HAL
open science

Projet SunSTONE : réseaux de chaleur solaires intelligents avec stockage intersaisonnier

Armelle Goareguer, Amandine Le Denn, Fabrice Renaude, Charles Maragna, Pierre-Henri Wuillemin, Marvin Lasserre, Christophe Gonzales, Marc Clausse

To cite this version:

Armelle Goareguer, Amandine Le Denn, Fabrice Renaude, Charles Maragna, Pierre-Henri Wuillemin, et al.. Projet SunSTONE : réseaux de chaleur solaires intelligents avec stockage intersaisonnier. Journées Nationales sur l'Energie Solaire - JNES 2018, Jun 2018, Lyon, France. hal-02135860

HAL Id: hal-02135860

https://hal.science/hal-02135860

Submitted on 21 May 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Projet SunSTONE : réseaux de chaleur solaires intelligents avec stockage intersaisonnier

Armelle **GOAREGUER**[a,b], Amandine **LE DENN**[b], Fabrice **RENAUDE**[c], Charles **MARAGNA**[d], Pierre-Henri **WUILLEMIN**[e], Marvin **LASSERRE**[e], Christophe **GONZALES**[e], Marc **CLAUSSE**[a]

[a] *Univ Lyon, CNRS, INSA de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, CETHIL UMR5008, F-69621, Villeurbanne*

[b] *TECSOL, Tecnosud, 105 avenue Alfred Kastler, BP 90434 66004 Perpignan*

[c] *CYLERGIE, 18 avenue Tony Garnier, 69007 Lyon*

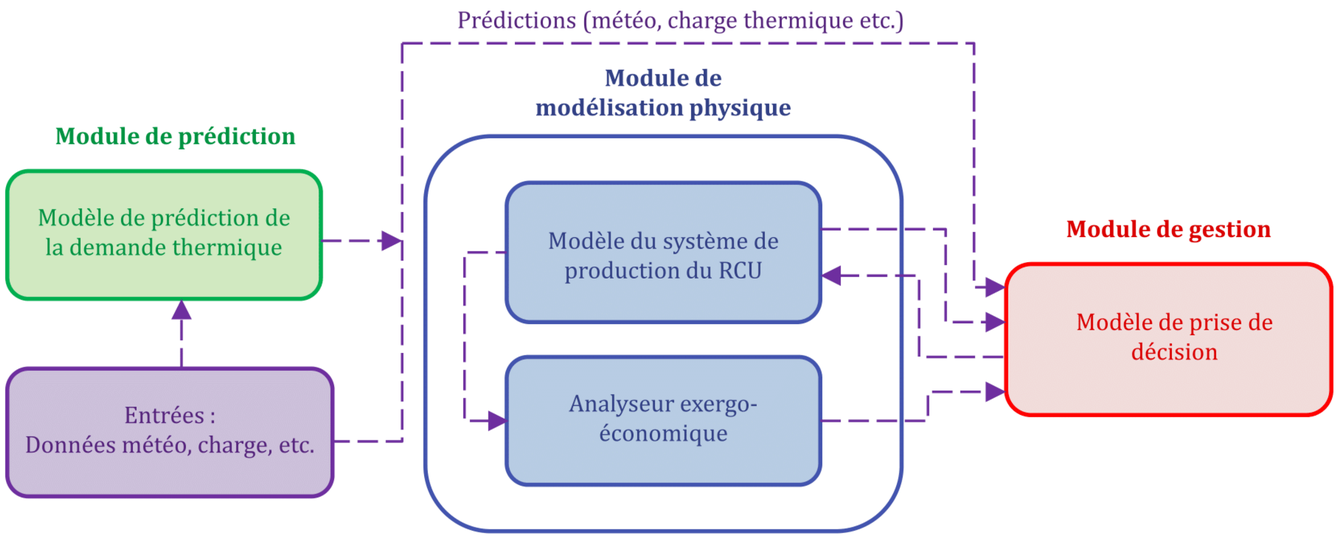
[d] *Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), 3 avenue Claude Guillemin, 45060 Orléans CEDEX 2*

[e] *Laboratoire d'informatique de Paris 6 (LIP6), Sorbonne Université, 4 place Jussieu, 75252 Paris CEDEX 05*

CONTEXTE

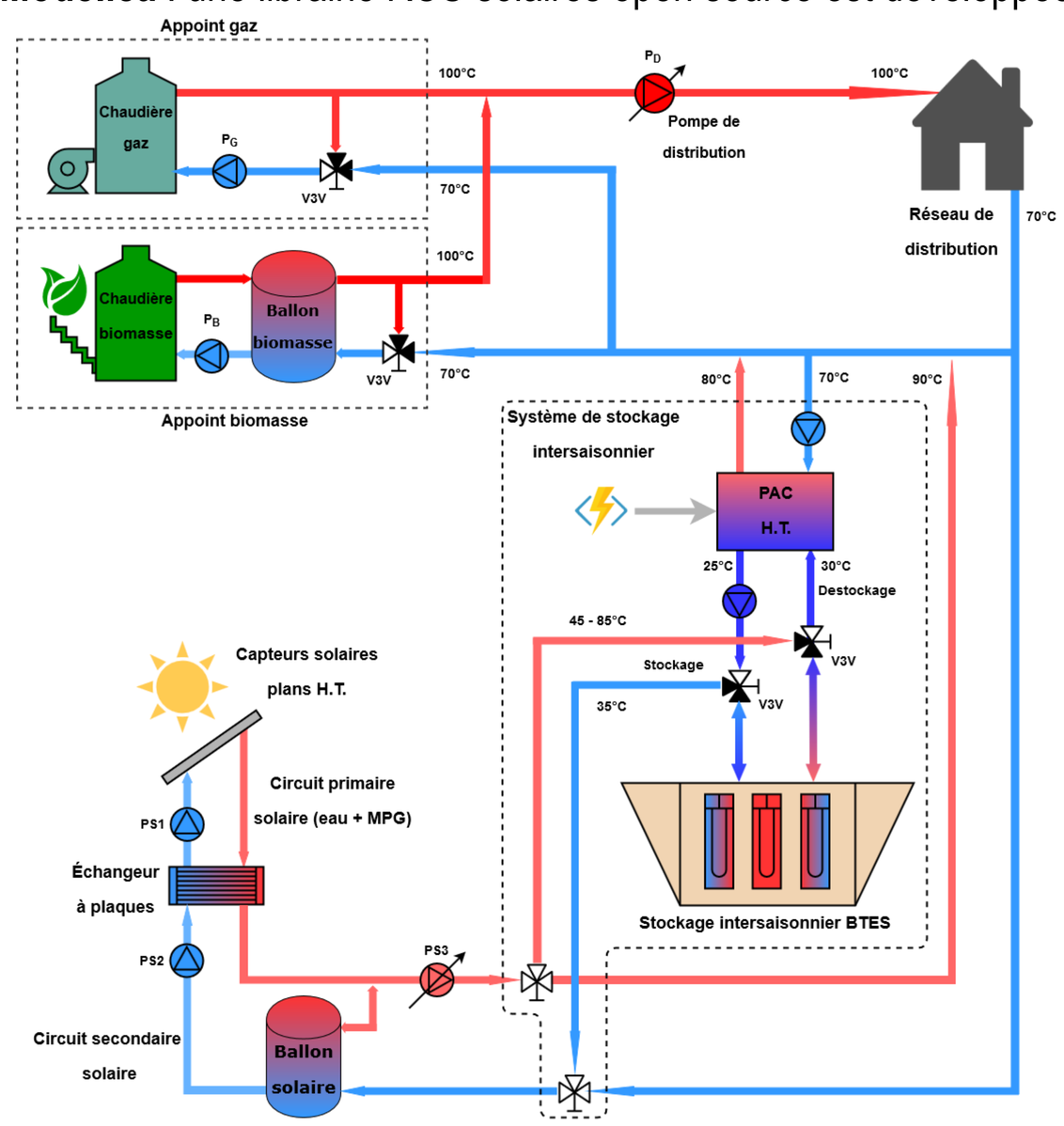
L'essor des **réseaux de chaleur** à forte fraction renouvelable et plus particulièrement **solaire** nécessite le déploiement d'**intelligences artificielles** afin de les rendre compétitifs et toujours plus efficients. SunSTONE vise à développer un **outil de contrôle prédictif** afin d'**optimiser le pilotage** des différents systèmes de **production** : solaire, appoints biomasse, gaz et autres EnR&R. Leur synergie avec le **stockage intersaisonnier** qui permet de pallier le déphasage entre la production estivale et la demande hivernale est essentiel afin d'atteindre les objectifs environnementaux fixés. Une modélisation, une analyse et des outils **innovants** sont proposés.

STRUCTURE de la SOLUTION



MODELISATION et ANALYSE

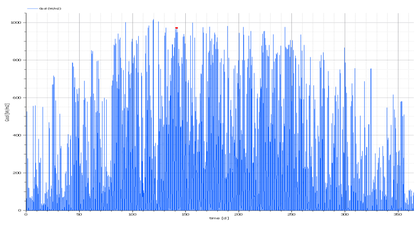
• Modélisation physique dynamique acausale et orientée-objet en **Modelica** : une librairie RCU solaires open source est développée



• Une tâche spécialement dédiée au **stockage intersaisonnier en sondes géothermiques sèches (BTES)**. Ce composant est la clé permettant d'atteindre une **fraction solaire importante** mais possède des spécificités impactant fortement le pilotage du réseau comme une mise en charge pouvant durer jusqu'à 5 ans

PREDICTION et GESTION

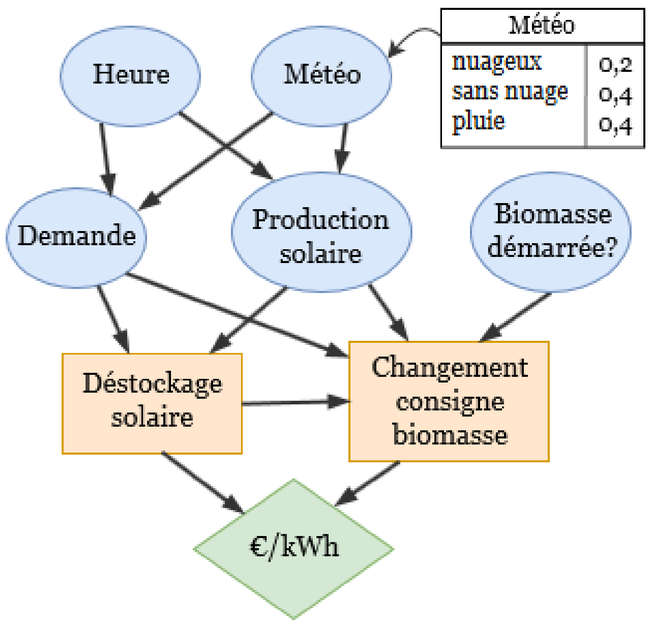
• Utilisation de données historiques (météo et charge thermique) d'un **réseau existant** afin de pouvoir vérifier la justesse des prédictions futures

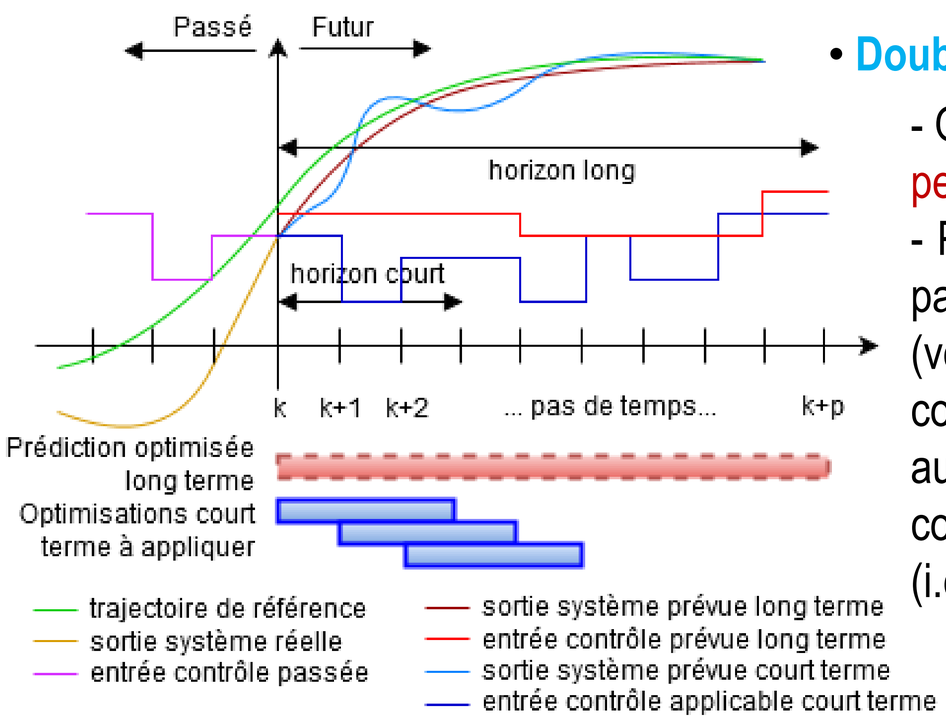


• Apprentissage **stochastique** : prise en compte des incertitudes

• Formulation en **réseaux bayésiens** (modèles graphiques probabilistes) : la structure résulte d'un apprentissage automatique à partir de bases de **données** mais aussi de **savoir** d'expert.

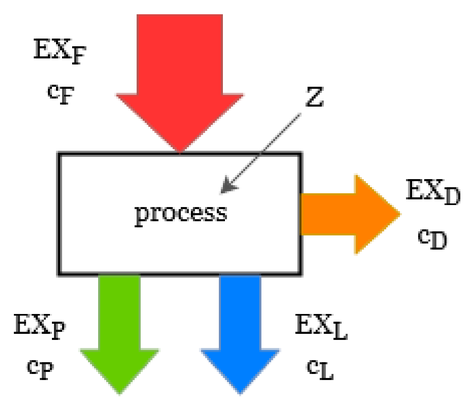
• Extension en **diagrammes d'influence** pour la prise de décision **heuristique.** La démarche suivie est ainsi interprétable et reproductible.





• **Double horizon temporel** :

- Optimisation des performances **annuelles**
- Pilotage court-terme au pas de temps **horaire** (voire moins) au meilleur coût tout en répondant au mieux aux besoins et contraintes pratiques (i.e. biomasse etc.)



• **Analyse exergo-économique dynamique** permettant une analyse de la cascade de **formation des coûts** et une visualisation des **irréversibilités**

$$c_P EX_P = c_F EX_F + \dot{Z} - c_L EX_L \ [€/J.an]$$

• **Fonction objectif** à minimiser : coût spécifique de la chaleur livrée contraint par f_{sol}>50%/an, f_{EnR}>80%/an et CO_2<50g/kWh.an

ANR-17-CE05-0035-01