



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »
www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES

**PRODUCTION D'EAU CHAUDE
SANITAIRE COLLECTIVE
CENTRALISEE SOLAIRE**

ENTRETIEN ET MAINTENANCE

SEPTEMBRE 2015

NEUF-RENOVATION

ÉDITO

Le Grenelle Environnement a fixé pour les bâtiments neufs et existants des objectifs ambitieux en matière d'économie et de production d'énergie. Le secteur du bâtiment est engagé dans une mutation de très grande ampleur qui l'oblige à une qualité de réalisation fondée sur de nouvelles règles de construction.

Le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a pour mission, à la demande des Pouvoirs Publics, d'accompagner les quelque 370 000 entreprises et artisans du secteur du bâtiment et l'ensemble des acteurs de la filière dans la réalisation de ces objectifs.

Sous l'impulsion de la CAPEB et de la FFB, de l'AQC, de la COPREC Construction et du CSTB, les acteurs de la construction se sont rassemblés pour définir collectivement ce programme. Financé dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie grâce à des contributions importantes d'EDF (15 millions d'euros) et de GDF SUEZ (5 millions d'euros), ce programme vise, en particulier, à mettre à jour les règles de l'art en vigueur aujourd'hui et à en proposer de nouvelles, notamment pour ce qui concerne les travaux de rénovation. Ces nouveaux textes de référence destinés à alimenter le processus normatif classique seront opérationnels et reconnus par les assureurs dès leur approbation ; ils serviront aussi à l'établissement de manuels de formation.

Le succès du programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » repose sur un vaste effort de formation initiale et continue afin de renforcer la compétence des entreprises et artisans sur ces nouvelles techniques et ces nouvelles façons de faire. Dotées des outils nécessaires, les organisations professionnelles auront à cœur d'aider et d'inciter à la formation de tous.

Les professionnels ont besoin rapidement de ces outils et « règles du jeu » pour « réussir » le Grenelle Environnement.

Alain MAUGARD

Président du Comité de pilotage du Programme
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »
Président de QUALIBAT



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

AVANT-PROPOS

Afin de répondre au besoin d'accompagnement des professionnels du bâtiment pour atteindre les objectifs ambitieux du Grenelle Environnement, le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a prévu d'élaborer les documents suivants :

Les **Recommandations Professionnelles** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques de référence, préfigurant un avant-projet NF DTU, sur une solution technique clé améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur vocation est d'alimenter soit la révision d'un NF DTU aujourd'hui en vigueur, soit la rédaction d'un nouveau NF DTU. Ces nouveaux textes de référence seront reconnus par les assureurs dès leur approbation.

Les **Guides** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques sur une solution technique innovante améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur objectif est de donner aux professionnels de la filière les règles à suivre pour assurer une bonne conception, ainsi qu'une bonne mise en œuvre et réaliser une maintenance de la solution technique considérée. Ils présentent les conditions techniques minimales à respecter.

Les **Calepins de chantier** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des mémentos destinés aux personnels de chantier, qui illustrent les bonnes pratiques d'exécution et les dispositions essentielles des Recommandations Professionnelles et des Guides « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 ».

Les **Rapports** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » présentent les résultats soit d'une étude conduite dans le cadre du programme, soit d'essais réalisés pour mener à bien la rédaction de Recommandations Professionnelles ou de Guides.

Les **Recommandations Pédagogiques** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents destinés à alimenter la révision des référentiels de formation continue et initiale. Elles se basent sur les éléments nouveaux et/ou essentiels contenus dans les Recommandations Professionnelles ou Guides produits par le programme.

L'ensemble des productions du programme d'accompagnement des professionnels « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » est mis gratuitement à disposition des acteurs de la filière sur le site Internet du programme : <http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr>

Sommaire

1 - Domaine d'application	6
2 - Références	7
2.1. • Références réglementaires	7
2.2. • Références normatives	8
2.3. • Autres documents	12
3 - Définitions	13
4 - Description des systèmes	14
4.1. • Principe général	14
4.2. • Les installations solaires collectives avec capteurs remplis en permanence	15
4.3. • Les installations solaires collectives autovidangeables	15
4.4. • Les installations solaires collectives avec échangeur immergé et appoint intégré	16
4.5. • Les installations avec échangeur immergé et appoint séparé	17
4.6. • Les installations avec échangeur externe et appoint séparé	18
4.7. • Les installations en eau technique	19
5 - État des lieux	21
5.1. • Préparation de l'intervention	21
5.1.1. • Les documents	22
5.2. • Vérifications	22
6 - Le suivi énergétique de l'installation	25
6.1. • Contrôle de l'état de fonctionnement de l'installation	25
6.2. • Contrôle de bon fonctionnement de l'installation	26
6.2.1. • Contrôle de bon fonctionnement simplifié	27
6.2.2. • Contrôle de bon fonctionnement détaillé	27
7 - Le contrat d'entretien et/ou de maintenance	28
7.1. • Obligations des parties	28
7.1.1. • Obligations du prestataire	28
7.1.2. • Obligations du client (souscripteur du contrat)	29
7.1.3. • Sanctions encourues par les deux parties	29
7.2. • Le contenu du contrat	29
8 - Vérifications et contrôles	32
8.1. • Capteurs solaires et les équipements associés	32
8.1.1. • Capteurs solaires	32
8.1.2. • Eléments de fixation et d'étanchéité en toiture/couverture	33
8.1.3. • Dispositifs d'équilibrage	34
8.1.4. • Dispositif de purge des capteurs solaires	34



8.1.5. • Raccordement hydraulique	35
8.1.6. • Autres contrôles	36
8.2. • Circuit primaire solaire	36
8.2.1. • Canalisations	36
8.2.2. • Pression du circuit primaire	37
8.2.3. • Liquide caloporteur.....	38
8.2.4. • Vase d'expansion (pour les installations avec capteurs remplis en permanence)	41
8.2.5. • Soupape de sécurité	44
8.2.6. • Pompes de circulation de la boucle de transfert	45
8.2.7. • Débit de circulation	46
8.2.8. • Echangeur solaire	48
8.3. • Matériel de régulation	50
8.3.1. • Régulation solaire	50
8.3.2. • Sondes de température d'eau	51
8.3.3. • Sonde d'ensoleillement.....	53
8.4. • Matériel de suivi énergétique	53
8.4.1. • Compteur d'eau.....	53
8.4.2. • Compteur d'énergie thermique	54
8.5. • Equipements électriques.....	55
8.6. • Les ballons de stockage solaire	55
8.6.1. • Isolation thermique.....	55
8.6.2. • Anode de protection du ballon (si présentes)	56
8.6.3. • Soupape du groupe de sécurité (circuit sanitaire)	57
8.6.4. • Mitigeur thermostatique	58
8.7. • Appoint	59

9 - Annexes..... 60

ANNEXE 1 : Exemple de fiche d'état des lieux à établir avant tout contrat de maintenance	61
ANNEXE 2 : Points de contrôle pour l'entretien de l'installation (liste non exhaustive)	65

1

Domaine d'application



Ces Recommandations professionnelles ont pour objet de fournir les prescriptions techniques pour l'entretien et la maintenance d'installations solaires collectives centralisées destinées au préchauffage de la production d'eau chaude sanitaire, désignées chauffe-eau solaires collectifs (CESC).

Elles traitent de l'entretien et de la maintenance :

- des capteurs solaires thermiques plans vitrés, à circulation de liquide, indépendants sur supports, semi-incorporés ou incorporés en toiture ;
- des différents composants du circuit hydraulique assurant le transfert de chaleur des capteurs solaires vers le réservoir de stockage collectif par l'intermédiaire d'un échangeur intégré ou non au réservoir. La circulation est forcée. Le circuit est autovidangeable ou non ;
- du ou des réservoir(s) de stockage de l'énergie solaire comportant ou non un dispositif d'appoint ;
- du système de régulation solaire ;
- du système d'appoint pour la production d'eau chaude sanitaire.

Ces Recommandations professionnelles ne visent pas les installations réalisées avec des capteurs solaires non vitrés, sous vide ou des capteurs solaires à air.

Elles s'appliquent à l'habitat neuf et existant, situé en France métropolitaine, dans toutes les zones climatiques, hors climat de montagne conventionnellement caractérisé par une implantation du bâtiment à plus de 900 mètres d'altitude.

Le domaine d'application ne couvre donc pas les départements de la Guadeloupe, de la Martinique, de la Guyane, de Mayotte et de La Réunion.



Références

2



2.1. • Références réglementaires

- Circulaire du 9 août 1978 modifiée relative à la révision du Règlement Sanitaire Départemental Type (RSDT).
- Arrêté du 23 juin 1978 modifié relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation et de bureaux ou recevant du public.
- Arrêté du 21 juin 1982 relatif à l'approbation de dispositions complétant et modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (approuvé par l'Arrêté du 25 juin 1980).
- Arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments.
- Arrêté du 30 novembre 2005 modifiant 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.
- Arrêté du 29 mai 1997 relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine.
- Arrêtés du 22 octobre 2010 et du 19 juillet 2011 relatifs à la classification et aux règles de construction parasismiques applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».
- Directive 2006/95/CE du 12 décembre 2006 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives au matériel électrique destiné à être employé dans certaines limites de tension.



- Directive 97/23/CE du 29 mai 1997 relative au rapprochement des législations des États membres concernant les équipements sous pression.
- Décret n°2004-924 du 1^{er} septembre 2004 relatif à l'utilisation des équipements de travail mis à disposition pour des travaux temporaires en hauteur et modifiant le Code du travail (deuxième partie : Décrets en Conseil d'Etat) et le décret n° 65-48 du 8 janvier 1965.
- Décret n°2002-540 du 18 avril 2002 relatif à la classification des déchets.
- Décret n°2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique (NOR : DEVP0910497D).
- Décret n°2010-1255 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français.

2.2. • Références normatives

- NF EN 1991-1-3/NA Juillet 2011, Annexe nationale à l'Eurocode 1 : Actions sur les structures – Partie 1-3 : Actions générales – Charges de neige.
- NF EN 1991-1-4/NA Juillet 2011, Annexe nationale à l'Eurocode 1 : Actions sur les structures – Parties 1-4 : Actions générales – Actions du vent.
- NF EN 1993-1-1/NA Mai 2007, Annexe nationale à l'Eurocode 3 : Calcul des structures en acier – Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments.
- NF EN 1995-1-1/NA, Annexe nationale à l'Eurocode 5 : Conception et calcul des structures en bois – Partie 1-1 : Généralités – règles communes et règles pour les bâtiments.
- NF EN 1998-1 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments.
- NF EN 1999-1-1 Juillet 2010, Eurocode 9 – Calcul des structures en aluminium – Partie 1 –1 : Règles générales.
- NF EN 1993-1-8 Décembre 2005, Eurocode 3 Partie 1-8 : Calcul des assemblages.
- NF EN 12828 Mars 2004, Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Conception des systèmes de chauffage à eau.
- NF EN 12975-1 : 2006, Installations solaires thermiques et leurs composants – Capteurs solaires – Partie 1 : Exigences générales.

- NF EN 12975-2 : 2006, Installations solaires thermiques et leurs composants – Capteurs solaires – Partie 2 : Méthodes d'essai.
- NF EN 12976-1 : 2006, Installations solaires thermiques et leurs composants – Installations préfabriquées en usine – Partie 1 : Exigences générales.
- NF EN 12976-2 : 2006, Installations solaires thermiques et leurs composants – Installations préfabriquées en usine – Partie 2 : Méthodes d'essais.
- NF EN 12977-1 : Janvier 2013, Installations solaires thermiques et leurs composants – Installations assemblées à façon – Partie 1 : Exigences générales pour chauffe-eau solaires et installations solaires combinées.
- NF EN 12977-2 : Janvier 2013, Installations solaires thermiques et leurs composants – Installations assemblées à façon – Partie 2 : Méthodes d'essai pour chauffe-eau solaires et installations solaires combinées.
- NF EN 12977-3 : Janvier 2013, Installations solaires thermiques et leurs composants – Installations assemblées à façon – Partie 3 : Méthodes d'essai des performances des dispositifs de stockage des installations de chauffage solaire de l'eau.
- NF EN 12977-4 : Janvier 2013, Installations solaires thermiques et leurs composants – Installations assemblées à façon – Partie 4 : Méthodes d'essai de performances des dispositifs de stockage combinés pour des installations de chauffage solaires.
- NF EN 12977-5 : Janvier 2013, Installations solaires thermiques et leurs composants – Installations assemblées à façon – Partie 5 : Méthodes d'essai de performances des systèmes de régulation.
- NF EN 1487 : Décembre 2000, Robinetterie de bâtiment – Groupe de sécurité – Essais et prescriptions.
- NF EN 15316-3-1 : Juillet 2008, Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Méthode de calcul des exigences énergétiques et des rendements des systèmes – Partie 3-1 : Systèmes de production d'eau chaude sanitaire, caractérisation des besoins (exigences relatives au puisage).
- NF EN 15316-3-2 : Juillet 2008, Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Méthode de calcul des exigences énergétiques et des rendements des systèmes – Partie 3-2 : Systèmes de production d'eau chaude sanitaire, distribution.
- NF EN 60335-1 : Mai 2003, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 1 : Prescriptions générales.
- NF EN 60335-1/A12 : Juin 2006, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 1 : Prescriptions générales.





- NF EN 60335-2-21 : Novembre 2004, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-21 : Règles particulières pour les chauffe-eau à accumulation.
- NF EN 60335-2-21/A1 : Mai 2005, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-21 : règles particulières pour les chauffe-eau à accumulation.
- EN 62305-1 : Juin 2006, Protection contre la foudre – Partie 1 : Principes généraux (CEI 62305-1:2006).
- ISO/TR 10217 : Septembre 1989, Énergie solaire. Système de production d'eau chaude. Guide pour le choix de matériaux vis-à-vis de la corrosion interne.
- NF P 52-001 : Mai 1975, Soupapes de sûreté pour installations de chauffage – Spécifications techniques générales.
- NF EN ISO 9488 : Janvier 2000, Energie solaire – Vocabulaire.
- NF EN 12613 : Février 2002, Dispositifs avertisseurs pour ouvrages enterrés – Dispositifs avertisseurs détectables pour ouvrages enterrés.
- NF EN 1717 : Mars 2001, Protection contre la pollution de l'eau potable dans les réseaux intérieurs et exigences générales des dispositifs de protection contre la pollution par retour.
- NF EN 13959 : Clapet anti-pollution du DN 6 au DN 250. Famille E, type A, B, C et D.
- NF X 50-501 : Maintenance – Etats de référence des biens : vocabulaire des activités de rénovation et de reconstruction.
- FD X 60-000 : Maintenance industrielle – Fonction maintenance.
- FD X 60-008 : Maintenance industrielle – Projet d'externalisation de la maintenance – Démarche pré-contractuelle.
- NF X 60-012 : Maintenance – Termes et définitions des éléments constitutifs des biens et de leur approvisionnement.
- FD X 60-090 : Maintenance – Critères de choix du type de contrat de maintenance – Contrats de moyens – Contrats de résultats.
- FD X 60-100 : Maintenance – Préalables aux contrats de maintenance – Inventaire et expertise d'états de bien).
- X 60-101 : Règles de l'appel d'offres pour un contrat privé de maintenance.
- NF X 60-200 : Maintenance – Documentations techniques associées à un bien tout au long de son cycle de vie.
- FD X 60-212 : Maintenance – Référentiel des instructions de maintenance – Définitions et principes généraux de rédaction et de présentation préalables aux contrats de maintenance.

- NF X 60-500 : Terminologie relative à la fiabilité – Maintenabilité – Disponibilité.
- NF EN 13269 : Maintenance – Lignes directrices pour la préparation des contrats de maintenance.
- NF EN 13306 : Maintenance – Terminologie de la maintenance.
- NF EN 13460 : Maintenance – Documentation pour la maintenance.
- NF EN 15341 : Maintenance – Indicateurs de performances clés pour la maintenance.
- GA X 60-025 : Guide d'application du fascicule de documentation AFNOR FD X 60-000 « Maintenance industrielle – Fonction maintenance » – Fonctions patrimoines immobiliers.
- GA X 60-026 : Maintenance – Guide de gestion de la maintenance d'un patrimoine immobilier (GMAO).
- NF DTU 45.2 P1-1 : Isolation thermique des circuits, appareils et accessoires de – 80 °C à + 650 °C.
- NF DTU 60.5 : Canalisations en cuivre – Distribution d'eau froide et chaude sanitaire, évacuation d'eaux usées, d'eaux pluviales, installations de génie climatique.
- NF DTU 60.11 : Août 2013, Travaux de bâtiment — Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et d'eaux pluviales.
- NF DTU 65.11 P1-2 : Septembre 2007, Travaux de bâtiment Dispositifs de sécurité des installations de chauffage central concernant le bâtiment.
- NF DTU 65.12 P1-1 : Réalisation d'installations solaires thermiques avec des capteurs vitrés – Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types.
- NF DTU 65.12 P1-2 : Réalisation d'installations solaires thermiques avec des capteurs vitrés – Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux.
- DTU P 06-006 : Novembre 2008 Règle N 84 Action de la neige sur les constructions.
- DTU P 06-002 : Février 2009 Règle NV 65 Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes.
- DTU 20.12 – NF P10-203-1 : Septembre 1993 et NF P 40-201, Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité.
- DTU 43.1 : Travaux de bâtiment Etanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine.





- NF DTU 43.3 : Toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité.
- NF DTU 43.4 : Toitures en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois avec revêtement d'étanchéité.
- DTU 43.5 : Réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures-terrasses ou inclinées.

2.3. • Autres documents

- COSTIC – Cahier de maintenance : Eau chaude collective solaire/gaz naturel – 2005.
- Fiche sensibilisation – Maintenance des installations solaires – SOCOL – 2012.
- Contrat type de maintenance simplifié – SOCOL – 2014.
- Optimiser la maintenance des installations solaires thermiques collectives – SOCOL – Novembre 2012.
- Liste des points de contrôle – Ademe Fonds Chaleur – 2014.
- Installation solaire thermique collective – Instrumentation et suivi des performances – SOCOL – Février 2013.
- Tableau de bord de suivi simplifié pour installation solaire thermique collective – SOCOL – 2013.
- Contrat type de suivi simplifié – SOCOL – 2014.
- TélésuiWeb : Dispositif de suivi énergétique des installations solaires (Institut National de l'Energie Solaire, ADEME, Région Rhône Alpes et Conseil Général de la Savoie).
- Fiche pratique de sécurité ED 137 éditée par l'INRS, l'OPPBTP et l'Assurance Maladie.
- Recommandations R467 de la Caisse Nationale d'Assurance Maladie : Pose, maintenance et dépose des panneaux solaires et photovoltaïques en sécurité.
- Maîtrise du risque de développement des légionelles dans les réseaux d'eau chaude sanitaire – Guide Technique CSTB.
- Production d'eau chaude sanitaire par énergie solaire – Guide de conception des installations solaires collectives – ADEME, Gaz de France, EDF – 2010.

Définitions

3



Prestataire

Personne ou entreprise qui réalise les actions d'entretien ou de maintenance.

Entretien

C'est la version la plus simple de la maintenance. L'entretien comprend les activités de maintenance préventives simples, régulières ou répétées (nettoyage, resserrage de connexions...).

Le client ne peut prétendre à aucune priorité ni à aucun délai d'intervention. Il ne peut non plus exiger de personnel qualifié (par exemple un frigoriste) pour effectuer le nettoyage.

Maintenance

A la visite d'entretien s'ajoute l'obligation de dépanner dans les délais contractuels et de faire effectuer ou faire contrôler les interventions d'entretien et de dépannage par un professionnel qualifié.

En fonction des prestations à réaliser, le contrat de maintenance simple peut évoluer vers un contrat plus complet, voire même une garantie totale.

Entreprise de maintenance

Entreprise désignée pour réaliser les tâches d'entretien et de maintenance sur l'installation.

4

Description des systèmes



4.1. • Principe général

Un chauffe-eau solaire est un procédé solaire participant, en partie, à la couverture des besoins d'eau chaude sanitaire d'un bâtiment. L'installation de production d'eau chaude sanitaire se compose :

- de capteurs solaires : ils assurent la transformation du rayonnement solaire en chaleur et la transfèrent au liquide caloporteur ;
- d'une boucle de transfert solaire : elle assure 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). Il comporte notamment la pompe de circulation et la régulation associée ;
- d'un ou plusieurs ballon(s) de stockage : il(s) stocke(nt) l'eau chaude sanitaire (ou l'eau technique) en vue de sa future utilisation.

Si la boucle de transfert solaire est pressurisée, on parle d'installation avec capteurs remplis en permanence. Si la boucle de transfert solaire est sans ou sous faible pression, on parle d'installation autovidangeable.

Que la boucle de transfert solaire soit pressurisée ou non, les installations peuvent être de type :

- centralisé (production d'appoint et production solaire centralisées) désignées CESC ;
- à appoints individualisés (production solaire centralisée et production d'appoint individualisée) désignées CESCAl ;
- individualisé (production d'appoint et stockage solaire individualisés) désignées CESCi.

Commentaire

De par leurs spécificités de conception, de dimensionnement et de mise en œuvre, les installations de type CESCO sont traitées indépendamment et font l'objet de Recommandations professionnelles spécifiques. Les installations de type CESCO font l'objet quant à elles d'un rapport « Chauffe-eau solaires collectifs à appoints individualisés – Evaluation des risques sanitaires », établi dans le cadre du programme Règles de l'Art Grenelle Environnement.

Dans sa configuration la plus classique, un chauffe-eau solaire collectif comprend un stockage solaire (composé d'un ou plusieurs ballon) et un appoint, tous deux centralisés. La taille de l'installation solaire, la fonctionnalité et les dimensions du local technique déterminent :

- le nombre et la capacité des ballons de stockage solaire ;
- le type d'échangeur solaire (échangeur immergé ou externe au ballon de stockage solaire) ;
- l'intégration de l'appoint (intégré ou séparé du ballon de stockage solaire).

Le stockage solaire peut être en eau sanitaire ou en eau technique.

4.2. • Les installations solaires collectives avec capteurs remplis en permanence

Une installation avec capteurs remplis en permanence est une installation pressurisée (ou sous pression) dont la boucle de transfert solaire est en permanence remplie de liquide caloporteur. Le système est mis sous pression pour éviter d'atteindre la température de vaporisation du liquide caloporteur.

Les installations avec capteurs remplis en permanence requièrent la présence de différents éléments assurant notamment la sécurité de l'installation : soupape de sécurité, système d'expansion, purgeurs d'air au niveau des capteurs solaires ou encore système anti-thermosiphon.

4.3. • Les installations solaires collectives autovidangeables

Une installation autovidangeable est une installation sous pression atmosphérique ou sous faible pression. Le circuit est fermé et étanche à l'air. Il est rempli de liquide caloporteur (de l'eau ou de l'eau glycolée selon les prescriptions du fabricant) et d'air définitivement enfermé dans le circuit.

Au cours du fonctionnement normal, quand la pompe de circulation est en fonctionnement, les capteurs solaires sont remplis de liquide

caloporteur et l'air du circuit isolé dans un volume de réserve (réservoir de vidange).

Pendant les phases d'arrêt de l'installation (pompe de circulation arrêtée), le liquide caloporteur est piégé dans la partie inférieure de l'installation et l'air dans les capteurs solaires.

Commentaire

Pour des applications collectives, la technique d'autovidange se traduit par l'utilisation d'un volume de réserve de type réservoir de vidange.

L'automatisme de l'ensemble est assuré par une pompe de circulation commandée par une régulation solaire généralement spécifique distinguant les phases d'amorçage (chasse de l'air) et les phases de fonctionnement.

Les installations autovidangeables évitent la présence de vase d'expansion, de purgeurs aux points hauts des batteries de capteurs et du système anti-thermosiphon sur la boucle solaire.

Le professionnel doit considérer les spécificités liées à l'existence du système d'autovidange et notamment : des capteurs et des batteries adaptés, une pente minimale des canalisations entre les capteurs et le réservoir suffisante, une position et une contenance du réservoir de vidange conforme, une étanchéité à l'air de la boucle solaire suffisante, des joints adaptés et une mise en service spécifique (cf. 9.15).

4.4. • Les installations solaires collectives avec échangeur immergé et appoint intégré



Cette configuration, où le solaire et l'appoint se retrouvent dans le même ballon, n'est en général pas optimal. Elle est applicable pour les installations à circuits hydrauliques courts, pour des volumes de stockage d'eau chaude inférieurs ou égal à 1000 litres, ou lorsque l'apport solaire est très majoritaire (par exemple, un camping fonctionnant uniquement l'été).

L'appoint, intégré en haut du ballon de stockage solaire, peut être hydraulique ou électrique. Un schéma de principe est proposé en (Figure 1). Cette solution permet au solaire de couvrir en partie les pertes liées au bouclage, y compris hors périodes de soutirage.

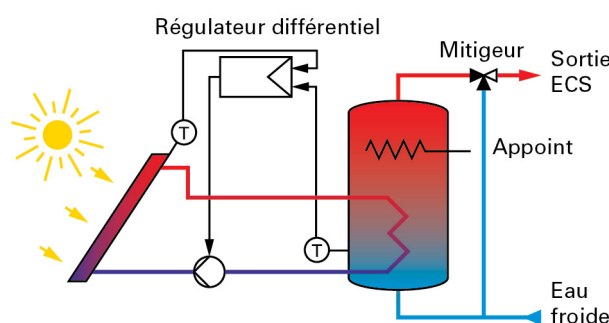
Dans le cas d'un appoint hydraulique, l'échangeur en haut de ballon solaire est raccordé à la chaudière ou au réseau de chaleur urbain. Le boîtier de commande de la chaudière est équipé d'une sonde de température qui permet de contrôler la température en haut du ballon et d'assurer la température demandée en continu.

Dans le cas d'un appoint électrique, le réchauffeur doit se situer entre la moitié et le tiers supérieur du ballon de stockage. Dans tous les cas, une horloge de programmation, pour commander l'appoint, est indispensable pour une bonne gestion de l'énergie. Attention à avoir un écart entre l'échangeur solaire et l'appoint d'au moins 10 à 15 cm, pour éviter un réchauffage du bas du ballon solaire.

Il existe des ballons mixtes qui possèdent un échangeur hydraulique et une résistance électrique. Ils sont utilisés pour éviter un fonctionnement de la chaudière en dehors de la saison de chauffe.

Pour ne pas perturber les performances de l'installation solaire, le concepteur doit s'assurer que :

- l'appoint n'est pas raccordé en bas de ballon solaire ;
- le retour du bouclage (si existant) est réalisé en partie haute du ballon solaire ;
- l'arrivée d'eau froide est équipée d'un déflecteur minimisant les brassages lors des soutirages.



▲ Figure 1 : Schéma de principe d'une installation avec échangeur immergé et appoint électrique intégré

4.5. • Les installations avec échangeur immergé et appoint séparé

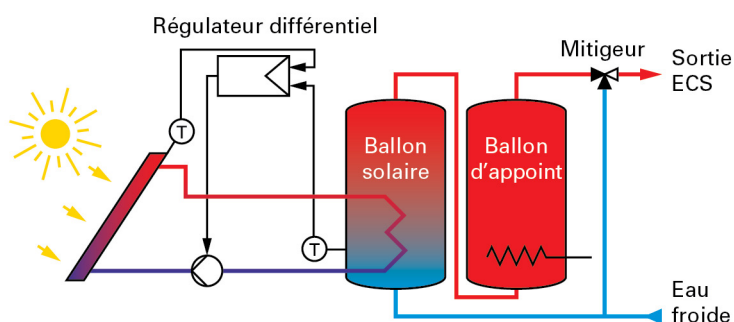
L'installation est équipée de un ou plusieurs ballons de stockage solaire avec échangeur(s) immergé(s) et appoint séparé.

Si plusieurs ballons de stockage solaire sont mis en œuvre, ils sont raccordés en série. Les échangeurs immergés fonctionnent en contre-courant de l'arrivée d'eau froide.

L'appoint est raccordé en série avec le(s) ballon(s) de stockage solaire. Il peut être électrique ou hydraulique. Un schéma de principe est proposé en (Figure 2).

Les deux volumes, solaire et appoint, sont séparés. Aucun mélange entre eux n'est possible : l'appoint ne perturbe pas la stratification du ballon de stockage solaire. Sauf à proposer une installation complexe (mise en œuvre d'une vanne à trois voies directionnelle), cette solution ne permet pas au solaire de couvrir les pertes liées au bouclage hors périodes de soutirage.

La pose d'un groupe de sécurité sanitaire à l'entrée du ballon d'appoint est proscrite car il n'accepte pas des températures d'eau chaude solaire.



▲ Figure 2 : Schéma de principe d'une installation avec échangeur immergé et appoint électrique séparé

4.6. • Les installations avec échangeur externe et appoint séparé

On utilise ici un échangeur à plaques situé entre les capteurs et le ballon de stockage solaire. Ce montage permet un démarrage en deux étapes :

- une première étape où le circuit primaire est mis en circulation avec homogénéisation des températures dans les capteurs solaires et dans les canalisations ;
- une seconde étape où le circuit secondaire est mis en service avec transfert d'énergie du circuit primaire au circuit secondaire.

La pompe de circulation secondaire de type « sanitaire » est asservie à celle du primaire.

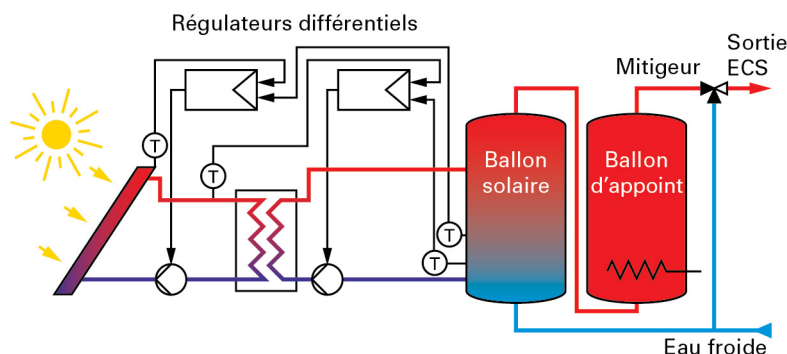
Si plusieurs ballons de stockage sont nécessaires, le volume solaire doit être fractionné en plusieurs ballons.

Il convient de privilégier un ballon solaire unique plutôt que plusieurs ballons raccordés en série afin de minimiser les pertes thermiques de stockage. En outre, la circulation dans les deux sens entre les ballons solaires (en fonction des débits relatifs soutirage et solaire) dégrade partiellement leur stratification.

Lors de la charge des ballons solaires, l'entrée côté secondaire de l'échangeur solaire est raccordée en bas du ballon solaire le plus froid (celui où pénètre l'eau froide lors de soutirages). La sortie côté secondaire de l'échangeur est raccordée à hauteur intermédiaire du ballon solaire le plus chaud (celui où l'eau chaude est soutirée).

La capacité unitaire des ballons solaires est choisie parmi la gamme d'appareils du commerce en tenant compte de la place disponible et/ou de la hauteur disponible sous plafond pour leur implantation.

La boucle de distribution de l'eau chaude sanitaire doit être conçue de telle sorte que son maintien en température ne soit pas assuré exclusivement par le ballon solaire.



▲ Figure 3 : Schéma de principe d'une installation avec échangeur externe et appoint séparé

4.7. • Les installations en eau technique

Ce type d'installation est préconisé pour les installations collectives dans lesquelles le stockage d'eau sanitaire à température non maîtrisée est déconseillé (établissement de santé et établissements sociaux et médico-sociaux d'hébergement pour personnes âgées).

Commentaire

La circulaire DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 n°2002/243 du 22/04/2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé et la circulaire n°DGS/SD7A/DHOS/E4/DGAS/SD2/2005/493 du 28/10/2005 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de soins et médico-sociaux d'hébergement pour personnes âgées conseillent :

- une production instantanée d'eau chaude sanitaire ;
- pour une production d'ECS à partir d'un ballon d'eau chaude, une température de l'eau à la sortie des ballons supérieure en permanence à 55°C et une élévation quotidienne de la température au delà de 60°C ;
- une suppression de tous les réservoirs de stockage d'eau préchauffés ou non à une température inférieure à 55°C. Ils favorisent le développement bactérien. Le concept de récupération d'énergie doit être réétudié pour prendre en compte le risque lié aux légionelles. Les dispositifs par échanges thermiques sont préférés.

Le chauffe-eau solaire collectif de type stockage en eau technique comporte un ou plusieurs ballons collectifs de stockage solaire et un appoint centralisé (de préférence de type instantané pour éviter un stockage sur le circuit d'appoint).

L'eau stockée dans le ballon (eau technique) et réchauffée par le circuit solaire est physiquement séparée du circuit de distribution d'eau chaude sanitaire.

Cette séparation est réalisée par un échangeur à plaques extérieur. Il est mis en œuvre entre le stockage solaire (un ballon tampon rempli

d'eau technique) et l'arrivée d'eau froide sanitaire. Ce type d'installation comprend ainsi trois circuits d'eau chaude :

- le circuit solaire ;
- le circuit « d'eau technique » permettant le stockage de l'énergie récupérée de la boucle solaire ;
- le circuit d'eau froide qui récupère l'énergie au travers d'un échangeur instantané.

On parle d'installation de type « stockage en eau technique ou en eau morte ou double échangeur » et autrement appelé kit anti-légionellose.

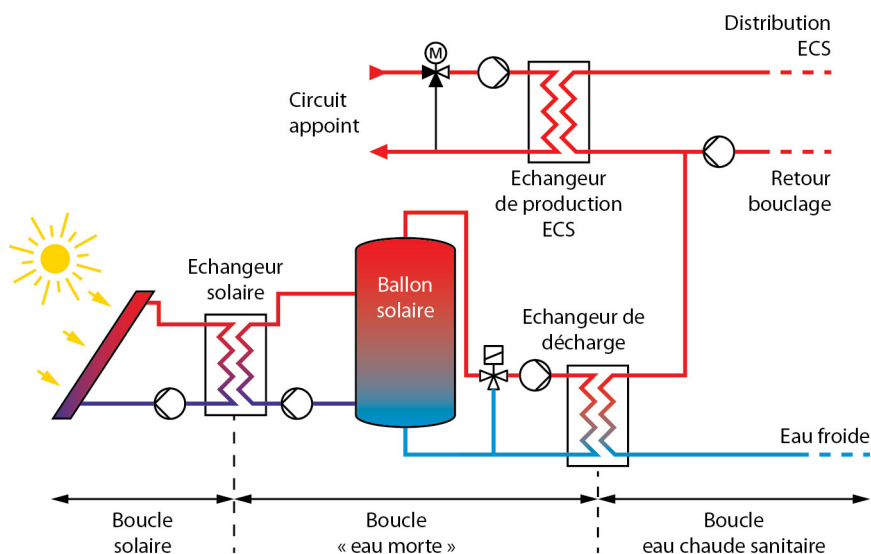
On donne (Figure 4), un schéma de principe, avec échangeur de séparation extérieur, présentant les différents éléments composant une installation de type « eau technique ».

Commentaire

La boucle « d'eau technique » peut également comporter un stockage en eau technique avec un échangeur de séparation intégré en bain marie dans le stockage (échangeur en tube inox par exemple) dans lequel passe l'eau chaude sanitaire à préchauffer. Ces installations doivent se conformer aux préconisations du constructeur.

Les règles techniques traitant de la boucle solaire d'une installation en « eau technique » sont similaires à celles d'une installation de chauffe-eau solaire collectif type. Le concepteur doit néanmoins considérer les spécificités liées à l'existence de la boucle en « eau technique ».

Afin d'éviter au maximum le risque de développement des légionelles notamment dans des bâtiments à risques, il est préférable de privilégier une production d'eau chaude sanitaire instantanée par échangeur à plaques (sans stockage ou avec stockage sur le circuit primaire de l'appoint).



▲ Figure 4 : Schéma de principe d'une installation en « eau technique » avec échangeur de séparation extérieur à plaques

État des lieux

5



Avant toute souscription d'un contrat d'entretien, le prestataire doit dresser un état des lieux de l'installation de production d'eau chaude sanitaire solaire et le remettre au client.

L'état des lieux doit être réalisé avec attention. Les non-conformités et l'état d'usure des matériels pris en charge par le présent contrat doivent y être consignés.

Lorsqu'une entreprise prend en charge l'entretien et la maintenance d'une installation, elle en devient responsable. L'état des lieux est un document essentiel qui permet :

- de déterminer, en cas de réparations nécessaires suite à d'éventuels dysfonctionnements ultérieurs, celles qui incombent au prestataire ou au client ;
- de responsabiliser le client face aux non-conformités rencontrées sur son installation.

Le contrat d'entretien reprend et complète les méthodologies d'accès et d'entretien indiquées dans le DIUO (Dossier des Interventions Ultérieures sur l'Ouvrage) et le DOE (Dossier des Ouvrages Exécutés), fournis par le maître d'ouvrage.

Seul un état jugé satisfaisant de l'installation solaire et de l'ensemble du système de production d'eau chaude sanitaire à l'issue du constat dressé permet de conclure le contrat d'entretien.

5.1. • Préparation de l'intervention

Il s'agit de regrouper le maximum de documents et d'informations relatifs à l'installation ainsi que de regrouper les instruments et matériels nécessaires à d'éventuels relevés.

5.1.1. • Les documents

Il s'agit de regrouper les informations et documents relatifs à l'installation de production d'ECS listés en (Figure 5) suivante. Les documents permettant de retrouver l'historique de l'installation sont recherchés et notamment l'attestation et le livret d'entretien.

Équipement	Informations et/ou documents
Capteurs solaires	Notice technique du constructeur Notice(s) d'installation et de mise en service Schémas de raccordements hydrauliques
Pompe de circulation	Notice technique du constructeur Courbes caractéristiques des pompes de circulation Notices d'installation et de mise en service Schémas de raccordements hydrauliques Schémas électriques
Accessoires hydrauliques (boucle de transfert solaire)	Schémas de raccordements hydrauliques Notices techniques des constructeurs Notice(s) d'installation et de mise en service Courbes caractéristiques des vannes de réglage Caractéristiques des soupapes (pression, débit, températures)
	Dans le cas d'une installation autovidangeable, les équipements sensibles (purge d'air, vase d'expansion, soupape de sécurité, clapet anti-thermosiphon) présents généralement sur une installation avec capteurs remplis en permanence peuvent être absents.
Accessoires hydrauliques (boucle eau technique)	Schémas de raccordements hydrauliques Notices techniques des constructeurs Notices d'installation et de mise en service
Équipements électriques et de régulation	Schémas électriques Notices techniques des constructeurs Notices d'installation et de mise en service
Appoint (si chaudière)	Notice technique du constructeur Notices d'installation et de mise en service Schémas de raccordements hydrauliques

▲ Figure 5 : Liste d'informations et/ou documents à recueillir pour l'état des lieux de l'installation de production d'eau chaude sanitaire solaire

Commentaire

Cette liste n'est pas exhaustive et peut être complétée selon les caractéristiques et l'importance de l'installation.



Le Dossier d'ouvrage exécuté (DOE), s'il existe, peut regrouper tous les documents mentionnés (Figure 5).

5.2. • Vérifications

L'état des lieux repose sur un examen visuel de l'installation. Il peut être complété par le relevé des équipements de mesure. La vérification de la présence ou de l'état des éléments présentés dans le tableau de la (Figure 6) est réalisée.

Équipement	Exemples de vérifications
Système complet	Livret ou carnet d'entretien du chauffe-eau solaire Présence du plan de l'installation et conformité de ce plan avec l'installation existante État des isolants Absence de fuite d'eau ou d'antigel
Éléments extérieurs (capteurs solaires, réseau hydraulique, purgeur si présent...)	Accessibilité et dégagement autour des capteurs État de propreté des vitrages État des fixations des capteurs et de l'étanchéité toiture Présence d'un dispositif de purge (si existant) Vanne d'isolement fermée si purgeur automatique État de la protection mécanique du calorifuge extérieur Position et tenue de la sonde de température et/ou de la sonde d'ensoleillement ou du détecteur d'éclairement
Boucle de captage (liquide caloporteur, pompe de circulation, vase d'expansion si présent ...)	Contrôle visuel du bon fonctionnement (bruit, échauffement, vibration) de la pompe de circulation Contrôle d'étanchéité des presse-étoupes / garniture de la pompe de circulation Absence de fuite ou de corrosion au niveau du système d'expansion (si installation avec capteurs remplis en permanence) Présence et contrôle des vannes de vidange et de remplissage Présence et contrôle des vannes d'équilibrage Présence et contrôle des débitmètres primaire et secondaire Présence et contrôle de la soupape de sécurité Présence et contrôle de l'échangeur solaire (puissance, raccordement)
Système de régulation	Vérification du paramétrage de la régulation Contrôle de la bonne tenue des sondes (position et connexions électriques)
Ballon de stockage solaire	Contrôle de l'étanchéité des piquages Contrôle de l'état de la jaquette isolante Contrôle de la soupape de sécurité sanitaire Contrôle de la position du thermomètre et de la (des) sonde(s) de température
Sécurité électrique (armoire électrique)	Présence d'un disjoncteur différentiel Recherche d'échauffements et de bruits anormaux État des contacteurs et des câbles Fonctionnement des organes de coupure et de protection Voyants

▲ Figure 6 : Exemples de vérifications à effectuer sur un chauffe-eau solaire collectif

Commentaire

Cette liste n'est pas exhaustive et peut être complétée selon les caractéristiques et l'importance de l'installation.

Un ensemble de relevés est nécessaire au contrôle du bon fonctionnement de l'installation (Figure 7).

Relevé des données utiles au contrôle de bon fonctionnement			
Heures de relevés			
Conditions atmosphériques			
Très clair			
Clair			
Nuageux			
Pluvieux			
Température du stockage solaire (indiquer la hauteur de la mesure)	°C		
Température en entrée primaire de l'échangeur	°C		
Température en sortie primaire de l'échangeur	°C		
Température en entrée secondaire de l'échangeur	°C		
Température en sortie secondaire de l'échangeur	°C		
Température de consigne de l'appoint			
Température de départ ECS			
		Etat initial	Relevé
Pression du circuit primaire (si capteurs remplis en permanence)	bar		
Pression de gonflage du vase d'expansion (si présent)	bar		
Débit du fluide (primaire et secondaire le cas échéant)	l/min		
Relevé du compteur d'énergie	kWh		

▲ Figure 7 : Exemples de relevés à effectuer sur un chauffe-eau solaire collectif pour contrôler son bon fonctionnement

Le suivi énergétique de l'installation

6



Un suivi énergétique de l'installation doit être mis en place. En fonction du niveau de suivi mis en place, il permet :

- de détecter si l'installation solaire est en état de fonctionnement normal ;
- d'avoir des données objectives sur le bon fonctionnement de l'installation solaire ;
- de détecter et traiter les dysfonctionnements éventuels de l'installation solaire.

Le suivi énergétique peut être simplifié (relevé des informations localement et manuellement) ou détaillé (relevé des informations à distance).

6.1. • Contrôle de l'état de fonctionnement de l'installation

Le contrôle de l'état de fonctionnement de l'installation solaire assure une surveillance de l'installation. Il assure la disponibilité des fonctionnements en informant les intervenants qui assurent l'entretien et la maintenance des équipements. Il s'agit principalement d'émettre des signalisations ou des alarmes (défauts des circulateurs ou des sondes de température par exemple), d'informer les professionnels pour faciliter leurs tâches, de suivre les interventions et de les enregistrer en historiques.

Commentaire

Ce suivi ne renseigne pas sur la performance du système. Un équipement apparemment en marche peut fonctionner de manière dégradée ou peu optimale.

6.2. • Contrôle de bon fonctionnement de l'installation

Le suivi de bon fonctionnement passe par une instrumentation plus complète de l'installation.

Cette dernière doit permettre le calcul de l'énergie solaire utile produite. Elle est différente suivant la configuration de l'installation. Il s'agit de suivre la production d'énergie solaire au travers de différents indicateurs que sont :

- la productivité solaire : on ramène simplement la production solaire utile à la surface de capteurs installés. Cet indicateur est représentatif du bon dimensionnement et de la bonne performance de l'installation solaire, mais il peut être pénalisé si la consommation d'eau chaude sanitaire est trop faible par rapport aux capacités de l'installation ;
- le taux de couverture solaire : il représente la part des besoins en eau chaude sanitaire aux points de puisage assurés par le solaire. Il est égal au rapport de l'énergie solaire utile par le besoin en eau chaude sanitaire.



Ces deux valeurs dépendent de l'irradiation incidente sur les capteurs, de la consommation d'eau chaude sanitaire, de l'état des composants en fonctionnement et enfin du dimensionnement de l'installation.

Afin de détecter des dérives de fonctionnement de l'installation, la productivité solaire mesurée peut être comparée à la productivité solaire théorique c'est à dire l'énergie solaire utile qu'aurait dû produire l'installation considérée, compte tenu des conditions réelles de fonctionnement. Le ratio « mesure sur théorie » de la production solaire est l'indicateur le plus représentatif de la qualité de fonctionnement (indépendamment de la qualité de fonctionnement) de l'installation solaire dans les conditions de son utilisation. Il est communément admis qu'un ratio supérieur à 0,8 traduit un bon fonctionnement. Ce ratio est indicatif mais il permet de vérifier que l'installation concernée fonctionne correctement ou pas et cela à l'échelle de temps notamment mensuelle. Pour un suivi de fonctionnement plus précis, il est nécessaire d'aller au-delà de ce ratio en analysant des données sur un pas de temps plus précis avec des données journalières voire à 10 minutes.

Le calcul de la production solaire utile théorique peut être réalisé simplement à l'aide la méthode SOLO en utilisant comme entrée les données réelles de l'installation (consommation réelle mensuelle d'eau chaude mesurée sur l'installation, températures extérieure et d'eau froide moyennes, irradiation calculée à l'aide de la durée



d'ensoleillement réelle de la station météorologique la plus proche de l'installation sur le mois concerné).

Commentaire

A noter qu'il existe aussi d'autres outils de calcul, à l'image du logiciel TRANSOL, mais attention dans ce cas à la définition du taux de couverture utilisée dans l'outil concerné.

6.2.1. • Contrôle de bon fonctionnement simplifié

Les données de consommation et de production solaire mesurées et issues du compteur d'énergie sont récupérées manuellement. La fréquence des relevés conditionne le degré de réactivité de signalement d'un éventuel dysfonctionnement. Sa régularité assure les performances de l'installation sur le long terme. Les données relevées doivent être consignées dans le carnet de suivi. Le professionnel en charge du contrôle de bon fonctionnement (par exemple, l'exploitant) doit alerter le Maître d'Ouvrage en cas de non correspondance avec les indicateurs minimums de performance prévisionnels.

Commentaire

Ce type de relevé et de suivi manuel est particulièrement adapté aux installations de taille réduite (jusqu'à 50 m², valeur haute).

6.2.2. • Contrôle de bon fonctionnement détaillé

L'emploi d'une centrale d'acquisition permet de suivre à distance l'installation. Elle relève, stocke et transmet, à échéances programmées et pas de temps réguliers, l'ensemble des valeurs mesurées par les sondes de température et les compteurs. Raccordé à un réseau de communication (ligne téléphonique, GSM, ADSL...), elle permet de visionner à distance le fonctionnement de l'installation solaire.



Ce type de relevé nécessite des compétences particulières en matière de programmation et d'analyse des données instantanées et archivées.

Le contrat d'entretien et/ou de maintenance

7



L'établissement d'un contrat d'entretien ou d'un contrat de maintenance est impératif.

Les opérations de maintenance ont notamment pour objectifs :

- de fournir des performances optimales ;
- d'allonger la durée de vie du matériel ;
- de fournir une installation assurant le meilleur confort dans le temps au client final.



Privilégier un prestataire unique pour la maintenance de la chaufferie et de l'installation solaire simplifie les échanges et permet une maintenance à moindre coût.

7.1. • Obligations des parties

7.1.1. • Obligations du prestataire

Le prestataire s'engage à l'entretien conformément aux textes réglementaires et règles de l'art en vigueur, dans les délais prévus au contrat.

Il déclare avoir souscrit une police d'assurance couvrant sa responsabilité civile dans le cadre de ses activités liées au présent contrat.

Le prestataire s'engage à tenir à jour le carnet d'entretien (ou registre ou livret).

Sa qualité de professionnel et son devoir de conseil font de lui l'interlocuteur technique extérieur principal du Maître d'Ouvrage. Il doit

collaborer avec d'éventuels autres conseils et intervenants désignés par le Maître d'Ouvrage.

7.1.2. • Obligations du client (souscripteur du contrat)

Les installations comprenant les appareils pris en charge doivent être réalisées selon les règles de l'art et en conformité avec la réglementation en vigueur lors de leur réalisation.

Le souscripteur du contrat s'engage à maintenir ces installations en stricte conformité avec ces règles. Toute modification sur les appareils faisant l'objet du contrat doit être effectuée par un professionnel. Toute modification de la réglementation spécifique à l'installation visée par le contrat devra faire l'objet d'une information auprès du Maître d'Ouvrage.

Toutes interventions ou modifications (y compris réglages) effectuées sur les équipements visés par le contrat d'entretien doivent être consignées dans le livret d'entretien de l'installation.

La traçabilité des opérations effectuées sur l'installation facilite l'intervention du prestataire en charge de l'entretien de l'installation.

Commentaire

Le client s'engage à payer le prix des prestations visées par le contrat de maintenance selon les modalités qui y sont définies et à informer le prestataire de toutes les interventions et travaux réalisés sur l'installation visée par le contrat.

7.1.3. • Sanctions encourues par les deux parties

En cas d'inexécution des obligations par l'une ou l'autre des parties, une mise en demeure doit être adressée à la partie défaillante par lettre recommandée avec accusé de réception.

A défaut de régularisation dans les quinze jours qui suivent la réception de ladite lettre, le contrat est résilié de plein droit sans indemnité.

7.2. • Le contenu du contrat

Le contrat définit les conditions dans lesquelles s'effectue la maintenance de l'installation en précisant notamment les points suivants :

- la fréquence des visites d'entretien ;
- la liste des opérations qui sont effectuées à chaque visite ainsi que les opérations non comprises dans le contrat ;
- la liste des petites fournitures incluses dans le contrat (joints, fusibles...);



- la nature du suivi énergétique éventuel (contrôle de l'état de fonctionnement, contrôle de bon fonctionnement simplifié ou détaillé, nom du prestataire assurant le suivi) ;
- les conditions d'intervention en cas de télémaintenance et de suivi des alarmes de dysfonctionnement (responsabilité de chaque partie, fréquence de relevé et de traitement des données, caractéristiques des dysfonctionnements et pannes observables selon la précision et fréquence des mesures, les délais de traitement et détections de dysfonctionnements et pannes, le mode de transmission des alarmes).

L'objet du contrat peut définir les points suivants :

- nature des opérations à effectuer par l'entreprise de maintenance : elle est définie soit par son contenu (exécution d'une, de plusieurs, ou de l'ensemble des opérations de maintenance nécessaire sur un certain bien pendant une période de temps donnée), soit par son résultat (exprimé en unité d'usage, en terme de disponibilité et d'état à maintenir) ;
- nature des opérations à effectuer par l'entreprise de maintenance concernant le suivi énergétique de l'installation : elle est définie soit par son contenu (par exemple suivi simplifié des données de production et de consommation mensuelles), soit par son résultat (exprimé par exemple en terme de délai d'intervention de l'entreprise suite à un déclenchement d'alarme) ;
- définition des fournitures et charges pour les deux parties : sont définies les responsabilités et les modalités de déclenchement des commandes entre les deux parties concernant les pièces à changer, l'outillage individuel et les matières consommables ou encore la communication des données dans le cas d'un suivi énergétique de l'installation ;
- désignation et localisation des installations sur lesquels sont effectuées les opérations de maintenance : il s'agit de la situation géographique, du type d'installation et éventuellement contraintes d'environnement (contrainte d'accès notamment).

Le contrat peut comprendre également les éléments suivants :

- l'inventaire de départ ;
- les documents fournis par l'entreprise de maintenance au client (fiches d'intervention, livret d'entretien...) ;
- les modalités de rémunération de l'entreprise (maintenance à forfait, à dépense contrôlée, à dépense contrôlée plafonnée,...) ainsi que les pénalités et bonifications éventuelles ;
- les assurances, les garanties ;
- les conditions de réception des prestations et conditions de fin de contrat ;
- les modalités d'intervention ;

- la durée du contrat ;
- les modalités de dénonciation ;
- les modalités de modification ou de résiliation du contrat.

8

Vérifications et contrôles



Si un suivi énergétique est mis en place, il peut permettre d'avoir des données objectives sur les performances réelles de l'installation voire de détecter les dysfonctionnements éventuels de l'installation solaire. Si ce suivi indique que l'installation fournit l'énergie attendue, compte tenu des conditions d'utilisation (volume soutiré et ensoleillement), l'ensemble des contrôles édictés dans ce chapitre ne sont pas à réaliser systématiquement et à chaque visite de l'installation. Ceci ne concerne évidemment pas les contrôles préventifs comme la vérification des supports de capteurs par exemple.

8.1. • Capteurs solaires et les équipements associés

La durée des interventions à réaliser à proximité des capteurs solaires dépend principalement du lieu d'implantation (toiture terrasse, toiture inclinée) et du mode de pose (en indépendance, en incorporation...) des capteurs.

8.1.1. • Capteurs solaires

Le professionnel doit contrôler visuellement :

- l'état de propreté de la vitre des capteurs ;
- la bonne ventilation (si existante) des capteurs ;

- l'état du coffrage des capteurs ;
- la propreté entre la couverture du toit et les capteurs (pour des capteurs en indépendance).

La (Figure 8) présente les différents constats possibles ainsi que leur interprétation et les actions correctives associées.

Constats	Interprétations	Actions d'entretien
État de propreté des capteurs satisfaisants	Bonne transmission du rayonnement solaire	Sans objet
Capteurs sales (dépôts de poussières)	Mauvaise transmission du rayonnement solaire et baisse des performances des capteurs	Nettoyer les capteurs
Condensation dans les capteurs	Baisse des performances des capteurs	Déboucher les orifices de ventilation du capteur

▲ Figure 8 : Constats, interprétations et actions correctives suite au contrôle des capteurs solaires



Dans le cas d'une intervention en toiture, l'intervenant doit disposer des connaissances, des techniques et de l'expérience qui lui permettent de travailler en sécurité. Il doit être à même de reconnaître les risques et de s'en protéger en respectant les règles de sécurité.



Le nettoyage des capteurs doit intégrer la problématique des chocs thermiques et des risques de casse du vitrage (se conformer aux préconisations du constructeur). Attention à ne pas multiplier cette action coûteuse et parfois inutile : se référer à la mesure des performances si un suivi énergétique de l'installation est en place.

8.1.2. • Eléments de fixation et d'étanchéité en toiture/couverture

Un contrôle visuel de l'état des supports des capteurs doit être réalisé (corrosion éventuelle, arrachement de fixations des supports, état de la visserie, boulonnerie). Il doit être vérifié :

- les fixations des capteurs ;
- l'étanchéité de la traversée de la toiture (cas des capteurs en surimposition) ;
- la position satisfaisante des pièces d'étanchéité périphérique (cas des capteurs incorporés ou semi-incorporés).

La (Figure 9) présente les différents constats possibles ainsi que leur interprétation et les actions correctives associées.

Constats	Interprétations	Actions d'entretien
Absence de corrosion et de détériorations	Support en bon état	Sans objet
Points de corrosion localisés	Fragilisation du support	Poncer et remettre en peinture
Desserrage de la visserie et de la boulonnerie		Resserrer les vis et boulons
Arrachement de points de fixation		Mettre en œuvre de nouveaux points de fixation (hors contrat d'entretien)

▲ Figure 9 : Constats, interprétations et actions correctives suite au contrôle des éléments de fixation et d'étanchéité des capteurs

8.1.3. • Dispositifs d'équilibrage

L'intervention consiste à vérifier que le réglage des organes d'équilibrage sont conformes aux valeurs réglées initialement.

Le professionnel doit :

- relever le nombre de tours d'ouverture sur chaque organe d'équilibrage ;
- comparer le nombre de tours relevé à celui initialement prévu.

Si le nombre de tours diffère de l'état initial :

- procéder au réglage en positionnant le volant ou la vis de réglage sur le nombre de tours initial en partant de la fermeture ;
- vérifier le réglage sur quelques organes équipés de prises de mesure. Cela permet de valider le calcul et d'ajuster éventuellement les débits ;
- bloquer les vis de réglage.



Dans le cas d'une installation en configuration Tichelmann, il est nécessaire d'effectuer une mesure de débit par batterie lors de chaque passage. Un encrassement progressif du réseau peut être détecté avant que celui-ci n'impacte la totalité du circuit.

8.1.4. • Dispositif de purge des capteurs solaires

Chaque point haut de l'installation doit être pourvu d'un purgeur d'air automatique ou manuel. Les purgeurs en sortie des capteurs doivent résister aux températures élevées supérieures à 150°C. Ils doivent être isolés par une vanne de sectionnement pour éviter la vidange du circuit primaire par dégazage en cas de montée anormale en température du capteur.

Commentaire

Les installations autovidangeables ne requièrent aucune purge d'air au niveau des capteurs solaires.

Dans le cas de capteurs difficiles d'accès (en toiture par exemple), des bouteilles de purge au point haut de l'installation avec un report capillaire en cuivre muni d'une vanne dans le local technique sont parfois mises en œuvre.



Avant toute manipulation, vérifier à l'aide du thermomètre à contact que la température du liquide caloporteur est inférieure à 90°C. Si la température est supérieure, ne pas manœuvrer le purgeur d'air et reporter cette action à une visite en début de matinée.

Le professionnel doit, si la présence d'air est avérée :

- manœuvrer le purgeur afin d'éliminer l'éventuelle présence de gaz à l'origine de coups de bélier et de phénomènes de corrosion ;
- effectuer à plusieurs reprises ces purges jusqu'à l'absence d'air en sortie (attention au rejet d'eau éventuel à haute température) ;
- selon les recommandations éventuelles du fabricant, nettoyer les composants internes ;
- remonter le purgeur d'air.

La (Figure 10) présente les différents constats possibles ainsi que leur interprétation et les actions correctives associées.

Constats	Interprétations	Actions d'entretien
Purgeur fermé étanche	Purgeur en bon état	Sans objet
Purgeur ouvert laissant s'échapper de l'air et/ou du fluide caloporteur		
Fuite lorsque le purgeur est fermé	Purgeur défectueux	Vérifier si la section de raccordement est correcte/Remplacer le purgeur (hors contrat d'entretien)
Purgeur ouvert ne laissant s'échapper ni air, ni fluide caloporteur	Purgeur bouché	

▲ Figure 10 : Constats, interprétations et actions correctives suite au contrôle du dispositif de purge des capteurs

8.1.5. • Raccordement hydraulique

Les raccords hydrauliques aux capteurs doivent être parfaitement étanches et ne comporter aucune marque de trace de fuite. L'isolant ne doit pas être dégradé par les animaux, ni par les rayons ultra violets.



La (Figure 11) présente les différents constats possibles ainsi que leur interprétation et les actions correctives associées.

Constats	Interprétations	Actions d'entretien
Fuite aux raccords	Baisse de pression dans le circuit	Remplacement des joints (hors contrat d'entretien)
Trace de coulure sur le pourtour des raccords	Petite baisse de pression dans le circuit	Serrage des raccords ou remplacement de joints (hors contrat d'entretien)
Dégradation de l'isolant	Baisse de rendement de l'installation	Remise d'une protection ou remplacement de l'isolant (hors contrat d'entretien)

▲ Figure 11 : Constats, interprétations et actions correctives suite au contrôle de la liaison hydraulique

8.1.6. • Autres contrôles

Le professionnel doit :

- contrôler le bon positionnement de la sonde de régulation en sortie des capteurs ;
- vérifier l'état du câble de liaison de la sonde (absence de détérioration par les animaux notamment) et de sa gaine de protection ;
- vérifier l'état de la boîte de connexion et des raccordements s'ils existent.

Commentaire

Il est conseillé de réaliser le prolongement des fils de sonde par soudure et de le protéger avec de la gaine rétractable pour une meilleure tenue dans le temps. L'utilisation de pièces de fixations métalliques est également à privilégier vis-à-vis de pièces en plastiques (collier rilsan par exemple) pour des raisons de tenue dans le temps, et de vieillissement aux UV.

8.2. • Circuit primaire solaire

8.2.1. • Canalisations

La vérification des canalisations consiste à :

- vérifier l'état des supports de canalisations (colliers, fixation murale) ;
- vérifier et remplacer si nécessaire l'isolant ;
- contrôler l'étanchéité des raccords tout au long de leur parcours.

8.2.2. • Pression du circuit primaire

Commentaire

Les installations autovidangeables ne requièrent aucun contrôle de la pression du circuit primaire, sauf si le protocole de mise en service indique une mise en pression (surpression vis-à-vis de la pression atmosphérique dans tous les cas inférieure à 1 bar).

La pression du circuit varie en fonction de la température. Tant que cette variation reste comprise entre la pression de remplissage et la pression de tarage de la soupape, ce phénomène est normal.

A froid, la pression correspond à la pression de remplissage de l'installation.

A la température du fluide caloporteur maximale, la pression est maximale et doit être inférieure à la pression de tarage des soupapes. La pression maximale est généralement égale à 90% de la pression de tarage.

Commentaire

Une pression de remplissage du circuit supérieure de 0,3 à 0,5 bar à la pression de gonflage du vase d'expansion est généralement conseillée.

L'intervention consiste à lire la valeur de pression affichée sur le manomètre situé généralement à proximité du vase d'expansion. Elle ne nécessite aucun matériel spécifique. Le professionnel doit :

- arrêter les circulateurs en fonctionnement ;
- vérifier la pression suivant les prescriptions de mise en service de l'installation ;
- relever et noter la pression du circuit, ainsi que la température correspondante, sur le cahier de maintenance ;
- remettre en service les circulateurs.

Commentaire

Toujours vérifier que le manomètre indique 0 lorsqu'il est mis à pression atmosphérique (grâce à la molette de mise à l'air libre si elle existe).

La (Figure 12) présente les différents constats possibles ainsi que leur interprétation et les actions correctives associées.

Constats	Interprétations	Actions d'entretien
Pression suffisante	État correct	Sans objet
Pression en baisse en regard de l'état initial	Manque de liquide caloporteur dans le circuit	Réaliser un appoint de liquide (hors contrat d'entretien) (*)

Constats	Interprétations	Actions d'entretien
Pression en hausse en regard de l'état initial	Echangeur percé	Prélever 10 litres de liquide dans le circuit primaire et contrôler la nouvelle pression (**)

(*) Un appoint de liquide doit toujours être associé à la recherche de l'origine des fuites, il est également possible que la soupape ait permis d'évacuer du liquide en cas de surchauffe. Cette dernière ne doit cependant pas être fuyante.

(**) Si la pression n'a pas évolué, les deux réseaux sont en communication : l'échangeur est percé, il faut le changer (hors contrat d'entretien).

▲ Figure 12 : Constats, interprétations et actions correctives suite au contrôle de la pression du circuit

Commentaire

Le manque de liquide peut être dû à une fuite, un défaut de membrane du vase d'expansion ou à l'ouverture de la soupape de sécurité (du fait d'un sous dimensionnement du vase d'expansion par exemple).

En cas de pression insuffisante et après en avoir identifié la cause, il convient de réaliser un appoint de liquide. Cette opération se fait toujours quand le liquide caloporteur n'est pas chaud (capteurs bâchés ou faible ensoleillement). Le liquide caloporteur doit être identique à celui présent dans l'installation. Il est important d'utiliser celui préconisé par le fabricant, et utilisé pour le remplissage initial (certains fluides sont incompatibles entre eux) pour assurer une continuité de garantie des matériels.

8.2.3. • Liquide caloporteur

Commentaire

Si l'installation est autovidangeable, la protection antigel est assurée de part la conception même de l'installation. Néanmoins, il est conseillé d'utiliser un liquide antigel (mais avec une faible densité) en réponse aux erreurs de conception éventuelles.

Le liquide caloporteur se dégrade dans le temps et notamment s'il est soumis à des températures élevées. Ce vieillissement se traduit par :

- une baisse de sa concentration, donc une protection aux températures extérieures moins efficace ;
- une augmentation de son acidité, donc un risque pour l'installation.

Le professionnel doit, lors de chaque visite, contrôler l'acidité et la densité du liquide caloporteur.

Un échantillon de liquide doit être prélevé selon la procédure suivante :

- forcer la mise en marche du circulateur si ce dernier est à l'arrêt ;
- préparer un gobelet de prélèvement rincé à l'eau claire puis séché ;



- ouvrir la vanne de vidange de la boucle primaire, au bout d'une minute ou deux. Après avoir laissé couler un peu de liquide (risque de boue au point bas), prélever un échantillon de quelques millilitres en prenant soin d'éviter toute projection (risque de brûlure) ;
- déverrouiller la mise en marche forcée du circulateur, si elle a été activée.



Lors de l'utilisation des produits caloporteurs à base de propylène glycol, il est indispensable de prendre connaissance des informations techniques édictées par le fabricant et d'avoir à disposition la « Fiche de Données de Sécurité » (FDS).

Contrôle de l'acidité

Le contrôle de l'acidité peut se faire soit avec des bandelettes pH métriques, soit avec un pH-mètre électronique.

Si le contrôle est réalisé avec des bandelettes, le professionnel doit :

- immerger toutes les parties réactives de la bandelette dans le prélèvement ;
- attendre deux minutes que la réaction se soit faite ;
- comparer la couleur des différents réactifs à celles proposées sur l'emballage ;
- relever et noter la valeur du pH sur le document d'inspection et d'entretien.

Si le contrôle est réalisé avec un pH-mètre électronique, le professionnel doit dans un premier temps réaliser la procédure d'étalonnage comme suit :

- ôter le capuchon et éliminer les éventuels dépôts de sels par rinçage dans de l'eau froide sanitaire ;
- plonger l'électrode dans une solution étalon de pH 7 et attendre la stabilisation de la mesure ;
- ajuster la valeur affichée du pH à 7 grâce au potentiomètre prévu à cet effet ;
- rincer l'électrode ;
- plonger l'électrode dans une solution étalon de pH 4 ou 10 et attendre la stabilisation de la mesure ;
- ajuster la valeur affichée du pH à 4 ou 10 grâce au potentiomètre prévu à cet effet.

Après avoir réalisé la mesure du pH, la valeur obtenue doit être inscrite dans le document d'inspection et d'entretien.

Commentaire

Après utilisation du pH-mètre, l'électrode doit être rincée avec sa solution de nettoyage ou de l'eau froide sanitaire. Elle doit être stockée dans sa solution de conservation ou dans de l'eau froide sanitaire.

La (Figure 13) présente les différents constats possibles ainsi que leur interprétation et les actions correctives associées.

Constats	Interprétation	Actions d'entretien
$7 \leq \text{pH mesuré} \leq 9$	pH conforme	Sans objet
pH mesuré < 7	pH trop acide	Correction du pH ou remplacement du liquide caloporteur (hors contrat d'entretien)
pH mesuré > 9	pH trop basique	
pH mesuré avec une variation de ± 0.5	Début de dégradation	Assurer un suivi régulier

▲ Figure 13 : Constats, interprétations et actions correctives suite au contrôle de l'acidité du liquide caloporteur

Contrôle de la densité

Le contrôle de la densité peut se faire avec un pèse acide ou un réfractomètre. La protection contre le gel est généralement située entre -20°C et -30°C . Elle dépend de la situation géographique de l'installation.

Si le contrôle est réalisé avec un pèse acide, la procédure est la suivante :

- plonger dans l'échantillon de liquide le thermomètre gradué à alcool ;
- faire flotter le densimètre dans l'échantillon ;
- lire la valeur de densité sur l'échelle graduée à l'endroit où le densimètre traverse la surface du liquide caloporteur ;
- noter la valeur ;
- noter la température indiquée par le thermomètre ;
- déterminer, à l'aide du tableau de correspondance, le point de congélation du liquide caloporteur ;
- inscrire cette valeur sur le cahier de maintenance et la comparer à la mesure précédente.

Si le contrôle est réalisé avec un réfractomètre, la procédure est la suivante :

- diriger l'extrémité frontale du réfractomètre en direction d'une source lumineuse brillante et ajuster la bague de mise au point jusqu'à ce que le réticule puisse être lu ;
- procéder à un réglage du zéro ;
- ouvrir la lame couvrante puis verser 1 ou 2 gouttes de liquide à tester avec la poire sur la surface du prisme ;



- fermer la lame couvrante et la presser légèrement. La lecture correspondante du cadran sur la séparation clair/obscur est le point de congélation ;
- après lecture, essuyer le liquide avec un linge ;
- inscrire cette valeur sur le cahier de maintenance et la comparer à la mesure précédente.

La (Figure 14) présente les différents constats possibles ainsi que leur interprétation et les actions correctives associées.

Constats	Interprétations	Actions d'entretien
Point de congélation mesuré = point de congélation désiré	Point de congélation conforme	Sans objet
Point de congélation mesuré supérieur de 2°C au point de congélation désiré	Début de dégradation	Renforcer le suivi
Point de congélation mesuré supérieur de 5°C au point de congélation désiré	Risque de gel	Faire un appoint de liquide anti-gel ou un remplacement (hors contrat d'entretien)

▲ Figure 14 : Constats, interprétations et actions correctives suite au contrôle de la densité du liquide caloporteur



Le liquide caloporteur est composé d'eau, de glycols et d'inhibiteurs de corrosion. En vieillissant, le liquide peut devenir acide. Il est considéré de fait comme un Fluide Caloporteur Usé (FCU), classé dans la catégorie des DID (Déchets Industriels Dangereux).

Pour répondre à la revalorisation de ces FCU, des sociétés fabriquant ces produits ont mis en place un service de reprise des caloporteurs usagés et assurent leur traitement par distillation et ultrafiltration.

8.2.4. • Vase d'expansion (pour les installations avec capteurs remplis en permanence)



Le contrôle du vase d'expansion entraîne la perte d'un volume de liquide caloporteur plus ou moins important. Cette opération ne doit pas être engagée si l'installation présente les performances attendues.

Commentaire

Pour les installations autovidangeables, un vase d'expansion n'est pas nécessaire lorsque le dispositif de vidange est conçu pour assurer ce rôle, en termes de volume, de température et de résistance à la pression.

Le vase d'expansion doit comporter un dispositif manœuvrable (normalement fermé) de purge de gaz et un dispositif manœuvrable (normalement fermé) de vidange.

Avec le temps, le vase d'expansion peut se dégonfler (fuite au niveau de la valve) ou sa membrane peut être endommagée.

Commentaire

Lors du contrôle du vase d'expansion, ce dernier est considéré correctement dimensionné et sa pression de gonflage initiale supposée adaptée à l'installation.

La pression de gonflage se vérifie à pression atmosphérique. Le professionnel doit :

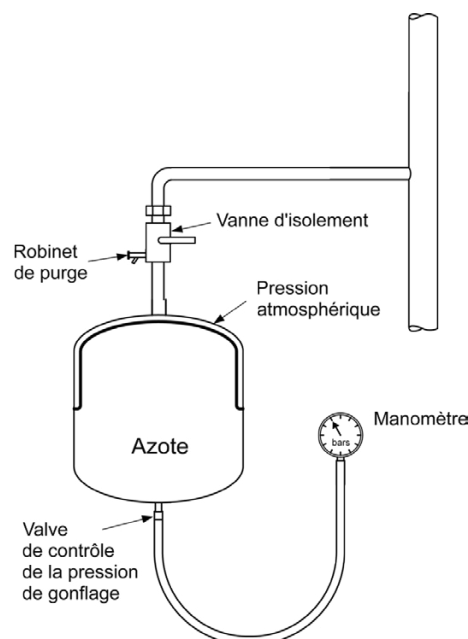
- isoler le vase de l'installation et donc fermer la vanne d'isolement ;
- mettre le vase à la pression atmosphérique, à l'aide du robinet de purge ;
- mesurer la pression (relative) grâce à la valve placée en partie basse du vase à membrane, ou sur le devant du vase à vessie (Figure 15).
- comparer la pression mesurée à la pression de gonflage initiale du vase. Elle doit être égale à la valeur indiquée par l'aiguille rouge fixe du manomètre de l'installation minorée de 0,3 ou 0,5 bar ;
- ne pas oublier de fermer la vanne de purge et de ré-ouvrir la vanne d'isolement après cette manipulation ;
- si besoin, faire un appoint de liquide caloporteur si besoin.



Pour éviter toute intervention d'une personne non qualifiée, ôter la poignée de manœuvre de la vanne d'isolement en dehors des contrôles.

L'intervention peut être délicate si la vanne d'isolement n'est plus étanche ou si la valve de contrôle reste bloquée par l'oxydation.

Si le vase n'est pas équipé d'une vanne d'isolement et d'un robinet de purge, il est nécessaire de le déposer pour effectuer la mesure. Les fabricants de vases commercialisent des raccords rapides d'isolement qui évitent de vidanger l'installation.



▲ Figure 15 : Equipement nécessaire au contrôle du vase d'expansion

La (Figure 16), les différents constats possibles ainsi que leur interprétation et les actions correctives associées.

Constats	Interprétations	Actions d'entretien
Pression proche de la pression de gonflage initiale (à plus ou moins 0,2 bar)	État du vase correct	Sans objet
Pression inférieure à la pression de gonflage initiale (+ de 0,2 bar)	Vase dégonflé (fuite au niveau de la valve ou porosité de la membrane)	Compléter la pression du vase ou remplacer le vase (hors contrat d'entretien)
Présence d'eau au niveau de la valve	Membrane percée	Remplacer le vase (hors contrat d'entretien)

▲ Figure 16 : Constats, interprétations et actions correctives suite au contrôle du vase d'expansion

Pour vérifier l'état de la membrane, le professionnel doit repousser l'obturateur de la valve. S'il y a échappement d'air, il doit vérifier la pression et s'il y a présence d'eau en quantité, il doit changer le vase car cela signifie que la membrane est percée.

Si le vase doit être regonflé fréquemment (de préférence avec de l'azote), il est préférable de le changer.



Lors d'un changement de vase, il est fortement conseillé de remplacer également la soupape de sécurité. Le non fonctionnement de celle-ci ayant pu entrainer une surpression dans le circuit et endommager la membrane du vase.

Il convient également de vérifier, par le calcul, son dimensionnement et sa pression de gonflage. Ces calculs sont détaillés dans les Recommandations professionnelles « Conception et dimensionnement ».

8.2.5. • Soupape de sécurité

La soupape de sécurité est obligatoire. Elle a pour rôle d'évacuer la vapeur lors d'éventuelles surpressions dans le circuit. Elle est tarée à une pression de 3, 4 ou plus généralement 6 bars et est fonction de la pression maximale pouvant être atteinte dans le circuit. La soupape est indispensable sur les systèmes avec capteurs remplis en permanence et autovidangeables.

Commentaire

La soupape de sécurité dans le cas d'une installation autovidangeable se présente comme un organe de sécurité ultime, au cas où le circuit est entièrement rempli de liquide et que la procédure de remplissage n'est pas respectée.



Aucune vanne ne doit être installée sur la tuyauterie entre la soupape et le circuit.

La soupape de sécurité doit être raccordée à un réservoir de récupération d'une capacité suffisante, égale au minimum à la contenance en liquide des capteurs solaires. Ce dernier doit pouvoir supporter la température maximale que peut atteindre le fluide. Il doit être de préférence vide, ce qui permet de vérifier instantanément si la soupape a été sollicitée. Pour vérifier que la soupape n'est pas bloquée, le professionnel doit :

- faire fonctionner manuellement la soupape de sécurité en manœuvrant le levier de soulèvement du clapet ;
- maintenir le levier de soulèvement ouvert pendant 1 seconde ;
- si, après la fermeture de la soupape, l'écoulement continue, réitérer la manœuvre. Une saleté a pu rester coincée entre le siège et l'obturateur.

La (Figure 17) présente les différents constats possibles ainsi que leur interprétation et les actions correctives associées.

Constats	Interprétations	Actions d'entretien
Écoulement lors de la manœuvre et étanchéité de la soupape à la fermeture	Soupape en bon état	Sans objet
Écoulement lors de la manœuvre et fuite de la soupape à la fermeture	Soupape bloquée à cause d'un corps étranger	Recommencer la manœuvre jusqu'à obtenir l'étanchéité
Écoulement lors de la manœuvre et fuite de la soupape à la fermeture	Si l'étanchéité n'est pas obtenue après plusieurs manœuvres la soupape est défectueuse	Remplacer la soupape (hors contrat d'entretien)

Constats	Interprétations	Actions d'entretien
Absence d'écoulement pendant la manœuvre	Soupape défectueuse	Remplacer la soupape (hors contrat d'entretien)
	Installation vide	Remettre l'installation sous pression (hors contrat d'entretien)
	Tuyauterie de raccordement obstruée	Déboucher la tuyauterie de raccordement

▲ Figure 17 : Constats, interprétations et actions correctives suite au contrôle de la soupape de sécurité

Pour remplacer la soupape de sécurité, le professionnel doit :

- vérifier que la tuyauterie d'évacuation des surpressions décharge dans un endroit sans danger pour le personnel et l'environnement (dans le cas du circuit primaire, la sortie de la soupape est raccordée au réceptacle du fluide caloporteur). Attention, il est interdit d'intercaler une vanne d'isolement entre la capacité à protéger et la soupape de sécurité ;
- avant tout démontage de la soupape, s'assurer que l'installation est complètement dépressurisée. Si ce n'est pas le cas, procéder à la vidange complète ou partielle du circuit concerné, selon les cas ;
- s'assurer que la pression de tarage de la nouvelle soupape est identique à celle remplacée ;
- vérifier que le type et le diamètre de raccordement de la soupape sont identiques à ceux de la soupape remplacée ;
- nettoyer préalablement les tuyauteries et les ballons. Les soupapes sont très sensibles à la présence d'impuretés pouvant entraîner des fuites entre le siège et le clapet ;
- poser la nouvelle soupape de sécurité ;
- procéder au remplissage du circuit préalablement vidangé ;
- procéder à un contrôle de la nouvelle soupape de sécurité.

8.2.6. • Pompes de circulation de la boucle de transfert

Le circulateur peut ne plus fonctionner, le débit peut ne plus être conforme à l'état initial suite à une fuite ou à un changement du circuit hydraulique (vanne fermée, clapet bloqué...).

Commentaire

Dans le cas d'une installation avec un échangeur solaire extérieur à plaques, le circulateur du circuit secondaire de l'échangeur doit être vérifié.

Pour vérifier le fonctionnement du circulateur, le professionnel doit :

- dévisser le bouchon (aligné avec l'axe du moteur si existant) et introduire un tournevis dans la fente usinée à l'extrémité de l'axe du rotor. S'assurer que le rotor tourne ;
- ou présenter un contrôleur magnétique devant le bouchon. Si le visuel se met à tourner c'est que le circulateur fonctionne ;
- ou vérifier au toucher (vibrations et chaleur) ou au son (ronronnement) que le circulateur tourne.



Si le fonctionnement du (des) circulateur(s) est forcé au moment de la vérification, le professionnel doit revenir à un fonctionnement automatique de ce dernier.

La (Figure 18) présente les différents constats possibles ainsi que leur interprétation et les actions correctives associées.

Constats	Interprétations	Actions d'entretien
Le rotor tourne	Le circulateur fonctionne	Sans objet
Le rotor ne tourne pas	Le circulateur n'est pas alimenté	Vérifier l'alimentation électrique
	Le condensateur de démarrage du circulateur est défectueux	Remplacer le condensateur (hors contrat d'entretien)
	Le rotor du circulateur est bloqué	Remplacer le circulateur (hors contrat d'entretien)

▲ Figure 18 : Constats, interprétations et actions correctives suite au contrôle des pompes de circulation

Le blocage du rotor peut provenir soit d'un corps étranger, soit d'une accumulation de dépôts appelé « gommage ». Le « dégommage » consiste à faire tourner le rotor avec un tournevis jusqu'à ce qu'il tourne librement.

Commentaire

Une cause fréquente de mauvaise circulation en présence d'un circulateur alimenté en triphasé est le mauvais branchement des deux phases : le rotor tourne alors en sens inverse, et diminue le débit. Deux éléments complémentaires peuvent donner une indication sur le sens de fonctionnement du circulateur et son adéquation avec le sens de circulation du fluide dans le circuit : tout d'abord la flèche sur le corps du circulateur indique le sens normal de circulation, ensuite une double mesure de la hauteur manométrique totale dans les deux sens aux bornes du circulateur permettra de définir (la plus grande hauteur manométrique totale) le sens de rotation du circulateur, et ainsi de vérifier son bon câblage.

8.2.7. • Débit de circulation

Commentaire

Dans le cas d'une installation avec un échangeur solaire extérieur à plaques, les débits côté primaire et secondaire de l'échangeur doivent être vérifiés. On rappelle, que le débit énergétique du circuit secondaire doit être équivalent à celui du circuit primaire.

Avant l'intervention, le professionnel doit s'assurer que le(s) circulateur(s) fonctionnent. Si ce n'est pas le cas, le(s) mettre(nt) en marche forcée au niveau du régulateur.



Si le fonctionnement du (des) circulateur(s) est forcé au moment de la vérification, le professionnel doit revenir à un fonctionnement automatique de ce dernier.

Si l'installation est équipée de débitmètres à flotteur (côtés primaire et secondaire de l'échangeur), le contrôle du débit des circuits primaire et secondaire consiste en une lecture directe du débitmètre.

Pour les installations ne disposant pas de débitmètre, le contrôle du débit doit être réalisé :

- en mesurant la différence de pression aux bornes du circulateur (primaire et secondaire) ;
- en mesurant le débit sur une vanne d'équilibrage.

Mesure de la différence de pression aux bornes des pompes de circulation

La valeur de pression différentielle mesurée permet, à partir de la courbe caractéristique du constructeur, d'estimer le débit. La mesure de cette pression différentielle est réalisée avec un manomètre placé en parallèle sur le circulateur.

Le professionnel doit :

- vérifier la position de la vitesse du circulateur. Si le circulateur possède plusieurs vitesses, il faut noter l'indication de réglage de vitesse afin d'utiliser la courbe correspondante ;
- faire le « 0 » du manomètre en manipulant la vanne de purge (avec les vannes d'isolement en amont et en aval du circulateur fermées) ;
- lire la pression en amont du circulateur ;
- fermer la vanne d'isolement en amont du circulateur et ouvrir celle en aval ;
- lire la pression en aval du circulateur ;
- calculer la différence entre les pressions en avant et en amont ;
- fermer les vannes d'isolement.



La mesure de la pression différentielle ne doit pas être réalisée en ouvrant simultanément les deux vannes d'isolement.

Mesure du débit sur une vanne d'équilibrage

Quand la vanne d'équilibrage existe, la mesure du débit peut être réalisée au niveau de cette dernière. La vanne d'équilibrage est située sur le circuit en série avec le circulateur et est équipée de prises de pression. La mesure de débit est réalisée avec un appareil de marque adapté à la vanne d'équilibrage en place.

Le professionnel doit :

- vérifier le réglage affiché en fermant complètement la vanne et en la ré-ouvrant ;
- brancher les capteurs de mesure sur les prises de pression ;
- indiquer sur le mesureur le modèle de la vanne, son diamètre et son réglage (nombre de tours) ;
- lire la valeur du débit calculée par le mesureur ;
- bloquer le réglage et le noter.

La (Figure 19) présente les différents constats possibles ainsi que leur interprétation et les actions correctives associées.

Constats	Interprétations	Actions d'entretien
Débit conforme aux prescriptions de l'installation	État correct	Sans objet
Débit non conforme	Vitesse du circulateur non-conforme	Adapter la bonne vitesse au circulateur
	Cavitation de circulateur	Purger l'installation
	Encrassement de l'échangeur	Réaliser un nettoyage
	Réglage des vannes d'équilibrage non conforme	Régler les vannes d'équilibrage
	Mauvais équilibrage du champ de capteurs solaires	Rééquilibrer le champ de capteurs solaires

▲ Figure 19 : Constats, interprétations et actions correctives suite au contrôle du débit

8.2.8. • Echangeur solaire

Les échangeurs à plaques, compte tenu de leur faible section de passage, sont très sensibles à l'entartrage et à l'encrassement (boues). Pour vérifier l'encrassement de l'échangeur de la boucle de transfert, le professionnel doit contrôler l'écart de température aux bornes de l'échangeur. La mesure est réalisée à l'aide d'un thermomètre à contact étalonné ou infrarouge. Pour chaque mesure, si l'isolant gêne, le professionnel doit pratiquer une incision dans l'isolant (en partie inférieure) permettant ainsi un contact direct de la sonde sur le tube. L'incision pratiquée doit être rebouchée avec un ruban à fort pouvoir adhésif.

Cas d'un échangeur noyé

Durant une période d'ensoleillement suffisante La différence de température aux bornes de l'échangeur noyé doit être comprise entre 10 et 15K.

Cas d'un échangeur extérieur à plaques

Le professionnel doit mesurer :

- la température en entrée d'échangeur côté primaire, notée T_{e1} ;
- la température en sortie d'échangeur côté primaire, notée T_{s1} ;
- la température en entrée d'échangeur côté secondaire, notée T_{e2} ;
- la température en sortie d'échangeur côté secondaire, notée T_{s2} ;

L'écart de température aux bornes de l'échangeur étant fonction de la température du ballon de stockage solaire, le professionnel relève cette température.

La (Figure 20) présente les valeurs approximatives des écarts de température aux bornes de l'échangeur solaire lors d'une belle journée ensoleillée.

Température du stockage solaire [°C]	Valeurs approximative des écarts de température lors d'une belle journée ($T_{s1} - T_{e1}$) et ($T_{s2} - T_{e2}$)
20	6 à 10 °C
40	4 à 7 °C
70	2 à 4 °C

▲ Figure 20 : Relevés de température nécessaires pour le contrôle du débit de circulation

Commentaire

Pour être significatifs, les relevés des températures aux bornes de l'échangeur sont effectués durant une période d'ensoleillement suffisante. Le circulateur doit être en fonctionnement depuis au moins 5 minutes pour obtenir des résultats cohérents.

Si les ordres de grandeur de la (Figure 20) ne sont pas respectés, le professionnel doit se référer à la (Figure 21).

Constats	Interprétations	Actions d'entretien
Ecart de température aux bornes de l'échangeur supérieur aux valeurs prévues	Débit du circuit trop faible	Contrôler le débit (voir paragraphe 7.2.6 Contrôle du débit de circulation)
Ecart de température aux bornes de l'échangeur inférieur aux valeurs prévues	Échangeur encrassé et/ou entartré Débit du circuit trop fort	Contrôler le débit et si besoin nettoyer l'échangeur

▲ Figure 21 : Constats, interprétations et actions correctives suite au contrôle de l'écart de température aux bornes de l'échangeur solaire à plaques

8.3. • Matériel de régulation

8.3.1. • Régulation solaire

Le professionnel doit vérifier sur le régulateur les différents paramétrages (différentiels de démarrage et d'arrêt, hystérésis, température de sécurité du ballon et de capteur...) ainsi que les fonctions spécifiques activées. Il doit reporter les valeurs sur le cahier de maintenance et les comparer aux relevés précédents.

Pour le contrôle du fonctionnement de la régulation solaire, le professionnel s'assure que le(s) circulateur(s) et les sondes de températures et d'ensoleillement fonctionnent. Le(s) circulateur(s) doivent être en mode régulation et la régulation mise hors tension.

Sur la régulation doivent être relevées les valeurs de températures et d'énergie produite. Si des incohérences apparaissent, ou que les valeurs d'énergie ne semblent pas évoluer, le fonctionnement du régulateur peut être examiné.

Si le régulateur est suspecté de ne pas fonctionner correctement (non enclenchement du circulateur sous un ensoleillement important...), afin de vérifier le fonctionnement du régulateur, le professionnel doit :

- déconnecter de la régulation les deux fils de chaque sonde de température ;
- mesurer la valeur ohmique délivrée par chaque sonde ;
- à l'aide du tableau de correspondance, déterminer la valeur de la température donnée par chaque sonde ;
- calculer la différence des températures mesurées ;
- reconnecter à la régulation les sondes de température ;
- remettre la régulation sous tension ;
- reporter l'état de fonctionnement du circulateur (marche ou arrêt).

La (Figure 22) présente les différents constats possibles ainsi que leur interprétation et les actions correctives associées.

	Constats	Interprétations	Actions d'entretien
Circulateur ON	Le différentiel de démarrage est inférieur à la différence des températures mesurée	Etat correct de la régulation	Sans objet
	Le différentiel de démarrage est supérieur à la différence des températures mesurée	Mauvais fonctionnement de la régulation	Se rapprocher du fabricant et remplacer si nécessaire la régulation (hors contrat d'entretien)

	Constats	Interprétations	Actions d'entretien
Circulateur OFF	Le différentiel de démarrage est inférieur à la différence des températures mesurée	Température de consigne du ballon de stockage atteinte ou mauvais fonctionnement de la régulation	Si la température de consigne n'est pas atteinte, se rapprocher du fabricant et remplacer si nécessaire la régulation (hors contrat d'entretien)
	Le différentiel de démarrage est supérieur à la différence des températures mesurée	Etat correct de la régulation	Sans objet

▲ Figure 22 : Constats, interprétations et actions correctives suite au contrôle de la régulation solaire

Commentaire

La différence de température est :

- pour une régulation de type simple différentiel, la différence entre la température en sortie de capteurs et celle en bas de ballon de stockage solaire ;
- pour une régulation de type simple différentiel avec détecteur crépusculaire ou sonde d'ensoleillement, la différence entre la température en entrée d'échangeur solaire et celle en bas de ballon de stockage solaire ;
- pour une régulation de type double différentiel, la différence entre la température en sortie de capteurs et celle en bas de ballon de stockage solaire pour le régulateur du circulateur primaire et la différence entre la température en entrée d'échangeur solaire et celle en bas de ballon de stockage solaire pour le régulateur du circulateur secondaire.

8.3.2. • Sondes de température d'eau

Les sondes de température doivent être positionnées à l'emplacement spécifié par le fabricant. Si aucun emplacement n'est prévu, elles doivent être placées au plus près des éléments du système à mesurer, si possible dans des doigts de gant remplie de pâte thermique.

Commentaire

La pâte thermique utilisée pour la mise en œuvre des sondes doit bénéficier d'une fiche de données de sécurité mentionnant la composition. Cette fiche doit être disponible afin de prévenir les risques liés à la manipulation.

Le professionnel doit réaliser un contrôle visuel permettant de vérifier le montage des sondes de température ainsi que leurs bonnes tenues. Il doit vérifier les connexions électriques des câbles de liaison. Lors de ces interventions, en cas de modification de la position de la sonde, il convient de reconstituer l'intégrité du calorifuge.

Commentaire

Généralement, les sondes de température sont interchangeables entre deux régulateurs de marque ou de modèle différents. Vérifier néanmoins qu'elles ne sont pas propres au régulateur.

Les températures mesurées par les sondes sont accessibles via le régulateur. Si l'une des températures devait être suspecte, alors un protocole de maintenance des sondes devrait être enclenché.

Si le fonctionnement des sondes de température doit être vérifié (cas de performances attendues non atteintes notamment), le professionnel doit :

- mettre en marche forcée la pompe de circulation ;
- mesurer à l'aide d'un thermomètre à contact étalonné la température à l'emplacement de la sonde de température à contrôler. Pour chaque mesure, si l'isolant gêne, le professionnel doit pratiquer une incision dans l'isolant (en partie inférieure) permettant ainsi un contact direct de la sonde sur le tube. L'incision pratiquée doit être rebouchée avec un ruban à fort pouvoir adhésif ;
- déconnecter de la régulation les deux fils de la sonde à contrôler ;
- mesurer à l'aide d'un ohmètre la valeur ohmique délivrée par la sonde ;
- déterminer la valeur de la température donnée par la sonde à l'aide du tableau de correspondance « valeur ohmique – valeur de température » communiqué par le fabricant ;
- comparer la température déterminée à partir du tableau de correspondance avec la température mesurée.

Commentaire

La pompe de circulation doit être en fonctionnement depuis au moins 10 minutes pour réaliser les mesures et obtenir une stabilisation des températures dans le(s) circuit(s).

La (Figure 23) présente les différents constats possibles ainsi que leur interprétation et les actions correctives associées.

Constats	Interprétations	Actions d'entretien
Température déterminée à partir du tableau de correspondance voisine de la température mesurée (+/- 2°C)	Etat correct	Sans objet
Température déterminée à partir du tableau de correspondance très différente de la température mesurée	Mauvais état de la sonde ou de la liaison électrique	Remplacer la sonde et procéder à un nouveau contrôle (hors contrat d'entretien)

▲ Figure 23 : Constats, interprétations et actions correctives suite au contrôle de fonctionnement des sondes de température

8.3.3. • Sonde d'ensoleillement

Si la commande du circulateur du circuit primaire est assurée par une sonde d'ensoleillement, son état de propreté doit être vérifié. L'état de propreté de la sonde d'ensoleillement doit être vérifié rapidement à chaque passage. Aucune opération n'est nécessaire si la sonde est propre.

En cas de performances attendues non atteintes, le fonctionnement de la sonde doit être vérifié. Pour cela, le professionnel doit :

- déconnecter les deux fils de la sonde ;
- mesurer la valeur ohmique délivrée par la sonde (ou sa tension délivrée) ;
- à l'aide du tableau de correspondance « valeur ohmique – valeur d'éclairement » (ou « valeur de tension – valeur d'éclairement ») de la sonde, déterminer la valeur d'éclairement correspondante ;
- comparer cette valeur aux conditions extérieures (nuit, ensoleillé, nuageux...).

Si la valeur d'éclairement déterminée est cohérente avec les conditions extérieures, le fonctionnement de la sonde d'ensoleillement est jugé correct. On donne (Figure 24) suivante, à titre d'information, les valeurs de luminosité en Lux en fonction des conditions extérieures.

Si la sonde semble endommagée ou ne fournit pas les valeurs correspondantes aux valeurs données par le tableau de correspondance « valeur de tension – valeur d'éclairement » fournies par le fabricant, alors la sonde doit être changée (hors contrat d'entretien).

Conditions extérieures	Valeur moyenne de luminosité en (Lux)
Pleine lune	Inférieure à 1 Lux
Rue de nuit bien éclairée	Comprise entre 20 et 70 lux
Ciel très nuageux	Comprise entre 1500 et 2000 lux
Ciel nuageux	Comprise entre 4000 et 5000 lux
Soleil	Supérieure à 15000 lux

▲ Figure 24 : Valeur moyenne de luminosité en lux en fonction des conditions extérieures pouvant être rencontrées

8.4. • Matériel de suivi énergétique

8.4.1. • Compteur d'eau

Le compteur d'eau ne requière aucun entretien particulier mais doit toutefois faire l'objet d'une vérification périodique annuelle :

- contrôle visuel des raccords des compteurs : relever l'état d'usure des joints (traces de fuites éventuelles) et resserrer en cas de besoin ;

- vérification de l'état d'encrassement des filtres uniquement si le compteur ne donne pas un débit conforme débit attendu, ou fait apparaître des variations importantes ;
- vérification du bon fonctionnement des vannes d'isolement, des purgeurs d'air et des clapets anti-retour.

La valeur de mesure est comparée à celle donnée par le manomètre aux bornes du circulateur. Si celle-ci présente une dérive ou une valeur aberrante, alors il est nécessaire de prévoir un démontage et un étalonnage.

Les compteurs volumétriques sont faciles à démonter pour réparation ou nettoyage. Se reporter aux indications du fabricant. Les compteurs à vitesse et les compteurs Woltmann existent dorénavant avec des mécanismes amovibles et interchangeables sur site. Certains sont même équipés d'engrenages auto-nettoyables.

Néanmoins, après toute intervention sur les compteurs (démontage, nettoyage, réparation), il est impératif de procéder à un étalonnage. Il est conseillé de conserver des longueurs droites identiques à celles mises en place sur l'installation pour effectuer un étalonnage.

La plupart des corps de compteurs ayant un revêtement en poudre d'époxy, ils sont protégés contre tout type d'agression de la part de l'environnement et sont très résistants à la corrosion.

8.4.2. • Compteur d'énergie thermique

Une vérification annuelle du compteur permet de s'assurer de son bon fonctionnement, ces opérations de maintenance sont recommandées :

- inspecter les câblages, les connecteurs, la fixation des éléments ;
- nettoyer le filtre sur l'eau en amont du mesureur de débit, plus particulièrement pour une installation récente ou après une intervention sur le circuit hydraulique ;
- vérifier l'état des piles (et les remplacer si nécessaire) ou le bon état de charge de l'accumulateur.

Si les températures données par les sondes semblent aberrantes ou font apparaître une dérive, il est nécessaire de vérifier le fonctionnement des sondes.

Il faut pour cela les placer à la même température, dans un vase rempli de liquide isolé thermiquement ou mieux dans un second doigt de gant proche et lire la mesure qui doit rester nulle. Pour les circuits qui présentent des faibles différences de températures, l'écart peut être compensé en suivant les indications du fabricant ou par calcul à partir des données enregistrées.

Il convient aussi de vérifier que les deux doigts de gant où sont placées les sondes sont remplis au même niveau de la même huile pour le contact thermique. Les perturbations thermiques doivent rester

identiques, si un des puits n'est pas rempli, la température mesurée s'approche de celle de l'ambiance.

Si l'une des sondes est endommagée, il est nécessaire de changer les deux car elles sont appariées (hors contrat d'entretien).

8.5. • Equipements électriques

Les raccordements des composants électriques à l'armoire électrique (régulation solaire, circulateur, éventuel appoint électrique, disjoncteur, terre...) sont réalisés conformément à la norme NF C 15-100 sur les règles des installations électriques à basse tension dans les bâtiments.

En général le professionnel souscrit une assurance qui le couvre en cas d'accidents relatifs aux raccordements électriques. Si le professionnel n'a pas les compétences requises, il doit faire appel au service d'un électricien.

Pour vérifier la conformité des parties électriques, le professionnel doit :

- vérifier la présence du schéma électrique à jours dans l'armoire ;
- resserrer les connexions électriques ;
- effectuer un dépoussiérage de l'armoire et des composants (hors tension) ;
- vérifier la présence de la protection différentielle ;
- contrôler le fonctionnement de la protection différentielle ;
- contrôler la conformité des protections ;
- contrôler la continuité du conducteur de terre ;
- contrôler l'état de la protection contre la foudre (si elle existe).

Commentaire

Les armoires électriques et les régulateurs sont généralement équipés de voyants qui permettent de vérifier le bon fonctionnement des composants. Il est conseillé de vérifier le fonctionnement de ces voyants : ils doivent s'allumer ou s'éteindre en fonction de l'état de l'équipement qu'ils représentent.

8.6. • Les ballons de stockage solaire

8.6.1. • Isolation thermique

Pour vérifier la conformité de l'isolation du stockage, le professionnel doit :

- contrôler l'état des isolants autour des canalisations et des accessoires (vannes, circulateurs, raccords) ;



- contrôler l'état de la jaquette isolante du ballon sur sa périphérie ;
- contrôler l'étanchéité de tous les raccords : aucun démontage de la protection mécanique ni du calorifuge n'est nécessaire. Des indices visuels sont à rechercher (flaques, gouttes...).

Les raccordements hydrauliques sont nombreux autour du réservoir, une attention particulière sera portée à leur vérification. Des fuites peuvent exister et ne pas être décelables visuellement. En effet, l'écoulement étant très faible, il coule à l'intérieur de l'isolant et s'évapore durant la saison de chauffage, ne faisant apparaître aucune trace en extérieur.

Commentaire

La plupart de ces fuites peuvent être supprimées par un serrage des raccords avec une clé et une contre clé.

8.6.2. • Anode de protection du ballon (si présentes)

Les cuves des ballons d'eau chaude sanitaire sont le plus couramment en acier. Celles-ci sont protégées contre la corrosion par un revêtement (très souvent un émail) ainsi que par une ou plusieurs anodes selon leur capacité. Il peut s'agir d'anodes consommables de magnésium ou bien d'anodes en titane à courant imposé non sacrificielles.

Commentaire

Les anodes assurent une protection cathodique des ballons. Le réservoir est protégé par la circulation d'un courant des anodes vers les parois en acier des ballons qui jouent le rôle de cathode. Dans le cas des anodes à courant imposé, ce courant est généré à l'aide d'une source extérieure de courant continu.

Contrôle d'une anode sacrificielle

Le professionnel doit réaliser une mesure du courant ou un contrôle visuel.

La mesure du courant consiste à :

- débrancher le fil de masse de l'anode ;
- mesurer le courant entre la cuve et l'anode en veillant à ce que le contact soit parfait. Ne se connecter qu'à des surfaces métalliques nues ;
- noter la valeur mesurée sur le document d'inspection et d'entretien ;
- reconnecter le fil de masse à l'anode.

Si le courant mesuré est inférieur à la valeur indiquée par le fabricant (en général environ 0,3 mA), un contrôle visuel de l'anode est

nécessaire. Il peut s'agir d'une usure de l'anode ou d'un défaut d'isolation de l'anode. L'anode doit être remplacée ou le défaut éliminé.

Le contrôle visuel consiste à :

- couper l'alimentation en eau froide du ballon ;
- casser la pression dans le ballon ;
- sortir l'anode ;
- mesurer son diamètre ;
- noter la valeur de ce diamètre sur la fiche de contrôle.

Si le diamètre est inférieur à 10 ou 15 mm, l'anode doit être remplacée.

Contrôle d'une anode à courant imposé

Le professionnel doit vérifier l'état des voyants de contrôle des anodes. Le ballon doit être rempli d'eau pour effectuer cette vérification.

La (Figure 25) présente les différents constats possibles ainsi que leur interprétation et les actions correctives associées.

Constats	Interprétations	Actions d'entretien
Voyant vert	Fonctionnement normal de l'anode	Sans objet
Voyant éteint	Défaut d'alimentation électrique Câbles déconnectés ou sectionnés Alimentation de l'anode défaillante	Réparer ou remplacer l'alimentation de l'anode (hors contrat d'entretien)
Voyant rouge clignotant	Défaut de fonctionnement Câbles déconnectés ou sectionnés Dépôts sur l'anode Anode sectionnée Carte électronique de l'anode défaillante	Changement de l'anode (hors contrat d'entretien)

▲ Figure 25 : Constats, interprétations et actions correctives suite au contrôle d'une anode à courant imposé

8.6.3. • Soupape du groupe de sécurité (circuit sanitaire)

La soupape de sécurité est obligatoire sur le circuit sanitaire. Elle doit être raccordée à l'égout et ne doit jamais pouvoir être isolée du ballon. En général, elle est tarée à une pression de 7 bars.

Le professionnel doit :

- vérifier avant toute manipulation que la sortie de la soupape est reliée à l'égout ;
- faire fonctionner manuellement la soupape de sécurité en manœuvrant le bouton ou le levier de soulèvement du clapet ;
- maintenir le levier de soulèvement ouvert pendant 1 seconde ;

- si, après la fermeture de la soupape, l'écoulement continue, réitérer la manœuvre. Une saleté a pu rester coincée entre le siège et l'obturateur.

La (Figure 26) présente les différents constats possibles ainsi que leur interprétation et les actions correctives associées.

Constats	Interprétations
Absence d'écoulement d'eau sanitaire pendant la manœuvre	Ballon sanitaire vide Groupe de sécurité défectueux
Fuite de la soupape faisant suite à la manœuvre	Défaut d'étanchéité entre l'obturateur et le siège de la soupape

▲ Figure 26 : Constats, interprétations et actions correctives suite au contrôle de la soupape de sécurité sanitaire

8.6.4. • Mitigeur thermostatique

Généralement, le mitigeur est placé après l'appoint, au départ de l'eau chaude vers les différents points de puisage. Il est réglé pour délivrer une eau à 60°C maximum. Aux points de puisages des salles de bains, cette température est limitée à 50°C maximum pour limiter les risques de brûlures.

Avant le contrôle du bon fonctionnement du mitigeur, il convient de s'assurer que la température de l'eau chaude sanitaire, en amont du mitigeur, est supérieure à la consigne réglée sur le mitigeur.

Le professionnel doit :

- relever la température de consigne réglée sur le mitigeur thermostatique ;
- noter cette valeur sur le document d'inspection et d'entretien ;
- mesurer la température de l'eau chaude sanitaire en aval du mitigeur thermostatique pendant un soutirage. La durée du soutirage doit être suffisante (1 minute minimum) pour obtenir un régime établi et constant de la température mesurée ;
- noter la valeur mesurée sur le document d'inspection et d'entretien.

La (Figure 27) présente les différents constats possibles ainsi que leur interprétation et les actions correctives associées.

Constats	Interprétation
La température mesurée est proche de la température de consigne à plus ou moins 3°C	Le mitigeur est en bon état de fonctionnement
La température mesurée est inférieure ou supérieure de 3°C à la température de consigne	Étalonner le mitigeur suivant les préconisations du fabricant ou mitigeur défectueux (hors contrat d'entretien)

▲ Figure 27 : Constats, interprétations et actions correctives suite au contrôle du mitigeur thermostatique



Pour changer le mitigeur thermostatique, le professionnel doit :

- arrêter l'eau froide à l'entrée de l'installation ;
- ouvrir un robinet de l'installation ;
- procéder au remplacement ;
- remettre le circuit en eau.

8.7. • Appoint

L'appoint est produit de différentes manières suivant l'énergie utilisée (bois, fioul, gaz, électricité). Le générateur existant est entretenu conformément aux réglementations en vigueur. Ces prestations ne sont pas traitées dans ce présent fascicule.

Il convient de vérifier le réglage d'enclenchement et de déclenchement de l'appoint. Le professionnel doit :

- augmenter la température de consigne d'enclenchement de l'appoint sur le régulateur et vérifier son démarrage ;
- revenir à la consigne d'origine ;
- baisser la température de consigne de déclenchement de l'appoint et son arrêt ;
- revenir à la consigne d'origine ;
- remettre la commande du circuit d'appoint en position automatique.

Si l'appoint électrique est asservi à des tranches tarifaires, il convient de vérifier la concordance des plages d'activation avec les plages horaires.

Si le chauffe-eau solaire est équipé d'un compteur d'énergie :

- effectuer les relevés du compteur d'énergie ;
- vérifier l'emplacement des sondes de température ;
- effectuer les relevés du compteur d'eau froide sanitaire ;
- noter la date du relevé ainsi que les valeurs (volume d'ECS en m³ et quantité d'énergie solaire produite en kWh) sur le cahier de suivi de l'installation ;
- vérifier l'évolution des compteurs depuis la dernière visite, identifier les causes d'un écart significatif.

Annexes

9



[ANNEXE 1] : Exemple de fiche d'état des lieux à établir avant tout contrat de maintenance

[ANNEXE 2] : Points de contrôle pour l'entretien de l'installation (liste non exhaustive)

ANNEXE 1 : EXEMPLE DE FICHE D'ÉTAT DES LIEUX À ÉTABLIR AVANT TOUT CONTRAT DE MAINTENANCE

La fiche d'état des lieux doit être annexée au contrat ou une référence doit être faite au document dans le contrat. Il faut que les deux soient liés d'une manière ou d'une autre.

FICHE D'ÉTAT DES LIEUX		Date :
Coordonnées installateur : Ets : Adresse : CP + ville :	Coordonnées propriétaire (ou représentant) : Nom : Adresse : CP + ville :	
Type d'installation solaire :		

Conformité des travaux d'installation			
	C	NC	Sans Objet
Critères généraux de choix des matériaux respectés (température, pression, compatibilité avec le liquide caloporteur)	☐	☐	☐
Installation des capteurs solaires			
Présence d'un dispositif adapté pour la traversée de toiture	☐	☐	☐
Préconisations de la notice de montage et/ou l'avis technique du procédé respectées	☐	☐	☐
Partie de la toiture terrasse, où sont installés les capteurs, considérée comme terrasse technique (zone technique)	☐	☐	☐
Ensemble support-capteur conforme aux règles NV 65 et N84	☐	☐	☐
Distance entre rangées de capteurs suffisante	☐	☐	☐
Raccordement conforme la notice de montage du fabricant	☐	☐	☐
Capteurs de type et de marque identiques	☐	☐	☐
Capteurs posés de manière identique (paysage ou portrait)	☐	☐	☐
Dispositif d'équilibrage			
Vanne sur le départ général, à proximité du champ de capteurs	☐	☐	☐
Vanne en aval de chaque batterie de capteurs	☐	☐	☐
Vanne au secondaire de l'échangeur solaire	☐	☐	☐
Vannes sécurisées	☐	☐	☐
Vannes d'isolement			
Batteries de capteurs équipées de vannes d'isolement verrouillables	☐	☐	☐
Système de purge et de dégazage			
Dispositif de purge mis en œuvre sur chaque batterie de capteurs	☐	☐	☐
Chaque point haut du circuit hydraulique équipé d'un dispositif de purge	☐	☐	☐
Les conduites sont équipées de dégazeur (ou séparateur d'air)	☐	☐	☐
Canalisations			
Mise à la terre des conduites (conformément à la NF C 15-100)	☐	☐	☐
Protection contre le gel			
Arrivée d'eau froide sur le circuit solaire proscrite	☐	☐	☐





Conformité des travaux d'installation			
	C	NC	Sans Objet
Présence d'un dispositif de remplissage et de vidange (au point bas)	☐	☐	☐
Le système d'expansion			
Capacité du système d'expansion suffisante	☐	☐	☐
Présence de dispositifs de purge et d'isolement	☐	☐	☐
Raccordement du vase sur le retour capteurs, à l'aspiration du circulateur	☐	☐	☐
Conditions de montage du vase respectées (raccordement par le haut, conduite non calorifugée et suffisamment longue ou utilisation d'un vase intermédiaire)	☐	☐	☐
La soupape de sécurité			
Soupape de sécurité raccordée à un réservoir de récupération (conformité du raccordement, de la décharge, de la capacité)	☐	☐	☐
Système anti-thermosiphon			
Si échangeur immergé, clapet au refoulement du circulateur	☐	☐	☐
Si échangeur extérieur, clapet sur le secondaire de l'échangeur (entre le ballon et l'entrée de l'échangeur)	☐	☐	☐
Circulateur(s)			
Circulateur solaire sur le retour capteurs (côté « froid »)	☐	☐	☐
Circulateur sanitaire en entrée du secondaire d'échangeur	☐	☐	☐
Vannes d'isolement en amont et aval des circulateurs	☐	☐	☐
Echangeur de chaleur solaire extérieur (si présent)			
Raccordement de l'échangeur extérieur en contre-courant	☐	☐	☐
Vannes d'isolement en entrées et sorties de l'échangeur	☐	☐	☐
Echangeur calorifugé	☐	☐	☐
Instruments de mesure et de contrôle			
Manomètre de contrôle 0-10 bar	☐	☐	☐
Dispositifs de mesure de débit (primaire et secondaire)	☐	☐	☐
Thermomètres en entrée et sortie d'échangeur (primaire et secondaire)	☐	☐	☐
Dispositif de prélèvement du liquide caloporteur	☐	☐	☐
Ballon(s) de stockage solaire			
Ballons raccordés en série et à contre-courant de la circulation d'ECS	☐	☐	☐
Dispositif de sécurité et de dégazage en partie haute	☐	☐	☐
Vanne de vidange et de chasse en partie basse	☐	☐	☐
Thermomètre en partie haute	☐	☐	☐
Si ballon émaillé, présence d'une protection de type anode	☐	☐	☐
Calorifugeage stockage, trappes de visite, piquages et conduite raccordement entre ballons	☐	☐	☐
Aucun clapet anti-retour placé entre les ballons solaires	☐	☐	☐
Sonde d'ensoleillement (si présente)			
Régulation par sonde d'ensoleillement si échangeur solaire extérieur	☐	☐	☐
Sonde installée dans le plan des capteurs solaires	☐	☐	☐
Sondes de température d'eau			
Présence d'huile ou de pâte thermique	☐	☐	☐
Sonde à plongeur inclinée d'un angle de 45 à 90°, en contre-courant du sens de circulation	☐	☐	☐
Elément sensible placé au centre de la canalisation	☐	☐	☐

Conformité des travaux d'installation			
	C	NC	Sans Objet
Compteur			
Compteur positionné sur le circuit d'eau froide	☐	☐	☐
Sens de raccordement du compteur respecté	☐	☐	☐
Mémorisation interne mensuelle des index	☐	☐	☐
Possibilité d'un report d'information (impulsionnel ou M-Bus)	☐	☐	☐
Télécontrôleur (si présent)			
Centrale fixée dans le coffret électrique de commande	☐	☐	☐
Protection par disjoncteur divisionnaire	☐	☐	☐
Câbles fixés sur chemins de câbles ou sous gaines PVC rigides	☐	☐	☐
Sécurité électrique			
Conformité de l'installation électrique générale (NFC 15 100)	☐	☐	☐
Présence des schémas électriques	☐	☐	☐
Masses métalliques reliées à la liaison équipotentielle principale	☐	☐	☐
Boucle de distribution d'ECS			
Température maximale de l'ECS respectée aux puisages	☐	☐	☐
Bouclage sanitaire assuré par l'appoint	☐	☐	☐





BILAN ÉTAT DE L'INSTALLATION			
Désignation	Bon	Mauvais	Réserves
PRÉSENCE DES DOCUMENTS :			
Système complet			
Armoire électrique			
Capteurs solaires			
Pompes, circulateurs			
Accessoires hydrauliques			
Ballon(s) solaire(s)			
Équipements de régulation			
ÉQUIPEMENTS INSTALLATION SOLAIRE			
Capteurs solaires			
Réseau hydraulique extérieur			
Sonde de température et/ou détecteur d'éclairement			
Liquide caloporteur			
Canalisations			
Pompe(s) de circulation primaire			
Echangeur de chaleur			
Vase d'expansion			
Soupape de sécurité			
Clapet anti-thermosiphon			
Instruments de mesure et de contrôle			
Le système de régulation			
Le suivi énergétique			
Les sondes de température			
Le compteur d'eau			
La sécurité électrique			
Le stockage solaire			
INSTALLATION SATISFAISANTE :	OUI : ☐	NON : ☐	
Installation non satisfaisante, défaut(s) majeur(s) constaté(s) :			
Signature du client		Signature du prestataire	

Commentaire

Si l'entreprise doit décrire les travaux à réaliser pour mettre en conformité l'installation, ils peuvent être d'une fourchette estimative des coûts à engager. Il s'agit pour l'entreprise d'assurer correctement son devoir de conseil.

Si des travaux de mise en conformité sont prévus, l'entreprise doit avant la prise d'effet du contrat d'entretien s'assurer que les travaux ont été réalisés, de manière correcte. Cela doit être consigné sur un constat de réalisation des travaux à annexer au contrat d'entretien.

ANNEXE 2 : POINTS DE CONTRÔLE POUR L'ENTRETIEN DE L'INSTALLATION (LISTE NON EXHAUSTIVE)

Le tableau suivant recense les opérations de contrôles et de vérifications qui doivent être menées durant l'entretien de l'installation. Ces données sont à comparer avec les valeurs de référence recueillies au moment de la mise au point de l'installation.

La liste d'opérations n'est pas exhaustive. Le nombre et le type d'intervention doivent être adaptés à l'installation, aux exigences du client et au niveau de prestation proposé par l'entreprise. Il est important d'adapter ces opérations et de les faire correspondre avec les recommandations des constructeurs.

Relevé des données utiles au contrôle de bon fonctionnement			
Heures de relevés			
Conditions atmosphériques			
Très clair	☐		
Clair	☐		
Nuageux	☐		
Pluvieux	☐		
Température du ballon de stockage solaire			
Température d'entrée du fluide primaire	[°C]		
Température de sortie du fluide primaire	[°C]		
Température d'entrée du fluide secondaire	[°C]		
Température de sortie du fluide secondaire	[°C]		
Température d'entrée du fluide primaire de l'échangeur de décharge	[°C]		
Température de sortie du fluide primaire de l'échangeur de décharge	[°C]		
Température de sortie de l'ECS au secondaire de l'échangeur de décharge	[°C]		
		Etat initial	Relevé
Pression du circuit primaire	[bar]		
Pression de gonflage du vase d'expansion (si présent)	[bar]		
Débit du fluide (circuits primaire et secondaire)	[l/h]		
Température de départ d'ECS	[°C]		
Relevé du compteur d'eau	[m³]		
Relevé du compteur d'énergie	[kWh]		

Vérifications et contrôles			
	C	NC	Observations
Elément extérieurs			
Etat des capteurs et des supports	☐	☐	
Fonctionnement des vannes d'arrêt	☐	☐	
Vanne d'isolement fermée si purgeur automatique	☐	☐	
Etat de la protection mécanique du calorifuge extérieur	☐	☐	
Position des vannes d'équilibrage	☐	☐	



Vérifications et contrôles			
Boucle solaire			
Contrôle de l'écoulement (ouverture) et de l'étanchéité (fermeture) de la soupape de sécurité	☐	☐	
Contrôle du liquide caloporteur (teneur en antigel et pH)	☐	☐	
Contrôle visuel du bon fonctionnement du(des) circulateur(s) (bruit, échauffement, vibration)	☐	☐	
Contrôle d'étanchéité des presse-étoupes / garniture du(des) circulateur(s)	☐	☐	
Contrôle d'étanchéité de l'échangeur de chaleur (si présent)	☐	☐	
Etat du calorifuge de l'échangeur de chaleur (si présent)	☐	☐	
Contrôle des pertes de charge de l'échangeur de chaleur (si présent)	☐	☐	
Absence de fuite ou de corrosion du vase d'expansion (si présent)	☐	☐	
Système de régulation			
Vérification du paramétrage de la régulation solaire	☐	☐	
Vérification du paramétrage de la régulation de la boucle technique (si installation en eau technique)	☐	☐	
Contrôle de la bonne tenue des sondes (position et connexions électriques)	☐	☐	
Stockage solaire			
Réalisation de chasses	☐	☐	
Contrôle de l'étanchéité des piquages	☐	☐	
Contrôle de l'état de la jaquette isolante	☐	☐	
Contrôle de l'anode visuel (démontage tous les 2 ans)	☐	☐	
Boucle en eau technique (si installation en eau technique)	☐	☐	
Contrôle d'étanchéité de l'échangeur de décharge	☐	☐	
Etat du calorifuge de l'échangeur de décharge	☐	☐	
Contrôle visuel du bon fonctionnement du circulateur de décharge (bruit, échauffement, vibration)	☐	☐	
Contrôle d'étanchéité des presse-étoupes / garniture du circulateur de décharge	☐	☐	
Contrôle électrique du circulateur de décharge	☐	☐	
Essai de fonctionnement du circulateur de décharge	☐	☐	
Essai de fonctionnement de la vanne à trois voies (si présente)	☐	☐	
Absence de fuite ou de corrosion du vase d'expansion	☐	☐	
Contrôle de l'écoulement (ouverture) et de l'étanchéité (fermeture) de la soupape de sécurité	☐	☐	
Sécurité électrique			
Recherche d'échauffements et de bruits anormaux	☐	☐	
Etat des contacteurs et des câbles	☐	☐	
Serrage des connexions	☐	☐	
Fonctionnement des organes de coupure et de protection	☐	☐	

PARTENAIRES du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) ;
- Association des industries de produits de construction (AIMCC) ;
- Agence qualité construction (AQC) ;
- Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB) ;
- Confédération des organismes indépendants de prévention, de contrôle et d'inspection (COPREC Construction) ;
- Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) ;
- Électricité de France (EDF) ;
- Fédération des entreprises publiques locales (EPL) ;
- Fédération française du bâtiment (FFB) ;
- Fédération française des sociétés d'assurance (FFSA) ;
- Fédération des promoteurs immobiliers de France (FPI) ;
- Fédération des syndicats des métiers de la prestation intellectuelle du Conseil, de l'Ingénierie et du Numérique (Fédération CINOVA) ;
- GDF SUEZ ;
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie ;
- Ministère de l'Égalité des Territoires et du Logement ;
- Plan Bâtiment Durable ;
- SYNTEC Ingénierie ;
- Union nationale des syndicats français d'architectes (UNSA) ;
- Union nationale des économistes de la construction (UNTEC) ;
- Union sociale pour l'habitat (USH).

Les productions du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.





Ces Recommandations professionnelles exposent les bonnes pratiques ainsi que les points de vigilance à respecter nécessaires à l'entretien et à la maintenance d'un chauffe-eau solaire collectif centralisé.

L'installation est autovidangeable ou avec capteurs remplis en permanence. Le stockage solaire est réalisé en eau chaude sanitaire ou en eau technique.

Les Recommandations présentent les actions d'entretien et de vérifications indispensables au bon fonctionnement de l'installation solaire. Les procédures de contrôle, les durées ainsi que les périodicités sont précisées pour chacune de ces actions. Pour chaque composant contrôlé et vérifié, un tableau synthétique présente les différents constats possibles, leurs interprétations et les actions correctives associées.

Les Recommandations ne concernent que les éléments en lien avec le chauffe-eau solaire. Les actions de maintenance obligatoires ou préconisées sur l'installation d'appoint doivent impérativement être réalisées en complément.

Ces Recommandations professionnelles se veulent pratiques. Elles mettent à disposition un exemple de fiche d'état des lieux à établir avant tout contrat de maintenance ainsi que les points de contrôle pour l'entretien de l'installation.



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

