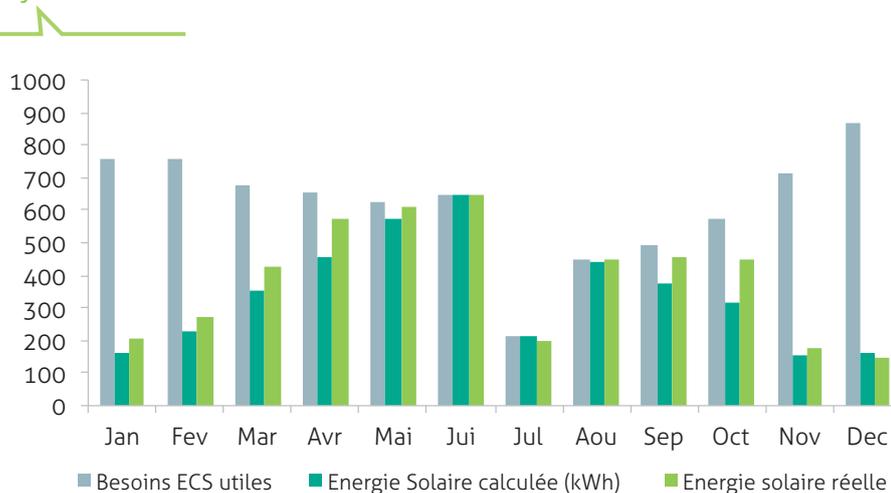
Les systèmes ne doivent pas comporter de complications au niveau de leur conception et ils doivent être pensés pour permettre de conduire une maintenance et un suivi simples et adaptés.

Sur les installations solaires individuelles, Pluralis ne connaît pas de systèmes de suivi adaptés et donc ne souhaite pas en mettre en œuvre en l'état.

La mise en place d'un suivi sans nécessairement y associer une télérelève (coût afférent) permet de mettre en place une maintenance curative, maîtrisant ainsi les coûts d'exploitation tout en garantissant un bon fonctionnement du système.

Plus généralement, si la méthode énoncée ci-avant est respectée, c'est davantage la maîtrise du coût d'exploitation par rapport aux économies finales pour le locataire qui doit être étudiée attentivement.

Performances mesurées en 2014



source : INES Education

Valophis



Avenue de Villeneuve St-Georges
Choisy-le-Roi (94).
89 m² de capteurs en toiture terrasse.

Carte d'identité

Le roupe Valophis est un OPH gérant plus de 40 000 logements en Ile-de-France, et plus particulièrement dans le Val-de-Marne.

Contexte

Réalisation d'environ 30 installations solaires collectives avec actuellement, une douzaine en construction neuve. Cofinancement de la Région Ile-de-France.

Motivations

Constructions neuves de type BBC et maintenant dans le respect de la RT2012 avec importantes économies de charges locatives.

Caractéristiques de l'installation solaire

L'opération livrée à l'automne 2012 compte 63 logements collectifs. La chaufferie gaz est au dernier étage. La production ECS collective est de type semi-instantanée.



GroupeValophis

Contact

Joël Roland

Chargé mission développement durable
Joel.ROLAND@groupevalophis.fr



3 500 litres de
stockage solaire en
chaufferie

Montage de l'opération

En amont de tout projet de construction, un Comité d'engagement décide des choix architecturaux, techniques et du montage financier, en cohérence avec les engagements du Plan Climat du Groupe Valophis.

Modalités organisationnelles

La direction du Développement Durable organise au début du chantier un comité technique sur l'énergie (chauffage, ECS, ventilation) afin de vérifier la fonctionnalité et le dimensionnement des schémas de construction, et faire en sorte que les acteurs du chantier prennent en compte les besoins du service exploitation de Valophis et du futur exploitant. A la fin des travaux, le "contrôle de la mise en service" est organisé, une réunion au cours de laquelle le service exploitation de Valophis et l'exploitant sont présents et réceptionnent (liste de réserves) le projet solaire. Ces étapes permettent au Groupe Valophis de garantir la maîtrise des charges pour ses locataires.

Facteurs de réussite

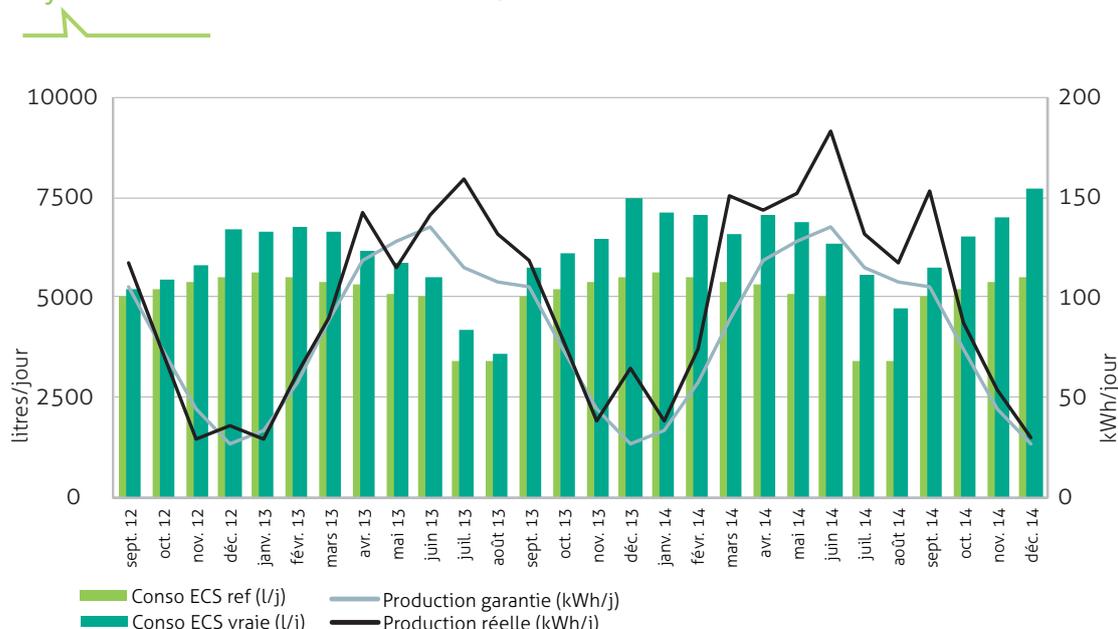
Le projet fait l'objet d'un télé-suivi GRS permettant une surveillance efficace du fonctionnement de l'installation et de transformer pour les projets ultérieurs les contrats d'exploitation de type P2 en contrats à bon de commande uniquement curatifs pour la partie solaire. L'objectif premier de la maîtrise des charges doit prévaloir sur le reste.

Le contrat de maintenance chauffage est de type PFI (sur objectif de consommation avec intéressement) : son extension à la production solaire pourrait être envisagée.

Points de vigilance et recommandations

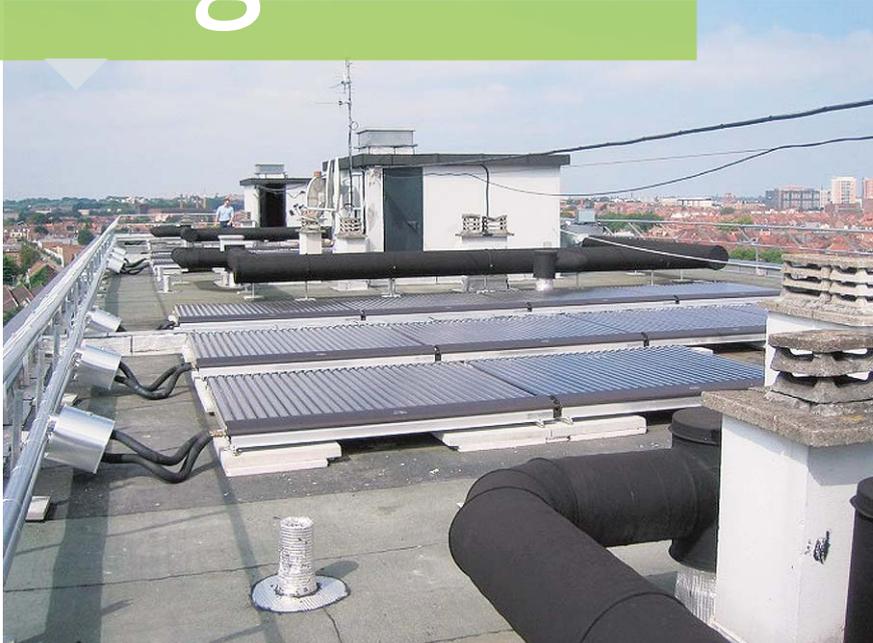
La surveillance des installations solaires doit être obligatoire (comptage *a minima*, pas spécialement télérelève), la simplicité des schémas (schémas qui ont été intégrés à la charte Valophis) et le souhait de cohérence du matériel (package). Les fabricants de matériels sont impliqués de la conception à la mise au point des installations.

Performances mesurées entre 2012 et 2014



source : TECSOL

Vilogia



Immeubles Centaure et Lyre
Avenue du Pdt Kennedy
et Place des 3 Ponts à Roubaix (59)
80 m² de capteurs en toiture terrasse

Carte d'identité

Vilogia est une ESH gérant plus de 56 000 logements partout en France, dont 46 000 en région Nord-Pas-de-Calais. Son parc est constitué à environ 20% de logements individuels et 80% de collectifs.

Contexte

Vilogia a réalisé 8 opérations en solaire thermique en Nord-Pas de-Calais, dont 2 opérations en réhabilitation (289 logements, objet de cette fiche) et 6 opérations neuves (335 logements). Une dizaine d'opérations en solaire thermique ont également été réalisées en Ile-de-France.

Motivations

Les principales motivations de Vilogia pour faire du solaire thermique sont les suivantes : la capitalisation d'expériences en vue de la généralisation de labels de type BEPOS 2012, la recherche de performances énergétiques ambitieuses, l'utilisation d'avantages financiers de type subventions, la participation à l'enjeu majeur des énergies renouvelables pour les générations à venir. Le solaire est un incontournable pour les nouveaux projets mais reste particulier en réhabilitation. Cependant, avec des installateurs montant en compétence, le solaire est aussi à portée des projets en réhabilitation.



Vilogia
Bien dans ma ville

Contact
Pascal Vandebussche
Chef de Projet R&D
Pascal.vandebussche@vilogia.fr



Vue du bâtiment
Centaure à Roubaix.

Caractéristiques de l'installation solaire

L'opération est un programme de réhabilitation, réceptionné en 2011, constitué de 2 immeubles collectifs (Lyre et Centaure) de 132 logements avec production ECS collective. Les 2 installations solaires consistent en 80 m² (Centaure) et 83 m² (Lyre) de capteurs sous vide en toiture terrasse avec 5 000 litres de stock solaire par installation et appoint gaz. L'installation est suivie depuis 2012.

Montage de l'opération

Le chargé d'opération a monté le projet en interne avec validation par sa hiérarchie – suivant certaines préconisations et avec recherche de subventions spécifiques. Les premiers chiffrages ont été établis par l'équipe de maîtrise d'œuvre (architecte ou BET économiste ou généraliste). Dans le cas du Centaure et de la Lyre, la maîtrise d'ouvrage s'est entourée d'un BET spécialisé pendant la réhabilitation des 2 sites. L'appel d'offres concernait une entreprise générale TCE, et l'entreprise lauréate s'est adjoint les services d'un sous-traitant pour la prestation solaire.

Modalités organisationnelles

Pour un projet solaire, il n'y a pas de passation particulière par rapport aux autres opérations : le montage est assuré par un chargé d'opération puis la phase chantier est menée par un conducteur de programme jusqu'à la livraison à l'exploitant, puis à la gestion locative.

Facteurs de réussite

Les principaux facteurs sont le dimensionnement correct des installations par rapport aux besoins réels, puis la sélection de partenaires maîtrisant la technologie (entreprise et exploitant), la mise en place de matériel de suivi et d'analyse des performances des installations (outils de mesures, comptage, monitoring), formation et sensibilisation des équipes en interne, mais enfin et surtout, un suivi des performances, une vigilance automatisée pour le contrôle et la maintenance.

Voici le bilan, en juillet 2014, de résultats solaires dans le cadre de la GRS, après 18 mois de fonctionnement des 2 installations (taux de couverture solaire moyen) :

- ▶ **Centaure** : 18% (436 kWh solaire produit/m² de capteur) pour objectif 17% (391 kWh/m²)
- ▶ **La Lyre** : 15% (289 kWh solaire produit/m² de capteur) pour objectif 16,6% (257 kWh/m²).

Points de vigilance et recommandations

Un des points principaux de vigilance est le dimensionnement des principaux organes, pompes, vase d'expansion, réglages des vannes d'équilibrage. Le calorifuge doit être posé de manière parfaite et il est important de mettre en place un entretien régulier pour vérifier la pression des installations, la qualité du glycol, etc. Vilogia recommande aussi de bien considérer la faisabilité pratique du solaire en toiture en prenant en compte les contraintes d'étanchéité et de portance de la dalle. Dans le cas des 2 installations présentées, ces contraintes ont obligé à passer d'un choix naturel de capteurs solaires plans vers des capteurs sous vide plus onéreux et moins adaptés à ce type de production d'ECS. Vilogia met un point de vigilance également sur le besoin de cohésion et de synergie dans le groupement GRS, pour ne pas créer de difficultés d'attribuer dans les responsabilités de chacun en cas de défauts ou d'anomalies constatés. Cependant, la GRS, à intégrer en amont de l'opération, se révèle indispensable pour assurer le suivi.



L'UNION SOCIALE POUR L'HABITAT

14, rue Lord Byron • 75384 Paris Cedex 08

Tél. : 01 40 75 78 00 • Fax : 01 40 75 79 83

www.union-habitat.org



L'UNION SOCIALE POUR L'HABITAT
Les Hlm, habiter mieux, bien vivre ensemble

