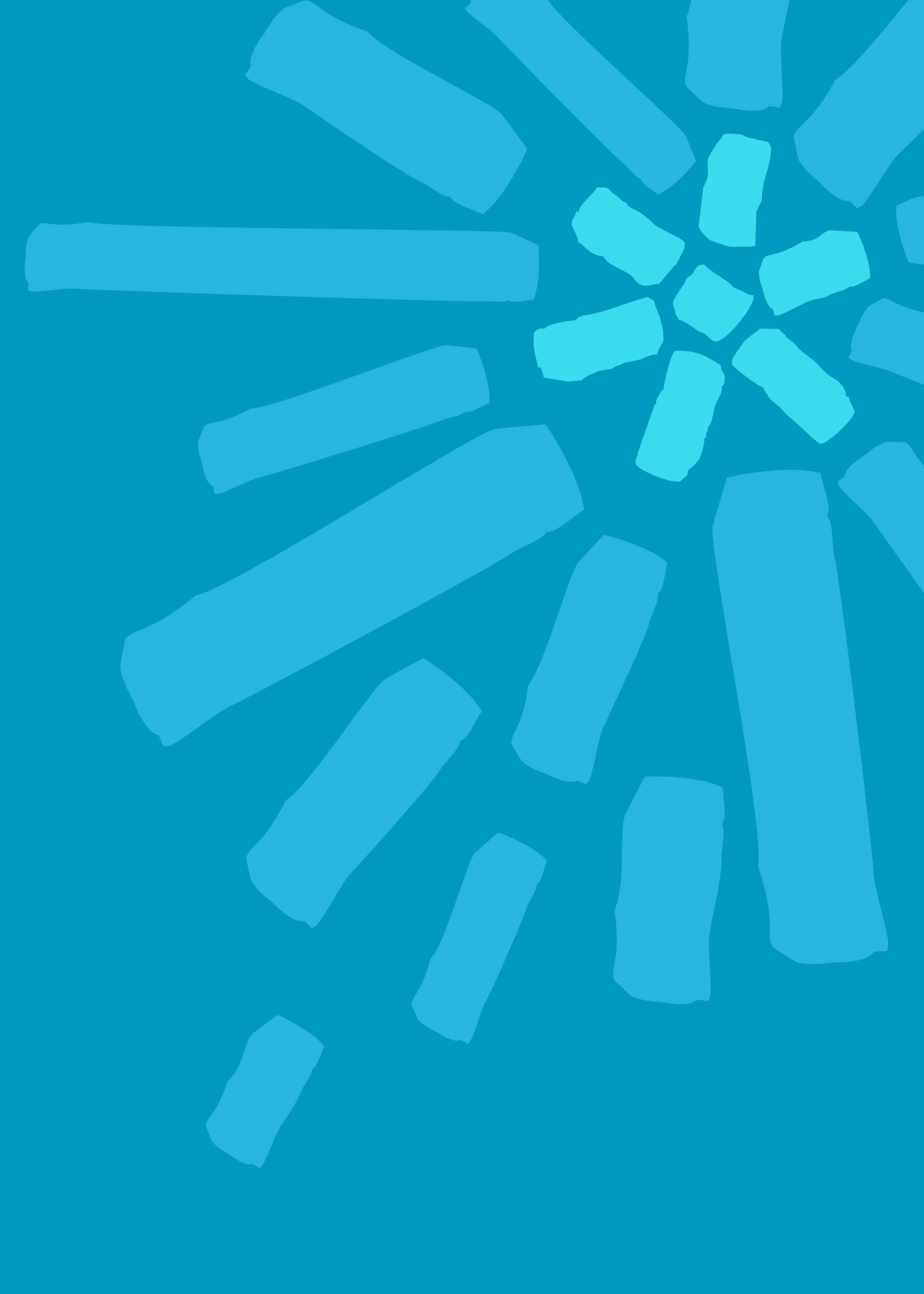


# Guide d'installation des Chauffe-Eau Solaires Individuels



2010



# SOMMAIRE

## **Introduction**

**Première partie** : Définitions et notions préliminaires

**Deuxième partie** : Acquisition et installation des  
Chauffe-eau Solaires

**Troisième partie** : Catalogue des prescriptions  
techniques, exigences de  
bonnes installations et  
exemples de bonnes pratiques

**Quatrième partie** : Maintenance et entretien des CESI

## **Annexes**

# INTRODUCTION

Le marché des chauffe-eau solaires (CES) a connu un franc succès depuis le lancement du programme PROSOL en 2005, grâce au mécanisme financier lancé par l'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Energie. Ce mécanisme est une combinaison entre subvention à l'investissement et crédit bancaire remboursable sur la facture d'électricité STEG sur une durée de cinq ans.

L'originalité du programme réside dans la sécurisation à la fois du mécanisme de financement par la garantie des remboursements des crédits à travers la STEG, permettant ainsi d'optimiser les taux d'intérêt appliqués, mais aussi dans la qualité exigée auprès des fournisseurs, des produits et des services d'installation, à travers un système de cahiers de charges d'éligibilité au programme.

Toutefois, la pérennité de ce programme ne passerait par une mise à niveau continue de la filière à travers la formation, la qualification des opérateurs et la maîtrise des produits commercialisés, des techniques d'installation et de maintenance des CESI.

Ce guide a pour objectif d'améliorer le niveau de compétences des opérateurs d'installation et de maintenance des CESI, il décrit les règles de base à suivre, les bonnes pratiques à disséminer et les erreurs à éviter dans une installation de chauffe-eau solaire individuel (CESI). Les étapes décrites couvrent les activités allant du contact avec le client, l'installation, la mise en service du CESI jusqu'à l'entretien et la maintenance périodique.

Consciente de l'importance de migrer continuellement vers un système qualité, l'ANME a institué le Label "Qualisol" qui vient renforcer cette démarche globale de qualité. Ce label vise le respect de 10 principes de base ayant trait aux services des installateurs de CESI. Le guide présente le contenu de la charte "Qualisol" qui sera le fil conducteur dans ce document.

Ce guide est structuré en quatre parties :

- Partie 1 ■ Définitions et notions préliminaires
  - Typologies des CESI
- Partie 2 ■ Acquisition et installation des CESI
  - Mise en service et réception des CESI
- Partie 3 ■ Pratiques proscrites et alternatives
  - Bonnes pratiques d'installation
- Partie 4 ■ Entretien et maintenance des CESI

# LA CHARTE QUALISOL EN 10 POINTS

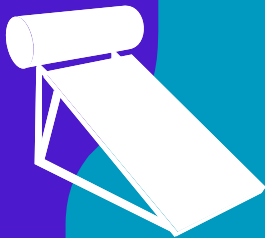


- 1** Posséder au sein de son entreprise les compétences professionnelles nécessaires, acquises par la formation initiale ou continue, et par une pratique confirmée. Etre à jour de ses obligations légales.
- 2** Préconiser seulement des équipements solaires répondant aux normes et spécifications en vigueur, et éligibles au programme Prosol.
- 3** Assurer auprès du client un rôle de conseil, l'assister dans le choix des solutions les mieux adaptées à ses besoins, compte tenu du "gisement solaire" local, des contraintes du site, de la taille du foyer, et des énergies d'appoint disponibles,
- 4** Après visite sur site, soumettre au client un devis descriptif écrit, détaillé et complet, de l'installation solaire proposée, en fixant un délai de réalisation, des termes de paiement et de conditions de garantie légale. Proposer un contrat d'entretien et de maintenance d'une durée minimale de 5 ans
- 5** Informer le client sur les conditions et les modalités d'octroi de la subvention de l'Etat, telles que portées à sa connaissance par l'ANME,
- 6** Une fois l'accord du client obtenu (devis cosigné), constituer le dossier de demande de subvention conforme aux exigences, et réaliser l'installation commandée dans le respect des règles professionnelles, normes et textes réglementaires applicables, selon les prescriptions prévues.
- 7** Régler et mettre en service l'installation, puis procéder à la livraison des travaux en présence du client. Lui remettre les notices et tous documents relatifs aux conditions de garantie et d'entretien/maintenance du CES et l'informer sur le fonctionnement et les besoins en maintenance du CES ainsi que sur les conditions de la garantie.
- 8** Remettre au client une facture descriptive détaillée (qui distingue à minima le poste "fourniture des équipements", et le poste "main d'œuvre) et complète de la prestation, conforme au devis (avec désignation précise des matériels solaires installés, et références exactes de leur certification).
- 9** En cas d'anomalies ou d'incidents de fonctionnement de l'installation signalés par le client, s'engager à intervenir sur le site dans des délais rapides, et procéder aux vérifications et remises en état nécessaires, dans le cadre des obligations d'intervention attachées à la garantie et au contrat de maintenance.
- 10** Sur simple notification de l'ANME, favoriser toute opération de contrôle que l'Agence souhaiterait effectuer sur ses réalisations, aux fins d'examiner les conditions de mise en œuvre et de réalisation des prestations.



# Première partie

## Définitions et notions préliminaires



Cette partie présente des notions de base sur les CESI dans les contextes technique et réglementaire tunisiens.

Elle couvre les thèmes suivants :

Classification des installations solaires

Typologies des CESI

Fonctions des composants et accessoires des CESI

Avantages et inconvénients des configurations

Éléments de dimensionnement des Installations solaires

Cette partie permet aux installateurs de maîtriser l'offre technique en matière de CESI dans le contexte du marché Tunisien en vue d'opter pour des choix compatibles avec les contraintes de chaque installation et les attentes des utilisateurs.

## Définitions générales :

### Chauffe-eau solaire individuel " CESI "

Le CESI est un système unitaire qui assure le chauffage de l'eau sanitaire. L'appoint éventuel apporte un complément de chaleur nécessaire à l'obtention de la température de production de l'eau chaude souhaitée, notamment pendant les périodes où le rayonnement solaire est insuffisant. La taille maximale de ces systèmes est fixée à  $7\text{m}^2$  de capteurs.

### Système solaire composé " SSC "

C'est un système réalisé par l'assemblage d'équipements indépendants de façon à répondre aux besoins spécifiques, on distingue :

- Système composé de petite taille dont la surface de capteur est  $\leq 30\text{m}^2$
- Système composé de large taille dont la surface de capteur est  $> 30\text{m}^2$

### Installation solaire individuelle

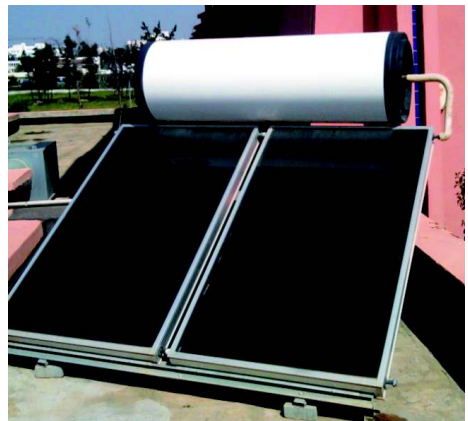
C'est une installation unique d'un système solaire unitaire pour le chauffage de l'eau

### Installation solaire collective de petite taille

C'est une installation réalisée à partir de plusieurs systèmes unitaires qu'ils soient connectés par paire ou non connectés entre eux ou un système composé de petite taille (surface des capteurs inférieure à  $30\text{m}^2$ ).

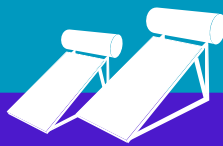


Installation solaire collective



Installation solaire individuelle





## Classification des installations solaires selon le programme PROSOL

Le programme de promotion du solaire thermique PROSOL-Tunisie, initié par l'ANME en 2005, classe les installations de chauffe-eau solaires en se référant à ces deux grandes familles :

- Les systèmes unitaires
- Les systèmes composés

Caractéristiques Techniques	Classification des CESI selon PROSOL		
	Systèmes Unitaires	Systèmes Composés	
		Petite taille	Grande taille
Surface des Capteurs (m <sup>2</sup> )	≤ 7	≤ 30	> 30
Volume de stockage (Litres)	≤ 500	≤ 3000	> 3000

Tableau 1 :

Classification des installations solaires selon le programme PROSOL

### Typologies des CESI

Les chauffe-eau solaires sont globalement de deux types, selon que leur fonctionnement soit totalement autonome ou qu'ils requièrent l'action d'une pompe électrique. On s'intéressera dans ce document plus particulièrement à la première catégorie, celle des chauffe-eau solaires dits "à thermosiphon".

Les CESI à thermosiphon sont de deux types :

- CESI à thermosiphon direct (ou à circuit ouvert)
- CESI à thermosiphon indirect (ou à circuit fermé)

### Qu'est ce qu'un chauffe-eau solaire à thermosiphon direct ?

Il s'agit de faire circuler l'eau des capteurs solaires thermiques au ballon d'eau chaude et inversement en tirant avantage d'une propriété physique de base : l'eau se dilate en chauffant, et la densité de l'eau chaude est par conséquent inférieure à celle de l'eau froide. Ainsi l'eau chaude montera naturellement dans le ballon d'eau chaude situé plus haut que le capteur, et l'eau froide redescendra d'elle-même vers les capteurs thermiques.

### **Qu'est ce qu'un chauffe-eau solaire à thermosiphon indirect ?**

Un chauffe-eau solaire à thermosiphon indirect ou à circuit fermé est un équipement qui comporte un échangeur de chaleur permettant le transfert entre fluide caloporteur qui circule dans le capteur et l'eau-chaude sanitaire dans le ballon de stockage. L'eau sanitaire est ainsi chauffée sans circuler dans les capteurs solaires, contrairement aux systèmes thermosiphon direct.

Un fluide caloporteur est par exemple de l'eau avec un additif antigel. Pour les systèmes à thermosiphon indirect une soupape de sécurité et un vase d'expansion sont indispensables pour protéger le circuit fermé (primaire) de surpressions. Le vase d'expansion sert essentiellement à compenser la dilatation engendrée par l'élévation de la température de l'eau dans le circuit primaire (fermé).

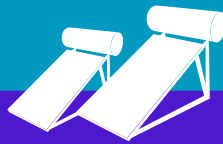
### **Mais quels sont les avantages d'un système à thermosiphon?**

Il existe au moins 5 avantages :

- *Fiabilité* : Bénéficier toujours d'eau chaude, même en cas de panne de courant.
- *Performance* : Les systèmes à thermosiphon réalisent d'excellentes performances, notamment dans les régions les plus ensoleillées.
- *Longévité* : La plupart des pannes affectant les chauffe-eau solaires proviennent du vieillissement des composants électriques... inexistantes dans les systèmes à thermosiphon si on exclut la résistance électrique d'appoint, d'où une durée de vie intéressante.
- *Entretien* : Celui-ci est moindre, grâce à l'absence de composants électriques complexes (pompes, régulation, etc.)
- *Coût* : Le coût est en principe moindre que celui du chauffe-eau solaire équipé par une pompe électrique.

Il faut uniquement tenir compte du raccordement des capteurs au ballon afin d'optimiser les performances du chauffe-eau solaire. Il s'agit de minimiser les pertes de charge, résultant de la présence d'obstacles nécessaires à la bonne circulation de l'eau dans les circuits : raccordement entre tronçons de tuyauterie, coudes, appareils de réglage.

Pour cela, il est essentiel de choisir le diamètre et le tracé de la tuyauterie.



En augmentant les pertes de charges (coudes, faible diamètre des conduites etc.) et les pertes thermiques (absence de calorifuge), le rendement du chauffe-eau solaire diminue considérablement.

La régulation pour le thermosiphon est très simple, mais il peut arriver, en contrepartie, qu'il soit difficile de limiter la température maximale du réservoir qui, en été et pendant les périodes de faible consommation, peut atteindre des valeurs élevées et provoquer des surchauffes qui touchent la sécurité des personnes et l'installation.

### Quels sont les aspects auxquels il faut faire attention ?

Cependant, l'installateur a besoin d'un véritable savoir-faire technique. Il est nécessaire de faire attention aux éléments suivants avant de se lancer dans l'installation d'un chauffe-eau solaire à thermosiphon :

- *Le choix des capteurs solaires* : attention, certains capteurs présentent des pertes de charges considérables ou contiennent eux-mêmes suffisamment d'obstacles à la circulation de l'eau pour qu'il soit impossible de les utiliser en thermosiphon (sans pompe de circulation). Les diamètres des tubes et des collecteurs au niveau de la grille du capteur doivent correspondre aux besoins surtout dans les régions dans lesquelles la qualité de l'eau est mauvaise.

- *Leur positionnement* : les capteurs doivent être inclinés. Cette inclinaison permettra de faciliter la remontée de l'eau chaude et donc la circulation de l'eau dans le circuit.

- *Le circuit* : pour minimiser les pertes de charge, il faut concevoir le circuit le plus simple et le plus court possible.

Le choix d'un circuit ouvert ou fermé : un circuit fermé s'impose dans les régions où le risque de gel est important et la dureté de l'eau est élevée.

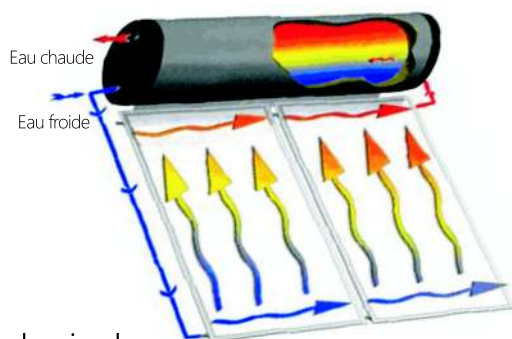


Figure 1 :  
Circulation naturelle  
de l'eau dans un CESI  
à Thermosiphon direct

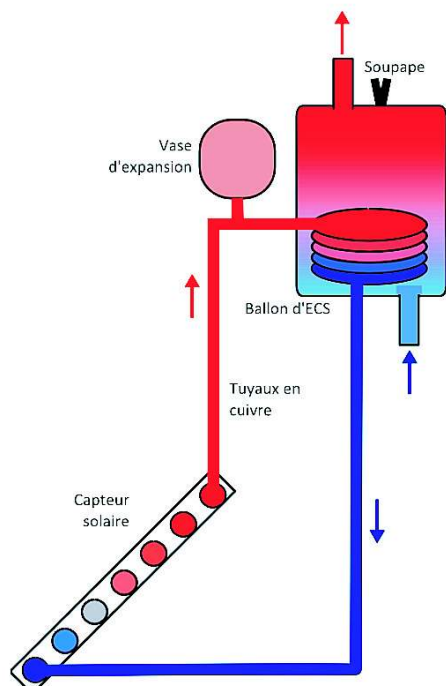


Figure 2 :  
Circulation naturelle  
de l'eau dans un CESI  
à Thermosiphon indirect

### Qu'est ce qu'un système à circulation forcée et comment fonctionne-t-il?

Le système forcé est une installation qui requiert l'action d'une pompe électrique pour la circulation du fluide. Généralement les capteurs sont sur le toit et le ballon de stockage est situé dans un local technique. Le débit est globalement voisin du double de celui des CESI à thermosiphon.

La régulation du système s'effectue au moyen d'un contrôle différentiel des températures entre la partie inférieure du réservoir et la sortie des capteurs, actionnant la pompe lorsque l'écart de températures est supérieur à une valeur déterminée.

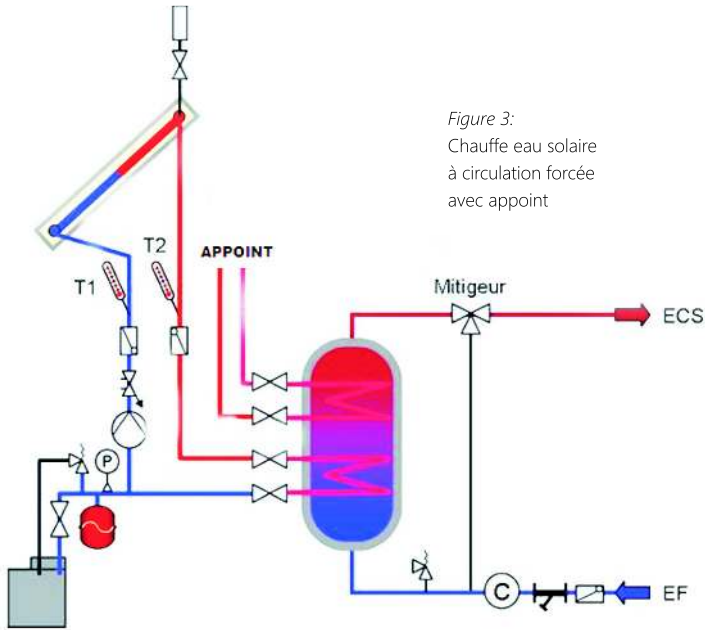
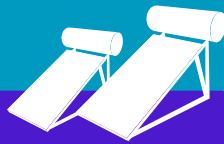


Figure 3:  
Chauffe eau solaire  
à circulation forcée  
avec appoint

### Quels sont les avantages d'un tel système?





Le réservoir de stockage peut être placé à un endroit facile à installer et seul le capteur doit être fixé sur le toit. La possibilité d'utiliser un ballon d'eau chaude standard, qui n'a pas à résister aux intempéries, et d'éviter une structure de support en hauteur peut rendre, parfois, le système plus économique qu'un thermosiphon, malgré le coût supplémentaire de la pompe et de son raccordement électrique.

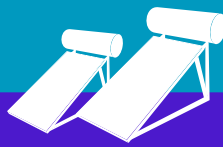
### Quels sont ses inconvénients?

Cette technologie est plus compliquée que le système en thermosiphon. La pompe et son contrôleur sont fragiles et peuvent occasionner des pannes du système. L'utilisation de l'eau du réservoir directement dans le capteur peut causer des problèmes de gel en régions froides. En période de gel le capteur doit être complètement purgé.

## Fonctions des composants et accessoires des CESI

### Principaux composants des CESI

Types de CESI	Groupe de sécurité	Clapet anti retour	Résistance électrique (si nécessaire)	Soupape de sécurité	Anode de protection	Echangeur	Purgeur	Fluide caloporteur	Vase d'expansion	Vanne de réglage
										
Th. siphon ouvert	X	X	X		X					
Th. siphon fermé	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Th. siphon tubes sous vide	X	X	X		X					
Circulation forcée	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Fonction des équipements</b>	Protection du CES contre les surpressions et le retour de l'eau au réseau public	Empêche le déclenchement du thermosiphon inverse (la nuit en particulier)	Appoint pour augmenter la température de l'eau préchauffée - A utiliser seulement en cas de forte nécessité	Protège le circuit primaire contre les surpressions	Protège le ballon contre la corrosion	Transmet la chaleur du capteur au ballon via un fluide caloporteur	Elimine l'air du circuit primaire	Mélange d'eau déminéralisée et antigel circulant dans le circuit primaire pour transférer la chaleur du capteur au ballon	Protège et régule la pression du circuit primaire. Absorbe la quantité du fluide caloporteur au cours de sa dilatation	Permet le réglage du débit du circuit primaire du CESI à circulation forcée

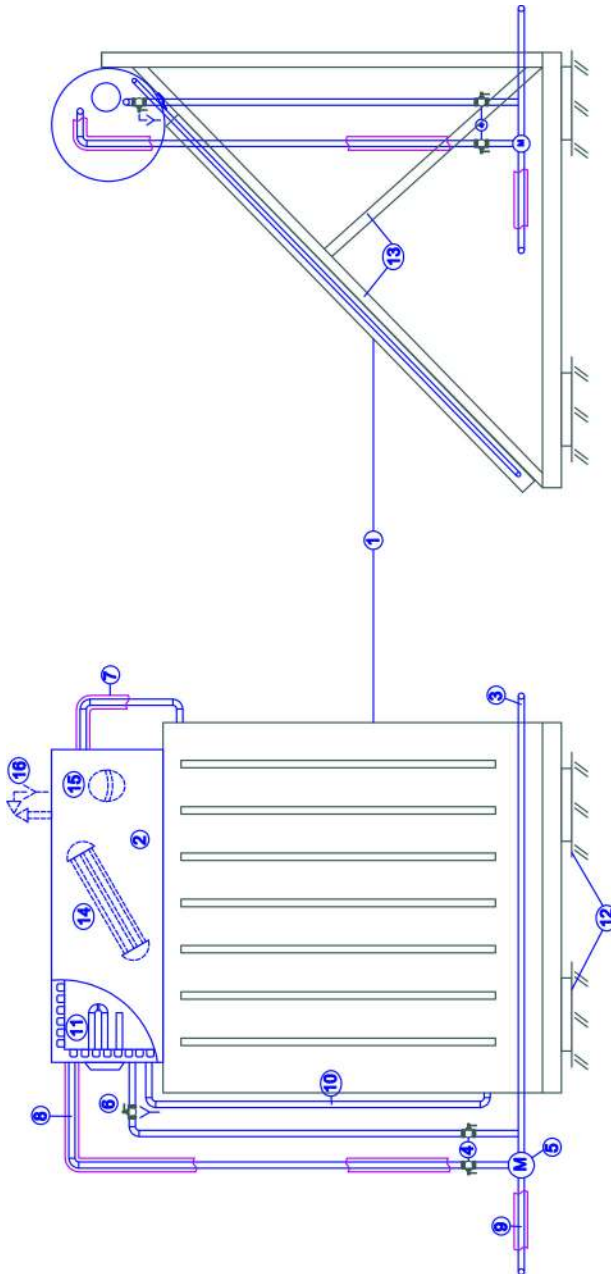


## Accessoires de contrôle, mesures et exploitation

Pompe de circulation	Régulateur différentiel	Sondes	Tubes sous vide	Réflecteurs	Thermomètre	Manomètre	Mitigeur thermostatique	Réducteur de pression	Filtre	Vanne d'isolement
----------------------	-------------------------	--------	-----------------	-------------	-------------	-----------	-------------------------	-----------------------	--------	-------------------



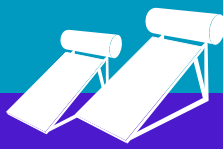
					X	X	X	X	X	X
					X	X	X	X	X	X
			X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X			X	X	X	X	X	
Permet la circulation du fluide Caloporteur entre le capteur et l'échangeur	Commande la pompe selon un différentiel de température mesuré par les sondes	Permettent de mesurer les températures en différents points du circuit fermé	Tubes transparents en verre de 5 à 15 cm de diamètre. Dans chaque tube il y a un absorbeur pour capter le rayonnement solaire et un échangeur pour permettre le transfert de l'énergie thermique.	Augmente l'énergie solaire captée par les tubes sous vide	Installé en plusieurs points pour faciliter le contrôle et le diagnostic de pannes	Contrôle la pression en différents points des circuits hydrauliques	Economise l'eau chaude et évite les brûlures accidentelles de l'utilisateur	Réduit la pression du réseau public	Réduit les dépôts des impuretés et matières en suspension dans l'eau	Permet d'isoler le CESI et faciliter la maintenance et l'entretien



Légende

- |  |  |   |
|--|--|---|
| 1) Capteur solaire                       | 8) Départ eau chaude solaire-calorifugée | Composants supplémentaires pour CESI Indirect |
| 2) Ballon solaire                        | 9) Départ eau chaude mitigée-calorifugée | 14) Echangeur                                 |
| 3) Arrivée eau froide                    | 10) Entrée eau froide capteur            | 15) Vase d'expansion                          |
| 4) Vannes d'isolement                    | 11) Appoint électrique                   | 16) Soupape                                   |
| 5) Mitigeur thermostatique               | 12) Dallettes de supportage              |   |
| 6) Groupe de sécurité                    | 13) Structure de supportage              |   |
| 7) Sortie eau chaude capteur-calorifugée |  |   |





## Principaux types de CESI commercialisés en Tunisie



CESI thermosiphon direct avec ballon vertical



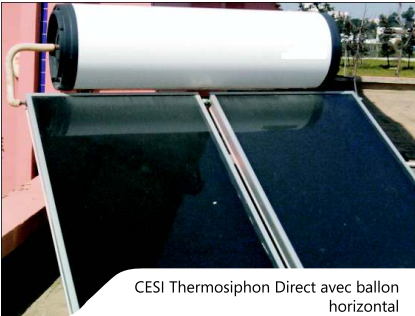
CESI Thermosiphon Indirect avec ballon horizontal



CESI à circulation forcée avec capteurs à tubes sous-vide



CESI Thermosiphon à tubes sous vide



CESI Thermosiphon Direct avec ballon horizontal

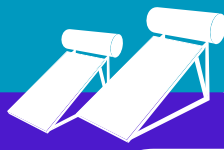


CESI à circulation forcée avec capteurs solaires plans

## Synthèse de l'analyse comparative des configurations de CESI

CESI à Thermosiphon				CESI à circulation forcée	
Circuit Ouvert		Circuit Fermé		Avantages	Inconvénients
Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
Coût Compétitif	Intégration architecturale contraignante	Pas de risque de dépôt de calcaire dans le circuit capteur	Coût plus élevé	Meilleure intégration architecturale	Coût élevé
Absence de pompe	Sensible aux pertes de charges	Pas de risque de gel	Intégration architecturale contraignante	Ballon à l'abri des intempéries	Présence d'une pompe et une régulation
Absence de régulation	Dépôt de tartre dans les circuits du capteur	Plus adapté aux régions avec eau dure	Une performance énergétique plus réduite comparée à un CESI à circuit ouvert	Pertes plus réduites pour le stockage	Entretien et montage plus complexes
Entretien facile	Sensible au risque de gel dans quelques régions	Peu sensible aux pertes de charges	Présence de composants supplémentaires	Possibilité d'intégrer un chauffage basse température	Coûts d'entretien et maintenance plus élevés
Montage simplifié		Absence de pompe et régulation	Le niveau du liquide dans le circuit fermé doit être vérifié annuellement et remplacé selon une fréquence préconisée par le fabricant	Intégration d'un appoint non électrique plus adapté	Une qualification plus contraignante
Montage et mise en service simplifiés					Dimensionnement plus complexe

Tableau 2 :  
Avantages et inconvénients  
par type de Chauffe eau solaire



## Éléments de dimensionnement :

Les installations individuelles de petites tailles, avec des surfaces de capteurs inférieures à 7 m<sup>2</sup>, sont les plus utilisées dans le monde.

Les installations collectives sont plus complexes et nécessitent des connaissances plus approfondies et des calculs à l'aide d'outils informatiques et logiciels spécifiques.

Les installations individuelles sont souvent dimensionnées par les fabricants et les installateurs selon les règles locales et des connaissances basées sur l'expérience. Comme pour les chaudières individuelles simples ou mixtes, le choix est assez limité, car les équipements sont standards. En effet, la surface de captage varie souvent de 2 à 7 m<sup>2</sup> et le stockage de 200 à 500 litres.

Il est possible de rencontrer des CESI de 150 litres avec moins de 2m<sup>2</sup> de capteur.

Dans la pratique courante, le choix se présente souvent comme suit :

- Chauffe eau de 150 litres pour un studio
- Chauffe eau de 200 litres pour un appartement
- Chauffe eau de 300 litres pour une villa

Cette démarche peut induire en erreur si on ne tient pas compte des éléments suivants :

- Nombre d'occupants : famille nombreuse ou non
- Nombre d'équipements sanitaires : baignoires, douches, éviers etc.
- Usage des locaux : résidence secondaire ou principale, occupation continue ou saisonnière.

Le réflexe de surdimensionnement doit être évité, car il réduit l'efficacité voire la rentabilité du CESI.

Le tableau suivant présente les valeurs qui peuvent être utilisées comme une première estimation

Nombre Occupants	1 ou 2	3 ou 4	5 ou 6	7 et plus
Volume Ballon Solaire <sup>(1)</sup> (litres)	100 - 150	150 - 250	250 - 350	350 - 500
Volume Ballon Solaire <sup>(2)</sup> (litres)	150 - 250	250 - 400	400 - 500	550 - 650
Surface de capteurs	2 - 2,5	2 - 3,5	2,5 - 4,5	3,5 - 6

(1) chauffe-eau sans appoint

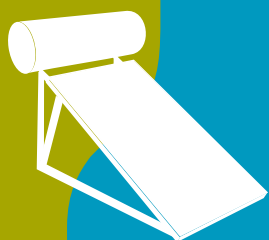
(2) chauffe-eau avec appoint

Tableau 3 : Éléments de dimensionnement des installations solaires individuelles



# Deuxième partie

## Acquisitions et installation des chauffe-eau solaires



Cette partie décrit toutes les étapes que l'installateur doit suivre pour la réalisation d'une installation de CESI, elle est présentée sous forme de logigramme respectant les dix principes «Qualisol», elle couvre les étapes suivantes :

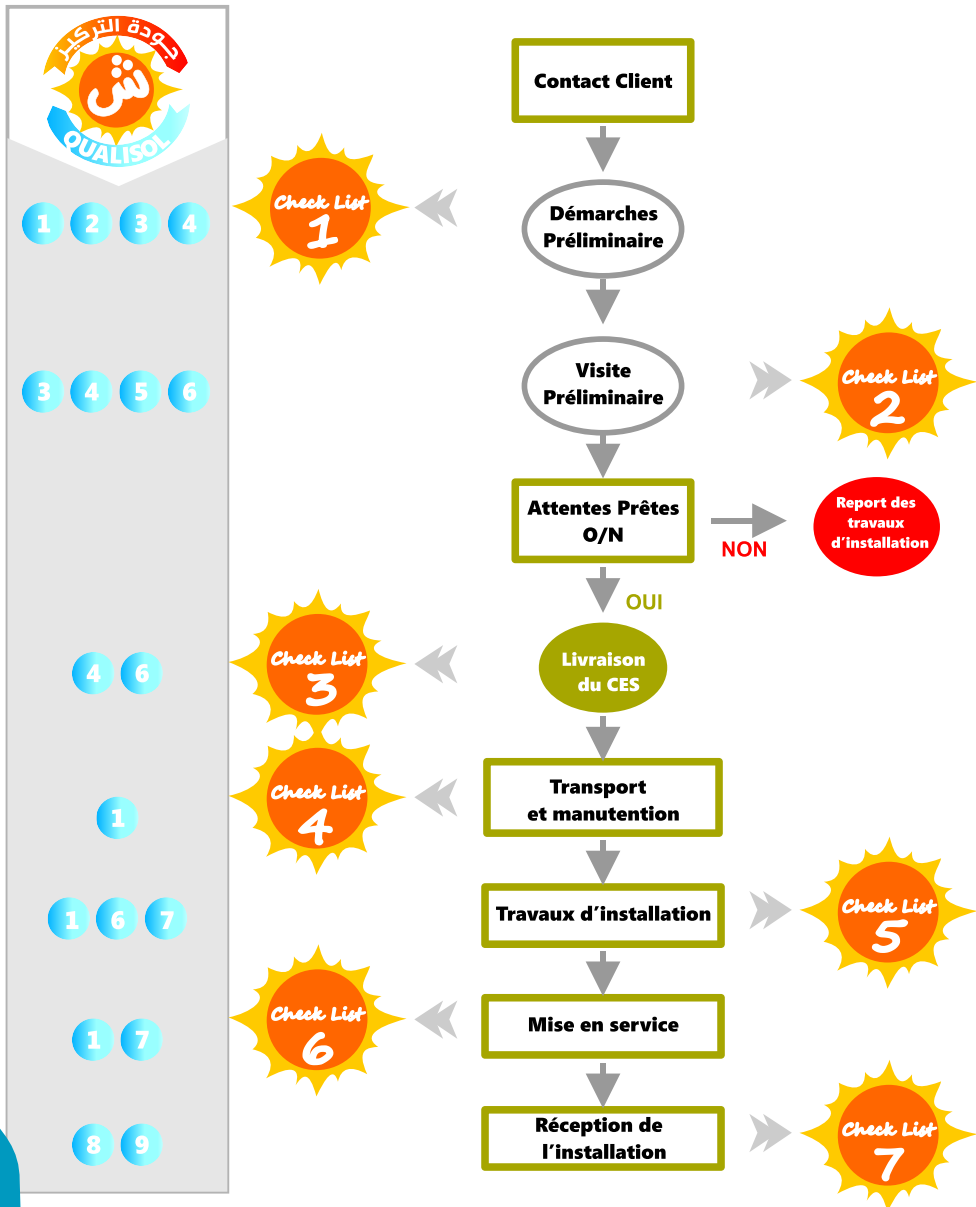
- Le contact client (visite préliminaire et rendez vous d'installation)
- Livraison du CESI
- Préparation de l'installation
- Pose et installation du CESI
- Mise en service
- Réception de l'installation par le client



Cette partie comprend aussi sept (7) check list que l'installateur utiliserait pour chaque étape.

Des conseils sont aussi formulés dans cette partie pour éviter les erreurs que l'installateur pourrait commettre et diffuser les bonnes pratiques d'installation.

### Démarche et déroulement des étapes : Logigramme





## Check List 1 : Démarches préliminaires

*L'installateur doit être en mesure de communiquer au client au moins les informations suivantes :*

### Informations Générales

- Fournisseur éligible au programme PROSOL et CESI agréé par l'ANME
- Présentation de la gamme de produits et conseil;
- Présentation des avantages accordés par le PROSOL
- Les artisans (pâtisserie, salon de coiffure...) bénéficient de la subvention mais pas du crédit (nouvelle disposition).

### Conditions Préalables à l'adhésion au Programme

- Disposer d'un abonnement STEG au nom du client.
- Un seul chauffe-eau est acquis par référence STEG.
- Un second chauffe-eau peut être acquis sans crédit STEG ou en cas de paiement intégral ou anticipé du premier crédit.

### Obligations du client

- La signature légalisée du formulaire d'adhésion au programme PROSOL et de souscription à un crédit bancaire en 3 exemplaires. Règlement des frais de dossier.

### Limites des Prestations

- Exécution préalable des attentes électriques et hydrauliques nécessaires à la mise en service dans les règles de l'art du CESI.
- Les frais des travaux supplémentaires seront à la charge du client. Un devis détaillé sera communiqué au client.
- Le client peut faire appel à d'autres spécialistes (Electricien et/ou plombier) pour réaliser les attentes hydrauliques et électriques nécessaires.
- L'installateur doit en cas de besoin fournir des conseils au client concernant l'adaptation du CESI aux besoins, à la qualité de l'eau et aux conditions climatiques.
- Les spécifications techniques du CESI doivent être précisées par l'installateur et expliquées au client pour optimiser son rendement et assurer la sécurité des utilisateurs.

### Référence Qualisol

- Principes 1,2,3 et 4



## Check List 2 : Visite préliminaire

*Dans cette étape, l'installateur doit accomplir les tâches suivantes :*

**Vérifier les informations client :**

**Expliquer au client que :**

**Mener des investigations concernant :**

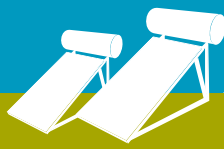
**Présenter une offre au client :**

**Convenir des conditions de financements :**

**Référence Qualisol :**

- Conditions d'adhésion au programme (Règlement factures STEG, locataire ou propriétaire, procuration si nécessaire, etc.)
  - Le CESI nécessite un entretien périodique.(5 années inclus dans le prix d'achat)
  - Les opérations d'entretien sont obligatoires pour faire valoir ses droits à la garantie du CESI.
  - Aucune modification ne sera apportée à l'installation sans consulter au préalable l'installateur ou le fournisseur du CESI.
- Le nombre d'utilisateurs et fréquence d'usage des équipements sanitaires
- Equipements de chauffage de l'eau sanitaire existants (chaudière murale, chauffe-eau électrique, etc) et le schéma de distribution.
- L'énergie ou combustible utilisés (gaz naturel, GPL, électricité).
- Les obstacles qui peuvent réduire la quantité d'énergie solaire captée par le CESI.
- Cette offre technique doit mentionner l'ensemble de la gamme commercialisée par l'installateur, avec les surcoûts éventuels
- Etablir, à la demande du client, un devis détaillé, mentionnant :  
Le coût du CESI, le coût de l'installation, les frais de dossier du crédit, le coût de la maintenance et éventuellement le coût des travaux supplémentaires.
- Arrêter les modalités de paiement des CESI :
  - Le montant de la subvention accordé.
  - Le montant du crédit à rembourser sur la facture STEG sur une durée de 5 ans.
  - Le montant restant à régler par le client.
  - Le règlement des frais du dossier STEG.
- Fixer une date précise pour les travaux d'installation du CESI.
- Principes 3,4,5 et 6





## Check List 3 : Livraison du CESI

Avant la livraison, l'installateur doit veiller à :

### Vérification des informations client :

- Noter sur un document toutes les informations relatives à : situation, accès, personne(s) à contacter, téléphone, etc.
- Communiquer les informations au chauffeur-livreur, technicien d'installation ou ses assistants.

### Vérification du Pack à l'atelier :

**Important :** La vérification des articles chargés seront comparés à ceux mentionnés sur le Bon de livraison au Magasin

- Capteur : absence de dommages visibles, vitre non cassé et absence de traces d'humidité (rouille)
- Ballon : capacité, type (ouvert ou fermé), absence de dommages visibles ou traces d'humidité (rouille)
- Colis d'accessoires : présence de tous les accessoires nécessaires au montage, fixation et connexions (kit hydraulique, calorifuge, raccords, supports)
- Fluide caloporteur pour circuit fermé
- L'outillage nécessaire aux travaux d'installation
- Poste de soudure, gaz, cintreuse, chignole, mèches, vannes, coudes, Tes etc.
- Matériel de manutention approprié

### Vérification des documents à présenter au client

- Facture détaillée
- Documents techniques du CESI
- Fiche de réception CESI (Fiche de prise en charge)
- Bon de garantie fournisseur.

### Vérification des équipements de sécurité

- Gants
- Tenue de travail ...

### Référence Qualisol :

- Principes 4 et 6

Check List  
4

## Check List 4 : Transport et manutention

Pour arrêter ses besoins de manutention, l'installateur doit vérifier :

**Conditions d'intervention :**

- Immeubles collectifs : moyen d'accès à la toiture/terrasse (ascenseur ou escalier)
- Villa et autres : terrasse accessible ou non

**Matériel d'intervention :**

- L'installateur prendra ses dispositions concernant les points suivants :
- Matériel de levage et de manutention (échelles, cordes, poulies, etc).
- Transport des composants selon les instructions du fabricant.
- Equipement de protection individuelle (EPI) : Casques, Gants, balisage de la zone d'intervention en cas de besoin.

**Référence Qualisol :**

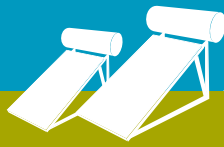
- Principe 1



Accessoires : gants de sécurité, cordes, poulies, anneaux, crochets, etc



Echelle coulissante, Chariot avec pelle fixe ou rabattable



## Check List 5 : Travaux d'installation

Le montage d'un chauffe eau solaire est réalisé sur plusieurs étapes successives, qu'il faut respecter impérativement. Ces étapes sont préconisées par le fabricant et consignées dans un guide de montage. Pour un chauffe-eau solaire à thermosiphon direct et à capteur plan, les étapes de montage se présentent dans l'ordre suivant :

### **Cas des CESI à capteurs plans**

- Etape 0 : Travaux et vérifications préliminaires
- Etape 1 : Montage de la structure de supportage
- Etape 2 : Pose des capteurs
- Etape 3 : Montage du ballon et pose des dalles
- Etape 4 : Vérification de la stabilité globale
- Etape 5 : Raccordements Hydrauliques et électriques

### **Cas particulier des CESI à tubes sous vide**

- Etape 1-SV : Montage de la structure - non illustré-
- Etape 2-SV : Montage des réflecteurs et accessoires de fixation des tubes
- Etape 3-SV : Montage du ballon
- Etape 4-SV : Montage des tubes
- Etape 5-SV : Raccordements hydrauliques et électriques - non illustré-

### **Etape 0 : Travaux et vérifications préliminaires**

**En particulier, vérifier en présence du client**

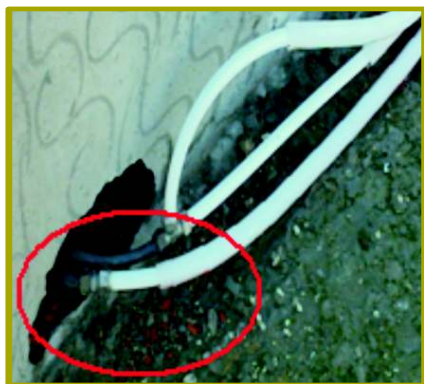
**Important :** A l'arrivée sur le lieu, vérifier les composants de l'installation avec le client.

- Absence de dégâts visibles du colis (Emballages abîmés, traces d'humidité sur l'emballage, etc.)
- Vérifier l'absence de dommage apparent, en particulier sur les capteurs solaire et le ballon.

### Check List 5 : Travaux d'installation (suite)

**La pose du CESI doit respecter les règles suivantes**

- Ne pas poser le CESI directement sur l'étanchéité du toit sans protection mécanique. Le poids du CESI peut endommager la couverture bitumineuse et engendrer des dégâts graves (fuites et infiltrations)
- Eviter de faire des réservations par chevilles ou autres moyens de fixation directement sur la toiture terrasse.
- Eviter la traversée de la remontée de l'étanchéité au niveau de l'acrotère, et utiliser des fourreaux rigides pour toutes traversées des parois maçonnées.



Remontée d'étanchéité endommagée par le passage de la tuyauterie



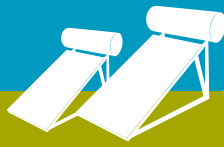
Etanchéité de la toiture terrasse endommagée par le support du CESI

- S'assurer de la présence des attentes conformément aux recommandations de la visite préliminaire.
- Choisir un emplacement du CESI loin des obstacles et proche d'une évacuation d'eau.
- Fixer l'orientation à l'aide d'une boussole (plein sud)

**Important :**

*Il est conseillé d'être au moins deux personnes pour effectuer le montage*

*Il est conseillé d'effectuer un repérage des composants et un pré-assemblage au sol*



Vérification des attentes existantes  
et raccordement du nouveau circuit

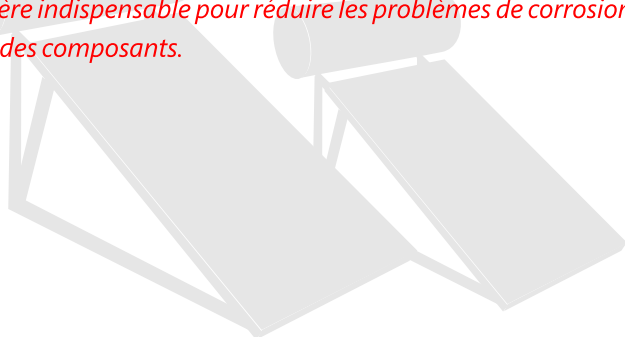


Choix de l'orientation et l'implantation  
du chauffe eau solaire

### ***Rappels importants :***

*Cette partie traite essentiellement les CES avec des capteurs plans, le montage des CESI à tubes sous vide est quasiment similaire. Chaque fois qu'il y a des points particuliers et des interventions spécifiques aux CESI à tubes sous vide, des clarifications seront insérées.*

*L'usage de matériaux résistant à la corrosion est indispensable pour la structure et les accessoires de raccordement, fixation et connexion (vis , boulons, chevilles etc.) des composants d'un CESI. Etant exposé aux aléas climatiques l'usage de l'acier galvanisé, voir l'inox, s'avère indispensable pour réduire les problèmes de corrosion et vieillissement prématuré des composants.*

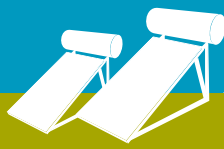


## Check List 5 : Travaux d 'installation (suite)

### Etape 1 : Montage de la structure de supportage



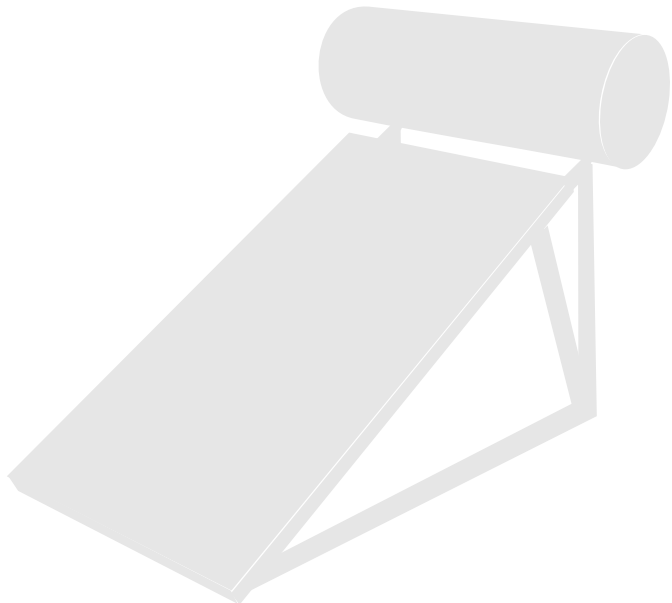
Assemblage au sol des supports triangulaires latéraux



## Check List 5 : Travaux d'installation (suite)



**Montage des traverses capteurs - Renforcement de la structure par le montage des croisillons de contreventement**



## Check List 5 : Travaux d'installation (suite)

### Etape 2 : Pose des capteurs



Fixation et positionnement des supports capteurs



Mise en place des capteurs sur les traverses supérieure et inférieure



Serrage des fixations sur la traverse inférieure capteur



Serrage des fixations sur la traverse supérieure capteur





## Check List 5 : Travaux d 'installation (suite)



Perforation des réservations de drainage pour éviter les effets néfastes de la condensation dans les capteurs



Serrage par clé et contre clé de la liaison supérieure capteurs



Serrage par clé et contre clé de la liaison inférieure capteurs

## Check List 5 : Travaux d 'installation (suite)

### Etape 3 : Montage du ballon et pose des dallettes



Mise en place des supports  
arrière ballon



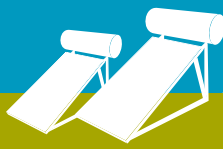
Dévisserie des fixations ballon autre variante  
de fixation du ballon- autre modèle



Mise en place centrée  
du ballon



Serrage des fixations ballon  
sur la structure de support



## Check List 5 : Travaux d 'installation (suite)



Serrage des croisillons de contreventement après montage du ballon



Pose des dalles de fixation du CESI avec vérification de l'alignement horizontal de l'ensemble de montage. Utiliser du mortier pour fixer les dalles au sol et des vis pour fixer la structure aux dalles

## Check List 5 : Travaux d 'installation (suite)

### Cas des Chauffe-eau à tubes sous vide

En absence de capteurs plans, la fixation du ballon vient après le montage du support métallique. Les étapes se succèdent comme suit :

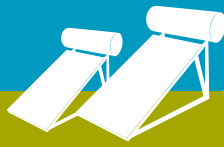
- Fixation des réflecteurs sur le support métallique
- Fixation du ballon au support métallique
- Fixation de la glissière en partie basse avec les colliers de fixation des tubes
- Insertion des tubes après l'application de la pâte thermique sur les doigts de gant

Les étapes 1 et 5 sont similaires entre les capteurs plans et sous vide. Ils ne seront pas par conséquent illustrés dans cette partie. On va présenter les étapes 2 à 4.

*Etape 2-SV : Montage des réflecteurs et accessoires de fixation des tubes*



Fixation des réflecteurs sur la structure métallique

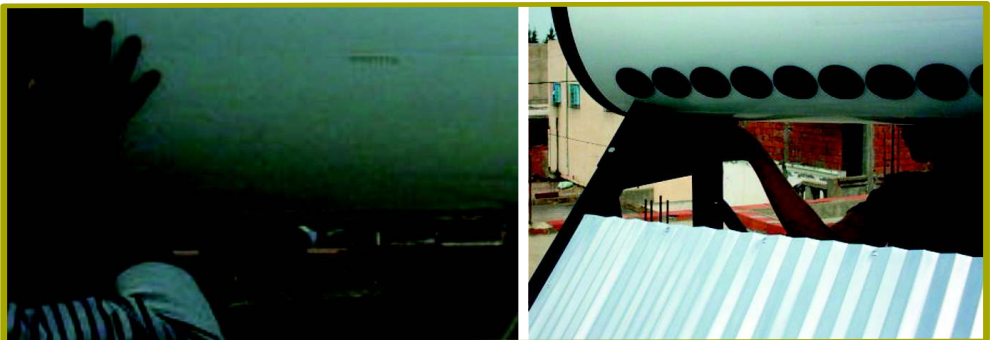


## Check List 5 : Travaux d 'installation (suite)

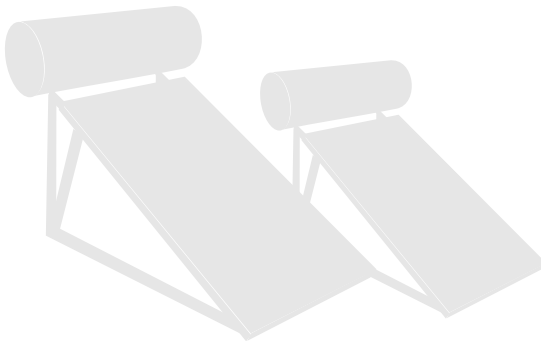


Insertion des colliers de fixation sur les glissières

### *Etape 3-SV : Montage du ballon*



Montage et fixation du ballon



## Check List 5 : Travaux d 'installation (suite)

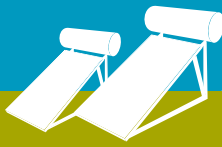
### Etape 4-SV : Montage des tubes



Préparation des tubes sous vide pour montage- application de la pâte thermique et mise en place des capots



Enfilement des tubes dans le ballon et fixation sur glissière



## Check List 5 : Travaux d 'installation (suite)

### Etape 5 : Raccordements Hydraulique et électrique



Pose et raccordement du groupe de Sécurité. Le groupe doit être monté en position verticale pour éviter son blocage par le calcaire



Raccordement et serrage de la tuyauterie eau froide ballon-captEUR

## Check List 5 : Travaux d'installation (suite)

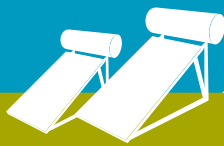


Raccordement et serrage de la tuyauterie eau chaude ballon-captteur



Remplissage du ballon pour rinçage, purge et élimination des divers déchets. Laisser l'eau couler pendant quelques minutes (2 à 5 mn)





## Check List 5 : Travaux d 'installation (suite)



Raccordement de l'appoint électrique avec mise à la terre obligatoire et réglage du thermostat à une température non excessive (45 à 50°C)



Façonnage, découpe et soudure des raccords hydrauliques aux attentes existantes. Le départ eau chaude doit être calorifugé



## Check List 6

### Check List 6 : Mise en service

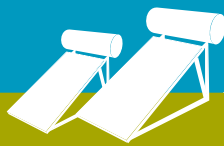
*L'installateur doit respecter les règles de mise en service suivantes :*

#### Rinçage et remplissage :

- Le remplissage doit avoir lieu pendant des heures à faible ensoleillement, sinon après avoir recouvert les capteurs pour éviter les chocs thermiques. Pour les régions avec risque de gel, il faut utiliser un liquide antigel prêt à l'emploi au niveau du CESI à circuit indirect. L'antigel doit être mélangé à l'eau avant remplissage conformément aux prescriptions du fabricant.
- Le remplissage des circuits hydrauliques dépend du type de CESI, ouvert ou fermé. Le tableau suivant récapitule les étapes à suivre selon le type de CESI :

### Opérations de mise à l'eau et vérifications de l'étanchéité des CESI

CESI à circuit ouvert	CESI à circuit fermé
<p><b>Remplissage du ballon</b></p> <p>Ouvrir au moins un robinet de puisage d'eau chaude dans la maison.</p> <p>Ouvrir l'entrée d'eau froide sur le groupe de sécurité du ballon,</p> <p>Laisser ouvert le robinet d'eau chaude jusqu'à la disparition complète des bulles d'air, puis fermer et laisser monter en pression le ballon.</p> <p>Vérifier tous les raccordements, resserrer si nécessaire.</p>	<p><b>Remplissage circuit fermé</b></p> <p>Remplir le circuit fermé d'un mélange eau distillée et antigel dans des proportions fixées par le fabricant</p> <p>Rincer et remplir avec le mélange antigel, en veillant à l'élimination régulière et complète de l'air</p> <p>Vérifier la pression nominale de remplissage à froid</p> <p>La pression doit rester constante pendant quelque minutes afin de s'assurer de l'étanchéité du circuit fermé</p>



## Check List 6 : Mise en service

**Raccordement électrique :** ■ ***Pour le raccordement de l'appoint électrique, l'installateur doit respecter les consignes suivantes :***

Les raccordements au réseau électrique font l'objet de normes strictes à respecter (mise à la terre, section des conducteurs, isolation, etc.).

L'installateur veillera au respect des points suivants :

- Section minimale de câble de 2,5 mm<sup>2</sup>
- Mise à la terre obligatoire
- Dispositif de protection par un disjoncteur différentiel 30mA

L'installateur veillera au réglage du thermostat à une température non excessive (entre 45°C et 55°C).

**Vérification de mise en service :** ■ ***Les opérations de mise en service consistent à vérifier :***

- L'étanchéité de l'installation lors de la mise en route (remplissage).
- L'épreuve d'étanchéité de l'installation doit s'opérer à la pression normale d'utilisation. Lors de la première montée en température, il y a lieu de surveiller la montée en pression ainsi que le fonctionnement des dispositifs de protection et de sécurité.
- Que tous les appareils ne subissent pas de détérioration et qu'ils ne se déplacent pas sur les supports, que les dilatations se font sans bruit et sans donner lieu à des déformations anormales.

**Référence Qualisol :** ■ Principes 1 et 7



## Check List 7 : Réception de l'installation

**Vérification avec le client :** ***A la réception de l'installation du CESI, l'installateur doit accomplir les tâches suivantes :***

- Récupérer la fiche de prise en charge du CESI signée par le client.
- Vérifier le dossier client et notamment les pièces suivantes :
  - 02 photocopies de la C.I.N.
  - 01 photocopie d'une facture récente d'électricité
  - Une copie de procuration dans le cas où les démarches sont entreprises par une tierce partie. (Autre que le propriétaire du local)
- Procéder au règlement définitif de l'opération par le client
  - Le client devra régler les frais de dossier qui seront versés à la STEG.
  - Le client doit régler le restant dû pour le prix du CESI.

**Maintenance et garantie :** ***Remettre la garantie et le contrat de maintenance au client :***

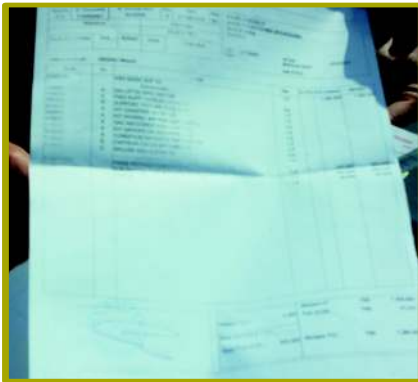
L'installateur doit remettre au client un bon de garantie sous forme de contrat de maintenance et de garantie totale (CMGT), précisant le coût et le planning des opérations de maintenance. Le bon de garantie doit mentionner, au moins, les informations suivantes :

<b>Nom &amp; Prénom du client :</b>	<b>Adresse :</b>
<b>Installateur :</b>	<b>Date de fabrication :</b>
<b>Numéro de Série du Capteur :</b>	<b>Date d'installation :</b>
<b>Numéro de Série du Ballon :</b>	<b>Date de mise en service :</b>



## Check List 7 : Réception de l'installation

Le CMGT est signé par le fournisseur, l'installateur et le client. Le planning des interventions doit être conservé par le client pour un contrôle régulier des interventions. Le non respect du planning expose le couple fournisseur/installateur au suivi de l'ANME.



Remise au client de la facture détaillée  
et de la fiche d'installation du CESI

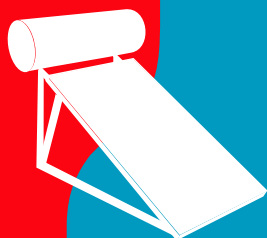


Présentation des fiches techniques et signature du contrat  
de maintenance et de garantie totale par le client et l'installateur



# Troisième partie

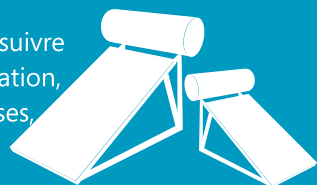
## Catalogue de prescriptions techniques et exigences de bonne installation



Cette partie comprend 12 pratiques présentées sous forme de :

Pratiques proscrites : qui décrivent les erreurs que l'installateur pourrait commettre lors de l'installation, ces pratiques doivent être évitées pour garantir une installation conforme aux normes et aux règles de l'art ;

Alternatives : qui constituent les solutions à suivre pour éviter les erreurs et anomalies d'installation, souvent ces alternatives ne sont pas coûteuses, elles traitent du bon sens de l'installateur.



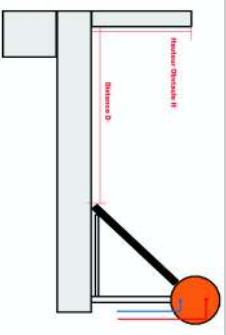



En plus des pratiques proscrites, des bonnes pratiques d'installation sont présentées, en vue d'une mise en service et exploitation optimales. Les opérations mentionnées constituent un complément indispensable aux prescriptions techniques pour diffuser des bonnes pratiques, assurer la satisfaction des utilisateurs et réduire les pannes et anomalies relevées sur plusieurs installations.

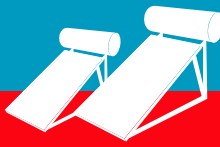
Pratique N°1 : Transport, maintenance et travail en hauteur

<p><b>Pratique proscrite</b></p>	<p>La maintenance et le levage restent le <b>maillon faible</b> des travaux d'installation des CESI en particulier pour les travaux en hauteur. Les appareils adaptés font souvent défaut, ce qui provoque des dommages pour les composants (capteur et/ou ballon) et parfois des accidents sérieux.</p>		
<p><b>Alternative</b></p>	<p>L'installateur doit disposer d'appareils adaptés aux travaux de maintenance et de levage. Echelles adaptées, cordes, poulies, gants, etc. L'installateur doit s'informer au préalable sur les conditions d'accès à l'emplacement projeté du CESI.</p>		


Pratique N°2 : Orientation et obstacle

<p><b>Pratique proscrite</b></p>	<p>Les obstacles réduisent considérablement la quantité d'énergie captée. Une attention particulière doit être accordée à l'espace environnant : végétation, future extension etc. Avec l'orientation, les obstacles constituent des éléments fondamentaux pour rentabiliser une installation solaire.</p>		
<p><b>Alternative</b></p>	<p>L'installateur doit implanter le CESI loin des obstacles et proche d'une évacuation. Il faut respecter une règle simple : <b>Distance CESI-obstacle <math>\geq 2x</math> hauteur Obstacle.</b></p>		





## Pratique N°3 : Calorifugeage et protection de la tuyauterie eau chaude

Pratique proscrite	<p>Le calorifugeage de la tuyauterie eau chaude est parfois négligé. Par méconnaissance ou souci d'économie l'installateur néglige ce point fondamental pour une installation solaire. Les pertes de chaleur sont significatives en particulier pour les réseaux longs et cheminant à l'extérieur des locaux. Certains installateurs utilisent du calorifuge sans protection mécanique et peu résistants contre les aléas extérieurs (pluie, rayons UV, rongeurs et oiseaux)</p>		
Alternative	<p>Le départ eau chaude doit être calorifugé par un isolant qui résiste à des températures élevées et aux UV. La protection mécanique par tôle en aluminium est une bonne pratique. Il existe aussi des isolants, fournis avec le CESI, qui résistent aux aléas extérieurs.</p>		

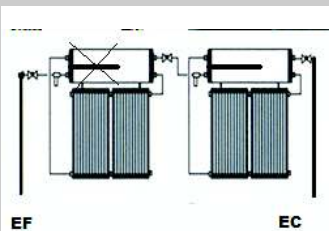

## Pratique N°7 : Pose inclinée du CESI

Pratique proscrite	<p>La pose du CESI sur une toiture doit se faire sur un plan parfaitement horizontal. Un capteur incliné sera mal irrigué ce qui réduit le rendement du CESI et l'efficacité de toute l'installation.</p>		
Alternative	<p>L'alternative consiste à vérifier impérativement le niveau de CESI avant sa fixation au support. Un niveau à bulle d'air peut être utilisé pour vérifier l'horizontalité du CESI. Comme les toitures plates présentent des pentes pour l'évacuation des eaux pluviales, il serait judicieux d'implanter le CESI à proximité des évacuations et ajuster les dalles pour avoir une horizontalité parfaite.</p>		

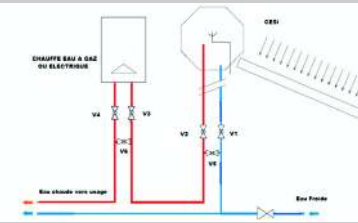

## Pratique N°5 : Non conformité du raccordement électrique

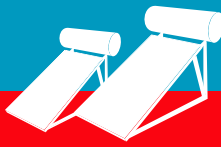
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Pratique proscrite</p>	<p>Le raccordement de l'appoint électrique d'un CESI est souvent mal exécuté. Par négligence ou méconnaissance l'appoint est raccordé directement sur le secteur sans protections préalables. Le non respect des sections des câbles et l'absence d'une mise à la terre peut provoquer des accidents (risque incendie).</p>		
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Alternative</p>	<p>L'appoint doit être raccordé à l'installation en respectant les normes en vigueur. Les principales exigences sont la protection de l'alimentation de l'appoint, mise à la terre de l'anode et la section du câble d'alimentation. La polarité du raccordement et la mise à la terre doivent être respectées. Le non respect de la polarité entraîne des courants de fuite dans le ballon.</p>	 <p>Disjoncteur 16 A protégé par différentiel 30 mA avec une section de câble cuivre d'au moins 2,5mm²</p>	

## Suppression de l'appoint électrique pour CESI en série





<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Bonne Pratique</p>	<p>Dans un montage en série des CESI, l'appoint électrique sera conservé uniquement sur le dernier CESI. Cette disposition réduit la consommation électrique de l'appoint et rentabilise l'ensemble de l'installation.</p>		
---	--	--	---

## Mobilisation d'un appoint non électrique

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Bonne Pratique</p>	<p>La mobilisation d'un appoint non électrique réduit la consommation électrique et rentabilise les équipements existants; un exemple est présenté sur le schéma ci-contre. Le principe de fonctionnement se présente comme suit :</p> <p><b>Saison Chaude :</b> V1, V2 &amp; V6 : ouvertes V3, V4 &amp; V5 : fermées</p> <p><b>Saison Froide :</b> V1, V2, V3 &amp; V4 : ouvertes V5 &amp; V6 : fermées</p>		
---	--	---	--



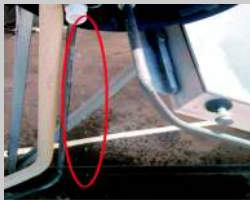

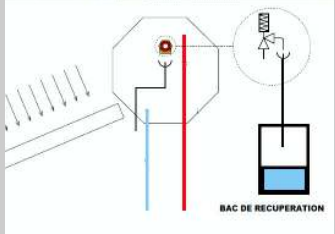

## Pratique N°8 : Usage d'une tuyauterie multicouche sur le départ eau chaude solaire

Pratique proscrite	<p>Les Tubes multicouches ne supportent pas les températures dépassant 90°C. L'usage des tubes multicouches et plastiques est à éviter sur le départ eau chaude du ballon solaire et en amont du mitigeur thermostatique.</p>		
Alternative	<p>L'usage du cuivre calorifugé constitue la meilleure alternative. Le cuivre possède des propriétés thermiques et sanitaires avantageuses et résiste particulièrement aux températures élevées rencontrées à la sortie du chauffe-eau solaire.</p>		

## Diamètres et natures des tuyauteries

Bonne Pratique	<p>Pour les CESI thermosiphon la tuyauterie, doit être dimensionnée selon les critères suivants : longueur et débit véhiculé. Dans la pratique on utilise :</p> <p><i>Alimentation en eau froide</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Cuivre 12/14</li><li>- Tube multicouche Dn16</li></ul> <p><i>Départ eau chaude solaire</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Cuivre avec les diamètres : 12/14 pour des distances <math>\leq</math> 10m et 14/16 pour des distances plus importantes</li></ul>		
----------------	---	--	--

## Pratique N°6 : Evacuation du groupe de sécurité

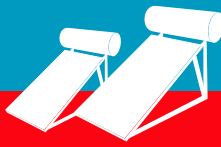
<p>Pratique proscrite</p>	<p>Le groupe de sécurité assure l'évacuation de l'eau en cas de surpression. Les écoulements et les fuites provoquent des dégâts au niveau de la toiture terrasse.</p>		
<p>Alternative</p>	<p>Le groupe de sécurité doit être raccordé vers le point d'évacuation le plus proche. A défaut d'un raccordement en règle vers une évacuation, un réservoir sera placé sous le groupe de sécurité pour réduire les effets néfastes de ces écoulements. Le groupe de sécurité doit être installé en position verticale.</p>		

## Accessoires de protection et d'entretien

<p>Bonne Pratique</p>	<p>La mise en place de certains accessoires permet de protéger le CESI et faciliter les opérations d'entretien. Parmi ces accessoires on peut citer - Vanne d'isolement : elle permet d'isoler le CESI et faciliter l'entretien ou le démontage des accessoires installés en aval de la vanne - filtre adapté sur l'alimentation en eau froide du CESI. Il réduit les dépôts d'impuretés et augmente la durée de vie des composants du CESI. Ces accessoires seront adaptés au diamètre de l'alimentation en eau froide.</p>		
-----------------------	--	--	---

## Mise en place d'un manomètre et raccordement sur circuit existant

<p>Bonne Pratique</p>	<p>La mise en place d'un manomètre et un réducteur de pression constituent une bonne pratique pour optimiser le fonctionnement du CESI. Le manomètre permet un contrôle du groupe de sécurité et contrôler la pression de service. Sa plage de mesure doit dépasser la pression d'ouverture de la soupape de sécurité. On peut utiliser des manomètres allant jusqu'à 12 bars. Les réducteurs de pression sont recommandés chaque fois que la pression du réseau Public dépasse 5 bars.</p>		
-----------------------	---	---	--



## Pratique N°4 : Absence de mitigeur sur le départ eau chaude solaire

Pratique proscrite

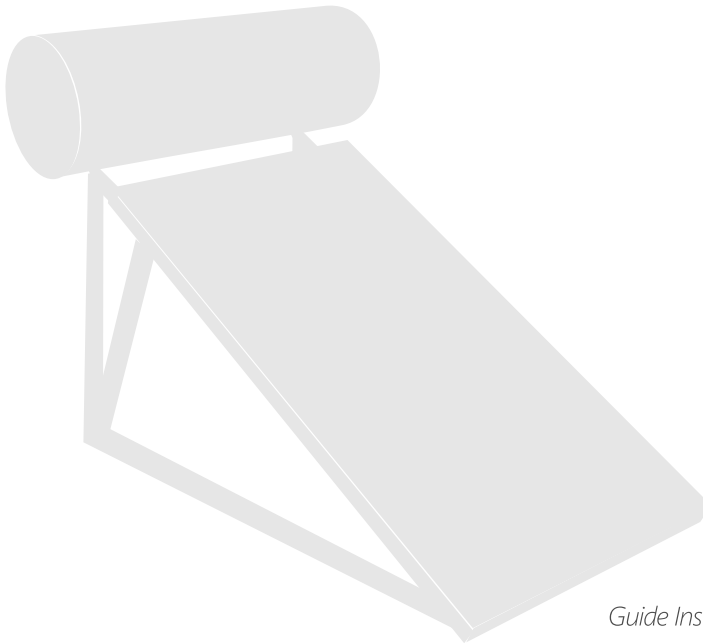
L'eau chaude solaire peut atteindre des températures élevées, dépassant 70°C. Les risques de brûlures sont sérieux, en particulier pour les points de puisage très proches du CESI. Le raccordement direct sur les alimentations eau chaude des appareils sanitaires expose les usagers aux risques de brûlure.



Alternative

L'alternative consiste à installer un mitigeur Thermostatique sur le départ eau chaude.

Le mitigeur doit être adapté aux contraintes des circuits solaires en particulier les températures élevées.



### Pratique N°9 : Fixation des CESI sur la toiture terrasse

Pratique proscrite

La fixation du CESI à un support rigide et stable est un impératif de résistance aux aléas climatiques. Un support non adéquat réduit la stabilité du CESI et peut provoquer des dommages à l'étanchéité de la toiture terrasse.



Alternative

Le CESI doit être rigidement fixé sur des dallettes fournies par l'installateur. Pour des installations de taille plus importantes (CESI interconnectés), des socles en béton seront coulés pour supporter la future installation et la désolidariser de la toiture terrasse.



### Mise en place d'un supportage des réseaux

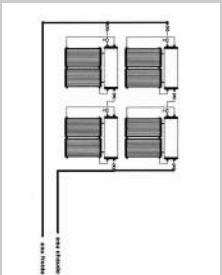

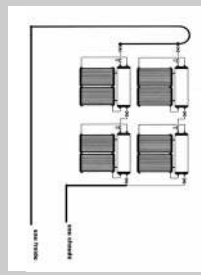

Bonne Pratique

La mise en place d'un supportage de la nappe hydraulique constitue une bonne pratique pour éviter les problèmes au niveau de l'étanchéité, la tuyauterie et le calorifuge



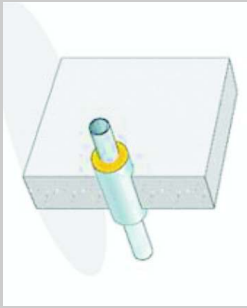







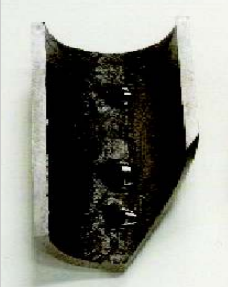

## Pratique N°10 : Montage des CESI en batterie

Pratique proscrite	<p>Un montage série-parallèle doit respecter un ensemble de règles, parmi lesquelles l'équilibrage hydraulique des branches. L'eau passe dans le circuit le moins résistant. D'où une mauvaise irrigation des branches les plus éloignées.</p>		
Alternative	<p>Le montage en Teckelman constitue une bonne alternative pour les installations avec Kits interconnectés. Le montage nécessite un savoir faire et un schéma de principe et de raccordement spécifiques.</p>		


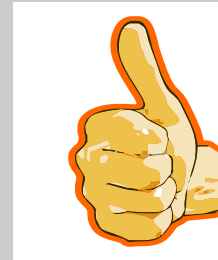
## Pratique N°11 : Etanchéité de la toiture terrasse

Pratique proscrite	<p>La traversée de la remontée de l'étanchéité est une anomalie souvent constatée. Une étanchéité perforée favorise l'infiltration des eaux vers le plancher et provoque des dégâts sérieux.</p>		
Alternative	<p>Les conduites ou fourreaux doivent passer au-dessus de la remontée de l'étanchéité, de préférence dans des fourreaux rigides. Une alternative consiste à placer la tuyauterie et l'alimentation électrique dans un chemin de câble ou supports rigides jusqu'au point de raccordement avec les points de puisage.</p>		


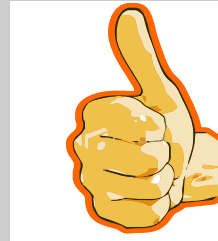
## Pratique N°12 : Raccordements et étanchéité (Corrosion par couple galvanique)

Pratique proscrite	<p>L'installateur doit veiller à assurer une parfaite compatibilité des métaux entrant dans la composition de l'installation sous peine de création de couples galvaniques.</p> <p>Il apparaît encore nécessaire de rappeler qu'en particulier, la présence de cuivre en amont du réseau en acier galvanisé est formellement interdite.</p>		
Alternative	<p>Voici quelques exemples de procédés utilisés pour combattre la corrosion :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Revêtements protecteurs tels que la peinture. Un tel revêtement constitue une barrière entre le métal et son environnement, empêchant le courant de circuler.</li><li>- Addition d'inhibiteurs chimiques dans la solution en contact avec le ou les métaux. Le passage du courant est freiné et la corrosion aussi.</li><li>- Isolation des métaux différents par une rondelle de Bakélite, de plastique etc.</li></ul>		

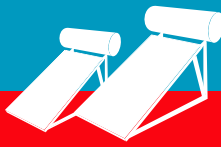
## Usage des produits adaptés pour les raccordements

Bonne Pratique	<p>L'usage du chanvre ou la filasse, avec patte à joint, sur le départ eau chaude solaire, offre une meilleure étanchéité. Le téflon n'est pas adapté aux températures rencontrées dans les circuits solaires.</p>		
----------------	--	--	---

## Usage des produits de soudure adaptés

Bonne Pratique	<p>Les soudures sur un circuit solaire doivent résister à des températures élevées. L'usage de baguettes de soudure avec des taux élevés en argent est vivement recommandé.</p>		
----------------	---	---	--





## Choix entre CESI à circuits ouvert ou fermé

### Bonne Pratique

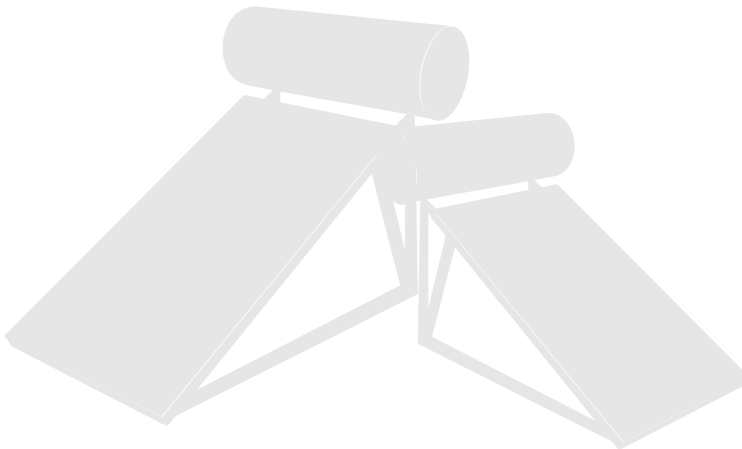
L'usage d'un CESI thermosiphon indirect réduit les problèmes de dépôt de tartre dans les capteurs et les effets néfastes du Gel. Le CESI indirect constitue un bon choix technique pour certaines villes du Nord ouest, voire le Sud Tunisien. Le circuit fermé capteur-échangeur sera rempli avec de l'eau déminéralisée mélangée avec de l'antigel. Le fluide caloporteur sera vérifié annuellement et changé selon les recommandations du fournisseur.



## Usage de CESI à tubes sous vide

### Bonne Pratique

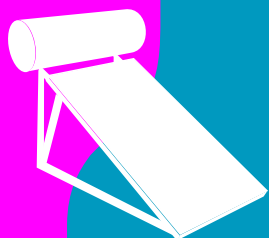
Le CESI à tubes sous vide sont très performants et subissent souvent des surchauffes en absence de puisage en saison chaude. Son usage doit être adapté au climat de la région pour éviter les problèmes de surchauffe, fuites sur le groupe de sécurité etc. Un retrait de quelques réflecteurs est vivement recommandé en saison chaude.





# Quatrième partie

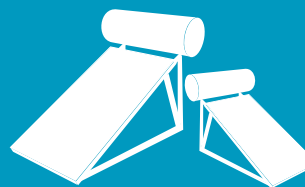
## Maintenance et entretien des chauffe-eau solaires



Cette partie concerne prescriptions à suivre par l'installateur et le client pour assurer une meilleure exploitation du CESI, ces prescriptions sont de trois types :

- Entretien de routine assuré par le client.
- Entretien préventif assuré par l'installateur ; au cours des visites périodiques assurées dans le cadre de la garantie.
- Entretien curatif, assuré par l'installateur en cas de panne.

Elle présente trois (3) check list pour ces trois types d'interventions.



Les chauffe-eau solaires agréés ne requièrent de l'utilisateur que surveillance, bon fonctionnement, et certaines opérations simples de maintenance et d'entretien préventif.

Les systèmes solaires sont construits pour durer aussi longtemps que tout système de plomberie ; ils doivent être conçus pour résister aux intempéries. Ils sont fiables et demandent peu d'entretien. C'est en particulier le cas des systèmes du type thermosiphon. Des contrôles de routine permettront de détecter à temps tout problème sur le système solaire. Leur entretien maintiendra leurs performances et prolongera leur durée de vie. L'installateur doit conseiller son client en distinguant entre les interventions suivantes :

### Entretien de routine assuré par le client :

L'installateur doit expliquer, voire faire une démonstration au client, les opérations élémentaires d'entretien qui améliorent le rendement du CESI et évitent des frais et déplacements inutiles pour des interventions minimales, que le client peut assurer.

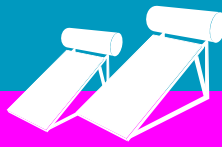
### Entretien préventif assuré par l'installateur ; au cours des visites périodiques assurées dans le cadre de la garantie :

L'installateur doit préciser que dans le cadre de la garantie des interventions sont rémunérées. Une facture détaillée sera communiquée au client, précisant les coûts de la fourniture et pose des composants réparés ou remplacés.

### Entretien curatif, assuré par l'installateur en cas de panne :

L'installateur doit préciser au client les points suivants :

- Le délai maximum d'intervention (généralement autour de 72 heures)
- Les frais d'intervention : transport diagnostic, main d'œuvre et coût des pièces.



## Check List 1 : Entretien préventif assuré par le client

**Opérations  
de vérification  
à conseiller  
au client :**

- Après les intempéries, détecter tout bris de vitre, de tuyauterie, ou d'isolant.
- Nettoyer si nécessaire les capteurs solaires, avec chiffon et de l'eau savonneuse.
- Vérifier périodiquement l'état et la solidité des supports. Chercher toute fuite éventuelle.
- Dans les capteurs plans vitrés, surveiller l'apparition d'humidité. Si c'est le cas, vérifier le joint entre le cadre et la vitre. Il faut aussi vérifier que les trous de condensation placés en dessous du capteur soient bien dégagés.
- Vérifier le groupe de sécurité, en tournant le bouton de purge. (Il est normal que le groupe "goutte", en cas de température d'eau élevée)



Dépôt de poussières sur le vitrage



Traces d'humidité sous le verre



Manoeuvre du bouton de purge



Contrôle des réservations drainage

## Check List 2

### Check List 2 : Entretien préventif assuré par l'installateur

**Important :** D'abord, n'oubliez pas que l'eau et l'électricité exigent que l'on prenne des précautions lors de réparation ou d'entretien. Coupez votre arrivée d'eau froide et d'électricité avant d'entreprendre toute démarche.

- En suite procédez à la vérification des éléments suivants :
  - Vérification visuelle des canalisations, raccords et accessoires (groupe de sécurité, réducteur de pression, mitigeur thermostatique, filtre etc.)
  - Vérification du calorifuge et de sa protection
  - Réglage de la température de consigne de l'appoint éventuel
  - Nettoyage général (selon nécessité)

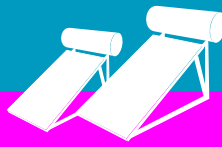
Entretien de l'état de la structure

Remise en peinture antirouille si nécessaire

Dans les endroits où l'eau est chargée en minéraux ou particules en suspension, il est recommandé de procéder régulièrement à une vidange complète et au nettoyage du réservoir. L'élimination des dépôts permet de conserver l'efficacité du système, de prévenir les risques d'obstruction de la tuyauterie, mais également les risques de prolifération bactérienne.

Détartrage : le calcaire peut boucher complètement le collecteur du capteur solaire.

Pour remédier à cela un détartrage périodique est obligatoire .Ce genre d'opération est souvent signalée dans le manuel du fournisseur



Manoeuvre du bouton de purge



Contrôle des réservations drainage

- Vérifier et/ou changer le fluide caloporteur du circuit fermé (cas des CESI indirect). La fréquence de cette opération est souvent signalée dans le manuel du fournisseur.
- **Changement d'anode :**  
Quand l'anode atteint un niveau d'usure son diamètre devient très réduit , ce qui provoque des fuites au niveau de l'écrou de serrage. Ce problème est accéléré par la non mise à la terre de l'anode (cas assez fréquent).
- **Contrôles électriques :**
  - Vérifier tout dommage aux fourreaux, câbles électriques
  - Vérifier le bon état des connexions électriques et de la mise à la terre.
  - Vérifier le réglage du thermostat
  - Vérifier l'état de la résistance électrique (dépôt de tartre)



Nettoyage de résistance



Réglage du thermostat

## Check List 2 : Entretien préventif assuré par l'installateur



Nettoyage du ballon solaire  
par balai



Nettoyage du ballon - extraction  
des dépôts de tartre

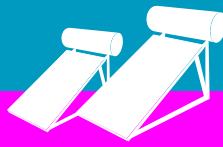


Contrôle et remplacement de  
l'anode



Contrôle et manoeuvre du groupe  
de sécurité





## Check List 3 : Entretien curatif assuré par l'installateur

### **Important :** *Disposition de sécurité lors des opérations de maintenance*

*Les capteurs en stagnation peuvent atteindre des températures d'autant plus élevées qu'ils sont performants. Même un capteur plan à simple vitrage peut monter en stagnation à une température supérieure à 100 °C. Il existe un danger de brûlure au simple contact des pièces métalliques proches de l'absorbeur. Il est recommandé de porter des gants et d'utiliser une toile pour couvrir les capteurs pendant l'intervention.*

*Pour les mêmes raisons, afin d'éviter des chocs thermiques qui peuvent endommager les composants, et causer des brûlures, il est recommandé de ne jamais remplir ou redémarrer un système vidangé qui vient de stagner en plein soleil.*

### ■ **Diagnostic et constatation : Température de l'eau peu élevée**

Sources probables :

- Etranglement
- Bouchage des circuits hydrauliques
- Pertes de chaleur
- Autres sources

### ■ **Etranglement :**

Un bouchage entre le capteur et le ballon réduit et empêche la circulation entre le capteur et le ballon. Le transfert de chaleur vers l'eau froide du ballon n'est plus assuré.

Une vérification du bouchage est impérative. Notons que ce problème touche particulièrement les CESI thermosiphon à circuit ouvert.

Il suffit pour le savoir de déposer la main sur le vitrage du capteur ; si la température de surface du vitrage est élevée cela signifie l'existence éventuelle d'un bouchage.

### ■ **Bouchage des circuits hydrauliques :**

- Vérifier si le retour capteur-ballon est bouché même au niveau de l'embout du ballon
- Vérifier si un collecteur ou tuyau est tordue à cause d'un mauvais serrage ou cintrage
- Vérifier la liaison ballon-capteur.
- Vérifier si le capteur n'est pas complètement bouché par le calcaire.

### Check List 3 : Entretien curatif assuré par l'installateur



Collecteur tordu suite à un mauvais serrage



Conduite bouchée par un dépôt de tartre

#### ■ Pertes de chaleur :

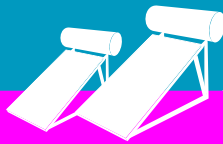
Diagnostic et constatation : Eau produite froide, malgré l'absence de puisage.

Origine de la panne : le calcaire peut se former au niveau du clapet anti-retour et coincer le ressort

#### ■ Solution :

- Ouvrir le clapet au niveau du groupe de sécurité.
- Enlever le dépôt de calcaire sans abîmer le joint ou le ressort.
- Vérifier le bon fonctionnement du ressort.
- Un détartrant peut être utilisé pour nettoyer le mécanisme. Les composants seront noyés dans une solution détartrante diluée, puis rincés avec un jet d'eau.
- Au moment du montage, mettez un peu de graisse au niveau du joint.





## Check List 3 : Entretien curatif assuré par l'installateur



### ■ Autres sources

- Vérifier si le capteur est Horizontal, une mauvaise implantation induit une mauvaise irrigation du capteur et un blocage de la circulation naturelle de l'eau
- Vérifier la présence du fluide caloporteur dans le circuit primaire des CESI thermosiphon indirect
- Vérifier l'absence d'obstacles (Nouvelle extension, végétation etc.) qui réduisent l'ensoleillement reçu par les capteurs.
- Pertes de vide pour les capteurs à tubes sous vide
- Groupe de sécurité bloqué et encrassé par le calcaire



■ Tubes sous vide retirés pour réparation



■ Tubes sous vides hors usage

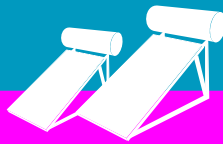
## Check List 3 : Entretien curatif assuré par l'installateur

### ■ Cas des fuites :

- Fuite au niveau du groupe de sécurité : Le calcaire bloque la soupape de sécurité provoque des fuites et un écoulement plus au moins continu. Ces fuites sont préjudiciables à la toiture terrasse en cas de stagnation.
- Fuite au niveau du raccordement entre capteurs : vérifier s'il n'y a un problème au moment de serrage du mamelon de raccordement entre les capteurs. Vérifier les joints au niveau de cette connexion..
- Fuite sous vitrage : Vérifier les raccords des capteurs qui peuvent être à l'origine de cette fuite. Mais si la fuite est interne et visible (les capteurs doivent être remplacés.
- Fuite au niveau du ballon : Vérifier l'étanchéité de la bride (joint gamme bien serré). Si la fuite est au niveau de l'anode, il faut changer l'anode. Si la fuite est au niveau de la jaquette (fuite virole) procéder au changement du ballon.

Différents exemples de fuites : mauvais serrage, corrosion, manque d'étanchéité, etc.





## Check List 3 : Entretien curatif assuré par l'installateur

### ■ Problèmes électriques :

- Dans la plus part des cas, il suffit de réarmer le thermostat en poussant le bouton rouge de sécurité, car pendant les périodes estivales les températures dans le chauffe-eau solaire peut dépasser 90° C, ce qui amène le thermostat à réagir comme si la consigne a été dépassée et déclenche la double sécurité. Au retour des mois froids l'utilisateur voulant mettre sa résistance en marche la trouve hors d'usage et conclut à une panne.
- Dans certains cas le client réclame que l'appoint électrique fonctionne d'une façon saccadée pendant des courtes durées sans chauffer l'eau . Ceci prouve que le corps de chauffe est complètement confiné dans le calcaire. Dans ce cas, il faut nettoyer l'appoint et enlever le calcaire.
- Ne jamais oublier de remplacer le joint de bride.  
Vérifier si l'étanchéité du boîtier de connexion électrique n'est plus assurée. Ce problème est assez fréquent pour les boîtiers placés sur la génératrice inférieure du ballon.



Résistance totalement confinée dans le tartre

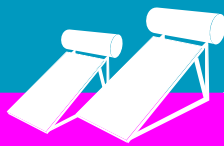


Problèmes de corrosion et d'étanchéité autour de la résistance électrique

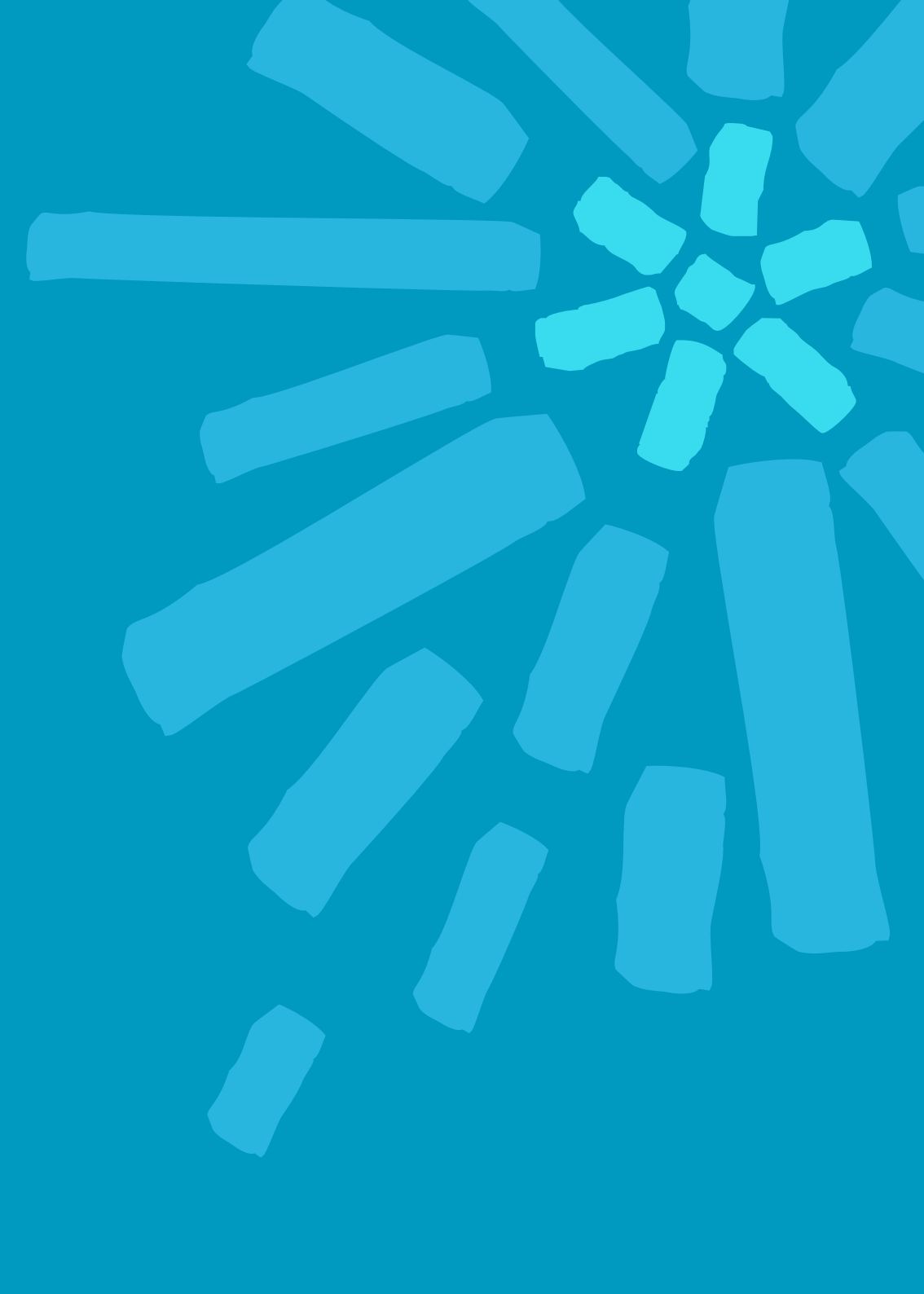
Le tableau suivant présente un récapitulatif des pannes courantes du CESI et les actions à entreprendre par l'installateur

## Diagnostic des pannes courantes des CESI et actions à entreprendre

Panne/Constat	Thermosiphon ouvert	Thermosiphon fermé
Fuites au niveau des raccords	X	X
	X	X
Absence d'eau chaude	X	
		X
		X
	X	X
	X	X
Absence d'eau chaude pendant les périodes froides	X	X
Absence de l'eau chaude aux points de puisage	X	X
Présence d'humidité sur le capteur	X	X
	X	X
Débit d'eau chaude faible aux points de puisage	X	X
La différence de températures est élevée entre capteur et eau du ballon	X	X
Installation bruyante	X	X
L'appoint électrique ne fonctionne pas au démarrage de la saison froide	X	X



Cause(s) probable (s)	Action (s)	Observations
Raccords plein de calcaire	Nettoyer/Remplacer les raccords	
Joints défectueux	Remplacer les joints	
Capteur bouché par du calcaire (l'eau ne circule plus)	Vérifier/Remplacer Anode de magnésium Détartrer et nettoyer le capteur	
Manque du fluide antigel	Contrôler le niveau/Ajouter le fluide antigel	
Fuites au niveau du vase d'expansion	Remplacer le vase d'expansion et ajouter le fluide antigel	
Calorifuge en mauvais état ou absent	Remplacer/calorifuger les conduites d'eau chaude	
Perte du vide de quelques tubes	Remplacer les tubes sous vide défectueux	Cas du CESI à tubes sous vide
Clapet du groupe de sécurité bloqué dans la position ouverte	Nettoyer/Remplacer le groupe de sécurité	
Résistance électrique ne fonctionne pas	Nettoyer/Remplacer la résistance électrique	En cas de présence d'un appoint électrique
Thermostat mal réglé à la température de consigne	Régler le thermostat (50°C)	
Thermostat défectueux	Changer le thermostat	
Clapet du groupe de sécurité bloqué dans la position fermée	Nettoyer/Remplacer le groupe de sécurité	
Départ eau chaude colmatée	Nettoyer/Enlever le tartre	
Joint de capteur défectueux	Remplacer le joint	
Trous de condensation obturés	Dégager les trous de condensation	
Pertes de charges importantes Dépôt de tartre important Chute de pression dans le réseau public	Détartrer et purger le capteur et ballon Vérifier et nettoyer le groupe de sécurité	
Dépôt de tartre dans le capteur ou échangeur bouché	Détartrer le capteur et/ou purger l'échangeur	Le circuit capteur n'arrive plus à évacuer la chaleur
Chute de pression et/ou eau chargée	Purger et augmenter la pression si possible	
Thermostat mis hors circuit par sécurité	Réarmer le thermostat	Généralement au dessus de 90°C le thermostat met la résistance électrique hors service





# ANNEXES

## ANNEXE 1 : Liens Utiles

**ANME** : Agence Nationale de Maîtrise de l'Energie : [www.anme.nat.tn](http://www.anme.nat.tn)

**STEG** : Société Tunisienne d'Electricité et du Gaz : [www.steg.com.tn](http://www.steg.com.tn)

**CSNER** : Chambre Syndicale Nationale des Energies Renouvelables :  
[www.csner-tn.com](http://www.csner-tn.com)

**ECO-PARK** : Pole scientifique et Technologique de Borj CEDRIA :  
[www.ecopark.rnrt.tn](http://www.ecopark.rnrt.tn)

**ATFP** : Agence Tunisienne de la Formation Professionnelle :  
[www.atfp.edunet.tn](http://www.atfp.edunet.tn)

**Répondeur PROSOL** : 71 901 444

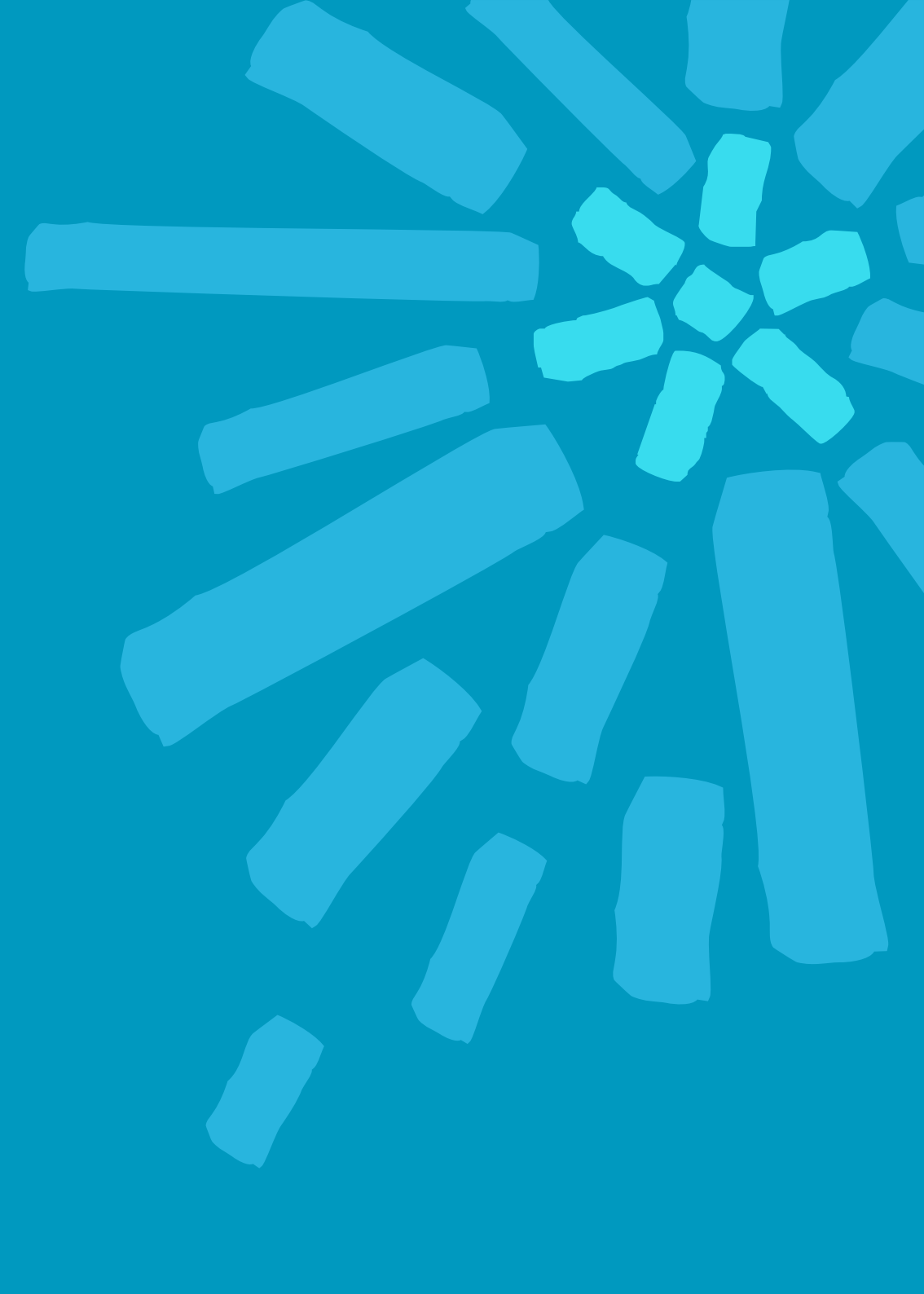
## ANNEXE 2 : Références normatives et réglementaires

### Programme PROSOL

- Cahier des Charges Techniques d'Eligibilité des Fournisseurs des Equipements Solaires Thermiques - Programme PROSOL TUNISIE - ANME
- Cahier des Charges Techniques d'Eligibilité des Equipements Solaires Thermiques de Chauffage de l'Eau - Programme PROSOL TUNISIE - ANME
- Annexe 2 : Demande d'Eligibilité au Programme PROSOL TUNISIE : Dossier descriptif du chauffe eau - Programme PROSOL TUNISIE - ANME

### Principales normes européennes et tunisiennes en vigueur dans le domaine du solaire thermique

- La norme d'essais des capteurs EN 12975 (parties 1 et 2)  
(Adoptée en Tunisie en 2008 sous la référence : NT-EN 12975 - 1 et 2)  
*La partie 1 de cette norme décrit les exigences de durabilité, de sécurité et de performance des capteurs alors que la partie 2 décrit les différents essais à réaliser : essais mécaniques et de sécurité et essais de performance thermique (efficacité, pertes thermiques, courbes de rendement).*
- La norme d'essais des CESI "préfabriqués en usine " EN 12976 (parties 1 et 2) :  
(Adoptée en Tunisie en 2008 sous la référence : NT-EN 12976 - 1 et 2)  
*Elle concerne les capteurs auto-stockeurs, les chauffe-eau à thermosiphon et les chauffe-eau solaires à circulation forcée du fluide caloporteur. La partie 1 de cette norme décrit les exigences de durabilité, de sécurité et de performance et la partie 2 décrit les différents essais à réaliser : mécaniques, sécurité, aptitude à la production d'ECS et de performances thermiques permettant de déterminer la part de la production d'ECS couverte par le solaire.*





Guide réalisé par :



gtz



Chambre Syndicale  
Nationale des Energies  
Renouvelables