

GRANDS SYSTEMES SOLAIRES THERMIQUES

Guide maintenance pour le responsable technique /énergie



Version juin 2009

Plus d'infos :
www.bruxellesenvironnement.be
> Professionnels

Bruxelles Environnement
02 775 75 75



GRANDS SYSTEMES SOLAIRES THERMIQUES

Guide de maintenance pour le responsable technique/énergie

SOMMAIRE

CHAPITRE I : INTRODUCTION	4
CHAPITRE II : FONCTIONNEMENT D'UNE GRANDE INSTALLATION SOLAIRE THERMIQUE DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE.....	6
CHAPITRE III : EXPLOITATION ET MAINTENANCE.....	11
CHAPITRE IV : SUIVI DE L'INSTALLATION	25
ANNEXES : TABLE DE CORRESPONDANCE POUR LE CONTROLE DES NORMES ET PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX INSTALLATIONS SOLAIRES THERMIQUES ASSEMBLEES A FAÇON	27
TABLE DES MATIERES	32

CONTENU

Le présent guide reprend la maintenance à effectuer sur des installations solaires de grande dimension. Il s'agit principalement des installations munies d'un échangeur de chaleur externe.

OBJECTIF

Ce guide a pour objectif de guider le responsable d'un bâtiment tertiaire ou de logement collectifs équipé d'un système solaire de production d'eau chaude au travers de la maintenance d'une telle installation. Les différentes vérifications et entretiens à effectuer sont repris de manière chronologique.

Les systèmes solaires permettant le soutien au système de chauffage du bâtiment ne sont pas repris dans le présent guide.

PUBLIC-CIBLE

Responsables techniques/énergie



CHAPITRE I : INTRODUCTION

1. GENERALITES

Pourquoi utiliser l'énergie solaire

Le rayonnement solaire constitue une source d'énergie gratuite, abondante et renouvelable. Non polluante et inépuisable, l'énergie solaire permet de respecter l'environnement et de préserver les ressources énergétiques, sans produire de déchets ni d'émissions polluantes.

Au delà des enjeux environnementaux et de l'impact sur la production de gaz à effet de serre, l'eau chaude représente une part non négligeable de la facture énergétique d'un bâtiment, qui peut être réduite grâce à l'utilisation de l'énergie solaire.

La technologie permettant de capter cette énergie et de la transformer en chaleur utile est à maturité depuis plusieurs années.

Origine de l'énergie solaire

Le soleil émet d'énormes quantités d'énergie de manière uniforme dans l'espace.

Le rayonnement global qui atteint la surface de la terre est de 2 types :

- Le rayonnement direct, provenant directement du soleil, visible par temps clair.
- Le rayonnement diffus, résultant de la diffusion de la lumière dans l'atmosphère, essentiellement par la couverture nuageuse.

Le rayonnement qui frappe annuellement une surface horizontale de 1 m² en Belgique est de 1000 kWh (soit l'équivalent en contenu énergétique de 100 litres de mazout ou 100 m³ de gaz). La part de ce rayonnement incident arrivant (à Bruxelles) sous forme de rayonnement diffus représente en moyenne annuelle 60 % du rayonnement global.

Un capteur solaire thermique peut raisonnablement récupérer 40 à 60 % du rayonnement incident sous forme de chaleur.

2. INTEGRATION DANS L'INSTALLATION DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE EXISTANTE

Un chauffe-eau solaire est installé en tenant compte des contraintes techniques (place disponible, orientation de la toiture, ...), ainsi que des opportunités présentes pour l'intégration d'un chauffe-eau solaire dans l'installation existante (si installé après la construction du bâtiment).

Les contraintes et opportunités techniques et/ou architecturales concernent essentiellement :

- L'installation des capteurs : surface disponible, orientation, ombrage, accès, résistance de la toiture, ...,
- L'installation du ou des ballons de stockage : place disponible, accès, intégration dans le système existant, ...,

Installation des capteurs solaires

L'emplacement idéal des capteurs solaires se situe en toiture, avec une inclinaison d'environ 40° et une orientation plein sud.

Lorsque les capteurs solaires sont installés sur une toiture terrasse, il faut envisager une surface de toiture plus importante que la surface des capteurs afin d'éviter tout ombrage d'une rangée de capteurs sur l'autre. Pour des panneaux de 2 m de large sur 1 m de haut, il faut laisser au moins 3 mètres entre chaque rangée de champs de capteurs.

L'installation de capteurs solaires en toiture peut nécessiter son renforcement pour garantir sa résistance à la surcharge pondérale.

Installation des ballons de stockage

Pour l'emplacement des ballons de stockage, échangeurs, et autres composants hydrauliques de l'installation solaire thermique, l'idéal est de disposer d'un espace à proximité des chaudières (photos 1 et 2).

Passage des tuyauteries

Les tuyaux du circuit primaire qui relient les capteurs et le(s) échangeur(s) de chaleur (voir figure 1, chapitre 2) doivent être isolés. On se servira de gaines techniques existantes (Photos 1 et 2) pour les intégrer dans la structure du bâtiment. Si leur passage est obligatoirement extérieur l'épaisseur de l'isolation sera renforcée et une protection contre les attaques d'oiseaux et le rayonnement solaire (Ultra violet) sera ajoutée.



Photos 1 et 2 : Gaine technique reliant la toiture au sous-sol

CHAPITRE II : FONCTIONNEMENT D'UNE GRANDE INSTALLATION SOLAIRE THERMIQUE DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE

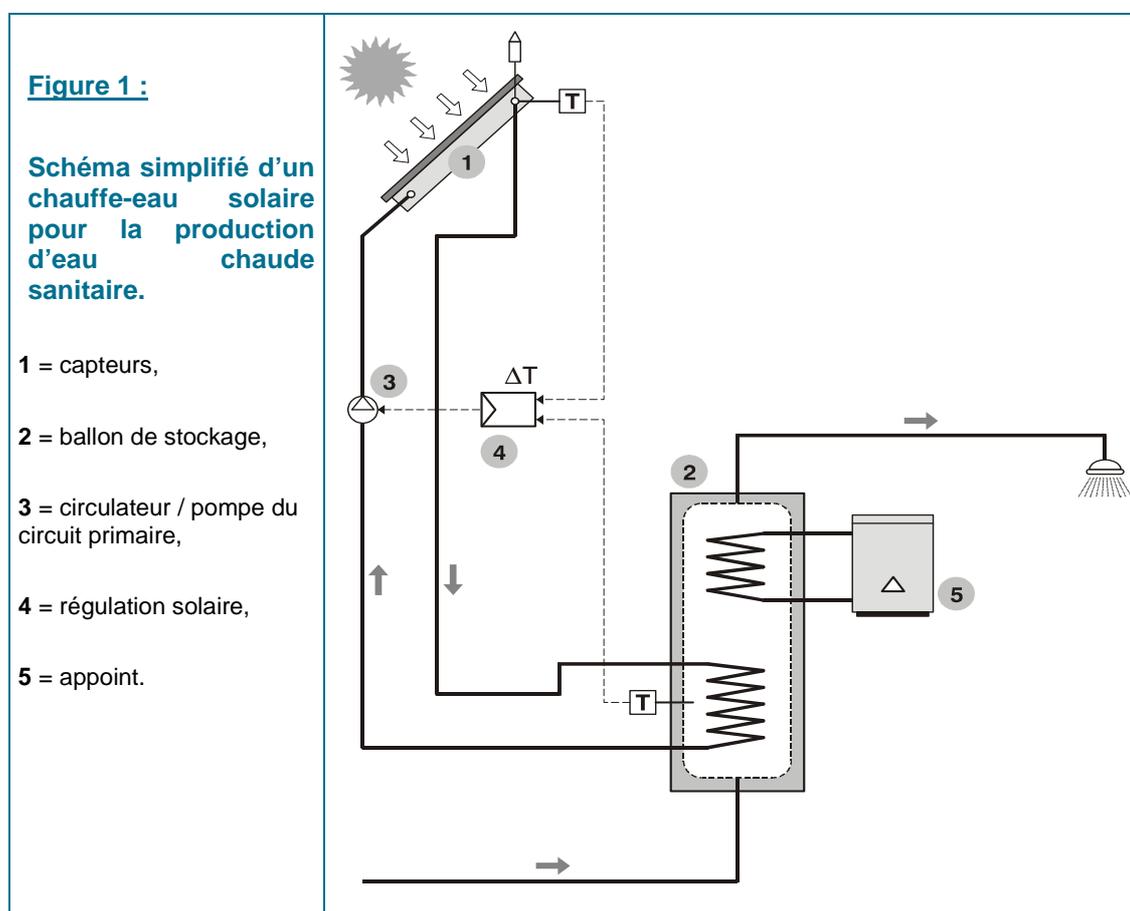
1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ET TYPES DE SYSTEMES

Une installation solaire thermique de production d'eau chaude est un système complet qui sert à préchauffer l'eau à partir du rayonnement solaire global.

Ce système est constitué (voir figure 1) de capteurs solaires (1) qui transforment le rayonnement solaire en chaleur grâce à un absorbeur. Celui-ci transfère la chaleur vers le fluide qui le parcourt. Le circuit primaire relie les capteurs au(x) ballon(s) de stockage (2). Le ballon de stockage permet d'accumuler l'eau chaude produite pour l'utiliser en temps voulu.

D'autres composants tels que le circulateur (3) et le dispositif de régulation automatique (4) régulent le fonctionnement du système selon les conditions d'ensoleillement et la demande en eau chaude.

Une source d'énergie d'appoint (5) qui porte l'eau préchauffée à la température souhaitée, quelles que soient les conditions d'ensoleillement, sera toujours nécessaire, car les panneaux solaires ne peuvent à eux seuls satisfaire, toute l'année, la totalité de la demande en eau chaude.



1.1. Les capteurs solaires

Pour la production d'eau chaude sanitaire nous choisirons des capteurs plans atmosphériques. En effet, des capteurs solaires sous vides ne conviennent bien souvent que pour des applications à hautes températures ou lorsque la surface disponible en toiture est très limitée. Les capteurs sous vide possèdent des performances supérieures pour une même surface installée. Cependant, ces capteurs sont, à production identique, plus chers que des capteurs plans atmosphériques.

1.2. Le circuit primaire

Le circuit primaire (cercle noir dans la figure 2) est un circuit fermé composé de tuyauteries, généralement en cuivre, qui relie le champ de capteurs à un échangeur de chaleur externe au ballon de stockage solaire.

Typiquement, pour les grands systèmes solaires, au-delà de 30 m² de capteurs, un échangeur de chaleur externe est utilisé. En effet, les puissances importantes mises en jeu nécessitent de grandes surfaces d'échange. Il n'est cependant pas rare de rencontrer des ballons de stockage solaires à échangeur interne, même pour ces grands systèmes. Ce choix est à discuter avec le fournisseur.

Le circuit primaire, relatif à l'installation sous pression, est totalement rempli d'un fluide caloporteur résistant au gel. On pourrait également travailler avec de l'eau pure non glycolée dans le cas d'un système à vidange. Dans ce cas, on peut omettre le vase d'expansion car le circuit primaire n'est pas mis sous pression, mais il faut prévoir la place pour installer le réservoir à vidange entre le champ des capteurs et le ballon de stockage solaire afin de récupérer le fluide caloporteur. Le choix d'un système "sous pression" ou "à vidange" peut encore s'effectuer lors de la rédaction du cahier des charges ou même lors de l'adjudication.

Le circuit primaire est muni des accessoires suivants (voir figures 2 et 3) :

- Une soupape de sécurité, équipée d'un manomètre, destinée à évacuer les surpressions en cas de surchauffe de l'installation. Cette vanne est raccordée à un réservoir de collecte du fluide caloporteur avec anti-gel, pour éviter tout rejet toxique dans le réseau d'égouttage.
- Un vase d'expansion, placé du côté aspiration de la pompe de circulation, chargé d'absorber les différences de volume et de récolter la totalité du fluide caloporteur expulsé des capteurs en cas de surchauffe.
- Une pompe de circulation assurant la circulation du fluide caloporteur dans le circuit,
- Un purgeur manuel permettant d'éliminer l'air en partie haute du circuit lors du remplissage et des entretiens.
- Un clapet anti-retour pour éviter la formation d'un contre-courant de thermo circulation qui déchargerait le ballon de stockage solaire de sa chaleur.
- Plusieurs vannes d'isolement (quelques exemples dans les cercles verts) pour isoler les composants principaux du système en cas d'entretien ou de remplacement.
- Un robinet (cercle vert dans le bas) permettant le remplissage et la vidange du circuit en fluide caloporteur.

1.3. Le circuit de transfert

En amont des ballons de stockage (au sein du cercle rouge dans la figure 2), le circuit de transfert entre le circuit primaire (cercle noir) et le circuit sanitaire (cercle bleu) est équipé des dispositifs suivants :

- une vanne d'isolement permettant d'isoler le chauffe-eau solaire du réseau de distribution d'eau sanitaire,
- une soupape de sécurité (cercle orange) destinée à protéger le circuit des surpressions,
- un robinet permettant de vidanger l'installation (nommé 'set de nettoyage' sur la figure).

Le risque de fuite de liquide caloporteur du circuit primaire au niveau de l'échangeur de chaleur externe ne pouvant être totalement exclu, le réseau d'eau froide sanitaire doit être protégé de toute contamination par le fluide caloporteur. L'alimentation en eau sanitaire est donc équipée du dispositif suivant :

- un disconnecteur non contrôlable à zones de pression différente interdisant le retour de l'eau sanitaire du ballon de stockage solaire vers le réseau. Précisons que ce disconnecteur, les soupapes et robinet de vidange sont raccordés à des réservoirs de collecte du fluide caloporteur, l'évacuation directe vers les égouts étant interdite, vu la toxicité de ce fluide.



- Le ballon de stockage, alimenté par le circuit de transfert (cercle rouge), permet de stocker temporairement l'énergie apportée par l'échangeur.

Le circuit d'eau sanitaire (cercle bleu) est également pourvu des composants suivants:

- une vanne on/off (non présentée sur les figures) à contrôle thermostatique dirigeant l'eau sortant du ballon de stockage solaire, en fonction de sa température, soit vers l'installation de chauffe complémentaire, soit directement vers les points de puisage,
- une conduite équipée d'un clapet anti-retour et d'un circulateur permettant de transférer l'eau chaude du ballon vers les échangeurs.

En outre, en cas d'ensoleillement important (été), l'eau chaude sanitaire peut sortir du ballon de stockage solaire à une température supérieure à la consigne. Afin d'éviter tout risque de brûlure aux points de puisage, l'installation est donc normalement munie d'une vanne thermostatique à 3 voies¹ mélangeant de l'eau froide à l'eau chaude de façon à produire de l'eau à une température maximale égale à la consigne.

1.4. La régulation (non illustrée sur les figures suivantes)

L'installation solaire thermique est totalement automatisée. Ce système possède plusieurs organes de régulation (généralement contenu dans un seul boîtier), avec entre autres un appareil de régulation pour le circuit primaire, qui commande le circulateur et celui du circuit de transfert, un appareil de régulation commandant le circulateur de la chaudière d'appoint et le circulateur de la conduite.

Deux types de fonctionnement du circuit solaire peuvent être envisagés :

- Le premier consiste en un système sous pression permanente (figure 2),
- Le deuxième est à vidange et sous pression atmosphérique (figure 3).

Dans le deuxième cas, le circuit solaire n'est pas mis sous pression et le fluide caloporteur est récolté dans un réservoir de vidange lorsque le système est à l'arrêt afin que le fluide caloporteur soit à l'abri du gel.

¹ La vanne trois voies n'est pas imposée dans une norme

Figure 2 : Schéma d'un système solaire à circulation forcée / sous pression permanente (une approche couramment utilisée).

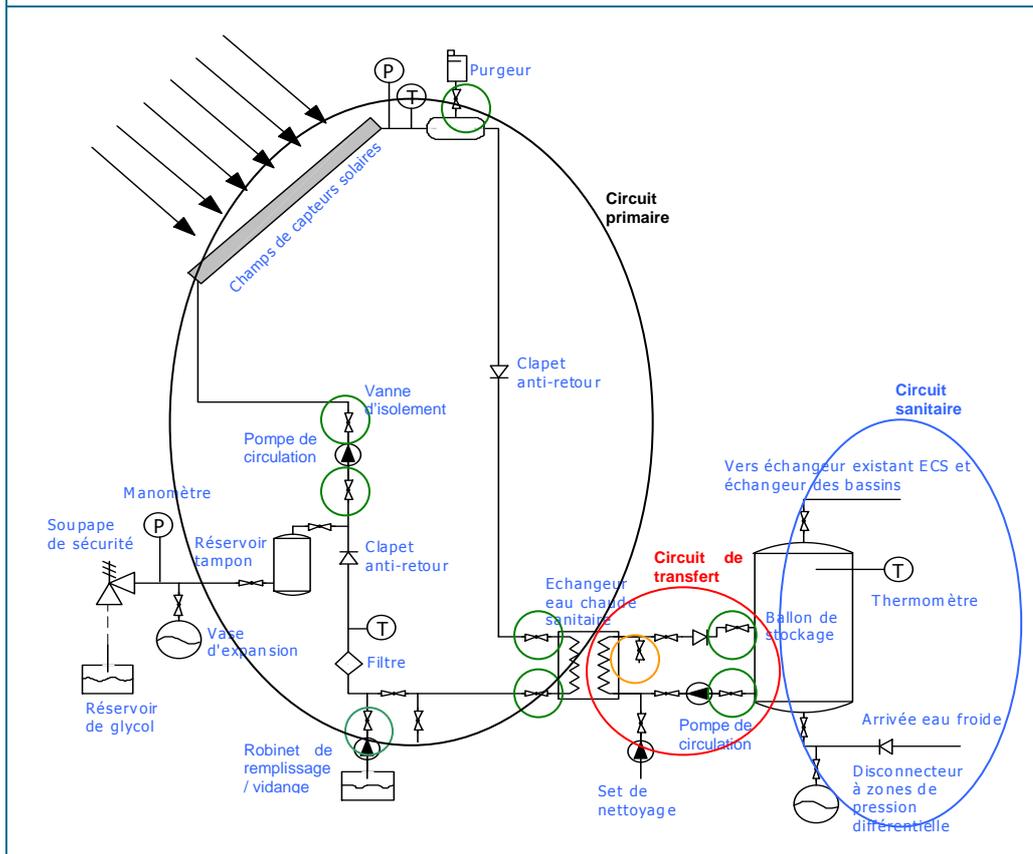
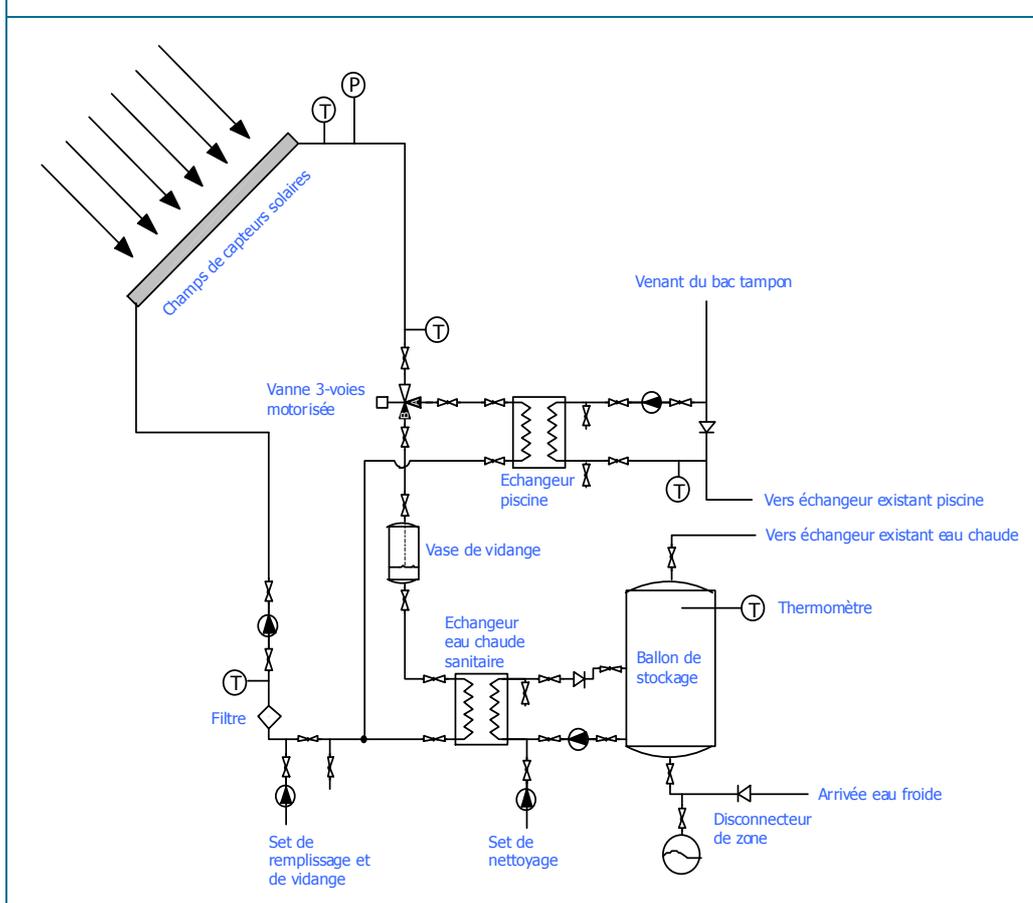


Figure 3 : Schéma d'un système solaire à vidange avec chauffage de piscine.



2. DIMENSIONNEMENT

Règle de base de dimensionnement d'un chauffe-eau solaire

Le dimensionnement d'un chauffe-eau solaire se fait sur base d'une estimation du besoin énergétique pour le chauffage de l'eau chaude ainsi que l'estimation de l'énergie solaire disponible.

Cet exercice comprend de nombreuses hypothèses étant donné qu'elles sont effectuées pour une durée de vie économique d'une installation solaire sur 25 ans.

Le but étant d'arriver à faire coïncider l'énergie solaire avec le besoin en eau chaude, la connaissance des profils de puisage et de la température à laquelle l'eau chaude sanitaire est préparée, aura dès lors une grande importance.

CHAPITRE III : EXPLOITATION ET MAINTENANCE

Une maintenance régulière permet un fonctionnement optimal de l'installation et permet de prévenir les pannes et défauts entraînant des coûts de remplacement élevés.

En cas de problème contacter votre installateur.

Certains contrôles doivent être effectués à chaque visite de l'installation, c'est notamment le cas du contrôle de l'anode à courant imposé ou de la pression dans le circuit primaire. D'autres vérifications nécessitent un contrôle moins fréquent d'ordre trimestriel ou semestriel. Un entretien complet de l'installation est effectué de manière annuelle.

1. CONTROLE MENSUEL

Contrôler la pression du circuit primaire (spécifique aux systèmes sous pression)

Objectif	S'assurer que la pression de service du circuit primaire est correcte. Une pression trop faible révèle un manque de fluide caloporteur dans le circuit primaire. Une pression trop élevée risque d'enclencher la soupape de sécurité.
Méthode	Relever la pression indiquée par le manomètre du circuit primaire.
Durée	< 5 minutes

La pression minimale doit être celle qui permet de vaincre la hauteur manométrique de l'installation (environ 1 bar par 10 mètres de hauteur) avec une sécurité de 0,5 bar supplémentaire. Il est préférable de mettre à l'arrêt les circulateurs avant la lecture de la pression. S'assurer également que le manomètre indique bien la pression relative (le manomètre indique zéro lorsqu'il mesure l'air atmosphérique). Noter la pression ainsi que la température dans le carnet d'entretien.

En cas de pression insuffisante, augmenter celle-ci en ajoutant du fluide caloporteur dans l'installation.

Remarque : La pression varie en fonction de la température. A froid, la pression correspond à la pression de remplissage de l'installation et lors de montées en température, la pression augmente. La pression maximale admise dans le circuit primaire doit être inférieure (environ 10%) à la pression de tarage des soupapes de sécurité (ces dernières doivent protéger l'élément le plus faible de l'installation).



Photo 3 : Manomètre indiquant la pression du circuit primaire. (Soupape de sécurité = capuchon rouge)

En considérant que le vase d'expansion est dimensionné en fonction de la hauteur manométrique du circuit et de la taille du champs de capteurs il est conseillé qu'à froid la pression de service soit de 0,2 bar supérieure à la pression de gonflage du vase d'expansion (voir également au point 4, le contrôle annuel « Vérifier la pression du vase d'expansion »).

Contrôler le fonctionnement de l'anode à courant imposé

Objectif	S'assurer que l'anode électrique à courant imposé fonctionne correctement
Méthode	Contrôle des voyants lumineux de l'anode Contrôle de l'anode à l'intérieur du réservoir en cas de défaillance (vidange de l'installation)
Durée	< 1 minute si uniquement contrôle des voyants Si un problème est constaté la durée dépend du type de problème (vidange de l'installation)

Si les réservoirs de stockage sont munis d'anodes (c'est-à-dire que le ballon est en acier émaillé) à courant imposé, vérifier leur fonctionnement.

Ce contrôle s'effectue par une vérification des voyants lumineux de l'anode (vert / rouge clignotant).

Si le voyant est éteint ou s'il est rouge clignotant vérifier les points suivants :

Si le voyant est éteint :

Vérifier le schéma de raccordement et que l'alimentation électrique de l'anode soit en courant continu. Mesurer la tension avec un multimètre, si celle-ci n'est pas de 230 V et que cela n'est pas dû à une panne générale, faire intervenir un électricien. Reporter les problèmes éventuels dans le carnet d'entretien.

Si le voyant est rouge clignotant :



Vérifier le schéma de raccordement et que l'alimentation électrique de l'anode soit en courant continu. Vérifier ensuite l'état des anodes à l'intérieur du réservoir². Cette opération entraîne une mise à l'arrêt de l'installation.

Photo 4 : Anode à courant imposé.

Mode opératoire :

- Couper l'alimentation électrique des anodes et du réservoir.
- Couper l'arrivée d'eau de ville du réservoir.
- Vidanger le réservoir en ouvrant le robinet de vidange et un robinet d'eau chaude (afin de créer une prise d'air).
- Refermer les robinets.
- Ouvrir la trappe de visite du réservoir.
- Contrôler les anodes : si sectionnée, la remplacer conformément aux prescriptions du fabricant ; si dépôts constatés, la nettoyer (pas de graisse ni huile) et désinfecter le réservoir.
- Si aucun défaut n'est constaté, remonter la trappe de visite (utiliser un joint neuf).
- Ouvrir le robinet d'arrivée d'eau de ville et un robinet d'eau chaude.
- Refermer le robinet d'eau chaude lorsque l'on observe un flux constant.
- Vérifier l'étanchéité du joint.
- Remettre les anodes et le réservoir sous tension.

² Les anodes ont une place différente en fonction du type de ballon, un schéma est à consulter dans la documentation technique spécifique

2. CONTROLE TRIMESTRIEL

Contrôler le fonctionnement des circulateurs et le débit

Objectif	Vérifier le débit des circulateurs primaires et d'eau sanitaire
Méthode	Contrôle visuel et contrôler une éventuelle différence de pression amont-aval
Durée	< 15 minutes

2.1.1. Contrôle visuel

Le fonctionnement normal d'un circulateur est caractérisé par une légère vibration et une température importante. Si les vibrations sont très importantes et la température de contact brûlante (>70°C) il est nécessaire de vérifier si le circulateur n'est pas bloqué.

Mode opératoire :

- A l'aide d'un tournevis plat il convient de dévisser la vis se trouvant en face du circulateur.
- Vérifier si le rotor tourne, si ce n'est pas le cas essayer de « dégommer » le rotor à l'aide du tournevis (le gommage du moteur se produit après un arrêt prolongé).
- Vérifier également le sens de rotation (si alimenté en triphasé, vérifier les phases en cas de rotation inversée).
- Vérifier l'encrassement des filtres et remplacer si nécessaire.

Remarque : Les circulateurs récents sont pourvus d'une mise en marche périodique afin d'éviter ce type de blocages

2.1.2. Contrôle de la différence de pression (si circulateur équipé d'un manomètre)

Vérifier la différence de pression afin de confirmer le fonctionnement du circulateur. La différence de pression permettra d'évaluer le débit.

Mode opératoire :

- Purger le manomètre, vannes d'isolement fermées. Ouvrir la vanne amont et lire la pression.
- Fermer la vanne amont et ouvrir la vanne aval.
- Noter la pression aval et calculer la différence avec la pression amont.

La pression différentielle mesurée permet d'estimer le débit à l'aide de la courbe caractéristique du fabricant. Si le débit est anormal (trop faible ou trop important) il faut vérifier le bon fonctionnement du circulateur et la pression du système.

Remarque : Les vannes d'isolement du manomètre doivent rester fermées en dehors de la mesure.



Photos 5 et 6 : Mesure de débit et vue d'une pompe au sein du circuit primaire

3. CONTROLE SEMESTRIEL

Inspection visuelle des capteurs

Au printemps et à l'automne il convient de vérifier l'état de propreté des capteurs et, le cas échéant, de les nettoyer.

Il convient également de vérifier l'état des supports de fixation des capteurs sur la toiture (corrosion, fixations, ...).

De la buée peut apparaître sur les capteurs lorsque le soleil commence à frapper sur les capteurs plans. Cette buée disparaît rapidement. Si ce n'est pas le cas, il y a lieu de vérifier l'étanchéité du circuit primaire au sein des capteurs et de réparer ou remplacer le capteur le cas échéant.



Photo 7 : Vue des capteurs atmosphériques plans vitrés

Contrôle de la soupape de sécurité du circuit primaire

La soupape de sécurité du circuit primaire est un organe ultime de sécurité. Elle permet d'évacuer les éventuelles surpressions qui surviendraient dans le circuit si le vase d'expansion devait ne pas fonctionner correctement. Elle ne peut dès lors jamais être isolée du circuit primaire.

Objectif	Vérifier le fonctionnement de la soupape de sécurité du circuit primaire
Méthode	Actionner manuellement la soupape de sécurité pendant une seconde environ et vérifier si il y a écoulement de fluide caloporteur
Durée	< 5 minutes

Remarque : S'assurer que la soupape de sécurité est bien raccordée à un bac récolteur de fluide caloporteur et utiliser des gants de protection lors de la manipulation.



Photos 8 et 9 : Soupape de sécurité et bac récolteur du fluide caloporteur antigel

Contrôle des purgeurs d'air

Chaque point haut³ de l'installation est pourvu d'un purgeur d'air. Il convient de vérifier leur fonctionnement (qu'ils soient manuels ou automatiques).

Objectif	Vérifier le fonctionnement de chaque purgeur d'air
Méthode	Contrôle visuel et évacuation de l'air présent
Durée	< 5 minutes par purgeur

Purgeurs manuels

Vérifier visuellement l'étanchéité au fluide caloporteur.

Si la température de contact mesurée est $>90^{\circ}\text{C}$ il convient de ne pas effectuer de manipulation. Manœuvrer le purgeur manuel afin d'évacuer la présence éventuelle de gaz autant de fois que nécessaire.

Purgeurs automatiques

Dans le cas des purgeurs automatiques il y a souvent présence d'une vanne d'isolement. On ouvre dès lors la vanne d'isolement, on contrôle visuellement l'étanchéité au fluide caloporteur et ensuite on referme la vanne d'isolement. Tout comme pour les purgeurs manuels il convient de vérifier si la température de contact est $<90^{\circ}\text{C}$.

Selon les recommandations du fabricant on procèdera au nettoyage éventuel du purgeur et on le remontera sur le circuit.

Remarque : Ne pas oublier de refermer la vanne d'isolement du purgeur se trouvant au point haut du capteur afin d'éviter que le circuit primaire ne se vide par dégazage en cas de montée en température de manière anormale⁴.



Photo 10 : Purgeur manuel au point haut du circuit primaire

³ Un point haut est un endroit localement plus haut de l'installation. Si des capteurs sont installés sur différentes toitures (cas des grands bâtiments collectifs) il peut y avoir plusieurs points haut et donc plusieurs purgeurs différents sur un même installation.

⁴ Si les capteurs surchauffent c'est que l'installation est surdimensionnée où qu'il n'y a pas de puisage pendant un certain temps lors de périodes estivales. Les systèmes collectifs sont en général sous dimensionnés, avec des fractions solaires plus faible, et surchauffent donc rarement.

4. CONTROLE ANNUEL

Vérifier les alimentations électriques et voyants lumineux

Objectif	S'assurer du bon fonctionnement des alimentations électriques et voyants lumineux indiquant le fonctionnement des sondes/circulateurs/...
Méthode	Voir mode opératoire
Durée	20 minutes par armoire électrique

Alimentations électriques

- Vérifier le serrage des câbles (hors tension).
- Dépoussiérer l'armoire électrique et ses composants (hors tension).
- Vérifier que le schéma électrique est à jour.
- Vérifier le bon calibre des protections.
- Mesurer la tension entre le neutre et la phase de chaque départ.
- Mesurer l'intensité de chaque phase pour chaque départ avec des pinces ampèremétriques. Vérifier l'équilibrage éventuel des phases.
- Reporter les mesures et les valeurs d'alimentation des circulateurs dans le carnet d'entretien.

Fonctionnement des voyants

L'objectif est ici de s'assurer que les voyants lumineux s'allument au moment où cela est prévu afin d'indiquer correctement et à temps, une panne éventuelle.

- Le voyant qui indique que l'armoire électrique est sous tension : vérifier que la mise hors tension de l'armoire électrique n'a pas de conséquence indésirable sur l'installation, ensuite couper l'alimentation générale de l'armoire et remettre l'armoire sous tension.
- Les voyants qui indiquent le fonctionnement des circulateurs : forcer l'enclenchement du circulateur et forcer ensuite l'arrêt de celui-ci (via une action manuelle sur le contacteur et ensuite forcer la régulation thermique ou protection électrique).
- Les voyants de la régulation : Modifier les consignes enclenchement/arrêt, remettre les réglages initiaux, activer et désactiver le mode manuel (circulateur fonctionne en continu).



Photos 11 et 12 : Tableau de contrôle et tableau électrique

Vérifier la qualité du fluide caloporteur

Objectif	Vérifier le fluide caloporteur afin qu'il résiste au gel
Méthode	Analyse de la teneur en glycol et du pH
Durée	< 20 minutes

On prélève un échantillon de fluide caloporteur via la vanne située sur le circuit primaire.

Vérifier le niveau de pH

Ce test permet de vérifier si le fluide s'est détérioré.

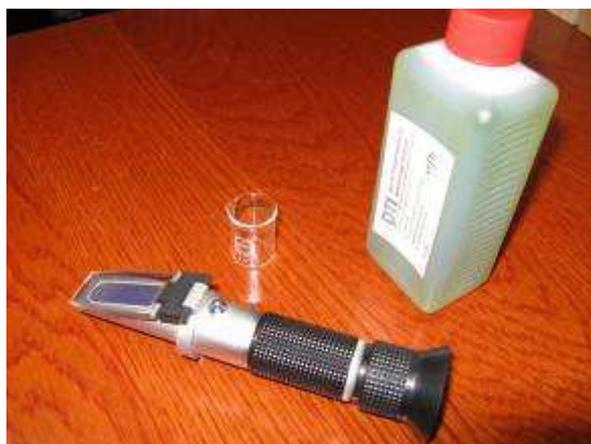
On procèdera via un pH mètre que l'on étalonnera au préalable via une solution étalon de pH neutre et une seconde dont le pH est connu. La valeur du pH doit se situer entre 7 et 9, le cas échéant le fluide caloporteur est trop acide/basique. On relève le pH et on le retranscrit dans le carnet d'entretien et la comparer avec la valeur précédente.

Une diminution de pH supérieure à 0,5 est un signe possible de dégradation du fluide.

Vérifier la teneur en antigél

Cette vérification peut s'effectuer soit avec un réfractomètre, soit avec un densimètre.

Le réfractomètre



Un réfractomètre permet de mesurer le point de congélation de propylène glycol.

On prélève un échantillon de fluide caloporteur. On s'assure que le prisme est propre et étalonné à l'aide de la vis de correction. Ensuite on verse quelques gouttes entre le prisme et la lame couvrante. Il est nécessaire d'orienter le réfractomètre vers une source lumineuse afin de lire la valeur. On note la valeur dans le carnet d'entretien.

Si le fluide n'est plus suffisamment résistant au gel il convient de le remplacer⁵.

Photo 13 : Réfractomètre permettant de mesurer le pourcentage d'antigel

Le densimètre

Le densimètre permet à l'aide d'un thermomètre et un tableau de correspondance de déterminer la densité du fluide caloporteur et ainsi son pourcentage de glycol et son niveau de protection au gel. La valeur du thermomètre et du densimètre immergé dans le fluide caloporteur prélevé (volume nécessaire plus important que dans le cadre du réfractomètre) seront relevées et notées afin de les comparer avec le tableau des correspondances. Noter la valeur ainsi obtenue dans le carnet d'entretien et la comparer avec la valeur précédente.

Si le fluide n'est plus suffisamment résistant au gel il convient de le remplacer.

Pourcentage de propylène glycol	Résistance au gel
20%	-10°C
25%	-14°C
30%	-19°C
35%	-24°C
40%	-28°C

⁵ le % de glycol est dépendant du produit utilisé, de la valeur de résistivité au gel souhaité (voir la fiche de produit)



Contrôle de la soupape de sécurité sanitaire

Objectif	Vérifier le fonctionnement de la soupape de sécurité de l'arrivée d'eau de ville
Méthode	Contrôle visuel et test manuel de la soupape
Durée	< 5 minutes

La soupape de sécurité (voir photo 3) du circuit sanitaire permet d'éviter les pressions élevées dans le réservoir d'eau chaude sanitaire. Elle est raccordée à l'égout ou à un vase d'expansion sanitaire.

Actionner manuellement la soupape de sécurité pendant une seconde environ et vérifier si il y a écoulement d'eau.

Nettoyage et désinfection des réservoirs

Objectif	Retirer les dépôts, incrustations et biofilms afin de prévenir le développement des légionelles ⁶ et procéder à une désinfection des réservoirs
Méthode	Vidange du réservoir et désinfection
Durée	Entre 4 et 8 h (selon type de désinfectant et taille du réservoir)

Le nettoyage et la désinfection des réservoirs sont des mesures préventives contre le développement des légionelles. Il est conseillé de faire appel à une entreprise spécialisée pour la réalisation de ces opérations.

Mode opératoire :

- Mettre l'installation à l'arrêt (circulateurs, alimentation électrique).
- Vidanger les réservoirs (fermer l'arrivée d'eau froide, ouvrir les robinets de vidange et un robinet d'eau chaude).
- Isoler les réservoirs en amont et en aval.
- Ouvrir la trappe de visite du réservoir.
- Inspection visuelle.
- Nettoyage des réservoirs à l'aide d'un jet d'eau.
- Si des résidus de tartre sont visibles, procéder à un détartrage avec un solvant (fermer les vannes de vidange).
- Laisser agir le produit pendant le période indiquée par le fabricant (exemple : l'acide sulfamique nécessitera environ une demi-heure d'attente).
- Rincer les réservoirs au jet d'eau (ne pas rejeter à l'égout des solutions acides ou basiques).
- Profiter de l'ouverture du réservoir pour procéder au contrôle éventuel des anodes (voir paragraphe sur les anodes p12 et au point ci-dessous).
- Pulvériser un désinfectant sur les parois (exemple : hypochlorite de sodium).
- Laisser agir le produit pendant la période indiquée par le fabricant.
- Rincer plusieurs fois les réservoirs au jet d'eau.
- Inspecter visuellement les parois intérieures des réservoirs (Si des morceaux d'oxydes de fers sont visibles, envisager de refaire le revêtement intérieur ou le remplacement des cuves).
- Remonter les trappes de visite à l'aide de joints neufs.
- Remettre les réservoirs en service.

Il est nécessaire de noter les opérations effectuées dans le carnet d'entretien.

⁶ Voir « gestion du risque lié aux légionelloses », Conseil supérieur d'hygiène publique de France - 2001



Photos 14 et 15 : Nettoyage de la boue dans le bas d'un réservoir et vue externe.

Contrôler l'anode de protection au Magnésium

Objectif	Vérifier le fonctionnement de l'anode de protection Mg et son remplacement éventuel
Méthode	Vérification visuelle de l'état des anodes et mesure de son intensité électrique
Durée	10 minutes (+10 minutes si remplacement de l'anode)

Le principe repose sur le fait qu'un métal moins noble jouant le rôle d'anode va protéger l'acier qui joue le rôle de cathode.

Lorsqu'une anode de protection contre la corrosion au Mg est utilisée, il convient de vérifier si celle-ci n'est pas totalement dissoute afin de garantir une protection cathodique des réservoirs en acier.

Remarque : la protection cathodique a un rôle protecteur limité en distance (environ un mètre), les réservoirs très importants nécessitent dès lors plusieurs anodes au Mg.



Photos 16 et 17 : Anode au Magnésium neuve à gauche et entamée à droite (mais encore fonctionnelle)

- Vérification de l'intensité

Il est également possible de vérifier l'état des anodes sans devoir mettre l'installation à l'arrêt en, mesurant l'intensité du courant entre la cuve et l'anode. On utilisera un multimètre permettant de vérifier que le courant est $> 0,3 \text{ mA}$, ce qui signifie que la cuve n'est pas significativement corrodée.

Mode opératoire :

Débrancher le fil de masse de l'anode, mesurer le courant entre la cuve et l'anode, noter la valeur obtenue et ensuite reconnecter le fil de masse à l'anode. Si le courant obtenu est $<0,3$ mA un contrôle visuel, comme expliqué au point ci-dessous, sera nécessaire.

- Vérification de l'état des anodes

Il est conseillé de profiter du nettoyage des réservoirs afin de vérifier les anodes. Cela se fait en mesurant leur diamètre (pied à coulisse). Si celui-ci est inférieur à 10-15 mm il sera nécessaire de les remplacer. Noter également le diamètre mesuré dans le carnet d'entretien.

- Remplacement des anodes Mg

Le mode opératoire diffère d'un réservoir de stockage à l'autre. Se référer à la notice technique du réservoir. Les points d'attention sont les suivants : assurer une bonne étanchéité et bien reconnecter le câble de mise à la terre. En cas de remplacement, notez-le dans le carnet d'entretien afin de pouvoir estimer à l'avenir la périodicité de remplacement de l'anode, laquelle peut varier de quelques années à plus de 5 ans.

Contrôler l'échangeur à plaques (extérieur)

Objectif	Assurer un bon échange thermique entre le fluide caloporteur du circuit primaire et le circuit secondaire ainsi que des pertes de charges minimales.
Méthode	Mesurer la différence de pression afin de déterminer les pertes de charges. Mesurer les débits et températures des circuits afin de déterminer la performance de l'échange thermique.
Durée	< 15 minutes pour les pertes de charges 30 minutes pour la mesure de la performance

Les échangeurs étant fort sensible à l'entartrage et l'encrassement il est conseillé de limiter la dureté de l'eau (max 10-15 $^{\circ}$ f) et de placer un filtre sur l'arrivée d'eau de ville.



Photos 18 et 19 : Echangeurs à plaque

Les pertes de charge de l'échangeur

La valeur maximale de pression et de débit des échangeurs à plaques est propre à chaque échangeur. (Cf. documentation du constructeur). On peut cependant contrôler son bon fonctionnement en mesurant la différence de pression entre l'entrée et la sortie de l'échangeur. Ces valeurs seront comparées aux valeurs de référence (pertes de charge et débit) mesurées lors de la mise en service.

La performance thermique de l'échangeur

Afin de mesurer la performance de l'échangeur à plaques on effectuera les opérations suivantes :

- Mesurer les débits dans les circuits primaires (q_{cp}) et eau sanitaire (q_{cs}) (voir 2.1. contrôle trimestriel).
- Les relever et les mentionner dans le carnet d'entretien.
- Relever les quatre températures d'entrées et de sorties (à l'aide d'un thermomètre de contact) et les mentionner dans le carnet d'entretien :
 T_1 : Température entrée du circuit primaire
 T_2 : Température sortie du circuit primaire
 T_3 : Température entrée du circuit secondaire
 T_4 : Température sortie du circuit secondaire
- Calculer la température moyenne de l'échangeur T_m (somme des 4 températures à diviser par 4) et la noter dans le carnet d'entretien.
- Déterminer le facteur correctif K à partir du % de monopropylène glycol du fluide caloporteur (ce pourcentage est connu dans le mélange initial. Eventuellement on peut le déterminer à l'aide d'un réfractomètre).

Température moyenne de l'échangeur T_m	30%	40%	50%
20°C	1,04	1,07	1,12
40°C	1,03	1,07	1,11
60°C	1,02	1,06	1,09
80°C	1,02	1,05	1,08
100°C	1,01	1,03	1,06

- Calculer le rendement de l'échangeur η_e (la valeur obtenue sera comparée à la courbe de rendement spécifique fournie par le constructeur):

$$\eta_e = \frac{q_{cp} \times (T_1 - T_2)}{q_{cs} \times (T_4 - T_3)} \times K$$

q = débits T = températures K = facteur correctif

Vérifier la pression de gonflage du vase d'expansion

Objectif	Vérifier le bon fonctionnement du vase d'expansion du circuit primaire.
Méthode	Mesurer la pression de gonflage en isolant le vase d'expansion du circuit primaire.
Durée	< 10 minutes

Mode opératoire :

Vérifier si le vase d'expansion est équipé d'une vanne d'isolement et d'un robinet de purge. Si ce n'est pas le cas, il faudra se munir de raccords rapides d'isolement qui évitent de vidanger l'installation.

Si le vase est équipé d'une vanne d'isolement et d'un robinet de purge il faut :

- Isoler le vase du circuit primaire en fermant la vanne.
- Mettre le vase à pression atmosphérique à l'aide du robinet de purge .
- Mesurer la pression via un manomètre (muni d'un flexible de liaison) grâce à la valve en bas du vase.
- Ré ouvrir la vanne d'isolement (!).



Si la pression est proche (environ 0,2 bar) de la pression de gonflage initiale, le vase est en bon état.



Si la pression obtenue est inférieure à la pression de gonflage initiale c'est que le vase est dégonflé.

Si il y a présence d'eau au niveau de la valve, c'est que la membrane est percée (ou qu'il y a condensation).

Si la membrane est percée, le vase doit être remplacé.

Photo 20 : Vase d'expansion

Remarque : Il est important de rendre inaccessible la vanne d'isolement pour les personnes non qualifiées (en retirant la poignée).

Vérifier les sondes de température

Objectif	Vérifier le bon fonctionnement des sondes de température.
Méthode	Vérifier leur bonne tenue et leur fonctionnement via une sonde de contact étalonnée et un ohmmètre
Durée	5 minutes par sonde

Les sondes de températures déterminent l'enclenchement et l'arrêt d'une installation solaire. Il est dès lors primordial que celles-ci soient placées de manière correcte et renseignent une température exacte.

Il existe deux types de pose de sondes de température :

La sonde en applique

La sonde est placée contre un tuyau ou un absorbeur. Il est recommandé de couvrir la sonde d'une pâte thermique (sauf prescriptions contraires du fabricant) et de la protéger contre les intempéries (si à l'extérieur)

La sonde avec doigt de gant (conseillée)

La sonde est installée dans un doigt de gant rempli de pâte thermique. Cette configuration offre une mesure plus précise. Le doigt de gant est placé face au sens de l'écoulement sans le gêner.



Photos 21 et 22 : Sonde en applique (gauche) ou en « doigt de gant » (droite), ici dans un ballon de stockage.

Mode opératoire :

Avant la vérification des sondes :

- Mettre en marche forcée les circulateurs (ou uniquement le circulateur primaire si échangeur interne).
- Attendre quelques minutes que les températures se stabilisent.
- Pour chaque sonde :
 - Mesurer à l'aide d'un thermomètre de contact (étalonné) la température (à l'emplacement de la sonde si possible).
 - Déconnecter de la régulation les deux fils de la sonde de température.
 - Mesurer la valeur ohmique de la sonde (via un ohmmètre).

On détermine ensuite via un tableau de correspondance (Annexe 1) la valeur de la température donnée par la sonde. La sonde est considérée en bon état de fonctionnement si la valeur obtenue correspond à celle mesurée par le thermomètre de contact avec une incertitude de $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Vérifier la régulation solaire

Objectif	Vérifier le bon fonctionnement de la régulation.
Méthode	Vérifier le mode de fonctionnement de la régulation en mesurant via un ohmmètre les températures de marche/arrêt
Durée	10 minutes par régulation différentielle

La régulation de l'installation solaire permet de réguler le transfert de l'énergie solaire des capteurs vers les réservoirs de stockage. Un bon réglage de celle-ci assure un fonctionnement optimal de l'installation.

On distingue deux grands types de régulation selon que l'on travaille avec un échangeur externe (à plaques) ou interne au réservoir. Dans le premier cas il s'agit d'une double commande différentielle de température et dans le second cas d'un simple différentiel.

Une vérification correcte du fonctionnement de la régulation ne peut s'effectuer que lorsque les circulateurs et les sondes de température sont en bon état de fonctionnement. Les contrôles du bon fonctionnement des sondes de température et des circulateurs doivent être réalisés préalablement.

Régulation à double différentiel

Contrôle du circulateur circuit primaire (le plus proche des capteurs en amont de l'échangeur externe)

Avant de procéder à la mesure des sondes de température il convient de vérifier que le circulateur est en mode régulation et de mettre hors tension la régulation.

Mode opératoire :

- Déconnecter les fils des deux sondes de température à mesurer.
- Mesurer la valeur ohmique renseignée par chaque sonde et déterminer la valeur de la température correspondante.
- Noter le résultat dans le carnet d'entretien et calculer la différence ΔT (entre la température mesurée au capteur et celle en bas de réservoir).
- Reconnecter à la régulation les sondes de température.
- Remettre la régulation sous tension.
- Noter l'état du circulateur (on/off, marche/arrêt) une fois la régulation est en fonctionnement.

Contrôle du circulateur à l'aval de l'échangeur externe (le plus proche des réservoirs de stockage). Avant de procéder à la mesure des sondes de température il convient de vérifier que le circulateur du circuit primaire est en mode manuel (forcé) et de vérifier que le circulateur de transfert est en mode régulation. Mettre hors tension la régulation.



Le mode opératoire est identique au précédent pour la régulation différentielle du circulateur de transfert.

Avec échangeur interne et un seul circulateur

Le mode opératoire est identique au précédent lorsqu'il n'y a qu'une seule régulation différentielle

Résultats des tests		Interprétation
Circulateur ON	$\Delta T \geq$ différentiel de démarrage	En ordre
	$\Delta T <$ différentiel de démarrage	Régulation en mauvais état de fonctionnement
Circulateur OFF	$\Delta T \geq$ différentiel de démarrage	Tmax réservoir atteinte OU régulation en mauvais état de fonctionnement
	$\Delta T <$ différentiel de démarrage	En ordre

Vérifier l'état de l'isolation extérieure

L'état de l'isolation des conduites est à contrôler visuellement. Une attention particulière doit être donnée à l'isolation extérieure, soumise aux intempéries, aux rayonnements ultraviolets et aux attaques d'oiseaux.

CHAPITRE IV : SUIVI DE L'INSTALLATION

1. SUIVI DES CONSOMMATIONS D'EAU CHAUDE

Il est important d'effectuer un suivi des consommations d'eau chaude afin de pouvoir évaluer le bon fonctionnement du chauffe-eau solaire. On optera de préférence pour un compteur à impulsion relié à un acquisateur de données (ou à une Gestion Technique Centralisée). On vérifiera à intervalle régulier les variations de la consommation d'eau chaude.

Usages de l'eau chaude

Il est important de connaître les différents besoins en eau chaude sanitaire (ECS) et d'anticiper les changements éventuels dans les besoins identifiés lors de la conception du système solaire. Etablir une liste des principaux points de puisage d'ECS :

- Douches, baignoires
- Lavabos
- Cuisines
- Nettoyage
- Bassins

Variabilité des consommations d'eau chaude

Etant donné le rayonnement solaire plus important en été, la répartition annuelle de la consommation d'eau chaude est déterminante pour la rentabilité du chauffe-eau solaire. Plus la consommation d'eau chaude est importante en été, plus les apports solaires seront élevés et plus intéressante sera la rentabilité de l'investissement.

Pour tenir compte de la variation mensuelle des consommations :

- variation de la consommation d'eau froide moyenne sur plusieurs années.
- Comptage ECS

Exemple de profils de consommation d'ECS

Figures 4 et 5 : Exemple de profil de consommation d'ECS (à gauche par m³/mois, à droite par l/jour).

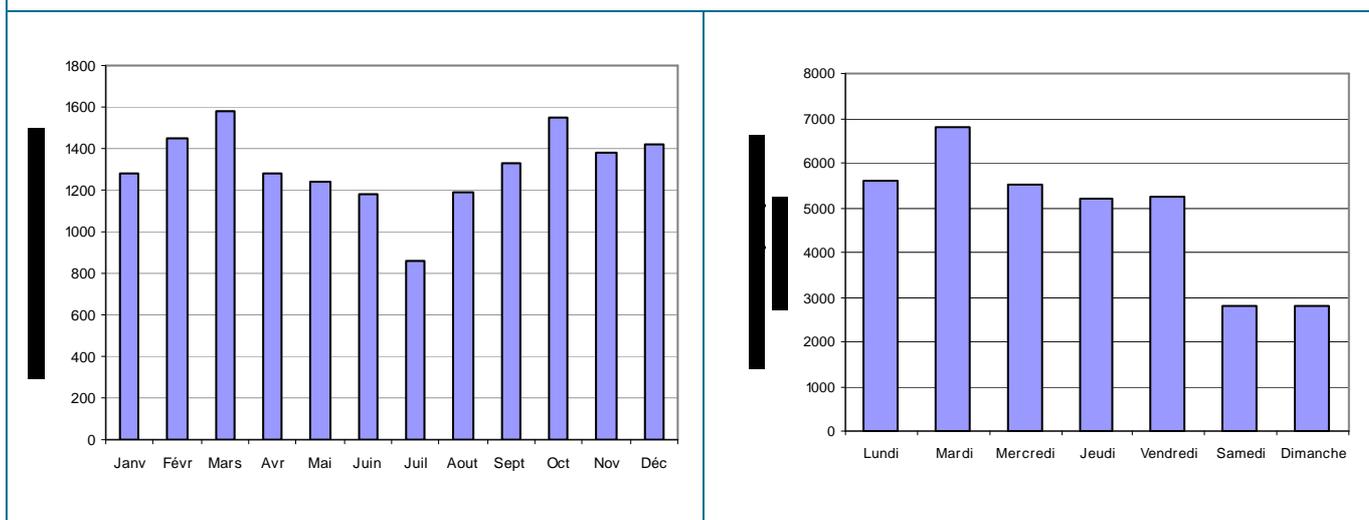
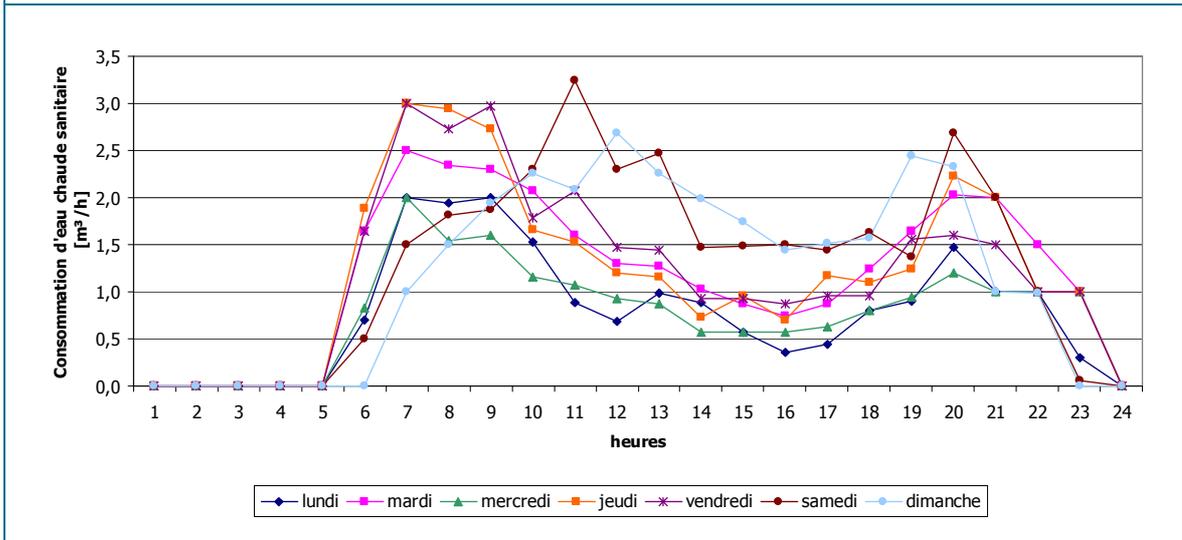
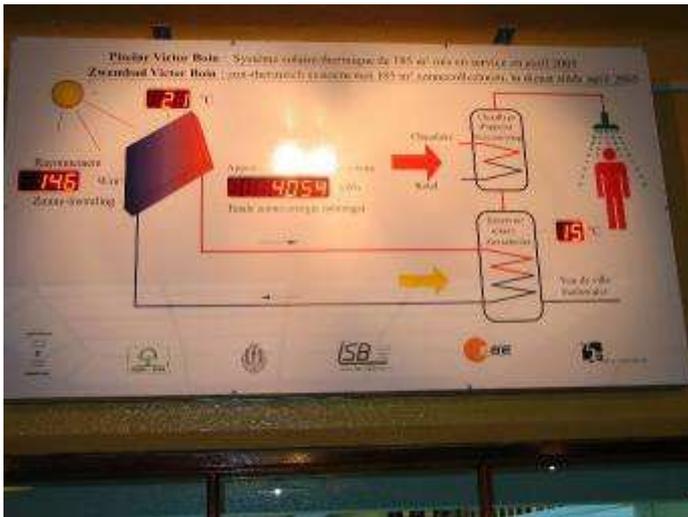


Figure 6 : Exemple de profil de consommation quotidien d'eau chaude sanitaire moyen mesuré dans un immeuble de logement.



2. SUIVI DU FONCTIONNEMENT ET DES PERFORMANCES DE L'INSTALLATION

Si l'installation n'est pas pourvue d'un système de suivi des performances il est fortement conseillé d'en installer un. Celui-ci se composera au minimum d'un calorimètre sur le circuit primaire solaire (comprenant un débitmètre à impulsion et deux sondes de températures) ainsi qu'un comptage de la consommation d'eau chaude (volume et température).



Le tout raccordé à une acquisition des données permettant d'effectuer une analyse chiffrée des résultats.

On effectuera un relevé des compteurs le plus souvent possible mais au moins une fois par mois.

Photo 23 : Affichage des performances de l'installation solaire thermique de la piscine Victor Boin à Saint-Gilles.

3. GARANTIE DE RESULTAT SOLAIRE (GRS)

Il est également possible de lier le fonctionnement de l'installation à l'installateur et d'effectuer une évaluation annuelle en fonction de l'ensoleillement réel.

Une Garantie de résultats solaires est une forme d'assurance sur la production de votre installation solaire. Le fabricant et l'installateur s'engagent à fournir en base annuelle une certaine quantité d'énergie à l'eau chaude par rapport à l'ensoleillement enregistré.

La mise en place d'une GRS permet d'évaluer chaque année la production solaire enregistrée et la comparer avec ce que le système aurait du fournir compte tenu de l'ensoleillement réel observé cette année là. En cas d'apport solaire inférieur à ce qui est calculé par un bureau d'études indépendant (différent du fabricant du système ou de l'installateur), l'installateur s'engage à mettre l'installation en état de fonctionnement optimal et est contraint à payer une amende à titre de compensation pour l'énergie non fournie.

ANNEXES : TABLE DE CORRESPONDANCE POUR LE CONTROLE DES NORMES ET PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX INSTALLATIONS SOLAIRES THERMIQUES ASSEMBLEES A FAÇON

ANNEXE 1 : TABLE DE CORRESPONDANCE

Tableau de la variation de la résistance en fonction de la température (0 à 299 °C) pour les sondes PT100 et PT1000⁷.

Les données centrales correspondent à la mesure de résistance observée sur l'ohmmètre. Pour connaître la température correspondante, il y a lieu de lire le chiffre en ordonné (qui nous donne les 10aines de degrés) et la chiffre en absce (qui donne les degrés).

Par exemple, si l'on lit : 117,86 sur l'ohmmètre par rapport à une sonde PT100, cela signifie que la température est de 46°C (voir tableau). Cette température est ensuite comparée à la température réelle mesurée.

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0+	100	100,39	100,78	101,17	101,56	101,94	102,33	102,72	103,11	103,59
10+	103,89	104,28	104,67	105,06	105,45	105,84	106,23	106,62	107,01	107,40
20+	107,79	108,18	108,57	108,95	109,34	109,73	110,12	110,51	110,89	111,28
30+	111,67	112,06	112,44	112,83	113,22	113,60	113,99	114,38	114,77	115,15
40+	115,54	115,93	116,31	116,70	117,08	117,47	117,86	118,24	118,63	119,01
50+	119,40	119,78	120,17	120,55	120,94	121,32	121,71	122,09	122,47	122,86
60+	123,24	123,62	124,00	124,39	124,77	125,15	125,54	125,92	126,30	126,69
70+	127,07	127,45	127,83	128,22	128,60	128,98	129,36	129,74	130,13	130,51
80+	130,89	131,27	131,65	132,03	132,41	132,79	133,18	133,56	133,94	134,32
90+	134,70	135,08	135,46	135,84	136,22	136,60	136,98	137,36	137,74	138,12
100+	138,50	138,88	139,46	139,63	140,01	140,39	140,77	141,15	141,52	141,90
110+	142,28	142,66	143,04	143,41	143,79	144,17	144,55	144,93	145,30	145,68
120+	146,06	146,44	146,81	147,19	147,56	147,94	148,32	148,69	149,07	149,44
130+	149,82	150,19	150,57	150,94	151,32	151,69	152,07	152,44	152,82	153,19
140+	153,57	153,94	154,32	154,69	155,07	155,44	155,82	156,19	156,57	156,94
150+	157,32	157,69	158,06	158,44	158,81	159,18	159,55	159,92	160,30	160,67
160+	161,04	161,41	161,78	162,16	162,53	162,90	163,27	163,64	164,02	164,39
170+	164,76	165,13	165,50	165,87	166,24	166,61	166,99	167,36	167,73	168,10
180+	168,47	168,84	169,21	169,58	169,95	170,31	170,68	171,05	171,42	171,79
190+	172,16	172,53	172,90	173,26	173,63	174,00	174,37	174,74	175,10	175,47
200+	175,84	176,21	176,57	176,94	177,31	177,67	178,04	178,41	178,78	179,14
210+	179,51	179,88	180,24	180,61	180,97	181,34	181,71	182,07	182,44	182,80
220+	183,17	183,53	183,90	184,26	184,63	184,99	185,36	185,72	186,06	186,45
230+	186,82	187,18	187,55	187,91	188,28	188,64	189,00	189,37	189,73	190,10
240+	190,46	190,82	191,18	191,55	191,91	192,27	192,63	192,99	193,36	193,73
250+	194,08	194,44	194,80	195,17	195,53	195,89	196,25	196,61	196,98	197,34
260+	197,70	198,06	198,42	198,78	199,14	199,50	199,86	200,22	200,58	200,94
270+	201,30	201,66	202,02	202,37	202,73	203,09	203,45	203,81	204,16	204,52
280+	204,88	205,24	205,60	205,95	206,31	206,67	207,07	207,39	207,74	208,10
290+	208,46	208,82	209,17	209,53	209,89	210,24	210,60	210,96	211,32	211,67

⁷ Les sondes pt1000 sont identiques aux pt100 sur le principe. La table de variation de la résistance en fonction de la température est la même, mais il faut multiplier par 10 les valeurs de résistance. Les sondes pt1000 sont souvent utilisées dans le secteur de la climatisation.



ANNEXE 2 : NORMES ET PRESCRIPTIONS

Norme de Reference	Titre	Résumé
NBN EN ISO 9488:2000	Energie solaire - Vocabulaire	<p>La présente Norme internationale définit les termes fondamentaux relatifs à l'énergie solaire.</p> <p>NOTE : En complément des termes et définitions donnés dans deux des trois langues officielles de VISO (anglais, français et russe), la présente Norme internationale donne les termes équivalents et leurs définitions en allemand; ils sont publiés sous la responsabilité du comité membre de l'Allemagne (DIN). Toutefois, seuls les termes et définitions donnés dans les langues officielles peuvent être considérés comme termes et définitions ISO.</p>
NBN EN 12975-1 :2006	Installations solaires thermiques et leurs composants - Capteurs solaires - Partie 1 : Exigences générales - Partie 2 : Méthodes d'essais	<p>This European Standard specifies requirements on durability (including mechanical strength), reliability and safety for liquid heating solar collectors. It also includes provisions for evaluation of conformity to these requirements. The Standard defines the procedure that has to be followed for evaluation of conformity of the collector. This procedure defines:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conduction of the above tests in a specified order by an appropriate testing laboratory, • Continuous internal control by the manufacturer in the framework of an existing quality control system in the production (of EN ISO 9000 series) • Checks by an appropriate body if quality control system in the production does not exist. <p>Moreover, the Standard defines security requirement for the materials and their properties (combustibility, toxicity, stability in high temperature, resistance to UV radiation, mechanical, thermal and chemical requirements, etc), design (water tightness, no leakages, cover stresses, absorber corrosion, etc) installation and weight of the collector. Finally, it defines the existence of collector identification material (drawings, data sheets, labeling, installer instruction manual)</p>
NBN EN 12975-2 :2006	Installations solaires thermiques et leurs composants - Capteurs solaires - Partie 2 : Méthodes d'essais	<p>This European Standard specifies test methods for validating the durability, reliability and safety requirements for liquid heating collectors as specified in EN 12975-1. This standard also includes 3 test methods for the thermal performance characterization for liquid heating collectors.</p> <p>Test methods for solar collectors are the same that are defined in the Standards ISO 9806-1 «Test methods for solar collectors - Part 1 - Thermal Performance of glazed liquid heating collectors including pressure drop» and ISO 9806-2, «Test methods for solar collectors - Part 2 - Qualification test procedures».</p> <p>Minor differences appear in the testing conditions. However, these differences have practically no effect on the obtained results. The main differences that exist between the ISO and the EN 12976-2 are the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A new test method is defined for measurement of collector efficiency, called "quasi-dynamic method". According to this method the collector is tested continuously over days with different sunshine levels. The equation describing collector efficiency is actually an extension of the one of the ISO 9806-1 method, since it contains a number of extra parameters affecting collector's efficiency (influence of direct and diffuse irradiance and wind speed). Moreover, the effective thermal capacity and the incidence angle modifiers for direct and diffuse irradiance are also included. These factors are determined from test data by multi-parameter least squares regression. • In rain penetration test, the absorber of the collector must be kept warm in temperature around 50°C. This can be achieved by circulating hot water in this temperature through the collector during the test. • Three new tests are introduced, These are the mechanical tests: – positive pressure test on the collector cover – negative pressure test on the collector cover – negative pressure test on the collector fixings.

NBN EN 12976-1:2006	Installations solaires thermiques et leurs composants - Installations préfabriquées en usine - Partie 1 : Exigences générales	This EU Standard specifies requirements on durability, reliability and safety for Factory Made thermal solar heating systems. The standard also includes provisions for evaluation of conformity to these requirements. The requirements in this standard apply to Factory Made solar systems as products. The installation of these systems as such is not considered, but requirements are given for the documentation.
NBN EN 12976-2:2006	Installations solaires thermiques et leurs composants - Installations préfabriquées en usine - Partie 2 : Méthodes d'essais	This European Standard specifies test methods for validating the requirements for Factory Made Thermal Solar Heating Systems as specified in EN 12976-1. The standard also includes two test methods for thermal performance characterization by means of whole system testing
NBN EN 61725:1998	Expression analytique des profils solaires journaliers	/
NBN ENV 12977-1:2001	Installations solaires thermiques et leurs composants - Installations assemblées à façon - Partie 1 : Exigences générales	Specifies requirements on durability, reliability and safety of small and large custom built solar heating systems with liquid heat transfer medium for residential buildings and similar applications. The standard contains also requirements on the design process of large custom built systems.
NBN ENV 12977-2:2001	Installations solaires thermiques et leurs composants - Installations assemblées à façon - Partie 2 : Méthodes d'essais	Applies to small and large custom solar heating systems with liquid heat transfer medium for residential buildings and similar applications, and specifies test methods for verification of the requirements.
NBN ENV 12977-3:2001	Installations solaires thermiques et leurs composants - Installations assemblées à façon - Partie 3 : Caractérisation des performances des dispositifs de stockage pour des installations de chauffage solaire	This document specifies test methods for the performance characterization of stores which are intended for use in small custom built systems as specified in prCEN TS 12977 1. Stores tested according to this document are commonly used in solar hot water systems. However, also the thermal performance of all other thermal stores with water as storage medium can be assessed according to the test methods specified in this document. The document applies to stores with a nominal volume between 50 and 3000 litres. This document does not apply to combistores. Performance test methods for solar combistores are specified in prCEN TS 12977-4.
ISO 9459-2:1995	Solar heating - Domestic water heating systems - Part 2: Outdoor test methods for system performance characterization and yearly performance prediction of solar-only systems [REM: disponible en anglais uniquement]	Describes test procedures for characterizing the performance of solar domestic water heating systems operated without auxiliary boosting and for predicting annual performance in any given climatic and operating conditions. Suitable for testing all types of systems including forced circulation, Thermosyphon, Freon-charged collector systems.
ISO/FDIS 9459-5	Solar heating -- Domestic water heating systems - Part 5: System performance characterization by means of whole-system tests and computer simulation [REM: disponible en anglais uniquement]	ISO 9459-5:2007 specifies a method for outdoor laboratory testing of solar domestic hot-water (SDHW) systems. The method may also be applied for in-situ tests, and also for indoor tests by specifying appropriate draw-off profiles and irradiance profiles for indoor measurements. The system performance is characterized by means of whole-system tests using a 'black-box' approach i.e. no measurements on the system components or inside the system are necessary. Detailed instructions are given on the measurement procedure, on processing and analysis of the measurement data, and on presentation of the test report.
EN 15316-4-3:2006	Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-3: Heat generation systems, thermal solar systems [REM: disponible en anglais uniquement]	This European Standard is part of a series of standards on the method for calculation of system energy requirements and system efficiencies. The framework for the calculation is described in prEN 15603. The scope of this specific part is to standardize the: - required inputs, - calculation method, - required outputs, for thermal solar systems (including control) for space heating, domestic hot water production and the combination of both. The following typical thermal solar systems are considered: - domestic hot water systems characterized by EN 12976 (factory made) or ENV 12977 (custom built); - combisystems (for domestic hot water and space heating) characterized by ENV 12977 or the Direct Characterization method developed in Task 26 'Solar Combisystems' of the IEA Solar Heating and Cooling program; - space heating systems characterized by ENV 12977.



ISO 9553:1997	Énergie solaire - Méthodes d'essai des joints préformés en caoutchouc et des composés pour l'étanchéité utilisés dans les capteurs [REM: disponible en anglais uniquement]	This International Standard gives requirements for the classification and testing of rubbers used to seal solar energy collectors in order to aid selection for specific applications. The design requirements in this International Standard pertain only to permissible deflection of the rubber during thermal expansion or retraction of the seal in use and to the tolerances on dimensions of moulded and extruded seals. This International Standard does not include requirements pertaining to geometrical design, fabrication or installation of the seals..
ISO 9808:1990	Chauffe-eau solaires - Matériaux en élastomères pour absorbeurs, raccords et tuyaux - Méthode d'évaluation	/
ISO/TR 10217:1989	Énergie solaire -- Système de production d'eau chaude -- Guide pour le choix de matériaux vis-à-vis de la corrosion interne	This Technical Report provides a discussion of the parameters that have a bearing on the internal corrosion of solar water heating systems. The following topics are not dealt with: problems of compatibility between polymeric materials (plastics and rubber) and fluids; corrosion risks concerning the enclosure and the external surface of the absorber; safety and health questions.
ISO 9459-1:1993	Solar heating - Domestic water heating systems - Part 1: Performance rating procedure using indoor test methods [REM: disponible en anglais uniquement]	Establishes a uniform indoor test method for rating solar domestic water heating systems for thermal performance. Applies only to solar water heating systems designed solely to heat potable water to be supplied for domestic water usage. The test procedures described are applicable to systems of solar storage capacity of 0,6 m ³ or less.
ISO/AWI 9459-4	Solar heating -- Domestic water heating systems - Part 4: System performance characterization by means of component tests and computer simulation [REM: disponible en anglais uniquement]	/
ISO 9806-1:1994	Test methods for solar collectors - Part 1: Thermal performance of glazed liquid heating collectors including pressure drop [REM: disponible en anglais uniquement]	Establishes methods for determining the thermal performance of glazed liquid heating solar collectors; provides test methods and calculation procedures for determining the steady-state and quasi-steady-state thermal performance of solar collectors. Contains methods for conducting tests outdoors under natural solar irradiance and indoors under simulated solar irradiance.
ISO 9806-2:1995	Test methods for solar collectors - Part 2: Qualification test procedures [REM: disponible en anglais uniquement]	Establishes test methods for testing solar collectors under well-defined and repeatable conditions. Determination of the ability to resist the influences of degrading agents.
ISO 9806-3:1995	Test methods for solar collectors - Part 3: Thermal performance of unglazed liquid heating collectors (sensible heat transfer only) including pressure drop [REM: disponible en anglais uniquement]	Establishes methods for determining the thermal performance of unglazed liquid heating solar collectors. Contains methods for conducting tests outdoors under natural solar irradiation and simulated wind and for conducting tests indoors under simulated solar irradiation and wind. Not applicable to those collectors in which the heat transfer fluid can change phase.
ISO 9059:1990	Énergie solaire - Étalonnage des pyréliomètres de terrain par comparaison à un pyréliomètre de référence	/
ISO 9060:1990	Énergie solaire - Spécification et classification des instruments de mesurage du rayonnement solaire hémisphérique et direct	Establishes a classification and specification of instruments for the measurement of hemispherical solar and direct solar radiation integrated over the spectral range from 0,3 µm to 3 µm.

ISO 9845-1:1992	Énergie solaire -- Rayonnement solaire spectral de référence au sol sous différentes conditions de réception -- Partie 1: Rayonnement solaire direct normal et hémisphérique pour une masse d'air de 1,5 [REM: disponible en anglais uniquement]	Provides an appropriate standard spectral irradiance distribution to be used in determining relative performance of solar thermal, photovoltaic, and other system components and materials where the direct and hemispherical irradiance component is desired.
ISO 9846:1993	Énergie solaire -- Étalonnage d'un pyranomètre utilisant un pyrhéliomètre	Its use is mandatory for the calibration of secondary standard pyranometers according to ISO 9060, and is recommended for the calibration of pyranometers which are used as reference instruments in comparisons. The object is to promote the uniform application of reliable methods to calibrate pyranometers, since accurate calibration factors are the basis of accurate hemispherical solar radiation data which are needed for solar energy test applications or simulations.
ISO 9847:1992	Énergie solaire -- Étalonnage des pyranomètres de terrain par comparaison à un pyranomètre de référence [REM: disponible en anglais uniquement]	/
ISO/TR 9901:1990	Énergie solaire -- Pyranomètres de champ -- Pratique recommandée pour l'emploi [REM: disponible en anglais uniquement]	/



TABLE DES MATIERES

CHAPITRE I : INTRODUCTION	4
1. GENERALITES	4
<i>Pourquoi utiliser l'énergie solaire</i>	4
<i>Origine de l'énergie solaire</i>	4
2. INTEGRATION DANS L'INSTALLATION DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE EXISTANTE	4
<i>Installation des capteurs solaires</i>	4
<i>Installation des ballons de stockage</i>	5
<i>Passage des tuyauteries</i>	5
CHAPITRE II : FONCTIONNEMENT D'UNE GRANDE INSTALLATION SOLAIRE THERMIQUE DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE	6
1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ET TYPES DE SYSTEMES	6
1.1. <i>Les capteurs solaires</i>	6
1.2. <i>Le circuit primaire</i>	7
1.3. <i>Le circuit de transfert</i>	7
1.4. <i>La régulation (non illustrée sur les figures suivantes)</i>	8
2. DIMENSIONNEMENT	10
<i>Règle de base de dimensionnement d'un chauffe-eau solaire</i>	10
CHAPITRE III : EXPLOITATION ET MAINTENANCE	11
1. CONTROLE MENSUEL	11
<i>Contrôler la pression du circuit primaire (spécifique aux systèmes sous pression)</i>	11
<i>Contrôler le fonctionnement de l'anode à courant imposé</i>	12
<i>Si le voyant est éteint :</i>	12
<i>Si le voyant est rouge clignotant :</i>	12
2. CONTROLE TRIMESTRIEL	13
<i>Contrôler le fonctionnement des circulateurs et le débit</i>	13
3. CONTROLE SEMESTRIEL	14
<i>Inspection visuelle des capteurs</i>	14
<i>Contrôle de la soupape de sécurité du circuit primaire</i>	14
<i>Contrôle des purgeurs d'air</i>	15
4. CONTROLE ANNUEL	16
<i>Vérifier les alimentations électriques et voyants lumineux</i>	16
<i>Vérifier la qualité du fluide caloporteur</i>	17
<i>Contrôle de la soupape de sécurité sanitaire</i>	18
<i>Nettoyage et désinfection des réservoirs</i>	18
<i>Contrôler l'anode de protection au Magnésium</i>	19
<i>Contrôler l'échangeur à plaques (extérieur)</i>	20
<i>Vérifier la pression de gonflage du vase d'expansion</i>	21
<i>Vérifier les sondes de température</i>	22
<i>Vérifier la régulation solaire</i>	23
<i>Vérifier l'état de l'isolation extérieure</i>	24
CHAPITRE IV : SUIVI DE L'INSTALLATION	25
1. SUIVI DES CONSOMMATIONS D'EAU CHAUDE	25
<i>Usages de l'eau chaude</i>	25
<i>Variabilité des consommations d'eau chaude</i>	25
<i>Exemple de profils de consommation d'ECS</i>	25
2. SUIVI DU FONCTIONNEMENT ET DES PERFORMANCES DE L'INSTALLATION	26
3. GARANTIE DE RESULTAT SOLAIRE (GRS)	26
ANNEXES : TABLE DE CORRESPONDANCE POUR LE CONTROLE DES NORMES ET PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX INSTALLATIONS SOLAIRES THERMIQUES ASSEMBLEES A FAÇON	27
ANNEXE 1 : TABLE DE CORRESPONDANCE	27
ANNEXE 2 : NORMES ET PRESCRIPTIONS	28
TABLE DES MATIERES	32

INFOS



02 775 75 75

www.bruxellesenvironnement.be

Rédaction : 3E / APERe asbl

Comité de lecture : APERe asbl, An VERSPECHT, Cédric Nathanaël HANCE

Editeurs responsables : J.-P. Hannequart & E. schamp – Gulledelle 100 – 1200 Bruxelles

Autres renseignements : Crédits photographiques 3E / APERe

