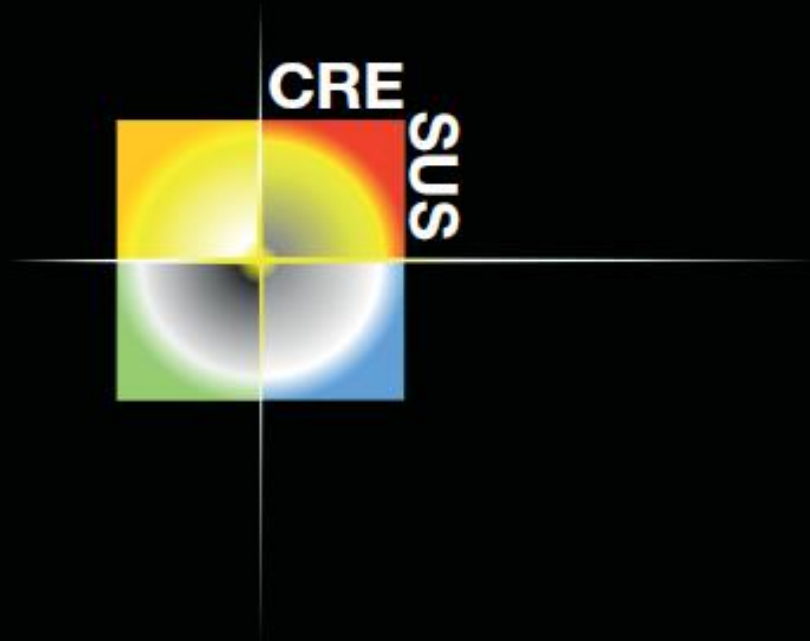




Contrôleurs Régulateurs Embarqués pour des Systèmes Utilisant l'Energie Solaire

Patrick Gatt

Ingénieur de recherche
PERSEE – MINES ParisTech
patrick.gatt@mines-paristech.fr

François-Pascal Neirac

Professeur
PERSEE – MINES ParisTech
francois-pascal.neirac@mines-paristech.fr



PERSÉE



Georges Kariniotakis

Responsable Groupe ERSEI
PERSEE – MINES ParisTech
georges.kariniotakis@mines-paristech.fr

Sommaire

- 1. Projet CRESUS**
- 2. Plateforme PERSEE/ERSEI**
- 3. Plateforme opérationnelle CRESUS**
- 4. Exemple : le CESI prédictif**
- 5. Prospective**

1. Projet CRESUS

OBJECTIFS

Les systèmes utilisant l'énergie solaire sont associés de plus en plus à des dispositifs de stockage, **thermiques ou électriques**. Le projet CRESUS a comme ambition de faire entrer ce type de systèmes dans l'âge des systèmes **intelligents et communicants**.

CRESUS propose une **Plateforme test** et une **réalisation** « type » d'un système « intelligent » solaire couplé au stockage qui démontre les bénéfices de la technologie proposée.

Projet CRESUS

La plateforme CRESUS est un environnement qui permet et le développement et le test de la technologie proposée des Contrôleurs Régulateurs Embarqués communiquant avec des sources de données externes (i.e. prévisions météo). Elle contient un environnement de simulation classique (type Matlab) pour tester des algorithmes de contrôle/régulation sur un système solaire simulé, puis un ensemble d'outils permettant de compiler la partie contrôle/régulation du simulateur sur une carte embarquée (type Raspberry). Enfin elle contient tous les éléments de métrologie nécessaires pour relier les Entrées/Sorties au monde physique, à savoir le système solaire, les sondes de mesure, ainsi que les prévisions météo transmises par radio ou Internet.

LA PLATEFORME CRESUS

Projet CRESUS

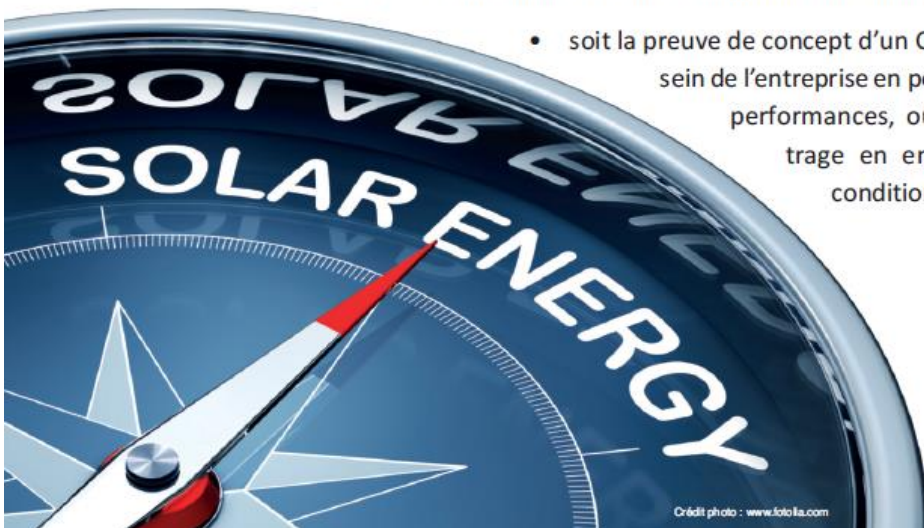
UN SERVICE PROPOSÉ AUX

PME
ETI

Le domaine d'application de cette technologie est particulièrement prometteur dans le contexte des systèmes électriques intelligents et d'autoconsommation.

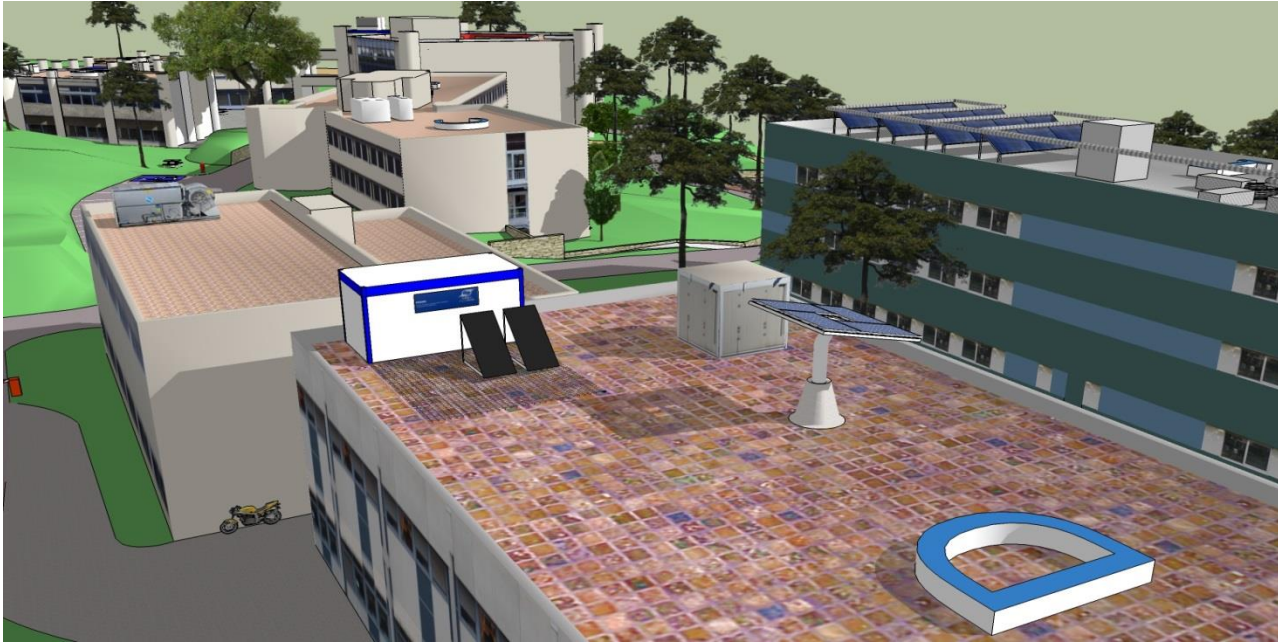
A travers la plateforme CRESUS nous proposons un service innovant à toutes les PME/ETI concernées, leur permettant de tester :

- soit une idée en utilisant un environnement de programmation sur carte embarquée et de tester l'ensemble (système solaire/CRE) en conditions réelles (TRL4).
- soit la preuve de concept d'un CRE innovant développé au sein de l'entreprise en permettant de quantifier ses performances, ou d'en affiner le paramétrage en environnement de test en conditions réelles (TRL5).



Crédit photo : www.foto123.com

2. Plateforme PERSEE / ERSEI



3. Plateforme opérationnelle Cresus

Test de Contrôleur Régulateur Embarqué

- Principe du test comparatif de 2 type de régulateurs : Classique VS Prédictif



Un service innovant à toutes les PME/ETI pour tester

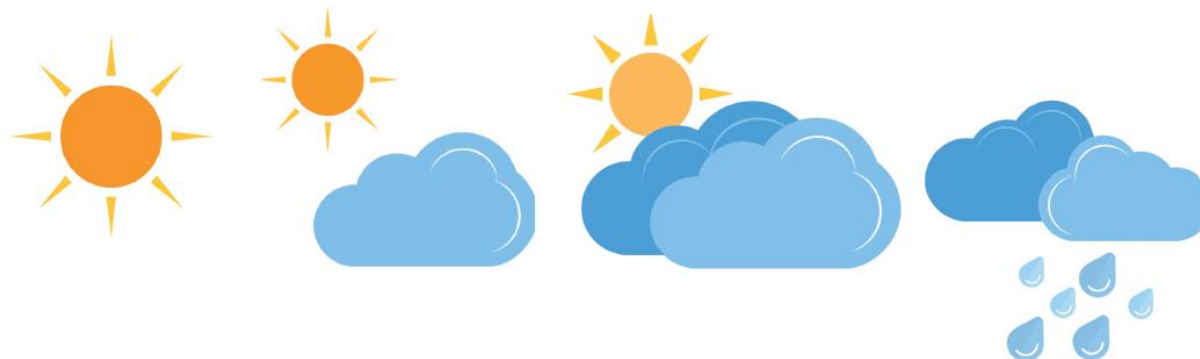
- soit une idée en utilisant l'environnement de programmation
- soit la preuve de concept d'un CRE innovant

4. CESI Prédictif

LE SYSTEME SOLAIRE/STOCKAGE INTELLIGENT

Un **Chauffe-Eau Solaire Individuel (CESI)** est typiquement un système solaire utilisant un dispositif de stockage. Ce système est géré habituellement par un régulateur simple qui ne prend pas en compte les prévisions des conditions météo (« non prédictif »). La gestion de tels systèmes peut être optimisée si on considère les prévisions de la ressource solaire dans les heures ou les jours à venir.

La Plateforme **CRESUS** a été utilisée pour développer un **Contrôleur Régulateur Embarqué (CRE)** prédictif de CESI et comparer ses performances en conditions réelles à celles d'un régulateur non prédictif. Il est apparu lors de ces tests qu'une économie de 30% de l'énergie d'appoint est réalisable en ayant recours à la prévision.



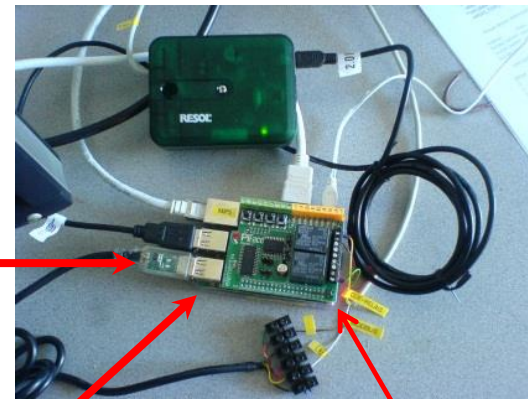
CESI Prédictif

Environnement de développement

Régulateur solaire
wattmètre SDM120C
relais de commande



Raspberry PI 2



VBUS,RS485/USB

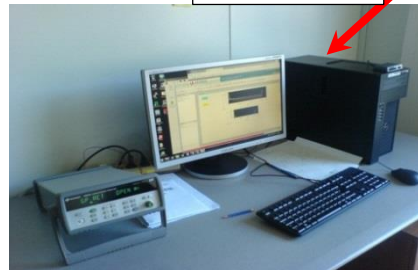
Ethernet
Météo
Métrologie

Raspberry PI2 avec carte fille
entrées /sortie

Matlab/simulink

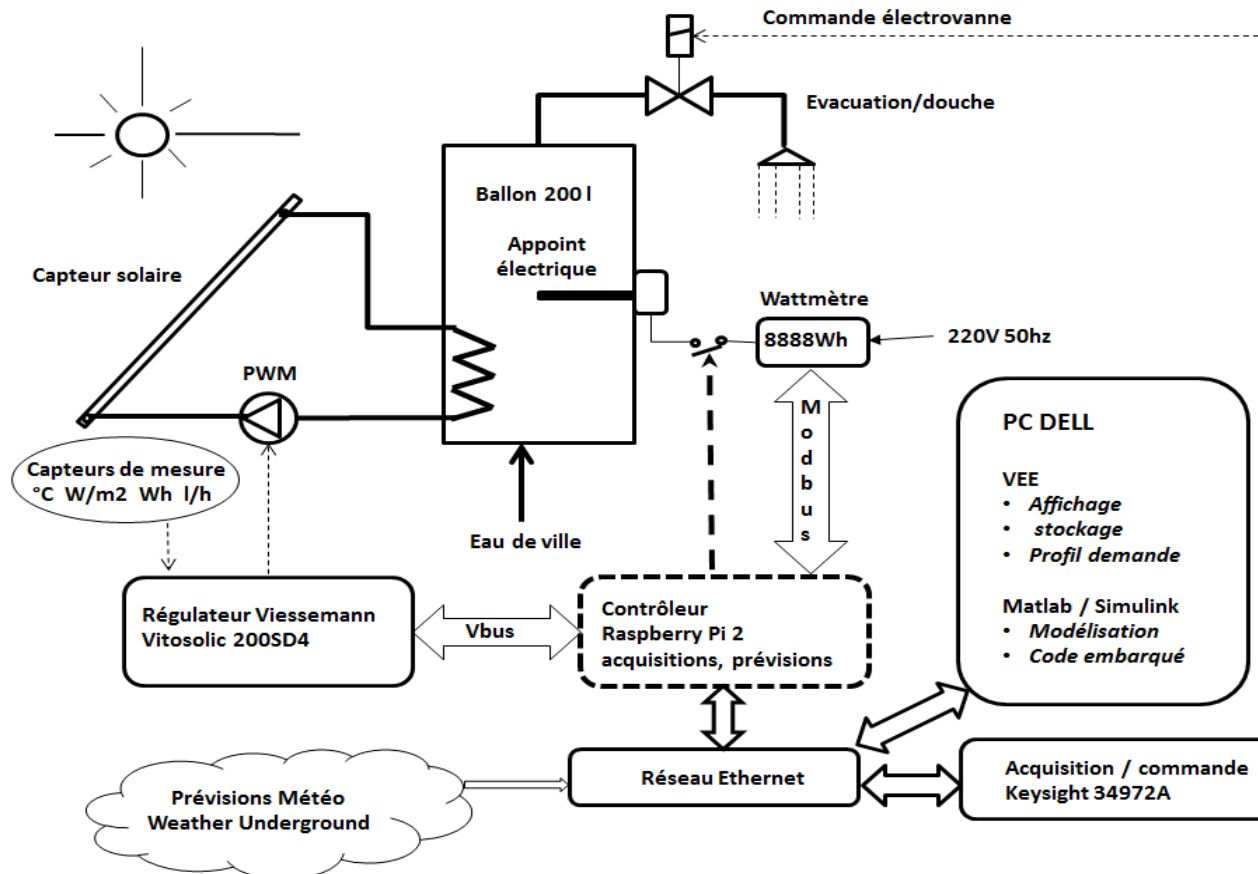
- Modèle de régulateur
- Transfert

→ Code embarqué vers cible



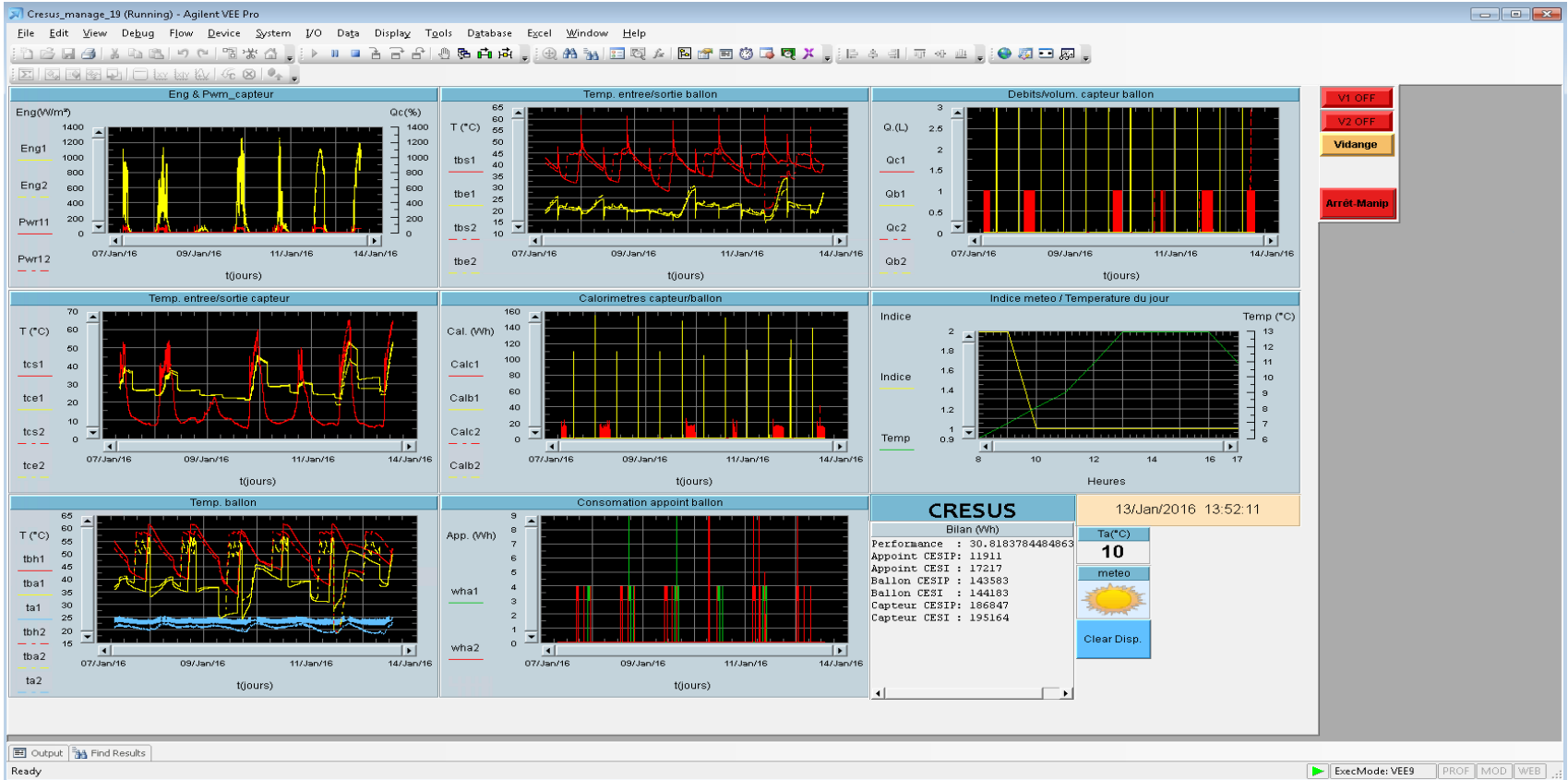
CESI Prédictif

Principe de fonctionnement



CESI Prédictif

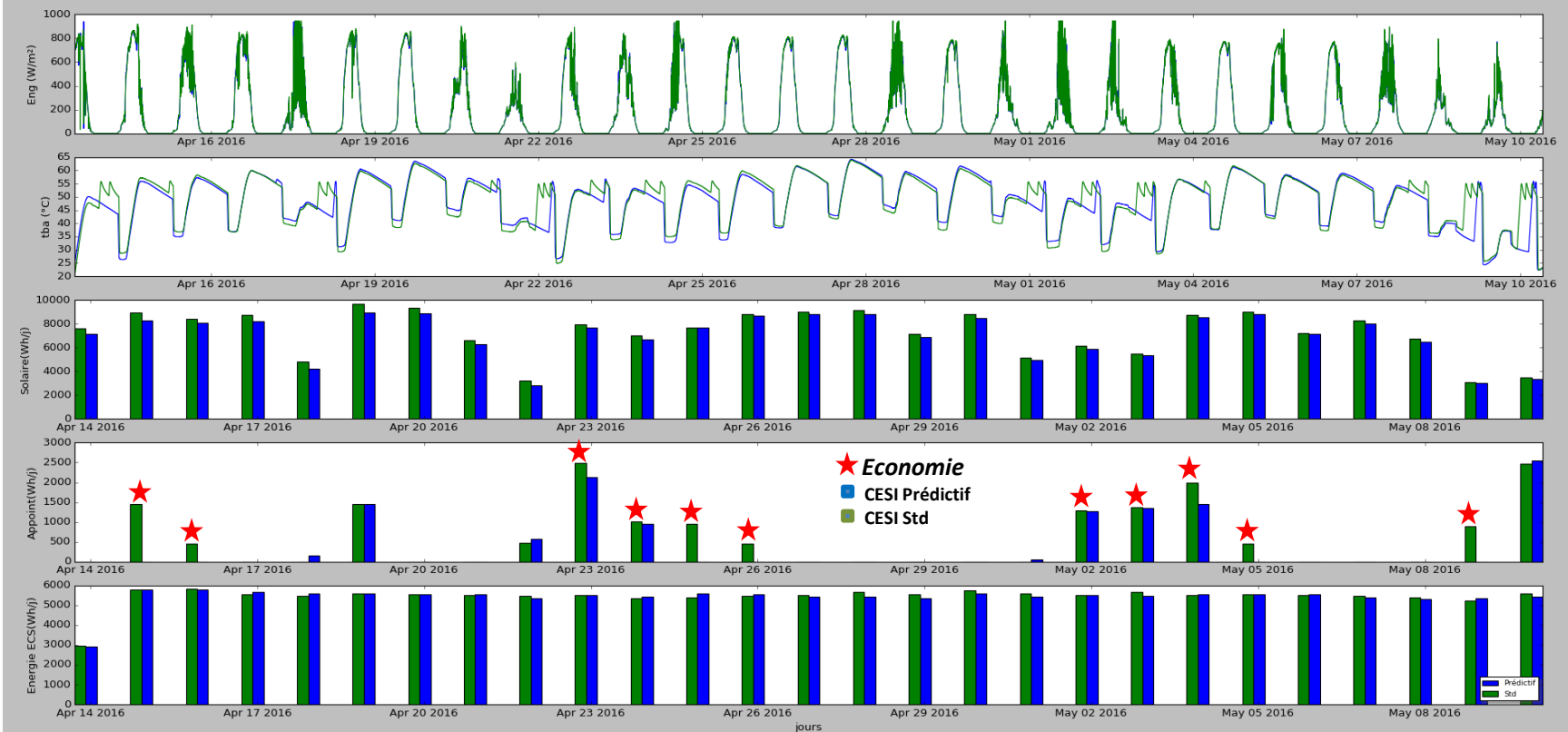
Métrologie/Actionneurs



- Traitement de données des Raspberry
- Acquisitions de capteurs expérimentaux
- Séquencement et activation des actionneurs
- Gestion à distance, fonction replay...

CESI Prédictif

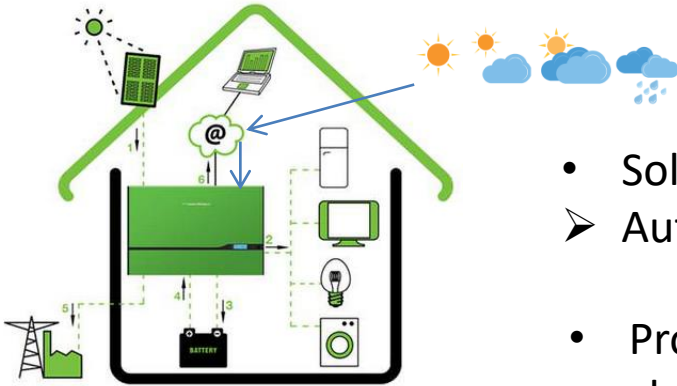
Résultats



- - 30% d'appoint pour le CESI prédictif !!!
- malgré une production solaire supérieure pour le CESI standard
- et une demande (consommation) identique

Bilan (Wh)	
Performance :	30.8183784484863
Appoint CESIP:	11911
Appoint CESI :	17217
Ballon CESIP :	143583
Ballon CESI :	144183
Capteur CESIP:	186847
Capteur CESI :	195164

5. Prospective

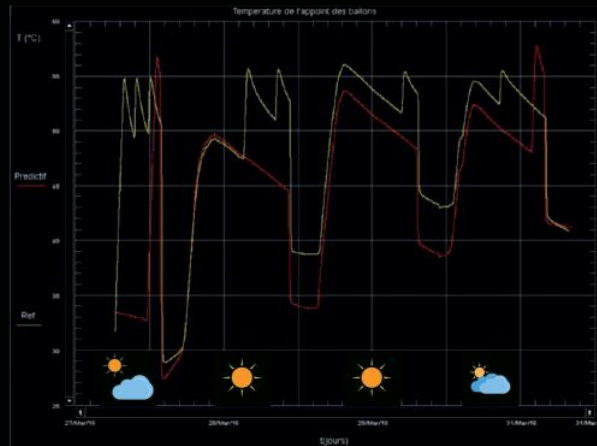


- Solaire Photovoltaïque avec stockage
 - Autoconsommation
- Production de froid avec stockage, Pompe à chaleur, chauffage, climatisation
 - Collaboration?



- Application à d'autres domaines
 - **Domotique:** thermostat intelligent , arrosage? ...
- **Evolution:** Collaboration avec des fabricants d'automates, de box de gestion pour l'énergie domestique « HEMS » afin de rendre accessibles les prévisions météorologiques aux outils de contrôle/commande grand public

Merci pour votre attention



CRE SUS est un projet soutenu par AVENE PME,
programme d'innovation de CARNOT MINES

<http://www.anepme.eu>

Contact : Jean-Clément GUISIANO

jean-clement.guisiano@mines-paristech.fr

