



La chaleur solaire collective  
performante et durable

# Réussir son projet en solaire thermique collectif

Dijon  
19/11/2015

ADEME



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie

DIRECTIONS RÉGIONALES  
BOURGOGNE ET  
FRANCHE-COMTÉ



Syndicat des  
professionnels  
de l'énergie  
solaire



La chaleur solaire collective  
performante et durable



GAZ RÉSEAU  
DISTRIBUTION FRANCE



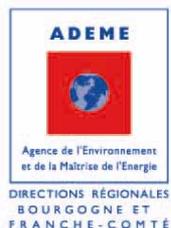
La chaleur solaire collective  
performante et durable

# Suivi et maintenance des installations solaires thermiques collectives

**Marie-Lyne LAQUERRIERE**  
Responsable agence Rhône-Alpes  
**TECSOL**

**Guillaume PRADIER**  
Institut National de l'Énergie Solaire

Dijon - 19/11/2015



# TECSOL

Bureau d'études techniques  
INDEPENDANT

35 ans au service du solaire



Premier bureau d'étude français en énergie solaire : 30 collaborateurs dans 8 implantations régionales



## Qualification OPQIBI-RGE

Ingénierie des installations de production utilisant l'énergie solaire  
Étude d'installations de production utilisant l'énergie solaire thermique et photovoltaïque



## « Recherche & Développement »

Plate-forme "silicium PV"



Plate-forme "cellules silicium"



Plate-forme "PV 3ème génération"

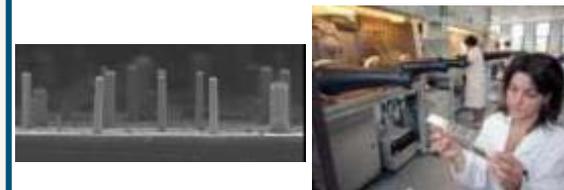


Plate-forme "modules PV"



Plate-forme "systèmes électriques"



Plate-forme "batteries" Test - Diagnostic

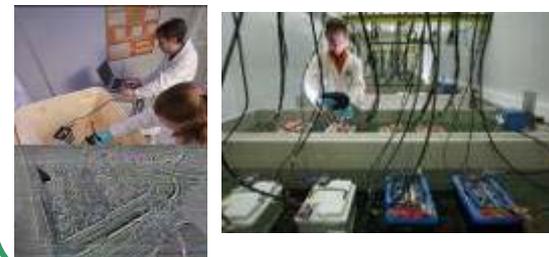


Plate-forme "systèmes thermiques"



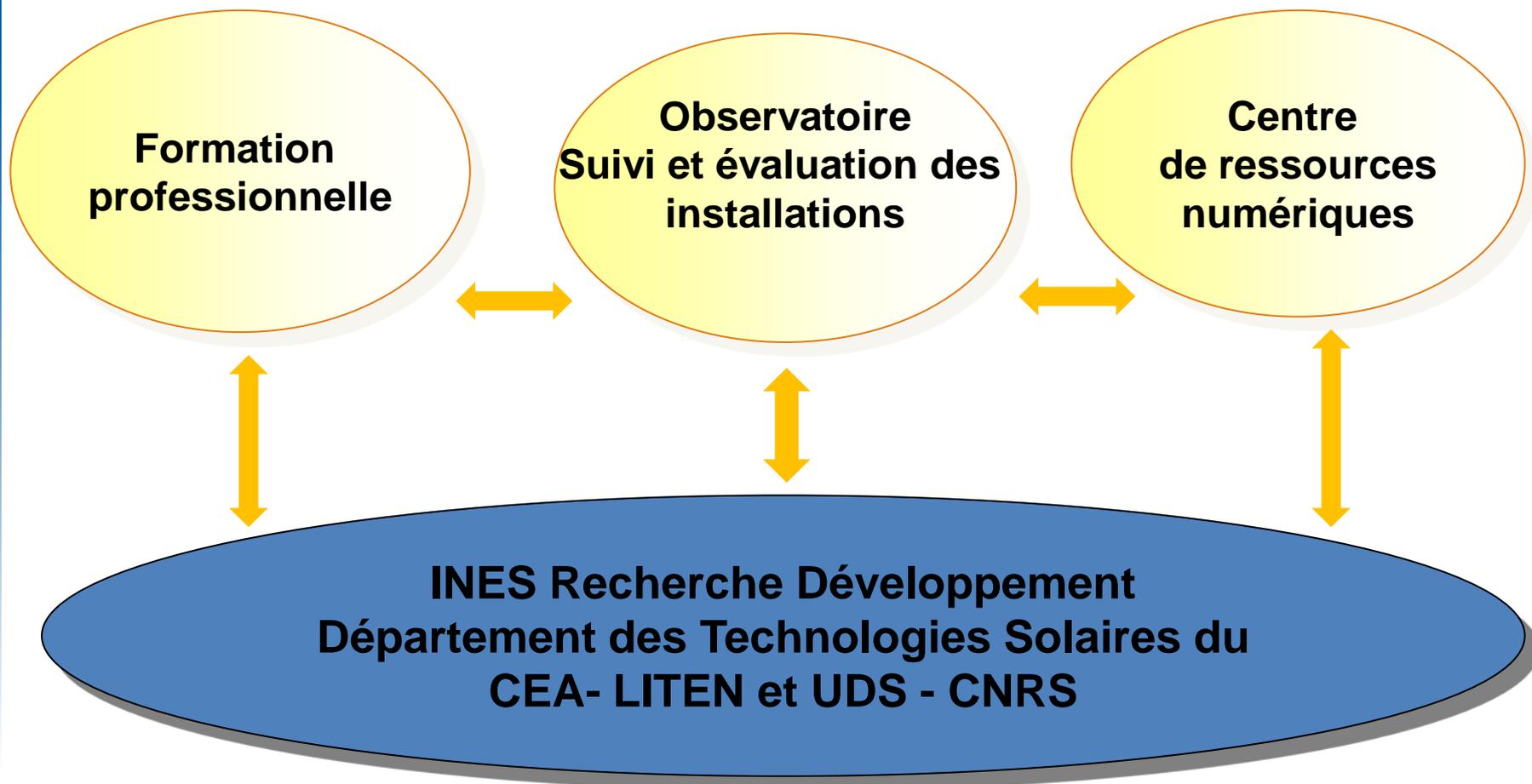
Plate-forme "bâtiment basse consommation d'énergie"



Plate-forme "mobilité solaire"



# INES - Plateforme « Formation & Evaluation »



## Les points de vigilance / Bonnes pratiques

### Quand et dans quel bâtiment mettre en place du solaire ?

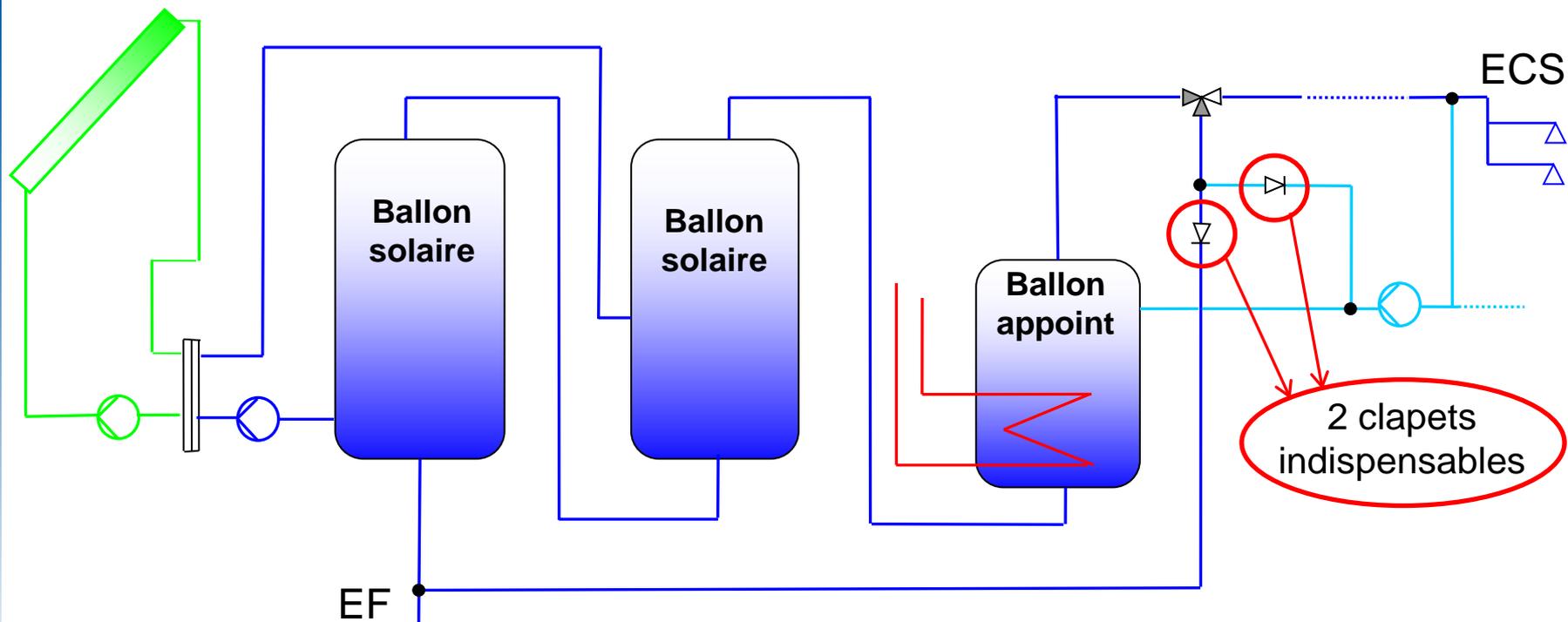
- Consommation constante toute l'année et surtout l'été :
  - obtenir les relevés mensuels de consommation ECS du bâtiment
  - estimer les consommations de manière réaliste et sans les sur-évaluer
- Place disponible pour installer les capteurs
- Place disponible pour mettre en place le stockage (nécessaire en solaire, à ne pas sous-estimer)
- Construction neuve ou lors de réhabilitation

## Les points de vigilance / Bonnes pratiques

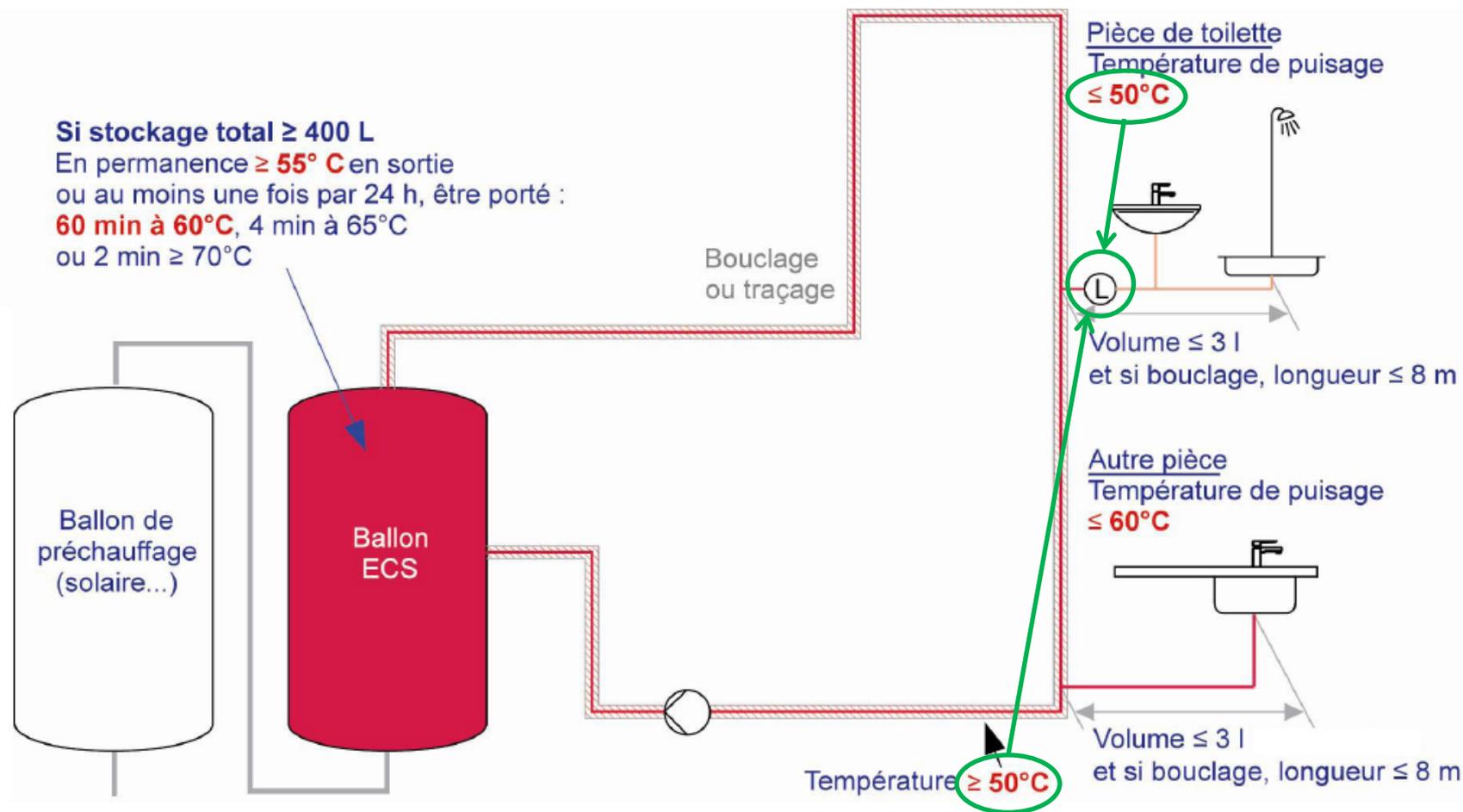
Quand et dans quel bâtiment mettre en place du solaire ?

- De préférence lorsque la production d'ECS est centralisée
- Bien analyser le schéma de principe existant (où se situe le retour de bouclage...), quel type de régulation de la production d'appoint (régler TSA au plus près de la température de distribution, éviter les mitigeurs)
- Prévoir un schéma de principe solaire simple pour ne pas complexifier les installations

## Schéma standard : appoint séparé

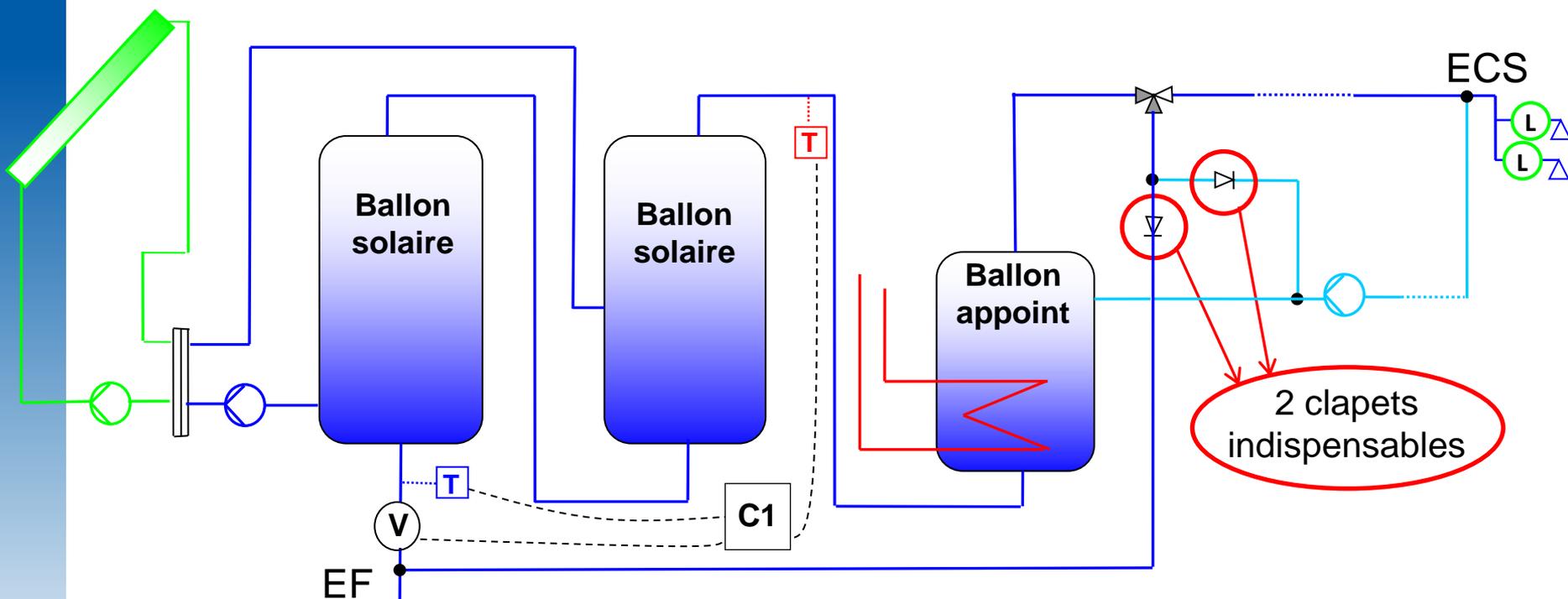


# Prévention de la légionellose



Source : RAGE 2012

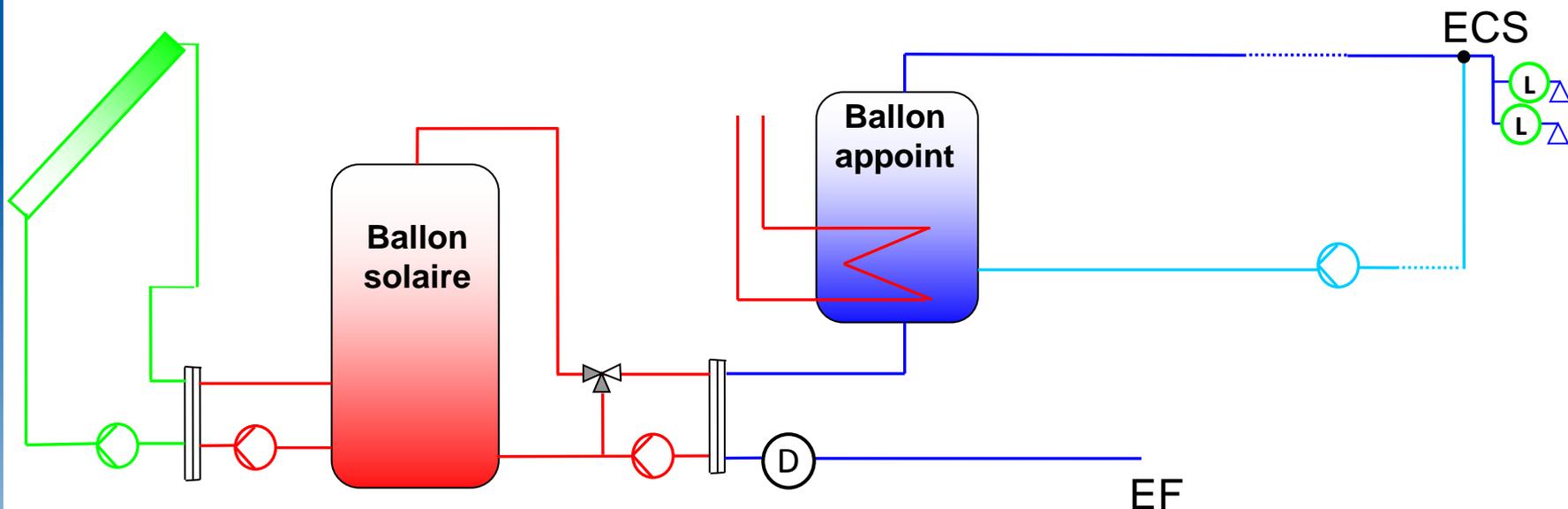
## Schéma standard : appoint séparé



**SIMPLICITÉ = FIABILITÉ**

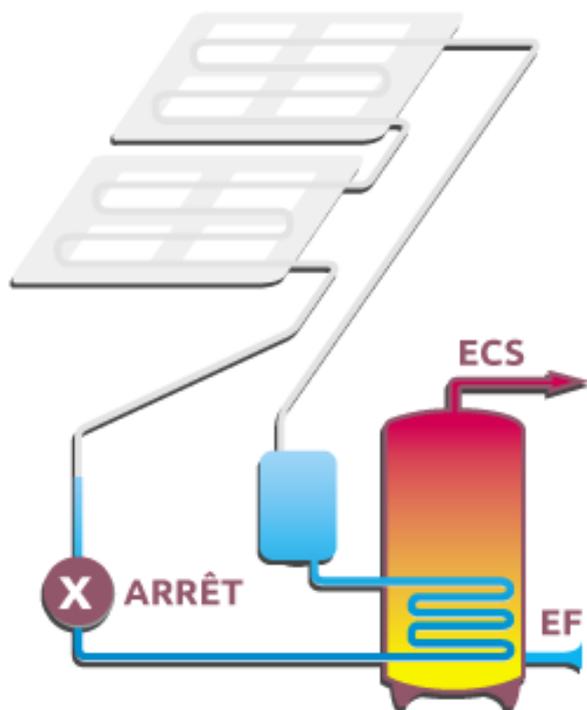
Mesure de l'énergie solaire utile aisée : 1 seul compteur d'énergie

## Stockage en eau technique

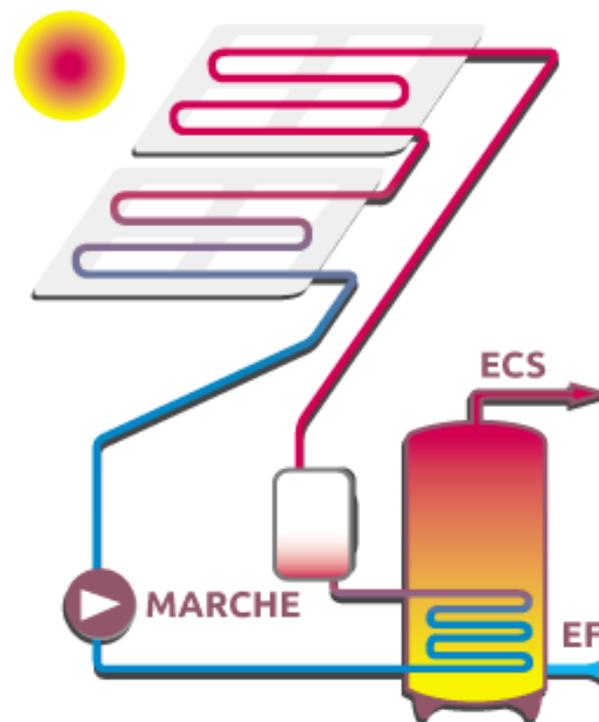


- + Protection **anti-légionelles** assurée **dans la partie en eau technique**
- + Coût moins élevé du ballon de stockage
- Matériel supplémentaire (pompe, vanne 3 voies, détecteur de débit, échangeur sanitaire) => perte de rendement et risques de pannes supplémentaires
- Régulation délicate

# Systemes autovidangeables



**Au repos :** le liquide repose dans le serpentin et l'air dans les capteurs et la tuyauterie



**En fonctionnement :** l'air se loge dans le serpentin ou le réservoir tampon

Source : Eklor

# Systemes autovidangeables

## Avantages

- Pas de problème de purge/dégazage
- Risque de surchauffes éliminé (y compris si coupure de courant)  
=> Bien adapté aux installations à utilisation intermittente.
- Suppression d'éléments sensibles (notamment vase d'expansion)
- Diminution du risque de fuites (pression réduite)
- Coût d'entretien plus faible

## Contraintes

- Utilisation de capteurs vidangeables



- Circuit parfaitement étanche à l'eau et à l'air
- Hauteur manométrique au démarrage

## Les points de vigilance / Bonnes pratiques

### Ordre de grandeur de dimensionnement

- 1 m<sup>2</sup> pour une consommation de 50 litres d'ECS (à Lyon)
- 1 m<sup>2</sup> de capteur = 3 m<sup>2</sup> de toiture terrasse
- Stockage solaire : 50 litres par m<sup>2</sup> installé, en s'assurant que  $V_{\text{solaire}} < \text{consommation journalière}$
- Taux de couverture mensuel maximum de 85% (en été)
- Productivité annuelle entre 550 et 600 kWh/m<sup>2</sup> de capteur

## Les points de vigilance / Bonnes pratiques

Penser dès la conception à la maintenance, à l'accès aisé aux équipements

- Sécurisation collective en toiture terrasse
- Ligne de vie sur les toitures tuiles
- Accès aux toitures aisé et sécurisé : échelle, trappe d'accès
- Accès dans les combles aisé : platelage pour marcher, éclairage
- Place en local technique pour les opérations de maintenance (démontage du trou d'homme, accès aux pompes, à l'échangeur à plaques...)

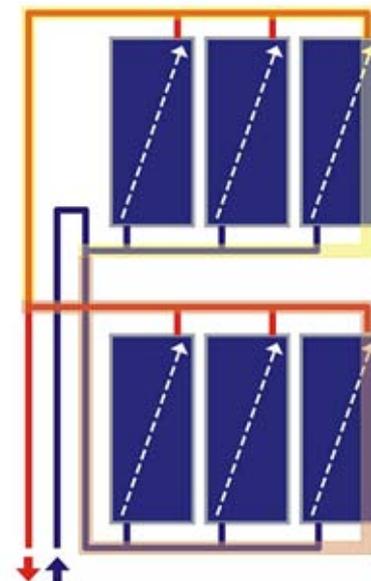
## Les points de vigilance / Bonnes pratiques

Penser dès la conception à la maintenance :  
EQUILIBRAGE DU CIRCUIT SOLAIRE

- Equilibrage hydraulique naturel : boucle de Tichelmann

✓ Simple et fiable

✓ Pour champs de capteurs identiques



## Les points de vigilance / Bonnes pratiques

Penser dès la conception à la maintenance :  
EQUILIBRAGE DU CIRCUIT SOLAIRE

- Equilibrage par :

- ✓ Vanne d'équilibrage (type TA) :

- Coût élevé
- Valeurs de réglage rarement précisées
- Appareil complexe et souvent spécifique pour lecture du débit



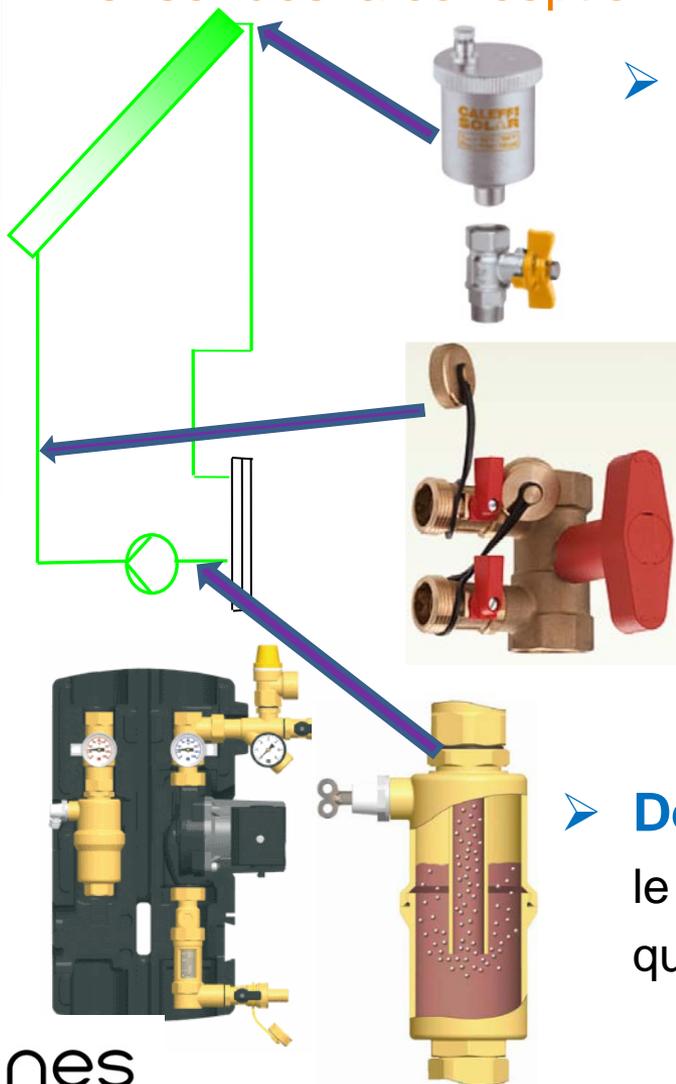
- ✓ Débitmètres à lecture directe + vanne

- Modèles spécial solaire



## Les points de vigilance / Bonnes pratiques

Penser dès la conception à la maintenance : **PURGE / DEGAZAGE**



- **Purgeurs automatiques** : Doivent être accompagnés d'une vanne ¼ tour, fermée en fonctionnement normal.

- **Jeu de vannes** : Indispensable pour connecter la pompe de rinçage/remplissage/dégazage.

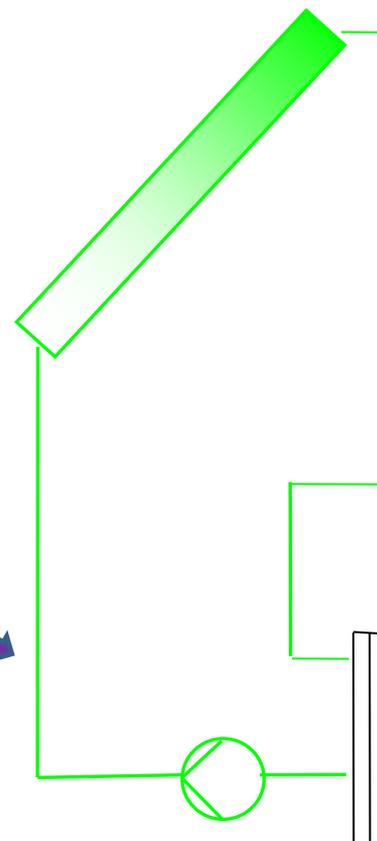
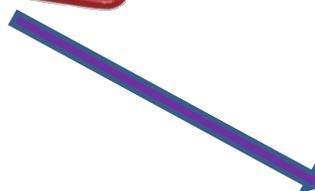


- **Dégazeur** : Permet de dégazer le circuit au fil de l'eau, à condition qu'il soit purgé régulièrement.

Le dégazage permet d'éliminer les micro-bulles.

## Les points de vigilance / Bonnes pratiques

Penser dès la conception à la maintenance :  
VASE D'EXPANSION

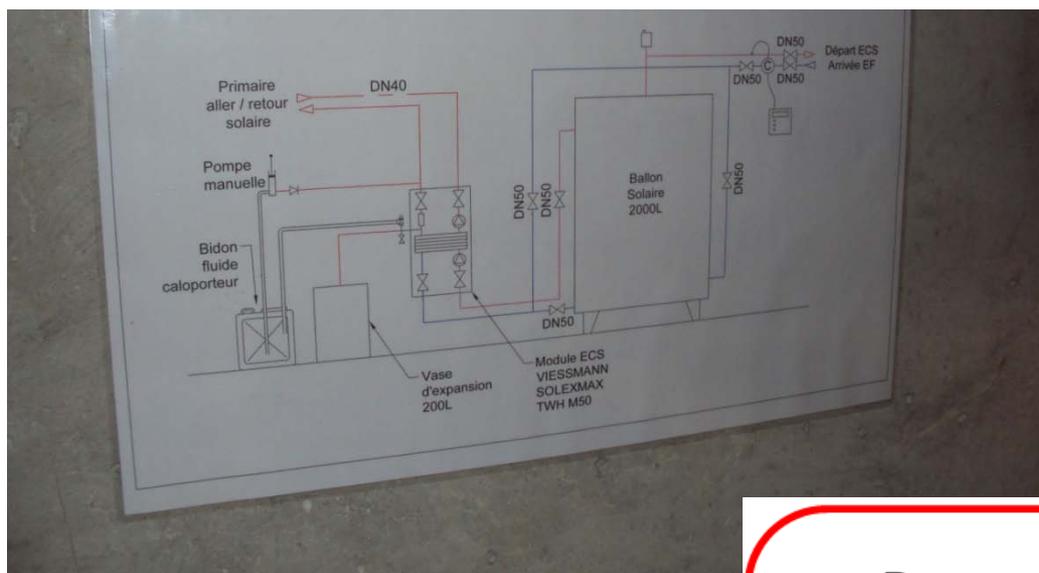


➤ **Pression de gonflage** : environ 0,5 bar de moins que la pression de service du circuit solaire

➤ **Attention** : présence d'un dispositif d'isolement et de purge pour le contrôle de la pression de gonflage à la maintenance.

## Les points de vigilance / Bonnes pratiques

Penser dès la conception à la maintenance :  
**AFFICHAGE EN CHAUFFERIE**



### Paramètres Circuit Solaire

Pression pré gonflage vase : **2,8** bar

Pression circuit à froid : **3,2** Bar

Débit circuit : **13,3** l/min.

## Les points de vigilance / Bonnes pratiques

### Pendant les travaux

- Valider le dossier avant travaux avant la commande du matériel (adapté aux installations solaires)
- Suivi de chantier régulier
- Mise en service des installations lorsqu'il y a de la consommation d'ECS dans le bâtiment (sinon, risque de surchauffe dès le démarrage)
- Consigner les paramètres de régulation
- Avoir à disposition la communication téléphonique pour mettre en place le télésuivi dès le démarrage de l'installation et vérifier le bon fonctionnement des sondes de températures, d'ensoleillement, du compteur d'eau...

## Les différents types de suivis

### Pourquoi besoin de suivi ?

Un défaut sur la partie solaire (sonde, régulation, circulateur défectueux, ...) peut passer inaperçu si l'appoint « fait son travail » :

- les utilisateurs disposent toujours d'eau chaude
- dégradation des parties sensibles (joints, raccords,...)
- bilan économique dégradé
- les maîtres d'ouvrage deviennent méfiants

→ **Pour s'assurer de détecter rapidement un défaut,**  
**un suivi dans la durée est indispensable**

## Les différents types de suivis

Pourquoi besoin de suivi ?

### Suivi, entretien et exploitation

Le suivi des installations solaires thermiques collectives est **OBLIGATOIRE** dans le cadre des financements publics, et dans tous les cas **INDISPENSABLE** pour assurer au maître d'ouvrage la pérennité et le bon fonctionnement de son installation

Il doit être associé à une **maintenance CURATIVE**

..et à des **visites de contrôle/entretien légères**

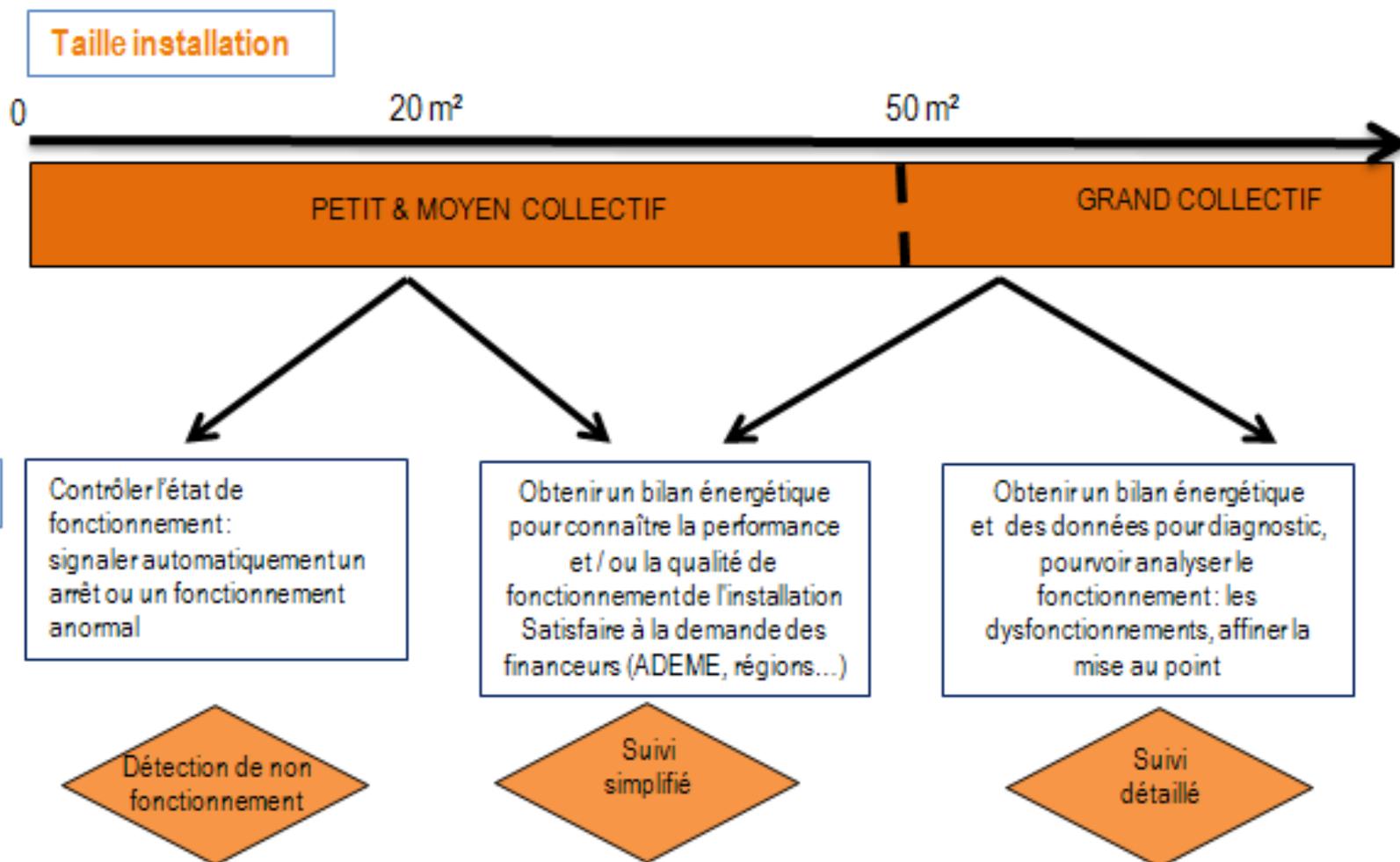
## Les différents types de suivis

### Suivant

- la taille de l'installation
- le maître d'ouvrage
- les moyens techniques sur place
  - Relevés manuels
  - Télérelevés

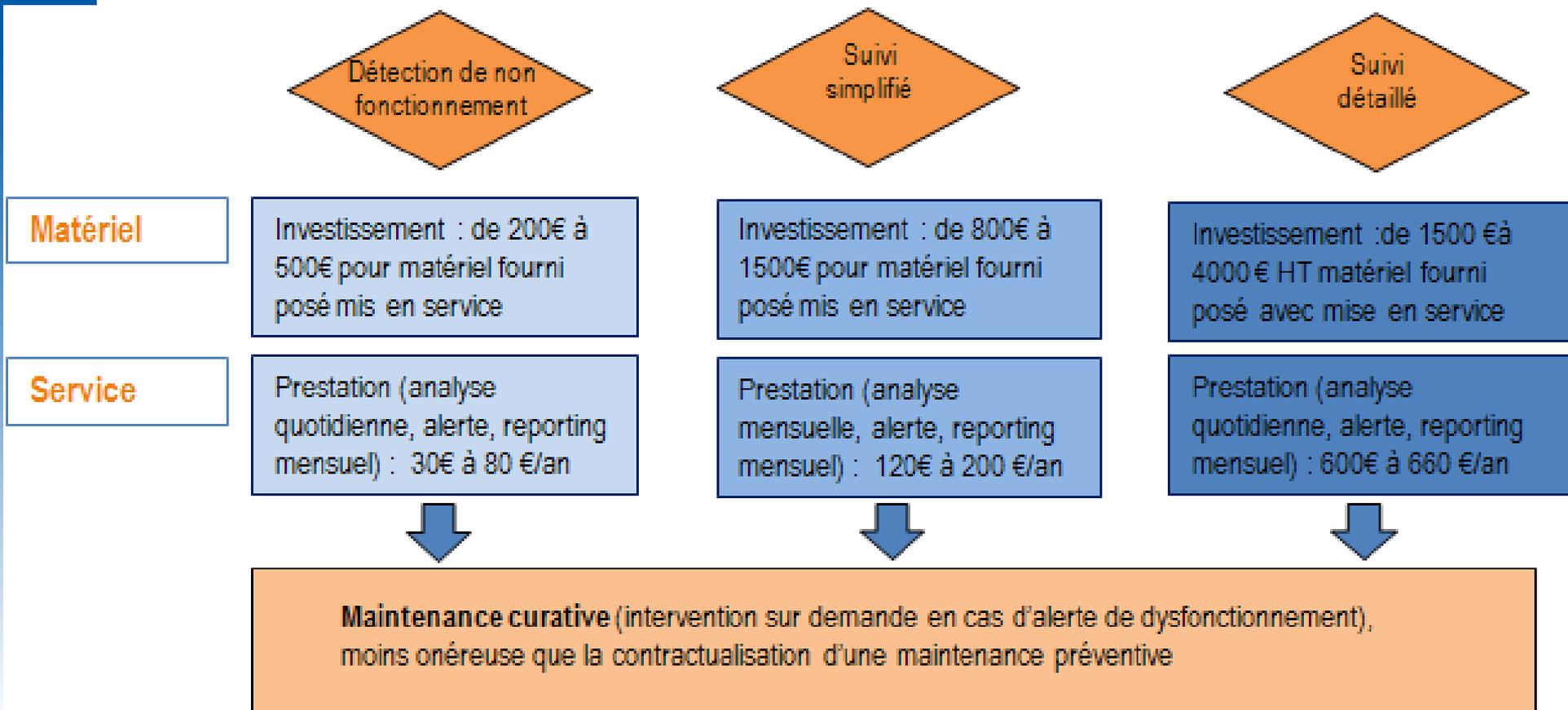
# Les différents types de suivis

Le bon suivi adapté à la taille de l'installation (1/3)



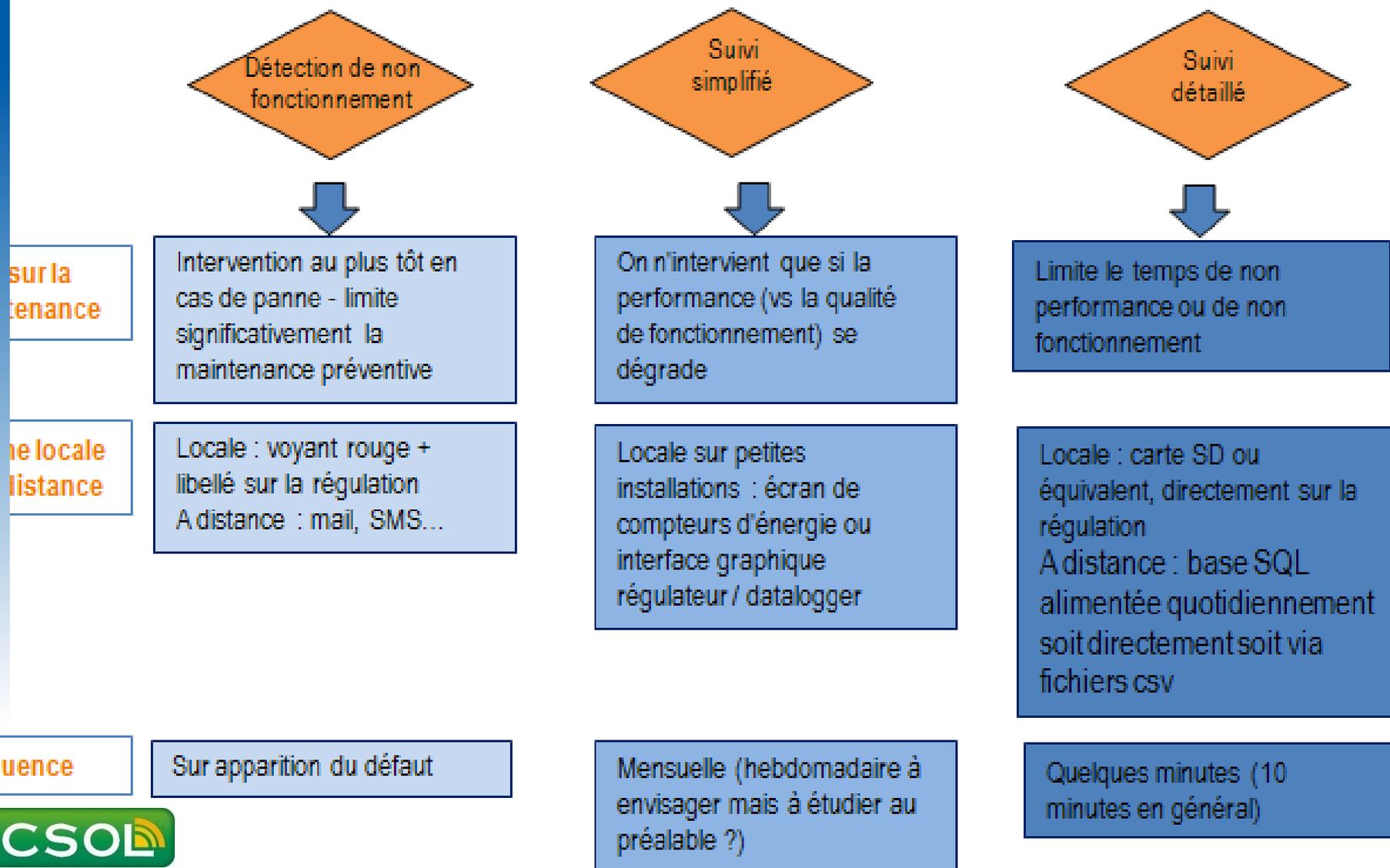
# Les différents types de suivis

## Le bon suivi adapté à la taille de l'installation (2/3)



# Les différents types de suivis

## Le bon suivi adapté à la taille de l'installation (3/3)



*L'offre économique du suivi de fonctionnement à présent pour les installations solaires thermiques !*



**INNOVATION!**



Suivi, alarmes, interface, S.A.V...

Système robuste!

Autonomie sur pile > 10 ans!

**Faible coût...**

Appareil → environ 250 € TTC  
Abonnement → **49 € TTC/an**  
y compris communication.

**Système « plug and play »...**

Le client peut lui-même mettre en place le dispositif.

Aucun frais d'installation et d'entretien!



**Interface graphique et alarmes...**

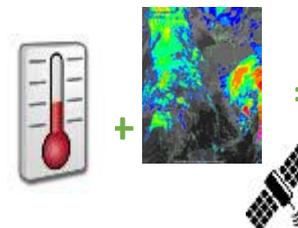
Le client accède au suivi de son installation en ligne et peut connaître en un clin d'œil l'état de son installation.

**High-tech...**

Tecsol One utilise un réseau M2M en pleine croissance, de l'intelligence embarquée et un algorithme révolutionnaire.



E-mails et sms sont envoyés en cas d'alarmes!



**Etat du système**



DATE	MESSAGE	LIBELLE
05/05/2015	Problème de communication avec grand et petit solaire - alarmes marquées	
05/05/2015	Problème de communication avec grand et petit solaire - alarmes marquées	
28/05/2015	Fonctionnement solaire alarme perimétrique	
28/05/2015	Fonctionnement solaire alarme	
13/05/2015	Solaires arrières - deux plaques échauffées	
08/05/2015	Solaires arrières - deux plaques échauffées	
08/05/2015	Solaires arrières	
08/05/2015	Problème de communication perimétrique - alarmes marquées	



# Les différents types de suivis

## TéléSuiWeb

Saisir les données dans l'ordre chronologique.

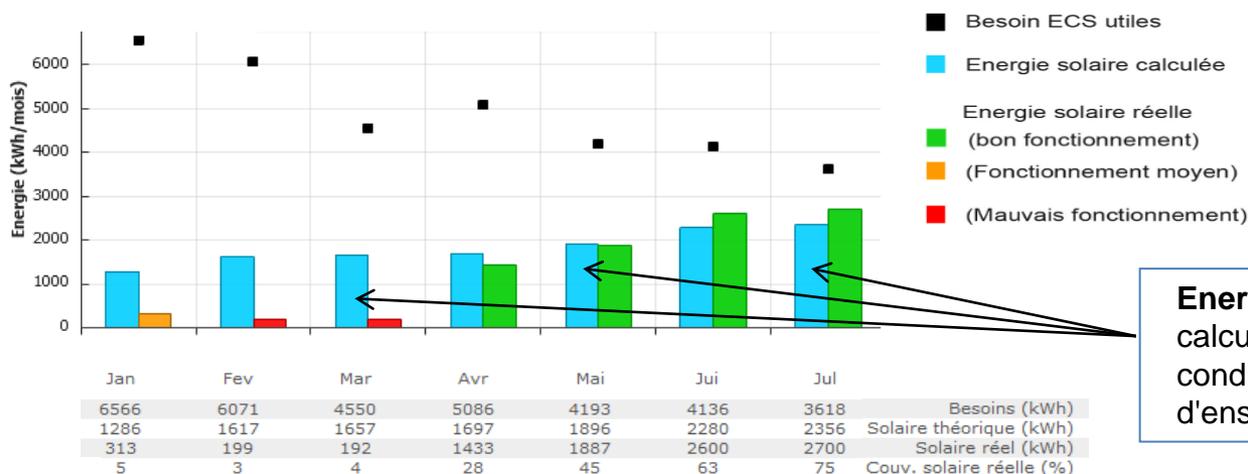
Résultats

Liste des installations

Date	01/2014	02/2014	03/2014	04/2014	05/2014	06/2014	07/2014	08/2014	09/2014	10/2014	11/2014	12/2014
Date du relevé	2014-01-29	2014-02-28	2014-03-25	2014-04-30	2014-05-27	2014-07-01	2014-07-25	2014-08-28	2014-10-01	2014-10-31	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Volume eau froide (V1) en m <sup>3</sup>	849.6	871	890	918.6	939.8	966.9	987.9	1016.1	1042.3	1067.7	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Energie solaire utile (E1) en kWh	22219	22616	23209	24176	24758	25701	26176	26978	27774	28356	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Nbr. jours de mesure	33	30	25	36	27	35	24	34	34	30	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Description											<input type="text"/>	<input type="text"/>
Actions	[éditer]											

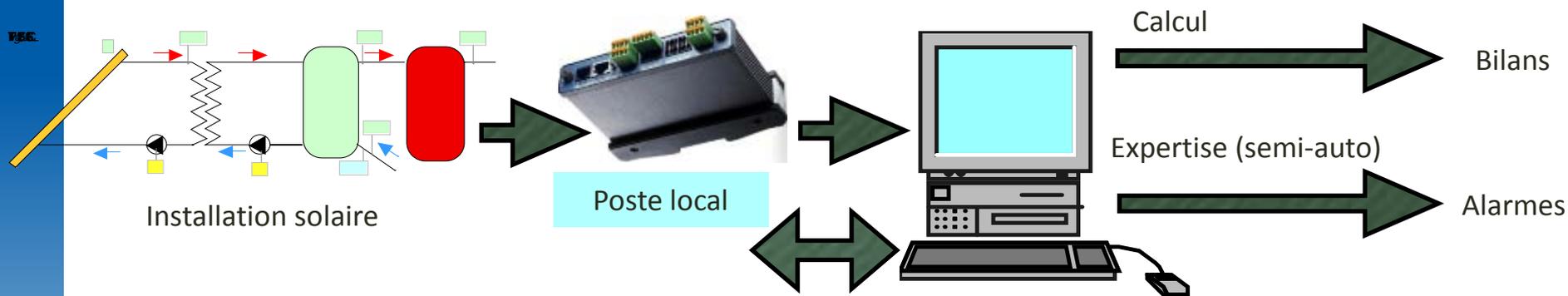
< Enregistrer >

Transmission des index des compteurs :  
par saisie manuelle ou télérelève



**Energie solaire utile théorique :**  
calculée chaque mois dans les conditions réelles de soutirage et d'ensoleillement

## Télérelevés Principe : tout est automatique en terme de suivi



- **Mise en place d'équipements de mesures** : sondes de température (TEF, TSS, TSC, TBB, TSA, TRB), sonde d'ensoleillement, émetteur d'impulsion sur le compteur eau froide, relais sur les pompes
- **Mise en place d'un équipement de stockage et envoi des données enregistrées** : les mesures se font en général toutes les 10 min, elles sont stockées puis envoyées une fois par jour vers une plateforme d'analyse automatique (superviseur)
- **Réception des données, élaborations des bilans, des courbes de fonctionnement, analyse du fonctionnement, envoi d'alarme si dysfonctionnement repéré**

## Télérelevés

**Objectif** : mesurer et analyser en continu les performances de l'installation pour détecter des dysfonctionnements et y remédier rapidement

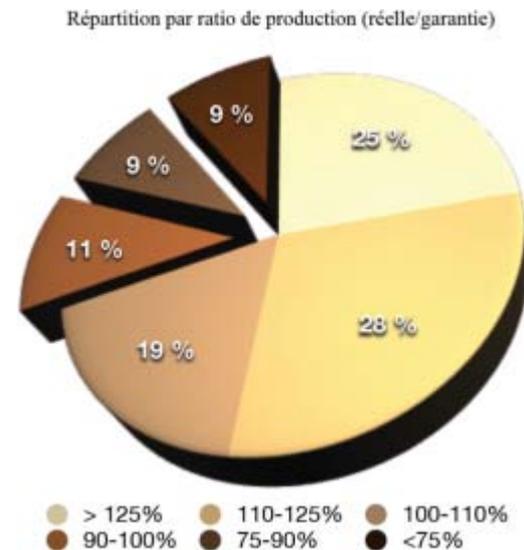
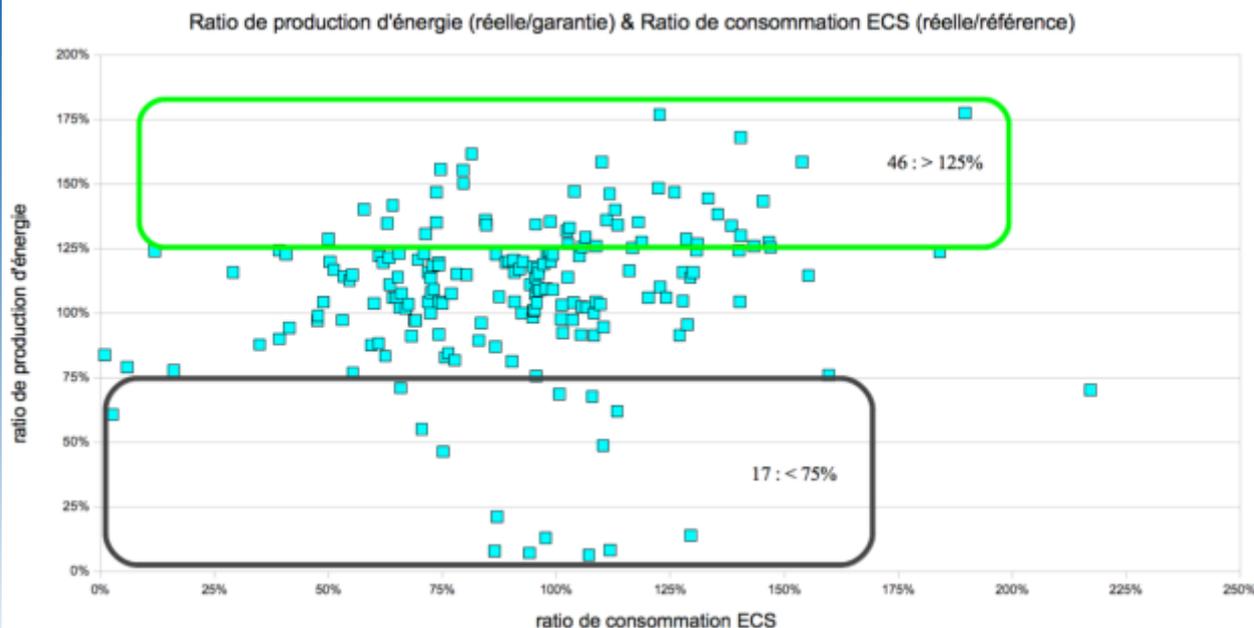
**2 outils contractuels** pour responsabiliser les maîtres d'œuvre, les entreprises, les fabricants, les exploitants pour la mise en place d'installations solaires performantes dans la durée.

- **Garantie de Résultats Solaires (GRS) depuis 1987** : convention avec objectif de production et clause de pénalité si la performance attendue n'est pas atteinte
- **Contrôle de bon fonctionnement (CBF)** : convention, mais sans application de pénalités

# Les différents types de suivis

## Télésuivis GRS / CBF : une réalité

- plus de 20 ans de pratique en matière de télésuivi GRS
- + de 1000 ans mesures cumulées en ECS solaire / 250 installations
- en phase avec le Fonds Chaleur (data) mais pas seulement (alarmes)



Analyse échantillon Télésuivi TECSOL (17 000 m<sup>2</sup> pour 187 installations, données 2014)

→ 91% des installations produisent plus de 80% de SOLO...

# Les différents types de suivis

## Généralités sur la maintenance : 3 niveaux

1. Maintenance curative → réparation après la panne
2. Maintenance préventive → observation de déviations et réparation/changement avant la panne
3. Maintenance prédictive → étude statistique de risques et remplacement programmé

## Focus sur la procédure adaptée au solaire thermique collectif : CURATIF

... mais la maintenance doit plutôt être une surveillance et les changements de matériels doivent être rares

## Proposition de maintenance pour les installations solaires suivies

Maintenance préventive avec une visite annuelle de l'installation solaire (de préférence au printemps), avec vérification des points listés dans le Contrat type de Maintenance Simplifié de SOCOL

### **7. POINTS DE CONTRÔLE A ASSURER LORS DES OPERATIONS DE MAINTENANCE DES INSTALLATIONS**

La gamme de maintenance proposée ci-dessous ne concerne que la partie solaire de l'installation de production d'eau chaude

N°	Point de contrôle	Fréquence
1	Vérification des capteurs (absence de condensation, propreté du verre, pas de fuite au niveau des capteurs...) et nettoyage éventuel de la vitre des capteurs en cas de salissure exceptionnelle.	Tous les ans
2	Vérification des fixations et supports (absence de corrosion, serrages corrects)	Tous les 4 ans
3	Vérification du débit des vannes d'équilibrages de chaque batterie. Ce contrôle n'est possible que si les différentes branches comportent des débitmètres.	Tous les 2 ans
4	Vérification et contrôle général des pompes (bruits, vibrations, intensité des pompes, resserrage des	Tous les 2 ans

Maintenance curative : en cas de panne ou de dérives des performances, des visites complémentaires pourront être déclenchées par le maître d'ouvrage.

Ces visites sont appelées « dépannages » et seront facturées en sus.

Toutes réparation ou prestation de remise en état fera l'objet d'un devis.

## Taux de couverture solaire (norme NF EN ISO 9488) :

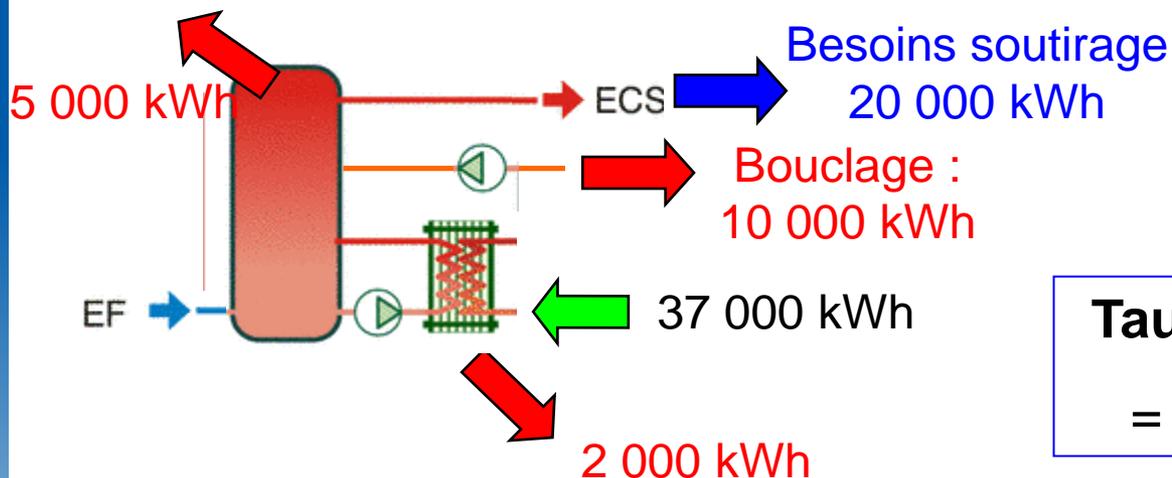
Part des besoins thermiques (eau chaude sanitaire et/ou chauffage) couverts par l'énergie solaire

Remarque : Au sens de cette norme, pertes de bouclage et stockage ne sont pas des besoins

## Taux d'économie d'énergie :

Part de la consommation d'énergie finale économisée grâce à l'énergie solaire (normes EN 12976 et EN 12977)

# Indicateurs de performance

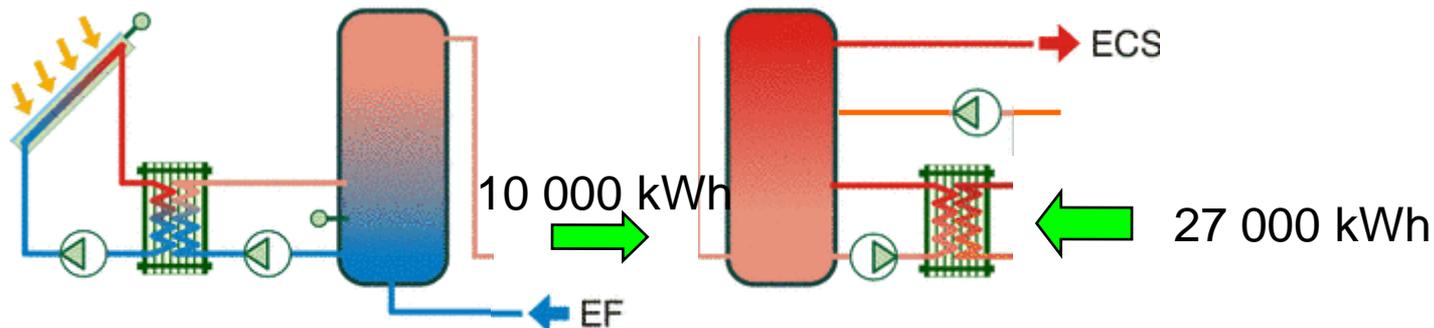


**Taux de couverture solaire**

$$= 10\ 000 / 20\ 000 = 50\ %$$

**Taux d'économie d'énergie**

$$= (37\ 000 - 27\ 000) / 37\ 000 = 27\ %$$



## Taux de couverture solaire (norme NF EN ISO 9488) :

Part des besoins thermiques (eau chaude sanitaire et/ou chauffage) couverts par l'énergie solaire

Remarque : Au sens de cette norme, pertes de bouclage et stockage ne sont pas des besoins

## Taux d'économie d'énergie :

Part de la consommation d'énergie finale économisée grâce à l'énergie solaire (normes EN 12976 et EN 12977)

## Productivité :

Quantité d'énergie (solaire utile ou économisée) par m<sup>2</sup> de capteurs solaires.

**Merci de votre attention**

+ d'infos :

[www.tecsol.fr](http://www.tecsol.fr)

contact : Marie-Lyne LAQUERRIERE

[mll@tecsol.fr](mailto:mll@tecsol.fr) 06.66.54.84.54

[www.ines-solaire.org](http://www.ines-solaire.org)

contact : Guillaume PRADIER

[guillaume.pradier@ines-solaire.org](mailto:guillaume.pradier@ines-solaire.org) 04.79.26.55.95