

## Présentation du dispositif Evaluation des résultats

Rapport d'analyse V2 - Décembre 2016



*Rédacteur :*

**Guillaume PRADIER**



## SOMMAIRE

1/ Principes et intérêts du dispositif.....	3
1.1    TéléSuiWeb : Programme de suivi.....	3
1.2    Prestations associées.....	4
2/ Métrologie nécessaire .....	4
2.1    Caractéristiques et montage de l'instrumentation .....	4
2.2    Principaux schémas .....	5
3/ Fonctionnalités du dispositif / Site Internet.....	8
3.1    Transmission automatique des données.....	8
3.2    Autres améliorations.....	9
4/ Analyse de l'échantillon observé .....	11
5/ Analyse des performances .....	12
5.1    Définition du ratio de performance .....	12
5.2    Productivité, dimensionnement et ratio de performance.....	12
5.3    Taux de couverture.....	19
5.4    Impact global des installations.....	20
Hypothèses .....	20
Résultats .....	21
5.5    Points d'attention sur la lecture des résultats.....	23
6/ Défauts .....	23
7/ Communication autour de TéléSuiWeb.....	24
7.1    Evènements.....	24
7.2    Formations.....	24
7.3    Articles.....	24
7.4    Groupes de travail nationaux.....	24
7.5    Groupes de travail des territoires ou des collectivités.....	25

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Synthèse des intérêts de TéléSuiWeb.....	3
Figure 2 : Instrumentation en cas d’appoint séparé (individuel).....	5
Figure 3 : Instrumentation en cas d’appoint séparé (collectif).....	5
Figure 4 : Instrumentation en cas d’appoint intégré (électrique ou hydraulique) .....	6
Figure 5 : Instrumentation en cas d’appoint intégré avec bouclage (1 <sup>ère</sup> possibilité) .....	6
Figure 6 : Instrumentation en cas d’appoint intégré avec bouclage (2 <sup>ème</sup> possibilité).....	7
Figure 7 : Instrumentation en cas d’appoint séparé et bouclage revenant vers le ballon solaire .....	8
Figure 8 : Graphe de résultats.....	10
Figure 9 : Répartition de l’échantillon analysé selon le type d’usage .....	11
Figure 10 : Répartition de l’échantillon analysé selon l’énergie d’appoint .....	11
Figure 11 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Logements collectifs) .....	13
Figure 12 : Ratio de performance moyen en fonction du type de stockage (logements collectifs).....	13
Figure 13 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Habitations individuelles).....	14
Figure 14 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Exploitations agricoles).....	14
Figure 15 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Etablissements médico-sociaux).....	15
Figure 16 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Campings).....	15
Figure 17 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Gîtes) .....	16
Figure 18 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Hôtels).....	16
Figure 19 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Restaurants) .....	17
Figure 20 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Crèches) .....	17
Figure 21 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Vestiaires).....	18
Figure 22 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Bureaux - autres) .....	18
Figure 23 : Taux de couverture solaire (logements collectifs).....	19
Figure 24 : Taux de couverture solaire (habitations individuelles).....	19
Figure 25 : Rapports Energie économisée / Production solaire utile .....	20
Figure 26 : Emissions de gaz à effet de serre pour la production d’eau chaude.....	20
Figure 27 : Economies d’énergies et émissions de gaz à effet de serre évitées.....	21
Figure 28 : Energie économisée (graphe).....	22
Figure 29 : Emissions de gaz à effet de serre évitées (graphe).....	22

## 1/ PRINCIPES ET INTERETS DU DISPOSITIF

### 1.1 TELESUIWEB : PROGRAMME DE SUIVI

Ce dispositif de suivi des installations solaires thermiques de production d'eau chaude individuelles et collectives a été mis en place en 2007 par la Plateforme Formation & Evaluation de l'Institut National de l'Energie Solaire, avec l'appui financier de l'ADEME, la Région Rhône Alpes et le Conseil Général de la Savoie.

TéléSuiWeb permet le contrôle de bon fonctionnement des installations. Ses intérêts sont multiples :

- Pour le maître d'ouvrage (et l'éventuel exploitant) : garantir un suivi personnalisé à moindre coût, et ainsi améliorer le bilan économique, parce que :
  - un défaut sur la partie solaire passe facilement inaperçu (le besoin est toujours satisfait grâce à l'appoint), et peut durer dans le temps,
  - le coût de la maintenance préventive sur site doit être minimisé : l'exploitant peut se contenter d'une surveillance minimum et adapter ses interventions aux résultats du suivi.
- Au plan collectif : constituer une base de données du fonctionnement réel des installations, et donc :
  - accéder à des valeurs globales fiables d'économie d'énergie et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.
  - étayer la connaissance collective sur les besoins réels en eau chaude et sur les chauffe-eau solaires, en fonction de la configuration de l'installation, du type d'usage, ...

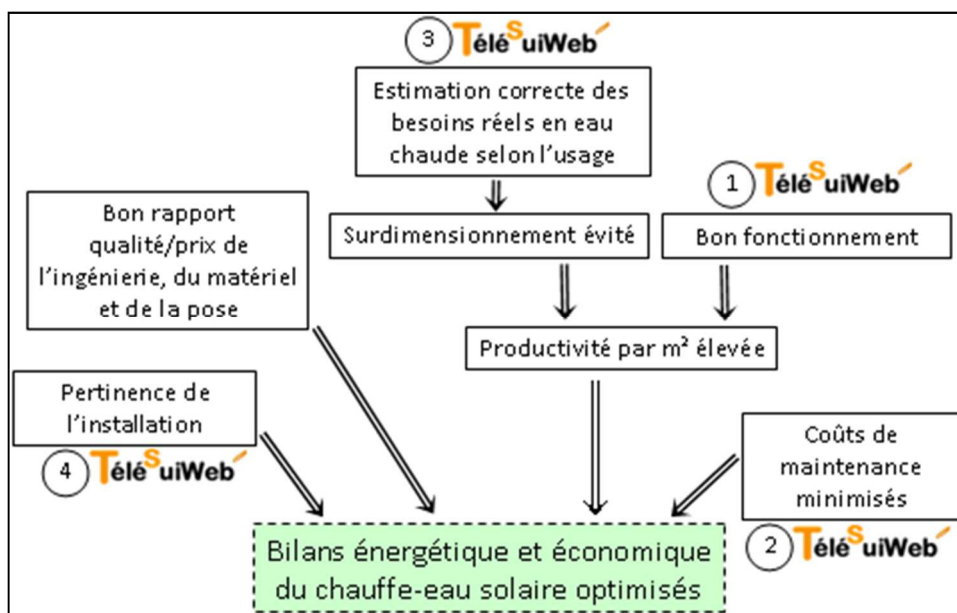


Figure 1 : Synthèse des intérêts de TéléSuiWeb

Les avantages du suivi propres à une installation (① et ② sur la figure 1) sont effectifs dès la prise en charge dans TéléSuiWeb.

L'analyse des résultats de l'ensemble du parc suivi permet d'alimenter le bénéfice collectif.

## 1.2 PRESTATIONS ASSOCIEES

En 2016, l'INES Plateforme Formation & Evaluation (INES PFE) a mené à bien des prestations complémentaires intégrant la mise en place du suivi TéléSuiWeb :

- **Pour les installations neuves** : Assistance à Maîtrise d'Ouvrage, comprenant la relecture des pièces techniques du bureau d'études (schéma, CCTP) avant consultation des entreprises, une validation du schéma d'exécution de l'installateur, et une visite de validation de la bonne réalisation des travaux.
- **Pour les installations existantes** : Diagnostic de fonctionnement, comprenant un état des lieux exhaustif de l'installation et un rapport avec préconisations d'actions correctives hiérarchisées pour le bon fonctionnement et le suivi de l'installation.

## 2/ METROLOGIE NECESSAIRE

Les compteurs d'énergie thermiques ou électriques mis en place ont pour but de mesurer directement ou de permettre l'estimation du volume d'eau chaude consommé, des besoins énergétiques utiles pour l'eau chaude sanitaire et de l'énergie solaire utile, secondaire ou primaire.

### 2.1 CARACTERISTIQUES ET MONTAGE DE L'INSTRUMENTATION

Voici quelques points d'attention pour les compteurs d'énergie thermique :

- **Débitmètres ou compteurs volumétriques**

Sur le circuit sanitaire :

- les débits étant très variables, il est préférable d'utiliser un compteur précis sur une large plage de mesure, c'est-à-dire comportant un ratio normalisé « R » élevé (de l'ordre de 400) ;
- le poids d'impulsion pour la communication avec l'intégrateur devra être idéalement de 1 litre, et au plus de 10 litres.

- **Sondes de températures**

Trois montages sont envisageables :

- en doigt de gant : il doit plonger au cœur de la tuyauterie, et la sonde doit être bien ajustée et bloquée au fond du doigt de gant. De l'huile ou de la pâte thermique permet de s'assurer que la conduction entre doigt de gant et sonde est optimisée ;
- en applique : la sonde destinée à un montage en doigt de gant peut être installée en applique sur une tuyauterie cuivre, à condition d'utiliser de la pâte thermique, du scotch aluminium et de l'isolant bien plaqué ;
- immergée (par exemple dans une vanne ¼ tour à boisseau sphérique) : c'est le montage idéal car offrant le temps de réponse le plus court, mais peu courant.

- **Intégrateurs/afficheurs**

Si l'utilisateur ne peut effectuer les relevés manuels régulièrement autour de la fin du mois, l'intégrateur doit comporter une mémorisation des index mensuels (fonction classique, souvent présente par défaut sur les 12 derniers mois glissants).

En cas de télérelève, il doit comporter une sortie communicante MBus ou impulsions pour pouvoir être raccordé au boîtier de téléreport (cf § 3.1).

## 2.2 PRINCIPAUX SCHEMAS

Selon la configuration de l'installation, l'emplacement du ou des compteurs d'énergie nécessaires varie.

Les figures ci-dessous présentent les principaux « schémas-type » rencontrés.

Les compteurs d'énergie sont représentés par deux sondes de température (une « chaude » **T** et une « froide » **T**), un débitmètre ou compteur volumétrique **V** et un module de calcul et d'affichage **C1**

### Appoint séparé :

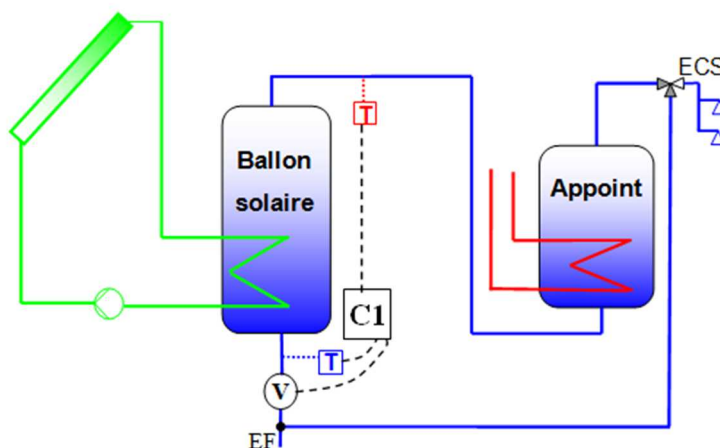


Figure 2 : Instrumentation en cas d'appoint séparé (individuel)

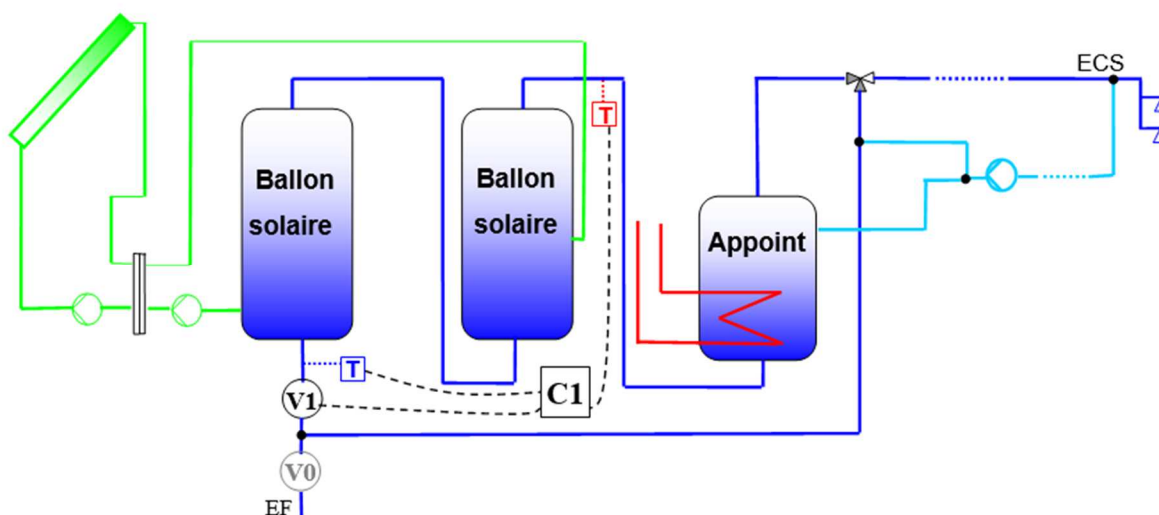


Figure 3 : Instrumentation en cas d'appoint séparé (collectif)

Sur ce schéma, on peut noter que le compteur volumétrique V0 grisé est optionnel. Il permet la mesure du volume total ECS soutiré, et c'est une information intéressante pour le suivi solaire puisque si son index est relevé, il est possible, par comparaison avec l'index V1 :

- de connaître la part d'eau froide entrant dans le système en court-circuitant le stockage solaire ;
- de détecter un retour anormal du bouclage au niveau de l'entrée froide du stockage solaire.

### Appoint intégré au ballon solaire :

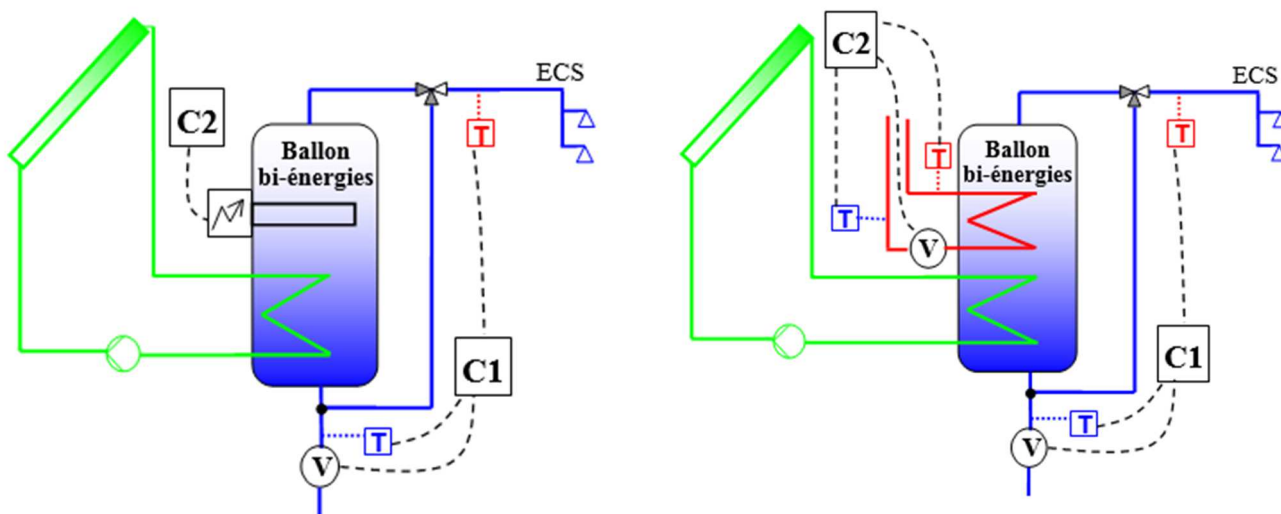


Figure 4 : Instrumentation en cas d'appoint intégré (électrique ou hydraulique)

Lorsque l'appoint est intégré au ballon solaire, il n'est pas possible de mesurer directement l'énergie solaire utile. Elle est alors calculée :

- en cumulant les besoins soutirage (C1), les éventuelles pertes thermiques de bouclage (C3 sur figure 5 ci-dessous) et l'estimation des pertes thermiques du ballon sur la partie appoint ;
- et en y soustrayant l'apport de l'appoint (C2).

### Appoint intégré au ballon solaire et bouclage sanitaire :

#### 1ère possibilité (préconisée jusqu'en 2016)

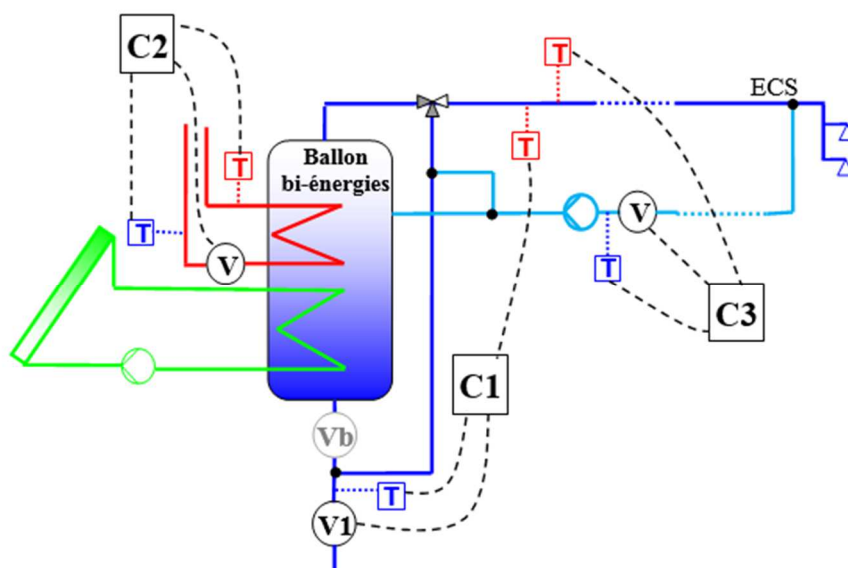


Figure 5 : Instrumentation en cas d'appoint intégré avec bouclage (1<sup>ère</sup> possibilité)

Cette configuration donne lieu à des incertitudes d'analyse plus importantes de par la multiplication des mesures d'énergie, notamment celles à faible différence de température (appoint C2 et pertes de bouclage C3).

Malgré la vérification systématique, et l'amélioration éventuelle, du montage des sondes de température qui doit être irréprochable, les problèmes d'analyse demeurent courants dans cette configuration.

Le compteur volumétrique Vb sur la figure 5 est facultatif mais comporte, via la comparaison avec V1, les mêmes avantages que ceux décrits en bas de la page 5.

### **2ème possibilité (préconisée à partir de 2016)**

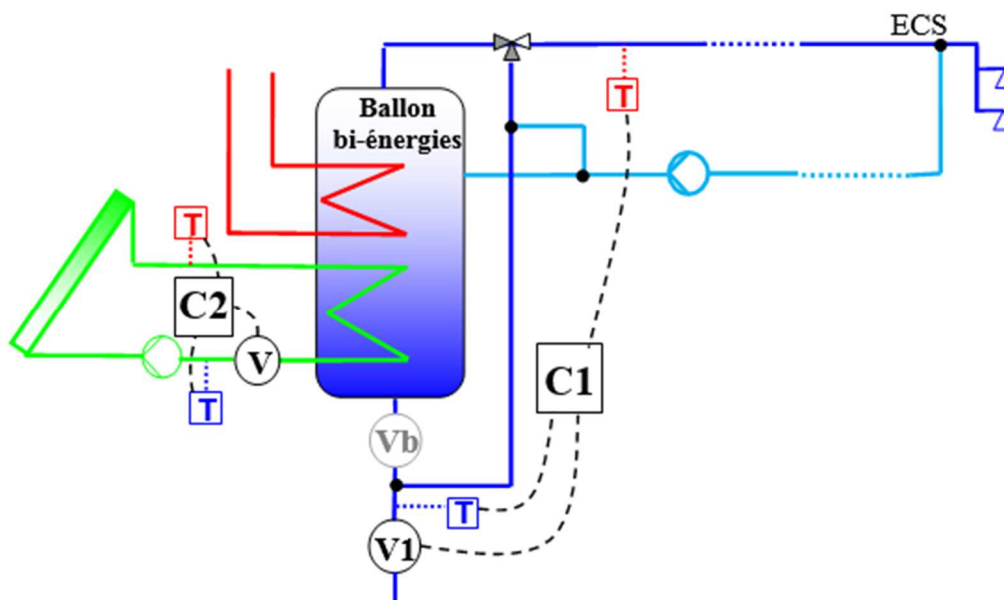
On appelle « charge solaire » l'énergie solaire fournie au ballon de stockage, donc mesurée sur le circuit primaire glycolé si l'échangeur solaire est intégré au ballon ou sur le circuit secondaire en eau si l'échangeur solaire est séparé.

Compte tenu :

- de la fréquence plus importante qu'escomptée des erreurs d'analyse de la méthode habituelle (cf figure 5 et explications ci-dessus),
- et de l'apparition de la charge solaire comme donnée de sortie de la nouvelle version de la méthode de calcul SOLO, qui devrait être rendue publique début 2017 et sera paramétrée dans TéléSuiWeb dans la foulée,

nous proposons une modification de notre stratégie de suivi dans cette configuration en mesurant les besoins ECS et la charge solaire.

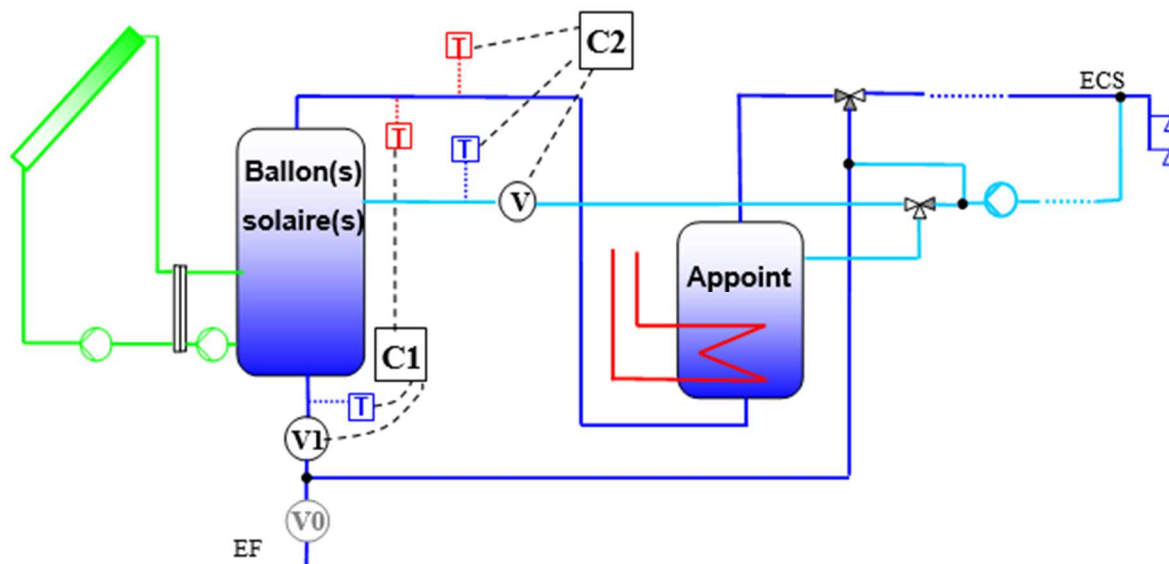
Le schéma hydraulique intégrant l'instrumentation est le suivant (exemple avec échangeur solaire intégré au ballon) :



**Figure 6 : Instrumentation en cas d'appoint intégré avec bouclage (2ème possibilité)**



## Appoint séparé et retour optionnel du bouclage sanitaire vers le stockage solaire



**Figure 7 : Instrumentation en cas d'appoint séparé et bouclage revenant vers le ballon solaire**

Le compteur 2 doit absolument comporter dans ce cas 2 index d'énergie, chacun étant incrémenté selon le sens de la différence de température. Cette fonction double index permet à la fois de détecter une dérive de l'option « retour bouclage vers solaire » et de mesurer correctement l'énergie solaire utile le cas échéant.

### 3/ FONCTIONNALITES DU DISPOSITIF / SITE INTERNET

#### 3.1 TRANSMISSION AUTOMATIQUE DES DONNEES

L'évolution majeure des fonctionnalités de TélésuiWeb au cours de l'année 2016 concerne l'automatisation de l'acquisition des index des compteurs. Deux niveaux de transmission automatique des données peuvent être distingués :

##### Récupération automatique de données envoyées par mail

Cette fonctionnalité permet aux utilisateurs de s'affranchir de la saisie des index mensuels sur le site TélésuiWeb : un courriel est envoyé par l'utilisateur, puis est traité automatiquement pour intégrer les valeurs dans la base de données TélésuiWeb.

Ce principe est notamment intéressant lorsque l'utilisateur possède sa propre base de données, capable de générer automatiquement un fichier et de l'envoyer.

Le fichier envoyé en pièce jointe du courriel doit être au format .csv et contenir les 4 colonnes suivantes :

- Identifiant de l'installation (dont la forme n'importe pas)
- Identifiant du compteur (dont la forme n'importe pas)
- Date

- Index
- Et une 5ème colonne : l'unité de la valeur de l'index, facultative si connue par ailleurs.

Chaque ligne correspond ainsi à l'index d'un compteur à une date donnée.

Une souplesse considérable est permise pour la forme du fichier puisqu'il n'y a pas de contraintes sur :

- l'emplacement des colonnes : l'INES PFE le définit lors du paramétrage du téléreport ;
- l'ordre d'apparition des index : Le fichier peut contenir des informations de plusieurs installations et à plusieurs dates différentes.

A ce jour, plus de 100 installations bénéficient de cette fonctionnalité.

## Télérelève

Cette fonctionnalité permet aux utilisateurs de s'affranchir du relevé des compteurs et de la saisie des index mensuels sur le site TéléSuiWeb.

De nombreux protocoles de communication peuvent être utilisés pour raccorder les compteurs à l'automate en chaufferie : MBus, ModBus, impulsions, ...

Cet automate paramétrable transmet à distance les informations recueillies à la base de données TéléSuiWeb, par différents vecteurs de communication (notamment GPRS et Internet filaire).

Pendant plusieurs mois, INES PFE a travaillé au développement de sa propre centrale d'acquisition avec comme objectifs d'aboutir à un télécontrôleur :

- à bas coût, pour maximiser son déploiement ;
- avec une base commune à tous les types de suivis, pour faciliter l'activité de suivi ;
- modulable suivant la configuration requise, pour optimiser son coût ;
- ouvert, pour autoriser d'éventuelles évolutions futures.

Après des avancées en interne qui ont permis de mieux cerner les problématiques et d'élaborer un cahier des charges complet, nous avons consulté différentes entreprises susceptibles de réaliser l'ingénierie logicielle et matérielle du produit.

Mais les coûts proposés dans les meilleures offres restant largement supérieurs à ceux escomptés, nous avons finalement opté pour des produits industriels du marché.

## 3.2 AUTRES AMELIORATIONS

Hormis les évolutions majeures décrites ci-dessus et la fiabilisation du logiciel au fil de l'eau, quelques autres améliorations ont également été mises en place :

### Données d'entrée

Il est désormais possible de saisir 2 index de volume d'arrivée d'eau froide au système le cas échéant, correspondant aux compteurs placés avant et après le piquage vers le mitigeur thermostatique. Des analyses et alertes associées seront développées dans le courant de l'année 2017.

Dans la base de données, un champ supplémentaire permet la saisie de la charge solaire, utile notamment en cas d'appoint intégré avec bouclage (cf schéma de la figure 6 et explications page 7).

### Page de résultats

Des info-bulles sur chaque libellé des indicateurs du tableau de résultats facilitent la compréhension de leur signification (exemple pour les besoins sur la figure 8 ci-dessous)

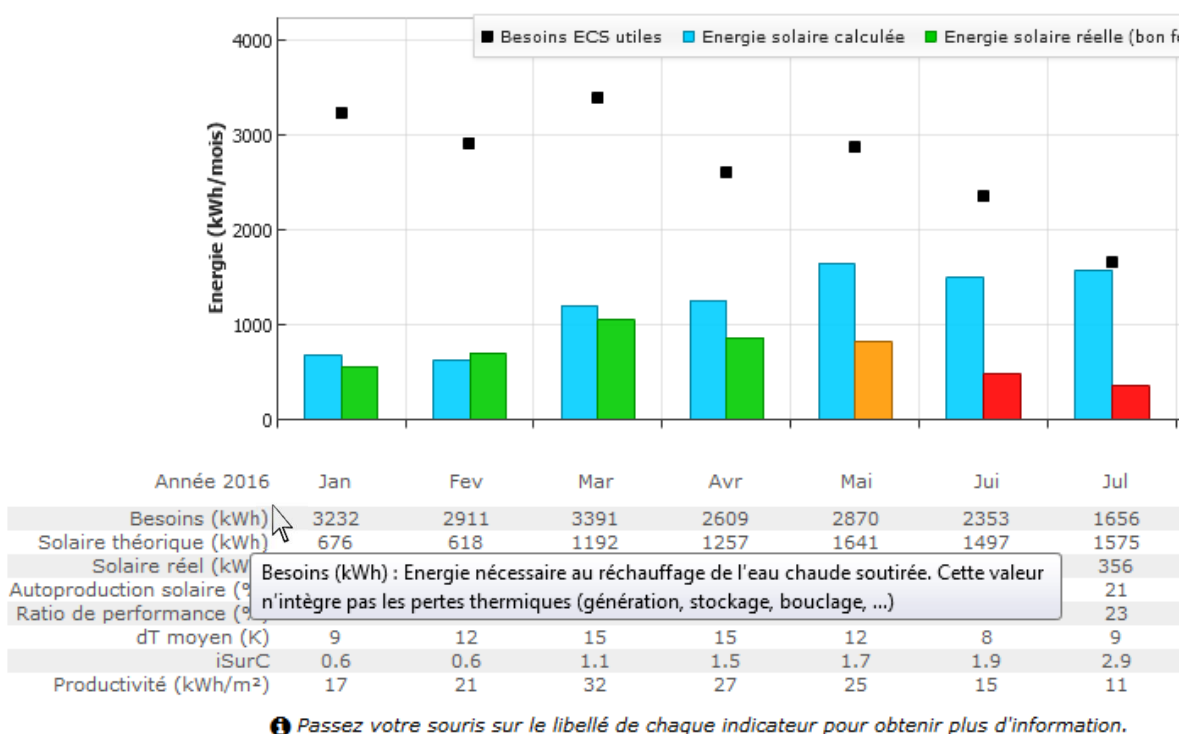


Figure 8 : Graphe de résultats

### Tableau de bord

Le tableau de bord d'un utilisateur peut dorénavant intégrer :

- la mention « Problème d'instrumentation », en cas de défaillance de la métrologie. Le dernier ratio de performance ainsi que le code couleur associé sont dans ce cas neutralisés ;
- l'information du type de stockage en eau technique ;
- le mois correspondant à la dernière performance indiquée s'il est différent de celui de la dernière saisie.

#### 4/ ANALYSE DE L'ECHANTILLON OBSERVE

Seules les installations ayant été suivies au moins 12 mois consécutifs, sans incident, peuvent contribuer à l'analyse des performances qui suit.

Les 2 graphiques suivants présentent la répartition des systèmes répondants à ce critère, selon l'usage puis selon l'énergie d'appoint.

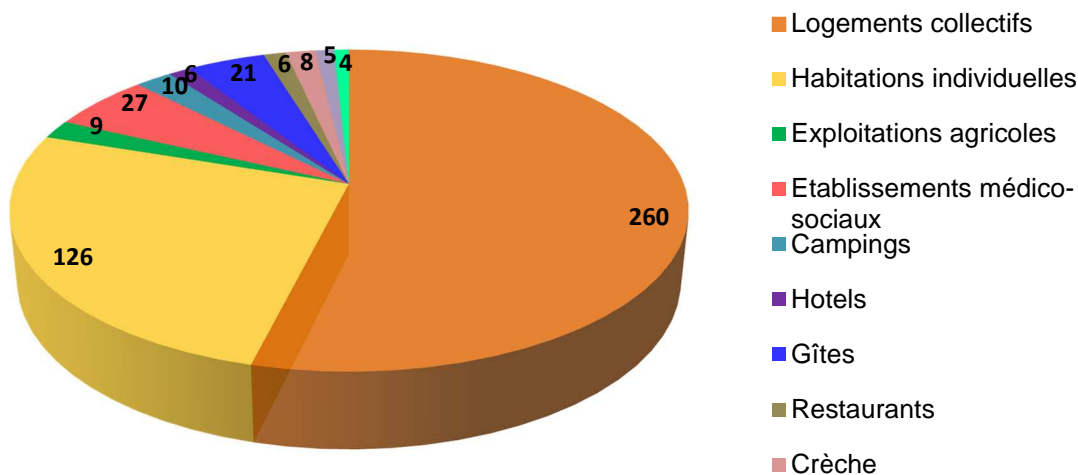


Figure 9 : Répartition de l'échantillon analysé selon le type d'usage

Les logements collectifs représentent le type d'usage très largement majoritaire pour les nouvelles installations entrant dans le dispositif.

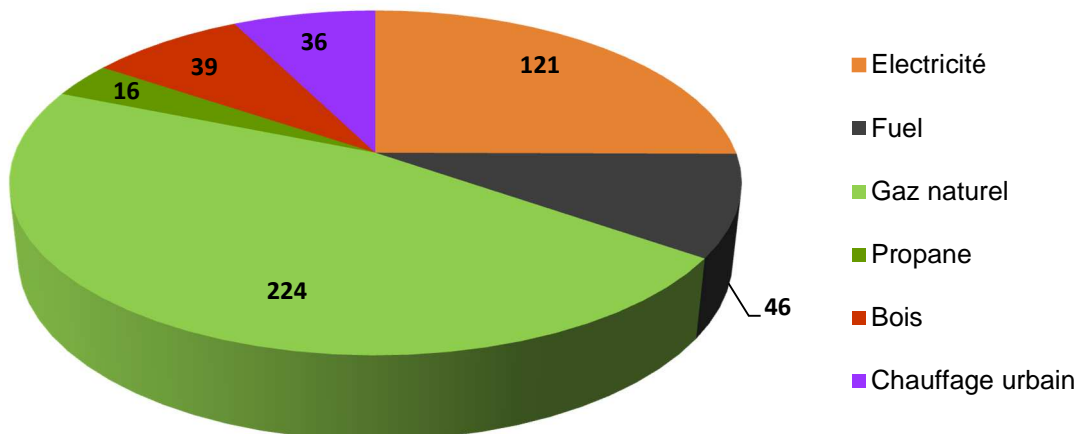


Figure 10 : Répartition de l'échantillon analysé selon l'énergie d'appoint

## 5/ ANALYSE DES PERFORMANCES

### 5.1 DEFINITION DU RATIO DE PERFORMANCE

Pour évaluer le bon fonctionnement d'une installation solaire de production d'eau chaude, l'indicateur utilisé est le ratio de performance du système : il s'agit du rapport entre l'énergie solaire utile mesurée et l'énergie solaire utile théorique.

L'énergie théorique est calculée chaque mois via les algorithmes de la méthode SOLO, avec comme données d'entrée les conditions réelles d'usage :

- les caractéristiques techniques de l'installation (relevées sur site à la mise en service du suivi) ;
- la consommation d'eau chaude mesurée sur l'installation ;
- l'irradiation calculée à l'aide de la durée d'insolation réelle de la station météorologique la plus proche de l'installation.

Idéalement, le ratio de performance doit être égal à 1 (ou 100%) mais on considère qu'au-delà de 80% environ, l'installation fonctionne bien, compte tenu des incertitudes de données météo, de mesure et de calcul. Il est d'autant plus faible qu'un dysfonctionnement impacte la valorisation de l'énergie solaire.

**Sur l'ensemble du parc suivi, on retrouve un ratio de performance annuel global d'environ 80%, c'est-à-dire que 20% de l'énergie solaire attendue n'est pas fournie**, compte tenu des conditions réelles de fonctionnement des installations solaires de production d'eau chaude.

### 5.2 PRODUCTIVITE, DIMENSIONNEMENT ET RATIO DE PERFORMANCE

La productivité en énergie solaire utile, ramenée au m<sup>2</sup> de capteur solaire, est un indicateur primordial dans l'intérêt économique d'une installation, puisque le coût d'investissement est à peu près proportionnel à la surface de capteurs installée.

Les organismes financeurs comme l'ADEME utilisent cette donnée pour octroyer le solde de la subvention après un an de fonctionnement : elle doit être supérieure à un seuil fixé selon la zone climatique.

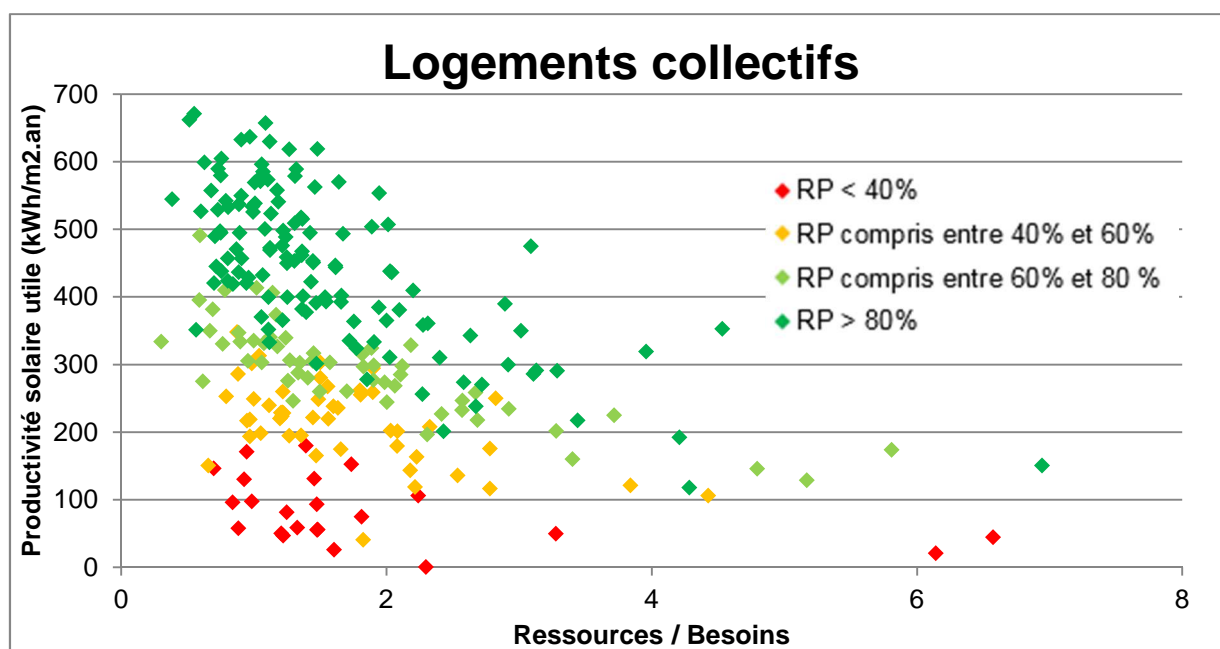
Sur les graphes suivants :

- L'irradiation est l'énergie solaire incidente, sur l'ensemble du champ de capteurs ; la charge correspond aux besoins énergétiques totaux « soutirage » pour la production de l'eau chaude sanitaire.  
**Le rapport irradiation sur charge**, en abscisse, **est ainsi le reflet du dimensionnement** de l'installation : plus il est élevé, plus l'installation est « surdimensionnée ».
- **Les couleurs des marqueurs** dépendent du ratio de performance (RP) annuel moyen pour chaque installation, et sont donc **représentatives du bon fonctionnement**.

Comme le présentait la figure 1, on retrouve des productivités élevées pour les installations qui, d'une part, ne sont pas surdimensionnées (Irradiation / Charge < 3 environ) et qui, d'autre part, fonctionnent bien dans la durée (point vert).

Les valeurs de productivité en énergie solaire utile retenues sont les moyennes des valeurs annuelles glissantes, par m<sup>2</sup>.

Par catégorie d'usage, on trouve ci-dessous ces graphes, ainsi que quelques autres indicateurs lorsque jugés utiles.

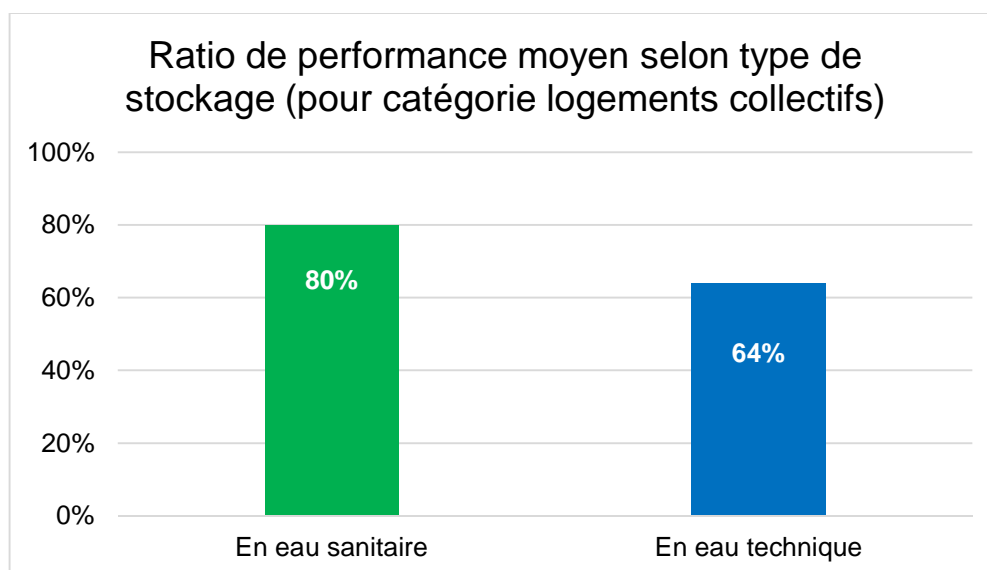


**Figure 11 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Logements collectifs)**

On remarque que le surdimensionnement ne concerne qu'une faible proportion des installations pour logements collectifs, ce qui permet d'obtenir des productivités élevées dès lors que le fonctionnement est correct.

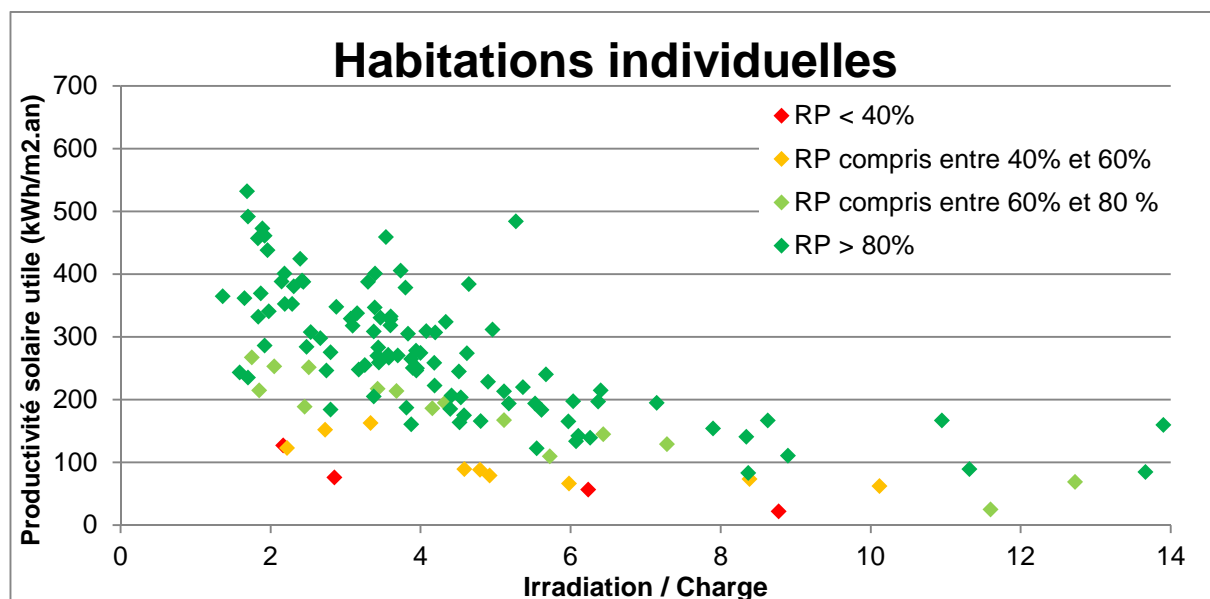
Pour cet usage, la réglementation anti-légionnelle ne recommande pas un stockage solaire en eau technique. Toutefois, cette pratique semble de plus en plus répandue. Environ 20% des 260 installations suivies dans cette catégorie comportent un stockage solaire en eau technique.

Or, on constate que, sur cet échantillon, le ratio de performance est en moyenne plus faible pour les systèmes comportant un stockage en eau technique:



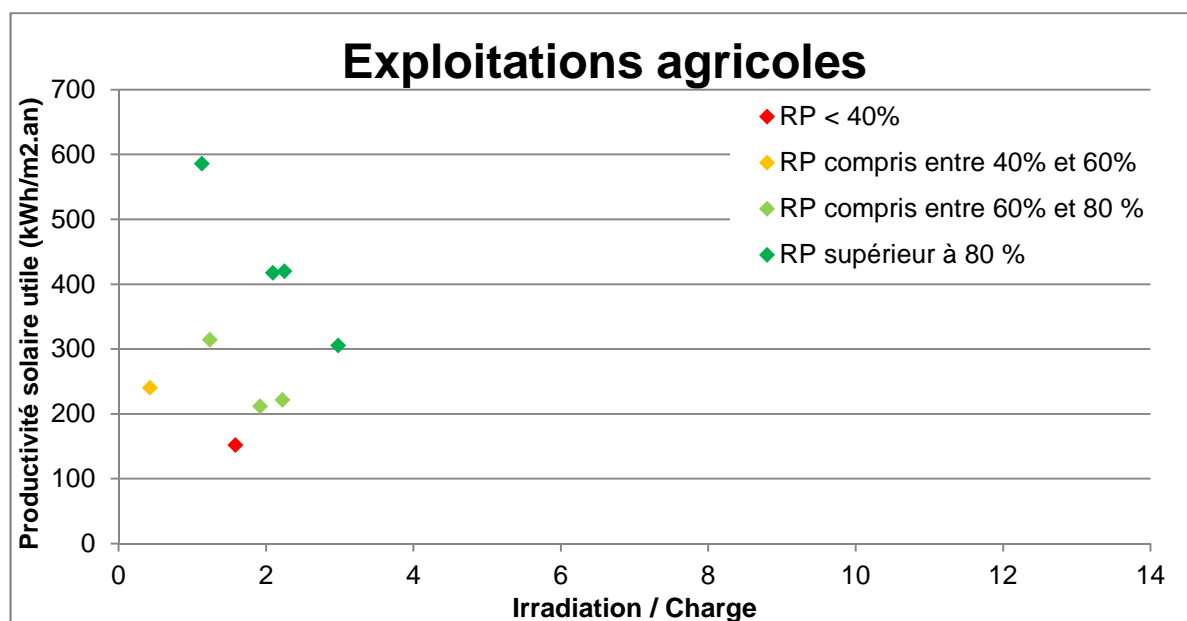
**Figure 12 : Ratio de performance moyen en fonction du type de stockage (logements collectifs)**

Compte tenu de la taille de l'échantillon et la multitude de facteurs influant sur le ratio de performance, ce graphe n'a évidemment pas pour prétention de présenter une vérité absolue mais une tendance.



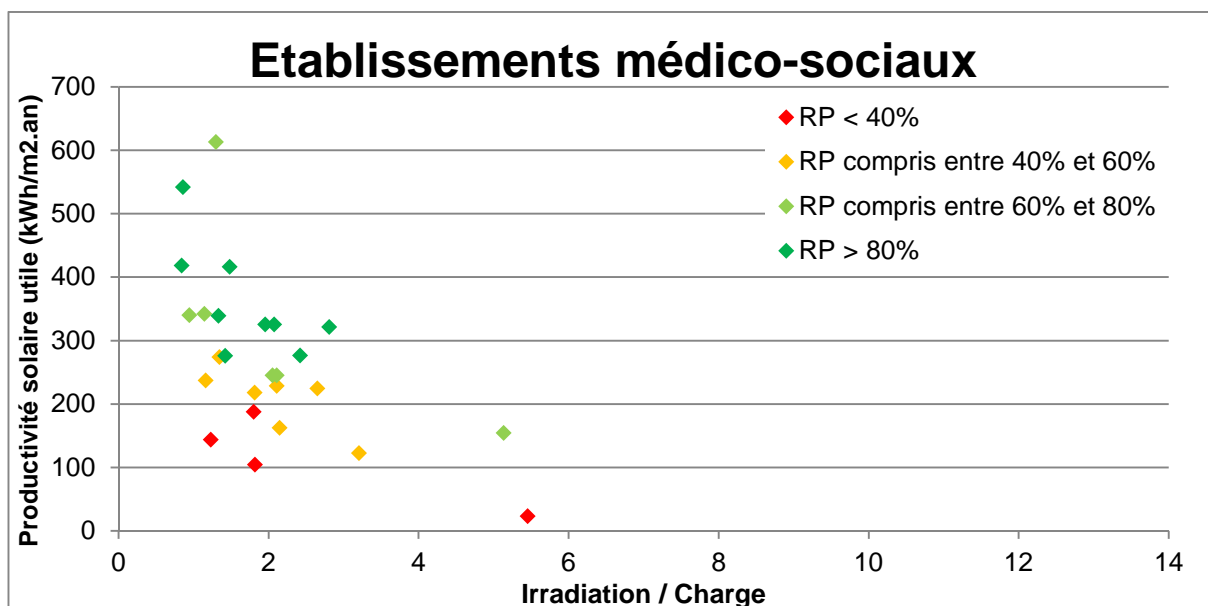
**Figure 13 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Habitations individuelles)**

Les installations individuelles sont souvent « surdimensionnées » du fait des kits proposés par les fabricants indépendamment du nombre d’occupants. Cet obstacle à une productivité élevée offre cependant comme avantages la possibilité de couper totalement l’appoint pendant la période estivale, et un meilleur taux de couverture solaire.



**Figure 14 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Exploitations agricoles)**

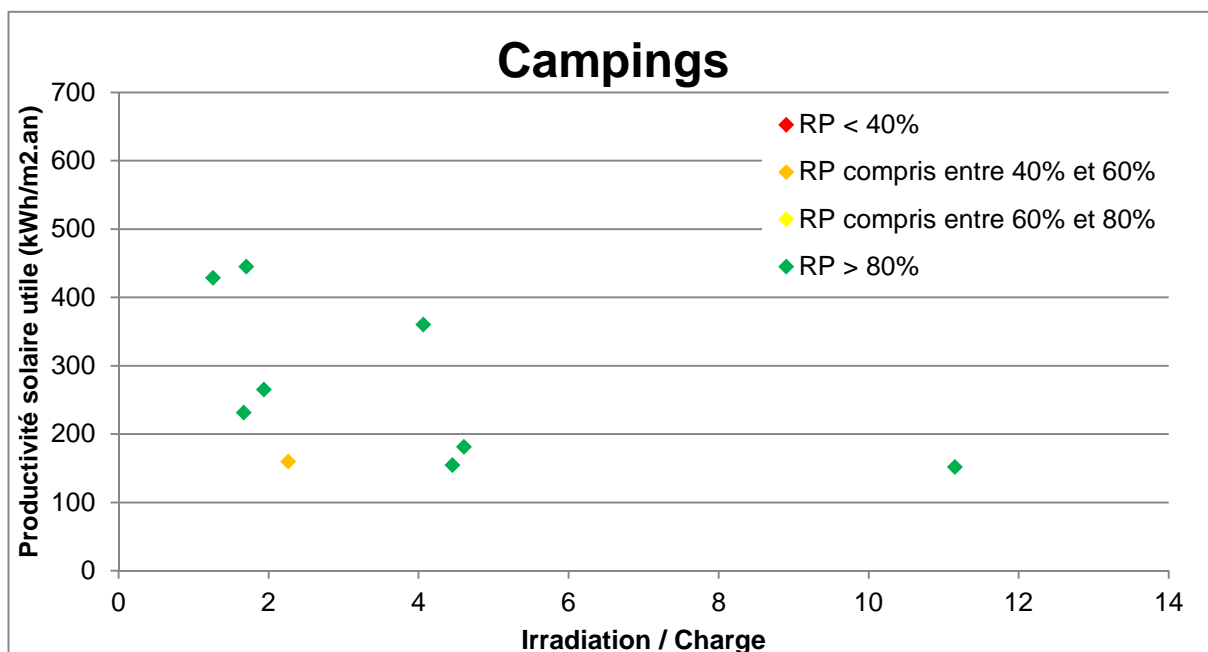
Pour les usages agricoles, l’eau chaude est souvent utilisée pour du nettoyage (cuve, etc…) et les besoins sont donc particulièrement constants sur l’année. Malgré quelques problèmes de fonctionnement, la dizaine d’exemple du graphe ci-dessus montre que sur le principe, il est tout-à-fait pertinent d’utiliser l’énergie solaire pour ce type d’applications.



**Figure 15 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Etablissements médico-sociaux)**

Les foyers, maisons de retraite, maisons médicalisées, etc, comportent généralement un taux d'occupation stable tout au long de l'année.

Mais on observe que pour certains établissements, les besoins ont été surévalués. La consommation d'eau chaude peut effectivement être très variable selon le degré de dépendance des occupants, le personnel présent, etc... Ces points doivent être minutieusement étudiés en amont.



**Figure 16 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Campings)**

La durée de la période de fermeture, très variable d'un camping à l'autre, conditionne le niveau de productivité que peuvent atteindre ces installations. Pendant ce laps de temps, si le système n'est pas autovidangeable, les fonctions anti-surchauffe de la régulation solaire, voire la vidange du circuit solaire peut être intéressante pour prolonger la durée de vie du fluide caloporteur.



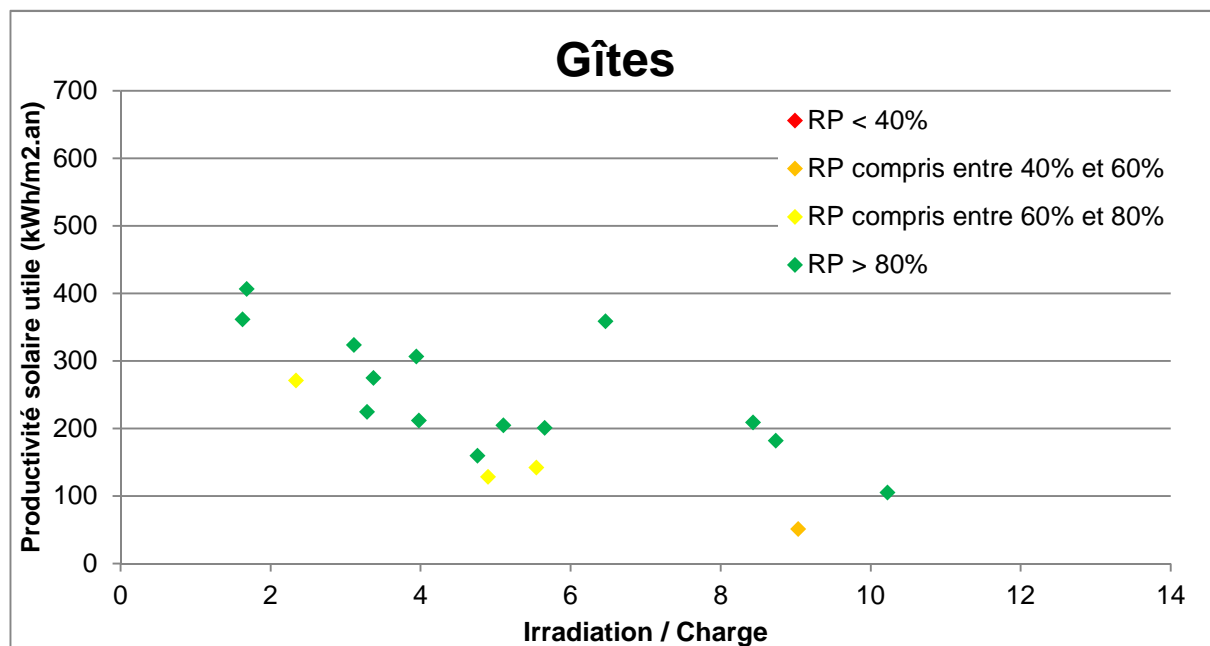


Figure 17 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Gîtes)

On constate sur la figure 16 que l'occupation moyenne des gîtes participant à TéléSuiWeb est faible par rapport au dimensionnement des installations, notamment en raison d'une intermittence importante.

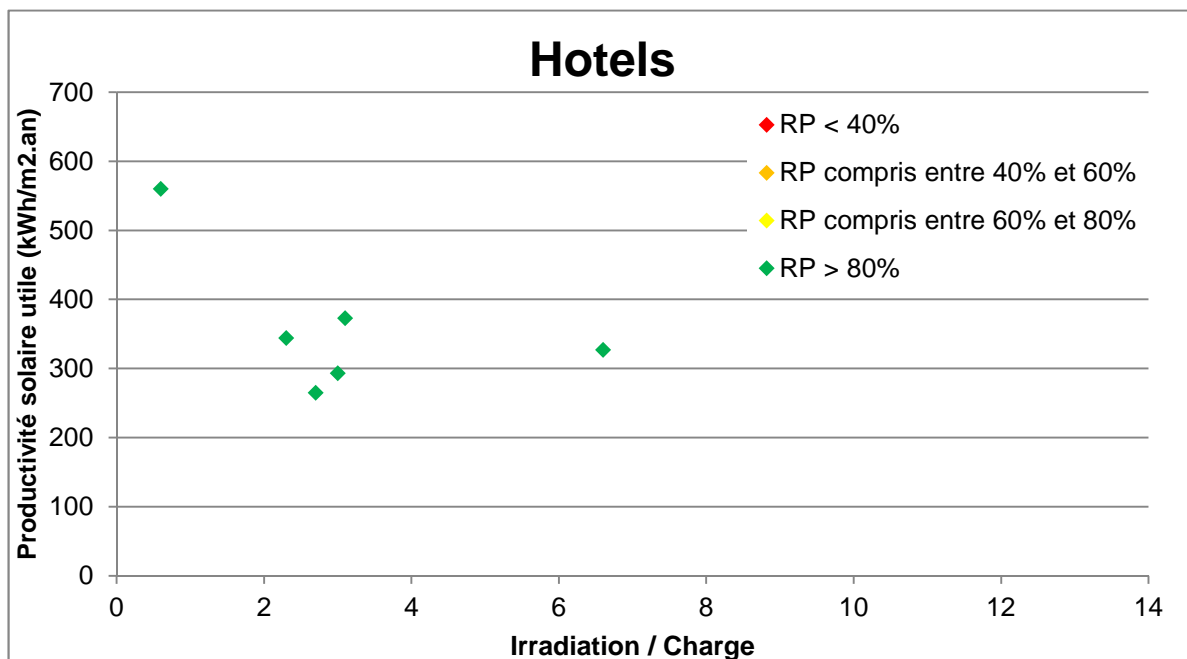
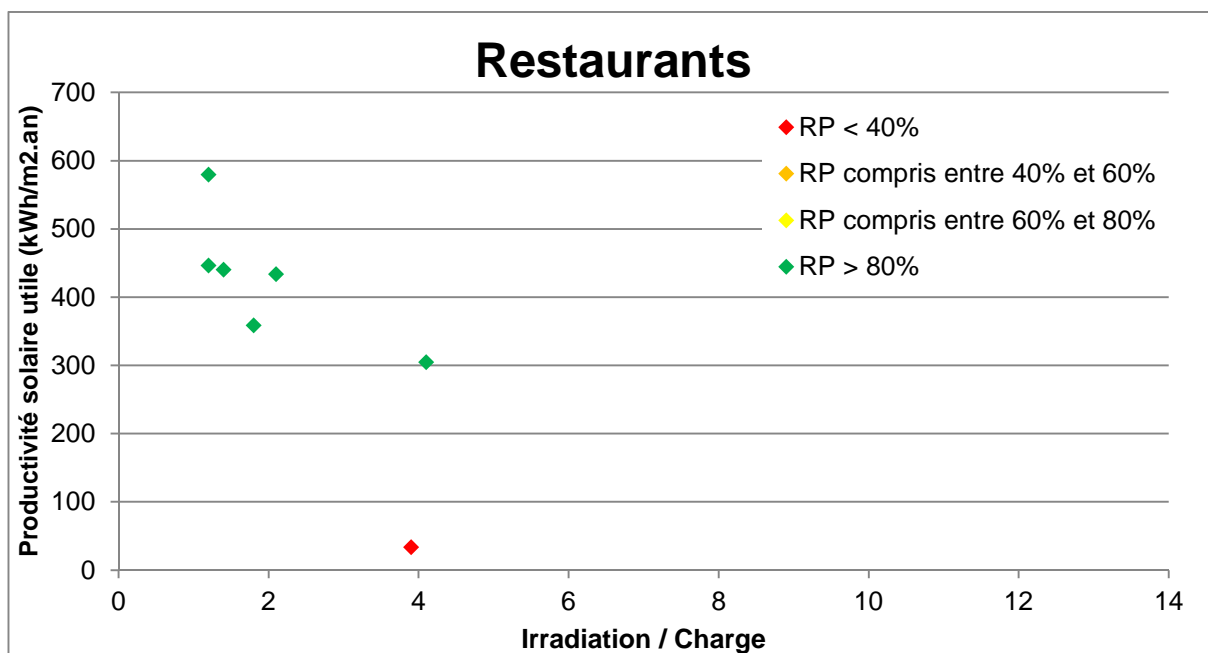


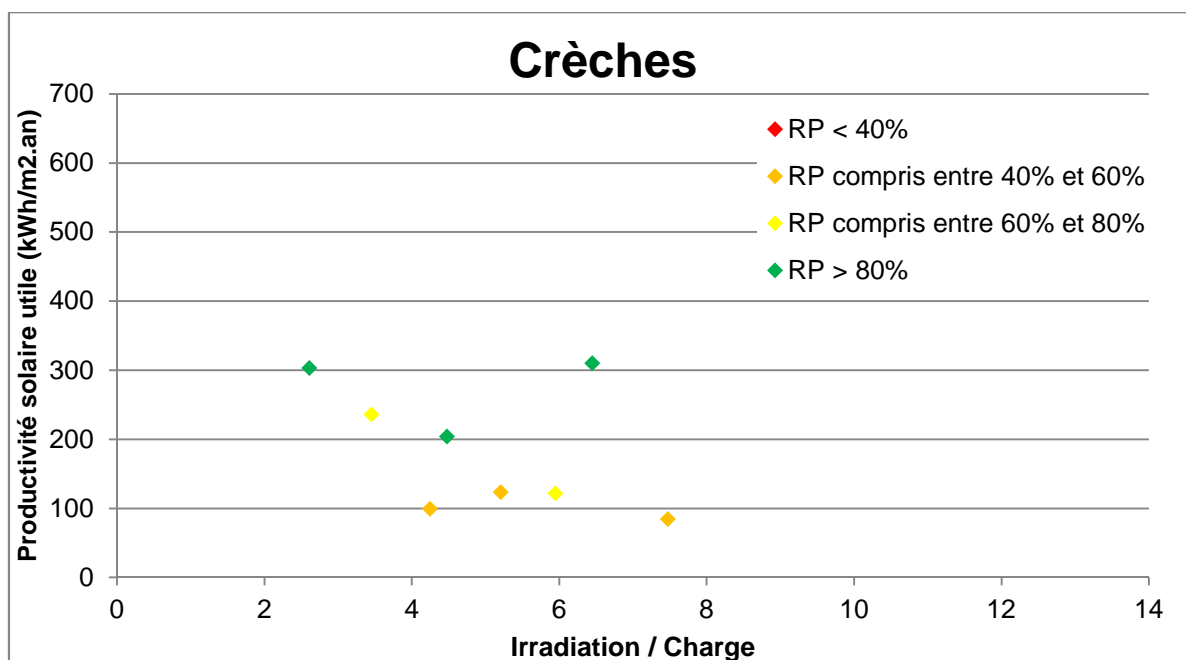
Figure 18 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Hotels)

Parmi les 5 installations suivies, la production d'eau chaude pour l'hôtel est parfois commune avec celle des gérants, habitants à l'année, ce qui permet le cas échéant de valoriser une part non négligeable de l'énergie solaire, même hors saison touristique.



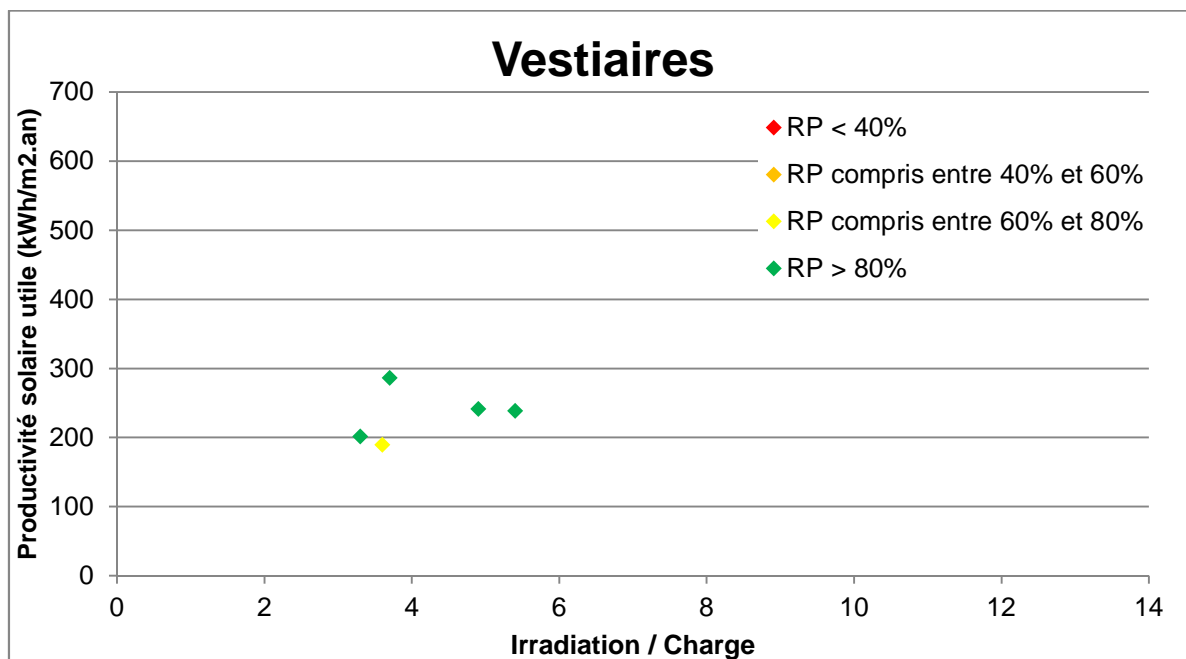
**Figure 19 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Restaurants)**

Les productivités des quelques restaurants suivis au moins une année via TéléSuiWeb sont très encourageantes. Il faut pour cela que les variations de service annuelles et hebdomadaires ne soient pas trop importantes.



**Figure 20 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Crèches)**

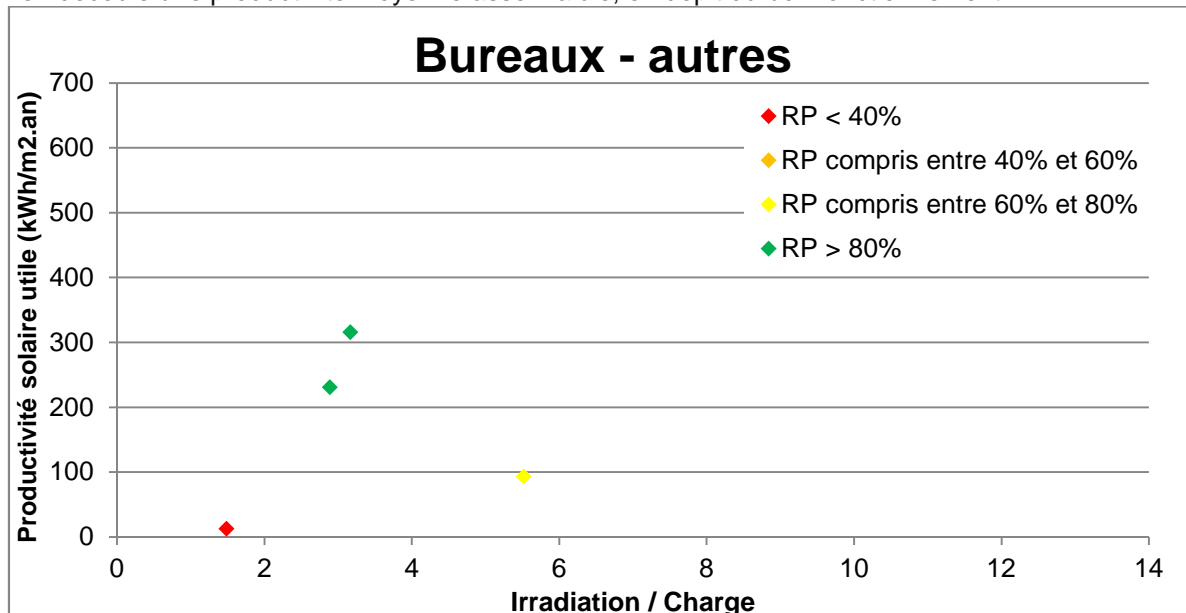
Les crèches ont des faibles besoins en eau chaude sanitaire. Les installations solaires limitées à cet usage sont rarement les plus pertinentes, d'autant plus si elles nécessitent la mise en place d'un bouclage sanitaire énergivore qui pourrait être évité si la production est proche des points de puisage.



**Figure 21 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Vestiaires)**

Ces 5 systèmes alimentent en eau chaude des vestiaires "d'entreprise". Pour toutes ces installations, on constate que les besoins en eau chaude ont été surévalués, le nombre de salariés prenant une douche sur place n'étant pas aussi important qu'escompté.

Il en découle une productivité moyenne assez faible, en dépit du bon fonctionnement.



**Figure 22 : Productivité en fonction du rapport irradiation sur charge (Bureaux - autres)**

Les bâtiments tertiaires ont souvent des faibles besoins en eau chaude sanitaire. Comme pour les crèches, il faut notamment se méfier d'une installation solaire si, de par son encombrement, elle implique la mise en place d'un bouclage sanitaire qui n'aurait pas eu lieu d'être avec des points de production « décentralisés ».

### 5.3 TAUX DE COUVERTURE

Les taux de couverture des bâtiments d'habitation individuels et collectifs ont pu être extraits. Sont indiquées ci-dessous les valeurs moyennes :

- pour l'échantillon total concerné : portion orange pleine
- et pour celui correctement (ratio de performance > 80%) : portions oranges pleine et hachurée

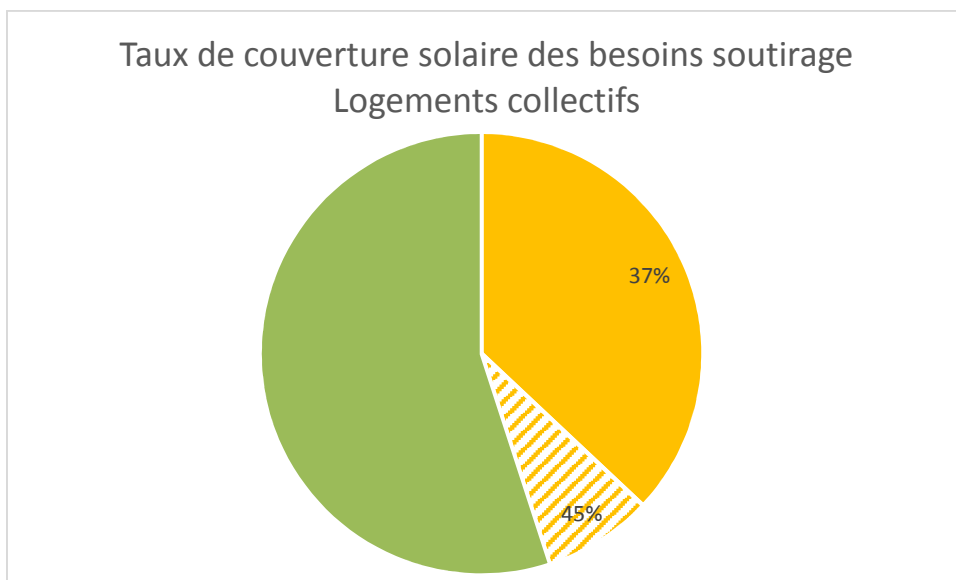


Figure 23 : Taux de couverture solaire (logements collectifs)

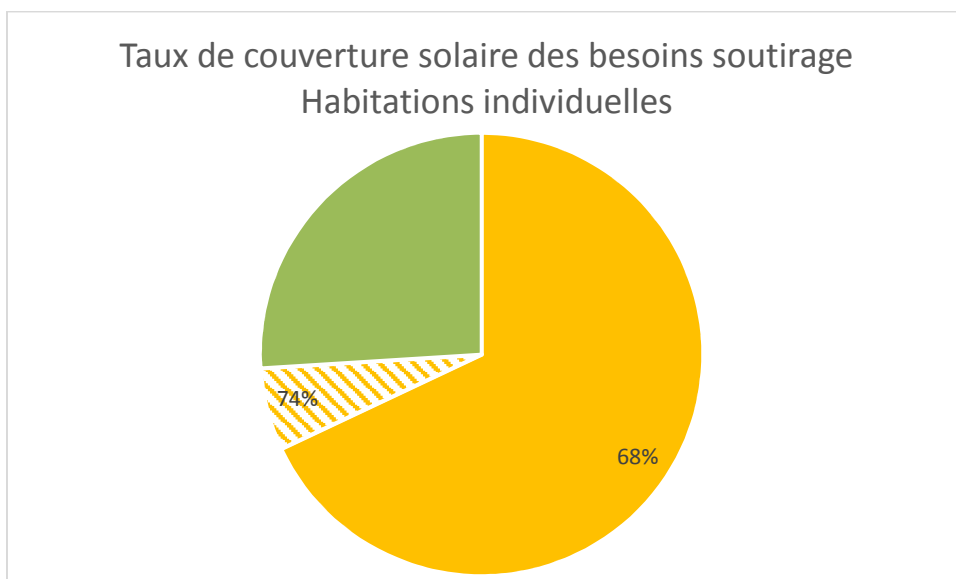


Figure 24 : Taux de couverture solaire (habitations individuelles)

## 5.4 IMPACT GLOBAL DES INSTALLATIONS

On considère ici l'impact sur les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre.

La méthode proposée pour estimer l'impact des installations sur la consommation d'énergie et l'émission de gaz à effet de serre est basée sur l'estimation d'une économie d'énergie à partir des valeurs mesurées d'énergie solaire utile.

### HYPOTHESES

- **Rapport [Energie économisée / Production solaire utile]**

Ce coefficient est basé sur le rendement moyen de génération des systèmes d'appoint installés, ainsi que sur le gain éventuel sur le rendement de stockage.

Il est plus élevé pour les installations individuelles : les taux de couverture atteignant souvent 100% en période estivale, l'appoint peut être totalement arrêté. Il n'a donc plus à supporter les pertes de stockage : un gain supplémentaire est observé.

Type d'installation	Energie d'appoint	Rapport Energie économisée / Production solaire utile
Installations individuelles	Electrique	1,15
	Autres	1,39
Installations collectives	Electrique	1,05
	Autres	1,22

Figure 25 : Rapports Energie économisée / Production solaire utile

- **Emissions standards de gaz à effet de serre pour la production d'eau chaude,** selon l'énergie d'appoint (Source : Méthode 3CL - Diagnostic de Performance Energétique) :

Source d'énergie	Emissions de CO2 (Kg CO2 / kWh énergie finale)
Electricité	0,040
Fioul	0,300
Gaz naturel	0,234
Propane	0,274
Granulés bois	0,013

Figure 26 : Emissions de gaz à effet de serre pour la production d'eau chaude

## RESULTATS

La surface prise en compte est la surface d'entrée du champ de capteurs solaires.

Les valeurs indiquées représentent la moyenne des économies annuelles par m<sup>2</sup> de capteur, pour les installations suivies sans incident sur au moins douze mois consécutifs, avec pour chaque type d'usage :

- Les indicateurs de l'ensemble de l'échantillon concerné ;
- Les indicateurs des installations fonctionnant correctement dans l'échantillon concerné (c'est-à-dire comportant un ratio de performance supérieure à 80% sur la période d'analyse), pour évaluer le « potentiel » du parc suivi si l'on s'affranchit des dysfonctionnements.

Type d'usage	Installations prises en compte (nombre d'installations)	Energie économisée (kWh/m <sup>2</sup> .an)	Emissions GES évitées (kg <sub>eq</sub> CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .an)
Logements collectifs	Toutes (260)	408	85
	Bon fonctionnement (166)	542	115
Habitations individuelles	Toutes (126)	313	38
	Bon fonctionnement (101)	349	40
Exploitations agricoles	Toutes (9)	335	13
	Bon fonctionnement (4)	454	18
Etablissements médico-sociaux	Toutes (27)	322	61
	Bon fonctionnement (13)	440	92
Campings	Toutes (10)	272	36
	Bon fonctionnement (8)	294	44
Gîtes	Toutes (21)	253	41
	Bon fonctionnement (16)	295	49
Hôtels	Toutes (6)	385	62
	Bon fonctionnement (4)	404	68
Restaurants	Toutes (6)	440	88
	Bon fonctionnement (5)	520	105
Crèches	Toutes (8)	226	42
	Bon fonctionnement (3)	333	59
Vestiaires	Toutes (4)	214	20
	Bon fonctionnement (3)	220	25
Bureaux - autres	Toutes (4)	182	22
	Bon fonctionnement (2)	307	40

**Figure 27 : Economies d'énergies et émissions de gaz à effet de serre évitées**

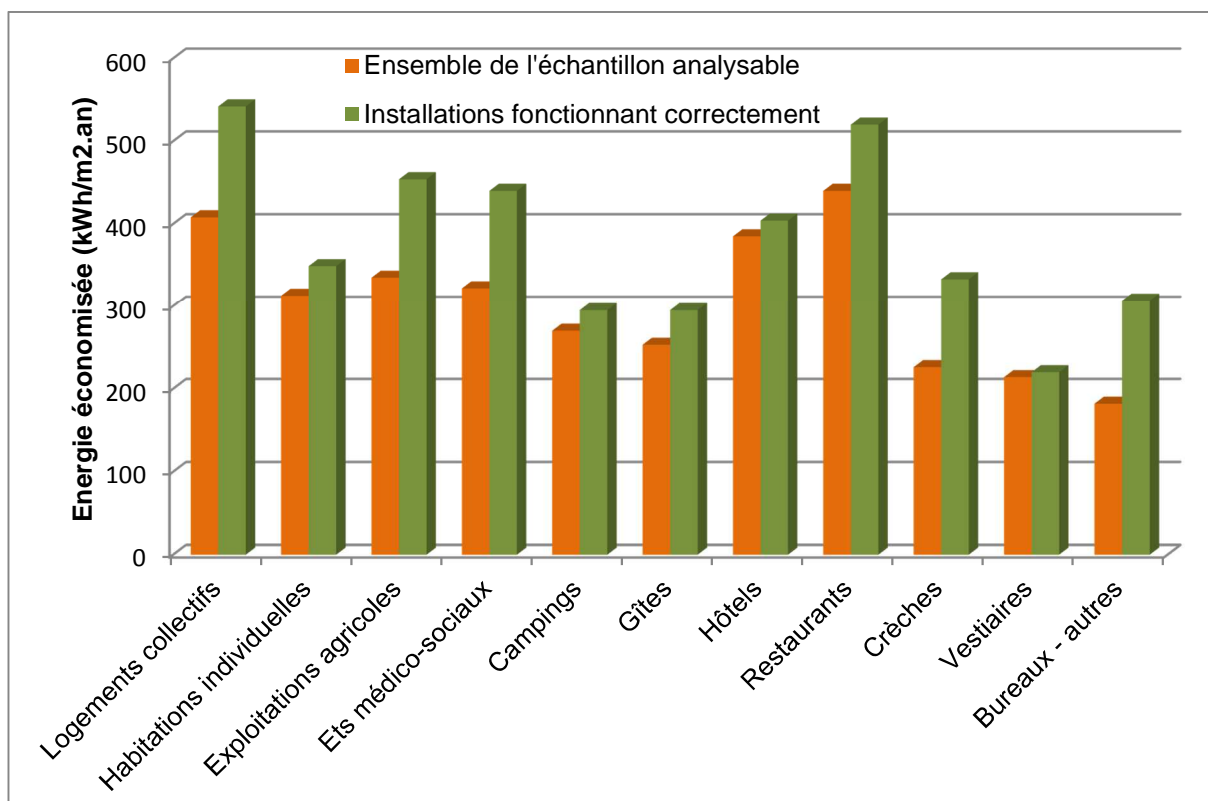


Figure 28 : Energie économisée (graphe)

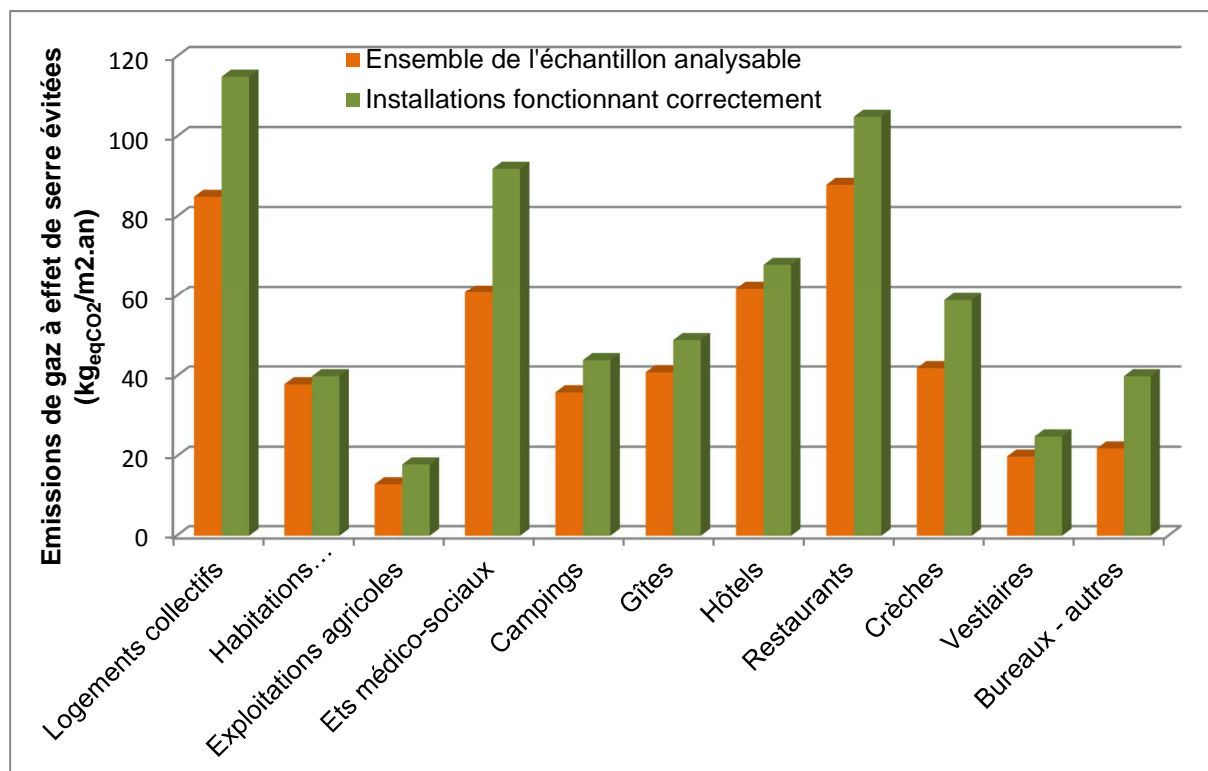


Figure 29 : Emissions de gaz à effet de serre évitées (graphe)

## 5.5 POINTS D'ATTENTION SUR LA LECTURE DES RESULTATS

Il est important de considérer ces résultats à la lumière de quelques considérations :

- Le nombre d'installations suivies étant très variable selon les catégories, la valeur statistique des analyses l'est aussi.
- Les installations à appoint intégré nécessitent un 2<sup>ème</sup> (voire un 3<sup>ème</sup> en cas de bouclage sanitaire) compteur d'énergie, sur un (des) circuit(s) à faible différence de température, ainsi que l'estimation de pertes thermiques à attribuer à l'appoint. Par conséquent, la fiabilité de la mesure est moindre que pour les installations à appoint séparé. La nouvelle analyse basée sur la mesure de la charge solaire devrait amoindrir les difficultés de suivi de ces installations.
- TéléSuiWeb permet, à l'heure actuelle, de mesurer la productivité solaire, de contrôler le bon fonctionnement de la partie solaire (le « ratio de performance » en est le reflet). Les besoins énergétiques « soutirage » y sont mesurés ou estimés.  
 Mais pour tirer des conclusions sur le bilan énergétique global pour la production d'eau chaude sanitaire, il faudrait également prendre en compte :
  - le rendement de génération des équipements d'appoint ;
  - les pertes thermiques du bouclage sanitaire ;
  - les autres pertes thermiques dans la chaufferie.

## 6/ DEFAUTS

Voici quelques points sensibles / défauts relevés sur les installations solaires lors des diagnostics de fonctionnement :

- **Schéma hydraulique :**
  - Complexité non justifiée ;
  - Incohérences (mélange de montages séries et parallèles, ...) ;
  - Dérivation retour bouclage vers entrée froide du mitigeur thermostatique absente, ou clapets anti-retours associés absents ;
- **Circuit solaire :**
  - Absence du jeu de vannes permettant de connecter un groupe de dégazage efficace ;
  - Vase d'expansion mal dimensionné (volume, pression de prégonflage) et/ou ne comportant pas de dispositif de déconnexion/vidange indispensable à une maintenance aisée ;
  - Absence de débitmètre (circuits solaires primaire et surtout secondaire) ;
  - Vannes d'équilibrages entre les différentes branches absentes ou non réglées ;
- **Régulation :**
  - Paramétrage d'usine non ajusté ;
  - Sondes de température mal placées, mal installées ou sorties de leur logement ;
  - Consigne de température appoint trop élevée ;
- **Etat général de l'installation :**
  - Calorifugeage insuffisant des différents éléments (ballons, tuyauteries, échangeurs, ...)

Cette liste est évidemment loin d'être exhaustive, mais constitue une part importante des problèmes constatés.



## 7/ COMMUNICATION AUTOUR DE TELESUIWEB

### 7.1 EVENEMENTS

Voici les évènements 2016 dans lesquels INES Plateforme Formation & Evaluation est intervenu en valorisant considérablement, en partageant les enseignements de TéléSuiWeb :

- Visite des installations solaires de l'hôpital local de Villeneuve de Berg (4 installations suivies via TéléSuiWeb), organisée par Polenergie. Public : maîtres d'ouvrage ardéchois du secteur hospitalier (8 janvier).
- Atelier Solaire Thermique organisé par l'AGEDEN à Seyssins pour bureaux d'études, installateurs et exploitants (14 janvier).
- Workshop solaire thermique dans les ErP organisé par l'ADEME RA (12 mai).
- Formation solaire thermique des bailleurs sociaux, organisé par ALEC Lyon pour ABC HLM (16 juin)
- Matinée SOCOL à Clermont-Ferrand (5 juillet).

### 7.2 FORMATIONS

Nous faisons bien entendu profiter d'une présentation de TéléSuiWeb et de ses résultats aux stagiaires de nos toutes nos formations dans le domaine du solaire thermique, à l'attention des maîtres d'ouvrage, des bureaux d'études, des installateurs, et des exploitants.

### 7.3 ARTICLES

Un dossier complet centré sur TéléSuiWeb est paru dans le numéro de février 2016 de la revue Chaud Froid Performance.

### 7.4 GROUPES DE TRAVAIL NATIONAUX

Les retours d'expériences offerts par TéléSuiWeb et les prestations de diagnostics et d'assistance à maîtrise d'ouvrage sont mis à profit dans différents groupes de travail nationaux :

- **ADEME** : Extraction et analyse spécifique de données issues de TéléSuiWeb pour appuyer une note de l'ADEME (nationale) à l'attention de la DHUP pour le rééquilibrage du crédit d'impôt entre Chauffe-Eau Solaire Individuel et Chauffe-Eau Thermodynamique.
- **SOCOL** : L'INES PFE est très actif à tous niveaux au sein de cette plateforme collaborative réservée au solaire thermique collectif et participe notamment aux Etats Généraux de la Chaleur Solaire (qui ont eu lieu à Paris le 25 octobre cette année).

- **Qualit'Enr** : Nous participons à l'élaboration et à la révision des référentiels de formation pour les qualifications solaire thermique de Qualit'Enr. Fin 2016, a notamment été menée une réflexion sur le référentiel Qualisol Collectif.

## 7.5 GROUPES DE TRAVAIL DES TERRITOIRES OU DES COLLECTIVITES

Nous avons pris part aux groupes de travail pour la mise en place d'actions autour du solaire thermique et notamment de TéléSuiWeb pour :

- Le plan chaleur solaire de l'agglomération Valence Romans Sud Rhône Alpes ;
- Le TEPOS Cœur de Savoie ;
- Le TEPOS Arlysère.