



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
INDIVIDUALISÉE SOLAIRE**

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

OCTOBRE 2015

NEUF

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	7
2 - Références	8
2.1. • Références réglementaires	8
2.2. • Références normatives	9
2.3. • Autres documents	12
3 - Définitions	13
4 - Description des systèmes	15
4.1. • Principe général	15
4.2. • Installations solaires collectives individualisées avec capteurs remplis en permanence	16
4.3. • Installations solaires collectives individualisées autovidangeables	18
4.4. • Prévention des risques liés à l'eau chaude sanitaire	19
4.4.1. • Protection contre le risque de pollution par retour d'eau	19
4.4.2. • Protection contre le risque de pollution par le fluide caloporteur	20
4.4.3. • Prévenir les risques de brûlure	20
4.4.4. • Risque lié au développement des légionelles	22
5 - Validation de la solution technique	24
5.1. • Disposer d'une configuration de bâtiment adaptée	24
5.2. • Justifier de consommations d'eau chaude sanitaire importantes et stables	25
5.3. • Posséder un emplacement suffisant pour recevoir les ballons de stockage solaire	25
5.4. • Posséder une surface suffisante et optimale	26
5.4.1. • Inclinaison	26
5.4.2. • Orientation	27
5.4.3. • Masques	27
5.5. • Prendre en compte les spécificités du solaire	28
5.6. • Prévoir l'implantation du chantier	29
6 - Critères généraux de choix des matériaux utilisés pour l'exécution d'installations solaires	30
6.1. • Capteurs solaires	30
6.2. • Canalisations	30
6.3. • Isolation thermique	31
6.4. • Visseries	32
6.5. • Supportage des tuyauteries	32
6.6. • Purgeurs (uniquement pour les installations avec capteurs remplis en permanence)	33
6.7. • Organes de réglage	33
6.8. • Liquide caloporteur	33



6.9. • Dispositifs d'expansion (uniquement pour les installations avec capteurs remplis en permanence).....	34
6.10. • Soupape de sécurité	34
6.11. • Pompe de circulation.....	34
6.12. • Joints.....	35
6.13. • Echangeur de chaleur	35
6.14. • Ballons de stockage	35

7 - Estimation des consommations d'eau chaude sanitaire..... 37

8 - Conception et dimensionnement : principes généraux..... 40

8.1. • Points clés du prédimensionnement	40
8.1.1. • 1er critère : estimation des consommations d'ECS.....	40
8.1.2. • 2ème critère : définition du volume des ballons de stockage solaire.....	41
8.1.3. • 3ème critère : estimation de la surface de capteurs solaires	42
8.1.4. • 4ème critère : taux de couverture	43
8.1.5. • 5ème critère : productivité solaire	44
8.2. • Dimensionnement optimal	45

9 - Conception et dimensionnement de la boucle solaire..... 47

9.1. • Raccordement hydraulique des capteurs.....	47
9.2. • Dispositif d'équilibrage	48
9.3. • Canalisations	49
9.4. • Isolation thermique.....	50
9.5. • Vannes d'isolement.....	51
9.6. • Système de purge (cas des installations avec capteurs remplis en permanence)	51
9.7. • Système d'expansion (cas des installations avec capteurs remplis en permanence)	52
9.7.1. • Détermination de la pression de gonflage	53
9.7.2. • Détermination du volume du vase.....	53
9.8. • Soupape de sécurité	55
9.9. • Pompe de circulation	56
9.10. • Protection contre le gel.....	58
9.11. • Dispositif de remplissage, de vidange et de prélèvement	60
9.12. • Instruments de mesure et de contrôle	60
9.13. • Echangeur solaire extérieur intermédiaire (si présent).....	61
9.14. • Cas des installations autovidangeables	62
9.14.1. • Capteurs solaires.....	63
9.14.2. • Pénétrations	63
9.14.3. • Raccordement hydraulique des capteurs	63
9.14.4. • Raccords	63
9.14.5. • Vannes d'équilibrage	64
9.14.6. • Purges d'air et les séparateurs d'air.....	64
9.14.7. • Protection contre le gel	64
9.14.8. • Système d'expansion	64
9.14.9. • Soupape de sécurité	65
9.14.10. • Système évitant l'inversion du sens d'écoulement	65
9.14.11. • Pompe de circulation.....	65
9.14.12. • Réservoir de récupération.....	65

10 - Conception de la boucle de distribution..... 67

10.1. • Boucle générale de distribution des ballons de stockage.....	67
--	----



10.2. • Organes de réglage hydraulique	68
10.3. • Système évitant l'inversion du sens d'écoulement (cas des installations avec capteurs remplis en permanence)	69
11 - Stockages solaires individualisés	71
11.1. • Emplacement.....	71
11.2. • Isolation thermique	72
11.3. • Raccordement	73
11.4. • Stratification.....	73
11.5. • Equipements du ou des ballons de stockage solaire.....	74
11.6. • Appoint	75
12 - Le système de régulation.....	77
12.1. • Cas des installations avec capteurs remplis en permanence.....	77
12.2. • Spécificité des installations autovidangeables.....	78
13 - Le suivi énergétique.....	80
13.1. • Contrôle de l'état de fonctionnement de l'installation.....	80
13.2. • Contrôle de bon fonctionnement de l'installation.....	81
13.2.1. • Energie solaire mesurée.....	81
13.2.2. • Indicateurs suivis.....	81
13.2.3. • Contrôle de bon fonctionnement simplifié.....	82
13.2.4. • Contrôle de bon fonctionnement détaillé	82
13.2.5. • Instrumentation	82
13.2.6. • Plans de comptage	83
14 - Raccordements électriques.....	86

Domaine d'application

1



Ces Recommandations professionnelles ont pour objet de fournir les prescriptions techniques pour la conception et le dimensionnement d'installations solaires collectives individualisées destinées à la production d'eau chaude sanitaire, désignées chauffe-eau solaire individualisé (CESCI).

Elles traitent de la conception et du dimensionnement :

- 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(s) réservoir(s) de stockage collectif par l'intermédiaire d'un échangeur intégré ou non au réservoir. La circulation est forcée. Le circuit est auto-vidangeable ou non ;
- des réservoirs individuels de stockage,
- du système de régulation solaire ;
- du système d'appoint pour la production d'eau chaude sanitaire.

Ces Recommandations 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, 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.

2

Références



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 (ERP).
- 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 ».
- 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) (ERP)



- 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 60335-1 : Mai 2003, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 1 : Prescriptions générales.
- NF EN 60335-1 : 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 : 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.
- DTU 43.1 : Travaux de bâtiment Etanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques.
- NF DTU 60.1 : Plomberie sanitaire pour bâtiments.
- NF DTU 45.2 : Isolation thermique des circuits, appareils et accessoires de – 80 à + 650°C Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques.
- 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 : Travaux de bâtiment — Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et d'eaux pluviales.
- NF DTU 65.11 : Travaux de bâtiment Dispositifs de sécurité des installations de chauffage central concernant le bâtiment.
- NF DTU 65.12 : Réalisation d'installations solaires thermiques avec des capteurs vitrés – Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types.
- NF DTU 65.12 : Réalisation d'installations solaires thermiques avec des capteurs vitrés – Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux.
- Règles N 84 : Action de la neige sur les constructions.
- Règles NV 65 : Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes.
- DTU 20.12 : Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité.



- DTU 43.1 : 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

- Méthode de calcul Titre V RT2005 CESC parapluié – Arrêté du 13 décembre 2011 relatif à l'agrément de la demande de titre V relative à la production d'eau chaude sanitaire solaire en configuration de type collectif individualisé (CESC) parapluié avec appoint intégré électrique ou gaz ou séparé gaz.
- Schémathèque SOCOL : Production d'eau chaude sanitaire solaire thermique collective – Schémas de Principes.
- Guide pour le commissionnement des installations solaires collectives pour la production d'eau chaude sanitaire – SOCOL – 2015.
- 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.
- Production d'eau chaude sanitaire par énergie solaire – Guide de conception des installations solaires collectives – ADEME, Gaz de France, EDF – 2010.
- Maîtrise du risque de développement des légionelles dans les réseaux d'eau chaude sanitaire – Guide Technique CSTB.
- La nouvelle réglementation parasismique applicable aux bâtiments dont le permis de construire est déposé à partir du 1^{er} mai 2011 – Janvier 2011.
- Guide de rédaction du cahier des charges techniques de consultation à destinations de la Maîtrise d'œuvre – Juin 2007 – Guide Technique CSTB.
- Guide d'application de la réglementation parasismique : Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti – Justifications parasismiques pour le bâtiment « à risque normal ».

Définitions

3



Générateur d'appoint

Appareil de chauffage de l'eau qui a été préalablement préchauffée par le solaire. Son rôle est de porter celle-ci à une température de consigne donnée. Il rend le service de chauffage de l'eau sanitaire.

Volume de stockage

Il est destiné à stocker l'énergie solaire produite par l'installation solaire.

Capteur plan

Capteur solaire sans concentration, présenté sous forme d'un coffre contenant un isolant et un collecteur, et dans lequel circule un fluide caloporteur qui permet d'évacuer la chaleur captée par le collecteur.

Batterie de capteurs

Ensemble de capteurs étroitement raccordés en série, en parallèle ou en série/parallèle et possédant une entrée et une sortie hydraulique.

Champ de capteurs

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

Capteur solaire indépendant sur support

Est dit indépendant, un capteur solaire installé sur un support, n'assurant ni la fonction de couverture, ni celle de parement extérieur. Il est également appelé capteur en surimposition.

Capteur solaire semi-incorporé en toiture

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

Capteur solaire incorporé en toiture

Est dit incorporé, un capteur solaire assurant la fonction de couverture ou de parement extérieur.

Boucle de captage

Circuit comprenant des capteurs, des tuyauteries, une ou plusieurs pompes de circulation et un échangeur. Il sert au transport de la chaleur extraite des capteurs vers le réservoir de stockage.

Installation avec capteurs remplis en permanence

Installation dans laquelle les capteurs sont toujours pleins de liquide caloporteur (NF EN ISO 9488). Appelée ainsi par opposition avec une installation autovidangeable.

Installation à capteurs autovidangeables

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

Installation à circulation forcée

Installation dans laquelle une pompe de circulation est utilisée pour faire circuler le fluide caloporteur dans les capteurs.

Chauffe-eau solaire collectif individualisée (CESCI)

Une boucle primaire chauffée par les capteurs solaires est distribuée dans les différents appartements et les dispositifs de stockage solaires localisés individuellement dans chaque appartement.

Boucle de distribution parapluie

La boucle primaire chauffée par les capteurs solaires est distribuée directement depuis la toiture ou les combles. Elle est distribuée individuellement et verticalement, les ballons dans chaque logement étant à l'aplomb les uns des autres.

Boucle de distribution horizontale

La boucle primaire chauffée par les capteurs solaires descend dans une gaine technique (palrière) et alimente par le palier chaque appartement individuellement et de manière horizontale.

4

Description des systèmes



4.1. • Principe général

Un chauffe-eau solaire collectif est un procédé solaire participant, en partie, à la couverture des besoins d'eau chaude sanitaire d'un bâtiment. Les installations solaires 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 CESCOI ;
- individualisé (production d'appoint et stockage solaire individualisés) désignées CESCII.

Commentaire

De par leurs spécificités de conception, de dimensionnement et de mise en œuvre, les installations de type CESC sont traitées indépendamment et font l'objet de Recommandations professionnelles spécifiques. Les installations de type CESCOI 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.

Comparativement à une installation solaire collective centralisée (CESC), le CESCII se caractérise par :

- une production solaire centralisée, située généralement en toiture ;
- un stockage solaire et une production d'appoint individualisés, placés dans chaque logement ;
- l'absence de réseau de distribution d'eau chaude sanitaire collective.

Un chauffe-eau solaire collectif individualisé se compose :

- de capteurs solaires : ils assurent la transformation du rayonnement solaire en chaleur et la transfère au liquide caloporteur ;
- d'une boucle de transfert : elle assure le transport de l'énergie solaire récupérée depuis les capteurs solaires vers les ballons de stockage présents dans chaque logement. L'échange de chaleur est réalisé le biais d'un échangeur de chaleur noyé en partie basse de chaque ballon de stockage. La boucle de transfert comporte notamment la pompe de circulation, un échangeur à plaques (éventuel) et la régulation associée ;
- de ballons de stockage individuels dans chaque appartement : ils maintiennent l'eau chaude sanitaire en température en vue de sa future utilisation. Ils intègrent ou non l'appoint.

Commentaire

La distribution solaire peut être équipée d'un échangeur à plaques extérieur intermédiaire si la contenance du réseau en liquide glycolé est jugée trop importante.

L'alimentation de chaque logement est de type parapluie (ou pieuvre). Elle est réalisée directement depuis la toiture ou les combles via des nourrices aller et retour qui regroupent respectivement un nombre de départs et retours égal au nombre d'appartements à desservir : il existe un circuit aller et un circuit retour par logement.

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.



Les présentes Recommandations professionnelles ne traitent pas des installations de chauffe-eau solaires collectifs individualisés avec distribution par gaine technique (palière) alimentant par le palier chaque appartement individuellement et de manière horizontale.

4.2. • Installations solaires collectives individualisées 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.

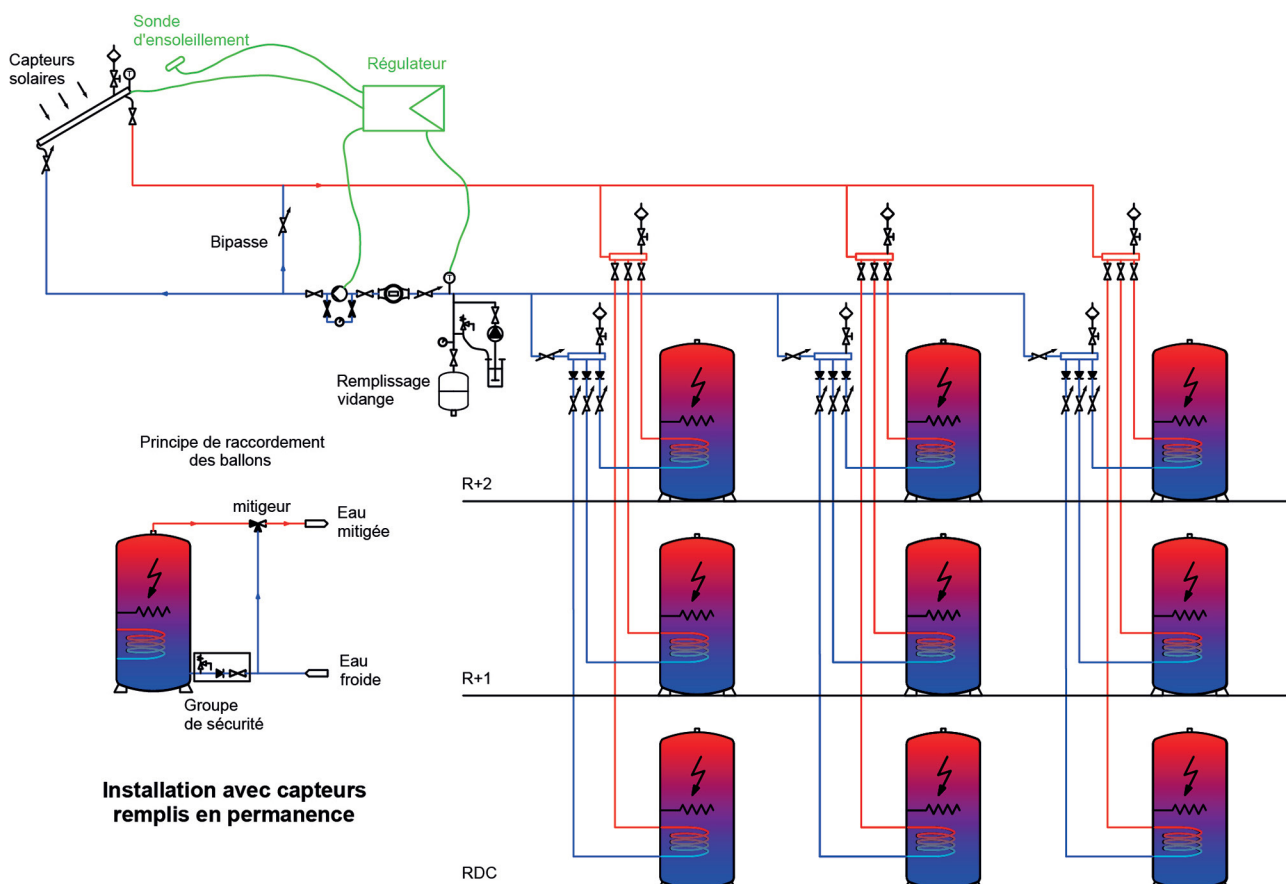
Les installations pressurisées requièrent la présence de différents éléments assurant notamment la sécurité de l'installation : soupape de sécurité, système d'expansion, purgeurs d'air au niveau des capteurs solaires ou encore système anti-thermosiphon.

On donne (Figure 1), le schéma de principe d'un chauffe-eau solaire collectif individualisé avec capteurs remplis en permanence. L'appoint est électrique et intégré dans les ballons bi-énergie situés dans chaque logement.

Commentaire

Seule la configuration avec appoint électrique intégré est représentée sur la (Figure 1). Il peut également être de type :

- appoint gaz intégré dans le ballon bi-énergie de chaque logement par échangeur tubulaire raccordé en partie supérieure du ballon à une chaudière instantanée ou semi-instantanée ;
- appoint gaz constitué par une colonne solaire ou par une chaudière individuelle instantanée ou semi-instantanée séparée du ballon solaire, montée en série et en aval du ballon solaire, et dans chaque logement.



▲ Figure 1 : Schéma de principe d'un chauffe-eau solaire collectif individualisé avec une configuration de type parapluie, capteurs remplis en permanence et appoint par résistance électrique



4.3. • Installations solaires collectives individualisées 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

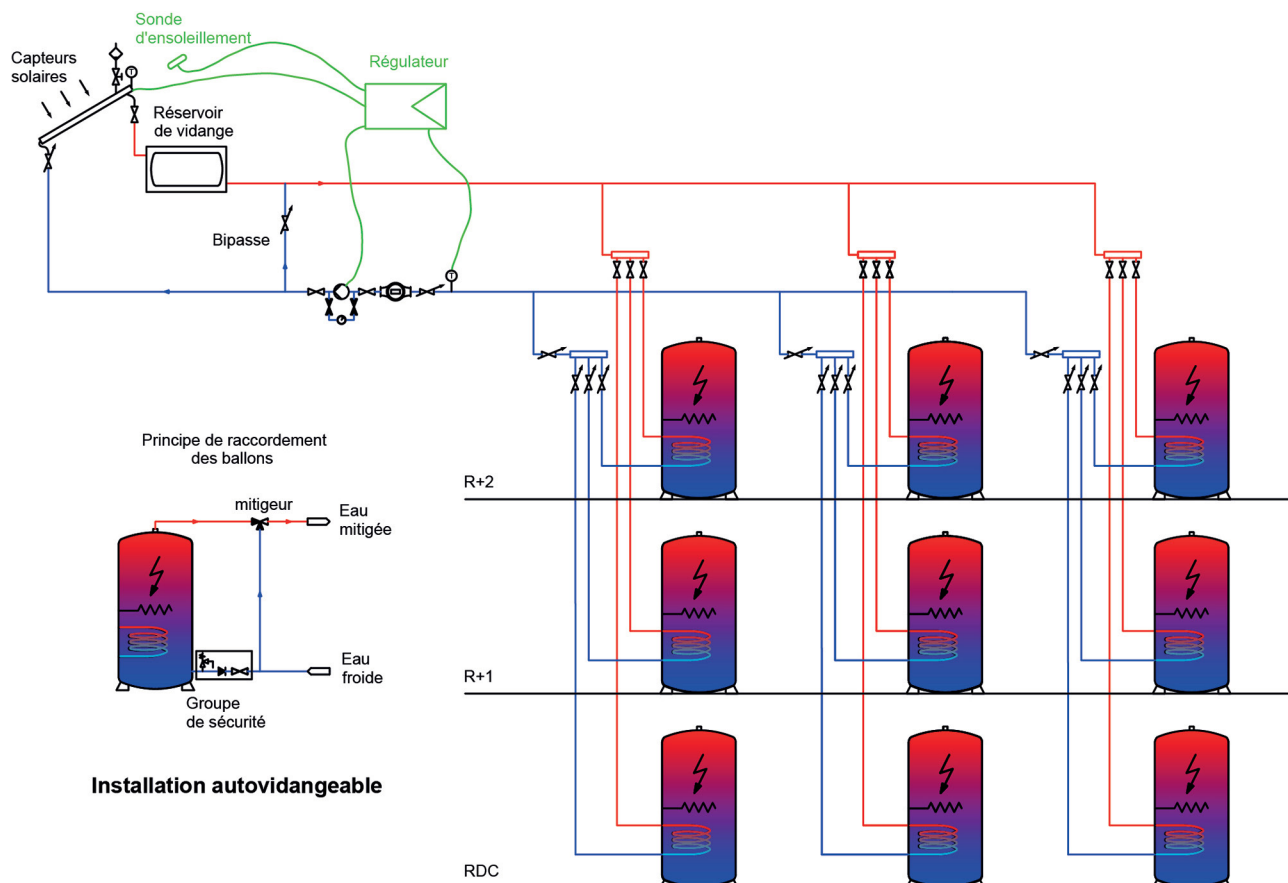
Pour des applications collectives, la technique d'autovidange se traduit par l'utilisation d'un volume de réserve de type réservoir de vidange.

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 du circuit solaire suffisante, des joints adaptés et une mise en service spécifique.

On donne (Figure 2), le schéma de principe d'un chauffe-eau solaire collectif autovidangeable. L'appoint est électrique et intégré dans les ballons bi-énergie situés dans chaque logement.



▲ Figure 2 : Schéma de principe d'une installation solaire collective individualisée autovidangeable et appoint électrique intégré dans le ballon bi énergie

4.4. • Prévention des risques liés à l'eau chaude sanitaire

4.4.1. • Protection contre le risque de pollution par retour d'eau

Les installations ne doivent pas être susceptibles d'engendrer une contamination des eaux potables à l'occasion de phénomènes de retour d'eau, comme stipulé dans le Code de la Santé Publique et le Règlement Sanitaire Départemental Type (RSDT). Ainsi, l'alimentation en eau des appareils de production d'ECS et de traitement d'eau doivent être protégées contre tout retour, comme le précise le RSDT. Le RSDT indique également que les canalisations de rejet de ces appareils doivent comporter une rupture de charge par mise à l'air libre.

Les règles générales permettant de déterminer les ensembles de protection à installer contre la pollution par retour d'eau sont spécifiées dans les normes NF DTU 60.1 P1-1-1 et NF EN 1717. Des tableaux indiquant les ensembles de protection à prévoir, dans les cas les plus courants, figurent, par ailleurs, dans le guide technique de conception des réseaux d'eau édité sous l'égide du Ministère de la Santé.

De nombreux ensembles de protection EA sont à prévoir sur l'installation : après le compteur général et à l'entrée de chaque appartement notamment. Un ensemble EA ne correspond pas uniquement à un clapet de non-retour contrôlable mais inclut également une vanne en amont pour permettre son contrôle.

4.4.2. • Protection contre le risque de pollution par le fluide caloporteur

Des précautions doivent être également prises pour limiter les risques de contamination dans le cas d'une perforation d'un échangeur produisant de l'eau chaude sanitaire, conformément au Règlement Sanitaire Départemental Type (article 16.9). L'instruction technique pour la réalisation et l'installation des dispositifs de traitement thermique de l'eau potable de décembre 1982 précise les règles à respecter.

Dans le cas d'une production d'eau chaude sanitaire assurée par un échangeur à simple paroi entre le liquide caloporteur et l'eau chaude sanitaire, le liquide caloporteur et ses additifs doivent être autorisés. Si le fluide caloporteur et ses additifs ne sont pas autorisés pour cet usage, deux échangeurs ou un échangeur double paroi sont alors nécessaires.

Les avis favorables sur les produits émis par l'ANSES sont disponibles sur le site Internet www.anses.fr.

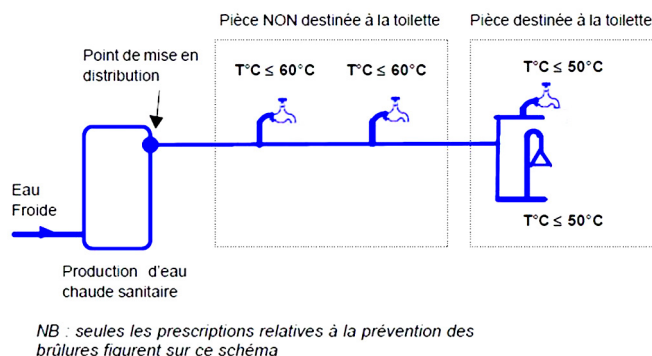
4.4.3. • Prévenir les risques de brûlure

L'arrêté du 30 novembre 2005 a modifié l'article 36 de l'arrêté du 23 juin 1978 afin de prévenir les risques liés aux légionelles et les risques liés aux brûlures dans les installations fixes destinées à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou locaux recevant du public.

Ce dernier impose une température maximale aux points de puisage :

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

La (Figure 3) illustre les différents niveaux de températures imposés l'arrêté du 30 novembre 2005 et par la circulaire interministérielle DGS du 3 avril 2007.



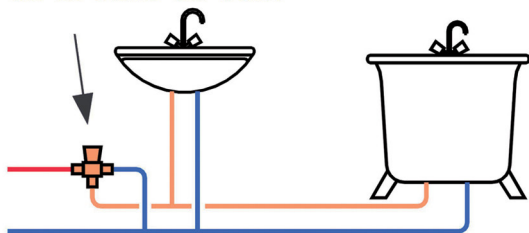
▲ Figure 3 : Prescriptions visant à prévenir le risque de brûlure aux points de puisage

Afin de limiter la température de distribution, un limiteur de température en sortie du système de production d'eau chaude sanitaire, conforme aux exigences techniques du document technique 8 « Limitateurs de température ECS » de la marque NF « Robinetterie de réglage et de sécurité », doit être installé à la sortie du dispositif de stockage.

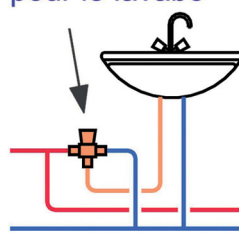
L'eau chaude sera limitée à 60°C en sortie du système de production et limitée à 50°C en amont des pièces destinées à la toilette.

Les dispositifs de limitation de température en amont des pièces destinées à la toilette sont placés, de préférence, le plus près possible des points de puisage de manière à minimiser les longueurs des canalisations parcourues par de l'eau à des températures inférieures à 50°C . Différentes solutions existent comme le montre la (Figure 4).

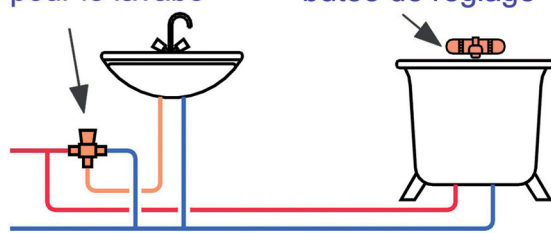
Limiteur de température en aval des points de puisage de la salle de bain



Limiteur de température pour le lavabo



Mitigeur thermostatique bain/douche avec butée de réglage



▲ Figure 4 : Exemples de dispositifs permettant de limiter les températures dans les salles de bain

Commentaire

Les limiteurs de température sont dotés tout comme les mitigeurs thermostatiques d'une cartouche de régulation. Contrairement aux mitigeurs monocommande avec une butée de réglage qui peuvent aussi être utilisés, ces appareils permettent de maintenir une température constante même si les températures, les pressions et les débits d'eau froide et d'eau chaude varient. Les mitigeurs thermostatiques NF classés C3 dispose d'une limitation de température à 50°C .



Le professionnel doit s'assurer que la température maximale de l'eau chaude sanitaire soit respectée aux points de puisage, quelque soit la configuration de l'installation de production d'eau chaude sanitaire.

4.4.4. • Risque lié au développement des légionelles

L'arrêté du 30 novembre 2005 précise que : « Afin de limiter le risque lié au développement des légionelles dans les systèmes de distribution d'eau chaude sanitaire sur lesquels sont susceptibles d'être raccordés des points de puisage à risque, les exigences suivantes doivent être respectées pendant l'utilisation des systèmes de production et de distribution d'eau chaude sanitaire et dans les 24 heures précédant leur utilisation :

- lorsque le volume entre le point de mise en distribution et le point de puisage le plus éloigné est supérieur à 3 litres, la température de l'eau doit être supérieure ou égale à 50 °C en tout point du système de distribution, à l'exception des tubes finaux d'alimentation des points de puisage. Le volume de ces tubes finaux d'alimentation est le plus faible possible, et dans tous les cas inférieur ou égal à 3 litres. Le tableau (Figure 5) indique les longueurs à partir desquelles le volume de 3 litres est atteint, pour différentes canalisations en cuivre et en polyéthylène ;
- lorsque le volume total des équipements de stockage est supérieur ou égal à 400 litres, l'eau contenue dans les équipements de stockage, à l'exclusion des ballons de préchauffage, doit :
 - être en permanence à une température supérieure ou égale à 55°C à la sortie des équipements ;
 - ou être portée à une température suffisante au moins une fois par 24 heures. Les durées minimales d'élévation quotidienne de la température à respecter sont données dans le tableau (Figure 6). »

Matériau	Diamètre extérieur/ épaisseur en (mm)	Diamètre intérieur en (mm)	Contenance en litres d'eau par mètre	Longueurs de cana- lisations en mètre correspondant à un volume de 3 litres
Cuivre	12 x 1	10	0,079 l	38 m
	14 x 1	12	0,113 l	27 m
	15 x 1	13	0,133 l	23 m
	16 x 1	14	0,154 l	19 m
	18 x 1	16	0,201 l	15 m
	22 x 1	20	0,314 l	10 m

Matériau	Diamètre extérieur/ épaisseur en (mm)	Diamètre intérieur en (mm)	Contenance en litres d'eau par mètre	Longueurs de cana- lisations en mètre correspondant à un volume de 3 litres
PER	12 x 1,1	9,8	0,075 l	40 m
	16 x 1,5	13	0,133 l	23 m
	20 x 1,9	16,2	0,206 l	15 m
	25 x 2,3	20,4	0,327 l	9 m

▲ Figure 5 : Longueurs de canalisations correspondant à un volume de 3 litres

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

▲ Figure 6 : Durée minimale d'élévation quotidienne de la température de l'eau dans les équipements de stockage, à l'exclusion des ballons de préchauffage



Vis-à-vis du risque lié au développement des légionelles, les installations de type CESCO ne sont généralement pas concernées par l'arrêté du 30 novembre 2005. Le volume de stockage à considérer étant celui figurant dans chaque logement individuellement, le volume total des équipements de stockage maximal de 400 litres est généralement respecté.

Néanmoins, lorsque le volume total des équipements de stockage (final et de préchauffage) par logement est supérieur ou égal à 400 litres, l'eau en sortie d'appoint doit être en permanence à une température supérieure à 55°C ou portée à une température suffisante – au sens de l'arrêté du 30 Novembre 2005 – au moins une fois par 24 heures.

Dans tous les cas, adopter une température de consigne de production entre 55 et 60°C pour limiter les risques microbiologiques. Au-delà, les risques de brûlures, d'entartrage et les consommations sont accrus.

Le volume entre le point de mise en distribution (en sortie des appoints individuels) et le point de puisage le plus éloigné est dans la majorité des cas inférieur à 3 litres. La mise en œuvre d'un système de type bouclage pour le maintien en température n'est donc généralement pas nécessaire.

Validation de la solution technique

5



Ce chapitre présente les spécificités d'une solution solaire pour la production d'eau chaude sanitaire.

5.1. • Disposer d'une configuration de bâtiment adaptée

Les bâtiments visés pour l'installation d'un CESCOI doivent, de par leur compacité, engendrer une longueur totale limitée de canalisations entre les capteurs solaires et les ballons dans chaque logement. L'installation d'un chauffe-eau solaire collectif individualisé est donc adaptée aux bâtiments d'habitation présentant moins de 50 logements (soit entre 70 et 100 m² de capteurs solaires installés).

Commentaire

Au-delà de 50 logements, le bâtiment peut présenter un nombre d'étages et/ou une surface par étage important rendant complexe et onéreuse l'installation d'un chauffe-eau solaire collectif individualisé.

Dans la configuration CESCOI de type parapluie, les ballons situés dans chaque logement doivent être à l'aplomb (à la verticale) les uns des autres, l'alimentation de chaque logement étant réalisée individuellement et verticalement. Une « gaine solaire » peut être créée et ainsi limiter les longueurs de canalisations horizontales au niveau des logements et l'espace nécessaire au passage des réseaux entre toiture et logements.

La « gaine solaire » peut être la gaine de ventilation primaire nécessaire aux sanitaires. Lors de sa conception, cette gaine peut être dimensionnée pour accueillir plusieurs canalisations solaires correspondant aux allers/retours des différents niveaux et ce, au-delà de l'aération elle-même.



L'ensemble des équipements nécessaires au bon fonctionnement de l'installation solaire (pompe de circulation, vase d'expansion ou bouteille de récupération, organes de réglage et de purge) peuvent être mis en œuvre dans les combles ou à l'extérieur, mais sous abri (sous une batterie de capteurs par exemple ou sous un appentis).



La faisabilité d'une installation de type CESCO est conditionnée par l'accessibilité des organes de purge et de réglage. Une configuration dite en parapluie permet à ces organes d'être accessibles en toiture.

5.2. • Justifier de consommations d'eau chaude sanitaire importantes et stables

Pour être performante, une installation solaire doit être préconisée pour des applications justifiant de consommations d'eau chaude sanitaire suffisantes et régulières tout au long de l'année.

Les projets ne répondant pas à ces critères de régularité et de niveau de consommation doivent être exclus ou intégrer les précautions nécessaires au bon fonctionnement de l'installation solaire (choix d'une solution autovidangeable notamment pour des consommations irrégulières à certaines périodes de l'année).

Le concepteur doit évaluer au mieux ces consommations d'eau chaude sanitaire ainsi que le profil annuel de puisage. Pour l'estimation des consommations, le concepteur peut :

- idéalement, mesurer la consommation d'eau chaude et le profil de puisage réels du bâtiment concerné (cas d'installation existante) ;
- se baser sur des ratios de consommation empiriques. Le profil annuel de puisage étant quand à lui approché à partir de statistiques de consommations de bâtiments existants similaires (voir chapitre « Evaluation des besoins en eau chaude sanitaire » du présent document).

5.3. • Posséder un emplacement suffisant pour recevoir les ballons de stockage solaire

Les ballons de stockage solaire sont mis en œuvre dans chaque appartement. Leurs volumes sont généralement compris entre 100 et 400 litres (en fonction du type de logement, de l'appoint et de l'abonnement tarifaire). L'emprise au sol à prévoir dans chaque appartement est de l'ordre de 1 m². Cette emprise considère l'encombrement du ballon, l'épaisseur de l'isolant, le raccordement des canalisations et l'accessibilité pour l'entretien. Une hauteur sous plafond d'environ 1,80 m doit être prévue pour les volumes les plus importants.



La masse du ballon ne doit pas dépasser la charge utile du plancher.

Commentaire

Si l'espace disponible dans les appartements n'est pas suffisant pour installer les ballons, le dimensionnement de l'installation peut être repris. Les volumes des ballons sont choisis en regard de la surface disponible dans chaque appartement. La surface de capteurs est adaptée aux volumes de stockage solaire retenus.

5.4. • Posséder une surface suffisante et optimale

La surface disponible pour la mise en place du champ de capteurs solaires doit être suffisante et optimale. Elle doit être correctement orientée ($\pm 45^\circ$ par rapport au Sud) et sans effet majeur d'ombrage sur les capteurs.

L'emplacement choisi doit permettre un ensoleillement optimal adapté au profil annuel de puisage (quand cela est possible). Trois facteurs sont à prendre en compte :

- l'inclinaison ;
- l'orientation ;
- l'absence de masques (ombres portées sur les capteurs).



En cas de surface disponible pour la mise en œuvre des capteurs insuffisante, un projet solaire peut être viable. La part des besoins d'eau chaude sanitaire couverts par le solaire sera moindre mais la performance énergétique de l'installation sera meilleure.

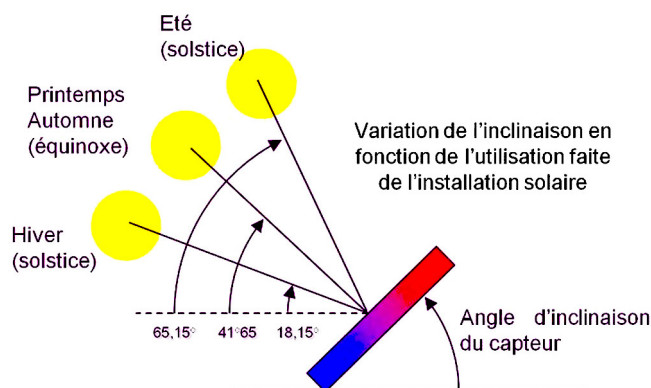
5.4.1. • Inclinaison

La puissance reçue par les capteurs est maximale lorsque le rayonnement solaire est perpendiculaire au plan du capteur. Or, la hauteur du soleil par rapport à l'horizontale varie au cours de la journée et au cours de l'année (Figure 7).

L'inclinaison optimale du capteur dépend du type d'utilisation de l'installation solaire. Pour la production d'eau chaude sanitaire (besoin annuel), l'inclinaison optimale est la latitude du lieu à laquelle l'installation se trouve (autour de 45° en France). Néanmoins la fourchette pour l'inclinaison tolérable est étendue. Entre 30° et 60° , les performances ne sont que peu impactées. Pour d'autres valeurs d'inclinaison, une étude est nécessaire.



Quand les capteurs sont disposés en toiture inclinée, ils doivent respecter la pente du toit afin de limiter la prise au vent et l'accumulation des charges de neige. Pour une production d'eau chaude sanitaire annuelle, quelles que soient les régions, la pente du toit, s'il est bien orienté, est adaptée.



▲ Figure 7 : Hauteur du soleil par rapport à l'horizontale au cours de la journée et de l'année (exemple pour Strasbourg avec une latitude de 48°35')

5.4.2. • Orientation

L'orientation du capteur par rapport aux points cardinaux influe sur l'énergie thermique fournie par ce dernier. L'orientation Sud du champ des capteurs est idéale.

En pratique, autour de la position optimale (sud en France métropolitaine), une plage d'orientation admissible de plus ou moins 45° par rapport au sud peut être tolérée.



Pour toute orientation ne justifiant pas ces conditions d'implantation des capteurs, l'entreprise doit justifier de l'intérêt économique et technique de l'installation solaire par le calcul ou par un accord écrit du client.

5.4.3. • Masques

Une bonne orientation et une bonne inclinaison ne suffisent pas à garantir un ensoleillement optimal. Il convient de vérifier que des obstacles proches ou lointains (arbres, bâtiments, horizon) ne viennent pas ou peu masquer les capteurs solaires et pénaliser la production solaire de l'installation.

Pour un bâtiment neuf, la zone d'implantation des capteurs n'existant pas au moment de l'étude, il convient de réaliser l'étude des masques par le calcul, à partir des plans de masse, des plans d'élévation de façade et des relevés fait sur le site pour tous les autres masques proches ou lointains.

Pour une installation de capteurs en toiture terrasse (batteries de capteurs posés sur châssis et disposées en bandes parallèles), les différentes rangées de capteurs ne doivent pas se porter mutuellement ombrage. Il convient de respecter une distance minimale (D) entre chaque rangée définie par la relation suivante :

$$D = L \cdot ((\sin \gamma / \tan \epsilon) + \cos \gamma)$$

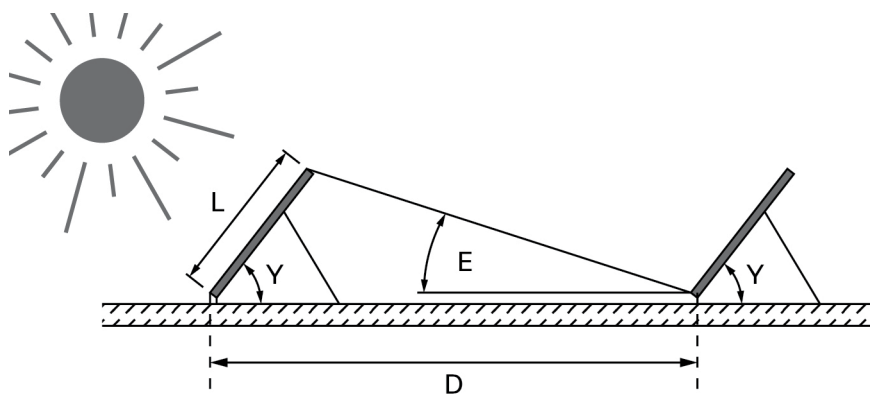
Avec :

- D : distance minimale entre rangées ;
- L : longueur verticale des capteurs solaires ;
- γ : angle d'inclinaison des capteurs par rapport à l'horizontale ;
- ϵ : angle d'incidence minimal du rayonnement solaire.

Commentaire

La distance D entre chaque rangée de capteurs doit permettre d'obtenir l'absence d'ombrage lorsque la hauteur du soleil dépasse 25° par rapport à l'horizontale (angle d'incidence ϵ du rayonnement solaire)

On donne (Figure 8) une représentation des différents indicateurs nécessaires au calcul de la distance minimale à respecter entre chaque rangée de capteurs.



▲ Figure 8 : Visualisation des indicateurs nécessaires à la détermination de la distance minimale D à respecter entre les rangées de capteurs solaires

5.5. • Prendre en compte les spécificités du solaire

Les niveaux de température et de pression ainsi que les agents atmosphériques (pluie, UV, gel) doivent être pris en compte :

- pour tous les équipements situés sur le circuit en entrée de capteurs, la plage de température de fonctionnement généralement considérée est de -10 à +120°C ;
- pour les purgeurs d'air en sortie de capteurs (si présents dans les systèmes avec capteurs remplis en permanence), la plage



de température de fonctionnement considérée est généralement de -10 à 150°C minimum ;

- la pression maximale pour le circuit de capteurs dépend de la pression de tarage de la soupape de sécurité installée ;
- s'assurer de la compatibilité des équipements installés avec le liquide caloporteur utilisé.



Attention aux risques de brûlures si les capteurs solaires sont facilement accessibles.

5.6. • Prévoir l'implantation du chantier

Pour la pose de capteurs en toiture, une intervention pour la préparation du chantier doit être prévue. Elle prend en compte la manipulation des capteurs et de leurs accessoires.

Toutes dispositions sont prises pour éviter les risques de vandalisme pour les équipements entreposés sur le chantier.

Les travaux en hauteur nécessitent le respect des règles de sécurité (utilisation de nacelle, échafaudage). Lors de la première visite, il est indispensable de relever tous les détails qui ont une influence sur le matériel à prévoir.



Tout travail réalisé avec risque de chute dans le vide doit être sécurisé avec la mise en place d'un système de protection contre les chutes (Art. L. 233-13-20 du Code du Travail).

La présence de plusieurs corps d'état peut amener à une utilisation partagée des équipements de sécurité. La responsabilité propre de chaque entreprise reste engagée.



Si une entreprise utilise du matériel mis en œuvre par une autre entreprise, les modalités d'utilisation doivent être définies au préalable.

Critères généraux de choix des matériaux utilisés pour l'exécution d'installations solaires

6



Ce chapitre a pour objet de fixer les critères généraux de choix des matériels utilisés pour l'exécution d'installations solaires pour la production d'eau chaude sanitaire.



Les critères généraux de choix des matériaux doivent être conformes aux prescriptions de la NF DTU 65.12 P1-2.

6.1. • Capteurs solaires

Les deux certifications existantes en Europe pour les capteurs solaires sont les marques SolarKeymark et CSTBat Procédés solaires. L'Avis Technique, qui valide entre autre la durabilité et la mise en œuvre, est associé à la marque CSTBat Procédés solaires. Pour des implantations à proximité de la mer ou dans des atmosphères spécifiques (implantation à proximité d'activités rejetant des produits agressifs) l'utilisation de matériaux facilement corrodables devra être proscrite.

6.2. • Canalisations

Dans le cas d'installation avec capteurs remplis en permanence, la température et la pression maximales de service des canalisations doivent être supérieures à la température de stagnation (spécifiée par le fabricant des capteurs) et la pression maximale de service (fonction de la pression de tarage de la soupape sécurité retenue).

Dans le cas d'installations autovidangeables, la température maximale pouvant être atteinte dépend du réglage du régulateur. La pression de service maximale est plus faible que pour les installations

avec capteurs remplis en permanence, elle dépend uniquement de la hauteur statique générée par le volume de fluide.

Les matériaux constitutifs des canalisations doivent être compatibles avec le liquide caloporteur afin d'éviter les désordres électrolytiques (effet de pile).

Matériaux recommandés

Le cuivre est utilisable dans la plupart des cas. La conformité avec la NF EN 1057 et/ou NF EN12449 est nécessaire.

L'inox 304 L ou 316 L nécessitent des soudures spécifiques. L'inox annelé est utilisable, mais implique des pertes de charges importantes. La purge de réseaux réalisés à l'aide de ce matériau est particulièrement délicate, notamment sur les longueurs horizontales. Les réseaux annelés nécessitent un temps de purge important, de manière à laisser les bulles prisonnières des anneaux remonter en points hauts et évacuées.

Les matériaux de synthèse présentent généralement des incompatibilités de températures avec les conditions de fonctionnement normales du liquide caloporteur. Cependant, dans le cas où un matériau remplirait les conditions nécessaires (tenue en température, en pression, mécanique, facilité de purge, compatibilité avec d'autres matériaux du réseau, pérennité – liste non exhaustive), il peut être utilisé.

Matériaux à proscrire

L'acier galvanisé est proscrit. Au delà de 60°C, une réaction chimique se produit avec le glycol et développe un potentiel d'électrolyse avec d'autres matériaux (NF EN14868) ;

L'acier noir ne doit pas être utilisé sans une étanchéité parfaite contre la présence d'humidité, notamment en raison de la température hautement variable des réseaux vis-à-vis de la température ambiante, favorisant la formation périodique de condensation sur les canalisations.

6.3. • Isolation thermique

L'isolant thermique du réseau de canalisation doit être équipé d'une protection mécanique (tôle isoxal, coque PVC, ou équivalents). Il est composé d'une mousse élastomère type EPDM (si température inférieure à 150°C) ou d'une laine minérale selon NF DTU 45.2. La capacité isolante doit être définie par le concepteur. L'isolant doit être au minimum classé M1 dans le classement au feu. L'isolation doit être continue tout au long des canalisations, y compris au passage de tous les points singuliers tels que les éléments de fixation, les raccords, les vannes ou encore les dégazeurs.

Les matériaux couramment choisis sont, pour les capteurs plans, des matériaux qui supportent des températures d'au moins 150°C. On rencontre différentes techniques :

- l'isolation en mousse de polyuréthane, aujourd'hui sans CFC ;
- les matelas de laine minérale, ceinturés par une feuille d'aluminium et recouverts d'un manteau en aluman ;
- les coquilles en polystyrène, recouvertes d'un manteau de tôle laquée, amovible (mais parfois limité à certaines températures) ;
- la résine de mélamine, nouveau matériau très résistant à la haute température et facilement dissociable du manteau extérieur.

Commentaire

Les mousses élastomères de type EPDM sont généralement utilisées pour des isolants devant supporter des températures d'au moins 150°C. Les laines minérales sont quant à elles utilisées pour des isolants devant supporter des températures supérieures.

Dans le respect de la protection de l'environnement, il convient de ne pas utiliser de matériaux fabriqués à l'aide de chlorofluorocarbones ou en contenant. Les matériaux isolants ne doivent pas contenir de constituants qui, à la température de stagnation émettent des gaz toxiques et très irritants pour la peau et les yeux.

L'isolation thermique du circuit primaire solaire doit résister à la température maximale du tronçon considéré et aux contraintes mécaniques.

6.4. • Visseries

Les visseries et pièces de fixations en contact avec les capteurs, les canalisations ou tout autre élément métallique de l'installation peuvent être en acier inox. La position de l'installation, à proximité de la bordure littorale (moins de 3 km) peut renforcer les impératifs à cet égard (NF DTU 65.12).

6.5. • Supportage des tuyauteries

Les réseaux doivent être tenus par des supports isolés, de manière à éviter tous ponts thermiques (avec notamment l'utilisation de suspentes en plastiques), et anti vibratiles.



6.6. • Purgeurs (uniquement pour les installations avec capteurs remplis en permanence)

Les purgeurs doivent être choisis sur des critères de qualité de purge et de résistance. La température maximale admissible des purgeurs doit être supérieure à 130°C. Ils ne doivent pas contenir de pièces en plastique à l'exception du siège du clapet. Leur raccordement doit se faire en DN20 minimum. Les purgeurs d'air automatiques doivent être équipés d'une vanne d'isolement amont.

6.7. • Organes de réglage

Les organes d'équilibrage (nourrices, vannes d'équilibrages) doivent être choisis pour supporter des températures conformes à celles de fonctionnement de l'installation (jusqu'à 130°C), et anti-brûlures.

Les vannes d'équilibrage doivent être compatibles avec le liquide caloporteur.

6.8. • Liquide caloporteur

Le liquide caloporteur utilisé majoritairement dans les installations en France métropolitaine est un mélange d'eau et de monopropylène-glycol, à des taux compris entre 30 et 50%.

Le liquide antigel doit respecter les exigences du guide ISO/TR 10217 et notamment celles relatives à l'association des fluides et des matériaux en circuit aéré et non aéré.

Généralement l'échangeur solaire est de type simple paroi. Dans ce cas, il est nécessaire de vérifier que l'antigel utilisé est autorisé. Les avis favorables sur les produits émis par l'ANSES sont disponibles sur le site internet www.anses.fr.

Un unique type de fluide doit être utilisé sur une installation, certains fluides présentant des incompatibilités avec d'autres, notamment en raison de la composition de leurs inhibiteurs de corrosion.



Le liquide ne doit pas être rejeté à l'égout. La soupape de sécurité doit être raccordée à un réservoir de récupération.

6.9. • Dispositifs d'expansion (uniquement pour les installations avec capteurs remplis en permanence)

Le dispositif d'expansion peut être fermé à pression variable ou à maintien de pression constante. Le dispositif d'expansion doit être conforme aux spécifications du NF DTU 65.11.

Commentaire

Les groupes de maintien de pression sur l'eau (fermé à compresseur, fermé à circulateur ou à bête ouverte) ne permettent pas d'assurer leur fonction d'expansion en cas de coupure électrique.

Le vase d'expansion doit posséder une membrane ou une vessie compatible avec du monopropylène-glycol. La plage de température de fonctionnement généralement considérée est de -10 à $+120^{\circ}\text{C}$. La température maximale admissible par la membrane ou la vessie n'étant, en général, que de 70°C , les conditions de montage doivent tenir compte de cette contrainte.

Le vase d'expansion doit être compatible avec le liquide caloporteur utilisé. Il doit être choisi en fonction des pressions et températures maximales pouvant être atteintes à l'endroit où il est installé.

La plage de température de fonctionnement généralement considérée pour ce circuit est de -10°C à $+120^{\circ}\text{C}$. La pression maximale pour ce circuit dépend de la pression de tarage de la soupape de sécurité déterminée. La pression d'épreuve de la plupart de ces vases est de 10 bars, pour une pression de service généralement comprise entre 3 et 4 bars.

6.10. • Soupape de sécurité

La soupape de sécurité doit être choisie spéciale solaire, c'est à dire possédant un joint métal/métal.

La soupape de sécurité est tarée à une pression inférieure à la pression maximale de service du composant le plus sensible (en général le réservoir d'autovidange pour les installations autovidangeables par exemple).

6.11. • Pompe de circulation

La pompe de circulation doit être choisie compatible avec le liquide utilisé. Si le liquide est antigel à base de monopropylène-glycol, la garniture de la pompe de circulation doit notamment être adaptée. La température d'utilisation doit également être compatible avec la température du réseau en fonctionnement normal. Pour la grande majorité des installations, un circulateur à moteur ventilé est recommandé.



Dans le cas d'une installation autovidangeable en toiture inclinée, une pompe à rotor noyée peut être utilisée.

6.12. • Joints

Les matériaux constitutifs des raccords et des joints d'étanchéité doivent répondre aux mêmes exigences de température et pression maximales que les canalisations. Ils doivent être également compatibles avec le liquide caloporteur.

L'utilisation de joints EPDM sur les équipements est à privilégier, vis-à-vis de joints nitriles.

Pour les installations autovidangeables, les joints fibres sont proscrits (ne supportent pas le régime d'alternance sec/mouillé). Les joints doivent être de type raccords 3 pièces coniques tous métalliques.

Commentaire

La plage de température de fonctionnement généralement considérée est de -10 à $+120^{\circ}\text{C}$. La pression maximale pour ce circuit dépend de la pression de tarage de la soupape de sécurité déterminée.

6.13. • Echangeur de chaleur

L'échangeur de chaleur solaire est intégré au dispositif de stockage solaire. Les matériaux constituant l'échangeur solaire doivent être adaptés à un fonctionnement avec le liquide caloporteur utilisé.

Il est adapté selon les spécifications du fabricant aux températures et aux pressions maximales pouvant être atteintes par l'installation. Il est placé en bas de ballon et doit être en cuivre, en inox ou en acier émaillé et isolé électriquement.

Si un échangeur de chaleur solaire externe est mis en œuvre, il est généralement à plaques, en acier 316L avec joints Nitrile ou à plaques brasées.

6.14. • Ballons de stockage

La tenue à la température et à la pression des ballons de stockage doit être compatible avec les températures et pressions maximales pouvant être atteintes. Le revêtement interne doit résister à 95°C en fonctionnement continu. Le ballon doit supporter une pression nominale de 7 bars.



Commentaire

La pose d'un ballon inox (ou d'autres revêtements) est possible à condition qu'il soit garanti pour des températures allant jusqu'à 100°C. La pose d'un ballon en acier émaillé ou avec revêtement synthétique ou minéral, équipés d'une anode est possible pour des eaux peu calcaires, peu oxygénées, peu acides. Ces revêtements comportent quelques pores après la cuisson.

Les matériaux en contact avec l'eau doivent respecter les dispositions de l'arrêté du 29 mai 1997 modifié. L'annexe I de cet arrêté liste les matériaux métalliques autorisés. Pour les matériaux organiques ainsi que les produits assemblés (désignés sous le terme d'accessoires) comportant au moins un composant organique une attestation de conformité sanitaire (ACS) est exigée.

Commentaire

Les matériaux et objets organiques monomatériaux, multicouches, composites (revêtement de réservoir, tubes PEX, PVC-C...) ainsi que les accessoires constitués d'au moins un composant organique en contact avec l'ECS (pompe, vanne, robinet sanitaire, clapet, groupe de sécurité...) doivent disposer d'une attestation de conformité sanitaire (ACS). Selon la circulaire DGS/SD 7 A n°2002-571 du 25 novembre 2002, les chauffe-eau et chaudières ne sont pas soumis à l'obtention d'une ACS.

Les listes des matériaux, objets organiques et accessoires bénéficiant d'une ACS en cours de validité sont disponibles sur les sites Internet du ministère de la santé www.sante.gouv.fr et des laboratoires délivrant des ACS (www.groupecarso.com et www.eurofins.fr).

La certification NF inclut la vérification de l'obtention d'une ACS.

Le ballon de stockage doit être testé suivant la norme NF EN 12977-3 (ou NF EN 60379 pour les ballons électriques). De plus, si le ballon est doté de dispositifs électriques, il doit respecter les directives européennes en sécurité électrique (tests selon normes 60335-1 et 60335-2-21).

Les ballons doivent satisfaire aux exigences de la marque NF Elec Qualité performance et peuvent bénéficier du niveau de qualité des ballons dotés de la marque NF Chauffe-eau solaire individuel.

Estimation des consommations d'eau chaude sanitaire

7



L'étude des caractéristiques de l'installation d'eau chaude sanitaire prévue permet d'évaluer les consommations d'eau chaude sanitaire et de déterminer les principales caractéristiques des produits à mettre en œuvre.

La base d'un bon dimensionnement doit reposer sur une estimation précise des consommations d'ECS. Contrairement aux idées reçues, l'exercice n'est pas toujours aisé. Le surdimensionnement, du fait d'une surestimation des consommations d'eau chaude sanitaire, est un défaut trop souvent rencontré sur les installations de production d'eau chaude sanitaire solaire.

Les estimations pour le dimensionnement du solaire peuvent être différentes des estimations pour le dimensionnement de l'appoint : dans un cas on veut assurer une bonne productivité, dans l'autre un confort et une sécurité pour l'utilisateur.



L'énergie solaire produite constitue le préchauffage de l'eau chaude sanitaire : il existe toujours un système d'appoint permettant d'atteindre la consigne (confort et sécurité) pour l'utilisateur. En l'absence de mesures précises, le dimensionnement de l'apport solaire est toujours basé sur la fourchette basse des besoins en eau chaude sanitaire, et celui du système d'appoint sur les besoins en pointe.

Commentaire

Un surdimensionnement augmente le coût de l'installation solaire, limite sa productivité et génère des problèmes de surchauffe l'été avec une altération du liquide antigel, une usure prématurée des matériaux et une contre performance de l'installation.

Le concepteur doit évaluer au mieux les consommations d'eau chaude sanitaire ainsi que les profils de puisage sur l'année. En neuf, pour l'estimation des consommations, le concepteur se base sur des ratios de consommation empiriques. Le profil annuel de puisage est quand à lui approché à partir de statistiques de consommations de bâtiments existants similaires.



Dans le neuf, l'étude réglementaire (RT 2012) donne la consommation conventionnelle. La quantité d'eau chaude sanitaire est calculée en fonction de la surface en m² habitable. Donc si le logement comprend plus d'occupants au m² (plus d'habitants pour un plus petit logement) ou juste des occupants qui consomment plus d'eau chaude que la moyenne, la consommation réelle sera plus élevée que la consommation conventionnelle. Le calcul réglementaire n'est pas un outil de dimensionnement d'installation. Pour un dimensionnement correct d'une installation solaire thermique, le concepteur doit utiliser des outils dédiés.

Une valeur de besoins moyens d'ECS de 30 litres par personne par jour à 60°C (soit 54 litres à 40°C pour une eau froide à 15°C) permet de dimensionner correctement l'installation solaire.



Les ratios présentés ici permettent de dimensionner au plus juste une installation solaire thermique performante, en écartant au maximum les risques de surdimensionnement. Les ratios pour le dimensionnement de l'installation solaire sont différents des valeurs prises pour celui d'un dispositif conventionnel de production d'eau chaude sanitaire.

Le tableau de la (Figure 9) donne, à titre d'exemple, des données statistiques pour l'estimation des consommations d'eau chaude sanitaire dans l'habitat.

Nombre de pièces	1	2	3	4	5 et plus
Consommation d'ECS à 60°C en litres/jour en logement	36	42	60	72	90

▲ Figure 9 : Ratios pour l'estimation des consommations d'ECS dans l'habitat

Si le bâtiment présente des caractéristiques spécifiques qui peuvent entraîner une modification des besoins « standards », le concepteur est libre de faire évoluer le besoin en fonction d'une bibliographie ou d'un retour d'expérience précis. Il est cependant déconseillé d'évaluer largement les besoins ECS, entraînant un risque de surdimensionnement.

Le profil de puisage doit être approché à partir de statistiques de consommations de bâtiments existants similaires. Le tableau de la (Figure 10) donne, à titre indicatif, les variations saisonnières pour l'estimation des profils de puisage dans l'habitat.

Mois	Janv-Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov.-Déc.
Coefficients multiplicateurs	1,10	0,85	0,75	0,75	0,90	1,05	1,10

▲ Figure 10 : Ratios pour l'estimation des profils de puisage d'ECS dans l'habitat



La variation estivale peut être beaucoup plus faible. Le concepteur doit se renseigner auprès du Maître d'Ouvrage sur les habitudes de leurs locataires ou acquéreurs.

L'estimation des taux de d'occupation des logements peut évoluer de manière saisonnière. Le concepteur est tenu d'y prêter une attention particulière, et de retranscrire dans son estimatif les informations les plus précises possibles sur la consommation d'ECS estimée des futurs locataires ou acquéreurs.

Conception et dimensionnement : principes généraux

8



Le dimensionnement d'une installation solaire consiste :

- dans un premier temps, à réaliser un prédimensionnement simple en prenant en compte les différentes contraintes du projet ;
- dans un second temps, à ajuster ce prédimensionnement en utilisant un logiciel ou une méthode de calcul des performances d'une installation solaire thermique adaptés.

8.1. • Points clés du prédimensionnement

Le prédimensionnement peut être réalisé par le concepteur de façon simple. Il repose sur un certains nombres de critères présentés ici. Il sert de base à un calcul itératif visant à dimensionner précisément l'installation solaire.

8.1.1. • 1^{er} critère : estimation des consommations d'ECS

La base d'un bon dimensionnement doit reposer sur une estimation précise des consommations d'ECS. Le concepteur doit se référer au chapitre 7 (cf.7).



Si l'estimation des consommations d'eau chaude sanitaire est incertaine, il est conseillé de sous-évaluer légèrement les besoins d'eau chaude sanitaire.

8.1.2. • 2^{ème} critère : définition du volume des ballons de stockage solaire



Le stockage de l'énergie captée permet de pallier le déphasage entre la ressource solaire et le besoin en eau chaude sanitaire. Le volume considéré ne correspond pas exactement aux besoins journaliers mais à une valeur supérieure afin d'utiliser la fonction stockage même au delà d'une journée. Ce stockage permet aussi de se prémunir, à l'échelle du système entier, de risques éventuels de surchauffe en période estivale.

Le stockage solaire est individualisé. Les ballons de stockage sont répartis dans les logements. Chaque ballon est doté d'un échangeur noyé et raccordé à la boucle solaire.

Le volume conseillé V_s des ballons de stockage solaire par type de logement doit être le suivant :

	Type de logements				
	Studios et 1 pièce	2 pièces	3 pièces	4 pièces	5 pièces et plus
Volume conseillé V_s des ballons de stockage solaire en litres	80	100	150	200	200

▲ Figure 11 : Volume conseillé des ballons de stockage solaire en fonction du type de logement

Dans le cas de ballons avec appoint intégré, la résistance électrique ou l'échangeur d'appoint (tubulaire et raccordé à une chaudière gaz séparée) sont situés au-dessus de l'échangeur solaire afin de préserver une capacité solaire équivalente aux volumes donnés (Figure 11).

Le volume nominal des ballons de stockage V_n est obtenu par la relation suivante : $V_n = V_s / (1 - \text{faux})$. Le coefficient faux caractérise la fraction effective concernée par l'appoint de sorte que si :

- le ballon n'intègre pas d'appoint, le coefficient faux est égal à 0 (faux = 0) ;
- le ballon intègre un appoint (de type gaz ou fioul), le coefficient faux est pris égal à 0,5 (faux=0,5).

De plus, en première approche, en phase de conception pour un appoint électrique, on considère un volume d'appoint correspondant à la moitié du volume du ballon de stockage dans le cas d'un réglage « heures pleines/heures creuses » (faux=0,5).

Commentaires

Dans le cas d'un appoint électrique intégré au ballon de stockage, la résistance doit, de préférence, fonctionner en heures creuses.

Le volume consacré à l'appoint peut être affiné en phase de réalisation, une fois la marque et le type de ballons de stockage définis.

Le volume de stockage attribué à chaque logement est défini, dans des conditions normales de puisage, par le tableau donné ci –dessous

(Figure 12) :

Type de logement	Volume total du ballon bi-énergie : Appoint Electrique – Type d'abonnement		Volume total du ballon bi- énergie : Appoint Gaz
	Heures Pleines/ Heures Creuses	Heures Pleines	
Studios et 1 pièce	200 litres	100 litres	100 litres
2 pièces	200 litres	150 litres	200 litres
3 pièces	300 litres	200 litres	300 litres
4 pièces	400 litres (*)	250 litres	400 litres
5 pièces et plus	400 litres (*)	300 litres	400 litres

(*) En pratique et afin d'être conforme à la réglementation anti-légionelle, légèrement moins de 400 litres.

▲ Figure 12 : Volume conseillé des ballons de stockage en fonction du type de logement et de l'appoint associé



Dans le cas où le volume de stockage ne pourrait être implanté dans chaque logement, faute de place, et/ou si un volume plus petit devait être choisi, un redimensionnement de la surface de capteurs en fonction du volume de stockage devrait être réalisé.

L'isolation des ballons devra permettre une constante de refroidissement meilleure que :

$$Cr = 1.25 \times V^{-0.33}$$

Avec :

- Cr : constante de refroidissement en (W.h)/(l.K.jour) ;
- V : volume du ballon en litres.



La répartition de l'énergie solaire dans les ballons s'effectue au prorata de leur volume et donc au type de logement. Cette répartition s'effectue à température homogène et est initialement réglée au moyen de vannes d'équilibrage installées sur le retour de chaque ballon vers les capteurs.

8.1.3. • 3^{ème} critère : estimation de la surface de capteurs solaires

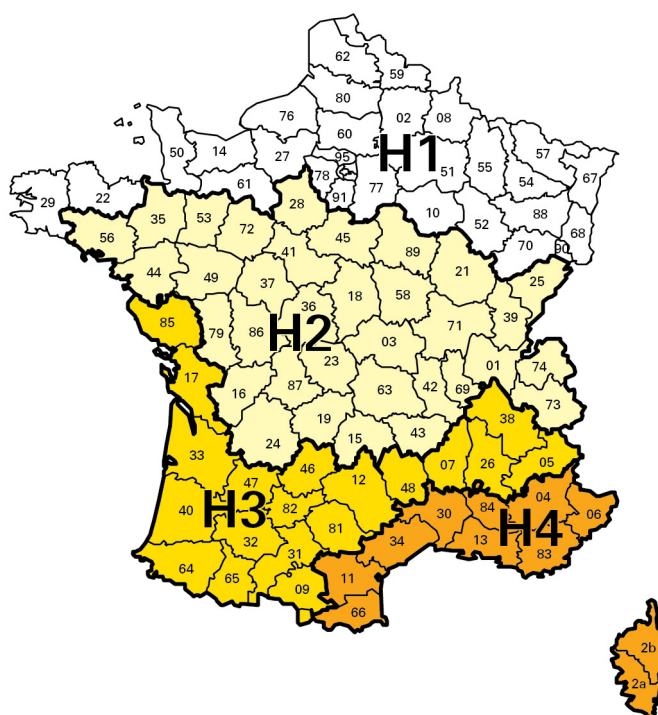
La valeur de prédimensionnement de la surface de capteurs solaires est déterminée en regard du volume de stockage solaire et de la zone climatique. Elle peut être définie sur la base d'un ratio de 1 m² de capteurs solaires pour 45 à 75 litres de stockage solaire. On donne (Figure

13) les ratios à utiliser selon la zone climatique. Ils sont donnés pour une couverture des besoins d'ECS de 40 à 60 % et pour une température d'eau de 50°C.

Zone climatique	Volume de stockage solaire / Surface de capteurs (en litre/m ²)
H1	45
H2	55
H3	65
H4	75

▲ Figure 13 : Ratio consommation moyenne journalière/surface de capteurs en fonction de la zone climatique

La (Figure 14) définit les zones climatiques à utiliser.



▲ Figure 14 : Définition des 4 zones climatiques

La surface de capteurs ainsi définie peut être réduite du fait de contraintes liées à :

- la surface réellement disponible pour sa mise en œuvre ;
- l'investissement maximal disponible ;
- la place disponible pour le stockage (redimensionnement à postériori).

8.1.4. • 4^{ème} critère : taux de couverture

Le taux de couverture solaire représente la part des besoins en ECS assurée par le chauffe-eau solaire. D'une manière générale, il est égal au rapport de l'énergie solaire utile sur le besoin en eau chaude sanitaire.

Commentaire

L'énergie solaire utile est l'énergie apportée par l'installation solaire et transférée à l'appoint via le soutirage.

Si l'appoint est intégré au ballon solaire, l'énergie solaire utile est le besoin de soutirage moins l'énergie d'appoint, corrigée du bouclage et des pertes de stockage de la partie supérieure du ballon solaire.

Ce taux de couverture annuel ne doit pas être un objectif de dimensionnement. Mensuellement et notamment en été, il ne doit en aucun cas dépasser 85% de manière à prémunir l'installation d'une éventuelle surchauffe et laisser une « souplesse » d'utilisation, vis-à-vis du puisage. Tendre vers un taux de couverture plus important conduit à une surface de capteurs importante et donc à un surdimensionnement de l'installation. Ce surdimensionnement génère :

- une faible augmentation de la chaleur solaire pour un surcoût important ;
- des risques de surchauffes impliquant des contraintes techniques néfastes à l'installation.

Le dimensionnement des installations de type autovidangeable s'effectue strictement à l'identique des installations avec capteurs remplis en permanence. Les mêmes règles pour limiter les risques de surdimensionnement doivent être respectées et notamment la limitation à 85% du taux de couverture maximal le mois le plus favorable.

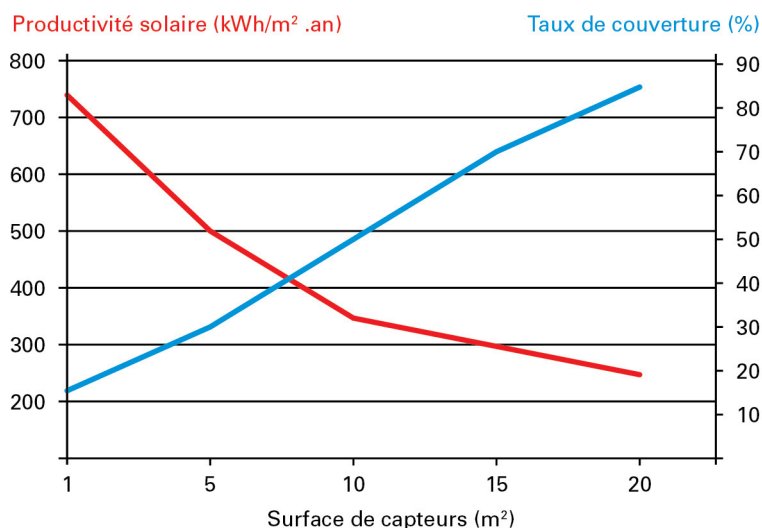
8.1.5. • 5^{ème} critère : productivité solaire

La productivité solaire est utilisée pour comparer les performances de différentes installations : on ramène simplement la production solaire utile à la surface entrante de capteurs installés. Cet indicateur, exprimé en kWh/m².an, est représentatif du bon dimensionnement et de la bonne performance de l'installation solaire, mais il peut être pénalisé si la consommation d'ECS est trop faible par rapport aux capacités de l'installation.

La (Figure 15) illustre l'évolution de la productivité en fonction de la surface de capteurs installée, à volume de stockage constant.

La productivité solaire varie de manière inversement proportionnelle au taux de couverture solaire. A titre d'exemple, la (Figure 15) montre que pour un même besoin d'ECS, plus la surface de capteurs est importante :

- plus la productivité solaire diminue ;
- plus le taux de couverture augmente.



▲ Figure 15 : Evolution du taux de couverture et de la productivité solaire en fonction de la surface de capteurs installée

Pour un même besoin d'eau chaude sanitaire, plus la surface de capteurs est importante, plus la productivité solaire est faible (augmentation de la production solaire mais augmentation du coût du kWh produit).



Ce sont les derniers mètres carrés de capteurs qui produisent le moins, donc qui présentent l'amortissement le plus faible.

La production prévisionnelle est une donnée sensible. Elle dépend de l'ensoleillement, des rendements de capteurs, du dimensionnement de l'installation, des caractéristiques de chacun des équipements, mais également du puisage (volume et profil), et de la modélisation. Elle reflète la performance théorique d'une installation, vis-à-vis d'un puisage et d'un ensoleillement donnés.

La productivité solaire de l'installation doit être suffisante pour justifier la mise en place d'une installation solaire. Une productivité annuelle comprise entre 400 et 600 kWh/m².an (suivant la région climatique) doit être recherchée.

8.2. • Dimensionnement optimal

Le dimensionnement de l'installation et notamment la définition du couple « surface de capteurs et volume de stockage solaire » optimal doivent être réalisés. Pour cela, le concepteur doit utiliser un logiciel de dimensionnement ou une méthode de calcul adaptée.

Il est possible de réaliser ce calcul et vérifier la conformité face à cette limite de 85% via la méthode de calcul Titre V RT2005. 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.

Commentaire

Il existe différents logiciels et méthodes de dimensionnement. Tous n'intègrent pas de manière explicite les schémas de type CESCO. Il est conceptuellement possible de rapprocher des systèmes de type CESCO à un système de type CESC. Néanmoins, le concepteur doit être conscient des risques et limites de l'analogie entre CESC et CESCO



Il est de la responsabilité du concepteur d'utiliser un logiciel adapté, à bon escient. Les logiciels et méthodes étant des aides à la conception, c'est bien le savoir-faire du concepteur qui permettra de concevoir au mieux l'installation solaire.

A partir des valeurs de prédimensionnement de la surface de capteurs et du volume de stockage solaire, différentes configurations et plus précisément différents couples (surface capteurs/volumes ballons solaires) sont simulés.

Commentaire

Un certain nombre de configurations sont à évaluer, par exemple : « surface de prédimensionnement et volume de stockage minimum », « surface de prédimensionnement et volume de stockage maximum », « volume de prédimensionnement et surface minimum », « volume de prédimensionnement et surface maximum ».



Le concepteur doit trouver un compromis entre une productivité solaire utile en kWh par m² de capteurs importante et un taux de couverture solaire suffisant pour justifier d'un projet solaire.

Conception et dimensionnement de la boucle solaire

9



9.1. • Raccordement hydraulique des capteurs



Le raccordement hydraulique des capteurs solaires doit permettre une répartition homogène des débits dans chaque capteur et une purge efficace de l'ensemble des capteurs.

Un champ doit être constitué de capteurs de même marque et de même type. Les capteurs doivent présenter des caractéristiques physiques identiques notamment d'un point de vue pertes de charge.

Si l'installation solaire présente une faible surface de capteurs solaires, ces derniers peuvent être raccordés en série ou en parallèle.

En série, la dilatation et les pertes de charges limitent le nombre de capteurs à raccorder (se conformer aux prescriptions du fabricant) et implique la présence de nombreux points hauts (purge délicate).

En parallèle, le nombre de capteurs à raccorder est limité (se conformer aux prescriptions du fabricant). La purge est facilitée mais l'équilibrage des débits dans chaque capteur peut être délicat à assurer. Les pertes de charge des collecteurs doivent être plus faibles que celles des capteurs et donc le diamètre interne des collecteurs plus important que celui des tubes dans le capteur (rapport de 1,6 à 3,3).

Pour des installations présentant une surface de capteurs plus importante, ces derniers sont de préférence raccordés en série/parallèle (batteries avec capteurs montés en série et raccordées en parallèle).

Les avis techniques et la documentation technique du capteur indiquent les configurations hydrauliques autorisées. Il est précisé :

- le nombre de capteurs maximum pouvant être raccordés en série, en une seule batterie ;
- les spécificités de raccordement associées (possibilité de raccordement en épingle ou croisé).

Le concepteur doit vérifier que la perte de charge maximale créée par la batterie la plus défavorisée n'excède pas 2 m eau, après équilibrage, à débit moyen recommandé par le fabricant. Les batteries de plus de 6 ou 8 capteurs sont généralement à éviter, sauf si les préconisations du fabricant le permettent.

Le nombre de capteurs raccordé en série par batteries doit être, dans la mesure du possible, le même. Les capteurs d'une même batterie sont tous posés en paysage ou en portrait.



Le nombre maximum de capteurs dans une même batterie avec raccordement en série est limité. Il faut se conformer aux instructions du fabricant notamment pour le raccordement des capteurs entre eux et les problèmes de dilatation et de pertes de charge qui y sont attachés.

9.2. • Dispositif d'équilibrage

L'équilibrage hydraulique d'une installation a pour objectif d'alimenter chaque capteur à son débit nominal (conforme aux prescriptions du fabricant). La pompe de circulation est dimensionnée pour le débit total nominal et pour vaincre les pertes de charge du circuit le plus défavorisé, c'est-à-dire aux pertes de charge les plus élevées. Les autres circuits présentant des pertes de charge plus faibles sont donc soumis à une pression différentielle trop importante, générant des surdébits.

L'équilibrage hydraulique consiste à mettre en place des organes de réglage pour équilibrer les pertes de charge des circuits et ainsi répartir les débits.

Pour assurer un équilibrage correct du champ de capteurs, le raccordement selon le principe dit « de Tichelmann » doit être évité. L'utilisation de vannes d'équilibrage de débit doit être préférée.

Commentaire

Si les batteries de capteurs raccordées en parallèle sont identiques, elles peuvent être reliées hydrauliquement suivant le principe de Tichelmann. Cette mise en œuvre particulière nécessite une très bonne connaissance des longueurs. Les pertes de charges des collecteurs sont très faibles comparativement à celles des batteries de capteurs. Une boucle de Tichelmann ne permet pas une correction de l'équilibrage entre batteries lors des opérations d'entretien et maintenance.

Le concepteur doit spécifier le choix et l'emplacement des vannes d'équilibrage. Une vanne d'équilibrage générale doit être mise en

œuvre sur le départ général qui alimente le champ de capteurs. Elle est de préférence avec indicateur de débit afin de vérifier que le débit circulant dans l'installation est proche du débit calculé. Elle permet notamment :

- de mesurer et de régler le débit nominal pour obtenir le point de fonctionnement de la pompe de circulation de la boucle solaire ;
- de faire travailler les vannes d'équilibrage situées sur chaque batterie de capteurs sur une plage d'ouverture optimale et de limiter le risque de les colmater prématurément.

Chaque batterie de capteurs doit être équipée d'une vanne d'équilibrage permettant de régler et répartir avec précision le débit imposé dans chacune d'elles.

Dans le cas d'une installation avec capteurs remplis en permanence, la vanne doit être prévue en aval de la batterie, de manière à créer une surpression locale, favorisant la purge. Dans ce cas, elle doit résister aux hautes températures et son volant retiré.

Le débit alimentant les capteurs est généralement fixé à 50 l/m² de capteurs, mais peut varier entre 15 l/m² (low-flow, la performance du capteur à bas débit devant être caractérisée) et 70 l/m². Le débit alimentant les ballons de stockage est dépendant du coefficient d'échange et des préconisations des fabricants. Pour adapter ces deux débits, un bipasse peut être installé entre l'aller et le retour capteurs. Ce dernier est équipé d'une vanne d'équilibrage.

Si un échangeur externe est mis en place, il fonctionne avec un équilibre calorifique entre le primaire et le secondaire. Une vanne d'équilibrage, de préférence avec indicateur de débit, est nécessaire côté secondaire, entre l'échangeur et les ballons de stockage solaires.

Le matériel doit être accessible pour les opérations d'équilibrage, d'entretien et de maintenance. Les vannes d'équilibrage doivent être sécurisées afin d'éviter toute dérive éventuelle liée à l'action d'une personne non spécialisée.



Outre le réglage du débit dans chaque batterie de capteurs, un équilibrage permettant de régler le débit dans chaque ballon de stockage est nécessaire (cf. chapitre 10).

9.3. • Canalisations

Pour limiter les pertes thermiques, les tuyauteries doivent être les plus courtes possibles.

La mise à la terre des conduites (conformément à la NF C 15-100) permet d'éviter tout potentiel électrique parasite entre les éléments de l'installation qui sont en contact avec l'antigel. Pour cela, une borne de mise à la terre sur les conduites de départ et de retour (position au choix) doit être prévue. Les bornes de mise à la terre par le câble de

liaison équipotentielle (minimum 6 mm²) doivent être raccordées à la barrette de terre du bâtiment.

Le cheminement des fluides doit être pris en compte dès la phase de conception. Il faut :

- limiter le nombre de percements du système d'étanchéité à l'air ;
- prévoir un espacement suffisant autour de chaque gaine pour permettre le calfeutrement.

Le dimensionnement des canalisations est réalisé en regard du débit de fluide, des pertes de charge admissibles et du type de liquide caloporteur utilisé. Les canalisations doivent être d'un diamètre suffisant pour permettre la circulation du liquide caloporteur au débit recommandé, avec une perte de charge limitée à 20 mm eau/m.

Commentaire

Pour des concentrations en antigel inférieures à 45% en poids, il convient de majorer les pertes de charges du circuit par un coefficient moyen de 1,2 pour des tubes en cuivre et 1,1 pour des tubes en acier.

Le diamètre intérieur est donné par la relation suivante :

$$Di = 2 \times \frac{\sqrt{q}}{\sqrt{\pi \times v}}$$

Avec :

- Di : diamètre intérieur de la tuyauterie exprimé en (m)
- v : vitesse du fluide exprimée en (m/s)
- q : débit du fluide exprimé en (m³/s)

Pour un débit de 50 l/h.m² et une vitesse de circulation inférieure ou égale à 1 m/s, le diamètre intérieur des tuyauteries est de :

$$Di \geq 4,2 \times \sqrt{S}$$

Avec :

- Di : diamètre interne exprimé en (mm)
- S : surface de capteurs en (m²)

9.4. • Isolation thermique

Une mauvaise isolation des tuyauteries dégrade les performances d'une installation solaire. L'ensemble des canalisations (y compris les coudes, les tés, les raccords, les points de fixation) doit être calorifugé, sans interruption.

Les calorifuges installés à l'extérieur doivent également être résistants aux intempéries et protégés des agents agressifs (rayonnement



UV, conditions météorologiques en général et « agressions » des rongeurs et oiseaux). Ils peuvent être munis d'une protection mécanique telle que tôle galva ou inox.

L'isolation thermique du réseau est au minimum de classe 2 pour les canalisations intérieures et de classe 3 pour les canalisations extérieures.

9.5. • Vannes d'isolement

Les batteries de capteurs peuvent être équipées de vannes d'isolement.

Dans ce cas, chaque portion pouvant être isolée doit être équipée d'une soupape de sécurité appropriée (résistant à des températures élevées d'environ 140°C) de dimensions adéquates et raccordée à un bidon de récupération. Si les vannes mises en œuvre sont verrouillables et ne peuvent être fermées sans intervention de l'exploitant, la soupape par batterie n'est pas obligatoire. Les vannes d'isolement doivent pouvoir être manœuvrées sans modifier le réglage des débits.

Commentaire

Préconiser des vannes d'isolement pour chaque batterie de capteurs (bien que facilitateur pour certaines actions de maintenance) est complexe et coûteux à mettre en œuvre sur le terrain.

9.6. • Système de purge (cas des installations avec capteurs remplis en permanence)

Chaque point haut de l'installation doit être pourvu d'un purgeur d'air. Ils servent à éliminer l'air contenu dans le circuit hydraulique permettant ainsi un fonctionnement à débit nominal, d'éviter des problèmes de corrosion, de bruit ou de surchauffes.

La boucle de transfert solaire glycolée est de préférence équipée de purgeurs manuels. Pour simplifier la maintenance, une bouteille de purge est mise en œuvre.

Dans le cas de purgeurs automatiques, une vanne de sectionnement est prévue pour éviter la vidange du circuit primaire par dégazage en cas de montée anormale en température du capteur (cas de la stagnation). Les purgeurs doivent être équipés d'un boîtier en laiton, en cuivre ou en inox. Ils sont préférés de type séparateurs de microbulles. Les purgeurs à flotteur ont tendance, dans le temps, à coller.

Un dégazeur est fortement conseillé.



Des dispositifs de purge d'air dans les canalisations de la distribution solaire sont à prévoir : des purgeurs d'air automatiques sont installés à chaque point haut du circuit. Ils sont installés en toiture ou en combles au niveau des nourrices (de départ et de retour) assurant la division des réseaux de distribution individuelle (cf. 10).

9.7. • Système d'expansion (cas des installations avec capteurs remplis en permanence)

Le système d'expansion permet de :

- maintenir la pression dans le circuit ;
- compenser la rétractation ;
- absorber la dilatation du fluide ;
- absorber le volume contenu dans les capteurs solaires en cas de vaporisation.

Pour les installations avec capteurs remplis en permanence, le dispositif d'expansion à mettre en œuvre doit être constitué d'un vase d'expansion. Il peut être fermé à pression variable ou à maintien de pression constante. Le dispositif d'expansion doit être conforme aux spécifications du NF DTU 65.11.

Commentaire

Les groupes de maintien de pression sur l'eau (fermé à compresseur, fermé à circulateur ou à bête ouverte) ne permettent pas d'assurer leur fonction d'expansion en cas de coupure électrique.

Le système d'expansion doit être placé sur le circuit de retour de la boucle solaire (vers les capteurs). Il est de préférence raccordé en amont de la pompe de circulation. Cet emplacement permet de maintenir l'ensemble du réseau en surpression pour éviter les infiltrations d'air, notamment au niveau des purgeurs. Il doit comporter un dispositif manœuvrable (normalement fermé) de purge d'air et un dispositif d'isolement manœuvrable à l'aide d'un outil pour les opérations d'entretien. Il doit être accessible pour les opérations d'entretien et de maintenance.

Le dimensionnement d'un vase d'expansion consiste à déterminer sa pression de gonflage et sa capacité totale.



9.7.1. • Détermination de la pression de gonflage

La pression de gonflage est la pression nécessaire pour combattre la hauteur statique du bâtiment. Elle est donnée par la relation suivante :

$$P_{\text{gonflage}} = \frac{H_{\text{statique}}}{10} + 0,3 + P_{\text{vaporisation}} + \Delta p \text{ (en bar)}$$

Avec :

- H_{statique} , la hauteur statique : la pression statique équivaut à la hauteur d'eau de l'installation, depuis le vase d'expansion jusqu'au point le plus élevé du circuit. Sachant que 1 m de colonne d'eau équivaut à 0,1 bar ;
- 0,3 est la marge nécessaire pour être certain que la pression relative, en haut des capteurs, ne soit jamais inférieure à la pression de vaporisation, y compris en cas de grand froid ;
- Δp , la pression différentielle de la pompe : si le vase se situe sur l'aspiration de la pompe $\Delta p=0$ et si le vase se situe sur le refoulement de la pompe, majorer la pression de gonflage de la pression différentielle de la pompe ;
- $P_{\text{vaporisation}}$, la pression de vaporisation à la température maximale de fonctionnement (en pression relative). Elle est donnée par le tableau de la (Figure 16) pour différentes températures maximales de fonctionnement.

		Plage usuelle			
Température (°C)		100	110	120	130
Pression de vaporisation (en bar)	30 % de teneur en glycol	0	0,3	0,8	1,4
	40 % de teneur en glycol	0	0,2	0,6	1,2

▲ Figure 16 : Pression de vaporisation de l'eau glycolée (pression relative)



La pression de gonflage du vase doit être indiquée, de manière lisible et indélébile, sur l'installation à un endroit facilement accessible.

9.7.2. • Détermination du volume du vase

Commentaire

Le système d'expansion est dimensionné pour absorber la totalité du volume contenu dans les capteurs solaires et la dilatation du liquide caloporteur. Même si la régulation ou la mise en œuvre de systèmes permettent d'évacuer les surplus d'énergie en fonctionnement normal, la surchauffe ne peut être évitée notamment dans le cas d'une panne électrique ou encore d'un problème sur la pompe de circulation ou le système de régulation.



Le volume du vase est donné en litres par la relation suivante :

$$V_{\text{vase}} = (V_{\text{dilatation}} + V_{\text{de réserve}} + V_{\text{capteurs}} + 10\%) \times \frac{P_{\text{finale}} + 1}{P_{\text{finale}} - P_{\text{gonflage}}}$$

Avec :

- $V_{\text{de réserve}}$, le volume de réserve (en litres) : afin de maintenir la pression en point haut, prévoir une réserve d'eau dans le vase de 0,5% de la contenance du réseau. A minima, une réserve de 3 litres est conseillée (le fluide est déjà dilaté au moment du remplissage du vase à température ambiante d'où la possibilité d'un manque de fluide en hiver par exemple). On a : $V_{\text{de réserve}} = V_{\text{réseau}} \times 0,005$ avec $V_{\text{réseau}}$ (en litres) ;
- $V_{\text{capteurs} + 10\%}$, le volume des capteurs (en litres) majoré de 10% : le volume du capteur est pris en compte dans le calcul du vase afin d'absorber la surchauffe lors d'un éventuel arrêt de l'installation (coupure électrique, problème sur le circulateur...). Lors du refroidissement des capteurs, la totalité du fluide contenu dans ces derniers avant la surchauffe doit leur être restituée. En effet, si le vase est de contenance trop faible, les effets de surpression provoquent l'ouverture des soupapes de sécurité et un complément de fluide est à prévoir. Il est conseillé de prévoir une majoration de 10% de la contenance des capteurs. On a : $V_{\text{capteurs} + 10\%} = V_{\text{capteurs}} + (V_{\text{capteurs}} \times 0,1)$;
- $V_{\text{dilatation}}$, le volume de dilatation $V_{\text{dilatation}}$ (en litres) : il est fonction du volume du réseau (y compris les capteurs) et de la dilatation de l'eau glycolée à température maximale de fonctionnement. On a : $V_{\text{dilatation}} = V_{\text{réseau}} \times \text{Coefficient d'expansion}$ avec $V_{\text{réseau}}$ (en m³).
- P_{finale} (en bar) : pression finale du vase fixée en général à 0,9 x pression de tarage des soupapes de sécurité (afin que celles-ci ne s'ouvrent pas en fonctionnement normal de l'installation) ;
- P_{gonflage} (en bar) : pression de gonflage du vase.

Le tableau (Figure 17) donne le coefficient d'expansion en l/m³ en fonction du pourcentage de glycol et de la température maximale de fonctionnement. Généralement, le coefficient d'expansion est pris pour une température de 120°C.

Commentaire

Attention les pressions sont exprimées en pressions relatives (pression relative de 1,5 bar correspond à 2,5 bars de pression absolue).



Coefficient d'expansion (l/m³)																
Teneur en glycol (%)	Températures (°C)															
	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
0			0	1	2	4	8	12	17	23	29	36	43	52	60	69
10			1	3	5	7	11	15	20	26	32	39	46	55	63	73
20			2	5	8	11	14	18	23	29	35	42	49	58	67	76
30		1	4	7	10	13	16	21	26	31	38	44	52	60	69	78
40	4	7	10	13	15	17	21	25	30	36	42	49	56	64	73	82
50	6	9	12	15	18	20	24	28	33	39	45	52	59	67	76	85

▲ Figure 17 : Coefficient d'expansion exprimé en l/m³

9.8. • Soupape de sécurité

Les équipements de sécurité sont nécessaires pour assurer un fonctionnement sécurisé et prévenir de la détérioration de l'installation et pour assurer la protection des personnes. La soupape de sécurité permet d'éviter un dépassement de la pression maximale de service. Elle est chargée d'évacuer d'éventuelles surpressions.

La soupape de sécurité est, soit une soupape à contrepoids, soit une soupape à ressort. Elle doit être conforme à la norme NF P 52-001.

Elle doit être raccordée à un réservoir de récupération présentant une capacité suffisante. La tuyauterie d'échappement de la soupape doit être rigide et résister aux hautes températures.

Chaque section du champ de capteurs qui peut être isolée sans verrouillage de sécurité doit être munie d'une soupape de sécurité adaptée.

La soupape de sécurité est tarée à une pression inférieure de 10% à la pression maximale de service.



La pression d'ouverture de la soupape doit être tarée à une valeur inférieure à la pression maximale admissible par l'organe de l'installation le plus faible, généralement les capteurs solaires.

La soupape de sécurité, la tuyauterie de raccordement au circuit et la tuyauterie d'échappement de la soupape doivent être dimensionnées de manière à libérer le plus fort débit d'eau chaude ou de vapeur susceptible de se former.

Le diamètre intérieur minimal (en mm) du tube de sécurité est déterminé en fonction de la puissance maximale P (en kW) reçue par le champ de capteurs. Le diamètre est donné par la relation suivante :

$$d = 15 + 1,4\sqrt{P}$$

avec d au minimum égal à 26 mm.

Le diamètre de la conduite de raccordement de la soupape ne doit pas être inférieur au diamètre nominal d'entrée de la soupape de sécurité.

9.9. • Pompe de circulation

La pompe de circulation de la boucle solaire assure la circulation du liquide caloporteur dans les canalisations dans le respect des débits souhaités. Il peut être fixe ou variable suivant la conception de l'installation.

Les circulateurs sont à rotor noyé (le rotor est refroidi par l'eau du circuit) ou à rotor sec (le moteur est dissocié du corps du circulateur et est ventilé par l'air).

Les circulateurs sont à vitesse fixe (choisie par commutation manuelle parmi plusieurs vitesses) ou à vitesse variable.

Depuis le 1^{er} janvier 2013, les circulateurs sans presse étoupe (à rotor noyé) mis en vente doivent respecter une valeur limite d'IEE (Indice d'Efficacité Énergétique) de 0,27. Le seuil est abaissé à 0,23 à partir du 1^{er} août 2015.

Cette exigence est imposée par le Règlement européen n°641/2009 modifié concernant les circulateurs sans presse étoupe portant application de la Directive 2005/32/CE EuP (Energy using products).

Ne sont pas concernés les circulateurs pour l'eau potable, pour le bouclage d'eau chaude sanitaire en particulier.

Pour les circulateurs intégrés aux produits (chaudières, préparateurs d'eau chaude sanitaire...) et les circulateurs conçus pour les circuits primaires des installations solaires thermiques et des pompes à chaleur, la date de mise en application est le 1^{er} août 2015.



A partir du 1^{er} août 2015, les circulateurs à rotor noyé conçus pour les circuits primaires des installations solaires thermiques et mis en vente doivent respecter une valeur limite d'IEE de 0,23.

Une pompe de circulation est déterminée par sa courbe caractéristique d'évolution de la pression différentielle en fonction du débit.

Le point de fonctionnement s'établit à l'intersection de la caractéristique de la pompe de circulation et de la caractéristique des pertes de charge du réseau (qui évoluent de façon quadratique en fonction du débit).

Le choix d'un de la pompe de circulation nécessite de connaître :

- le débit à mettre en circulation ;
- la pression différentielle nécessaire.



La pompe de circulation de la boucle primaire est sélectionnée en fonction du débit préconisé dans les capteurs solaires.

Si la distribution solaire est équipée d'un échangeur à plaques extérieur intermédiaire (contenance du réseau en liquide glycolé jugée trop importante), la pompe de circulation de la boucle secondaire de l'échangeur est sélectionnée en fonction du débit de la boucle solaire : un fonctionnement en iso-débit calorifique optimise l'échange.

Commentaire

Les débits de liquide couramment utilisés varient de 40 à 70 l/h par m² de capteur solaire. Dans les capteurs « faible débit ou Low-flow » le débit est plutôt de 15 à 30 l/h et par m².

La pression différentielle (généralement désignée hauteur manométrique totale (HMT) du circulateur) fournie par la pompe de circulation doit être telle qu'elle compense les pertes de charge du circuit desservi le plus défavorisé, c'est-à-dire celui présentant les pertes de charge les plus élevées. Les pertes de charge sont calculées pour le débit nominal de l'installation. Le réseau doit être dimensionné pour une perte de charge linéique maximale de 20 mm eau/m (en liquide glycolé).



La perte de charge d'un liquide glycolé est plus élevée que celle de l'eau. Les pertes de charge doivent être majorées selon de la concentration d'antigel. Pour des concentrations en antigel inférieures à 45% en poids, il convient de majorer les pertes de charges du circuit par un coefficient moyen de 1,2 pour des tubes en cuivre et 1,1 pour des tubes en acier.

Commentaire

Le dimensionnement doit être légèrement surestimé (de l'ordre de 10 à 15 %) car d'une part, la distribution peut subir au cours de son existence quelques dégradations (corrosion, embouage, entartrage) et d'autre part, le réseau fait l'objet, à posteriori, d'opérations d'équilibrage, et donc une augmentation des pertes de charge singulières du réseau.

Les circulateurs à vitesse variable régulent la pression différentielle face à des variations de pertes de charge du circuit, en réduisant leur vitesse.

Les circulateurs à vitesse variable sont caractérisés par une zone de fonctionnement entre une vitesse maximale et une vitesse minimale.

Le point de fonctionnement nominal doit se situer en partie supérieure de la zone grisée afin que la variation de vitesse puisse s'opérer. Il ne doit pas être localisé dans les zones en haut à gauche et en bas à droite pour lesquelles le rendement est faible. Un débit minimal est généralement imposé par le fabricant, de l'ordre de 10%.

Le concepteur doit veiller au respect de la pression minimale à l'aspiration de la pompe ainsi que du fonctionnement permanent en phase liquide (la présence d'air étant très nuisible pour la durabilité de la pompe).



Les circulateurs à vitesse variable doivent faire l'objet d'un dimensionnement sur la base du débit et de la pression différentielle souhaités.

Une vanne d'équilibrage est installée chaque fois qu'il est nécessaire d'adapter les caractéristiques du circulateur à celles du réseau. Afin d'éviter tout risque éventuel de cavitation, elle est placée du côté du refoulement du circulateur. Elle peut être à mesure de débit avec prises de pression intégrées. A défaut, il peut être prévu des prises de pression permettant de mesurer la hauteur manométrique du circulateur.

Commentaire

Bien que l'ajustement du point de fonctionnement puisse être réalisé par une modification de la consigne de pression différentielle, une vanne d'équilibrage en série avec le circulateur (préférentiellement sur le retour du circuit) est conseillée pour ses fonctions de réglage et de mesure de débit.

La commande du circulateur en service doit être réalisée de telle sorte que son fonctionnement, après une coupure d'électricité, reprenne automatiquement. Un avertissement doit être prévu dans le cas contraire.

Des vannes d'isolement doivent être positionnées en amont et en aval du circulateur permettant une maintenance (possibilité d'intervenir sans vidanger l'installation).

Commentaire

Pour assurer le fonctionnement de l'installation solaire et donc la production solaire, il peut être envisagé de doubler à l'identique l'ensemble circulateur et vannes d'isolement. L'ensemble est posé sur une branche en bipasse du circulateur de base.

9.10. • Protection contre le gel

La protection contre le gel est assurée par l'utilisation d'un liquide caloporteur non gélif.

Généralement l'échangeur solaire est de type simple paroi. Dans ce cas, il est nécessaire de vérifier que l'antigel utilisé est autorisé pour une utilisation dans les installations de traitement thermique des eaux destinées à la consommation humaine fonctionnant en simple échange. Les avis favorables sur les produits émis par l'ANSES sont disponibles sur le site internet www.anses.fr.

Un type unique de liquide doit être utilisé sur une installation, certains liquides présentant des incompatibilités avec d'autres, notamment en raison de la composition de leurs inhibiteurs de corrosion.

Le choix du liquide antigel doit être fait en accord avec les prescriptions du fabricant. La compatibilité du liquide antigel est réputée satisfaite :

- avec les absorbeurs pour les liquides préconisés dans la notice technique des capteurs ;
- avec l'ensemble de l'installation pour les liquides préconisés dans la notice technique des installations préfabriquées en usine, sous réserve du strict respect des instructions du fabricant.

Le liquide antigel doit être choisi pour assurer une protection contre le gel suffisante, selon la température minimale du lieu considéré. A titre d'exemple, le tableau de la (Figure 18) donne la correspondance entre la température de protection et la concentration de mono propylène glycol (pour un type de glycol donné).

Température de protection recherchée (en °C)	Concentration de mono propylène glycol à 20°C (en %)
-10	20
-14	25
-19	30
-24	35

▲ Figure 18 : Correspondance température de protection et proportion de mono propylène glycol



Il ne s'agit que d'un exemple à ne pas généraliser. Les valeurs sont différentes selon le type de glycol utilisé.

Pour bénéficier pleinement des qualités et des actions des adjuvants incorporés, la concentration minimale d'antigel est en général de 30%. Les concentrations d'antigel ne doivent pas être supérieures à 50%. En effet, plus la teneur en glycol du mélange augmente, plus la capacité de transmission thermique de l'échangeur de chaleur diminue et plus les pertes de charge augmentent. En outre, à basse température, le circulateur risque de ne pas démarrer du fait d'une trop grande viscosité du liquide caloporteur.

Le liquide antigel et les additifs utilisés doivent être stables aux températures pouvant être atteintes dans l'installation. La température maximale considérée vis-à-vis du liquide caloporteur est la température de stagnation.

L'utilisation d'un liquide caloporteur « prêt à l'emploi » est fortement recommandée.

9.11. • Dispositif de remplissage, de vidange et de prélèvement

Il y a lieu de prévoir un dispositif de remplissage et de vidange de la boucle solaire, qui réponde aux prescriptions suivantes :

- le circuit de la boucle de captage ne doit en aucun cas être raccordé au réseau d'eau potable ;
- les vannes de remplissage et de vidange sont munies d'un dispositif d'obturation (bouchon).

La vanne de vidange permet d'effectuer le prélèvement d'un échantillon du liquide caloporteur, sous réserve qu'il soit prélevé dans une canalisation irriguée avec du débit et non sur un bras mort de l'installation.

Une vanne doit être positionnée au point le plus bas de l'installation afin de permettre la vidange complète du circuit. Suivant la configuration du circuit et l'emplacement des capteurs (par exemple, posés en terrasse en dessous du ballon de stockage), il faut prévoir un piquage au niveau des capteurs pour assurer une vidange complète de l'installation.

Dans le cadre d'un dégazage avec une pompe électrique, il est nécessaire d'avoir une vanne d'isolement intermédiaire entre la vanne de remplissage et celle de vidange, permettant d'assurer une circulation du liquide dans le réseau hydraulique.

9.12. • Instruments de mesure et de contrôle

L'installation est équipée des instruments suivants permettant d'effectuer les mesures prévues à la mise en service et à l'entretien de l'installation :

- un manomètre. Il est placé à proximité du vase d'expansion, soit directement sur le raccordement du vase ou de la soupape de sécurité ;
- d'un dispositif de mesure et de réglage de débit (vannes d'équilibrage, débitmètre, prises de pression en amont et aval du (des) circulateur(s)), y compris côté sanitaire ;
- d'un dispositif d'isolement du vase d'expansion, ce dernier est souvent un clapet à ressort intégré dans le raccord du vase. Si ce dispositif est une vanne, la poignée de manœuvre de la vanne d'isolement en dehors des contrôles doit être retirée après ouverture afin d'éviter toute fausse manœuvre ;
- d'une régulation avec écran permettant a minima la lecture des paramètres principaux (température, ordre du (des) circulateur(s), réglages...).



Tous les équipements de mesure sont installés dans un endroit accessible et sont facilement visibles.

Commentaire

Si un échangeur externe est mis en œuvre, un dispositif de mesure des températures est placé au niveau des entrées et sorties de l'échangeur solaire côtés primaire et secondaire (par exemple, quatre thermomètres ou à partir de la régulation solaire).

9.13. • Echangeur solaire extérieur intermédiaire (si présent)

L'énergie solaire est distribuée directement des capteurs solaires aux ballons de stockage solaires présents dans chaque logement via un échangeur noyé, intégré en partie basse de ces derniers.

L'échangeur interne doit posséder une surface d'échange suffisante au regard de la surface de capteurs et du volume de stockage solaire.

L'entrée du fluide chaud se fait sur le haut du serpentin, de façon à pouvoir échanger en continu côté ECS avec l'eau froide qui se situe en point bas du ballon.

L'échangeur doit pouvoir être isolé. Des vannes d'isolement sont positionnées au niveau des entrée(s) et sortie(s) de l'échangeur. Elles permettent une maintenance facilitée (possibilité d'intervenir sans vidanger l'installation). Il doit être accessible pour les opérations d'entretien et de maintenance.

Si un échangeur extérieur est mis en œuvre, il doit être raccordé en contre-courant. Une circulation à contre-courant permet d'assurer un échange de chaleur maximal et une homogénéisation des températures.

Les caractéristiques pour le calcul de la puissance de l'échangeur sont les suivantes :

- dimensionnement en contre-courant ;
- température en entrée du primaire de l'échangeur : 40°C ;
- température en entrée du secondaire de l'échangeur : 20°C ;
- écart de température entre l'entrée du primaire et la sortie du secondaire de l'échangeur solaire (pincement) de 5°C ;
- dimensionnement en iso-débit calorifique : le rapport entre les débits calorifiques du primaire et du secondaire de l'échangeur doit être égal à 1.

On rappelle que le débit calorifique d'un fluide est le produit entre son débit massique et sa capacité calorifique massique (Cp). Le débit



massique au secondaire ($\dot{m}_{\text{secondaire}}$) de l'échangeur solaire se détermine conformément à la formule suivante :

$$\dot{m}_{\text{secondaire}} = \frac{\dot{m}_{\text{primaire}} \times C_{p_{\text{primaire}}}}{C_{p_{\text{secondaire}}}}$$

Avec :

- $\dot{m}_{\text{primaire}}$: débit massique du fluide au primaire de l'échangeur, en (kg/s). Les valeurs pour le réglage du débit du circuit primaire sont généralement comprises entre 40 et 60 l/h par m² de capteurs ;
- $\dot{m}_{\text{secondaire}}$: débit massique du fluide au secondaire de l'échangeur, en (kg/s) ;
- $C_{p_{\text{primaire}}}$: la capacité calorifique massique du fluide au primaire de l'échangeur, en (kJ/kg.K). Ici 3,58 kJ/kg.K pour un glycol de type mono propylène avec une concentration de 30% ;
- $C_{p_{\text{secondaire}}}$: capacité calorifique massique du fluide au secondaire de l'échangeur, en (kJ/kg.K). Ici 4,19 kJ/kg.K pour de l'eau.

Commentaire

La puissance de l'échangeur doit respecter un minimum de 700 W/m² de capteurs solaires et son coefficient d'échange de 100 W/m² de capteurs solaires.K.



Pour éviter toute perte de production solaire, mieux vaut légèrement surdimensionner l'échangeur de chaleur solaire.

9.14. • Cas des installations autovidangeables

Ce chapitre ne traite que des spécificités liées à des installations de type autovidangeable. Elles sont données comparativement à des installations avec capteurs remplis en permanence.

Dans le cas d'installations autovidangeables, la température et la pression maximales de service des canalisations doivent être supérieures à la température et à la pression maximale pouvant être atteintes par l'installation. La température maximale pouvant être atteinte dépend du réglage du régulateur. La pression de service maximale est plus faible que pour les installations avec capteurs remplis en permanence, elle dépend uniquement de la hauteur statique générée par le volume de fluide.

9.14.1. • Capteurs solaires

Les capteurs solaires et les raccords entre capteurs doivent pouvoir se vidanger totalement et être à un niveau supérieur de celui du local technique. Il n'est néanmoins pas nécessaire qu'ils soient tous au même niveau, la différence de niveau devant alors être compensée par les vannes d'équilibrage.

Le collecteur extérieur d'alimentation des capteurs doit être en tous points plus bas que le collecteur interne bas des capteurs.

9.14.2. • Pénétrations

Pour les systèmes autovidangeables, une tuile à douille ou une souche doit être utilisée afin de ne pas créer un point haut en toiture.

9.14.3. • Raccordement hydraulique des capteurs



Dans cas d'une installation autovidangeable, l'ensemble des capteurs solaires (et les canalisations susceptibles d'être exposées au gel en cas d'emploi de l'eau comme fluide) doivent pouvoir être vidangés complètement. La conception de l'absorbeur implique une disposition précise des capteurs pour certains fabricants (paysage ou portrait). En conséquence, tous les capteurs ne sont pas nécessairement adaptés à un fonctionnement autovidangeable. Le professionnel doit s'assurer que les capteurs sont bien adaptés à ce type de fonctionnement.

Dans le cas d'installations autovidangeables, les canalisations de raccordement des capteurs doivent de préférence présenter des pentes continûment descendantes vers le réservoir, avec un minimum imposé par le fabricant (jamais moins que 0,01 m par m). Si le circuit est rempli en glycol cette pente n'est pas obligatoire.

Commentaire

Plus les installations présentent une surface de capteurs importante, plus le respect de cette pente minimum est difficile à tenir.

9.14.4. • Raccords

Pour les installations autovidangeables, les joints fibres ne doivent pas être mis en œuvre (ne supportent pas le régime d'alternance sec/mouillé). L'utilisation de raccords coniques métalliques est recommandée.



Dans le cas d'installations autovidangeables, les assemblages mécaniques ne doivent pas contenir de joint à fibres ou de filasse. Ils risquent de s'assécher ou de se rétracter du fait du remplissage et de la vidange cyclique du circuit.

9.14.5. • Vannes d'équilibrage

Chaque batterie de capteurs doit être équipée d'une vanne d'équilibrage permettant de régler et répartir avec précision le débit imposé dans chacune d'elles. Dans le cas d'une installation autovidangeable, la vanne doit se trouver en amont de la batterie : en effet, de l'air est prisonnier en point haut, et même en fonctionnement en régime établi, il est possible qu'un reliquat d'air soit présent dans la partie haute de la batterie.

9.14.6. • Purges d'air et les séparateurs d'air



Compte tenu de la conception spécifique des installations autovidangeables, aucune purge d'air au niveau des capteurs solaires ne doit être mise en œuvre.

9.14.7. • Protection contre le gel

Dans le cas des installations autovidangeables, cette protection est assurée par la conception même de l'installation et par le fait d'utiliser du monopropylène-glycol.

Dans le cas d'installation avec antigel avec un échangeur simple paroi, il est nécessaire de vérifier que l'antigel utilisé est autorisé. Les avis favorables sur les produits émis par l'ANSES sont disponibles sur le site internet www.anses.fr.

Commentaire

Actuellement, le principe d'autovidange est préconisé non pas pour éviter les risques de gel (les installations autovidangeables utilisent du glycol en réponse à la non garantie de vidangeabilité totale des batteries de capteurs et aux éventuelles erreurs de conception) mais pour répondre aux contraintes liées à l'intermittence de l'utilisation de l'eau chaude sanitaire tout au long de l'année et à la fermeture estivale éventuelle. Ceci ne doit en aucun cas conduire à un surdimensionnement de la surface de capteurs mise en place.

9.14.8. • Système d'expansion

Pour les installations autovidangeables, un système 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.



9.14.9. • Soupape de sécurité

Compte tenu de la conception spécifique des installations autovidangeables, la pose d'une soupape de sécurité n'est pas obligatoire. Néanmoins, elle reste fortement conseillée notamment en cas d'erreur de remplissage du circuit. Cette soupape se présente donc comme un organe de sécurité ultime, au cas où le circuit serait entièrement rempli de fluide et que la procédure de remplissage ne soit pas respectée.

9.14.10. • Système évitant l'inversion du sens d'écoulement

Compte tenu de la conception spécifique des installations autovidangeables, la pose d'un clapet anti-thermosiphon ne doit pas être mise en œuvre.

Le réservoir de vidange permet d'éviter toute circulation inverse par thermosiphon dans le circuit hydraulique irriguant les capteurs.

9.14.11. • Pompe de circulation

Dans le cas d'un système autovidangeable, la pompe assurant la circulation du liquide caloporteur ne doit pas seulement compenser les pertes de charge mais aussi et surtout vaincre la hauteur manométrique entre le réservoir de vidange du liquide et le point haut de l'installation.

La pompe doit permettre de remonter le fluide au niveau le plus haut de l'installation.

Commentaire

La puissance de la pompe est identique à celle nécessaire pour le même circuit avec capteurs remplis en permanence dans tous les cas où la différence de niveau entre le haut des capteurs et le bas du réservoir (pression statique) est identique ou inférieure aux pertes de charges du circuit à débit nominal (pression dynamique).

La hauteur manométrique à débit nul doit être capable de vaincre la différence d'altitude entre le haut du réservoir de vidange et le haut des capteurs. De plus, la NPSH (Net Positive Suction Head : hauteur de colonne d'eau entre l'altitude de la pompe et celle de la vapeur saturante dans le circuit) doit être adaptée à la pompe choisie pour éviter tout risque de cavitation.

9.14.12. • Réservoir de récupération

Le volume du réservoir de vidange doit permettre de recevoir le volume de liquide des capteurs lorsque la pompe s'arrête et accepter la dilatation du fluide lorsque celui-ci monte en température en

fonctionnement. Ainsi le volume du réservoir doit correspondre au volume des capteurs majorés du volume nécessaire à la dilatation du fluide :

$$V = V_{\text{capt}} + (V_{\text{fl}} \times F_{\text{dil}})$$

Avec :

- V : volume du réservoir ;
- V_{capt} : volume contenu dans les capteurs ;
- V_{fl} : volume total de fluide contenu dans le circuit ;
- F_{dil} : facteur de dilatation du fluide entre la température ambiante (10°C par défaut) et la température maximale prévisionnelle atteinte dans les capteurs (pour des capteurs plans, par défaut 130°C).

Si le réservoir est installé à l'extérieur, il est prévu en inox 304. Si il est installé à l'intérieur il peut être en acier noir mais doit dans ce cas être calorifugé et protégé contre la condensation.

Le réservoir de vidange doit être mise en œuvre au dessus de la pompe de circulation et en dessous du bas des capteurs.

La différence de hauteur entre l'axe du circulateur et le piquage bas du réservoir de vidange doit être supérieure à la NPSH de la pompe (Net Positive Suction Head), correspondant à la pression d'aspiration minimum de la pompe.

La différence de hauteur entre le collecteur haut des capteurs et le piquage bas du réservoir doit être inférieure à la hauteur manométrique de la pompe à débit nul.

Commentaire

Dans le cas d'un système autovidangeable, la pompe assurant la circulation du liquide caloporteur doit compenser les pertes de charge et vaincre la hauteur manométrique entre le réservoir de vidange et le point haut de l'installation.

La position du réservoir doit permettre à la pompe déterminée soit suffisante pour compenser les pertes de charges du circuit et remonter le liquide dans les capteurs : la hauteur statique du circuit doit être inférieure à la perte de charge du circuit en régime établi.



La position du réservoir doit être calculée pour que sa partie haute soit physiquement sous le niveau altimétrique du bas des capteurs.

Commentaire

Le réseau entre les capteurs et le réservoir ne doit pas remonter au delà du niveau du bas des capteurs, mais peut parfaitement avoir plusieurs points hauts. Il est conseillé d'avoir une pente pour les réseaux. L'écoulement est gravitaire, et lorsque le fluide est hors des capteurs, l'installation est en position de sécurité.

Conception de la boucle de distribution

10



10.1. • Boucle générale de distribution des ballons de stockage

L'énergie solaire est distribuée directement des capteurs solaires aux ballons de stockage solaires présents dans chaque logement.

L'alimentation de chaque logement est de type parapluie (ou pieuvre). Elle est réalisée directement depuis la toiture ou les combles via des nourrices aller et retour qui regroupent respectivement un nombre de départs et retours égal au nombre d'appartements à desservir : il existe un circuit aller et un circuit retour par logement.

S'il existe plusieurs colonnes de ballons à desservir, il peut y avoir plusieurs nourrices sur la toiture (ou en combles).

L'alimentation de chaque logement est réalisée individuellement et verticalement, les ballons dans chaque logement étant à l'aplomb (à la verticale) les uns des autres. La distribution est réalisée par un réseau de canalisations de faibles sections (diamètre intérieur maximum de 12 mm).

Le dimensionnement des réseaux se fait sur la perte de charge maximale. Celle-ci doit être limitée à 20 mm eau/m.

La circulation dans ces réseaux doit vérifier les conditions définies dans le NF DTU 60.11, à savoir une distribution à vitesse supérieure à 2m/s en vide-sanitaire, 1,5 m/s en colonne montante, et 0,2 m/s dans le retour de boucle.



Les présentes Recommandations ne traitent pas des installations de chauffe-eau solaires collectifs individualisés avec distribution par gaine technique (palière) alimentant par le palier chaque appartement individuellement et de manière horizontale.

Une configuration parapluie permet en effet le regroupement et l'accessibilité aisée de tous les matériels « sensibles » de l'installation (notamment les vannes d'équilibrage) et l'absence de vannes et de purgeurs dans les logements. Elle facilite en outre les opérations de remplissage et de purge du circuit.

10.2. • Organes de réglage hydraulique

L'ensemble des organes de réglage hydraulique (vannes d'isolement et d'équilibrage) sont installés en toiture.

Commentaire

Une distribution « en parapluie » permet de regrouper toutes les vannes en toiture alors que celle par gaines palières nécessite leur mise en place en plafond des gaines si l'on veut éviter l'ajout de purgeurs dans les logements.

Un équilibrage permettant de régler le débit dans chaque ballon de stockage est nécessaire. Pour assurer un équilibrage correct dans chaque ballon de stockage, l'utilisation de vannes d'équilibrage de débit doit être préférée.

Une vanne d'équilibrage par logement est à prévoir. Elles permettent de régler et répartir avec précision le débit imposé dans chacun des échangeurs individuels (proportionnels à la puissance des échangeurs individuels). Elles sont installées sur le retour des nourrices assurant la division des réseaux de distribution individuelle vers l'échangeur des ballons de chaque appartement.

Une vanne d'équilibrage doit être mise en œuvre en aval de chacune des nourrices de collecte des réseaux de distribution.

Le matériel doit être accessible pour les opérations d'équilibrage, d'entretien et de maintenance.



Le bon fonctionnement et la répartition équitable de l'énergie étant assujettis au bon équilibrage de l'installation, il est important de faire le bon choix des vannes (adaptées aux débits désirés) et que leur implantation facilite leur réglage.

Des vannes d'isolement sont mise en œuvre au départ de chaque réseau de distribution individuelle. Elles sont installées en toiture ou en combles en aval des nourrices assurant la division des réseaux de distribution individuelle vers l'échangeur des ballons de chaque appartement.



Chaque nourrice (de division et de collecte des réseaux de distribution individuelle) est pourvue d'un purgeur d'air automatique avec vannes d'isolement.

10.3. • Système évitant l'inversion du sens d'écoulement (cas des installations avec capteurs remplis en permanence)

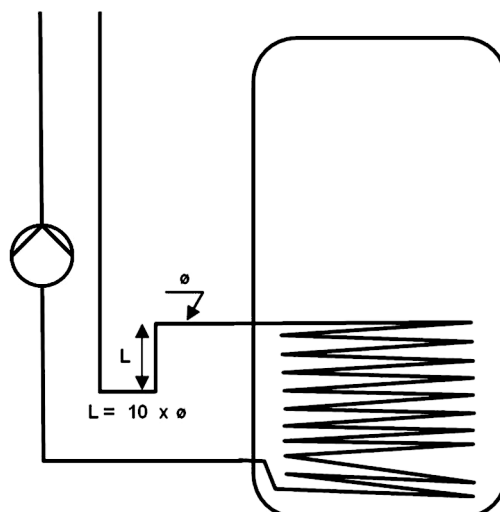
Un système anti-thermosiphon permet d'éviter l'inversion du sens de l'écoulement. Il est indispensable lorsque le dispositif de stockage est situé au même niveau ou en dessous des capteurs solaires car bien que les tuyaux soient de petits diamètres, un thermosiphon pourrait se déclencher la nuit, les capteurs s'étant refroidis, en sens inverse et provoquer un refroidissement des ballons de stockage.

Le système anti-thermosiphon permettant d'éviter l'inversion du sens de l'écoulement peut être assuré par un clapet anti-thermosiphon. Il crée une résistance suffisante pour empêcher le thermosiphon de s'amorcer.

Ces organes sont à clapet, à ressort ou à disque de retenue. Ils doivent présenter des pertes de charge aussi réduites que possible ($< 0,3$ m eau).

Ils sont installés sur chaque retour du fluide, depuis les logements vers les capteurs solaires. Ils sont positionnés en aval de chaque vanne d'équilibrage et avant chaque nourrice de retour (Figure 1). Ils permettent d'éviter tout risque de thermosiphon général et entre chaque ballon de stockage individuel.

La mise en œuvre d'une lyre anti-thermosiphon est recommandée. Elle est à confectionner (10 x le diamètre de la conduite) sur le départ de chaque ballon de stockage (Figure 19).



▲ Figure 19 : Exemple de lyre anti-thermosiphon

Commentaire

Le phénomène de vol de chaleur est propre à un réseau qui dessert plusieurs points d'échanges (ici les logements). On trouve surtout ce phénomène dans les cas où l'échange se fait dans un ballon avec appoint intégré. Du fait de la conductivité thermique des parois des ballons, de l'énergie issue de l'appoint peut être transmise au réseau de distribution via l'échangeur solaire, et bénéficier à un logement distinct, le réseau de distribution étant commun. L'impact de ce phénomène dépend essentiellement du puisage des différents occupants des logements. Ainsi, les « gros consommateurs » pourraient être avantagés, statistiquement, vis-à-vis de consommateurs économes.

Ce phénomène est marginal dans le cas d'une installation comportant au niveau des ballons individuels une lyre et un clapet anti-thermosiphon, et dont les réseaux sont bien équilibrés, mais peut dépasser quelques pourcent de l'énergie transférée dans le cas de réseaux déséquilibrés (déséquilibres supérieurs à 50%).

Stockages solaires individualisés

11



Le stockage solaire et l'appoint se font individuellement. L'énergie solaire est distribuée directement des capteurs solaires aux ballons de stockage solaires présents dans chaque logement via un échangeur noyé, intégré en partie basse de ces derniers. Un appoint individuel assure le complément à la préparation d'eau chaude sanitaire. Il peut être intégré au ballon solaire ou séparé du ballon solaire.

11.1. • Emplacement

Les ballons de stockage solaire sont à l'aplomb (à la verticale) les uns des autres. Les logements sont desservis par une distribution verticale. L'alimentation de chaque logement est réalisée individuellement directement depuis la toiture ou les combles.

Commentaire

Dans le cas de bâtiments où la configuration des appartements est changeante selon les étages, il peut ne pas être possible de passer directement verticalement les colonnes pour desservir directement les ballons de production d'ECS. Dans ce cas, il est possible de faire descendre les canalisations directement dans une gaine technique (palière) et d'alimenter par le palier chaque appartement individuellement.

Le ballon de stockage et tous les éléments nécessaires au fonctionnement doivent être installés dans une pièce du volume chauffé de l'habitation ou dans un local fermé et isolé.

Pour des raisons de confort (thermique et acoustique), on évite une implantation dans les zones de vie (chambre et salon notamment).

La pièce technique recevant l'installation doit être équipée d'une ouverture sur l'extérieur afin de pouvoir assurer une aération durant

la période estivale ou les besoins en chaleur sont faibles et l'énergie solaire importante, et par conséquent une température de stockage élevée.

Les ballons de stockage doivent être compacts de manière à prendre le moins de place possible dans un appartement. Tous les piquages et équipements doivent être accessibles pour la maintenance.

11.2. • Isolation thermique

Les déperditions thermiques des ballons de stockage ne sont pas négligeables. Une isolation de qualité doit être mise en œuvre avec beaucoup de soin.

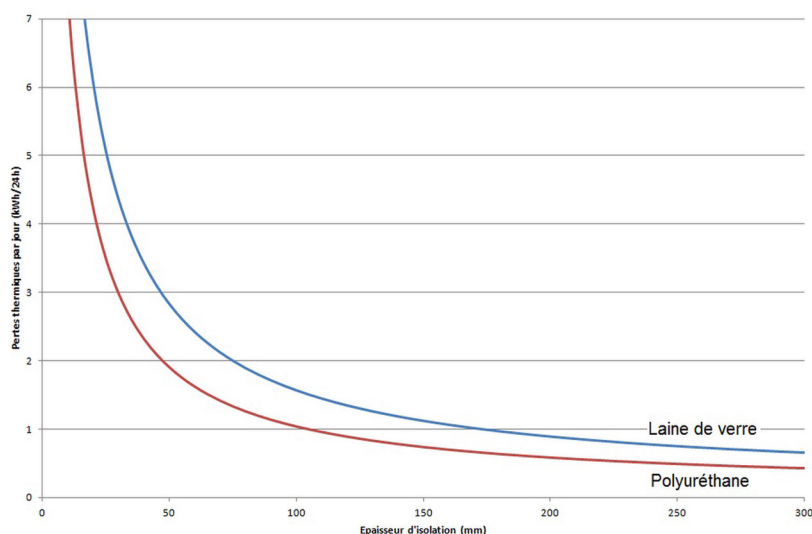
La (Figure 20) montre l'évolution des pertes thermiques d'un ballon de stockage de 300 litres (rapport hauteur sur diamètre de 3) entièrement calorifugé pour un écart de température entre l'eau et l'ambiance de 40 K en fonction de l'épaisseur d'isolant.

Les calculs sont effectués pour deux isolants courants :

- la laine de verre (conductivité de 0,038 W/(m.K)) ;
- le polyuréthane (conductivité de 0,025 W/(m.K)).

Comme on le constate sur la (Figure 20), une épaisseur d'isolant de 100 mm est recommandée. Pour cette épaisseur, les pertes journalières sont d'environ 1,5 kWh pour de la laine de verre et d'environ 1 kWh pour du polyuréthane, soit un écart conséquent entre ces deux isolants.

Il est donc conseillé de calorifuger le volume tampon avec une épaisseur d'isolant de 100 mm et de préférer le polyuréthane à la laine de verre.



▲ Figure 20 : Evolution des pertes thermiques journalières d'un volume tampon de 300 litres avec un rapport hauteur sur diamètre de 3 en fonction de l'épaisseur d'isolant pour de la laine de verre et du polyuréthane (pour un écart de température de 40 K entre l'ambiance et l'eau)

Toute la surface du stockage doit être calorifugée. En effet, les pertes thermiques peuvent être multipliées par trois si le fond du volume tampon n'est pas isolé (par rapport au même volume entièrement calorifugé). Les supports de pose du stockage doivent être isolés du sol (patins, supports en matériaux conducteurs...). Les raccordements connectés et les bouchons dans le cas où ils ne sont pas utilisés doivent être isolés.

Les températures élevées que le réservoir de stockage peut atteindre en période estivale (environ 85°C) limitent l'utilisation de certains matériaux isolants.

On rencontre différentes techniques :

- l'isolation en mousse de polyuréthane, aujourd'hui sans CFC ;
- les matelas de laine minérale, ceinturés par une feuille d'aluminium et recouverts d'un manteau en aluman ;
- les coquilles en polystyrène, recouvertes d'un manteau de tôle laquée, amovible (mais parfois limité à certaines températures) ;
- la résine de mélamine, nouveau matériau très résistant à la haute température et facilement dissociable du manteau extérieur.

11.3. • Raccordement

Le raccordement des canalisations sur le ballon est réalisé avec des raccords démontables vissés sur la vanne d'isolement positionnée au départ de chacun des circuits hydrauliques. Il pourra être réalisé des lyres anti thermosiphon évitant une décharge de chaleur dans les canalisations.

Un bipasse plombé doit être mise en œuvre sur l'arrivée en eau froide du ballon d'appoint (si existant). Lors d'une intervention sur le volume de stockage solaire, cette vanne normalement fermée permet de le bypasser et d'utiliser ainsi l'appoint en venant directement l'alimenter avec le réseau d'eau froide.

Afin d'éviter le vol d'énergie et dans le cas de ballon bi énergie, la différence de hauteur entre le haut de l'échangeur solaire et le bas de l'appoint doit être au minimum de 10 cm.

11.4. • Stratification

Un aspect important de ces réservoirs est leur capacité à stratifier la chaleur : les couches les plus chaudes sont en partie haute, les plus froides en partie basse. Ceci permet d'optimiser la charge en refroidissant la température de retour vers les capteurs afin de les faire fonctionner aux entrées les plus basses.



A volume identique, on préfère un réservoir plus haut et plus étroit. Ses dimensions déterminent sa capacité à stratifier : un rapport minimum hauteur sur diamètre de 2 ou mieux de 3 doit être respecté. Si ce rapport minimum n'est pas respecté, on constate l'absence de stratification entre le bas et le haut du réservoir et donc des températures à l'entrée des capteurs solaires plus élevées.

Afin d'éviter les zones mortes dans le ballon de stockage et de favoriser la stratification, des déflecteurs sont mis en œuvre en partie basse du ballon et notamment sur l'arrivée d'eau froide et en partie haute sur le départ d'eau chaude sanitaire.

Afin de favoriser la stratification du ballon de stockage, il est impératif de suivre les préconisations du fabricant.

Tous les piquages des appoints doivent être positionnés au minimum à 10 cm au dessus du piquage haut de l'échangeur solaire.

11.5. • Equipements du ou des ballons de stockage solaire

Pour exclure tout risque de corrosion, les appareils émaillés sont munis d'une protection cathodique ou galvanique. Dans un couple électrolytique, c'est toujours l'anode qui se corrode. Le principe est donc de protéger l'acier de la cuve (la cathode) en le mettant en contact avec un métal moins noble que lui (l'anode). L'anode, plongée dans l'eau, généralement en alliage de magnésium, se dissout. C'est donc un équipement de consommation qu'il faudra surveiller et remplacer quand il arrivera en fin de vie. Il existe actuellement deux technologies pour les anodes :

- anode au magnésium sacrificielle : cette anode doit être remplacée lorsque son usure dépasse 60 %. Son contrôle doit être fait tous les 2 ans ;
- anode électronique en titane (ACI) : une alimentation électrique impose le courant d'électrolyse. L'anode ne se détruit pas, elle n'est donc jamais remplacée.
- l'anode électronique est recommandée lorsque l'eau est très dure ou lorsque l'anode en magnésium ne peut pas être remplacée en raison d'un manque d'espace entre le ballon et le plafond. Cette anode n'intervient en rien sur la formation de calcaire, ce n'est pas un adoucisseur.

Commentaire

La protection anodique est inutile dans le cas d'un ballon de stockage en inox.

Les ballons de stockage sont munis d'un dispositif de sécurité pour éviter toute surpression et d'un dispositif de dégazage en partie haute. Un groupe de sécurité composé d'une soupape de sécurité sanitaire

tarée à 7 bar est mise en œuvre sur chaque ballon. Un purgeur automatique est fixé sur té en sortie d'eau chaude sanitaire.

Les canalisations d'évacuation de la soupape de sécurité doivent disposer d'une rupture de charge avant déversement par mise à l'air libre afin d'éviter les retours. La garde d'air est d'au moins 2 cm.

Les dispositifs de stockage doivent comporter également les équipements permettant d'assurer les opérations d'entretien et de maintenance tels qu'une vanne de purge en partie basse permettant de réaliser la vidange du réservoir et les chasses et un thermomètre à plongeur (à cadran gradué de 0 à 100°C) en partie haute pour le contrôle de la température.

Les ballons de stockage sont équipés d'une trappe de visite indispensable pour le nettoyage et l'inspection du ballon. Elle est calorifugée avec un tampon fixé par boulons et joint d'étanchéité de qualité alimentaire. Des vannes d'isolement ainsi qu'un espace libre sont réservés autour des appareils et de leurs équipements (thermostat, mitigeur, groupe de sécurité, purgeurs, anode,...) pour assurer les opérations d'entretien et de maintenance.



La vanne d'arrivée d'eau froide sur les ballons d'appoint doit être fermée sinon le solaire est « court-circuité ».

Afin de limiter la température de distribution, un limiteur de température en sortie du système de production d'eau chaude sanitaire doit être installé à la sortie du dispositif de stockage. Il est conforme aux exigences techniques du document technique 8 « Limiteurs de température ECS » de la marque NF « Robinetterie de réglage et de sécurité ». L'eau chaude sera limitée à 60°C en sortie du système de production et limitée à 50°C en amont des pièces destinées à la toilette. Le limiteur de température doit interdire la circulation du fluide chaud vers l'eau froide pour éviter une éventuelle déstratification du ballon. Un clapet anti retour doit être installé sur l'arrivée d'eau froide du limiteur de température.

11.6. • Appoint

L'appoint du ballon doit permettre une température d'au moins 60°C dans la partie haute du ballon. Plusieurs configurations d'appoints sont possibles :

- appoint électrique intégré dans le ballon bi énergie de chaque logement. Une résistance est située en partie médiane du ballon au-dessus de l'échangeur solaire ;
- appoint gaz intégré dans le ballon bi énergie de chaque logement par échangeur tubulaire raccordé en partie supérieure du ballon à une chaudière accumulée ;



- appoint gaz constitué par une colonne solaire ou par une chaudière individuelle instantanée ou micro/mini accumulée séparée du ballon solaire, montée en série et en aval du ballon solaire, et dans chaque logement.

Dans le cas d'un appoint électrique, celui-ci devra être adapté à un éventuel abonnement heure pleine/heure creuse, avec une relance journalière possible.



12

Le système de régulation



12.1. • Cas des installations avec capteurs remplis en permanence



Les modes de régulation sont données à titre indicatif. Il est important d'adapter ces paramètres et de les faire correspondre avec les spécifications des constructeurs.

La régulation est de type différentiel. Elle pilote le circulateur et contrôle l'écart de température du liquide caloporteur entre les capteurs (sonde TSC en sortie d'une batterie de capteurs) et le retour général des ballons de stockage individualisés vers les capteurs (sonde TSB).

La régulation doit intégrer un Différentiel au Démarrage (DD) et à l'Arrêt (DA), basé sur le principe de l'hystérésis. Les valeurs (DD et DA ou DD et hystérésis) sont réglables (voir préconisations fabricants).

La régulation commande le fonctionnement du circulateur en fonction des valeurs relatives des sondes de température sortie et retour général des ballons.

La valeur calculée $DT = T_{sc} - T_{sb}$ est alors comparée aux différentiels d'arrêt et de démarrage :

- le circulateur démarre lorsque $DT > DD$ = différentiel de démarrage (généralement de l'ordre de 7 à 8 K) ;
- le circulateur s'arrête lorsque $DT < DA$ = différentiel d'arrêt (généralement de l'ordre de 1 à 2 K).

La pompe de circulation s'arrête et le système se vidange par gravité :

- quand l'échange de chaleur aux bornes du primaire solaire n'est plus significatif ;
- quand la température de retour de la boucle solaire atteint sa température limite (paramétrée lors de la mise au point de la régulation) ;
- quand la température du liquide caloporteur au départ de la boucle solaire dépasse sa température de sécurité (paramétrée lors de la mise au point de la régulation).



Il est fortement recommandé de vérifier au démarrage que l'installation reçoit un ensoleillement minimal, pour éviter tout court-cycle et démarrages anormaux. Une sonde d'ensoleillement vient compléter la régulation en autorisant la mise en route du circulateur lorsque l'intensité mesurée est suffisante (supérieure à 150 W/m² par exemple) et son arrêt lorsqu'elle est insuffisante (inférieure à 120 W/m² par exemple).

Commentaire

Il est également possible de démarrer la pompe sur la seule valeur d'ensoleillement minimale (150W/m² par exemple), et d'arrêter celle-ci lorsque la valeur d'ensoleillement ou la différence de température DT passe en deçà de la valeur de consigne d'arrêt (120W/m² ou 2°C par exemple).

Pour les installations avec échangeur extérieur, le mode de régulation est généralement double différentiel. Le circulateur du secondaire est régulé en regard de l'écart de température entre l'entrée de l'échangeur solaire côté primaire (boucle solaire) et l'entrée de l'échangeur côté secondaire (boucle en eau chaude). Le circulateur secondaire du circuit eau chaude est asservi à celui du primaire solaire.

12.2. • Spécificité des installations autovidangeables



Le professionnel doit se conformer aux instructions données dans les notices des fabricants.

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 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.

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

Au démarrage de l'installation, l'air contenu dans les capteurs solaires est chassé vers le réservoir de vidange qui va recevoir et isoler l'air du circuit. Après cette phase d'amorçage de quelques minutes, le système fonctionne comme un système solaire avec capteurs remplis en permanence (cf. 12.1).

Comme pour une installation avec capteurs remplis en permanence, l'installation autovidangeable peut être avec échangeur solaire immergé ou extérieur au stockage solaire.

13

Le suivi énergétique



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

- de détecter si l'installation est en état de fonctionnement normal ;
- d'avoir des données objectives sur le bon fonctionnement de l'installation ;
- 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).

13.1. • 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.

13.2. • Contrôle de bon fonctionnement de l'installation

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

13.2.1. • Énergie solaire mesurée

L'énergie solaire mesurée peut être :

- l'énergie produite par les capteurs et plus précisément l'énergie captée et fournie au primaire de l'installation. L'installation est équipée d'un compteur d'énergie thermique sur le retour général des ballons de stockage vers les capteurs, de deux sondes de température (une sur le collecteur général de départ des capteurs et une sur celui de retour des ballons de stockage) ;
- l'énergie solaire utile. Chaque logement doit être instrumenté avec autant de compteurs que de logements.



Il est préférable en dehors d'opérations de démonstration ou expérimentales de compter l'énergie captée et fournie au primaire de l'installation.

13.2.2. • Indicateurs suivis

Pour connaître la performance de l'installation, l'indicateur suivi est la productivité solaire. On ramène simplement la production solaire, au primaire de l'installation, 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

Commentaire

Si l'énergie solaire utile est mesurée, l'indicateur suivi est la productivité en énergie solaire utile.

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).

13.2.3. • Contrôle de bon fonctionnement simplifié

Les données de consommation et de production solaire mesurées 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. L'exploitant doit alerter le maître d'ouvrage en cas de non correspondance avec les indicateurs minimums de performance prévisionnels.

13.2.4. • 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.

13.2.5. • Instrumentation

Il est recommandé de mesurer l'énergie solaire avec un compteur d'énergie. Il intègre :

- deux sondes de température appairées, à placer en doigt de gant ;
- un compteur d'eau hydraulique (mesure de volume ou de débit du liquide caloporteur traversant le compteur) ;

- un intégrateur qui récupère les données de chaque élément et les convertit en quantité d'énergie. Il introduit le coefficient thermique qui peut être fixe ou variable).

Commentaire

Un automate du système GTB ou une centrale de télégestion dédiée au suivi énergétique peut être utilisée pour effectuer le calcul à partir d'un compteur d'eau et de deux sondes de température séparées.

Le compteur d'énergie thermique est de Classe 1 (caractérisant les Erreurs Maximales Tolérées sur le débit). Il présente une valeur $\Delta T_{\min}$ (Erreurs Maximales Tolérées sur la différence de températures) de 3 correspondant à une erreur d'appariement proche de 0,1 K.

Outre la classe et le $\Delta T_{\min}$, un compteur d'énergie thermique se choisit en considérant ces autres caractéristiques principales :

- la différence de température maximale mesurable ;
- la plage des mesures de température ;
- la pression maximale admissible ;
- la perte de charge provoquée par le mesureur de débit ;
- les longueurs droites à prévoir en amont et en aval du mesureur ;
- la résolution de l'index par rapport à la précision et à la capacité de comptage ;
- les informations affichées et celles qui sont disponibles par un réseau numérique comme Mbus.

Le compteur d'énergie est équipé, a minima, d'une sortie impulsions ou de préférence d'une interface de communication (Mbus, Jbus...).

Commentaire

Le protocole M-Bus est particulièrement adapté aux compteurs d'énergie thermique. Il permet non seulement de remonter la quantité d'énergie (index) mais aussi l'index de volume, le débit et les températures.

Le compteur ne doit pas être choisi uniquement en fonction du diamètre de la canalisation : il peut être surdimensionné et fonctionner avec une moins bonne précision. Il est choisi en regard de son débit nominal, transitoire, minimal et maximal.

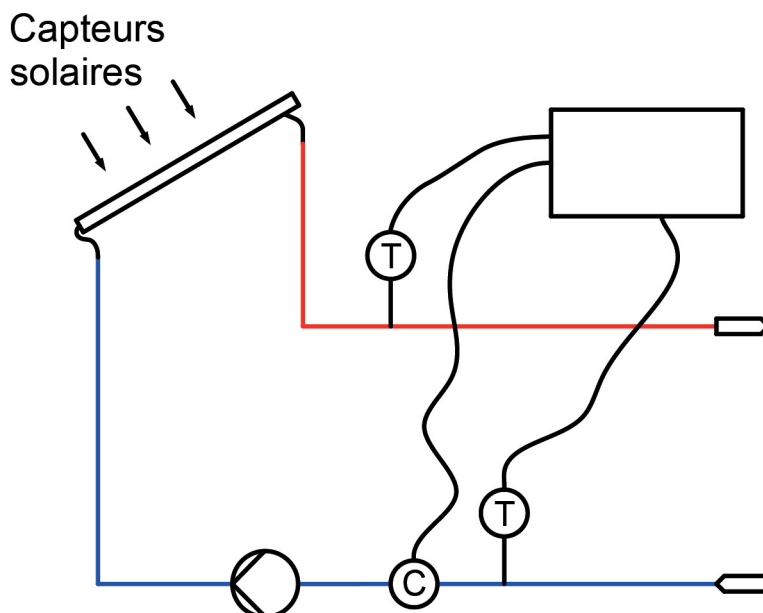
13.2.6. • Plans de comptage

L'instrumentation mise en place doit au minimum permettre le calcul de l'énergie solaire produite au primaire de l'installation.

Un exemple d'instrumentation du circuit primaire est donné dans la (Figure 21). L'énergie solaire en sortie du champ de capteurs est

déterminée à partir de la mesure du débit de la boucle solaire et des températures en entrée et sortie du champ de capteurs.

Dans le cas d'une installation avec suivi détaillé, l'installation est munie d'une centrale d'acquisition raccordée à un réseau de communication, généralement au réseau téléphonique.

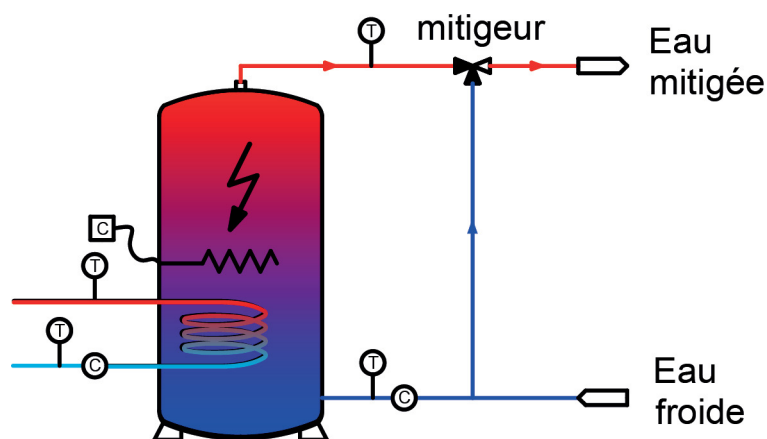


▲ Figure 21 : Instrumentation minimale permettant de caractériser le fonctionnement global de l'installation de type CESC

On rappelle que pour connaître précisément la production solaire utile fournie par une installation de type CESC, il est nécessaire de mettre en place un compteur d'énergie dans chaque logement.

La (Figure 22) illustre l'instrumentation nécessaire dans ce cas au niveau de chaque logement. Cette opération étant très coûteuse (plusieurs centaines d'euros par logement au minimum en incluant le matériel et son coût de pose et de raccordement), elle renchérit fortement le prix total de l'installation.

Il est préférable en dehors d'opérations de démonstration ou expérimentales de compter l'énergie captée et fournie au primaire de l'installation. Ceci permet, après exploitation des données, de vérifier le bon fonctionnement de la partie captation, et de calculer qu'elle énergie a été fournie au réseau de distribution.



▲ Figure 22 : Instrumentation nécessaire dans chaque appartement permettant de caractériser la production solaire utile

14

Raccordements électriques



Les raccordements électriques s'effectuent par câbles U1000 RO2V de section surdimensionnée fixés sur chemins de câbles ou en gaines PVC rigides.

L'alimentation et les protections de tous les équipements solaires s'effectuent à partir d'un coffret électrique dédié de degré de protection IP 437. Les équipements de commande et de sécurité sont fixés sur rails DIN.

Le coffret électrique est alimenté en 400 V + neutre à partir de l'armoire électrique générale prévue en chaufferie. Elle est équipée au départ d'un disjoncteur divisionnaire tripolaire calibré sur la puissance nécessaire majorée de 100%.

La norme mentionne par exemple que « toutes les masses doivent être reliées à un conducteur de protection selon les conditions particulières des divers schémas des liaisons à la terre (TT, TN, IT).

Le coffret électrique est équipé :

- un sectionneur général à fusibles ;
- deux contacteurs bipolaires de commandes des circulateurs équipés de contact auxiliaires normalement ouverts ;
- disjoncteurs divisionnaires pour la protection de l'interrupteur crépusculaire (si présent), du régulateur, du télécontrôleur (si présent) ;
- un disjoncteur différentiel de 30 mA de protection de la prise de courant (prise à l'intérieur du coffret) ;
- une prise de courant « force » en mono 230V équipée d'un pôle de terre de 16 A ;
- 1 commutateur 3 positions (Marche-Arrêt-Auto) pour la commande de la pompe solaire,

- un voyant sous tension du coffret électrique et deux voyants « marche » du(es) circulateur(s) ;
- les plaques signalétiques en façade ;
- l'interrupteur crépusculaire (si présent) ;
- le régulateur pouvant également assurer une fonction de télé-contrôleur, doté d'une capacité de commande de la pompe solaire en puissance ;
- une alimentation 220/24V ;
- une batterie de secours ;
- une pochette à documents contenant les schémas électriques de commande et de puissance avec les reports et repérages.

Les passages de câbles sont effectués sous goulottes à l'intérieur du coffret électrique et par passe-fils au travers de sa paroi. Tous les appareils sont étiquetés et les câbles repérés par numérotation.

Le coffret électrique doit contenir les schémas électriques « commande » et « puissance » avec report des repérages.

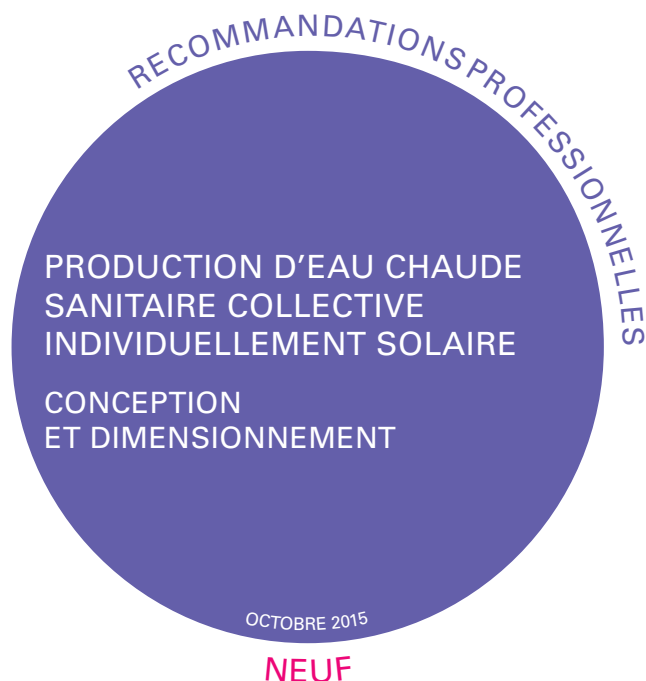
La mise en œuvre de l'installation doit être réalisée conformément aux prescriptions de la norme NF C 15-100 qui s'applique aussi bien aux installations en très basse tension qu'en basse tension.

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 pour garantir une conception et un dimensionnement corrects d'un chauffe-eau solaire collectif individualisé (CESCI).

Les solutions techniques avec capteurs remplis en permanence ou installation autovidangeable sont présentées.

Une démarche simple et concrète, basée sur l'expérience, est proposée pour le dimensionnement et la sélection du chauffe-eau solaire. La fonction, les critères de choix des matériaux et les bonnes pratiques pour le dimensionnement de chacun des composants de l'installation solaire sont exposés.

Les différents niveaux de suivi énergétique de l'installation solaire, les plans de comptage associés et l'instrumentation à mettre en place sont présentés.



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

