

# L'innovation

## au service de la chaleur solaire

- Nouveaux capteurs innovants  
**Eric KUCZER – VIESSMANN**
- Capteurs hybrides PVT  
**Mohamed BENABDELKARIM – SYSTOVI**  
**Laetitia BROTTIER – DUALSUN**  
**Max SOUSSANA – GROUPE SOLUTION ENERGIE**
- Systèmes hybrides PAC + solaire  
**David CHEZE – INES CEA Tech**
- Le solaire connecté pour une maintenance optimisée  
**Daniel MUGNIER – TECSOL**



# L'innovation chaleur solaire

---

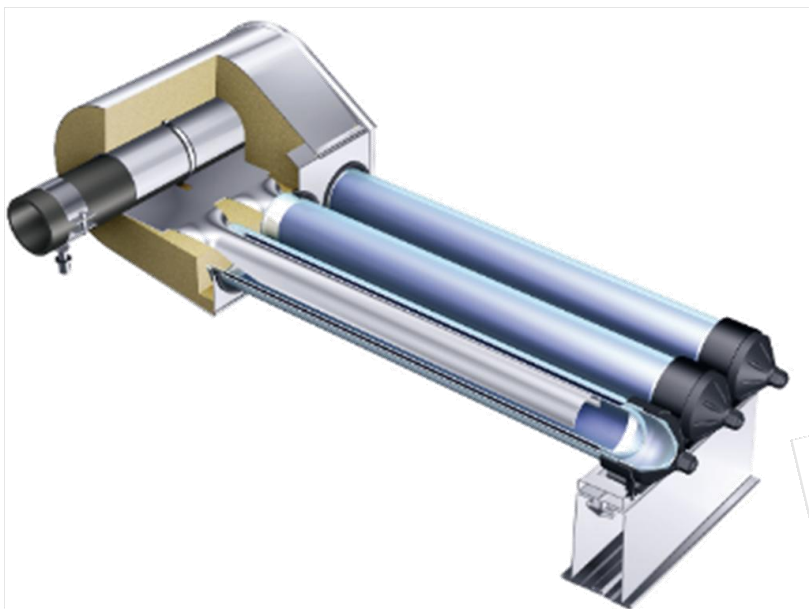
## Les capteurs innovants



**Eric KUCZER**

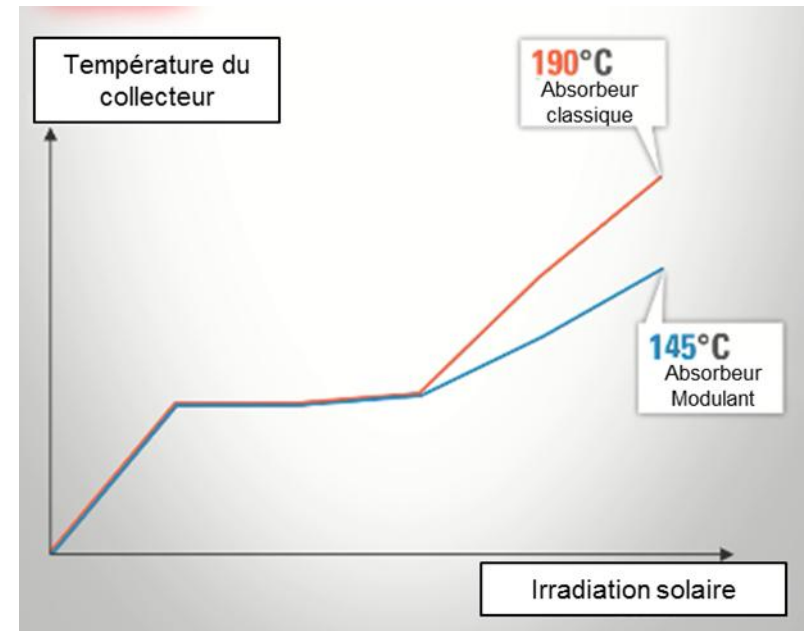
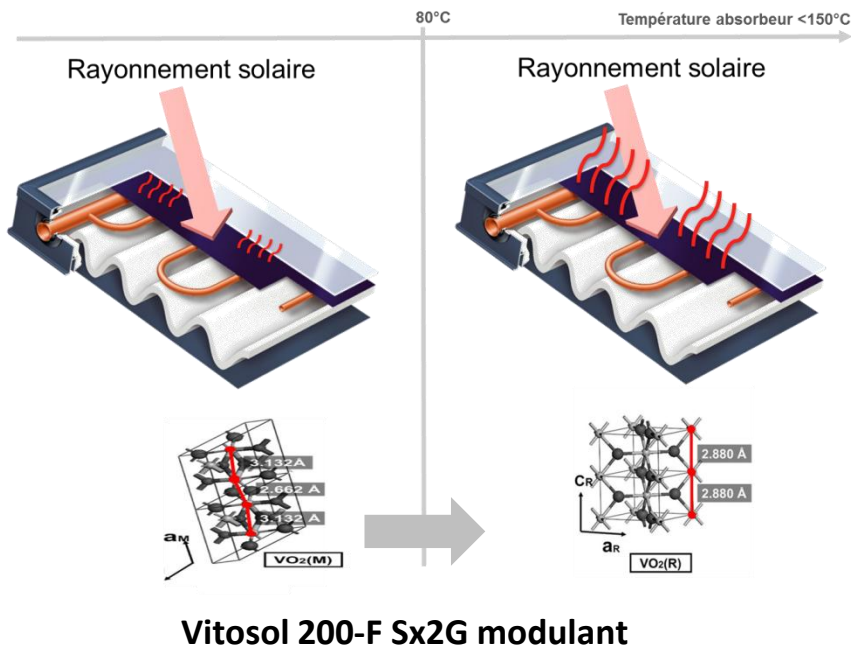
Responsable produit  
**Viessmann**

## Caloduc : condenseur à technologie Rollbond

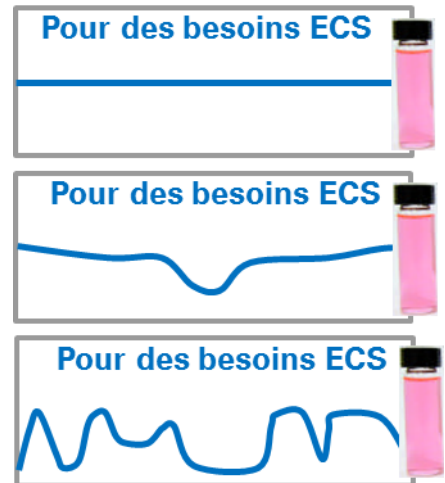
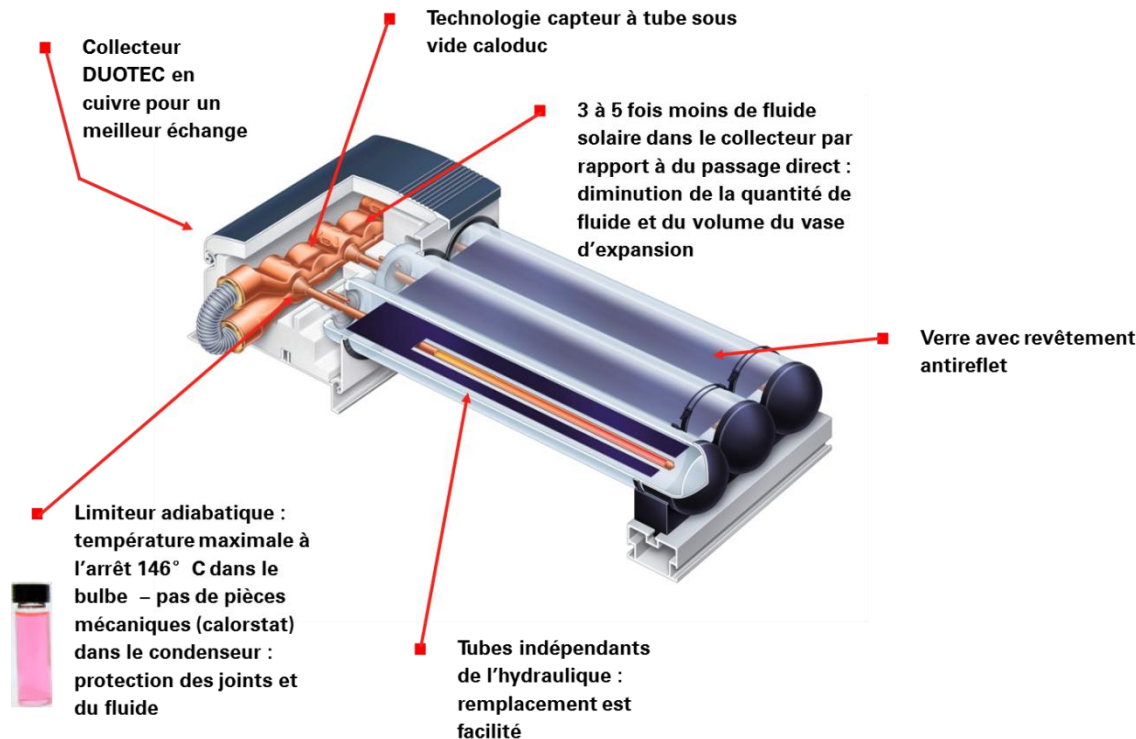


**Vitosol 200-T SPL**

## Absorbeur avec un revêtement à effet thermochromique : limitation de la température de l'absorbeur inférieur à 150°C



## Limitation des températures de stagnation des tubes sous vides caloduc : inférieure à 146°C





# L'innovation chaleur solaire

Capteurs hybrides PVT, quelles perspectives pour l'offre industrielle française ?



**Mohamed BENABDELKARIM**

Directeur Technique Associé  
**SYSTOVI**

## Principe physique

Pourquoi il est judicieux de valoriser la chaleur sous les panneaux photovoltaïques ?

PHOTOVOLTAÏQUE : 3x plus de chaleur que d'électricité



Energie utile  
20 %

Chaleur  
60 %

Réflexion  
20 %

L'industrie PV travail d'arrache pied pour améliorer le rendement électrique mais néglige l'exploitation du gisement que constitue la chaleur dissipée sous les panneaux.

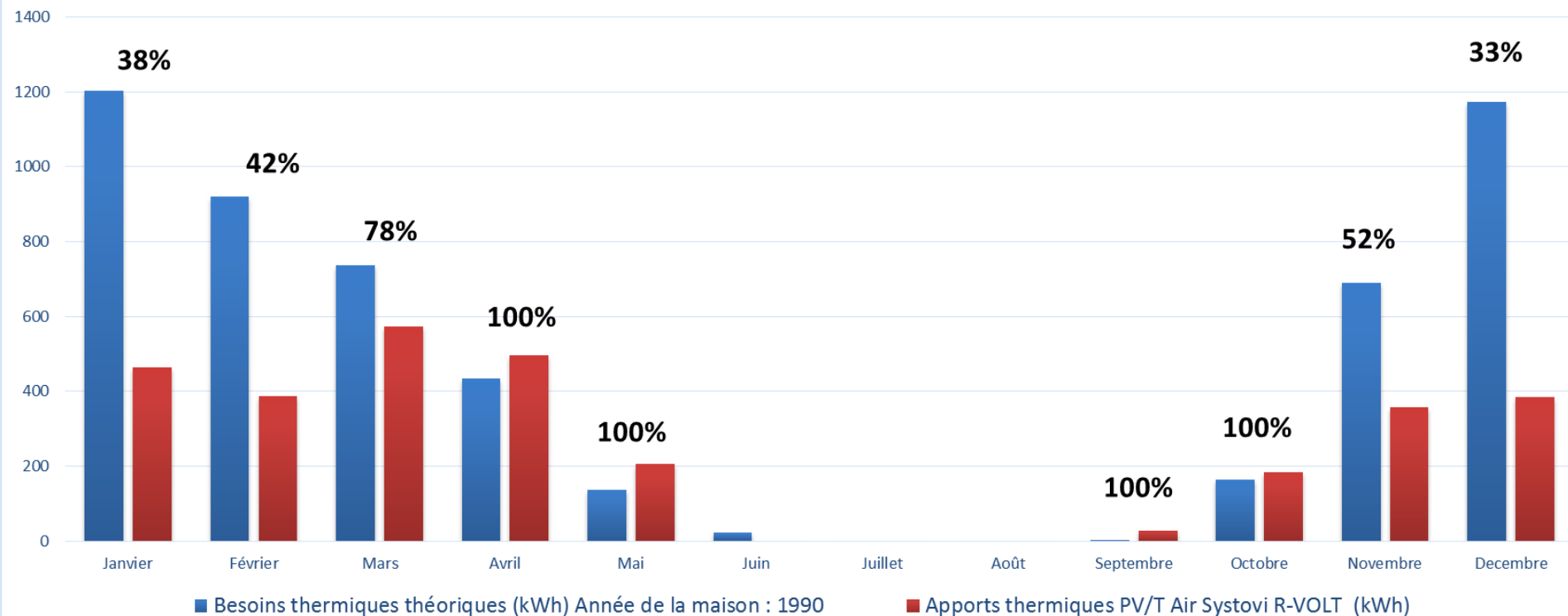
# Comment cela fonctionne ?





# Performances

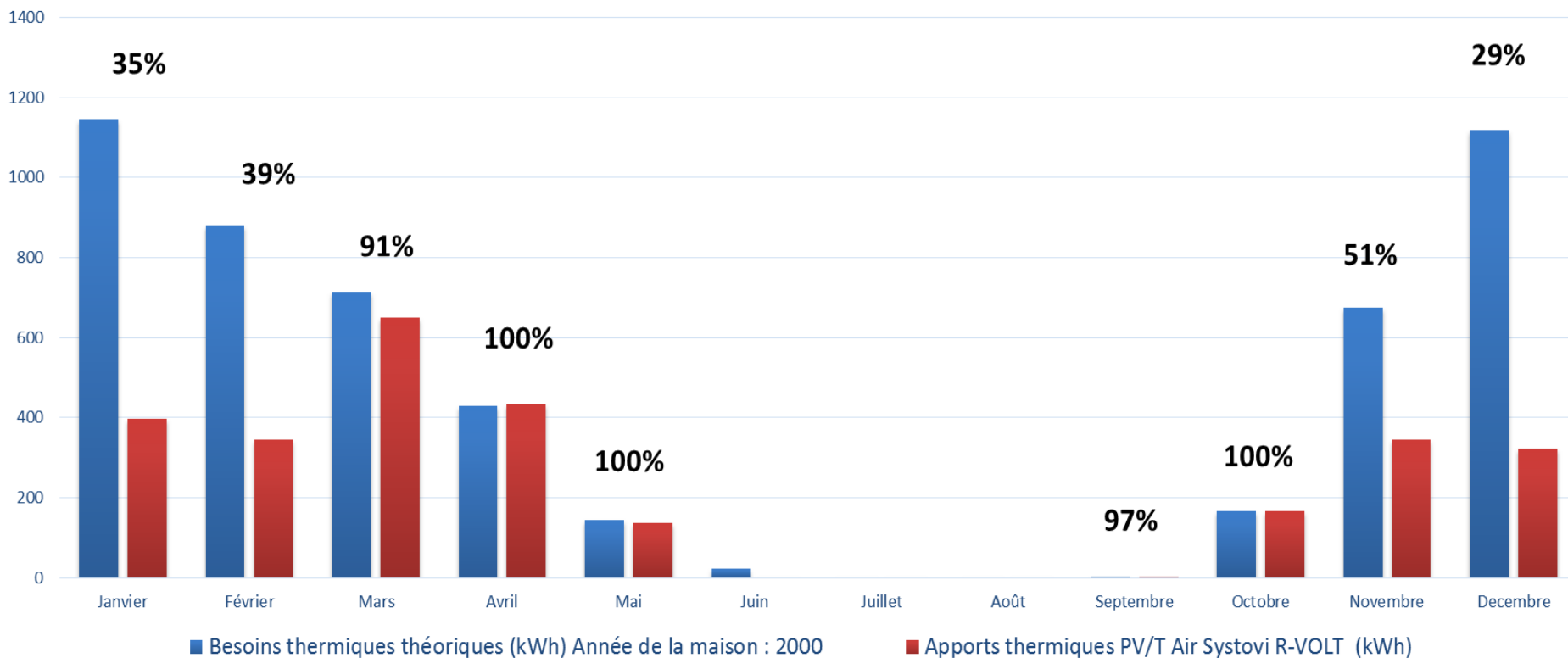
**Couverture des besoins chauffage**  
Au pas horaire - Fichier Météo RT 2012 - Zone H2b



**1ère installation : Maison de 1990 - 100 m<sup>2</sup> – 4 personnes - Nantes (H2b) – Chauffage électrique – Inertie du bâti : faible - Température confort : 19°C – Température non chauffage : 16°C - Installation PV/T R-VOLT : 12 capteurs aérovoltaiques + 4 capteurs aérothermiques**  
**Taux de couverture annuel des besoins CHAUFFAGE mesuré : 56%**

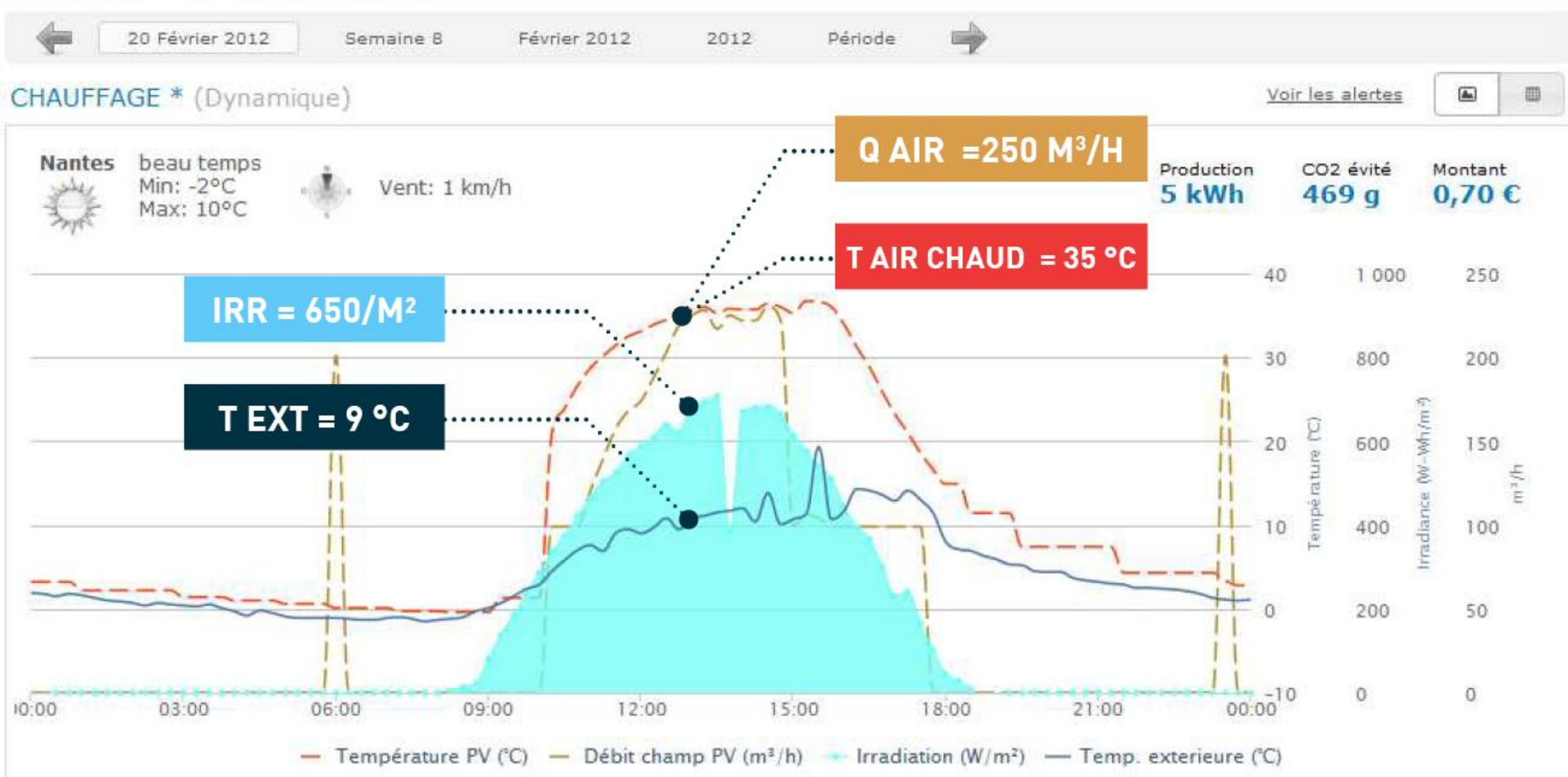
# Performances

**Couverture des besoins chauffage  
Au pas horaire - Fichier Météo RT 2012 - Zone H3**



**2ème installation : Maison de 2000 - 150 m<sup>2</sup> – 5 personnes – Marseille (H3) – Chauffage gaz – Inertie du bâti : moyenne - Température confort : 20°C – Température de non chauffage : 16°C - Installation PV/T R-VOLT : 10 capteurs aérovoltaique**  
**Taux de couverture annuel des besoins CHAUFFAGE mesuré : 53%**

# Performances



En hiver, par temps ensoleillé, on arrive à insuffler de l'air à 35°C .

## Conclusion

- **Le photovoltaïque hybride à air permet de valoriser l'énergie thermique perdue sous les panneaux.**
- **La ventilation sous les panneaux augmente leur rendement annuel de 8% en moyenne.**
- **Nous travaillons sur le stockage de cet « air chaud » pour l'insuffler le soir et ainsi augmenter le taux de couverture annuel chauffage en particulier pour les nouvelles maisons RT2012.**



# L'innovation chaleur solaire

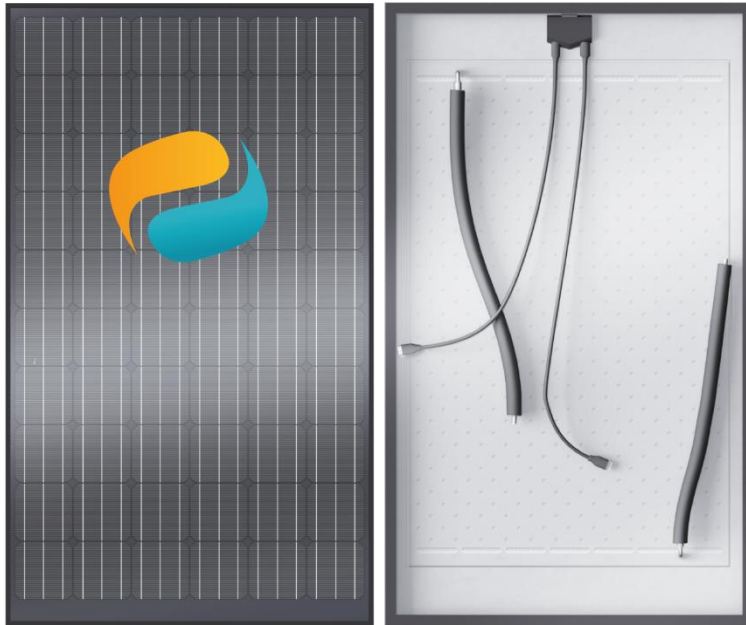
Capteurs hybrides PVT, quelles perspectives pour l'offre industrielle française ?



**Laetitia BROTTIER**

Cofondatrice et Directrice Innovations  
**DUALSUN**

# Une innovation reconnue



## Technologie soutenue

- BPI France : Faisabilité
- Ademe : Industrialisation
- FUI : DualPlas

## Labels internationaux

- Solar Keymark n°011-7S2285 P
- Brevets n° 1059597, n° 1156550



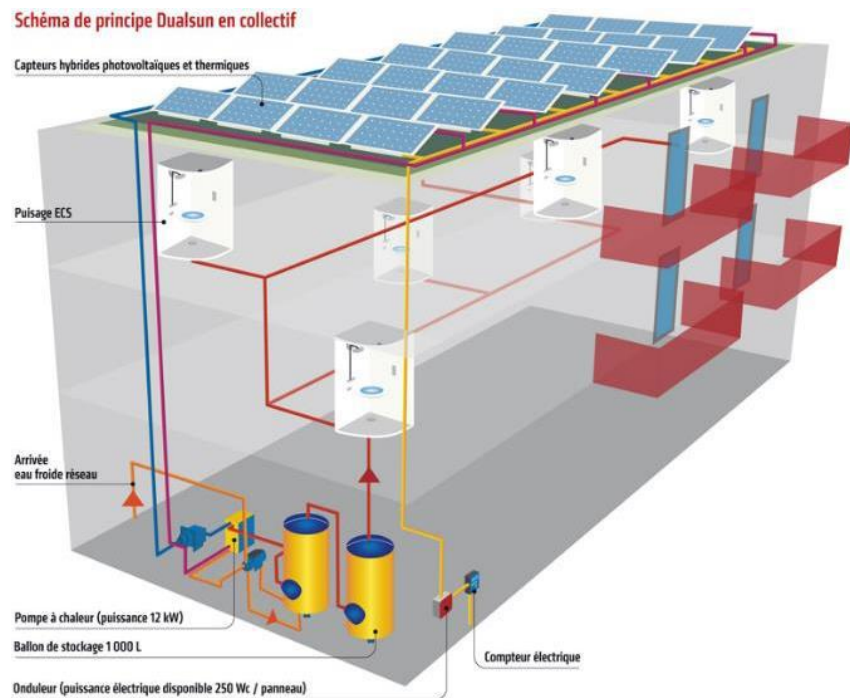
DESIGNED EN PROVENCE



# Comment cela fonctionne?

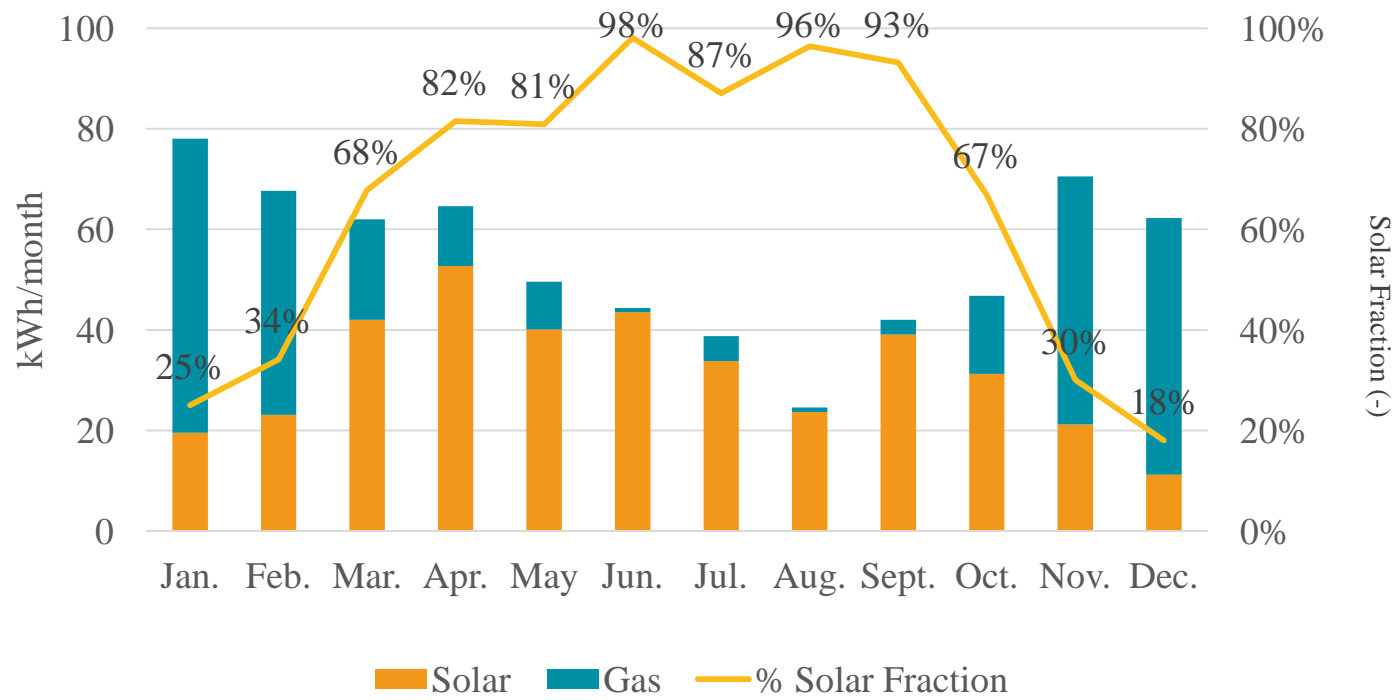


**CESI**



**« HeliopacSystem+ »**

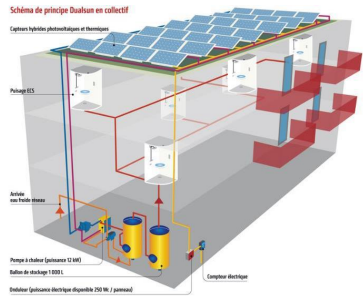
# Performance



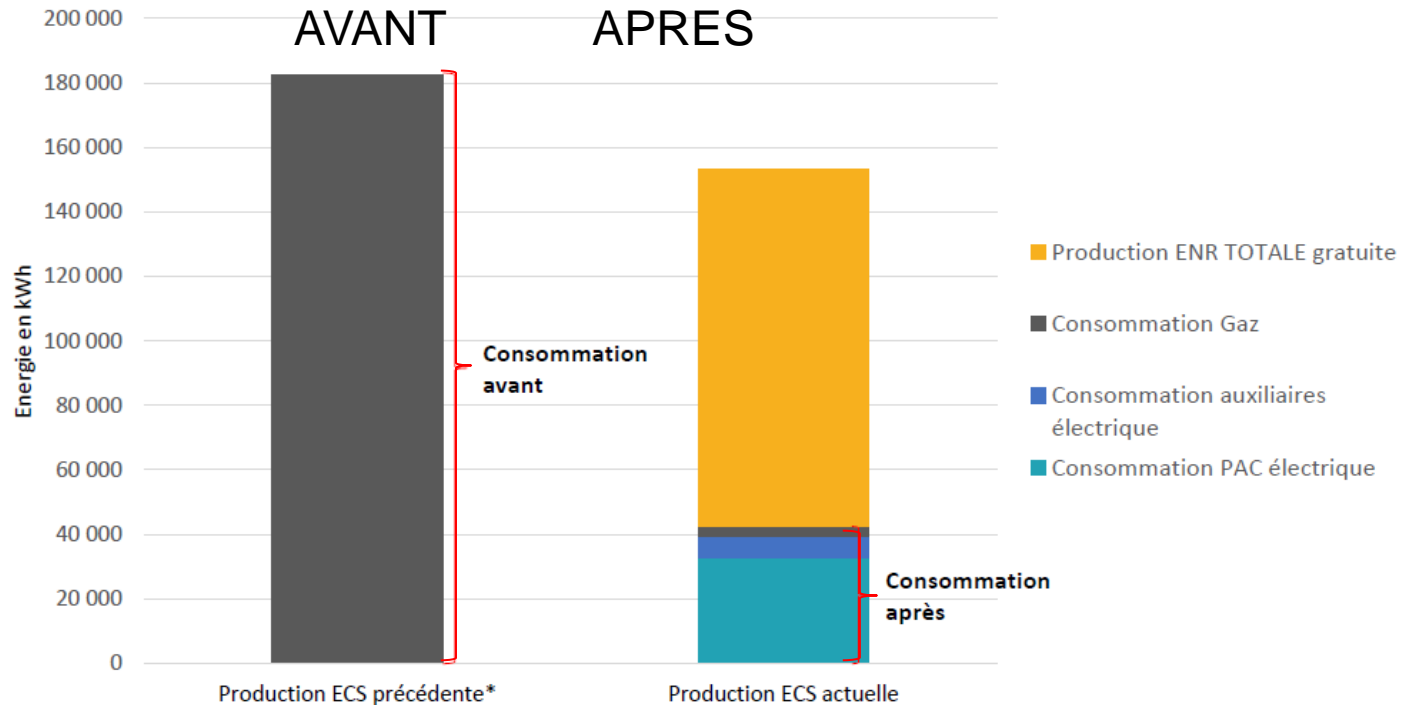
59% de couverture à Lyon



# Performance



**heliopacsystem+®**



\*calculée à partir des consommations de gaz avant l'installation. La différence de production totale est due au rendement de la chaudière Gaz qui est moins bon que celui de l'Heliopacsystem+.

Une consommation divisée par 4 !

72% de couverture à Marseille

# Références



Prenez part à notre aventure énergétique !



# L'innovation chaleur solaire

**Capteurs hybrides PVT, quelles perspectives pour l'offre industrielle française ?**



**Max SOUSSANA**

**GROUPE SOLUTION ENERGIE**



— AÉROVOLTAÏQUE —

**GSE AIR'SYSTEM<sup>TM</sup> V3.0**

L'indépendance énergétique  
à portée de mains



# AEROVOLTAÏQUE

— AÉROVOLTAÏQUE —

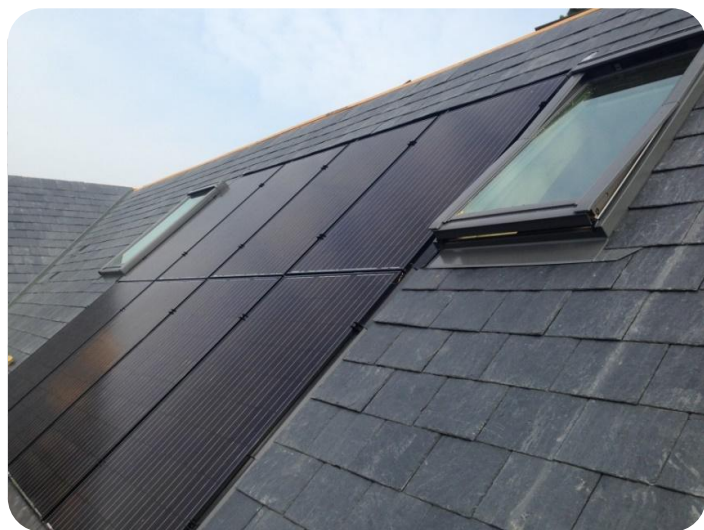
## GSE AIR'SYSTEM™ V3.0

L'indépendance énergétique  
à portée de mains



[www.gseintegration.com](http://www.gseintegration.com)

## Exemples d'installations sur différentes toitures



## DEVELOPPEMENT EN COLLABORATION AVEC CARDONNEL INGENIERIE

### Édito



L'énergie solaire est indispensable à notre futur. En moyenne en France, 1 m<sup>2</sup> de surface de toiture plain Sud reçoit 1500 kWh/m<sup>2</sup> an d'énergie solaire soit l'équivalent en énergie de 150 litres de pétrole.

Le concept **GSE AIR\*SYSTEM** avec des panneaux photovoltaïques hybrides permet de transformer l'énergie solaire en confort :

- Production d'électricité pour l'autoconsommation ou l'injection sur le réseau, avec une efficacité améliorée grâce à une ventilation accrue des panneaux;

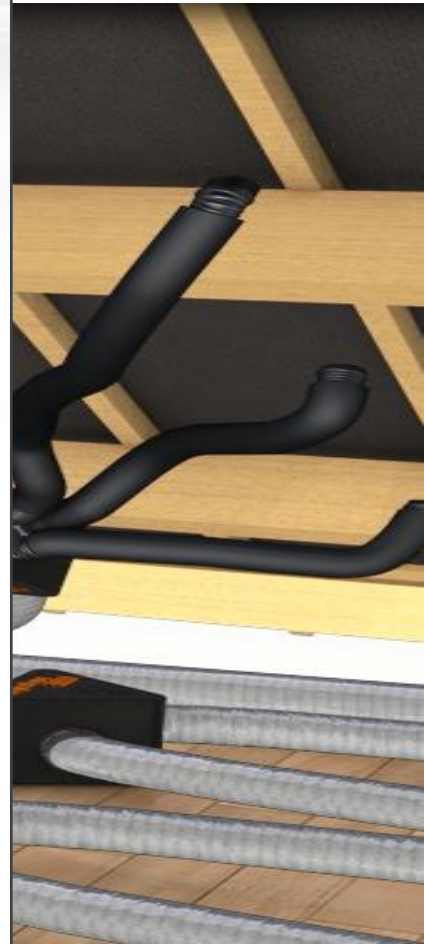
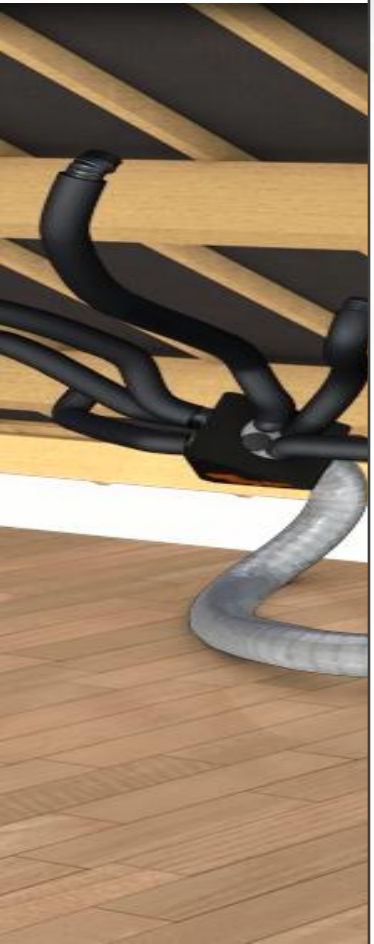
- Production de chaleur avec le chauffage de l'air neuf en fonction de l'apport solaire, des conditions climatiques et de l'habitat, Rafraîchissement estival nocturne de l'habitat avec effet de nightcooling et de sur-ventilation.

Pour être efficient, tout cela doit être réalisé avec une conception cohérente, un dimensionnement précis, un matériel de qualité et certifié, une mise en œuvre par des professionnels agréés et être suivi dans le temps.

C'est la démarche engagée par **GSE INTEGRATION** pour son concept **GSE AIR\*SYSTEM**.

La synergie des professionnels nous permettra de faire progresser le confort durable dans le bâtiment et économiser l'énergie.

Christian Cardonnel  
Président de CARDONNEL Ingénierie  
Président de la commission EnR & Bâtiment du SER\*



## PRINCIPE DE MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre du GSE AIR'SYSTEM en toiture n'est compatible qu'avec le système  
**GSE Intégration « In Roof »**

Produit Leader de l'Intégration au bâti en France de panneaux solaires photovoltaïques et Hybrides, mais aussi en Europe.

il équipe plus de 1 chantier sur 2 en résidentiel en France métropolitaine.

Plus de 1000000m<sup>2</sup> de surface de toiture déjà équipés de la solution GSE INTEGRATION depuis sa création.

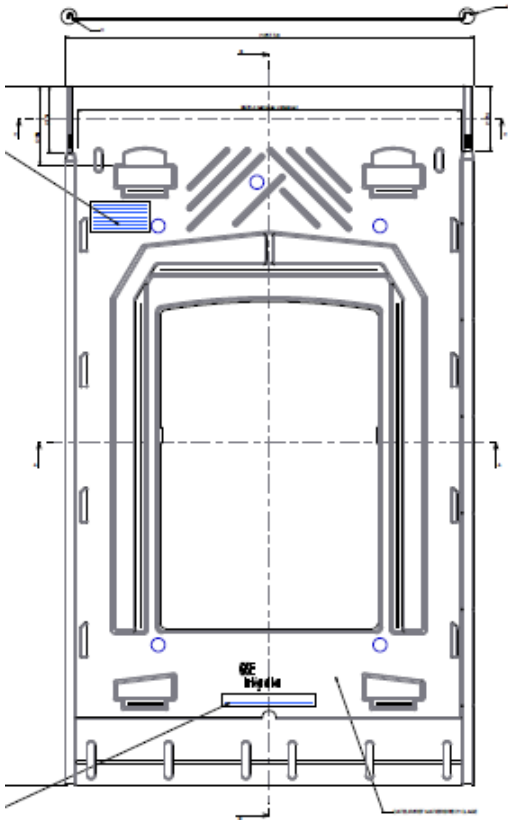
Pose traditionnelle du système GSE Intégration « In Roof » :



<https://www.youtube.com/watch?v=48QXSEfYXjE>



## GSE Integration Design et points importants



- **Système robuste** : Son design lui permet de résister à des vents et neige très puissants. *En pression & 3460Pa en dépression* (Zone de vent 1 à 5)
- **Le GSE Intégration « In Roof »** est usiné en High Pressure Polypropylene Injection et moulé pour résister aux chocs, à la corrosion, rester flexible et accepter des variations de T° de -20°C à 100°C.
- **Ventilation naturelle** grâce à son innovant design. Ventilation qui peut être valoriser avec l'utilisation du GSE AIR'SYSTEM -> Jusqu'à 10% de productible en +
- **Seulement 7 pièces à poser en toiture** : Différentes options peuvent être ajoutées ensuite en fonction de la nature du toit par exemple.
- GSE Intégration « In Roof » est **100% Recyclable** en plus d'économique et esthétique. *Polypropylene, Aluminium et acier inoxydable.*
- **Léger et facile à transporter** : Une plaque ne pèse que de **2.5 à 3.5Kg**, ce qui les rend facile à transporter ou manipuler sur le toit.
- **Certifié** : Nombreux **ETN** avec les plus grands fabricants de modules, Pass Innovation Vert du **CSTB**, dossier d'**ATEC** en cours, assurance **RSA** + assurance décennale **SMA BTP**

# GSE AIR'SYSTEM™

L'Innovation au cœur de votre maison, 4 produits en 1 !



**Produisez votre  
électricité**



**Chauffez mieux  
votre maison**



**Rafrâichissement  
nocturne en été**



**Respirez un  
air plus sain**



## UNE BOX ABOUTIE SUR LE MARCHE



### Speed-Heating de 750W

Pilotage en 0-10V pour une réduction et optimisation de la consommation d'énergie.  
Dimensionnée pour réchauffer les débits suggérés pour la Box.



### Principaux avantages du moteur double écrouilles

Très faible consommation  
Aspiration plus homogène  
Puissance plus importante  
Réduction des pertes de charge



### Principaux avantages du filtre G4 + F7 :

Durée de vie 2X plus longue qu'un filtre standard  
Meilleure protection de la santé (QAI améliorée)  
Changement facile avec accès dédié



**Bypass Suisse pour une longévité d'utilisation**



# UNE REGULATION HAUTE GAMME

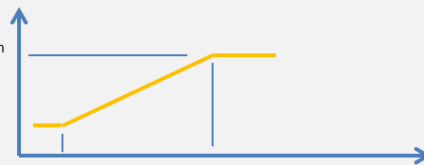
## Régulation éprouvée par les plus grands !



Leader Européen de la  
régulation en  
Ventilation  
Version évolutive  
Version Web Serveur

Commande  
du  
ventilateur en  
%

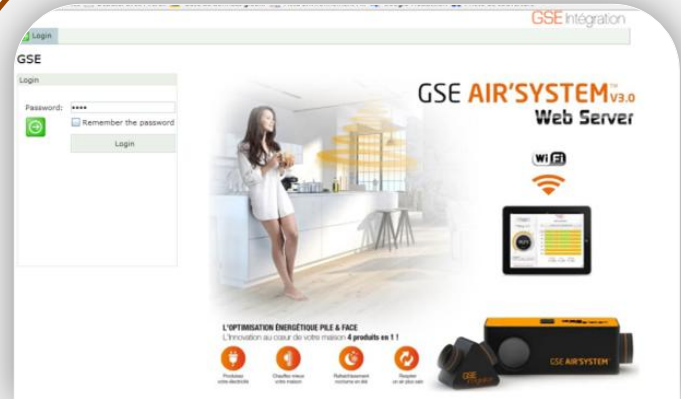
V = 100%  
réglable  
V = 20%  
réglable



$\Delta T = 0$  la consigne  
d'ambiance de 22°C (réglable) = la valeur  
de température  
mesuré en reprise

$\Delta T = 5$  la valeur  
mesuré par la sonde  
de reprise est 5°  
inférieure à la consigne  
reprise (réglable)

$\Delta T$  Entre la  
température  
de reprise et la  
consigne de  
reprise



## Web server

Pour paramétrage et suivi à distance du  
système  
Message d'alerte sur l'encrassement du  
filtre



## Plug & Play

Alimentation simplifiée par une  
connectique Plug & Play  
Positionnement des sondes en 1 clic  
Connexion à la Box Internet facilitée



## LES AVANTAGES TECHNICO/COMMERCIAUX GSE AIR'SYSTEM POUR LES COMMERCIAUX :

**30%  
DE CRÉDIT  
D'IMPÔT\***

\* Selon les dispositions  
inscrites dans le projet de loi  
de finances 2015

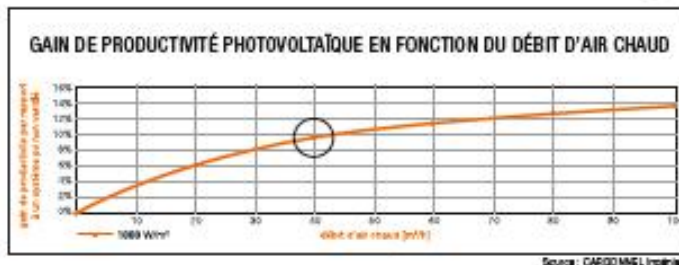
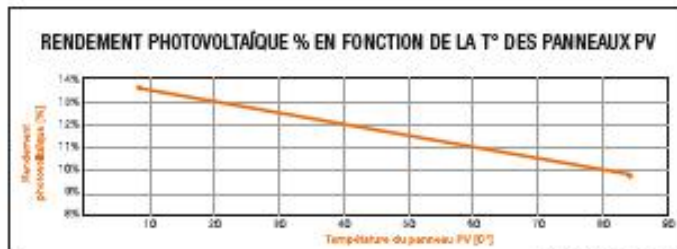
**+** TVA réduite  
à **5,5 %**

- ✓ Pose en **format PAYSAGE et/ou PORTRAIT**
- ✓ Pose sur **plusieurs *champs*** (exemple : 2 champs de 3 panneaux)
- ✓ Pose avec **95% des panneaux cadrés du marché**
- ✓ Pose sur **combles perdus et aménagés**
- ✓ **Régulation optimum** par mode
- ✓ 100% Recyclable
- ✓ Fabrication française
- ✓ **NORMES SOLARKEYMARK**





**FONCTIONNEMENT**



**Augmentation de la production jusqu'à 10% à 40m<sup>3</sup>/h d'aspiration par panneau.**

## Comparaison des différentes technologies

EXEMPLE SUR UNE MAISON INDIVIDUELLE RT2000 - 90M<sup>2</sup> HABITABLE ZONE H2B  
(EX. EN CHARENTE MARITIME EXPOSÉE SUD TOITURE INCLINÉE À 45°)



**Irradiation 1350 kWh/m<sup>2</sup>.an**

**BESOIN EN ÉNERGIE**  
**D'UNE MAISON DE 90 M<sup>2</sup>**

**Chauffage :**  
**(55,9 kWh/m<sup>2</sup>.an) 90 m<sup>2</sup> x 55,9 kWh**  
**= 5031 kWh/an**

**Electricité : 2700 kWh/an**  
**Eau Chaude : 2394 kWh/an**

PRODUCTION TOTALE PAR TYPE D'INSTALLATION + TAUX D'INDÉPENDANCE ÉNERGÉTIQUE

47%



**Photovoltaïque Hybride «PVT»  
Électricité + Air Chaud**

Conversion: 142,5 kWh/m<sup>2</sup>.an  
et 97,3/kWhc/m<sup>2</sup>.an

12 panneaux x 1,67 m<sup>2</sup> = 20,04 m<sup>2</sup>  
20,04 x (142,5+97,3 kWh (an)) =

**4806 kWh d'économie et/ou production**

32%



**Photovoltaïque**

Conversion : 160,6 kWh/m<sup>2</sup>.an  
12 panneaux x 1,66 m<sup>2</sup> = 19,92 m<sup>2</sup>

19,92 x 160,6 kWh (an) =  
**3200 kWh d'économie  
et/ou production**

38%



**Photovoltaïque Hybride «PVT»  
Électricité + Eau Chaude**

Conversion: 140 kWh/m<sup>2</sup>.an  
et 53/kWhc/m<sup>2</sup>.an

12 panneaux x 1,67 m<sup>2</sup> = 20,04 m<sup>2</sup>  
20,04 x (140+53 kWh (an)) =

**3867 kWh d'économie et/ou production**

11%



**Panneaux à Air Chaud**

Conversion: 108 kWhc/m<sup>2</sup>.an  
6 panneaux x 1,67 m<sup>2</sup> = 10,02 m<sup>2</sup>

10,02 x 108 kWh (an) =  
**1082 kWh d'économie  
et/ou production**

13%



**Solaire Thermique**

2,33 x (452 Kwh (an)) =  
**1053 kWh d'économie  
et/ou production**

**Irradiation  
1350  
kWh/m<sup>2</sup>.an**

*Chaque panneau reçoit la même quantité d'énergie.*

*En fonction des technologies, le panneau convertit plus au moins une partie de cette énergie en kWh électrique et/ou thermique.*

*La différence entre la quantité d'irradiation et le kWh produit est perdue.*



## SYNTHÈSE DÉTAILLÉE RÉALISÉE PAR LE BUREAU D'ÉTUDES CARDONNEL INGÉNIERIE

Etude CARDONNEL Ingénierie version du vendredi 11 octobre 2015

Maison individuelle de 90 m<sup>2</sup> habitable, niveau RT 2000 en zone H2B

Energie solaire incidente, capteur Sud inclinaison 45° : 1350 kWh<sub>m</sub>/m<sup>2</sup>...an

Nota : cette étude réalisée avec les différents modèles de la méthode CUBE CARDONNEL Ingénierie sera complétée et validée fin octobre avec d'autres solutions de chauffage et ECS

Pour toutes informations, contacter directement CARDONNEL Ingénierie par email : [chc@cardonnel.fr](mailto:chc@cardonnel.fr)

Référence	Tout Electrique (Chauffage et ECS)	Tout Electrique + PV Vente	Tout Electrique + PV Auto Consommation	Tout Electrique + CESI 1 panneau (2,5 m <sup>2</sup> )	Tout Electrique + CESI 2 panneaux (5m <sup>2</sup> )	Tout Electrique + Ballon Thermodynamique	Tout Electrique + Solaire Air Chaud	Tout Electrique + PV Hybride Air - Auto Consommation	Tout Electrique + PV Hybride Eau - Auto Consommation	Tout Electrique + PV Hybride Habitat Thermogène - Auto Consommation
Surface habitable	m <sup>2</sup>	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Usages domestiques	kWh/m <sup>2</sup> .an	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Besoin ECS	kWh/m <sup>2</sup> .an	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7
Besoin Chauffage	kWh/m <sup>2</sup> .an	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7
Pertes système ECS (distribution + stock)	kWh/m <sup>2</sup> .an	7,9	7,9	7,9	5,2	5,5	7,9	7,9	7,9	7,9
Pertes système Chauffage	kWh/m <sup>2</sup> .an	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
Besoin Total énergie Electrique	kWh/m <sup>2</sup> .an	112,5	112,5	112,5	109,8	110,1	112,5	112,5	112,5	112,5

Descriptif équipement solaire ou autre associé	Isolation thermique niveau RT 2000 avec ventilation type Hygro A - Chauffage électrique par convecteurs avec thermostat électroniques - ECS par ballon Accu 250 litres NF A en Heures Creuses	12 panneaux PV de 250 W = 3 kWc Intégration toiture IAB, vente des kWh produits au réseau EDF	12 panneaux PV de 250 W = 3 kWc Intégration toiture IAB, utilisation des kWh produits dans la maison (usages domestiques, ECS ...) taux d'utilisation 85 %	Mise en place d'un chauffe-eau solaire optimisé avec 2,33 m <sup>2</sup> de panneau solaire et CE de 300 litres	Mise en place d'un chauffe-eau solaire optimisé avec 4,66 m <sup>2</sup> de panneau solaire et CE de 300 litres	Mise en place d'un ballon thermodynamique sur air extrait pour production ECS, V = 250 L COP nominal 3,2	Mise en place de 6 panneaux solaires air chaud intégré en toiture pour préchauffage air neuf et chauffage habitat	12 panneaux PV hybrides Air de 250 W = 3 kWc Intégration toiture IAB, utilisation des kWh produits dans la maison, utilisation air chaud pour chauffage	12 panneaux PV dont 4 hybrides Eau de 250 W = 3 kWc Intégration toiture IAB, utilisation des kWh produits dans la maison, utilisation l'eau chaude pour ECS & chauffage	12 panneaux PV hybrides Air de 250 W = 3 kWc Intégration toiture IAB, utilisation des kWh produits dans la maison, utilisation air chaud pour chauffage et ECS via PAC	
Surface de panneaux en toiture	m <sup>2</sup>	19,92	19,92	2,33	4,66		10,02	20,04	20,04	20,04	
Production électrique utile	kWh e/an	3200	2720	0	0		0	2856	2788	2856	
Production de chaleur utile	kWh c/an							1950	1080	3607	
Gain d'énergie par m <sup>2</sup> de panneau	kWh e ou c/m <sup>2</sup> .an	161	137	452	1053	332	1547	108	1080	180	
Rendement total capteur solaire	% E/EI	12%	10%	33%	39%	25%	15%	8%	18%	24%	
Energie Electrique Usages Dom	kWh elec / an	2700	2700	1340	2700	2700	2700	2700	1272	1306	
Energie Electrique Chauffage	kWh elec / an	5031	5031	4623	5031	5031	5031	3951	2796	4752	
Energie Electrique ECS	kWh elec / an	2394	2394	1442	1098	631	1478	2394	1252	199	
Energie Elec. Vendue	kWh elec / an	0	3200	0	0	0	0	0	0	0	
Bilan global en Energie Electrique	kWh elec / an	10125	6925	7405	8829	8362	9209	9045	5319	6257	
Part Enr Electrique Usages Dom	%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	53%	52%	53%	
Part Enr Electrique Chauffage	%	0%	8%	0%	0%	0%	21%	44%	6%	79%	
Part Enr Electrique ECS	%	0%	40%	54%	74%	36%	0%	48%	92%	78%	
Part d'autonomie énergétique	%	0%	-32%	-27%	-13%	-17%	-9%	-11%	-47%	-38%	-72%
Estimatif Coût d'investissement € TTC hors CITE et aides diverses	€ TTC / maison	0	15000	12000	5000	6000	3500	10000	16000	16000	
Estimatif Coût d'investissement € TTC hors CITE et aides diverses	€ TTC/m <sup>2</sup>	0,0	166,7	133,3	55,6	66,7	38,9	111,1	177,8	177,8	
Conso énergie Primaire	kWh ep/m <sup>3</sup> .an	290,3	198,5	212,3	253,1	239,7	264,0	259,3	152,5	179,4	
Rejet estimé de CO2	kg CO2/m <sup>3</sup> .an	13,5	10,7	11,1	13,0	12,7	13,1	11,4	7,3	10,8	
Abonnement électrique	€ TTC/an	125	125	125	125	125	125	125	125	125	
Entretien des équipements	€ TTC/an	100	200	200	160	150	200	200	200	250	
Coût Energie achetée	€ TTC/an	1823	1823	1333	1589	1505	1658	1628	957	518	
Coût Energie vendue	€ TTC/an	0	-800	0	0	0	0	0	0	0	
Coût Total	€ TTC/an	2048	1348	1658	1874	1790	1933	1903	1282	893	
Ratio de Coût Total	€ TTC/m <sup>2</sup> .an	22,8	15,0	18,4	20,8	19,9	21,5	21,1	14,2	9,9	
% d'économie financière		0%	34%	19%	8%	13%	6%	7%	37%	56%	
Delta Conso en kWh ep/m <sup>3</sup> .an	kWh ep/m <sup>3</sup> .an	0,0	-91,7	-78,0	-37,2	-50,5	-26,3	-31,0	-137,8	-207,8	
Delta Rejet CO2 en kg/m <sup>3</sup> .an	kg CO2/m <sup>3</sup> .an	0,0	-2,8	-2,4	-0,6	-0,8	-0,4	-2,2	-6,2	-10,0	
Delta Coût Exp en €/m <sup>3</sup> .an	€/m <sup>3</sup> .an	0,0	-7,8	-4,3	-1,9	-2,9	-1,3	-1,6	-8,5	-12,8	
Ratio de pertinence € TTC investi / kWh gagné.an		1,82	1,71	1,50	1,32	1,48	3,59	1,29	1,60	1,07	
Ratio de pertinence € TTC investi / kg CO2 gagné.an		58,6	54,5	96,5	85,1	95,5	51,4	28,5	64,1	22,2	
Ratio de pertinence € TTC investi / € TTC gagné.an		21,4	30,8	28,9	23,3	30,5	69,3	20,9	26,8	17,3	
Position en pertinence énergie		8	7	5	3	4	9	2	6	1	
Position en pertinence rejet CO2		5	4	9	7	8	3	2	6	1	
Position en pertinence économique		3	8	6	4	7	9	2	5	1	

- Fiche commerciale [GSE AIR'SYSTEM V3.0](#)
- [Book commercial GSE AIR'SYSTEM](#)
- Manuel utilisation client final
- Site Web grand public dédié : [www.gseairsystem.fr](http://www.gseairsystem.fr)
- Logiciel de [dimensionnement thermique](#) « by Cardonnel »



*Le GSE AIR'SYSTEM : Animation  
de montage 3D :*

<https://www.youtube.com/watch?v=RAyJcdmbv00>

— AÉROVOLTAÏQUE —

# GSE AIR'SYSTEM™ V3.0

L'indépendance énergétique  
à portée de mains

MERCI pour votre attention

## Questions diverses ?





# L'innovation chaleur solaire

## Systemes hybrides Solaire + PAC, situation actuelle et perspectives



David CHÈZE

Institut National de l'Energie Solaire  
CEA/LITEN – Département des Technologies Solaires  
Bâtiments et Systèmes Thermiques



# AIE - SHC Task44 2010-2014

## Outil de synthèse thématique : Solar and Heat Pump Systems for Residential Buildings

- Contexte : chauffage, eau chaude, climatisation dans les bâtiments
- Solaire TH + PAC : multiples ressources (rayonnement solaire, air extérieur, géothermie) variables dans le temps
- Collaboration HPP Annex 28
- Architectures multiples (parallèle, série, régénération, complexe) pour exploiter synergie entre solaire et PAC
- Simulations / Test sur banc / mesures in-situ / Préconisations installation et suivi
- Synthèse des contributions nationales à l'échelle européenne

## Résultats

- Livre : *Solar and Heat Pump Systems for Residential Buildings* – Jean-Christophe Hadorn – Editions Wiley – juillet 2015

- simulations annuelles détaillées, bonne compréhension des ressorts de la performance finale:

Source PAC	SPF PAC	SPF Sol&PAC //
Air	2,4 – 3,0	3,0 – 4,2
Géo	3,4 – 3,9	3,5 – 6,2

Chauffage (SFH45) et ECS (6476kWh) - Strasbourg

- réduction des GES et de la consommation en énergie primaire
- gains financiers sur économie de consommation malgré surcoût sol+PAC selon les conditions (fortement dépendant du coût des énergies électricité et gaz)
- capteur solaire non vitré : suppression bruit unité extérieure PAC air

## Aperçu

- Développement de systèmes **solaire et pompe à chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire** en bâtiment résidentiel individuel, neuf ou rénovation
- objectif de **réduction de 25% de la consommation d'énergie électrique** par rapport l'état de l'art
- Développement de 4 architectures de système :
  - capteur plan vitré, PAC split air/eau
  - tube sous vide, PAC split air/condenseur intégré stock eau
  - capteur PVT vitré, PAC géothermique avec désurchauffeur
  - capteur non vitré sélectif métal, PAC eau/eau



Switzerland



Austria



France



Czech Republic



Germany



Sweden



# MacSheep

## Simulation

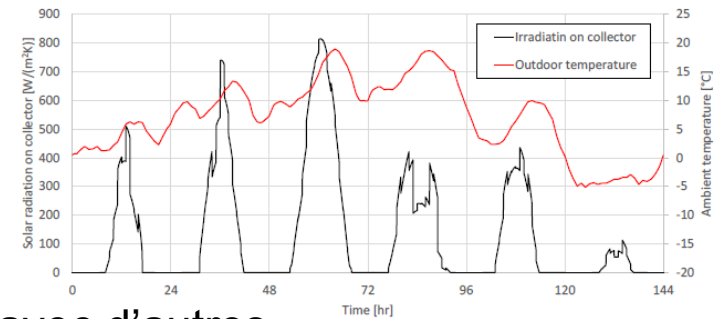
- référence commune : système état de l'art sol&PAC source air ou géothermique
- différents besoins de chauffage (bâtiment neuf ou rénovation, climat Zurich ou Carcassonne), différentes sources pour les PAC (air ou géothermique)
- SPF annuels des systèmes optimisés :

Air Zurich SFH100	Air Carcassonne SFH45	Géo Zurich SFH45	Air Zurich SFH45
2.93 (+20.7%)	5.19(+35%)	5.43(+32%)	4.48 (+40.5%)



## Tests système solaire&PAC

- Besoins :
  - développement validation de la régulation
  - réduire le risque au déploiement d'un produit
  - comparer des performances entre évolutions ou avec d'autres systèmes
  - performances saisonnières : sensibilité système dynamique aux variations d'irradiation et température extérieure, au type de bâtiment et de puisage ECS.
- Résultats :
  - méthode harmonisée de test système
  - 6 à 12 jours de test semi-virtuel
  - 3 systèmes en cours de test dans 3 labos, confrontés aux simulations
- Rapports publics : [www.macsheep.spf.ch](http://www.macsheep.spf.ch)





# Systemes Solaire&PAC France

## Innovations dans le bâtiment collectif

- Le couplage solaire+PAC amène un surcoût mais l'économie de consommation grâce aux performances améliorées se valorise plus facilement sur des besoins cumulés importants avec du foisonnement : bâtiment collectif.
  - PAC solaire en ECS collectif, innovation commercialisée
  - Innovations sol&PAC en perspective:
    - Chauffage et ECS collectif
    - couplages PVT et récupération des pertes (ex: air extrait)
  - Plus de détails sur AIE SHC Task44 – projet MacSheep – solaire&PAC collectif en France :
- ➔ Journée technique et échange sur les systèmes Solaire&PAC  
21 Octobre à la cité des congrès de Nantes !



# L'innovation chaleur solaire

**Le solaire connecté pour une maintenance optimisée**



**Daniel MUGNIER**

Responsable R & D

**TECSOL SA**

**Introduction du digital dans le suivi solaire**

**Pertinence de catégoriser les concepts  
(SOCOL)**

**Impact sur la structuration de  
l'exploitation du solaire thermique**

**Produits d'ores et déjà disponibles sur le  
marché solaire thermique**

# Mesure et suivi connecté des installations Solaires Thermiques Collectives

ÉTATS GÉNÉRAUX  
DE LA CHALEUR SOLAIRE 2015



## Le suivi des installations pour la chaleur solaire collective

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

Comme le rappellent l'ensemble des outils SOCOL et notamment le guide du commissionnement, une installation doit avant tout être bien conçue et dimensionnée, puis mise en œuvre par un professionnel qualifié et aboutir à une mise en service dynamique documentée. Ensuite commence la vie de l'ouvrage, qui pourra garantir une production d'eau chaude sanitaire solaire pendant des décennies en étant entretenue par un professionnel compétent.

Cependant, au cours de la vie de l'installation solaire comme de tout ouvrage, les aléas sont inévitables : une pièce qui s'use, un changement inattendu des consommations en eau chaude sanitaire... une panne peut se produire et ce, sans que les consommateurs ne s'en doutent puisque l'appoint (gaz, fioul, électrique...) viendra prendre le relais pour compenser l'arrêt de l'apport solaire. Une panne pourtant mineure, mais non détectée, peut avoir des conséquences graves sur l'installation et même mettre en danger sa pérennité. Il est donc essentiel de prévoir, dès le pré-projet, un dispositif de suivi de l'installation.

Par ailleurs, il faut noter qu'une installation bénéficiant d'un suivi permettra de s'orienter vers un contrat de maintenance curative et non préventive, ce qui permet d'en réduire les coûts d'exploitation.

Enfin, une bonne connaissance des conditions de fonctionnement d'une installation en solaire thermique collectif est indispensable pour qu'elle puisse atteindre et maintenir un niveau performance optimal.

Le suivi est le seul moyen de garantir le bon fonctionnement de l'installation sur la durée et de mener une exploitation cohérente avec la technologie et les économies générées.

C'est pour cette raison que l'ADEME exige depuis 2008, pour les installations qu'elle participe à financer en solaire thermique collectif, la mise en place d'un compteur de l'énergie solaire utile, avec un tableau de bord de suivi de performances à remettre à la Délégation Régionale de l'agence annuellement pendant 10 ans. On constate cependant que ce comptage sert trop rarement à la surveillance de l'installation (alerte et maintenance curative). Il engendre une charge administrative pour les maîtres d'ouvrage et les DR, sans stabiliser à 100% le productible optimal.

NB : le suivi n'est pas obligatoirement confié à un prestataire externe, il peut être assuré en interne par le maître d'ouvrage.

..... Saut de section (page suivante) .....



## Adapter le suivi à la taille de l'installation et aux objectifs du maître d'ouvrage

L'objectif principal du recours à un suivi est de réduire la maintenance préventive et le temps de non-performance.

On peut distinguer 3 types de suivi des installations solaires thermiques qui répondent à 3 objectifs complémentaires. Certains outils répondent un seul des objectifs, d'autres à plusieurs.

1 → **Alerte** : être alerté si l'installation n'est pas en état de fonctionnement normal (détection de non-fonctionnement) -- cette alerte peut consister en un simple dispositif peu onéreux (voyant rouge, envoi automatique d'un sms, vérification en interne par le maître d'ouvrage...)

2 → **Suivi simplifié** : faire des bilans énergétiques

- a. → Pour connaître la performance -- valeur absolue de productivité capteur par exemple, directement liée à la performance économique
- b. → Pour connaître la qualité de fonctionnement -- comparaison avec une valeur théorique calculée dans les conditions d'usage

3 → **Suivi détaillé** : disposer de données permettant d'établir un diagnostic (causes de dysfonctionnement)

Dans les 3 cas peut se poser la question de disposer des données localement ou à distance ; la réponse dépend de la taille des installations, de la présence d'un contrat de garantie...

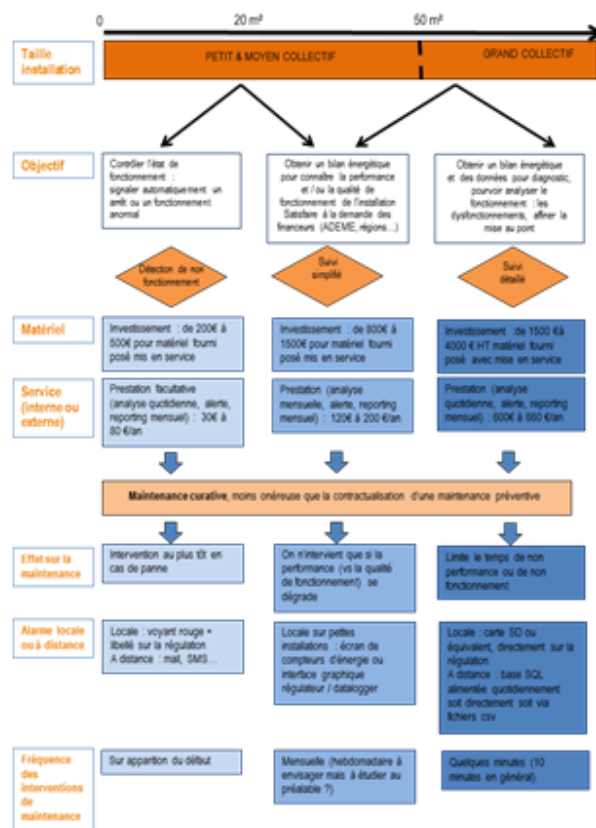
**L'alerte peut consister simplement en l'installation d'un matériel adapté, et venir en complément d'une prestation de suivi simplifié ou détaillé.**

NB : Un quatrième facteur de choix complémentaire réside dans la possibilité d'intervenir à distance sur la régulation ; dans certains cas, cela peut permettre d'ajuster un paramètre de configuration (mauvais delta T, par exemple) mais également de résoudre temporairement un problème (modification de la stratégie en cas de surchauffe, travailler en températures hautes par exemple) ; Cela peut également permettre d'identifier un problème et de remettre en route temporairement... le temps de l'intervention, l'installation (exemple : pour une sonde défectueuse, on pourra forcer la pompe).

# Mesure et suivi connecté des installations Solaires Thermiques Collectives



## Arbre-des-choix



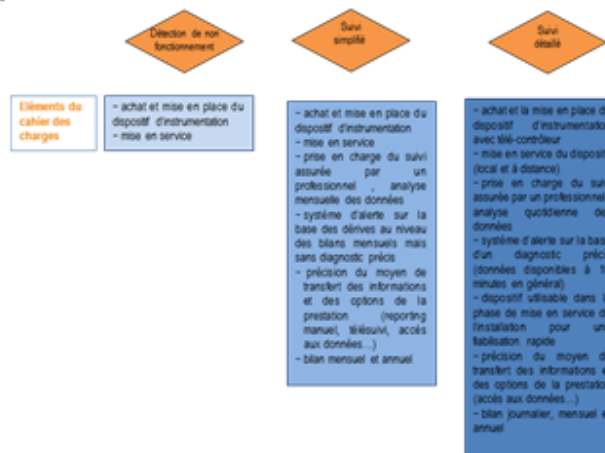
## Cahier-des-charges-et-catalogue

Afin de guider maîtres d'ouvrage et prescripteurs dans l'élaboration et la mise en œuvre du dispositif de suivi, SOCOL propose :

- cette fiche pédagogique pour accompagner dans le choix du type de suivi ;
- un cahier des charges détaillé pour chaque choix ;
- un catalogue des produits et services existants disponible pour chaque type de suivi, téléchargeable sur le site SOCOL ;

Tous les outils sont disponibles sur <http://www.solaire-collectif.fr/>

Cette fiche renseigne cependant un certain nombre d'éléments concernant le cahier des charges, pour une première approche dans le choix du type de suivi :



Référez-vous au cahier des charges détaillé ainsi qu'au catalogue pour plus de précisions.



Objectif

**Contrôler l'état de fonctionnement** : signaler automatiquement un arrêt ou un fonctionnement anormal

**Obtenir un bilan énergétique** pour connaître la performance et / ou la qualité de fonctionnement de l'installation - Satisfaire à la demande des financeurs (ADEME, régions...)

**Obtenir un bilan énergétique et des données pour diagnostic**, pour pouvoir analyser le fonctionnement : les dysfonctionnements, affiner la mise au point



Matériel

Investissement : de 200€ à 500€ pour matériel fourni posé mis en service

Investissement : de 800€ à 1500€ pour matériel fourni posé mis en service

Investissement : de 1500 € à 4000 € HT matériel fourni posé avec mise en service

Service

Prestation (analyse quotidienne, alerte, reporting mensuel) : 30€ à 80 €/an

Prestation (analyse mensuelle, alerte, reporting mensuel) : 120€ à 200 €/an

Prestation (analyse quotidienne, alerte, reporting mensuel) : 600€ à 660 €/an

**Maintenance curative** (intervention sur demande en cas d'alerte de dysfonctionnement), moins onéreuse que la contractualisation d'une maintenance préventive

Effet sur la maintenance

Intervention au plus tôt en cas de panne - limite significativement la maintenance préventive

On n'intervient que si la performance (vs la qualité de fonctionnement) se dégrade

Limite le temps de non performance ou de non fonctionnement

Alarme locale ou à distance

Locale : voyant rouge + libellé sur la régulation  
A distance : mail, SMS...

Locale sur petites installations : écran de compteurs d'énergie ou interface graphique régulateur / datalogger

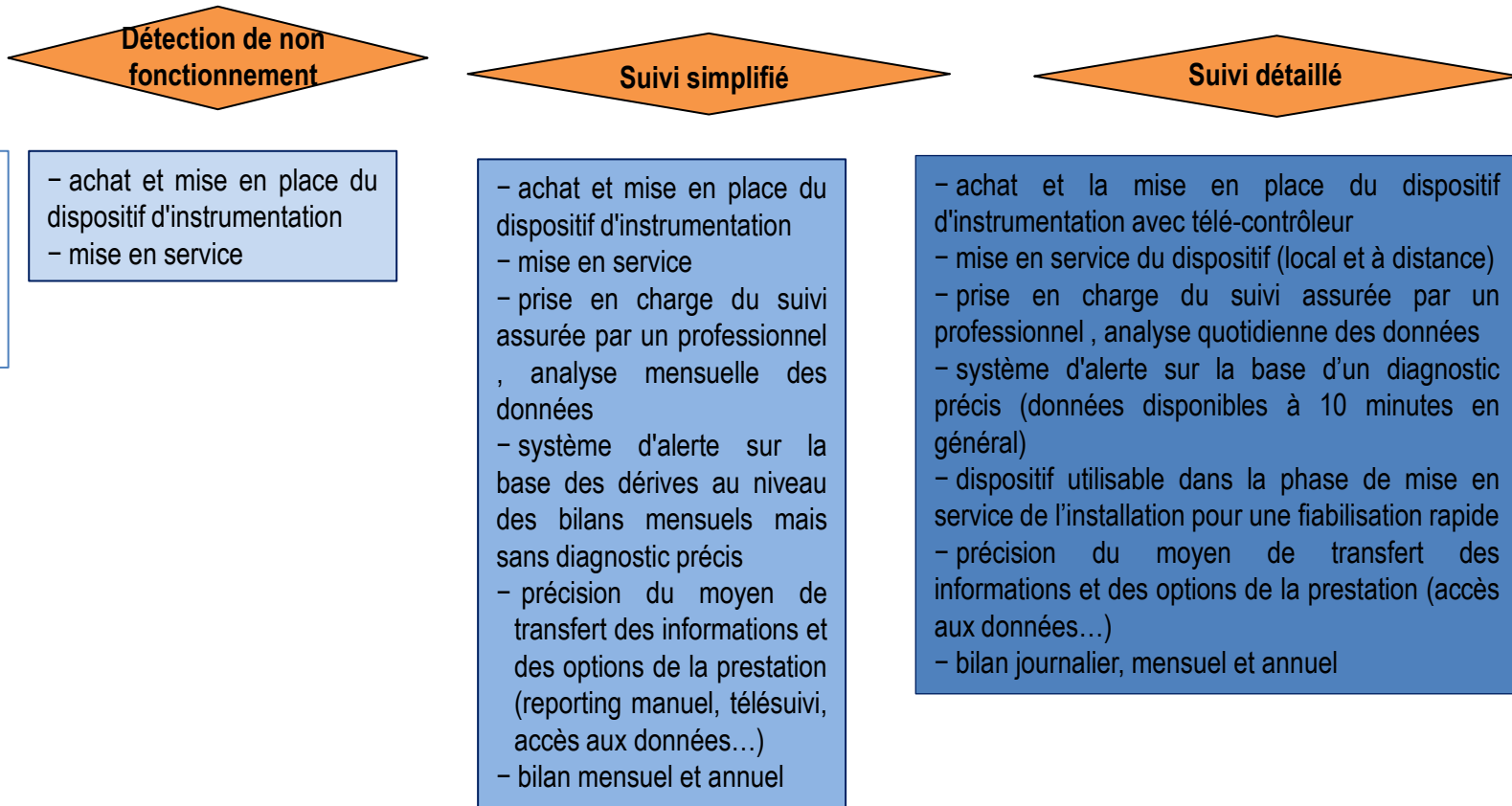
Locale : carte SD ou équivalent, directement sur la régulation  
A distance : base SQL alimentée quotidiennement soit directement soit via fichiers csv

Fréquence

Sur apparition du défaut





Mensuelle (hebdomadaire à envisager mais à étudier au préalable ?)

Quelques minutes (10 minutes en général)





# Mesure et suivi connecté des installations Solaires Thermiques Collectives

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2	<b>1.1.7 - Mesure et suivi des installations solaire thermique collectif</b>													
3														
4														
5	<b>SUIVI des installations solaires thermiques</b>													
6														
7	L'objectif principal du recours à un suivi est de réduire la maintenance préventive et le temps de non performance													
8														
9	On peut distinguer <b>3 fonctions</b> de suivi des installations solaires thermiques qui répondent à 3 objectifs complémentaires													
10														
11	Certains outils répondent un seul des objectifs, d'autres à plusieurs													
12														
13	1- <b>Etre alerté</b> si l'installation n'est pas en état de fonctionnement normal (détection de non fonctionnement)													
14														
15	2- Faire des <b>bilans énergétiques</b>													
16	- Pour connaître la performance - valeur absolue de productivité capteur par exemple, directement liée à la performance économique													
17	- Pour connaître la qualité de fonctionnement - comparaison avec une valeur théorique calculée dans les conditions d'usage													
18														
19	3- Disposer de <b>données permettant d'établir un diagnostic</b> (causes du dysfonctionnement)													
20														
21	<b>Les offres de "suivi détaillé" cumulent en général les fonctions de bilan énergétique et de données pour diagnostic</b>													
22														
23	Pour chacune de ces 3 fonctions peut se poser la question de disposer des données <b>localement ou à distance</b> ; et la réponse dépend de la taille des installations, de la présence d'un contrat de garantie...													
24	<b>Lorsque le choix est fait de la connection à distance, cela permet en outre d'intervenir le cas échéant sur la régulation, pour :</b>													
25	Ajuster un parametre de configuration (mauvais delta T par exemple).													
26	Résoudre temporairement un probleme (modification de la stratégie en cas de surchauffe : travailler en températures hautes par exemple)													
27	Remettre en route l'installation en mode dégradé en attendant une intervention, (exemple sonde défectueuse on peut forcer la pompe).													
28														
29														
30	<b>Code de couleurs dans les onglets :</b>													
31														
32			ETAT DE FONCTIONNEMENT											
33			BILAN ENERGETIQUE											
34			DONNEES POUR DIAGNOSTIC											
35														
36														
37														

# Mesure et suivi connecté des installations Solaires Thermiques Collectives

Données pour le diagnostic		Bilan énergétique								
Objectifs	Pouvoir analyser le fonctionnement : les dysfonctionnements	Objectifs	Connaitre la performance et/ou la qualité de fonctionnement de l'installation							
Effet sur la maintenance	Limite le temps de non performance ou de non fonctionnement	Effet sur la maintenance	Limite la maintenance préventive : on n'intervient que si la performance (Vs la qualité de fonctionnement) se dégrade							
Etat de fonctionnement de l'installation		Information/alarme locale ou à distance ?	Locale sur petites installations : écran de compteurs d'énergie ou interface graphique régulateur/datalogger A distance : mail, SMS... éventuellement avec fichier joint type csv							
Objectifs	Signaler au	Information/alarme locale ou à distance ?	A distance : mail, SMS... éventuellement avec fichier joint type csv							
Effet sur la maintenance	Intervention	Fréquence	Sur apparit							
Exemples de données		Exemples de données								
Etat		Etat								
défaut de sondes (T° ou ensoleillement)	sonde HS	défaut de sondes (T° ou ensoleillement)	sonde HS							
défaut de pompe	pompe	défaut de pompe	pompe							
défaut de circulation de liquide	pompe en de circu	défaut de circulation de liquide	pompe en de circu							
surpression ou		surpression ou								
absence de production	manque de	absence de production	manque de							
production solaire inhabituelle	pompe en 24/24	production solaire inhabituelle	pompe en 24/24							
Entreprise		NéOL		SOLAIRPRO avec RESOL		INES F&E		TECSOL		
Type de service		SUIVI DETAILLE : DONNEES DIAGNOSTIC ET BILAN ENERGETIQUE	ETAT FONCTIONNEMENT	BILAN ENERGETIQUE	SUIVI DETAILLE : DONNEES DIAGNOSTIC ET BILAN ENERGETIQUE	ETAT FONCTIONNEMENT	BILAN ENERGETIQUE	BILAN ENERGETIQUE		
Description		Télesuivi photovoltaïque & thermique	Télesuivi solaire thermique: outil en ligne pour régler des alertes, voir les courbes (Vbus.net) + fournit toute une palette de matériel pour les mesures/régulation.	TéleSuiWeb	Télesuivi Tecsol	TECSOL One Thermique	Télesuivi simplifié	Suivi manuel simplifié		
Détection Panne		oui mais pas automatique	Configuration manuelle des alertes (la personne ayant accès à l'installation peut régler des seuils d'alertes en jouant sur des critères supérieur à, égale à... par rapport à une température/un delta de température)	OUI, automatique en fonction du ratio énergie solaire utile mesurée/calculée dans les conditions réelles d'usage (irradiation et puisage)	Télesuivi avec TISI ou un autre datalogger (ligne tel RTC ou GSM)	Automatique avec dispositif de mesures simplifié sans compteur de calories et sur plusieurs jours	Télesuivi avec uniquement un compteur d'énergie où le relevé mensuel se fera automatiquement avec envoi à tecsol pour analyse pour détection de panne	Télesuivi avec uniquement un compteur d'énergie où le MO fera un relevé mensuel pour envoi à tecsol pour analyse pour détection de panne		
Compteur énergie		oui	Possibilité	oui : fourniture éventuelle du matériel sur devis Pose à la charge du MO	> Contrôle permanent de l'installation	non	oui	oui		
Autre		Interface online	Interface online. Voir le dossier RESOL dans le dossier Services concurrents (Compte rendu sur leur outil en ligne)	Interface de saisie en ligne	> Réactivité sur les défaillances	Interface online et alarme de dysfonctionnement	Quittance mensuelle envoyée par mail	Quittance mensuelle envoyée par mail		
Transfert de donnée		Modem RTC, GSM et ADSL - Installation télécontrôleur IRIQ (Schneider Electric) OU routeur industriel + module d'acquisition	Datalogger raccordé par éthernet ou cpl ou wifi (avec répéteur) à internet de l'habitation	Saisie manuelle sur site web des index des compteur énergie Ou Envoi automatique de ces index par GSM vers le site web	Compteur éner, Teau chaude départ production d'appoint, T arrivée des capteurs, Durée de fonctionnement des circulateurs primaire et secondaire, mesure de l'énergie nécessaire au maintien en température de la boucle sanitaire	GPRS ou via liaison radio longue distance	GPRS	Compteur énergie		

Un ensemble de fiches descriptives sur SOCOL





# Mesure et suivi connecté des installations Solaires Thermiques Collectives

## 5 applications Commerciales

- 1. CADOE**
- 2. INES Education**
- 3. SOLAIRPRO**
- 4. SOLISART**
- 5. TECSOL**

1

Le contrôleur programmable est installé et connecté au réseau Internet sans configuration spécifique. Les données sont envoyées sur nos serveurs. On peut aussi piloter et modifier à distance le ou les contrôleurs avec une garantie de sécurité informatique total contrairement à la plupart des appareils du marché. Le contrôleur UVR16X2 à reçu une récompense Plus X Award de meilleur produit pour 2015 / 2016

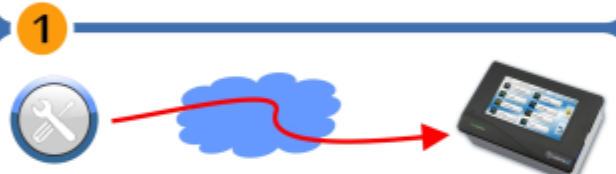
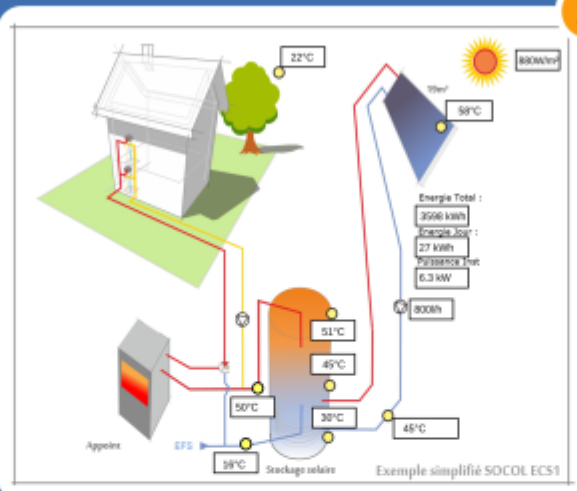


2

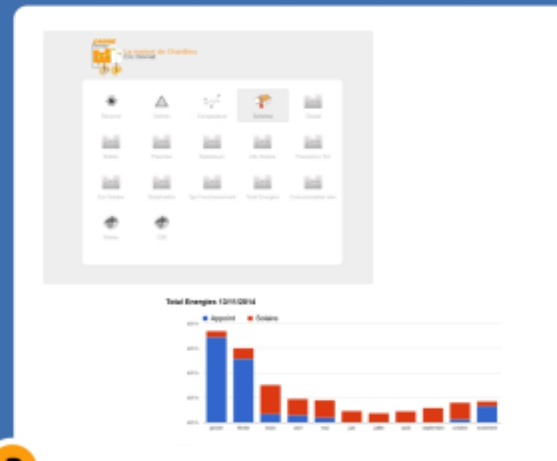
Une **visualisation innovante**, pour voir rapidement le bon fonctionnement de l'installation. Une technologie déposée : **CADOE**

Les actionneurs en mouvement sont **affichés dynamiquement** ( pompes, vannes ..Etc)

Visualisation en temps réel de schémas et de plans. **Immédiate** pas de temps de chargement ...



Un pilotage à distance disponible de base et une interface personnalisée pour faciliter les modifications



3

Un seul menu pour accéder à tous les outils d'analyse :

- **Comparaison interactive** des données
- Graphiques d'énergies
- Graphiques **personnalisables** des entrées et sorties
- Graphiques de rendements ..etc
- Alertes via email ou SMS
- Alertes personnalisables multi-critères pour **détecter** les pannes (vannes, pompes ... ).

4

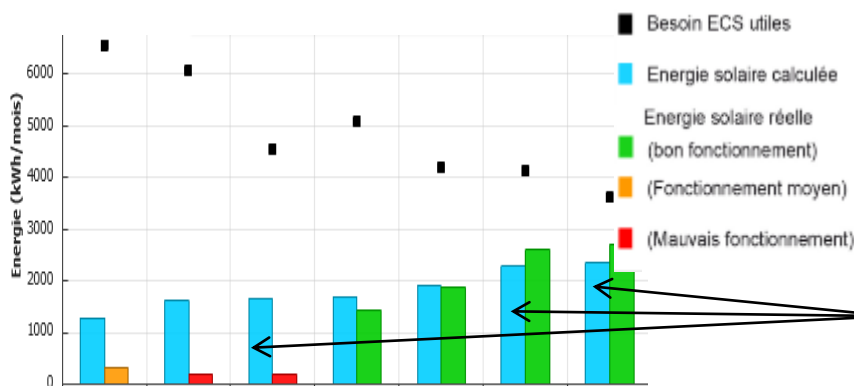
**Services CADOE:**

- Solution ouverte : accès aux données, Web service ...
- Partenariat pour la mise en place avec les installateurs.
- Programmation et personnalisation des installations
- Suivi des installations par nos techniciens.
- Conseils et analyse des données.
- Optimisation de l'installation suivant l'analyse des données.

5

**Tarif (à partir de) :**

- Matériel : 400€HT
- Solution Cadoé de visualisation à distance : 400€HT (aucun abonnement)
- Service de suivi par nos soins : 200€HT/an



**Sur la durée pour chaque installation**

Avec mail d'alerte en cas de dérive

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

Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	
6566	6071	4550	5086	4193	4136	3618	Besoins (kWh)
1286	1617	1657	1697	1896	2280	2356	Solaire théorique (kWh)
313	199	192	1433	1887	2600	2700	Solaire réel (kWh)
5	3	4	28	45	63	75	Couv. solaire réelle (%)

## Chaque mois pour un parc d'installations :

Envoi automatique de tableaux de bords à chaque MOa et chaque exploitant :

- Date du dernier mois relevé
- Niveau de performance
- Accès aux données détaillées

nom	bâtiment	dernière saisie	performance	actions
Calcutta 1	Building H	Janvier 2015	0%	[résultats] [relevés]
Calcutta 2	Building J	Janvier 2015	50%	[résultats] [relevés]
Lima 1	Fábrica E	Janvier 2015	88%	[résultats] [relevés]
Lima 2	Fábrica F	Janvier 2015	>100%	[résultats] [relevés]
Lima 3	Fábrica G	Décembre 2014	8%	[résultats] [relevés]
New York 1	Cooper Square - Bat A	Janvier 2015	43%	[résultats] [relevés]
New York 2	Cooper Square - Bat B	Janvier 2015	71%	[résultats] [relevés]
New York 3	Cooper Square - Bat C	Janvier 2015	64%	[résultats] [relevés]
New York 4	Sperone Westwater	Novembre 2014	26%	[résultats] [relevés]
Paris 1	Tour Eiffel	Novembre 2014	>100%	[résultats] [relevés]
Paris 2	La Défense - Bat A	Novembre 2014	60%	[résultats] [relevés]
Paris 3	La Défense - Bat B	Novembre 2014	67%	[résultats] [relevés]
Paris 4	La Défense - Bat C	Janvier 2015	>100%	[résultats] [relevés]
Paris 5	La Défense - Bat D	Janvier 2015	68%	[résultats] [relevés]

Transmission des index des compteurs : par **saisie manuelle ou télérelève**



## LE MATERIEL **RESOL**® QUELS SONT LESAVANTAGES POUR L'ENTREPRISE ?

- ✓ Un produit à faible coût
- ✓ Mise en œuvre rapide
- ✓ Liaison par câble ethernet , wifi ou CPL vers une modem ADSL. depuis le compte entreprise, en un clic la connexion est établie.
- ✓ Apprentissage du fonctionnement convivial
- ✓ Visualisation du schéma en direct
- ✓ Visualisation de diagrammes périodiques de fonctionnement

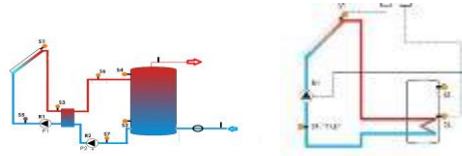


## POUR QUELLES APPLICATIONS ?

Pour une réception dynamique d'installation

Pour démarrer une surveillance de son parc avec réactivité

Pour rassurer le maitre d'ouvrage dans son investissement



## Régulation SolisArt



Pilotage unique

- L'appoint (chaudière, Pac, ...)
- Le circuit solaire
- Les circuits de chauffage

## Interface SolisArt



2 profils

- Profil simplifié : Utilisateur
- Profil complet : Installateur

## Connexion à distance



Serveur SolisArt

- Consultation des 2 dernières années
- Visualisation du fonctionnement
- Paramétrage et « marche forcée »
- Mise à jour du Soft

## Analyse automatique du fonctionnement



Serveur SolisArt

- Détection de défaut
  - Inversion capteurs
  - Sonde HS ou sortie doigt de gant
  - Présence d'air dans capteurs
  - Température max capt, ball, ...



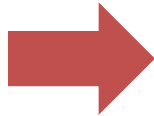
**INNOVATION!**

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



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.

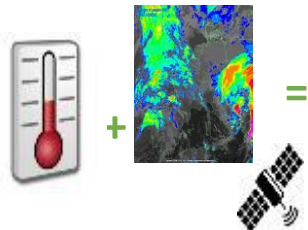


**High-tech...**  
Tecsol One utilise un réseau M2M en pleine croissance, de l'intelligence embarquée et un algorithme révolutionnaire.



DATE	MESSAGE	LIBELLE
05-10-2015	Problème de communication sans succès de la nuit - données manquantes.	
02-10-2015	Problème de communication sans succès de jour - données manquantes.	
26-09-2015	Fonctionnement racleuse anormale pendant	
25-09-2015	Fonctionnement racleuse anormale	
15-09-2015	Inhibition anormale depuis plusieurs jours	
08-09-2015	Inhibition anormale depuis plusieurs jours	
08-09-2015	Inhibition anormale	
08-09-2015	Problème de communication pendant la nuit - données manquantes.	

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



Etat du système







Merci de votre attention

+ d'info: [www.tecsol.fr](http://www.tecsol.fr)

contact : Daniel Mugnier  
[daniel.mugnier@tecsol.fr](mailto:daniel.mugnier@tecsol.fr)



# Questions et échanges

