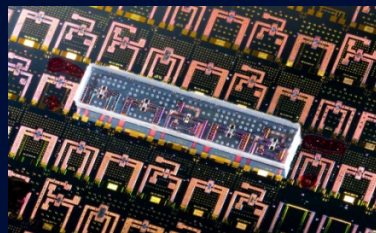


Co-simulation et optimisation multi-critères d'un bâtiment

Abbass RAAD

Encadrants : Benoit DELINCHANT, Frédéric WURTZ



Objectifs et contexte

■ **Optimisation multi-critères d'un bâtiment**

- Objectif : Energie / Confort (thermique, acoustique, visuel) / Environnement / Economie
- Paramètres : Conception du bâtiment (isolation, fenêtrage, aération...)

■ **Simulation dynamique multi-physique multi-solveurs**

■ **COSIMPHI (CO-Simulation Multi-Physique Interactive)– ANR Project**

Objectifs

Emmanuel BOZONNET
Boris BRANGEON
Christian INARD



WebService
ECONOMY

Samuel
CARRE



WebService
LIGHTING

Simon BAILHACHE
Catherine GUIGOU



WebService
ACCOUSTIC

Galdric SIBIUDE
Marine VESSON



WebService
ENVIRONNEMENTAL

Benjamin
HAAS



WebService
ENERGY

TRIBU
ENERGIE



REGULATION
WebService



G2ELab/CSTB

ORCHESTRATOR
WebService

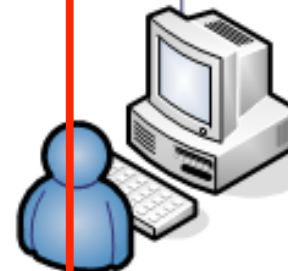


Benoit DELINCHANT
Abbass RAAD
Frédéric WURTZ

OPTIMIZATION
WebService



CSTB / CEA / G2ELab / ...



Archi / BE

CSTB
le futur en construction



Enjeux Scientifiques

Enjeux Scientifiques



- Besoin de simulation des systèmes complexes
(couplage des modèles de nature différente)

- Problème d'interopérabilité
 - Hypothèse propre pour chaque outils
 - Manque d'interaction
 - Pas de simulation multi-physique de l'ensemble
 - Cohérence scientifique non garantie

Premiers résultats

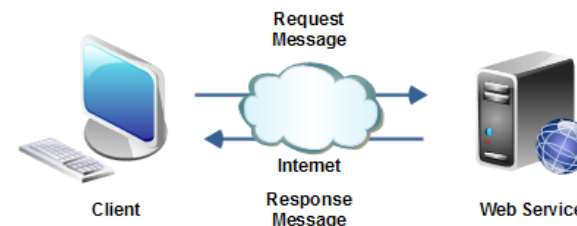
A. Problème d'interopérabilité

■ Functional Mock-up Interface FMI

- Assure la capitalisation, réutilisation et l'interopérabilité des modèles de simulation dynamique
- Composant logiciel autonome FMU
- Permet à tout outil de modélisation d'intégrer d'autres environnement.

■ Web-services

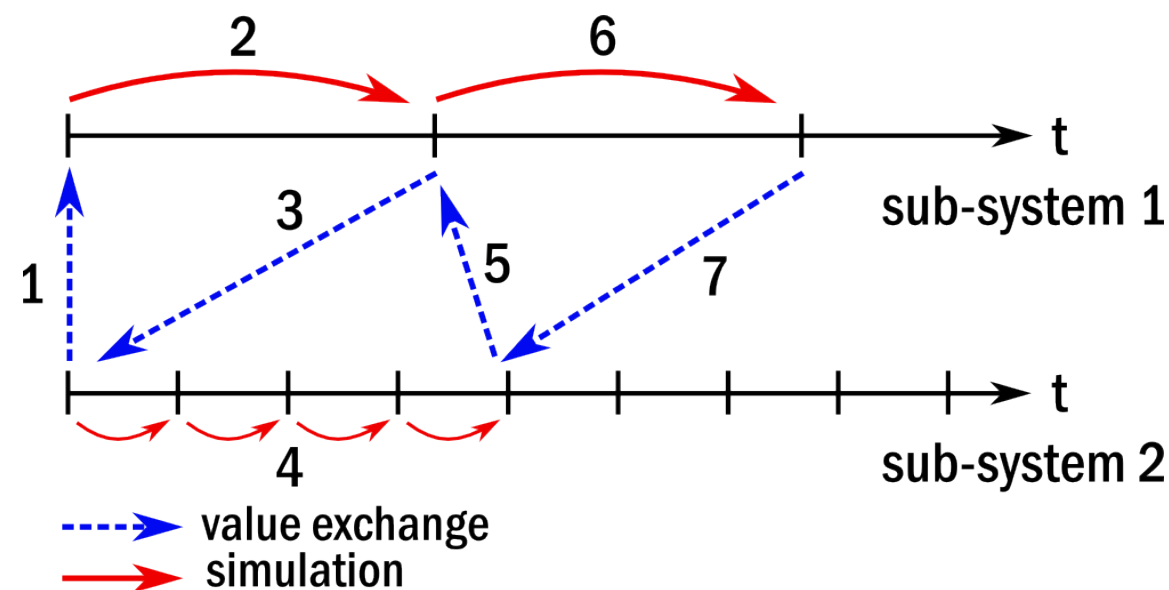
- Unité de code interrogée à distance en utilisant HTTP
- Permet diverses applications de communiquer entre eux et partager des données et des services



B. Algorithme de co-simulation

■ Chainage (Ping Pong) :

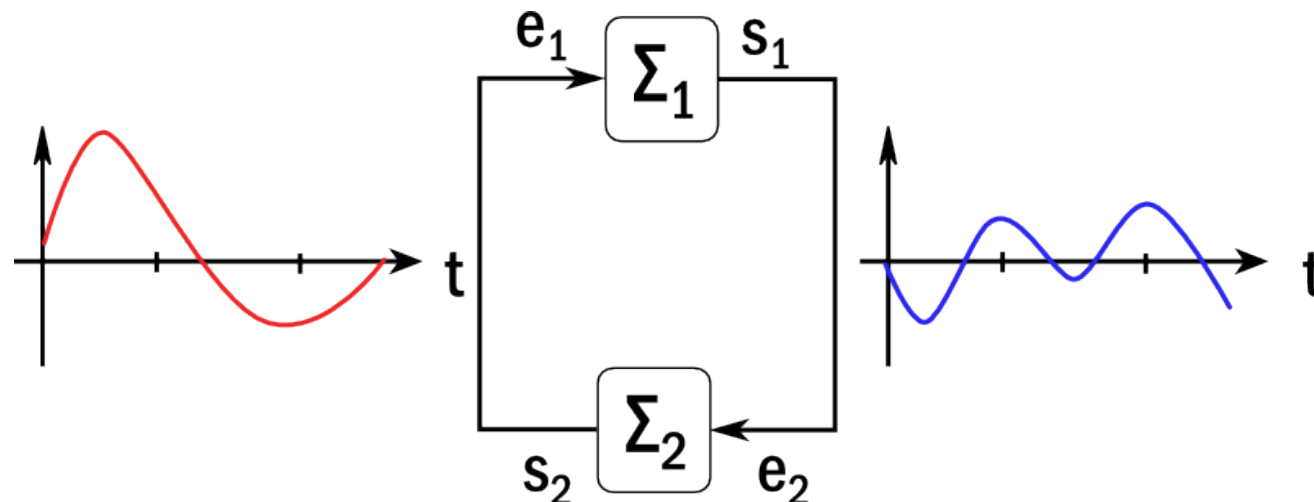
- Assure un faible couplage entre deux sous-systèmes.
- L'entrée d'un modèle à un instant donné est la sortie d'un autre modèle à l'instant précédent.



B. Algorithme de co-simulation

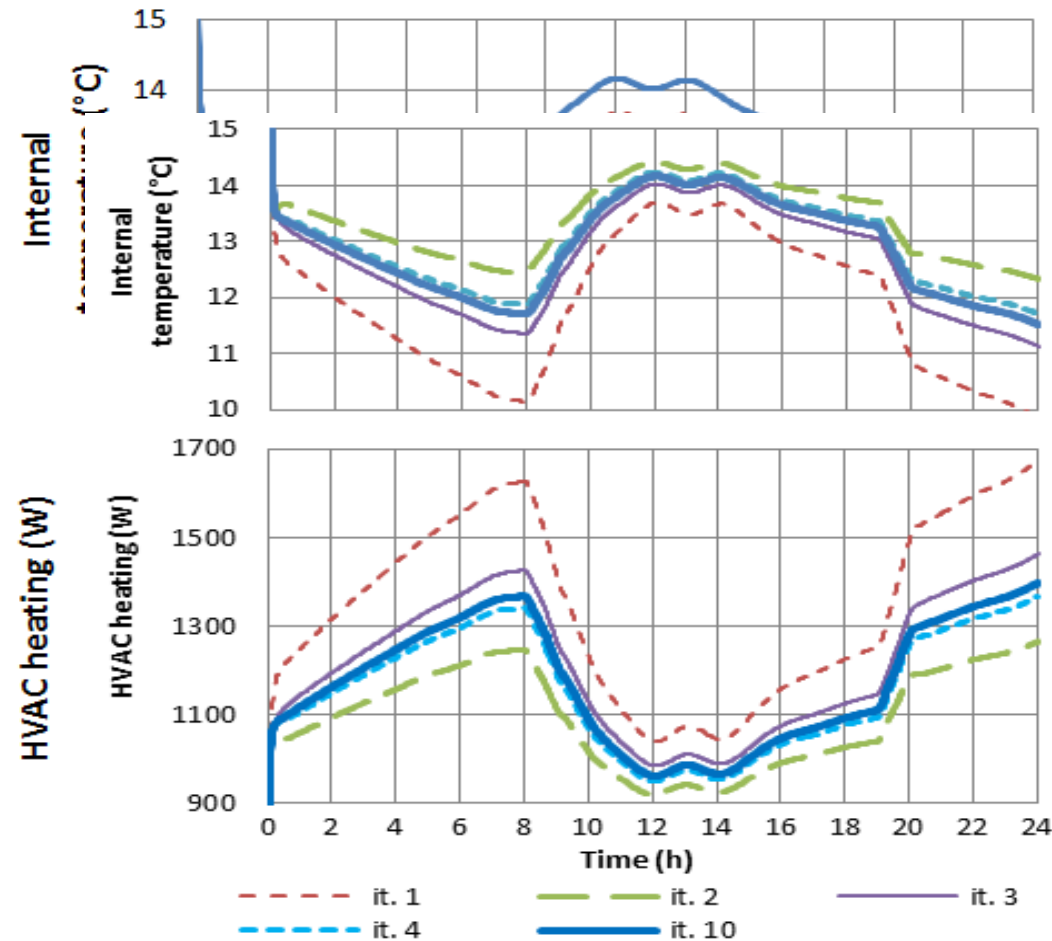
■ Waveform Relaxion Method (WRM)

- Méthode itérative sur les formes d'onde .
- Chaque système est résolu dans le temps tout au long du domaine temporel considéré , et sa solution (l'ensemble du signal) est utilisée comme une entrée pour d'autres systèmes



Premiers résultats

B. Algorithme de co-simulation



Publication

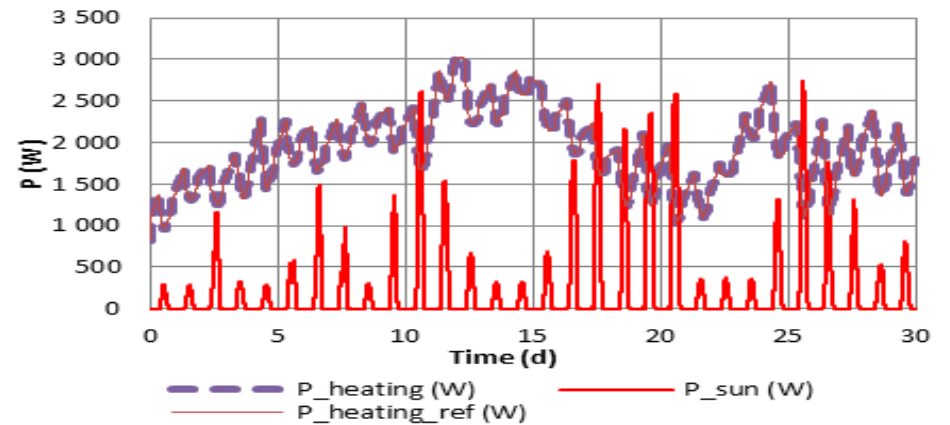
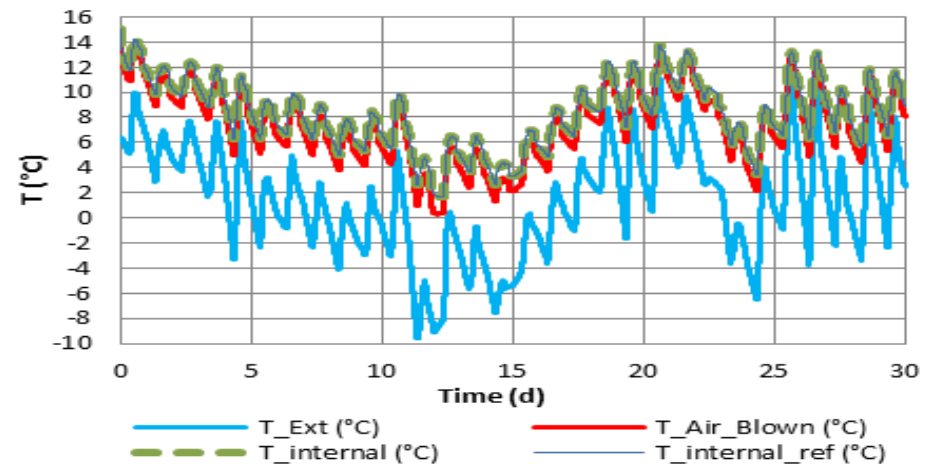
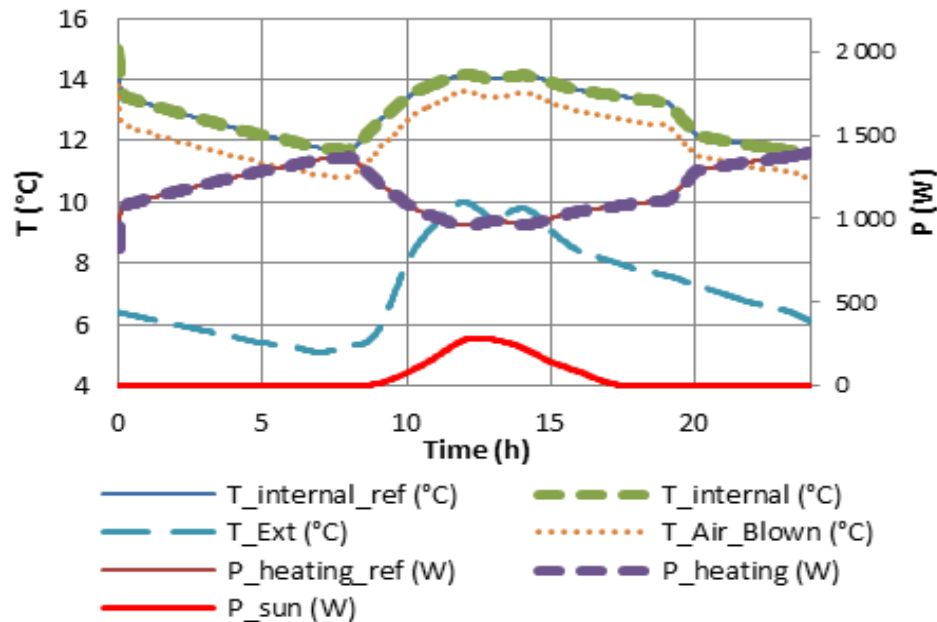


- **TAECE2015** - FMU software component orchestration strategies for co-simulation of building energy systems.
- **BS2015** - Energy building co-simulation based on the WRM algorithm for efficient simulation over FMU components of Web-service.

Merci de votre attention

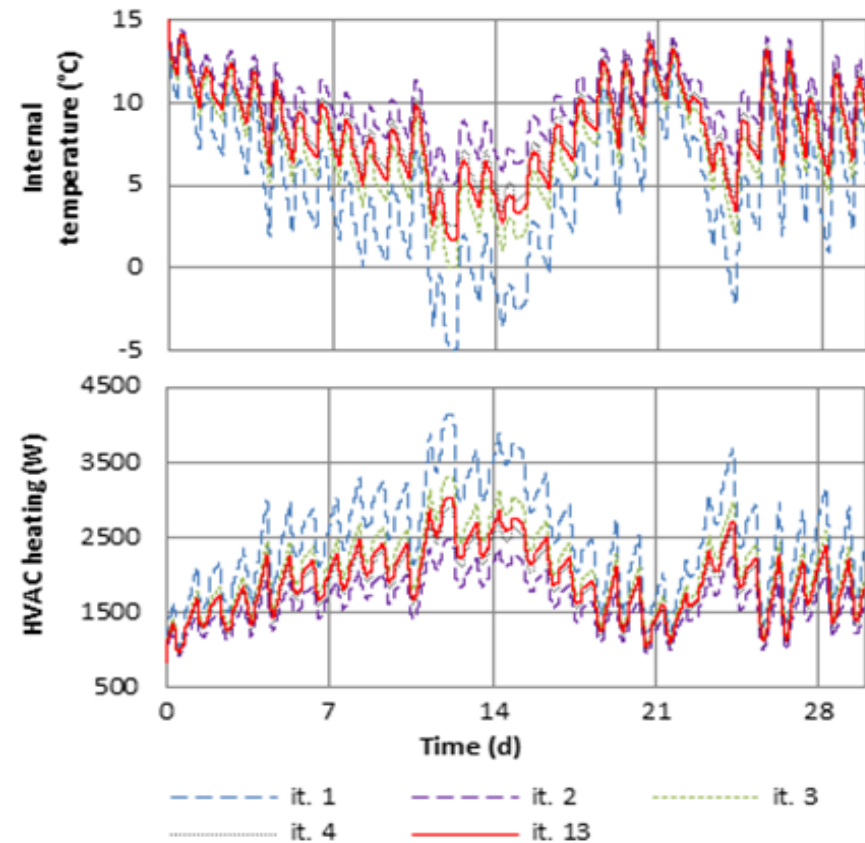
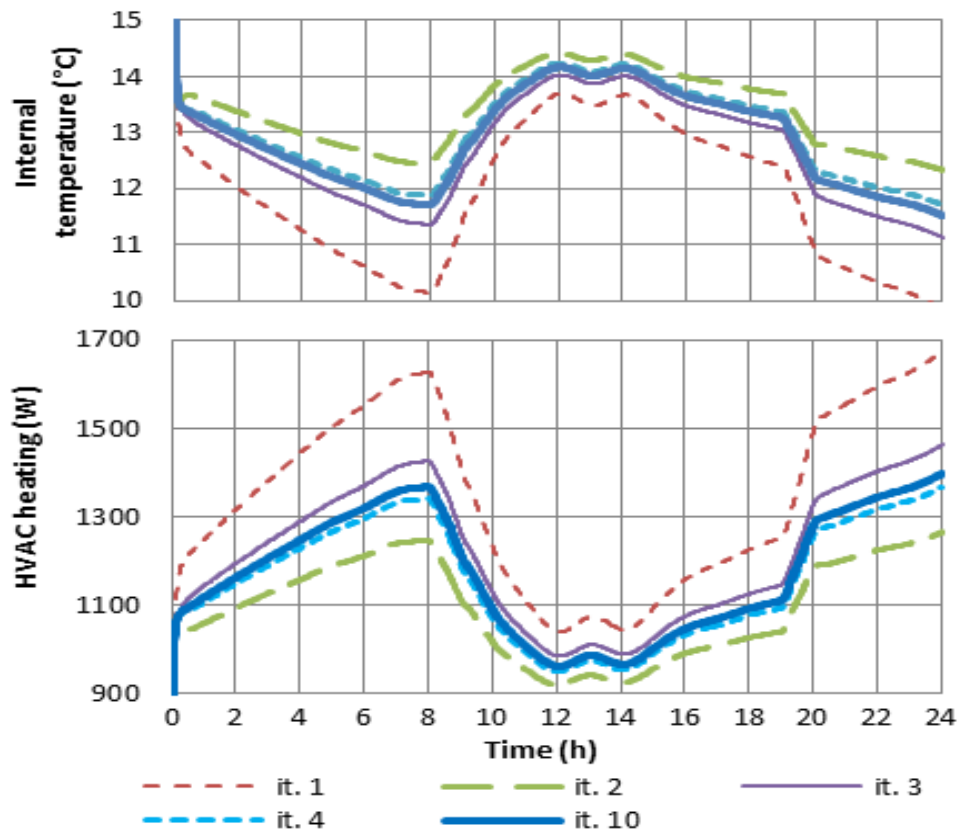
Application to the building simulation

Chaining - Step= 60s



Application to the building simulation

WRM - Step= 60s



Application to the building simulation



■ Results analysis : Mean Absolute Percentage Error MAPE

ERROR MAPE	1 DAY		1 MONTH	
	T _{internal}	P _{heating}	T _{internal}	P _{heating}
Chaining	0.02%	0.07%	0.07%	0.02%
WRM	0.02%	0.06%	0,1%	0.03%

Application to the building simulation



■ Results analysis : Time of calculation, number of iterations

Simulation period	1Day		1 Month	
Coupling Method	WRM	Chaining	WRM	Chaining
Number of iteration	10	1440	13	43145
Co-Simulation FMU Time	7m 04s	2s	17m18s	0m 15s

Application to the building simulation

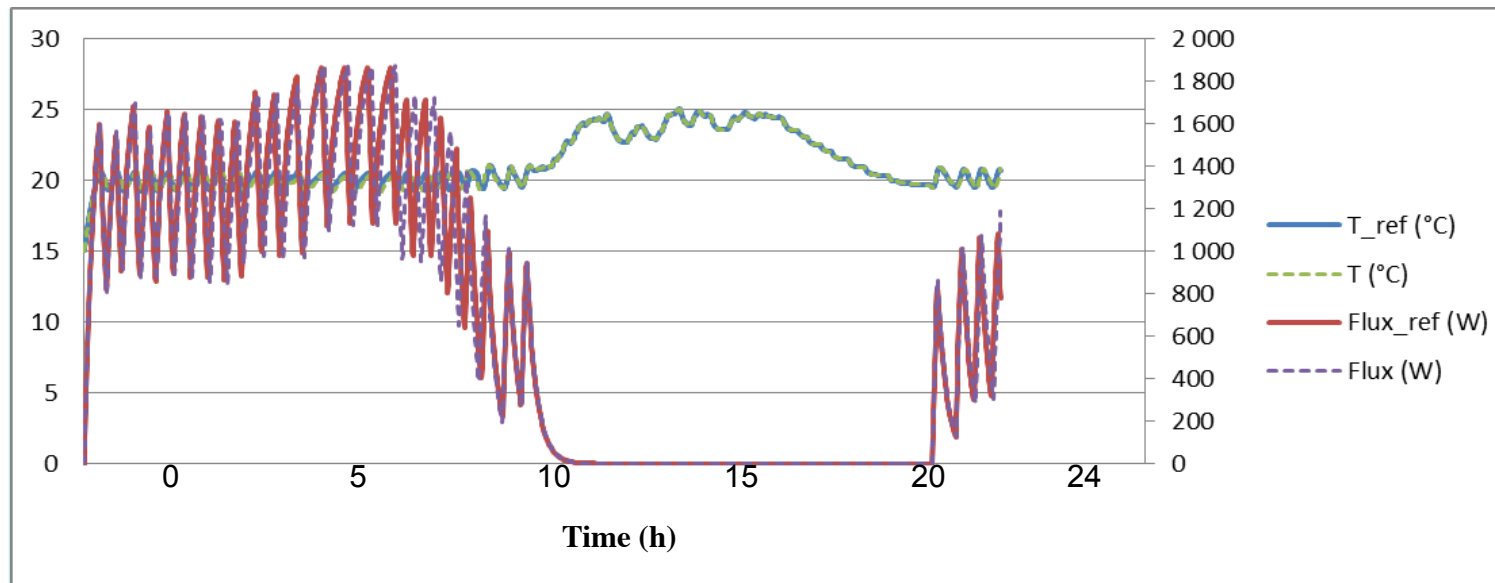


Results analysis : Time of calculation, number of iterations

Simulation period		1Day		1 Month	
Coupling Method		WRM	Chaining	WRM	Chaining
Number of iteration		10	1440	13	43145
Local	Co-Simulation FMU Time	7m 04s	2s	17m18s	0m 15s
	Time per Iteration	45.4s	1s	1m31s	1s
Web service	Co-Simulation FMU Time	7m 34s	24m 0s	19m43s	11h 59m

Application to the building simulation

■ WRM Co-simulation Enveloppe / Heating System (Hysteresis)



WRM need some improvements in some cases (e.g. Hysteresis)

Time of co-simulation	50 min
Number of iteration	54