

Le suivi des installations de chaleur solaire collective



Cahier des charges des trois fonctions disponibles

Introduction

Un projet en solaire thermique collectif ne s'arrête pas à la mise en service de l'installation.

L'installation d'un système solaire thermique ne s'arrête pas à sa mise en service. Pour assurer une production d'eau chaude solaire efficace et durable, il est essentiel de la surveiller et de l'entretenir régulièrement.

✦ Pourquoi un suivi est-il indispensable ?

Même avec une installation bien conçue et réalisée par des professionnels qualifiés, des aléas peuvent survenir au fil du temps :

- ✓ Usure des pièces,
- ✓ Évolution des habitudes de consommation d'eau chaude,
- ✓ Pannes discrètes voire invisibles (ex. pompe défectueuse) compensées par l'appoint sans que personne ne s'en aperçoive.
- ✓ Risque de baisse de performance et d'augmentation des coûts énergétiques.

Dans de nombreux cas, ces anomalies passent inaperçues, car le système d'appoint (gaz, fioul, électricité) prend automatiquement le relais, masquant ainsi la baisse de performance solaire. Pourtant, une panne non détectée peut avoir des conséquences importantes sur l'efficacité énergétique et la rentabilité de l'installation.

C'est pourquoi il est essentiel d'intégrer un **dispositif de suivi** dès la conception du projet. Un suivi adapté permet de :

- ✓ Détecter rapidement les dysfonctionnements,
- ✓ Maintenir un niveau de performance optimal,
- ✓ Optimiser les coûts d'exploitation grâce à une maintenance ciblée.

💡 Trois niveaux de suivi existent, selon les besoins :

- 1 **Alerte** : Signalement immédiat en cas de panne ou d'anomalie (voyant, SMS, email).
- 2 **Suivi simplifié** : Analyse mensuelle des performances avec comparaison aux prévisions.
- 3 **Suivi détaillé** : Collecte et analyse approfondie des données pour un diagnostic précis et une intervention optimisée.

✦ Ce guide détaille les bonnes pratiques et les outils pour mettre en place un suivi adapté à chaque installation.

1. Mesures en continu – Alerte état de fonctionnement

a) Objectif

L'objectif de ce suivi est de détecter rapidement tout dysfonctionnement de l'installation solaire. Il repose sur un système simple et peu coûteux, qui déclenche une alerte en cas d'anomalie.

Il ne s'agit pas d'un diagnostic détaillé, mais d'un signal permettant d'intervenir rapidement pour vérifier et remettre l'installation en état.

⚠ Attention : Pour être efficace, ce suivi suppose que l'installation ait été correctement contrôlée et validée lors de sa mise en service (commissionnement).

b) Matériel

Ce suivi privilégie des solutions simples et économiques, en limitant l'usage de capteurs complexes. Plusieurs options sont possibles :

- ◆ Option 1 : Utiliser la régulation existante
 - Signale un capteur ou un actionneur défectueux.
 - Détecte une température anormale.
- ◆ Option 2 : Ajouter des capteurs spécifiques à la régulation
 - Débitmètre,
 - Sondes de température,
 - Pressostat.
- ◆ Option 3 : Exploiter un système de télé-relève
 - Utiliser un automate déjà en place pour le suivi énergétique (voir Chapitre 2).
- ◆ Option 4 : Installer un dispositif intelligent
 - Capable de croiser plusieurs données pour identifier un problème (voir offres disponibles).

c) En local ou à distance ?

- 💡 Deux options pour recevoir les alertes :
 - ✓ Localement : Un voyant lumineux dans la chaufferie indique une anomalie.
 - ✓ À distance : Un SMS, un email ou une alerte automatisée permet une réaction rapide.

⚠ Bonnes pratiques :

📅 Une visite de contrôle annuelle est recommandée pour détecter d'éventuels problèmes invisibles aux capteurs (exemple : corrosion).

2. Bilans énergétiques – Alerte niveau de performance ou de fonctionnement

a) Objectif

Surveiller les performances d'une installation solaire thermique est essentiel pour s'assurer qu'elle fonctionne correctement et reste rentable. Deux raisons principales justifient la réalisation de bilans énergétiques réguliers :

- ◆ Un fonctionnement apparemment normal ne garantit pas une bonne performance.
 - De petits dysfonctionnements peuvent affecter l'efficacité sans être détectés automatiquement.
 - La production d'énergie dépend fortement des conditions d'utilisation (ensoleillement, consommation d'eau chaude).
- ◆ Évaluer l'énergie réellement économisée est indispensable pour mesurer la rentabilité.
 - L'énergie solaire économisée ne peut pas être mesurée directement, mais elle peut être estimée en calculant **l'Énergie Solaire Utile** (ESU).

Qu'est-ce que **l'Énergie Solaire Utile** ?

C'est toute l'énergie transmise par le système solaire au réseau d'eau chaude (y compris le stockage et le bouclage). Elle peut être utilisée pour :

- ✓ Le soutirage d'eau chaude,
- ✓ Le transfert d'énergie entre ballons via une pompe.

💡 Deux manières d'analyser cette énergie :

✦ Analyse annuelle absolue : Permet de quantifier la performance globale du système (exprimée en kWh/m² de capteur).

→ Exemple : Le Fonds Chaleur impose un minimum d'énergie utile par m² selon la région.

✦ Analyse mensuelle relative : Compare la production réelle aux prévisions pour vérifier si le système fonctionne comme prévu.

→ Permet de détecter des écarts liés à l'ensoleillement ou aux habitudes de consommation.

b) Matériel

✦ Équipements de base

Le matériel indispensable pour mesurer ou estimer l'énergie solaire utile est détaillé en Annexe 1. Il comprend notamment :

- ✓ Un compteur d'énergie pour mesurer le volume et l'énergie soutirée.

✦ Options pour une meilleure précision

- Comptage énergétique de l'appoint : Peut être fait avec un compteur dédié (coût élevé) ou via un automate avec une sonde de température supplémentaire (moins cher, mais nécessite un automate).
- Sonde d'irradiation : Placée sur les capteurs solaires pour mesurer l'ensoleillement et affiner les analyses.

💡 Trois solutions existent pour enregistrer les données énergétiques :

- 1 Utiliser la régulation du système
- 2 Passer par un automate dédié
- 3 Installer des compteurs avec intégrateur (voir Annexe 1 pour plus de détails).

c) Relevé des données : En local ou à distance ?

👁️ Suivi en local (manuel)

- ✓ Un relevé mensuel suffit pour analyser les performances.
- ✓ Les compteurs conservent les index de fin de mois, évitant une visite systématique le 1er.
- ✓ Permet un passage régulier pour un contrôle visuel (utile pour l'entretien préventif).

🌐 Suivi à distance (automatisé)

- ✓ Permet un accès rapide aux données et une analyse plus fréquente.
- ✓ Peut être combiné avec un système d'alerte automatique (email, SMS...).
- ✓ Limite les déplacements et facilite la surveillance de plusieurs sites.

💡 Quelle solution choisir ?

- ◆ Le relevé manuel est suffisant si l'installation est facile d'accès et bien entretenue.
- ◆ Un suivi à distance est recommandé si l'installation est éloignée ou si les coûts de déplacement sont élevés.
- ◆ Les deux approches peuvent être combinées pour un suivi optimal..

3. Enregistrement de données – Aide au diagnostic

a) Objectif

L'enregistrement des données permet de suivre en détail le fonctionnement d'une installation solaire thermique et de détecter rapidement toute anomalie.

✦ Pourquoi est-ce important ?

- Les mesures sont prises à intervalles courts (chaque minute ou toutes les 10 minutes).
- L'analyse des courbes de performance par un spécialiste permet d'identifier précisément l'origine d'un problème.
- Un diagnostic rapide réduit le temps de non-performance et optimise la maintenance.

b) Matériel

✦ Données à collecter

Les informations stockées peuvent provenir :

- ✓ De la régulation du système,
- ✓ Des capteurs de suivi énergétique,
- ✓ Des capteurs d'alerte en cas de dysfonctionnement.

💡 Un capteur d'irradiation (mesure du soleil reçu par les capteurs) est un atout précieux pour analyser les variations de performance.

✦ Format des données

- ✓ Les enregistrements doivent être compatibles avec plusieurs systèmes.
- ✓ Les fichiers texte ou CSV sont recommandés pour faciliter l'analyse et le partage des informations.
- ✓ Un affichage sous forme de courbes automatiques est un plus pour visualiser les tendances.

✦ Optimisation des coûts

💰 Idéalement, un seul appareil (ex. : automate ou régulateur) doit assurer à la fois la régulation et l'enregistrement des données, voire d'autres fonctions de suivi.

c) Enregistrement en local ou à distance ?

✦ Suivi local

- ✓ Permet une collecte directe des données, sans besoin de connexion à distance.
- ✓ Utile pour les installations faciles d'accès.

✦ Suivi à distance

- ✓ Idéal pour un diagnostic en temps réel.
- ✓ Possibilité d'ajuster la régulation ou d'activer un composant à distance (ex. : forcer une pompe en cas de dysfonctionnement).

💡 Un accès à distance aux données permet une réactivité accrue et optimise la gestion des performances.

Annexe

Métrologie minimale pour les bilans énergétiques

a) Schémathèque et emplacement de la métrologie

Le matériel de suivi à mettre en place (nombre et emplacement des compteurs) dépend principalement de deux paramètres :

- Positionnement de l'appoint : intégré au ballon solaire ou séparé
- Présence d'un bouclage sur le ballon solaire

On peut ainsi définir quelques « schémas-type » d'installation solaire, correspondant aux différentes configurations d'instrumentation et d'exploitations des mesures.

Deux types de compteurs sont utilisés :

- Compteur d'énergie thermique : constitué par deux sondes de température (une « chaude » **T** et une « froide » **T**), un compteur volumétrique **(V)** et un module de calcul et d'affichage **(c1)**, il fournit deux informations : l'énergie (E1) et le volume (V1) qui a traversé le compteur.
- Compteur électrique : il fournit uniquement une énergie (E1).

L'énergie est systématiquement relevée.

Le volume d'eau ne l'est que sur le compteur placé sur le réseau d'eau sanitaire, en entrée du stock solaire.

Sont présentés dans les paragraphes suivants :

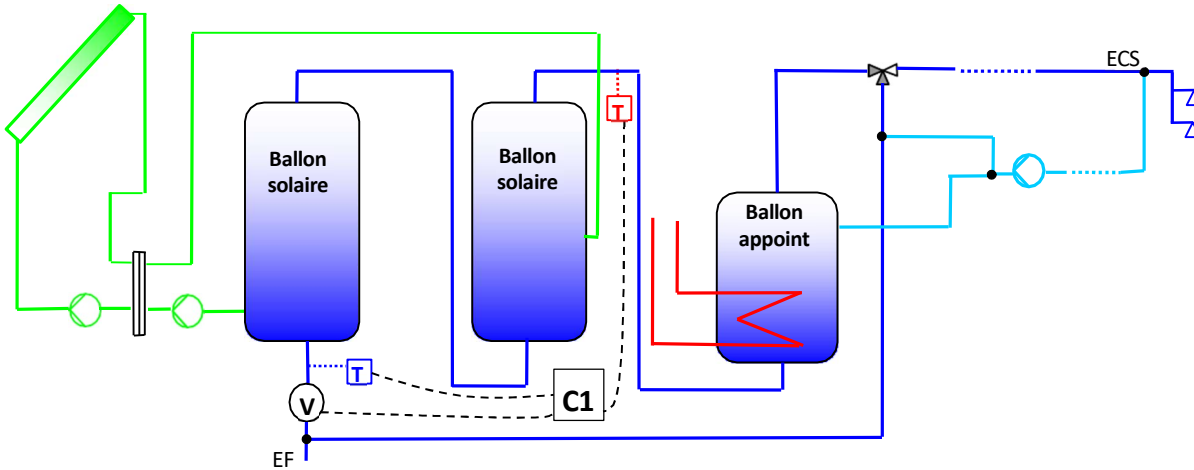
- La métrologie minimale à installer
- Les mesures et calculs à effectuer pour obtenir le besoin énergétique pour le soutirage d'eau chaude (BECS) et l'énergie solaire utile produite (Eu)

Voici les grandeurs utilisées :

Symbole	Définition	Unité
B _{ECS}	Besoin énergétique pour le soutirage d'eau chaude sanitaire	kWh
C _v	Capacité calorifique volumique $\approx 1,16$ pour l'eau	kWh/(m ³ .K)
E _{app}	Energie apportée par l'appoint	kWh
Eu	Energie solaire utile produite	kWh
P _{app}	Pertes du ballon de production ECS dues à l'appoint intégré	kWh
P _{bou}	Pertes de bouclage	kWh
T _{cons}	Température de consigne de l'appoint pour l'ECS	°C
T _{EC}	Température d'eau chaude corrigée	°C
T _{EF}	Température d'eau froide (moyenne mensuelle)	°C

b) Appoint séparé

→ Un compteur d'énergie sur l'eau sanitaire aux bornes du ou des ballon(s) solaire(s).



• Calcul des besoins en ECS

Pour pallier le fait que la température de l'eau dans le ballon solaire peut être plus élevée que la température de consigne de l'appoint, on calcule une différence de température (moyenne mensuelle) entre l'entrée et la sortie du ballon solaire :

$$\Delta T = E1 / (Cv \times V1)$$

La température d'eau chaude « corrigée » prise en compte pour calculer les besoins est donc :

$$T_{EC} = \max (T_{cons} ; T_{EF} + \Delta T)$$

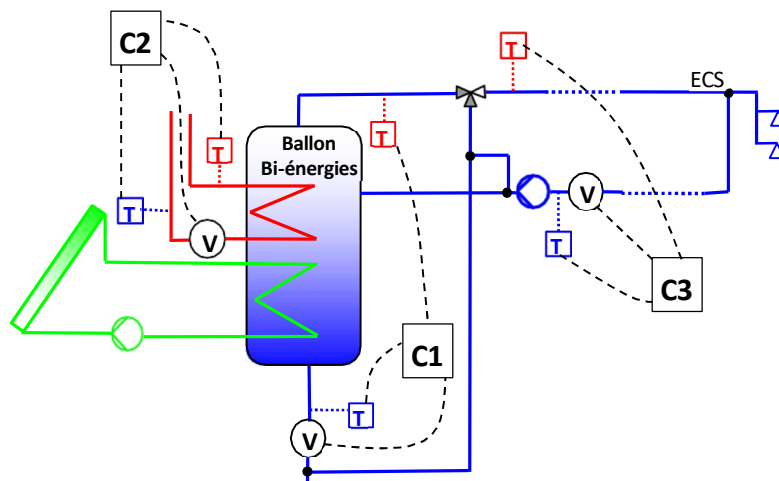
Et : $B_{ECS} = V1 \times Cv \times (T_{EC} - T_{EF})$

• Mesure de l'Energie solaire utile

$$Eu = E1$$

c) Appoint intégré

- 1 Compteur d'énergie sur l'eau sanitaire,
+
1 compteur d'énergie électrique ou hydraulique (exemple ci-dessous)
+
1 compteur d'énergie sur le bouclage



- **Mesure des besoins en ECS**

$$B_{ECS} = E1$$

- **Mesure de l'énergie d'appoint totale**

$$E_{app} = E2$$

- **Mesure des pertes de bouclage**

$$P_{bou} = E3$$

- **Estimation de l'Energie solaire utile**

$$E_u = B_{ECS} + P_{bou} - (E_{app} - P_{app}) = E1 + E3 - (E2 - P_{app})$$

Avec

$$P_{app} = 24.N.(T_{ecs} - T_{local}).D.V_{app} / V_n / 1000$$

(kWh/mois)

Avec :

N = nombre de jours dans le mois

T_{ecs} = Température de consigne de l'appoint (°C)

T_{local} = Température du local dans lequel est situé le ballon de stockage (°C)

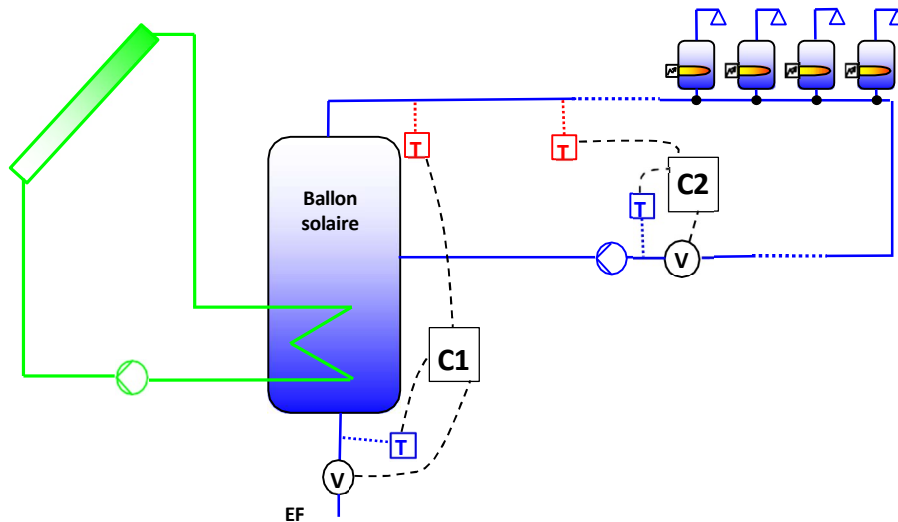
D = Coefficient de déperditions thermiques du ballon (W/K)

V_{app} = Capacité du ballon pouvant être chauffée par l'appoint (l)

V_n = Capacité nominale du ballon (l)

d) CESCAI

- 1 compteur d'énergie sur l'eau sanitaire (mitigeur compris)
- +
- 1 compteur d'énergie sur la part du retour bouclage passant par le ballon solaire



• Calcul des besoins en ECS

Pour pallier le fait que la température de l'eau dans le ballon solaire peut être plus élevée que la température de consigne de l'appoint, on calcule une différence de température (moyenne mensuelle) entre l'entrée et la sortie du ballon solaire :

$$\Delta T = E1 / (Cv \times V1)$$

La température d'eau chaude « corrigée » prise en compte pour calculer les besoins est donc :

$$T_{EC} = \max (T_{cons} ; T_{EF} + \Delta T)$$

E : $B_{ECS} = V1 \times Cv \times (T_{EC} - T_{EF})$

• Mesure de l'Energie solaire utile

$$Eu = E1$$

Si on veut faire une comparaison avec un calcul SOLO, on doit déduire les pertes de bouclage E2 à l'énergie solaire utile théorique calculée par la méthode SOLO (Eu_{thSOLO}).

L'énergie solaire utile théorique s'écrit alors : $Eu_{th} = Eu_{thSOLO} - E2$

Attention toutefois, cela permet de vérifier un bon fonctionnement global, même avec des pertes E2 importantes...

e) Appoint séparé et retour contrôlé du bouclage dans le stock solaire ou appoint

→ 1 compteur d'énergie sur l'eau sanitaire

+

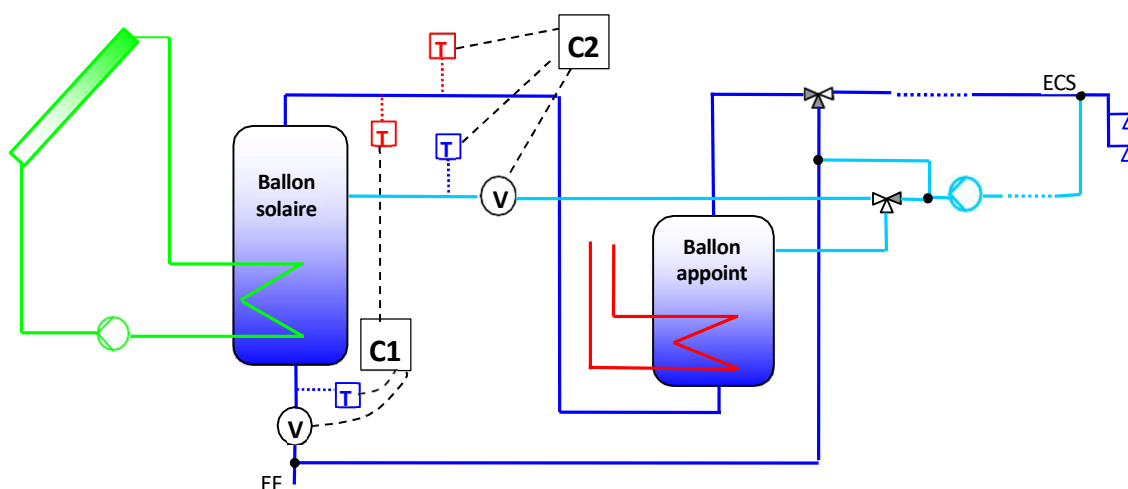
→ 1 compteur d'énergie sur la partie du bouclage passant par le ballon solaire



C2 doit être réversible, c'est-à-dire compter 2 énergies :

E2 quand tout se passe comme prévu

et E'2 lorsque $T < T$ (dysfonctionnement de la fonction récupération d'énergie solaire par le bouclage, néfaste au solaire et qui perturbe la mesure de E1)



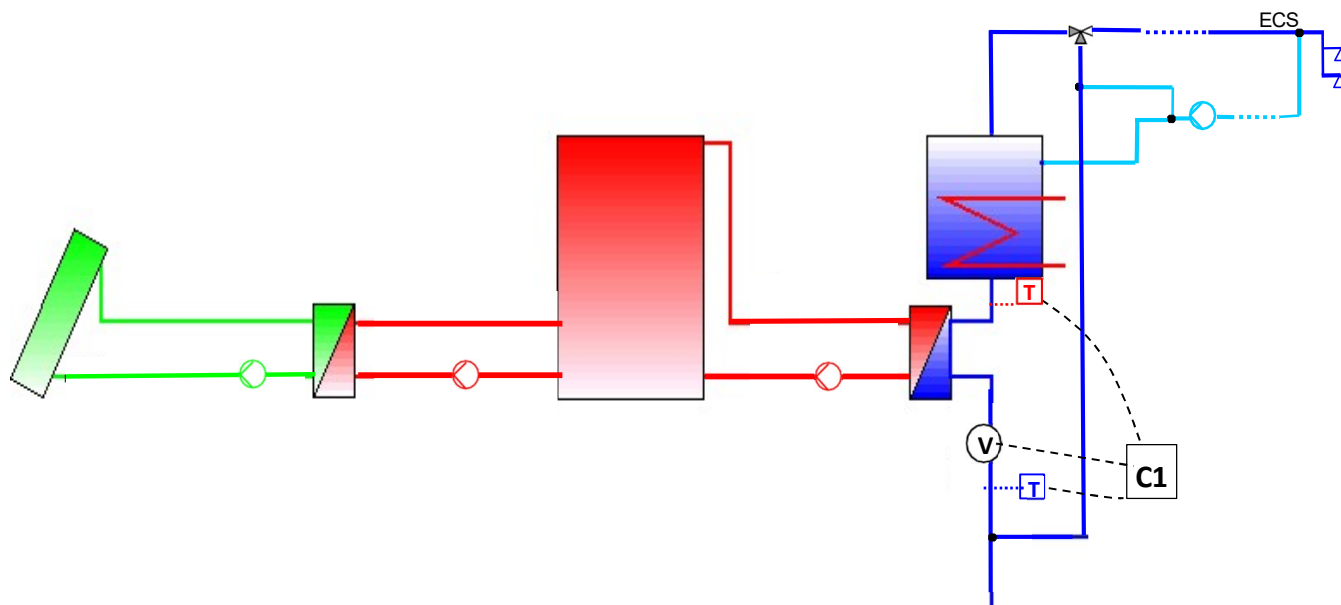
• Energie solaire utile et besoins

Idem 1^{er} cas, appoint séparé, mais l'énergie solaire qui compense les pertes de bouclage (lorsque la température dans le stock solaire est suffisante) doit être considérée comme partie intégrante de l'énergie solaire utile. On a alors :

$$E_u = E_1 + E_2 - E'2$$

f) Stockage en eau technique

→ 1 compteur d'énergie sur l'eau sanitaire



• Calcul des besoins en ECS

Pour pallier le fait que la température de l'eau dans le ballon solaire peut être plus élevée que la température de consigne de l'appoint, on calcule une différence de température (moyenne mensuelle) entre l'entrée et la sortie du ballon solaire :

$$\Delta T = E1 / (Cv \times V1)$$

La température d'eau chaude « corrigée » prise en compte pour calculer les besoins est donc :

$$T_{EC} = \max (T_{cons} ; T_{EF} + \Delta T)$$

Et : $B_{ECS} = V1 \times Cv \times (T_{EC} - T_{EF})$

• Mesure de l'Energie solaire utile

$$Eu = E1$$