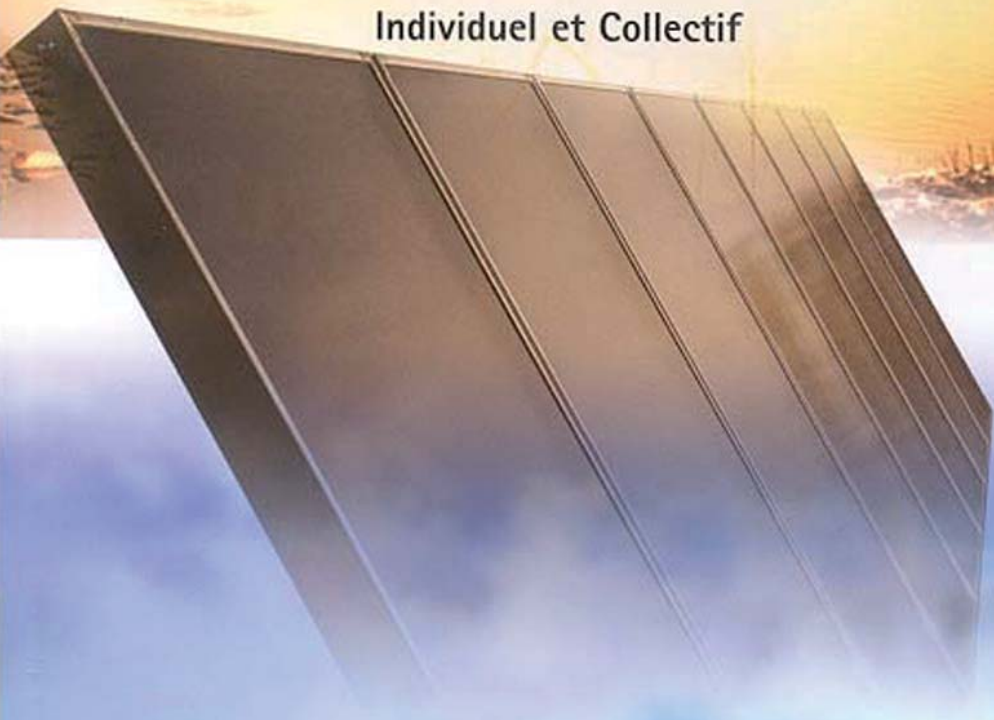




Eau chaude sanitaire solaire

Individuel et Collectif



EAU CHAUDE SANITAIRE SOLAIRE

*Application à l'individuel et au
collectif*

GUIDE POUR L'INSTALLATEUR

AVANT PROPOS

L'énergie solaire connaît aujourd'hui un nouvel essor en France notamment grâce au Plan HELIOS 2006 de relance du solaire thermique initié par l'ADEME.

Depuis 2000 près de 700 000 m² de capteurs solaires thermiques ont été installés en France métropolitaine pour des applications d'eau chaude sanitaire.

Le succès de ces techniques repose sur des installations de qualité (matériels sélectionnés, installateurs formés...).

Ce guide, particulièrement destiné aux petites entreprises du Génie climatique et de la Plomberie, contient toutes les bases nécessaires à la mise en œuvre d'un chauffe-eau solaire individuel (CESI) ou collectif (CESC) : les schémas de principe d'installation, la régulation, le dimensionnement, la mise en œuvre, la mise en service, la maintenance. Une partie documentaire rappelle les besoins en eau chaude sanitaire, les textes de référence et le suivi des performances.

Ce guide de poche a été élaboré par le COSTIC (Comité Scientifique et Technique des Industries Climatiques) grâce au soutien et à la participation de la FFB (Fédération Française du Bâtiment) et des représentants des organisations professionnelles l'UCF (Union Climatique de France) et l'UNCP (Union Nationale de la Couverture et de la Plomberie).

PARTIE 1 : LE CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL (C.E.S.I)

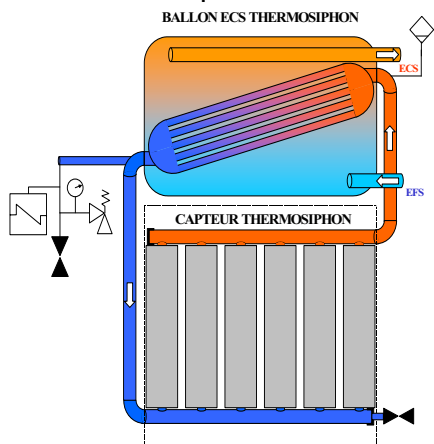
Les différents types de CESI	6
L'appoint.....	10
La régulation	12
Le dimensionnement	13
La mise en oeuvre	17
• Les capteurs	17
• Le circuit primaire	25
• Pose de sonde de régulation.....	32
• Le circuit sanitaire.....	33
La mise au point.....	35
La maintenance	37
Le diagnostic de pannes	39

LES DIFFÉRENTS

LE CHAUFFE-EAU THERMOSIPHON MONOBLOC

Principe du thermosiphon

La circulation est assurée par le principe même du thermosiphon : chauffé par les capteurs, et donc moins dense, l'eau monte naturellement vers l'échangeur du ballon de stockage placé au-dessus des capteurs.



Ce type de CESI reste adapté au DOM-TOM (risque évité de gel des arrivée et départ d'eau sanitaire) et est généralement moins performant qu'un système à éléments séparés, du fait du stockage horizontal, situé hors du logement.

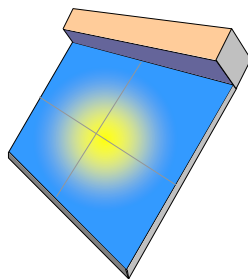
La présence d'un appoint intégré au stockage dégrade les performances du chauffe eau thermosiphon.

Avantages

- système monobloc (capteurs et ballon intégrés sur un même châssis rigide)
- pose facile, coût réduit
- système autorégulé
- continuité de la production d'ECS solaire en cas de coupure d'alimentation électrique
- fiabilité

Inconvénients

- inesthétique
- n'est pas adapté aux régions froides (fonctionnement en eau)
- stockage soumis directement aux actions extérieures
- poids important (ne convient pas à la pose en toiture)
- limitation de la température de stockage à l'aide de soupapes à commande thermique

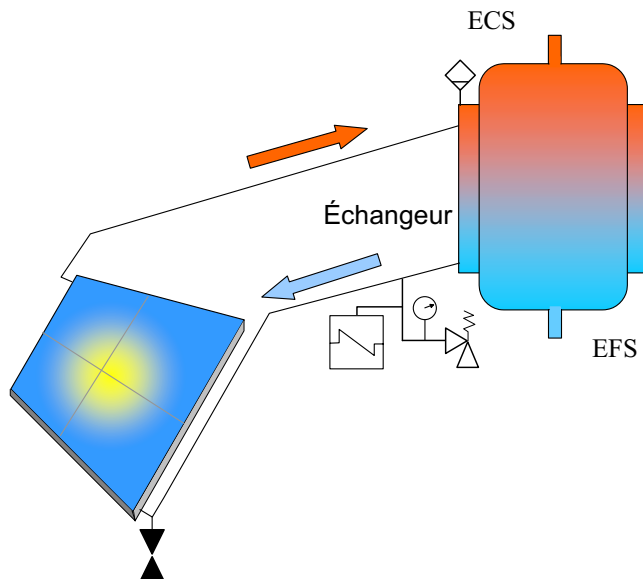


TYPES DE CESI

LE CHAUFFE-EAU THERMOSIPHON A ELEMENTS SEPARES

Principe

Ce chauffe-eau exploite aussi le principe du thermosiphon, mais les capteurs et le ballon (placé à l'intérieur du bâtiment) sont séparés.



Avantages

- continuité de la production d'ECS solaire en cas de coupure d'alimentation électrique
- système sans régulation
- risques de pannes pratiquement exclus

Inconvénients

- mise en œuvre délicate : les préconisations des fabricants doivent être parfaitement respectées (diamètres des tubes minimums, pentes minimales, dénivelé capteurs / ballon)
- limitation de la température dans le ballon de stockage à l'aide de soupapes à commande thermique

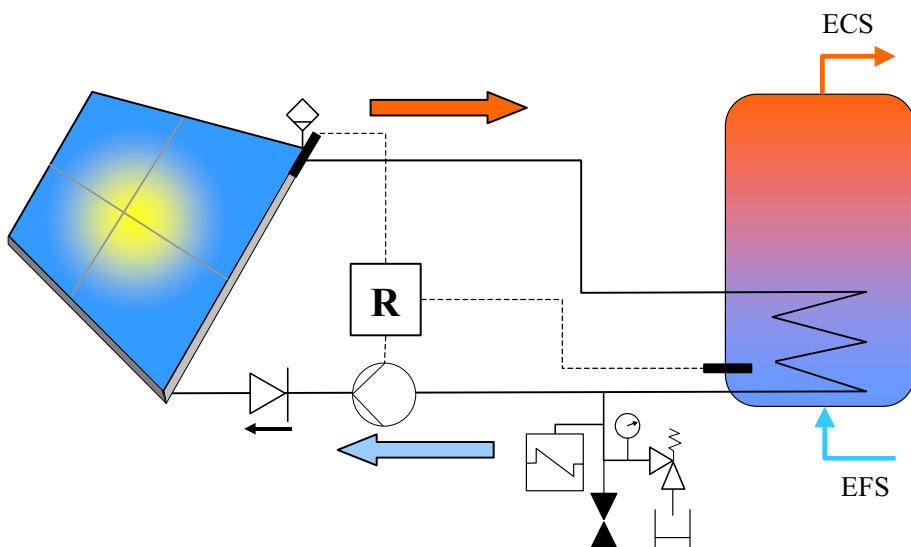


LES DIFFÉRENTS

LE CHAUFFE-EAU A CIRCULATION FORCEE

Principe

Le liquide caloporteur circulant entre les capteurs et le ballon de stockage est mis en mouvement par un circulateur piloté par une régulation. La circulation dans le circuit primaire a lieu dès lors que l'écart de température entre les capteurs et le bas du ballon de stockage est supérieur à un seuil ΔT (différentiel de démarrage d'environ 6 K).



Avantages

- système adapté à toutes les configurations d'habitat
- risques de pannes faibles
- système performant
- contrôle en température du ballon

Inconvénients

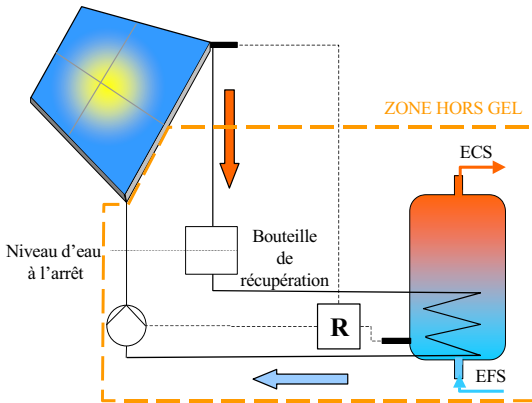
- nécessité d'une régulation différentielle pilotant un circulateur
- besoin d'une alimentation électrique
- nécessité d'un liquide caloporteur antigel (de qualité alimentaire)

TYPES DE CESI

LE CHAUFFE-EAU AUTOVIDANGEABLE A CIRCULATION FORCEE

Principe

Les capteurs et leurs canalisations se vident automatiquement à l'arrêt de la pompe dans une bouteille de récupération. Les équipements (sauf le capteur) sont situés dans une zone hors-gel.



Avantages

- sécurité du système en cas de stagnation ou de gel
- système pouvant fonctionner sans antigel (l'installation n'est pas soumise aux inconvénients dus à la dégradation du liquide caloporteur)
- circuit hydraulique simplifié (avec l'utilisation de moins de composants sensibles tels que le vase d'expansion, la soupape de sécurité ou le purgeur)
- meilleur échange de chaleur (si absence d'antigel)

Inconvénients

- régulation différentielle pilotant une pompe (nécessité de lutter contre des hauteurs manométriques importantes)
- besoin d'une alimentation électrique
- mise en œuvre délicate (respect d'une pente minimale pour les liaisons hydrauliques, absence de coude, de cintrage...)
- moins de flexibilité dans le choix du capteur
- risque de température de l'absorbeur élevée

L'APPOINT

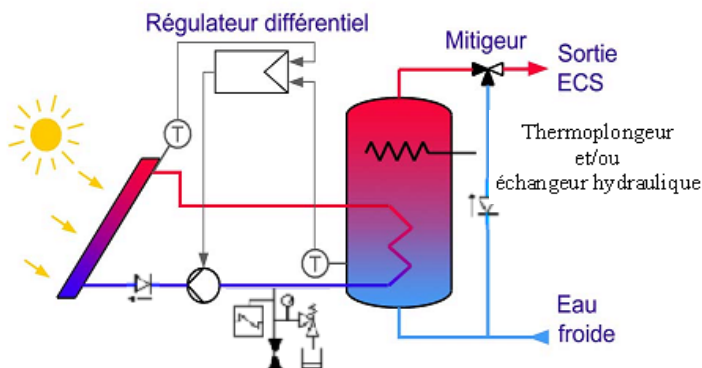
LES CHAUFFE-EAU A CIRCULATION FORCEE

L'intensité du rayonnement solaire est irrégulière. Il est donc indispensable de disposer d'un ballon de stockage et d'un appoint :

- Un ballon pour stocker l'énergie lorsqu'elle est disponible et la restituer en fonction des besoins (sur une période de temps donnée) ;
- Un appoint pour disposer d'une source d'énergie complémentaire afin de fournir la totalité des besoins lorsque le stock thermique est épuisé et lorsque l'énergie solaire est insuffisante.

Il existe trois configurations possibles :

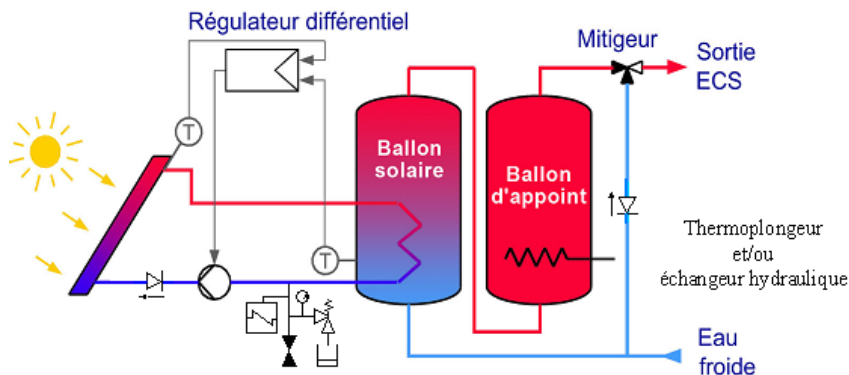
Configuration 1 : Ballon solaire bi-énergie avec appoint intégré par échangeur ou résistance électrique



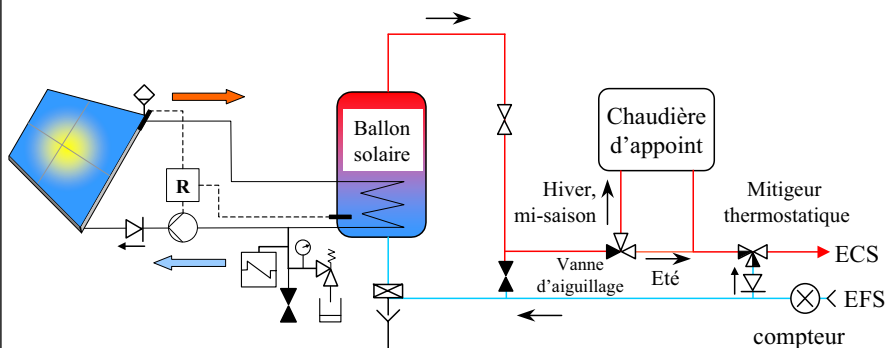
Un complément d'appoint par le biais d'une résistance électrique (ballon solaire mixte) permet l'arrêt complet de la chaudière en période estivale.

DU CESI

Configuration 2 : Ballon solaire en série avec un ballon d'appoint (échangeur ou résistance électrique)



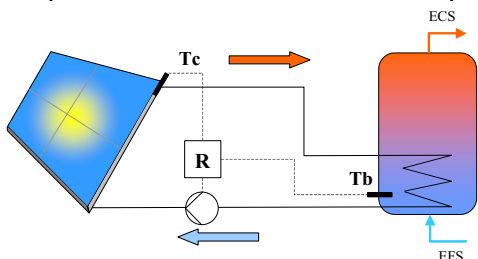
Configuration 3 : Ballon solaire en série avec un appoint séparé par chaudière gaz instantanée à puissance modulable



Les critères de choix du type d'appoint sont présentés dans la partie dimensionnement (Cf. page 13).

LA REGULATION

Le principe de base de la régulation d'un CESI est simple. Le rôle du dispositif de régulation est de commander le transfert de l'énergie solaire captée vers le ballon de stockage, seulement si la température du fluide caloporteur dans les capteurs est supérieure à celle de l'eau sanitaire contenue en partie basse du ballon solaire. La mise en route et l'arrêt de la pompe de circulation sont assurés par un régulateur différentiel en fonction des températures T_b et T_c représentées sur le schéma simplifié ci-dessous.



T_b : Température au bas du ballon ou en sortie d'échangeur

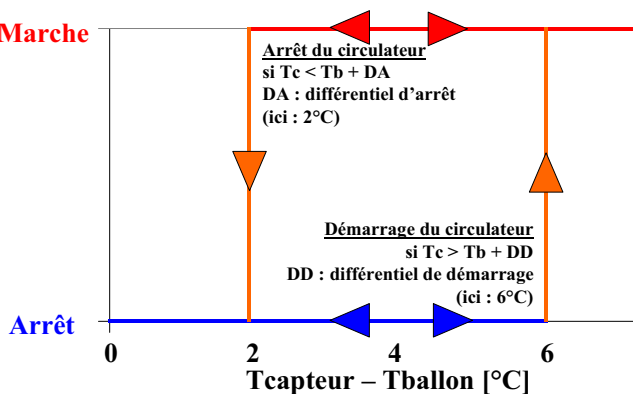
T_c : Température à la sortie du capteur

La régulation doit intégrer un Différentiel au Démarrage (DD) et à l'Arrêt (DA), basé sur le principe de l'hystérésis. Afin de limiter le nombre de démarrage et d'arrêt du circulateur, certains fabricants proposent des circulateurs à débit variable (3 positions).

Les valeurs (DD et DA ou DD et hystérésis) sont réglables (voir préconisations fabricants).

Etat du circulateur

Marche



En général, leurs valeurs sont les suivantes :

$5^{\circ}\text{C} < DD < 8^{\circ}\text{C}$
 $2^{\circ}\text{C} < DA < 4^{\circ}\text{C}$

Hystérésis = DD - DA

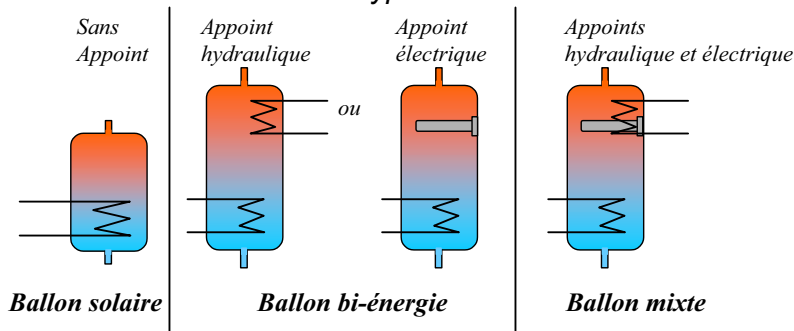
LE DIMENSIONNEMENT D'UN CESI

Le dimensionnement d'un CESI peut être réalisé par l'installateur de façon simple. Pour cela un certain nombre de critères, permettant la sélection d'un CESI adapté aux besoins du futur usager, doivent être définis.

1^{ER} CRITERE : CHOIX DE LA CONFIGURATION DU CESI

Constat	Type de chauffage	Solution proposée
L'utilisateur ne dispose pas de ballon d'ECS	Chauffage hydraulique	Ballon bi-énergie ou mixte : « solaire-hydraulique-électrique » ou « solaire-hydraulique-électrique »
	Chauffage électrique	Ballon bi-énergie : « solaire-électrique »
	Chauffage divisé (Poêle, insert...)	Ballon bi-énergie : « solaire-électrique »
Constat	Type de chauffage	Solution proposée
L'utilisateur dispose déjà d'un ballon d'ECS de plus de 7 ans (en mauvais état)	Electrique	Ballon bi-énergie : « solaire-électrique »
	Couplé à une chaudière	Ballon bi-énergie ou mixte : « solaire-hydraulique-électrique » ou « solaire-hydraulique-électrique »
Constat	Solution proposée	
L'utilisateur dispose déjà d'un ballon d'ECS de moins de 7 ans en bon état et d'un espace suffisant pour 2 ballons	Ballon solaire Le ballon existant servant d'appoint	

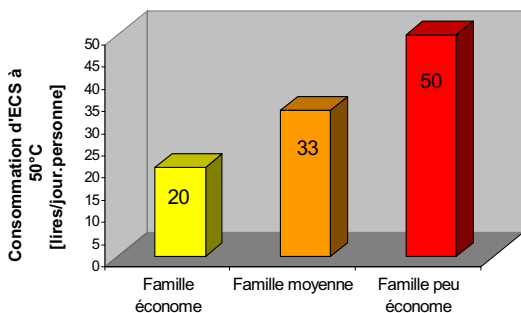
Différents types de ballon



LE DIMENSIONNEMENT

2^{EME} CRITERE : LE VOLUME DU BALLON D'EAU CHAUDE

La consommation d'eau chaude est en moyenne **33 litres par jour et par personne à 50°C**. Cette consommation dépend beaucoup des habitudes de vie. En fonction du type de famille défini dans le graphe ci-dessous et du nombre de personnes, le volume nécessaire pour le ballon peut être calculé.

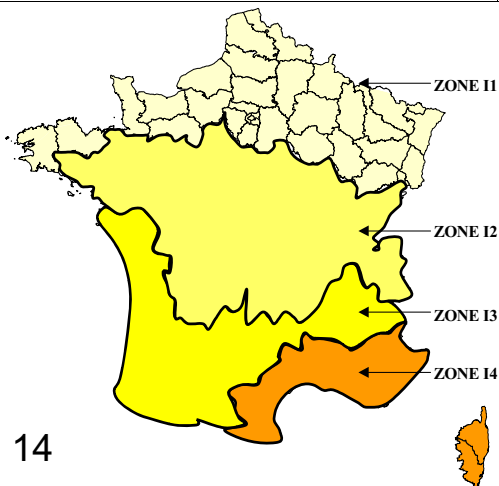


Type de ballon	Volume du ballon
Ballon solaire vertical	Consommation journalière d'ECS
Ballon bi-énergie ou mixte ou ballon solaire horizontal	1,5 fois la consommation journalière d'ECS

Ces rations sont donnés à titre indicatif : les consommations doivent être évoluées par rapport aux habitudes de vie. Le chauffe-eau solaire peut être directement raccordé à un lave vaisselle et/ou lave linge prévu à cet effet. Il convient par conséquent de tenir compte de leur consommation journalière respective pour définir le volume total du ballon.



3^{EME} CRITERE : ZONE CLIMATIQUE CONCERNEE

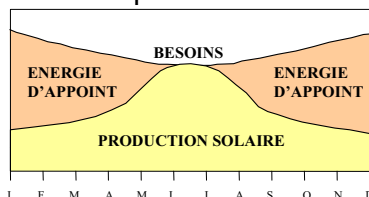


D'UN CESI

4^{EME} CRITERE : LE TAUX DE COUVERTURE

Le taux de couverture est la part des besoins annuels en énergie couverts par l'énergie solaire. Ce taux doit être suffisant pour justifier l'installation. Un taux de couverture annuel compris entre 50 et 70% est en général un bon compromis économique.

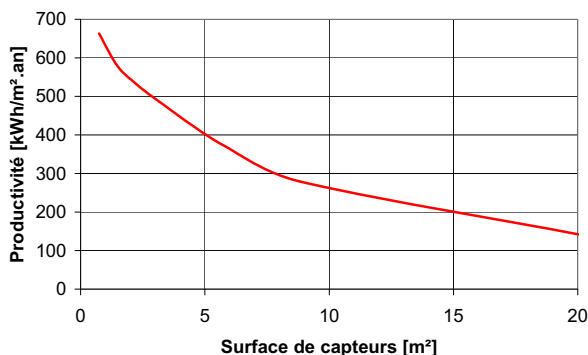
$$\text{TAUX DE COUVERTURE} = \frac{\text{PRODUCTION SOLAIRE}}{\text{BESOINS}}$$



L'exemple ci-dessus montre qu'en juillet le taux de couverture est de 100 % et en décembre de 25 %. Le taux de couverture annuel est d'environ 60 %.

5^{EME} CRITERE : LA PRODUCTIVITE SOLAIRE

C'est la production annuelle d'énergie solaire ramenée au m² de capteurs installés [kWh/m².an]. La productivité solaire de l'installation doit être suffisante pour justifier la mise en place d'un CESI. Une productivité annuelle comprise entre 400 et 500 kWh/m².an (suivant la région climatique) est un bon compromis économique.



LE DIMENSIONNEMENT D'UN CESI

LA SURFACE DE CAPTEURS A IMPLANTER

Le tableau ci-dessous présente, à titre indicatif, des fourchettes de dimensionnement pour les volumes de ballons et les surfaces de capteurs correspondant à une consommation moyenne journalière par personne de 33 litres à 50°C, avec un taux de couverture compris entre 50 et 70 %.



		Nombre d'occupants			
		1 à 2	3 à 4	5 à 6	7 et +
Volume total du ballon solaire sans appoint intégré (en litres)		100	100 à 150	200 à 250	300 à 500
Volume total du ballon bi-énergie avec appoint intégré (en litres)		150	150 à 250	300 à 400	500 à 650
Surface de capteurs selon la zone climatique (m²)	I1	2 à 2.5	2 à 3,5	4,5 à 5,5	6,5 à 7
	I2	1.5 à 2	2 à 3	3,5 à 4,5	5 à 7
	I3	1.5 à 2	1.5 à 2.5	3 à 4	4,5 à 7
	I4	1 à 1.5	1.5 à 2	2,5 à 3,5	4 à 6

Attention au surdimensionnement :

- Tendre vers un **taux de couverture important** conduit à l'implantation d'une **surface de capteurs importante** et donc à un **surdimensionnement** de l'installation.
- Un **surdimensionnement** génère une faible augmentation de la chaleur solaire pour un **surcoût important et des contraintes techniques néfastes**.

Recommandations :

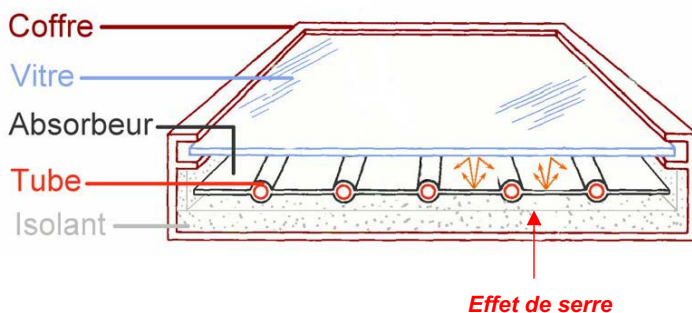
- **Préférer sous dimensionner les besoins** en ECS.
- **Privilégier une production solaire maximale** en kWh par m² de capteurs au taux de couverture des besoins en ECS.

LA MISE EN ŒUVRE DES DES CAPTEURS

LE CAPTEUR PLAN VITRE

Le type de capteur le plus utilisé est le capteur plan vitré. Il comprend un coffre isolant sur lequel est fixée une vitre. A l'intérieur sont disposés des absorbeurs noirs destinés à capter l'énergie solaire. Un liquide caloporteur circulant dans des tuyauteries en contact avec l'absorbeur prélève les calories reçues du soleil. La vitre située sur la face avant et l'isolant permettent de réduire les déperditions de chaleur. L'absorbeur peut être recouvert d'un revêtement sélectif qui limite le rayonnement vers l'extérieur et améliore ses performances.

Ce type de capteur est bien adapté à la production de l'eau chaude sanitaire et au chauffage des bâtiments en métropole...(températures d'eau chaude généralement comprises entre 30 et 60°C).



LE CAPTEUR PLAN NON VITRE (OU MOQUETTE)

Ce capteur génère de fortes pertes thermiques, il est en matière plastique et s'utilise notamment dans les applications requérant des températures peu élevées, le chauffage par exemple de l'eau des piscines.

LA MISE EN OEUVRE

LE CAPTEUR SOUS VIDE

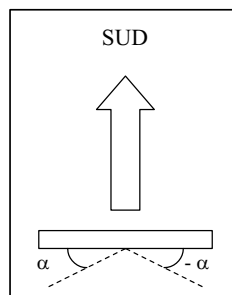
Les déperditions thermiques sont réduites par rapport aux capteurs plans grâce à une excellente isolation thermique (on fait le vide dans ces tubes).

Remarques :

- des températures de fonctionnement plus élevées qu'avec les capteurs plans peuvent être atteintes, ce qui peut être un avantage, notamment pour l'industrie et le refroidissement solaire.
- des températures de stagnation élevées peuvent être atteintes plus fréquemment, avec les contraintes correspondantes sur tous les matériaux employés près du champ de capteurs et sur le fluide caloporteur (formation de vapeur en stagnation). Pour une production d'eau chaude sanitaire, le coût de la chaleur solaire à température moyenne de fonctionnement est plus élevé

ORIENTATION DES CAPTEURS

L'orientation des capteurs vers le sud est à privilégier. En pratique, une différence de $\alpha=30^\circ$ par rapport au sud peut être admise. À titre indicatif, pour un capteur incliné à 45° , une orientation sud-ouest provoque une baisse de seulement 10% de la productivité annuelle.



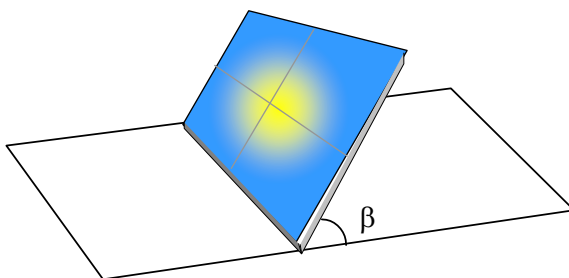
DES CAPTEURS

INCLINAISON DES CAPTEURS

Pour un chauffe-eau solaire, l'inclinaison optimale correspond à la valeur, en degré, de la latitude du lieu d'implantation des capteurs (environ 45° en France). Toutefois une inclinaison comprise entre 20 et 60° n'influe que très peu sur les performances de l'installation. Si les capteurs sont implantés en toiture, il faut conserver la même inclinaison pour les capteurs et la toiture (si cela est possible).

Exemples :

$$20^\circ < \beta < 60^\circ$$



IMPLANTATION DES CAPTEURS SUR LE BATIMENT

Les capteurs peuvent être implantés en toiture inclinée (tuiles, tôles, ardoises) ou terrasse, en façade, en allège, en dépendance ou au sol. La pose au sol ou sur toiture terrasse est souvent la plus facile à mettre en oeuvre.

En toiture, quatre types de mise en œuvre sont possibles :

- Les capteurs en surimposition sur toiture inclinée
- Les capteurs en surimposition posés sur toiture terrasse
- Les capteurs incorporés (avec bac d'étanchéité) en toiture inclinée
- Les capteurs intégrés en toiture inclinée

Les capteurs intégrés assurent aussi les fonctions de clos et de couvert du bâtiment (solidité mécanique et étanchéité). Ils doivent disposer d'un avis technique pour leur mise en œuvre et font l'objet d'une garantie décennale.

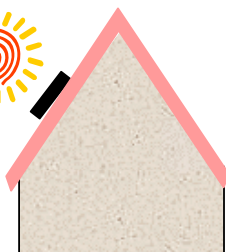
LA MISE EN OEUVRE

LA POSE EN TOITURE



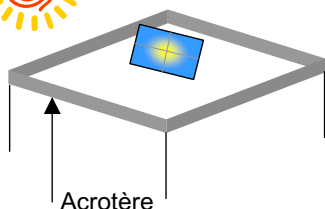
Les toitures à faibles pentes

Les faibles pentes favorisent les gains entre mars et octobre.



Les toitures à fortes pentes

Les pentes fortes des toitures optimise les gains énergétiques sur l'année tout en permettant une bonne intégration des capteurs.



Capteurs en toiture terrasse

Qu'il s'agisse d'un bâtiment existant ou d'une construction neuve, la présence d'une toiture terrasse peut représenter une solution simple pour la pose des capteurs solaires.

Il faut toutefois prévoir des structures légères afin de faciliter le déplacement des capteurs lorsque des travaux de remise en état de la toiture sont nécessaires.



L'installation d'un CESI rentre dans le domaine d'application de la responsabilité décennale de l'installateur.

DES CAPTEURS

FIXATION DES CAPTEURS

Que le capteur soit indépendant ou incorporé, les fixations du capteur doivent lui permettre de résister aux effets des charges normales, du vent et de la neige. Des détails concernant les supports de fixation sont donnés dans les notices techniques des fabricants et les avis techniques du capteur.

PENETRATION EN TOITURES

Le passage des tuyauteries nécessite des pénétrations à travers la toiture. Une attention particulière doit être portée à l'étanchéité de ces pénétrations. Les fabricants donnent quelques préconisations dans leur documentation technique.

Il est recommandé d'utiliser, lorsque cela est possible, des accessoires existants pour la traversée des toitures : tuiles à douille, lanterne, adaptées à chaque type de couverture.

LES TEXTES

- DTU n°65.12 : Réalisation des installations de capteurs solaires plans à circulation de liquide pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire,
- DTU n°43 : travaux d'étanchéité des toitures-terrasses et des toitures inclinées,
- DTU n°40 et associés : travaux de couvertures,
- Règles générales de mise en œuvre des capteurs solaires sur une couverture par éléments discontinus (cahier du CSTB n°1614),
- Règles générales de mise en œuvre des capteurs solaires indépendants sur toitures-terrasses ou toitures inclinées revêtues d'une étanchéité (cahier du CSTB n°1613).

LA MISE EN OEUVRE

EXEMPLES DE PENETRATION EN TOITURES

Couverture en tuile plate :

L'utilisation d'une tuile chatière est très bien adaptée au passage des conduites aller retour Capteurs – Ballon de stockage.

Cette configuration ne convient pas pour les CESI autovidangeables car un point haut subsiste sous la toiture.



Source : AFPA Colmar

Couverture en tuile mécanique :



L'utilisation d'une tuile à douille et lanterne est très bien adaptée au passage des conduites aller retour Capteurs – Ballon de stockage dans le cas d'un CESI autovidangeable. L'isolant doit être interrompu au passage de la lanterne comme le montre la photo ci-contre. Cet isolant doit résister aux hautes températures et aux rayons ultraviolets.

Source : AFPA Colmar

DES CAPTEURS

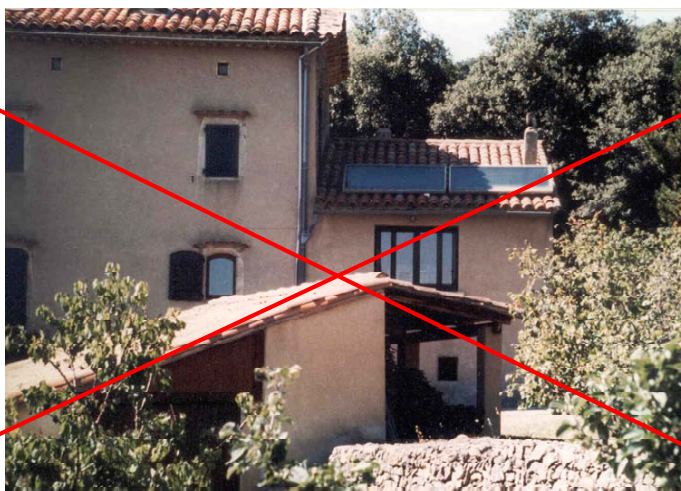
Accès aux capteurs

Le nettoyage des vitres des capteurs doit pouvoir être réalisé aisément. Un accès facile et sécurisé doit donc être possible. L'installation des capteurs sur une couverture nécessite l'utilisation de dispositifs de sécurité (échafaudage, console, nacelle,...) conformément à la réglementation (décret n°2004-924 du 1^{er} septembre 2004).

Emplacement des capteurs

Il faut évidemment placer les capteurs dans des zones bien exposées et qui reçoivent un ensoleillement optimal le plus longtemps possible et à toute époque de l'année. Pour contrôler la qualité du site choisi, on peut utiliser le diagramme de la course du soleil au cours de l'année (voir ci-contre).

Exemple d'ombres portées très pénalisantes

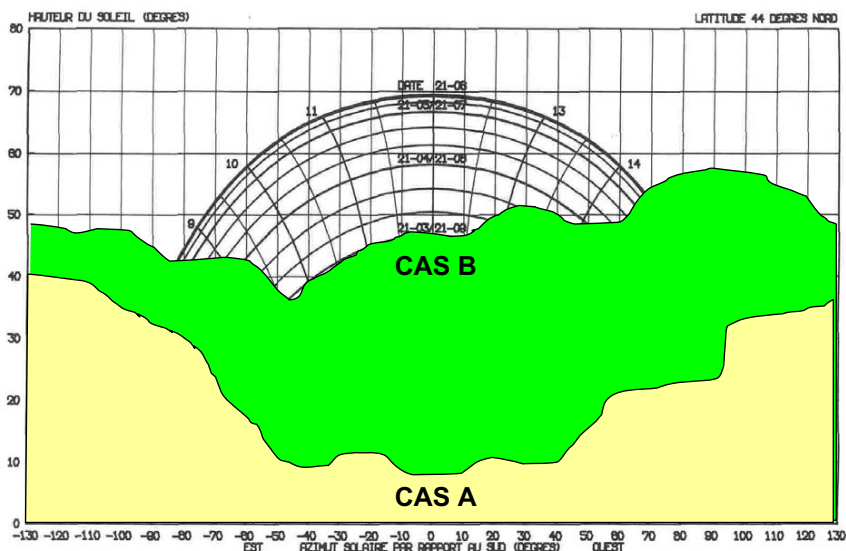


Source : Agence Méditerranéenne de l'Environnement

LA MISE EN ŒUVRE DES CAPTEURS

DIAGRAMME DE LA COURSE DU SOLEIL

Il convient de s'assurer qu'aucun masque (proche ou lointain) ne vienne ombrer les capteurs. En cas de doute, l'installateur réalise un relevé des ombres portées. Pour cela, il mesure à l'aide d'une boussole clinomètre les angles que font les obstacles par rapport à l'horizontale et leurs orientations correspondantes depuis l'emplacement supposé (bas des capteurs). Ces points sont reportés sur le diagramme de la course du soleil correspondant à la latitude du lieu. L'analyse du relevé de masque permet ainsi de déterminer s'il est opportun de réaliser une installation solaire.



Exemple de diagramme de la course du soleil (latitude 44° Nord)

Cas A : Pour l'utilisation annuelle d'un CESI, le profil d'ombre n'est pas pénalisant

Cas B : Pour l'utilisation annuelle d'un CESI, le profil d'ombre est très pénalisant.

Du 21 septembre au 21 mars, les capteurs seront totalement à l'ombre.

Approximation du Temps Solaire Vrai à partir de l'Heure Légale :
 Temps Solaire Vrai = Heure Légale - 2 (pour la période de l'heure d'été)
 Temps Solaire Vrai = Heure Légale - 1 (pour la période de l'heure d'hiver)

MISE EN ŒUVRE DU CIRCUIT PRIMAIRE

LE CIRCULATEUR

Les fabricants de capteurs recommandent un débit qui est compris entre 40 et 70 litres par heure et par m² de capteurs. Un régulateur de débit peut être installé.

Certains fabricants fournissent des circulateurs à débit réglable sur 3 positions. Cette position est définie en fonction des longueurs aller retour de raccordement des capteurs au ballon, du diamètre du tube utilisé et de la surface de capteurs installés.

Par prudence, pour éviter un vieillissement prématuré du circulateur due à la chaleur, on le placera en amont des capteurs : l'eau y sera moins chaude.



Eviter de disposer le circulateur au point bas de l'installation afin que les dépôts s'y accumulant ne le détériorent pas

CHOIX DU MATERIAU DES TUYAUTERIES

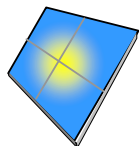
Dans la pratique, les matériaux utilisés, hors recommandations particulières du fabricant, sont **le cuivre, l'acier et l'inox flexible**.

L'acier galvanisé ne supporte pas les températures supérieures à 60°C. Il est à proscrire sur tout le circuit solaire. Il ne doit pas être installé en amont d'une portion de circuit en cuivre, laiton ou bronze (et donc jamais dans un circuit primaire avec capteurs solaires en cuivre).

CHOIX DU DIAMETRE DES TUYAUTERIES

Pour un CESI à circulation forcée avec des longueurs de tuyauteries aller-retour allant jusqu'à 20 mètres, les diamètres suivants sont généralement préconisés :

DN 12 tube cuivre si 2 [m²] ≤



≤ 4 [m²]

DN 14 tube cuivre si 4 [m²] <

≤ 7 [m²]

MISE EN OEUVRE

PROTECTION CONTRE LE GEL

Comme pour tous les circuits de fluide en plein air, il faut prévoir une protection contre le gel, pour éviter de faire éclater les capteurs et les conduites à l'extérieur en hiver.

La solution retenue généralement pour éviter le gel est de mettre de **l'anti-gel** dans le circuit. Il est obligatoire d'utiliser un antigel de qualité alimentaire de type « Mono Propylène Glycol », recommandé par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France.



Ne surtout pas utiliser un antigel de voiture

Généralement, l'antigel est recommandé et fourni par le fabricant de CESI. La mise à l'égout de cet antigel est strictement interdite (raccordement de la soupape de sécurité au bac de récupération).

Remarques :

L'utilisation de l'antigel mono propylène glycol prêt à l'emploi comporte des avantages:

- pas d'erreurs dans le dosage du mélange (eau + antigel)
- aucun risque de mélanger une eau corrosive ou chargée avec le Mono Propylène Glycol

Toute arrivée d'eau froide sur le circuit primaire est à proscrire.

JOINTS A UTILISER

Les joints fibres sont déconseillés. Il est préférable d'utiliser des joints en graphite ayant une très bonne tenue aux hautes températures.

DU CIRCUIT PRIMAIRE

Les principales qualités d'un calorifuge

Le calorifugeage des réseaux extérieurs du circuit primaire doit faire l'objet d'une attention toute particulière. Il doit être conçu de manière à :

- ne pas se dégrader lors d'une exposition au soleil prolongée
- être étanche aux infiltrations d'eau

Calorifuge utilisé

Les tuyauteries installés à l'extérieur du logement doivent être obligatoirement isolées dans des manchons souples d'épaisseur mini 19 mm, résistant aux hautes températures et aux rayons ultraviolets.

Si l'isolant n'est pas conçu pour résister aux agressions extérieures (laine de roche par exemple), il doit recevoir une couche protectrice anti-UV, sinon il risque d'être détérioré rapidement. Cette protection est :

- soit une **couche de peinture plastifiée**
- soit une coque métallique sans pénétration possible de l'eau de pluie

La dégradation de l'isolant peut être très importante comme en témoignent les photos ci-dessous.



Source : COSTIC

MISE EN OEUVRE

Le circuit primaire doit comporter différents appareillages nécessaires à sa protection.

LE VASE D'EXPANSION

Il est obligatoire. Il permet le maintien de la pression quelle que soit la température de l'eau dans le circuit. Il est placé entre le ballon et les capteurs (circuit froid). Il ne doit jamais pouvoir être isolé du circuit. Néanmoins, la présence d'une vanne d'isolement (**ouverte** lors de l'utilisation de l'installation) est nécessaire pour une bonne maintenance. La pression de gonflage doit être toujours réalisée avant le remplissage du circuit.



Pression de gonflage = 0,3 bars + $P_{\text{vaporisation}}$ + $\Delta H/10$ (avec ΔH : dénivelé capteurs – vase d'expansion en [m])

Nota : la pression de vaporisation à la température maximale de fonctionnement $P_{\text{vaporisation}}$ (pression relative) est donnée ci dessous :

		Plage usuelle				Pour information					
Température [°C]		100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
P vaporisation [bar]	30% glycol	0	0.3	0.8	1.4	2.3	3.2	4.4	5.7	7.2	8.8
	40% glycol	0	0.2	0.6	1.2	2	2.9	4	5.2	6.6	8.1

Pression de vaporisation de l'eau glycolée (pression relative)

LA SOUPAPE DE SECURITE

La soupape est obligatoire, elle est chargée d'évacuer d'éventuelles surpressions dans le circuit. Elle doit être raccordée au réceptacle du fluide caloporteur. Elle ne doit jamais pouvoir être isolée du circuit. En général, elle est tarée à 6 bars. Certains systèmes sont tarés à 3 bars (se référer aux préconisations fabricants).

ATTENTION : En été en cas de dysfonctionnement, le fonctionnement de la soupape peut provoquer l'évacuation d'une partie du fluide caloporteur. Il est donc recommandé de vérifier régulièrement la pression (à froid) dans le circuit grâce au manomètre.

DU CIRCUIT PRIMAIRE

LE MANOMETRE

Il indique la pression dans le circuit et doit permettre un contrôle régulier de la pression. Il est normal de constater une élévation de pression lorsque le circuit primaire est chaud.



Pression du circuit primaire

$$= 0,6 \text{ bars} + \Delta H/10 \text{ (avec } \Delta H : \text{dénivelé capteurs – vase d'expansion en [m])}$$

Les formules indiquées ci-dessus ne sont pas adaptés aux systèmes fonctionnant à une pression de service de 3 bars, avec un vase pré-gonflé à 2,5 bars et une soupape de 6 bars (Cas d'une minorité de fabricants)

VANNE DE REMPLISSAGE ET DE VIDANGE

Elle doit toujours être bouchonnée et se trouver en position fermée. Elle se trouve au point le plus bas de l'installation.

LE PURGEUR D'AIR

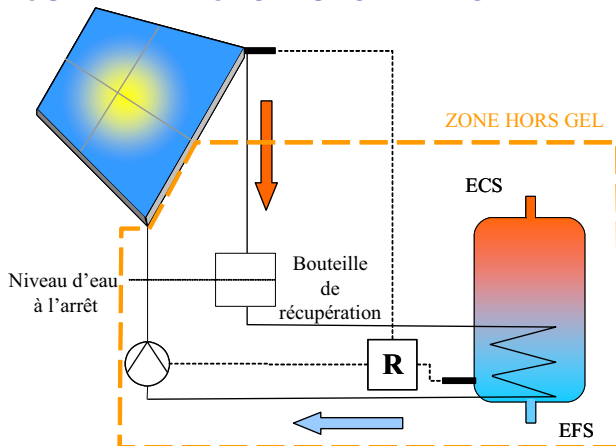
Chaque point haut de l'installation doit être pourvu d'un purgeur d'air. Les purgeurs placés aux points hauts des capteurs doivent résister aux très hautes températures (200°C). En fonctionnement, les purgeurs automatiques doivent être isolés par une vanne de sectionnement pour éviter la vidange du circuit primaire par dégazage en cas de montée anormale en température du capteur. Dans le cas de capteurs difficiles d'accès (en toiture par exemple), il peut être confectionné une bouteille de purge au point haut de l'installation avec un report capillaire en cuivre muni d'une vanne dans le local technique.

LE CLAPET ANTI-RETOUR

Dans le cas d'un CESI à circulation forcée, un clapet anti-retour est INDISPENSABLE lorsque le ballon de stockage est disposé au même niveau ou en dessous des capteurs. Ce clapet évite la formation d'un thermosiphon la nuit et le refroidissement intempestif du ballon de stockage. Les clapets à ressort de bonne qualité sont en règle générale plus fiables. Il est préférable de les installer en position verticale. Il doit être manœuvrable afin de permettre une vidange éventuelle du circuit primaire.

MISE EN OEUVRE

CAS PARTICULIER : LE CESI AUTOVIDANGEABLE



La bouteille de récupération doit remplir les trois conditions essentielles suivantes :

- Elle doit se trouver **OBLIGATOIREMENT** dans une zone hors-gel du circuit
- Le point le plus haut de la bouteille doit se situer sous le point le plus bas des capteurs
- Le point le plus bas de la bouteille doit se situer au-dessus de l'entrée de l'échangeur
- Le niveau d'eau à l'arrêt doit être au dessus du circulateur pour éviter son désamorçage

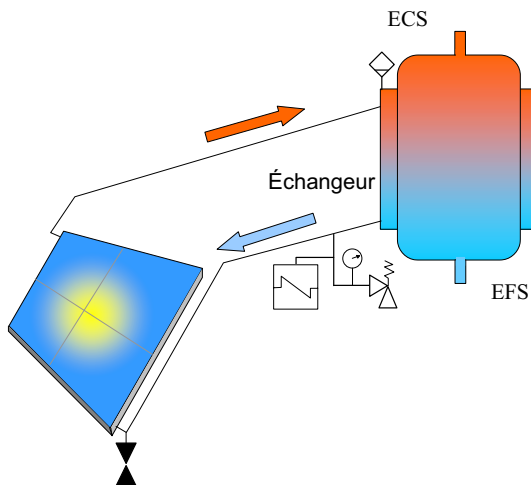
Les liaisons hydrauliques entre le circulateur et l'entrée basse des capteurs, ainsi que la sortie haute des capteurs et la bouteille de récupération doivent obligatoirement respecter une légère pente qui garantira la vidange totale des capteurs et des tuyauteries dès l'arrêt du circulateur.

Aucun coude, cintrage, contre-pente ou accident quelconque sur la tuyauterie ne devront contrarier ce libre écoulement.

En conséquence, toutes les tuyauteries contenant de l'eau à l'arrêt ne doivent en aucun cas craindre un risque de gel.

DU CIRCUIT PRIMAIRE

CAS PARTICULIER : LE CESI THERMOSIPHON A ELEMENTS SEPRES



Le point le plus haut des capteurs doit se situer sous le point le plus bas du ballon.

Les tuyauteries ballon/capteur doivent observer une pente minimum (généralement à partir de 5°), sans portion horizontale ou contre-pente. Elles doivent être les plus directes possibles en évitant les coudes et les réductions.

La longueur de la canalisation entre le collecteur supérieur du capteur et l'entrée de l'échangeur du ballon de stockage doit respecter une longueur maximale admissible préconisée par le fabricant.

Le diamètre intérieur de ces tuyauteries devra être supérieur ou égal à celui préconisé par le fabricant.

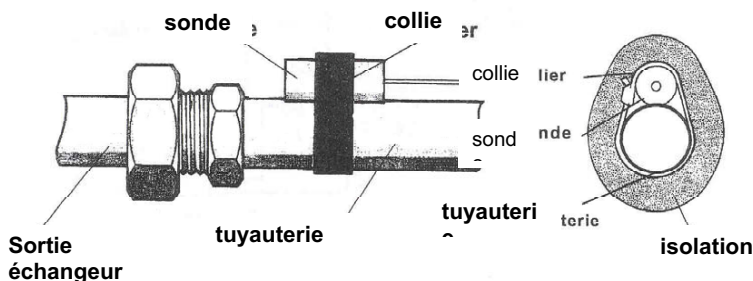
POSE DES SONDES DE TEMPERATURE

Une attention toute particulière doit être apportée à la pose des sondes de température de la régulation solaire.

Une sonde mal posée peut entraîner des dysfonctionnements graves de l'installation.

Il existe deux types de pose de sondes de température :

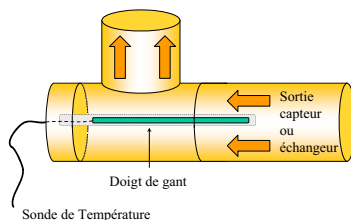
Sonde en applique



La sonde est placée contre un tuyau ou un absorbeur. Il est recommandé, sauf indication du fournisseur, de recouvrir la sonde d'une pâte thermique, d'un isolant thermique et de la protéger des intempéries. L'isolant doit être démontable au droit de la sonde pour permettre son contrôle.

Sonde à plongeur (préférable)

La sonde est installée dans un doigt de gant rempli de pâte thermique. Cette solution offre une meilleure précision de la mesure. Le doigt de gant doit être placé face à l'écoulement du fluide sans gêner son passage.



Le câble des sondes doit toujours être protégé des agressions extérieures (UV, pluie, neige...)

MISE EN ŒUVRE DU CIRCUIT SANITAIRE

LE MITIGEUR THERMOSTATIQUE

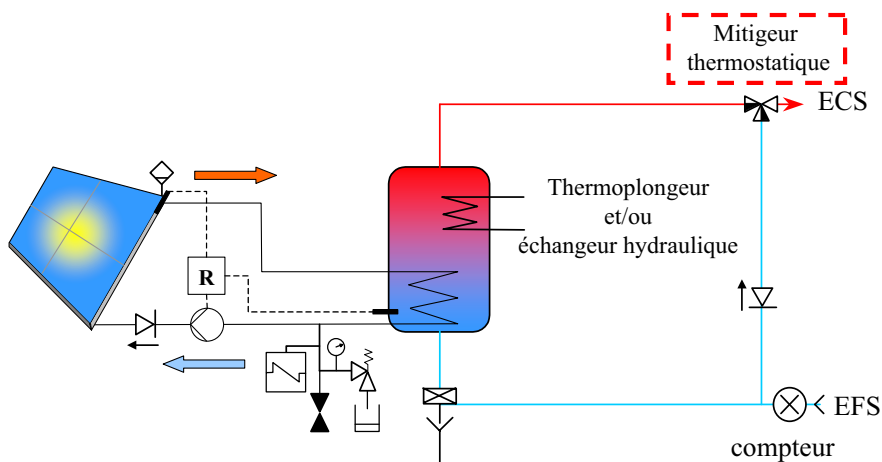
La réglementation fixe une limite de la température de l'eau chaude sanitaire à 60°C aux points de puisage non destinés à la toilette et 50°C aux autres points de puisage (arrêté du 23 juin 1978 modifié par l'arrêté du 30 novembre 2005).

Le mitigeur permet de limiter la température de l'eau en différents points de l'installation. En effet, sans ce dispositif, en été, l'eau aux points de puisage pourrait dépasser 80°C. 1 seconde à 70°C occasionne des brûlures graves à la peau.



Un mitigeur thermostatique est placé après l'appoint, au départ de l'eau chaude vers les différents points de puisage. Il est réglé pour délivrer une eau à 60°C maximum.

Le positionnement du mitigeur :



MISE EN ŒUVRE DU CIRCUIT SANITAIRE

GROUPE DE SECURITE

Le groupe de sécurité, placé en amont du ballon, rassemble, en un seul accessoire, les quatre fonctions suivantes :

- Robinet d'arrêt
- Clapet anti-retour : il évite le refoulement de l'eau chaude en cas de baisse de la pression
- Robinet de vidange
- Soupape de sûreté : elle prévient l'accroissement de la pression dans le ballon ECS au delà de 7 bars,

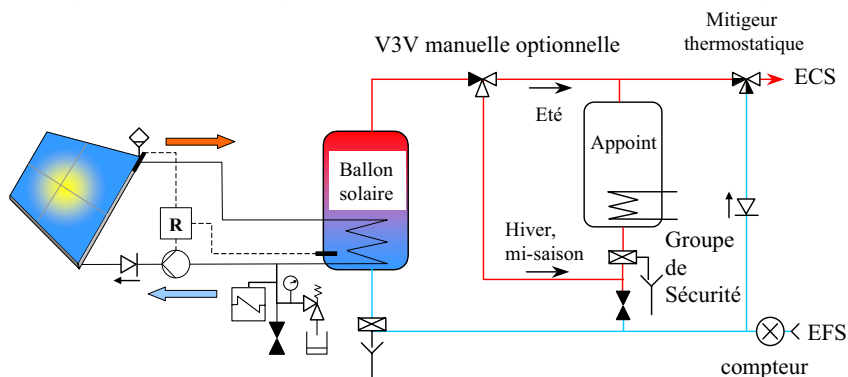
Le groupe de sécurité doit être raccordé à l'égout, par un écoulement visible



Lorsque l'eau sanitaire est très dure (Titre Hydrotimétrique > 30), il convient d'installer un vase d'expansion sanitaire évitant les fuites permanentes du groupe de sécurité (jusqu'à 5 litres par jour). Sa capacité doit être d'environ de 4 litres/100 litres de stockage ECS.

EMPLACEMENT DU BALLON SOLAIRE

Dans le cas d'une installation de CESI à appoint séparé, il est indispensable de disposer le ballon ECS en amont de l'appoint.

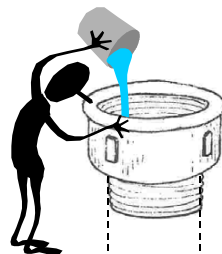


LA MISE AU POINT

MISE A L'EPREUVE ET REMPLISSAGE DES CIRCUITS

- Faire un essai d'étanchéité, à 1,5 fois la pression de service pendant 24 heures.

- Rincer l'installation (avec le fluide caloporteur antigel lorsque l'installation ne peut être complètement vidangée. Le filtrer ensuite afin de le réutiliser) et faire tourner le circulateur en marche forcée afin d'entraîner les résidus stagnants en partie basse.



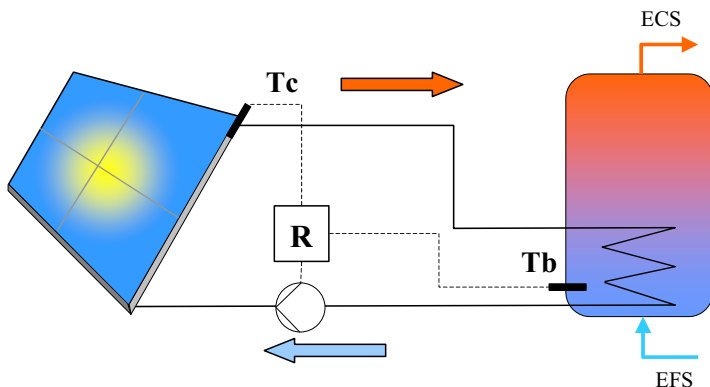
- Remplir le circuit primaire avec le fluide caloporteur (antigel prêt à l'emploi préférable). Ce mélange eau-antigel doit être aussi homogène que possible, sinon l'antigel risque de s'accumuler dans certains endroits : il est nécessaire de bien brasser l'eau et l'antigel avant de remplir l'installation.

Le remplissage doit être effectué le matin ou le soir pour éviter une montée rapide en température, voire une ébullition au contact des capteurs, de l'antigel pendant le remplissage. Sinon le champ de capteurs sera couvert pour éviter son échauffement pendant le temps du remplissage.

Le remplissage avec une pompe électrique permet de remplir et de rincer en une seule opération.

- Remplissage du ballon solaire (circuit secondaire). Un purgeur d'air automatique placé au point haut du ballon est conseillé.

LA MISE AU POINT



REGULATION SOLAIRE

- Contrôle des valeurs des sondes de température en se référant aux tableaux de correspondance entre la température et la résistance (valeur ohmique). Ces tableaux sont fournis par les constructeurs
- Mise sous tension du régulateur
- Paramétrage du régulateur (Cf. page 12)
- Contrôle du fonctionnement du circulateur en marche forcée
- D'autres procédures peuvent être prévues dans les documents des constructeurs

APPOINT – DISTRIBUTION

- Mise en fonction de l'énergie d'appoint suivant la procédure habituelle
- Réglage du mitigeur thermostatique : pour éviter tout risque de brûlure, la température doit être limitée à 60°C maximum

LA MAINTENANCE DES INSTALLATIONS

MAINTENANCE COURANTE DE L'INSTALLATEUR

La mise en place d'un cahier de maintenance est primordiale pour assurer un suivi efficace de l'installation.

Capteurs solaires

- Vérifier en fonctionnement l'égalité des températures en sortie de capteurs à la condition que ces derniers soient montés en parallèle (si les températures sont inégales, il peut s'agir d'un mauvais équilibrage ou de l'encrassement des capteurs)
- Resserrer la boulonnerie des supports : tous les 3 ans
- Vérifier l'état des supports : tous les 3 ans
- Contrôler le PH et la densité de l'antigel
- Vidanger et recharger en mélange antigel : suivant la périodicité indiquée par le fabricant

Régulation – électricité (périodicité annuelle conseillée)

- Contrôler les sondes (utiliser le tableau de correspondance température – valeur ohmique)
- Contrôler les sondes de régulation : compléter graisses et huiles thermiques dans les doigts de gants
- Contrôler l'alimentation et les voyants lumineux des armoires électriques
- Mettre en marche forcée le circulateur

Circuit hydraulique primaire (périodicité annuelle conseillée)

- Contrôler les organes de sécurité :
 - Manœuvrer les purgeurs d'air
 - Vérifier la pression de gonflage du vase d'expansion
 - Contrôler la soupape de sécurité
- Contrôler visuellement le calorifuge : fixation, état général et protection anti-UV

LA MAINTENANCE DES INSTALLATIONS

MAINTENANCE COURANTE DE L'USAGER

Quelques opérations simples peuvent être réalisées par l'utilisateur. Ces actions devront être indiquées sur le cahier de maintenance.

Vérifier régulièrement le bon fonctionnement du CESI

- Contrôler au manomètre la pression du fluide dans les capteurs
- Vérifier que le régulateur et le circulateur fonctionnent, par temps ensoleillé
- Contrôler la circulation du fluide : il est utile de prévoir sur l'installation un thermomètre à l'entrée et un autre à la sortie de l'échangeur solaire du ballon. En fonctionnement et par temps ensoleillé, l'écart entrée - sortie dépasse rarement 10 [°C]. Un écart supérieur à 15 [°C] est probablement causé par un débit insuffisant. Un régulateur de débit peut être aussi installé afin de pouvoir contrôler le débit pendant les périodes d'arrêt du circulateur (cas de couverture nuageuse : rayonnement solaire insuffisant).
- Nettoyage du vitrage, si besoin (poussières issues de la pollution de l'air...)



Pendant les périodes de non utilisation de l'installation, vacances par exemple, couper l'alimentation électrique de l'appoint et laisser la régulation différentielle sous tension, ceci pour éviter des phénomènes de stagnation dans le circuit primaire.



Lorsqu'un contrôle fait apparaître un défaut ou une valeur anormale (Pression, température...), l'utilisateur n'interviendra pas par lui-même, mais préviendra l'entreprise chargée de la maintenance

DIAGNOSTIC DE PANNES

CIRCUIT PRIMAIRE

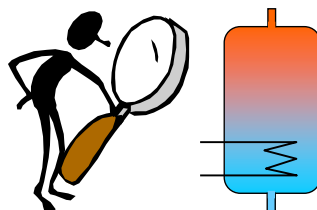
Pression en baisse :

- ☞ Vérifier si le vase d'expansion n'est pas défectueux (membrane percée par exemple).
- ☞ Vérifier l'étanchéité de tous les raccords.
- ☞ Vérifier l'étanchéité des capteurs.
- ☞ Vidanger le primaire.
- ☞ Réparer le(s) fuite(s) (Joints défectueux : filasse + pâte à joint et pour les joints plats : nitrile, téflon ou graphite résistant à 200°C),
- ☞ La réparation effectuée, compléter avec un mélange antigel Mono propylène glycol - eau prêt à l'emploi.

Pression en hausse :

Il s'agit d'un risque de fuite du circuit sanitaire dans le circuit primaire au travers de l'échangeur du ballon

- ☞ Changer l'échangeur seul ou le ballon complet



DIAGNOSTIC DE PANNES

CIRCULATEUR

Symptôme	Le circulateur ne tourne jamais	Le circulateur tourne sans arrêt
Cause(s) du défaut	1. Problème de gommage 2. Problème lié à la régulation différentielle	Problème de sonde
Solutions	1. Débloquer l'axe d'entraînement 2. - Vérifier l'alimentation électrique du régulateur - Vérifier les connexions électriques et l'état des sondes (Sonde capteur court-circuitée ou/et sonde ballon débranchée ou sectionnée) - Vérifier qu'aucun voyant « défaut » n'est éclairé sur le régulateur - Se reporter à la notice du régulateur	- Vérifier l'état des sondes et leurs connexions (Sonde ballon court-circuitée ou/et sonde capteur débranchée ou sectionnée) - Se reporter à la notice du régulateur

BALLON DE STOCKAGE

Symptôme	Le ballon fuit	L'eau est tiède au puisage
Cause(s) du défaut	1. Ballon percé 2. Groupe de sécurité hors service	1. Problème de mitigeur 2. Problème de fonctionnement de l'appoint
Solutions	1. Changement du ballon 2. Changement du groupe de sécurité	1. Contrôler les températures en amont du mitigeur - Remplacer le mitigeur 2. Plusieurs possibilités : - Tester le thermostat de déclenchement de l'appoint - Dans le cas d'un appoint électrique, vérifier si la résistance immergée n'est pas endommagée - Dans le cas d'une chaudière, détecter le défaut et se reporter à la notice du fabricant

PARTIE 2 : LES INSTALLATIONS COLLECTIVES

Les schémas de principe.....	42
La régulation	46
Notions de dimensionnement.....	48
La mise en œuvre	50
• Les capteurs	50
• Le circuit primaire	56
La mise en service.....	58
Les règles de maintenance.....	60

LES PRINCIPALES CONFIGURATIONS

Le maintien d'un niveau de température, propre à assurer les besoins en eau chaude sanitaire pour les dispositifs de production solaire collectifs, nécessite un complément d'énergie fourni par un équipement d'appoint.

Suivant la nature des besoins et leur localisation, on peut considérer trois niveaux de contrainte conduisant aux solutions suivantes :

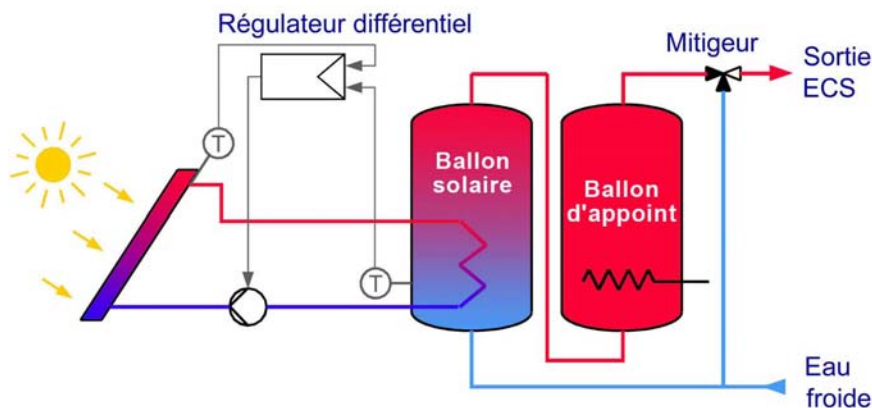
- ☞ **Production centralisée avec distribution directe**
- ☞ **Production centralisée avec distribution par boucle de circulation.** La longueur totale de canalisation entre la boucle et chaque point de puisage ne dépasse pas 6 m en moyenne.
- ☞ **Production solaire collective à appoints individuels**

En ce qui concerne le captage d'énergie solaire, deux différences sont notables entre les installations collectives et individuelles :

- La surface de capteurs : l'implantation est toujours faite en fonction des particularités du site et des ombres portées, mais la mise en œuvre est très particulière du fait du grand nombre de capteurs solaires à installer. L'ensemble des capteurs est désigné par le terme : « **Champs de capteurs** ».
- L'échangeur solaire : dans le cas des installations collectives, l'échangeur est extérieur au ballon de stockage. Le but est de faciliter l'entretien et les performances de l'installation. Toutefois dans le cas d'une installation collective de taille réduite (inférieure à 40 m² de capteurs), l'utilisation d'un ballon solaire avec échangeur incorporé est possible.

LES INSTALLATIONS COLLECTIVES DE PRINCIPLE

PRODUCTION CENTRALISEE ET DISTRIBUTION DIRECTE



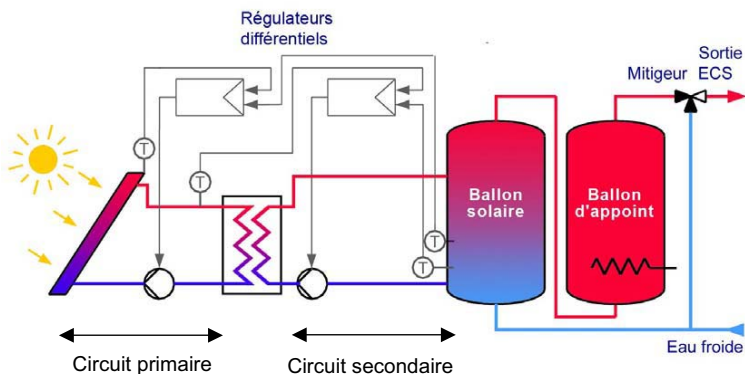
Dans ce cas, le générateur d'appoint est un équipement unique placé en chaufferie à proximité du ballon de stockage solaire. Ce type de configuration concerne des installations de taille inférieure à 40 m² de capteurs, à circuits hydrauliques courts. La régulation de type différentiel par mesure des températures dans le ballon et les capteurs reste applicable (Cf. page 13).

L'échangeur est directement incorporé au ballon solaire.

L'appoint (électricité, gaz, fioul...) est centralisé sur un seul ballon ou un seul groupe de ballons. Le volume des ballons d'appoint sera choisi dans la gamme des appareils du commerce. En fonction de la place disponible dans le local technique et du volume de stockage, le nombre et le volume unitaire des ballons seront choisis.

LES SCHEMAS

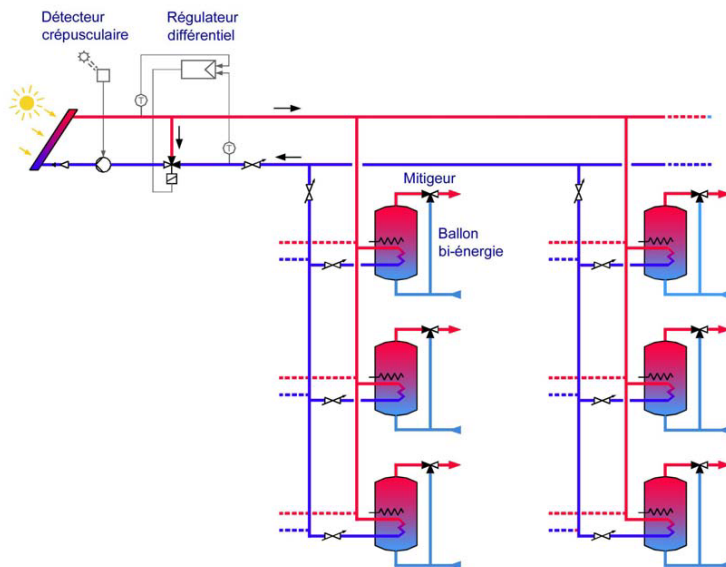
PRODUCTION CENTRALISEE ET DISTRIBUTION PAR BOUCLE DE CIRCULATION



Ce type de configuration concerne des installations de taille supérieure à 40 m². On utilise un échangeur à plaques situé entre les capteurs et le ballon solaire. Ce montage permet un démarrage en deux étapes : une première étape où la boucle primaire est mise en circulation avec homogénéisation des températures dans les capteurs solaires et dans les canalisations, et une seconde étape où le circuit secondaire est mis en service avec transfert d'énergie de la boucle primaire à la boucle secondaire. Le circulateur secondaire de type « sanitaire » est asservi à celui du primaire, afin d'éviter qu'il ne fonctionne pour rien. La capacité unitaire des ballons solaires et d'appoint sera choisie, dans la mesure du possible, parmi la gamme d'appareils du commerce, inférieure ou égale à 5000 litres, compte tenu de la place disponible pour leur implantation. Si plusieurs ballons sont nécessaires, ils seront disposés en série. La boucle de recirculation de l'eau chaude sanitaire doit être conçue de telle sorte que le réchauffage de la boucle pour compenser les pertes thermiques soit assuré par l'appoint, et non par le ballon solaire. Il est recommandé d'éviter les situations de stagnation de l'eau, dans des bras morts ou des canalisations borgnes.

LES INSTALLATIONS COLLECTIVES DE PRINCIPLE

PRODUCTION SOLAIRE COLLECTIVE A APPOINTS INDIVIDUELS



Cette solution est tout particulièrement adaptée aux immeubles d'habitation collectifs. L'énergie est stockée dans des ballons individuels bi-énergie et non plus centralement. Cela permet une individualisation des charges d'énergie liées à l'ECS ainsi que la suppression de la boucle de distribution d'ECS.

La mise en service de la production solaire se fait en deux étapes :

- mise en circulation du fluide dans les capteurs solaires pour homogénéiser les températures
- ouverture de la vanne 3 voies de manière à irriguer les échangeurs des ballons solaires. La vanne 3 voies est commandée en tout ou rien.

Cette solution requiert un très bon équilibrage. Les vannes de réglage des ballons échangeurs doivent être placées dans les parties communes afin d'être facilement accessibles.

LA REGULATION

Échangeur intégré au ballon (Surface de capteur < 40 m²)

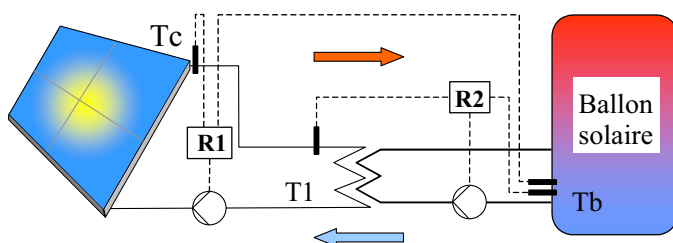
La régulation est similaire à celle d'une installation individuelle (Cf. page 13).

Échangeur extérieur au ballon (Surface de capteur ≥ 40 m²)

Ce montage permet un démarrage en deux étapes. Une première étape où la boucle primaire est mise en circulation avec homogénéisation des températures dans les capteurs solaires et dans les canalisations, et une seconde étape où le circuit secondaire est mis en service avec transfert d'énergie de la boucle primaire à la boucle secondaire.

- 1^{ère} solution : ajout d'une sonde sur le circuit primaire

Une sonde supplémentaire (T1) est ajoutée sur le circuit primaire. Le régulateur R1 commande le circulateur du primaire, le régulateur R2 commande le circulateur du secondaire.



Fonctionnement de R1 :

si $T_c > T_b + DD$ (DD compris entre 5 et 8 °C)

Pour éviter des séquences courtes d'arrêt et de démarrage, la commande du régulateur devra être temporisée de manière à laisser l'homogénéisation des températures s'opérer dans le circuit primaire.

Fonctionnement de R2 :

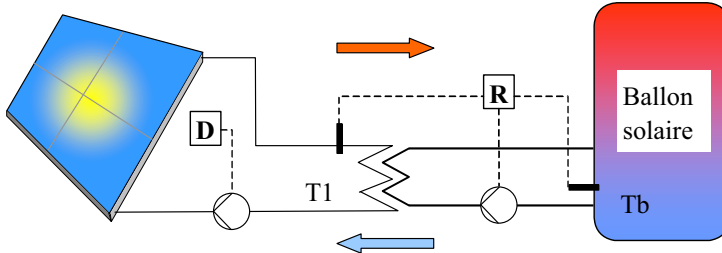
Séquence de démarrage : si $T_1 > T_b + DD$

Séquence d'arrêt : si $T_c < T_b + DA$ (DA compris entre 2 et 4 °C)

Le régulateur R2 doit être en complément asservi à celui de R1 de manière à ce que le circulateur secondaire ne soit jamais en fonctionnement si le circuit primaire est arrêté.

SOLAIRE

- 2nde solution : ajout d'un interrupteur crépusculaire



Le but est le même que précédemment : démarrage en deux étapes.

La sonde T1 remplace la sonde Tc. Elle est positionnée à l'entrée de l'échangeur à plaques, côté circuit primaire.

Une sonde crépusculaire (D) mesure l'intensité du rayonnement solaire.

Le circuit primaire est mis en circulation lorsque la valeur d'éclairement mesurée par le détecteur crépusculaire est supérieure à environ 1000 lux. Il est stoppé lorsque cette valeur est inférieure.

La régulation du circuit secondaire (R) est identique à la 1^{ère} solution.

Inconvénients :

- Consommation d'énergie électrique du circulateur primaire supérieure à la 1^{ère} solution.

Le bureau d'études est chargé du dimensionnement précis de l'installation. La méthodologie pour le dimensionnement d'une installation de production d'ECS consiste à recueillir les données nécessaires, définir les principes de fonctionnement de l'installation, prédimensionner les composants principaux, optimiser le dimensionnement des équipements solaires. Seules quelques notions sont présentées ici.¹

1^{ère} étape : les consommations d'ECS

Les besoins modernes des collectivités (résidence, hôtels, hôpitaux...) conduisent à utiliser l'eau chaude en quantité toujours croissante. L'aptitude à l'emploi d'une installation de production d'eau chaude est caractérisée par la disponibilité de l'eau, en quantité suffisante, à une température donnée, au moment voulu. Par conséquent, l'évaluation des besoins en ECS est une phase primordiale. Quelques valeurs indicatives sont présentées en partie 4.

2^{ème} étape : le volume de stockage solaire

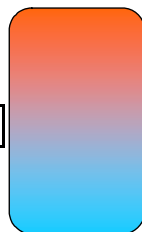
$$V_{sto} = V_{moy} \pm 50\%$$

Avec :

V_{sto} : volume de stockage [litres]

V_{moy} [litres/jour] : il s'agit soit du volume d'ECS moyen consommé par jour sur toute la période de fonctionnement, soit du volume d'ECS moyen consommé par jour en été s'il est supérieur.

Il faut aussi tenir compte de la surface et des hauteurs sous plafonds disponibles pour implanter les ballons. Si nécessaire, le stockage solaire dans deux ou trois ballons différents est possible. Dans ce cas, les ballons solaires seront connectés en série.



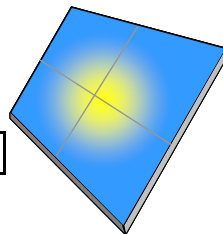
¹ Eau chaude solaire : manuel pour la conception, le dimensionnement et la réalisation des installations collectives – Édition ADEME

DIMENSIONNEMENT

3^{ème} étape : la surface de capteurs

Afin de réaliser une première évaluation de la taille de l'installation, le ratio suivant peut être utilisé :

$$S = V / 75 (+/- 50 \%)$$



Avec S : surface de capteurs [m²]
 V : volume d'ECS maximal consommé [litres/jour]

La plage de résultat est assez étendue. Grâce à l'utilisation de logiciel de dimensionnement (SIMSOL par exemple), une étude approfondie réalisée par le bureau d'études permet de définir précisément le bon rapport surface de capteurs et volume de stockage solaire associé. Ces installations sont soumises à des conditions de rentabilité et à de fortes contraintes techniques (emplacement disponible limité pour l'installation des capteurs ou des ballons de stockage).

Une installation bien dimensionnée doit pouvoir atteindre un taux de couverture compris entre 40 et 60%.

Dimensionnement des autres paramètres

Le dimensionnement précis des différents paramètres et des éléments composant l'installation (l'échangeur, les circulateurs, le vase d'expansion, le diamètre des canalisations...) est aussi à la charge du bureau d'études.

Attention au surdimensionnement

- Un surdimensionnement génère une faible augmentation de la couverture des besoins en ECS pour un **surcoût important**.
- **Déterminer** le plus précisément possible les besoins d'ECS (mesures de consommation préalables dans l'existant et préférer minorer les ratios utilisés habituellement dans le neuf).
- **Privilégier une production solaire maximale** en kWh par m² de capteurs au taux de couverture des besoins en ECS.

MISE EN ŒUVRE

LES CHAMPS DE CAPTEURS



Photo LEP de Cavaillon

Le choix du type de capteurs est effectué par le bureau d'études, qui définit précisément leur lieu d'implantation en tenant compte des ombres portées éventuelles (Cf. page 23).

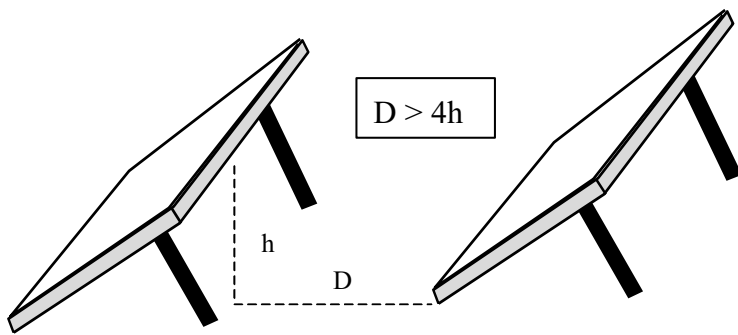
Le bureau d'études a pour rôle également de définir les précautions de mise en œuvre nécessaires au bon fonctionnement de l'installation (exemple : dispositif permettant la libre dilatation du réseau, protection des isolants, va d'équilibrage des batteries de capteurs...).

L'installateur se doit d'appliquer rigoureusement ces précautions lors de la mise en œuvre de l'installation solaire.

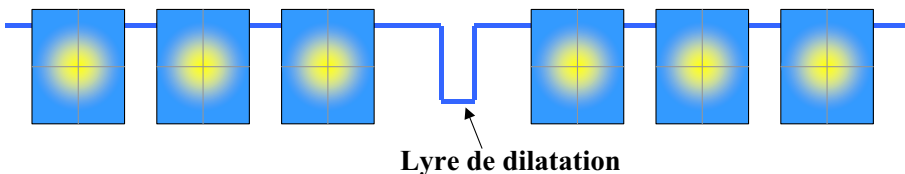
LES INSTALLATIONS COLLECTIVES DES CAPTEURS

PRINCIPALES PRESCRIPTIONS

- Respecter un écart minimum entre les capteurs lorsqu'ils sont disposés en bandes parallèles afin d'éviter qu'ils se fassent mutuellement de l'ombre.



- prévoir des dispositifs permettant la libre dilatation du réseau : l'utilisation d'une lyre de dilatation est une solution



Autres dispositifs à prévoir :

- des vannes de sectionnement partiel ou total du champ
- des robinets de vidange et des purgeurs d'air à chaque point haut de l'installation.

LA MISE EN OEUVRE

FIXATION DES CAPTEURS

Que le capteur soit indépendant ou incorporé, les fixations du capteur doivent permettre à celui-ci de résister aux effets des charges normales, du vent et de la neige. Des détails concernant les supports de fixation sont donnés dans les notices techniques des fabricants et des avis techniques du capteur. Ci-contre sont détaillées deux techniques possibles en toiture terrasse.

PENETRATION EN TOITURES

Le passage des canalisations nécessite des pénétrations à travers la toiture. Une attention particulière doit être portée à l'étanchéité de ces pénétrations. Les fabricants donnent quelques préconisations dans leur documentation technique.

Il convient dans bon nombre de cas d'utiliser en priorité des accessoires existants pour la traversée de toitures : tuiles à douille, lanterne, chatière en fonction du type de couverture.

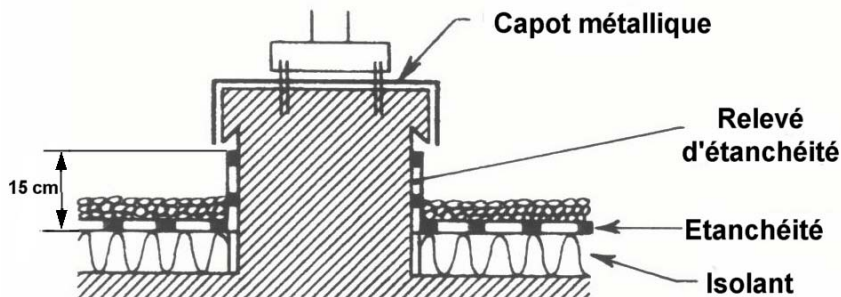
TEXTES A RESPECTER

- DTU n°43 : travaux d'étanchéité des toitures-terrasses et des toitures inclinées,
- DTU n°40 et associés : travaux de couvertures,
- Règles générales de mise en œuvre des capteurs solaires indépendants sur toitures-terrasses ou toitures inclinées revêtues d'une étanchéité (cahier du CSTB n°1613),
- Règles générales de mise en œuvre des capteurs solaires sur une couverture par éléments discontinus (cahier du CSTB n°1614).

DES CAPTEURS

Liaison entre les supports des capteurs et la toiture terrasse

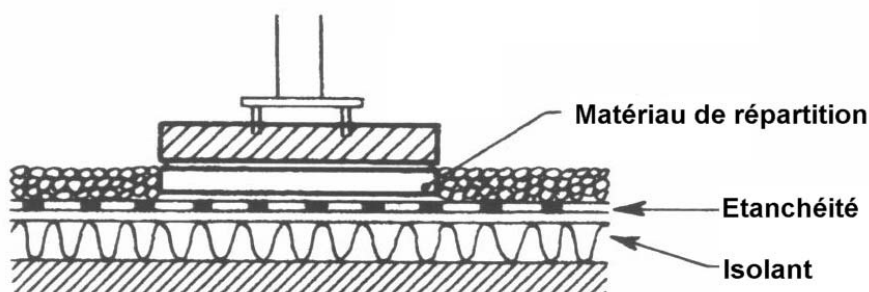
1^{ère} solution :



Le support des capteurs est fixé sur un dé en béton recouvert par un capot métallique fixé de façon étanche. Le dé en béton est réalisé conformément au DTU n°20.12.

La mise en œuvre du relevé d'étanchéité de 15 cm sur le dé en béton est effectuée conformément au DTU n°43.

2^{nde} solution :



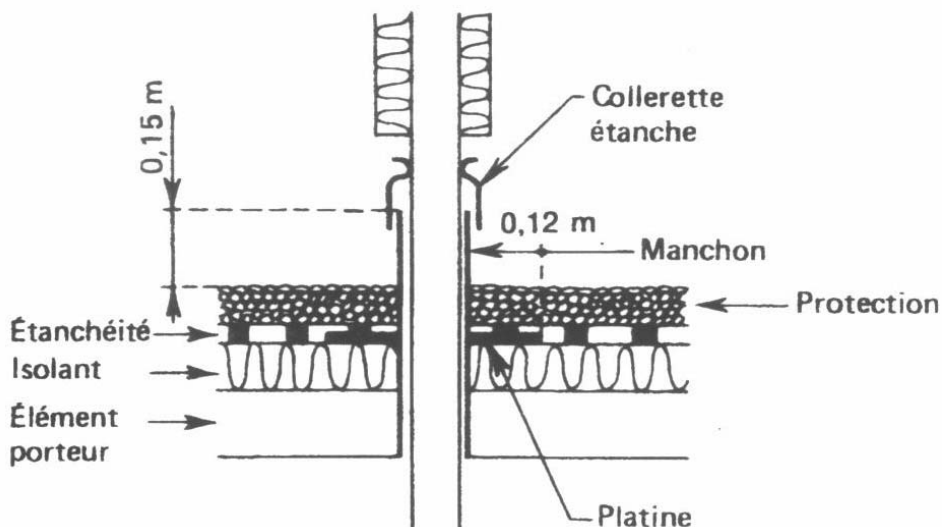
Le maintien du support peut être assuré par ancrage du pied de support dans un massif bétonné, assurant le lestage, posé sur l'étanchéité par l'intermédiaire d'un matériau de répartition (Polystyrène expansé par exemple). Le massif bétonné doit nécessairement être amovible, sans recours à des engins de levage, pour permettre la réfection éventuelle du revêtement d'étanchéité.

LA MISE EN OEUVRE

Pénétration de toiture terrasse des tuyaux



Le passage des tuyaux doit se faire de façon à éviter toute introduction d'eaux de ruissellement à l'intérieur du bâtiment.



Dans le cas d'une pénétration verticale, le passage des tuyaux se fait par l'intermédiaire d'un manchon et d'une platine conformément au DTU n°43 (raccords de tuyaux de ventilation à l'étanchéité).

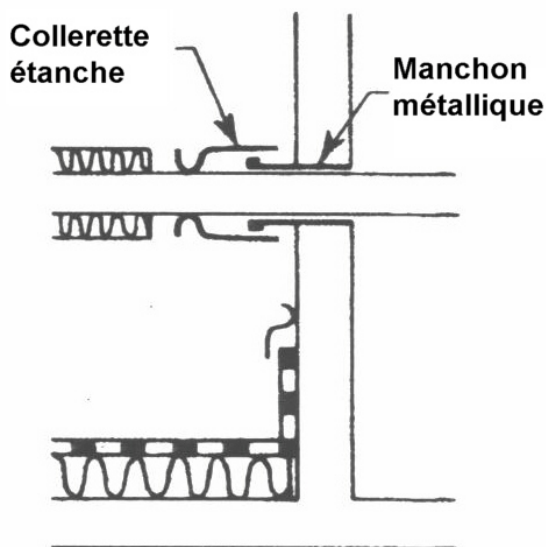
La partie supérieure du manchon est à 15 cm au minimum au dessus de la protection du revêtement.

Une collerette est fixée de façon étanche sur le tube véhiculant le fluide caloporteur. Elle recouvre le manchon sur 3 cm environ.

LES INSTALLATIONS COLLECTIVES

DES CAPTEURS

Pénétration d'une paroi verticale des tuyaux



Le passage des tuyaux transportant le fluide caloporteur se fait à l'horizontale dans une paroi verticale donnant à l'intérieur du bâtiment. Le passage se fait par l'intermédiaire d'un manchon métallique scellé dans la paroi verticale et situé au dessus du relevé d'étanchéité. Le manchon est terminé par un bord formant goutte d'eau sur toute sa périphérie.

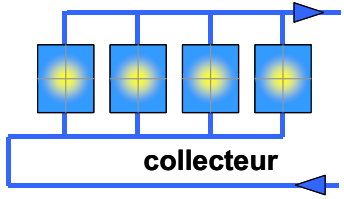
Une collerette est fixée de façon étanche sur le tube véhiculant le fluide caloporteur. Elle recouvre le manchon sur 3 cm environ.

MISE EN ŒUVRE

Équilibrage des circuits de capteurs

Une des causes des écarts fréquemment constatés entre les performances thermiques d'un système solaire mesurées sur site et celles prévues par le calcul est souvent attribuée à un mauvais équilibrage du champ de capteurs.

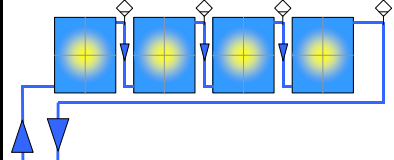
Quelques configurations de couplage hydraulique permettent d'éviter les erreurs de conception les plus fréquentes.



Boucle de Tichelmann

Ce raccordement ne constitue qu'un pré-équilibrage :

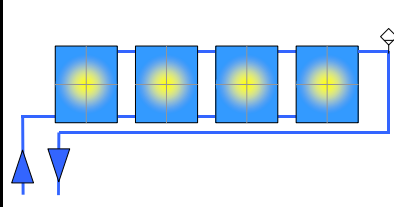
Règle complémentaire à respecter : le rapport $\frac{\text{diamètre interne des collecteurs}}{\text{diamètre interne des capteurs}}$ doit être compris entre 1,6 et 3,3



Raccordement en série

La dilatation limite le nombre de capteurs à raccorder à 5 maximum.

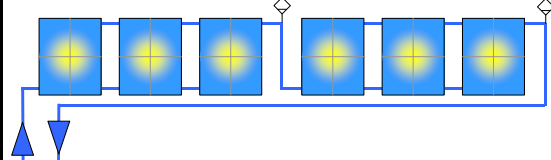
Le débit doit être supérieur ou égal à 70 [l/h.m²].



Raccordement en parallèle

Nombre de capteurs raccordés limité à 5.

Règle complémentaire à respecter : le rapport $\frac{\text{diamètre interne des collecteurs}}{\text{diamètre interne des capteurs}}$ doit être compris entre 1,6 et 3,3



Raccordement en série / parallèle

Permet de raccorder un grand nombre de capteurs

DU CIRCUIT PRIMAIRE

Vannes de réglage

Les vannes de réglage à mesure de débit permettent d'assurer un équilibrage aisé du champ des capteurs. La pose de débitmètres peut être aussi envisagée.

Calorifugeage des tubes

Comme pour une installation individuelle, le calorifuge utilisé doit respecter des épaisseurs minimales. Le tableau suivant donne des prescriptions d'épaisseur d'isolant à respecter².

Diamètre de la tuyauterie [mm]	Épaisseur de l'isolant [mm] $\lambda = 0,04 \text{ [W/m}^2.\text{K]}$
<60	30
70 à 114	40

Une protection anti-UV et contre les intempéries doit aussi être mise en œuvre (par exemple : coque métallique). Ce dernier point est capital pour assurer une durée de vie correcte de l'installation.



Autres points importants concernant la mise en œuvre

Les installations solaires collectives sont soumises aux mêmes règles de montage que les installations individuelles en ce qui concerne la protection contre le gel, les joints utilisés, le vase d'expansion, la soupape de sécurité, le manomètre, les purgeurs d'air, le clapet anti-retour, la pose de sonde, le mitigeur thermostatique, le groupe de sécurité (Cf. pages 25 à 33).

² Eau chaude solaire : manuel pour la conception, le dimensionnement et la réalisation des installations collectives – Édition ADEME

REPLISSAGE

- Effectuer plusieurs rinçages de l'installation
- Prévoir un compteur volumétrique pour contrôler les volumes introduits dans le circuit primaire
- Utiliser un bac de préparation afin de mélanger l'eau adoucie à l'antigel pur à base de mono propylène glycol et aux inhibiteurs de corrosion (Proportions de mélange à respecter en fonction du site)
- Prévoir un dispositif de remplissage adapté (pompe volumétrique par exemple)
- Remplir le circuit en fluide caloporteur
- Procéder à la mise en pression du circuit primaire (égale à la hauteur de l'installation au-dessus du vase d'expansion, augmentée de 0,6 bar, avec un minimum de 1 bar).

Tout remplissage doit être accompagné d'un dégazage en ouvrant les bouchons de tous les purgeurs d'air automatiques.

ESSAIS HYDRAULIQUES

Ces essais sont effectués avant le calorifugeage des tubes.

- Contrôle du fonctionnement des dispositifs de protection et de sécurité : vase d'expansion, soupape, purgeurs
- Contrôle des raccords et détection de fuites éventuelles
- Contrôle de l'équilibrage des réseaux par des mesures de pression au niveau des vannes d'équilibrage ; éventuellement, par des mesures de températures en entrée et sortie de chaque série de capteurs

ESSAIS DE LA REGULATION

- Se reporter aux préconisations du fabricant.
- Conserver les tableaux de correspondance des sondes de température entre la valeur ohmique et la température.

SERVICE

ESSAIS THERMIQUES INSTANTANES

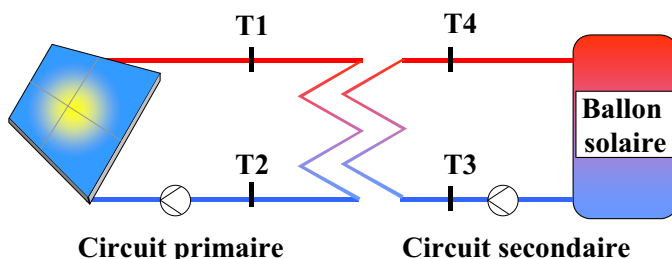
Ces essais doivent être effectués par temps ensoleillé.

Contrôle des capteurs

- mesurer les températures d'entrée et de sortie de chaque branche en parallèle pour vérifier l'équilibrage des circuits.

Contrôle de l'échangeur à plaques

- mesurer les températures aux entrées et sorties de l'échangeur pour en vérifier le bon fonctionnement.



En fonctionnement normal, les deux écarts ($T1-T2$) et ($T3-T4$) sont voisins et proches des valeurs ci-dessous :

Température du ballon solaire	Valeur approximative des écarts ($T1-T2$) et ($T3-T4$) vers 12h Temps Solaire Vrai
20 °C	6 à 10 °C
40 °C	4 à 7 °C
70 °C	2 à 4 °C

Dysfonctionnement	Cause
($T1 - T2$) supérieur aux valeurs prévues	Débit primaire trop faible
($T1 - T2$) inférieur aux valeurs prévues	Échangeur insuffisant / encrassé Débit secondaire trop faible

REGLES DE

La tenue d'un cahier de maintenance

CIRCUIT PRIMAIRE

CONTROLES ANNUELS

- Nettoyage des capteurs (un nettoyage plus fréquent peut être nécessaire sur certains sites à proximité de sources de pollution, zones industrielles par exemple)
- Contrôle du fluide caloporteur : teneur en antigel et pH
- Contrôle du fonctionnement des dispositifs de protection et de sécurité : vase d'expansion, soupape, purgeurs
- Contrôle des alimentations électriques et des voyants lumineux du tableau électrique

CONTROLES PLUS FREQUENTS

- Vérification de la pression du fluide caloporteur
- Vérification du fonctionnement de l'échangeur
- Vérification du fonctionnement des circulateurs

La périodicité de ces contrôles dépend du type de contrat d'entretien :

Contrat d'exploitation spécifique unique :

La périodicité d'intervention devra correspondre à un bon compromis entre l'économie d'énergie réalisée grâce au solaire et le coût de la maintenance (de 2 à 4 fois/an en fonction de la taille de l'installation).

Contrat d'exploitation commun au chauffage et à l'ECS :

La vérification pourra avoir lieu à chaque visite de l'agent d'entretien (par exemple 1 fois/mois).

Installation équipée d'un télésuivi :

Le contrôle est réalisé en continu avec éventuellement un report d'alarme automatique chez l'exploitant.

MAINTENANCE

par l'exploitant est impérative.

CIRCUIT SANITAIRE (Maîtrise du risque légionellose)

BALLON D'EAU CHAUDE

- Nettoyer, détartrer, et désinfecter les ballons au moins une fois par an (présence de trou d'homme d'au moins 50 cm de diamètre pour les ballons supérieurs à 1000 litres).
- Il est recommandé d'ouvrir complètement la vanne de vidange tous les mois (chasse d'environ 1/10 du volume du ballon).

RESEAU DE DISTRIBUTION D'ECS

- Suivre l'évolution de la corrosion ou de l'entartrage des canalisations d'eau chaude (fréquence annuelle). Mettre en place des manchettes démontables de contrôle de même nature que le réseau.
- La mise en place d'un suivi périodique de la température et l'interprétation des résultats permettent d'appréhender et de corriger les dysfonctionnements éventuels du réseau d'eau chaude sanitaire.
- Tenir à jour et archiver l'information.

POINTS DE PUISAGE DE L'EAU

- Contrôler annuellement le bon fonctionnement des vannes, clapets, mitigeurs...
- Entretenir les appareils de robinetterie (détartrage, désinfection, etc...).
- Remplacer les accessoires de robinetterie usagés ou en mauvais état (têtes de robinets, flexibles et pommeaux de douches y compris tous les joints).
- Purger régulièrement les points d'eau après leur nettoyage et désinfection et tout particulièrement lorsqu'ils n'ont pas été utilisés.

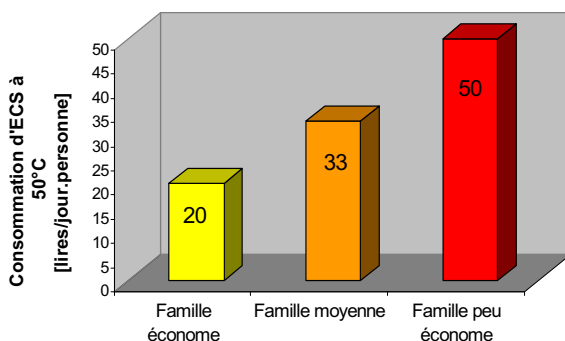
PARTIE 3 : RAPPELS

Les besoins en ECS.....	64
Légende des symboles utilisés.....	68
Performances	69

DANS L'INDIVIDUEL

Consommation d'eau par personne :

Le diagramme ci-dessous récapitule les consommations d'eau chaude d'une famille moyenne en fonction de son profil de consommation (économe, normale, peu économe). Cette consommation est à moduler en fonction des habitudes des occupants.

**Nombre de personnes dans une famille :**

Eventuellement prendre en compte les personnes occasionnellement présentes, par exemple en période de vacances.

La consommation d'énergie :

À partir des consommations d'eau, la consommation d'énergie peut être estimée :

Énergie assurant les besoins en ECS [kWh/an]	Personne		
	Économe	Moyenne	Peu économe
	320	530	800

Un CESI permet de couvrir en moyenne 60% des besoins quelques soient les régions climatiques. Le moindre ensoleillement dans les régions du Nord est compensé par une température d'eau froide plus faible et une surface de capteurs plus importante.

LES BESOINS

DANS LE SECTEUR COLLECTIF

En fonction de la saisonnalité de l'activité du bâtiment (hôtels, campings), il peut être nécessaire de connaître la consommation moyenne journalière mois par mois de l'installation afin de dimensionner une installation solaire adaptée aux besoins. Les données présentées ci-après sont à titre informatif.

1^{er} cas : bâtiments existants

Si l'installation de production d'ECS existante est équipée de compteurs volumétriques, il est possible de connaître précisément les consommations journalières et d'en déduire les consommations d'énergie actuelle. S'il n'y a pas de compteur il est vivement recommandé d'en placer un et de réaliser au minimum un mois de relevés en période significative. Afin d'éviter tout surdimensionnement, le dimensionnement de l'installation est réalisé à partir des besoins en Eau Chaude Sanitaire durant la période estivale (courant sur 6 semaines) où la consommation en eau chaude est la plus faible.

2^{ème} cas : nouveaux bâtiments ou consommation inconnue

Suivant l'activité du bâtiment, des ratios permettent d'évaluer les consommations journalières d'ECS.

Remarque importante : pour ne pas surdimensionner la production d'ECS solaire, il est nécessaire de tenir compte de coefficients de foisonnement.

Dans l'habitat collectif :

(Source EDF : Eau chaude électrique résidentiel et tertiaire – mars 1987)

Nb. de pièces du logement	1	2	3	4	5
Consommation [l/jour] à 60°C	40	55	75	95	125

Répartition mensuelle des consommations	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
	1,25	1,20	1,10	1,05	1,00	0,80	0,50	0,60	0,90	1,05	1,15	1,40

ÉVALUER

Dans l'hôtellerie

(Source EDF : Eau chaude électrique résidentiel et tertiaire – mars 1987)

Besoins d'ECS en litres/jour/chambre à 60°C

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
4 saisons	66	61	60	57	61	82	97	98	100	100	78	77
Été	0	10	12	56	64	81	92	100	77	46	0	0
Hiver	39	100	50	100	50	75	94	94	56	0	0	12

Coefficients correcteurs à appliquer

Nb. d'étoiles	Sans	*	**	***	****
	0,65	0,75	1,00	1,35	1,50
Lieu géographique	Montagne	Mer	Campagne	Ville	
	1,35	1,00	1,00	1,00	
Présence d'une laverie	Oui	Non			
	1,25	1,00			

Restauration

Restaurant	Repas ordinaire =	8 l / repas
	Repas luxe =	12 à 20 l / repas
	Petit déjeuner =	2 l / repas
Cantine	Cuisine de réchauffage =	3 l / repas
	Repas normal =	5 l / repas

(Source : Calculs pratiques de plomberie sanitaire – Éditions parisiennes)

Répartition mensuelle du nombre de repas en restauration

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Année	0,85	0,78	0,77	0,73	0,78	1,05	1,24	1,25	1,28	1,28	1,00	0,99
Été	0	0,23	0,27	1,24	1,43	1,8	2,05	2,23	1,72	1,03	0	0
Hiver	0,70	1,79	0,9	1,79	0,9	1,34	1,68	1,68	1,00	0	0	0,22

(Source EDF : Eau chaude électrique résidentiel et tertiaire – mars 1987)

LES BESOINS

Établissements de santé / résidences pour personnes âgées

(Source : *Calculs pratiques de plomberie sanitaire* – Éditions parisiennes)

Consommations d'eau à 60°C, hors restauration et buanderies	Hôpital et clinique	60 l / jour / lit
	Maison de retraite	60 l / jour / lit

Autres établissements

(Source : *Calculs pratiques de plomberie sanitaire* – Éditions parisiennes)

Type d'établissement	Observation	Consommations d'eau à 60°C
Foyers (chambres individuelles)	Lavabo + douche, WC collectif, cuisine collective	60 l / jour / chambre
École	Majorité d'élèves en ½ pension	5 l / jour / élève
Caserne et internat	Hors restauration et buanderie	30 l / jour / personne
Camping 4 *	Sanitaire collectif + lavage vaisselle	60 l / jour / emplacement
Usine (vestiaires)	Hors process, pour les employés	20 l / jour / personne
Bureaux		5 l / jour / personne

Consommations supplémentaires

(Source : *Calculs pratiques de plomberie sanitaire* – Éditions parisiennes)

Type d'établissement	Observation	Consommations d'eau à 60°C
Gymnase	Suivant sports pratiqués : Football, rugby = + 50%	30 l / utilisateur
Buanderie	Hôtel 4 / 5 * =	7 l / kg de linge
	Cycle court =	6 l / kg de linge
	Cycle automatique =	5 l / kg de linge

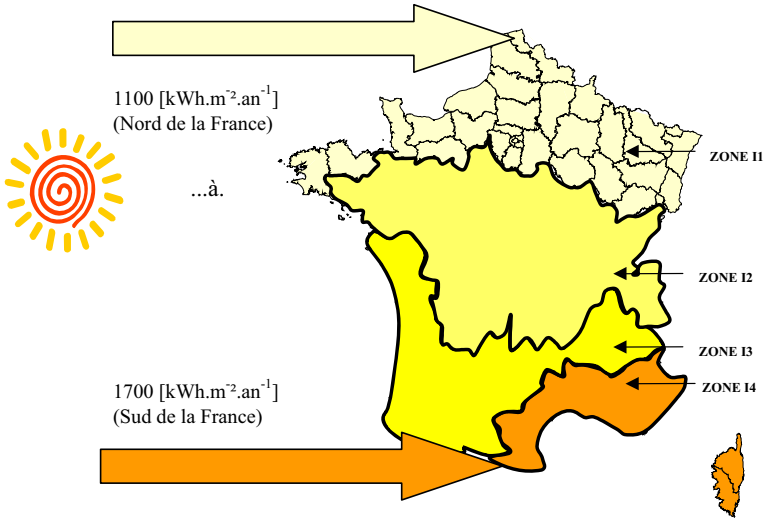
LEGENDE DES SYMBOLES UTILISES

 : mitigeur	 : Clapet anti-retour
 : Purgeur d 'air	 : Soupape de sécurité
 : Groupe de sécurité	 : Échangeur
 : Vanne fermée	 : Sens de circulation
 : Vanne ouverte	 : Vase d'expansion
 : Sonde de température	 : Circulateur
 : Régulation	 : Compteur d'eau
 : Manomètre	

PERFORMANCES

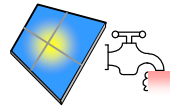
QUELQUES CHIFFRES SUR LES PERFORMANCES D'UN CHAUFFE-EAU SOLAIRE

Variation de l'énergie solaire incidente sur un plan horizontal



Productivité solaire (en sortie du ballon solaire), pour un usage annuel :

400 à 500 [kWh/m².an]



Rejets de CO₂ évités

150 à 500 [kg/m².an]
(selon énergie substituée)



PARTIE 4 : EN SAVOIR PLUS

Les aides financières	74
Le suivi des performances	77
La réglementation	80
Les avis techniques	81
Les adresses utiles	82



LES AIDES DANS

En 2007, le prix d'un chauffe-eau solaire individuel standard d'une surface moyenne de 4,7 m² de capteurs et d'un ballon de 300 litres (3 à 4 personnes), était compris entre 5 600 et 6 200 € HT (moyenne : 5 900 € HT), pose comprise.

Un certain nombre de mécanismes permettent de limiter cette facture pour l'utilisateur.

- **TVA 5.5 % pour l'installation d'équipements solaires :**

La TVA est calculée au taux de 5,5% pour les factures qui concernent les travaux de transformation, d'aménagement et d'entretien.

Pour que ce taux réduit soit appliqué, il faut que ces travaux concernent des locaux achevés depuis plus de deux ans.

Afin de bénéficier du taux réduit, les travaux doivent être facturés directement au client.

Le taux applicable est de 5,5% en France continentale et en Corse (2.1% dans les DOM).

- **Aides publiques :**

Les aides financières pour la mise en place d'un chauffe eau solaire individuel proviennent de la Région, de la plupart des départements et de certaines collectivités locales. Le montant est soit forfaitaire soit varie en fonction de la taille du CESI.

Se rapprocher des Espaces Info Energie pour les connaître.

FINANCIERES L'INDIVIDUEL



- **Crédit d'impôt et énergies renouvelables :**

Approuvé dans le cadre de la loi de finance 2005, le crédit d'impôt pour dépenses d'équipements de l'habitation principale comprend désormais un volet développement durable avec, un soutien pour le CEST. Il est égale à 50% du montant des dépenses retenues dans la limite d'un plafond (8000 € pour une personne seule, 16000 € pour un couple et majorés en fonction du nombre de personnes à charge) qui s'applique globalement à l'ensemble des dépenses effectuées du 1er janvier 2005 au 31 décembre 2009.

Les attributions des aides publiques et du crédit d'impôt ne sont acquises que si les capteurs solaires sont certifiés CSTBat ou Solar Keymark ou au autre procédure équivalente et si la mise en œuvre est effectuée par un installateur professionnel.

Le cumul des aides publiques directes généralement disponibles (Régions, collectivités territoriales) peut ainsi atteindre, voire dépasser, 1 400 euros par opération, ce qui représente 30 à 40 % du coût total du CEST.



LES AIDES FINANCIERES DANS LE COLLECTIF

En France métropolitaine, l'ADEME et les Régions soutiennent financièrement les opérations solaires collectives généralement appuyées sur des études préalables détaillées.

AIDE AU PRE-DIAGNOSTIC

Le pré-diagnostic permet de juger de l'opportunité d'une opération et d'évaluer son intérêt potentiel. Il donne au maître d'ouvrage les données de base préalables au lancement d'une consultation (dimensionnement, économies prévisionnelles, coût d'investissement et de maintenance, ...).

AIDE AUX ETUDES DE FAISABILITE

L'étude de faisabilité, dans le cadre d'opérations particulièrement complexes, permet de définir plus précisément la faisabilité du projet, et ses caractéristiques détaillées (schéma de fonctionnement, comparaison de variantes,...).

SOUTIEN AUX INVESTISSEMENTS

Le soutien aux investissements concerne l'ingénierie, les travaux, le comptage, et le suivi des installations de production d'eau chaude solaire collective.

Des financements locaux ou régionaux complémentaires sont possibles.

Montants :

Dans le cadre des contrats de plan Etat-Régions, l'ADEME propose des aides à l'investissement solaire. Le détail des modalités d'aides sont consultables sur le site de l'ADEME.

LE SUIVI DES PERFORMANCES

Le suivi des performances est un point clé dans la vie d'une installation solaire. Il passe par la mise en place systématique d'un dispositif d'instrumentation, de comptage et de suivi énergétique.

LA GARANTIE DE RESULTATS SOLAIRES

Principe :

Elle garantit les performances de fonctionnement d'une installation en eau chaude solaire collective pendant les cinq premières années qui suivent sa mise en place. Cette garantie est assumée solidairement par le bureau d'études, le fabricant de capteurs solaires, l'installateur et l'exploitant de l'installation solaire.

L'installation doit fournir une quantité d'énergie solaire annuelle conforme à la valeur théorique préalablement calculée par le bureau d'études (en intégrant un coefficient de sécurité).

Si l'énergie fournie grâce au système solaire est inférieure à l'énergie garantie, le groupement solidaire doit dédommager le client de la perte financière qui en résulte ou bien remettre à niveau, à ses frais, l'installation pour atteindre les objectifs.

Deux niveaux de garantie sont proposés actuellement suivant le coefficient de sécurité choisi :

- la GRS de base avec un coefficient de sécurité de 80%,
- la GRS optionnelle avec coefficient de sécurité de 90%.

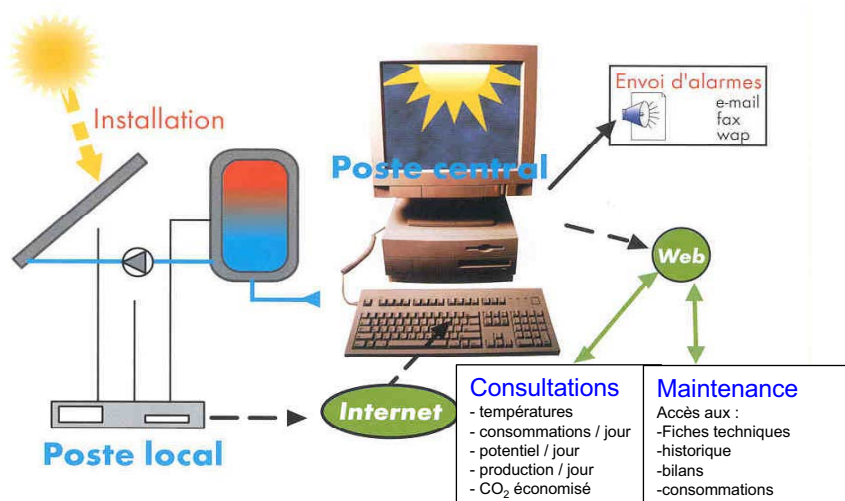
Rôle de l'installateur :

L'installateur assure l'installation du système sous le contrôle du bureau d'études. Il peut éventuellement assurer aussi la fonction d'exploitant.

LE SUIVI DES PERFORMANCES

Schéma de principe :

La GRS s'accompagne d'une télésurveillance qui mesure en permanence les performances de l'installation. Toute défaillance est ainsi détectée et suivie aussitôt d'une intervention technique.



Avantages :

- Absence de risques financiers
- Facilité de prêts bancaires
- Absence d'inquiétude sur le bon fonctionnement du système

LE SUIVI DES PERFORMANCES

LE CONTROLE DE BON FONCTIONNEMENT

Principe :

Le contrôle de bon fonctionnement n'implique ni garantie de performance ni indemnisation. Il prend effet au terme de la première année de fonctionnement.

Les bilans mensuels et annuels estimant les performances réelles de l'installation sont fournis au maître d'ouvrage. Ce dernier a la responsabilité de contacter le service de maintenance s'il l'estime nécessaire à partir des informations dont il dispose. Il n'y a pas de pénalité.

Le système de suivi peut être fait avec un simple compteur d'énergie. Les résultats peuvent être directement accessibles sur site par le maître d'ouvrage ou faire l'objet d'un contrat de suivi extérieur.

Avantages :

- Coût du suivi réduit (le maître d'ouvrage a en charge de traiter l'éventuel dysfonctionnement avec la maintenance ou l'installateur),
- Contrat simplifié du fait de la suppression des pénalités,
- Responsabilisation de chaque acteur,
- Facile à imposer.

LA REGLEMENTATION

INSTALLATION DE CAPTEURS SOLAIRES

DTU 65 - 12	Réalisation des installations de capteurs solaires plans à circulation de liquide pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire
Cahiers du CSTB n°1612 et 1613	Recommandations générales de mise en œuvre des capteurs solaires

ÉTANCHEITE – COUVERTURES

Cahier du CSTB n°1613	Implantation des capteurs indépendants sur support sur toitures avec revêtement d'étanchéité
DTU série 43	Travaux d'étanchéité des toitures terrasses
Cahier du CSTB n°1614	Règles générales de mise en œuvre des capteurs solaires indépendants sur une couverture par éléments discontinus
DTU série 40	Travaux de couverture

CALCUL DES STRUCTURES

Règles NV65, Règles N84	Règle définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions
Cahier du CSTB n°1611	Détermination des efforts dus aux charges climatiques sur un capteur et sur sa couverture transparente
Règles CM 66	Règles pour le calcul et l'exécution des constructions métalliques
Règles CB 71	Règles de calcul et de conception des charpentes en bois

PLOMBERIE

DTU série 60	Installation de plomberie
--------------	---------------------------

PARTICULARITES DES EQUIPEMENTS SOLAIRES

Se référer aux avis techniques téléchargeables sur le site du CSTB : <http://www.cstb.fr>.

LES AVIS TECHNIQUES

Etabli à la demande du fabricant ou de l'importateur, l'Avis Technique (ATec) s'applique à un procédé, matériau, élément ou équipement de construction innovant. En fonction des emplois proposés, il indique si le produit permet de satisfaire les exigences de la réglementation française en vigueur et donne une information sur les autres aspects de l'aptitude à l'emploi ou sur les caractéristiques dont l'utilisateur peut avoir besoin pour exercer son choix ou concevoir son ouvrage. Il porte enfin un jugement sur la durabilité en fonction de l'entretien. Dans le cas des systèmes solaires, l'ATec couvre actuellement **deux familles** :

- **Les capteurs solaires à circulation de liquide.** L'Avis est formulé en prenant en compte l'emplacement du capteur (sur support, sur toiture...).
- **Les chauffe-eau solaires compacts dits « monoblocs ».**

Contenu d'un avis technique :

- Description du capteur (technologie)
- Satisfait à la réglementation en vigueur
- Prescriptions techniques
- Aptitude à l'emploi
- Références éventuelles
- Performances thermiques (selon norme NF P50 501)
- Description de la mise en œuvre

Intérêt de l'avis technique :

- Guide de travail pour l'installateur
- Référence en cas de litige
- Ouverture à certains marchés (subventions et aides de l'Etat...)
- Exigé pour les marchés publics
- Exigé dans le cadre des aides « PLAN SOLEIL »

ADRESSES UTILES

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
Département des Energies Renouvelables

Tel : 04-93-95-79-00

Site Internet : <http://www.ademe.fr>

FFB – UCF

Fédération Française du Bâtiment
Union Climatique de France

Tel : 01-40-69-52-94

Site Internet : <http://www.ffbatiment.fr> et <http://www.ucf.fr>

FFB – UNCP

Fédération Française du Bâtiment
Union Nationale de la Couverture et de la Plomberie

Tel : 01-40-69-53-07

Site Internet : <http://www.uncp.ffbatiment.fr>

COSTIC

Comité Scientifique et Technique des Industries Climatiques

Tel : 01-30-85-20-10

Site Internet : <http://www.costic.com>

CSTB

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

Tel : 04-93-95-67-00

Site Internet : <http://www.cstb.fr>

A la demande de l'Union Climatique de France

Ce guide, particulièrement destiné aux petites entreprises du Génie climatique et de la Plomberie, contient toutes les bases nécessaires à la mise en oeuvre d'un chauffe-eau solaire individuel (CESI) ou d'une installation collective depuis les schémas de principe d'installation jusqu'à la mise en oeuvre et la maintenance.

Une partie documentaire rappelle les besoins en eau chaude sanitaire, les textes de référence, le suivi de performance.

Actualisé par :

Camille PETITJEAN du COSTIC

