



HAL
open science

Emulation d'échangeur géothermique pour test de système thermique

David Chèze

► **To cite this version:**

David Chèze. Emulation d'échangeur géothermique pour test de système thermique. 5^{ème} Congrès Français des Pompes à Chaleur - INPAC, L'Institut National des Pompes à Chaleur (INPAC), Sep 2015, Paris, France. cea-03846365

HAL Id: cea-03846365

<https://cea.hal.science/cea-03846365v1>

Submitted on 10 Nov 2022

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.



Institut National des Pompes à Chaleur

Emulation d'échangeur géothermique pour test de système thermique

David Chèze (CEA – INES Institut National Energie Solaire)

5^{ème} Congrès Français des Pompes à Chaleur



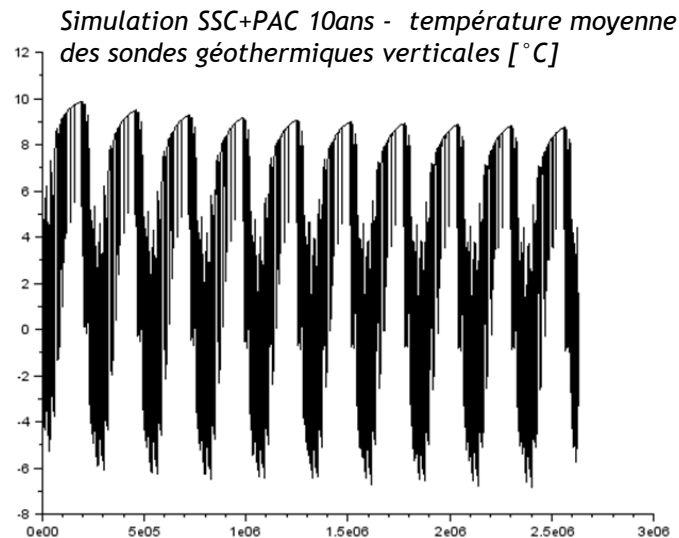
- *Contexte, Enjeux, Problématiques et Objectifs*
- *Aperçu méthodologie*
- *Résultats*
- *Conclusion*

Contexte, Enjeux

- *Approche test de systèmes avec PAC géothermique :*
 - *valider le fonctionnement dans toutes les conditions réalistes,*
 - *développement de la régulation,*
 - *intercomparaison entre évolutions ou références externes*
- *Réduire la durée de test réduit le coût du test et accélère le cycle de développement/validation*
- *Comment procéder pour avoir des performances système représentatives sur 12 jours des performances annuelles ?*

Problématiques du test accéléré pour les systèmes géothermiques

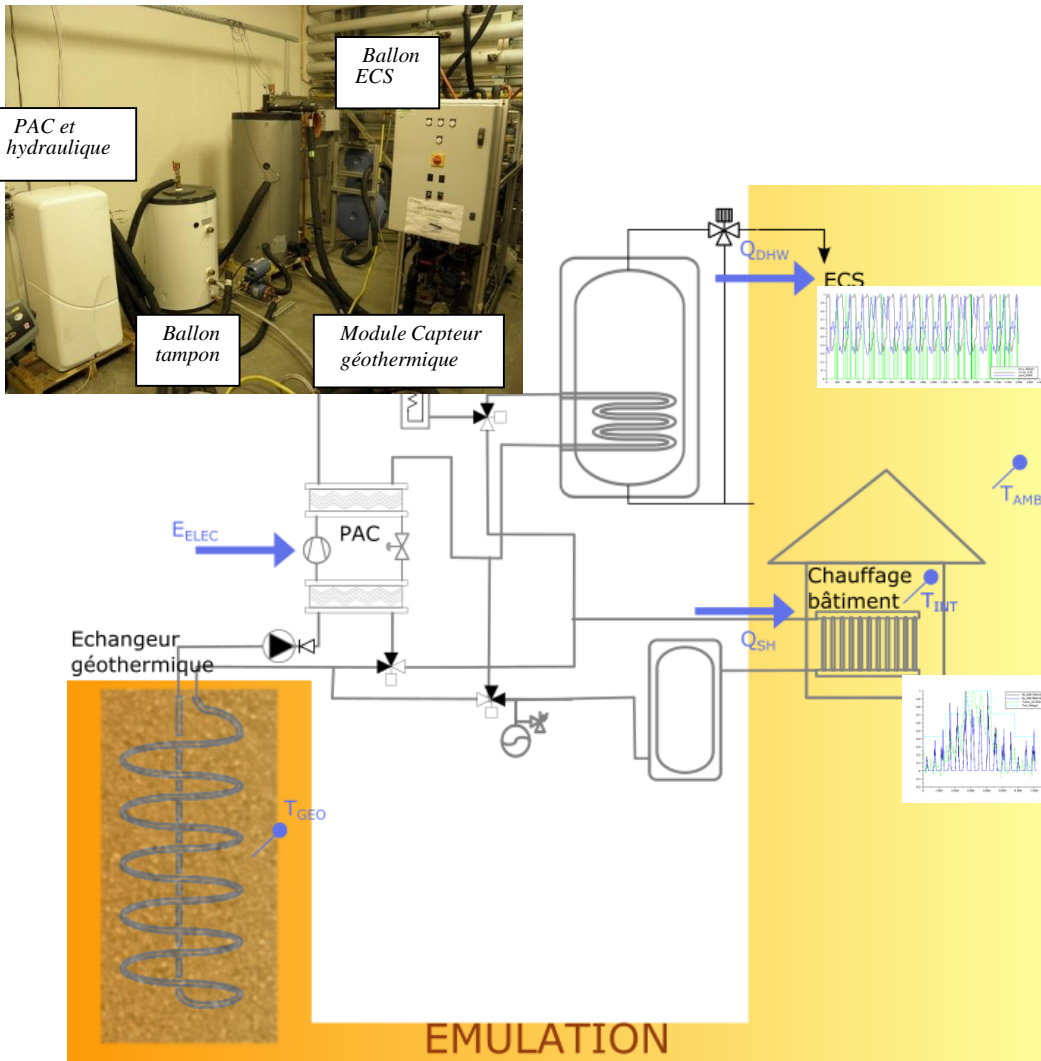
- *forte inertie en température du sol (constante de temps ~ mois)*
- *Parfois plusieurs années pour atteindre niveau d'équilibre moyen (ex: INPAC 2013)*



Objectifs Emulation géothermique

- *Évolution de température du sol-échangeur :*
 - *allure similaire à l'évolution annuelle en moyenne mensuelle*
 - *Spécifique aux performances de chaque système PAC testé:*
 - si efficacité ☺ (ex: +solaire thermique) $\Rightarrow T^{\circ}$ moyenne \nearrow*
 - si efficacité ☹ (ex: surdimensionnement PAC) $\Rightarrow T^{\circ}$ moyenne \searrow*
- *Condition aux limites représentative pour les systèmes avec PAC (NB: \neq du dimensionnement)*

Méthodologie de test système à INES



Exemple du test système μ -géo CIAT: PAC MPG/MPG pour ECS, chauffage et rafraîchissement naturel

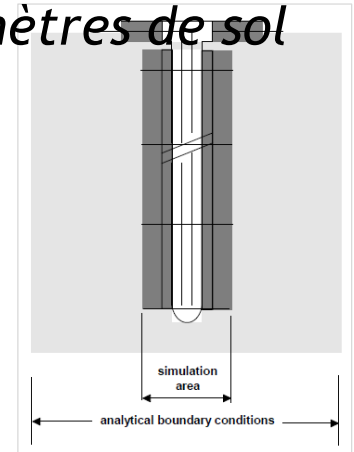
- *Semi-virtuel : système thermique réel - environnement simulé*
- *12 jours de tests consécutifs, TS:*
 - *Météo réaliste Zurich*
 - *puisage réaliste 200L/j*
 - *développement initial pour SSC*
- *Bâtiment basse conso SFH 60 simulé*
- *!/ \ émulation échangeur géothermique*
- *Suivi des mesures de puissance aux bornes du système sur 12 jours*
- *Suivi de l'état interne du système*
- *Extrapolation conso et perf système annuelle: TS / AN*

Émulation d'échangeur géothermique

- 2 modèles TRNSYS de référence:

- Type999 - corbeille géothermique - thèse X. Moch 2013 avec Terrendis France - paramètres de sol du site pilote Microgéo

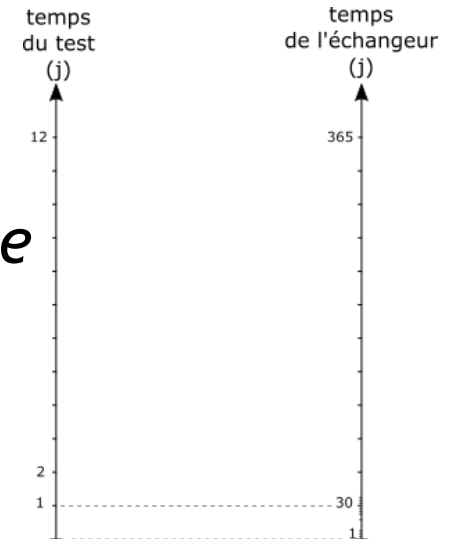
- Type451 - pieux verticaux EWS - M. Wetter 1997 - paramètres de sol tirés de AIE SHC Tâche 44 HPP Annexe 28



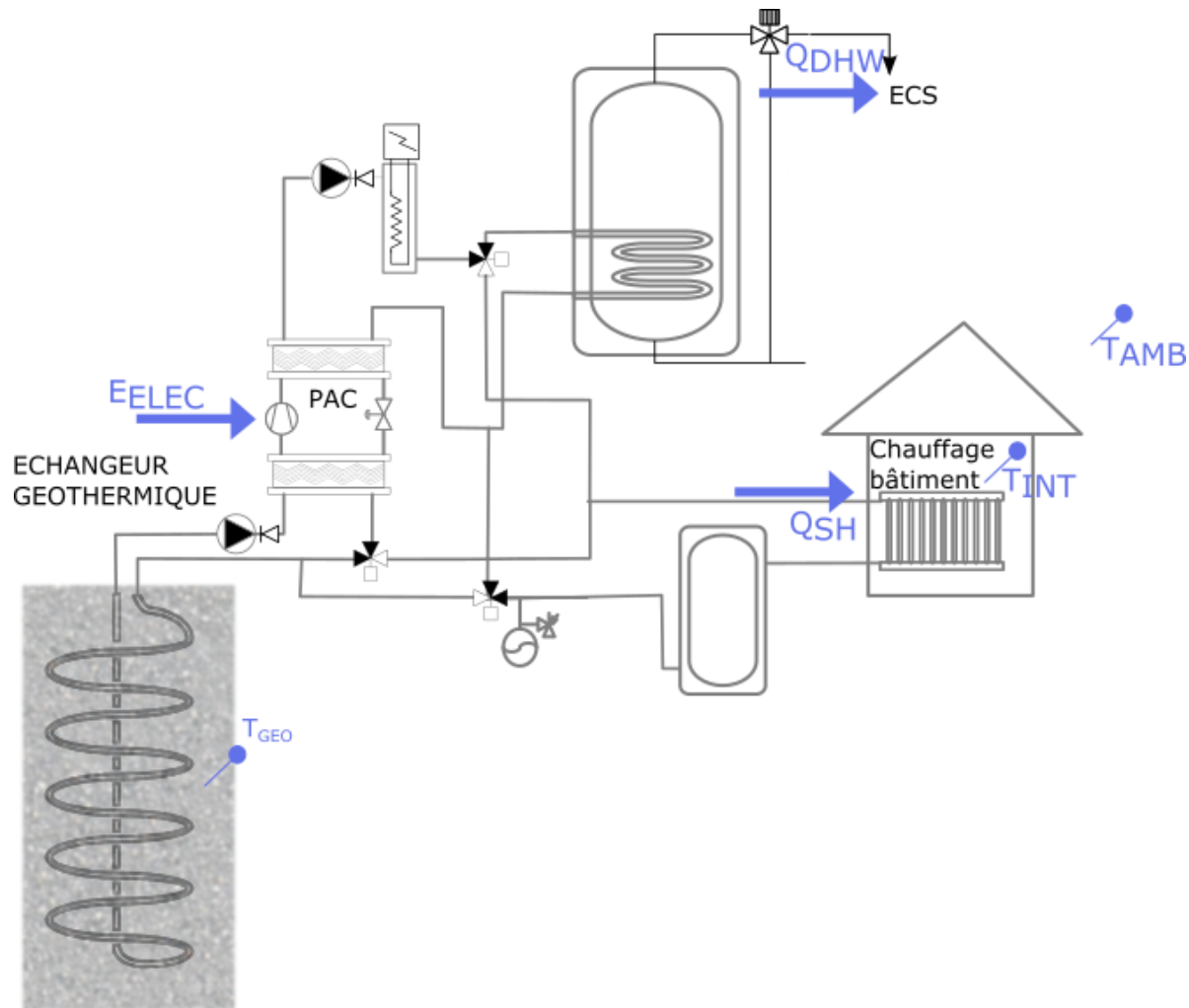
- Les modèles d'échangeur géothermique, principes généraux:

- Évolution naturelle aux limites, selon la météo locale et la profondeur
- Mémoire des appels de puissance vue par le sol avec PAC en fonctionnement

- Hypothèse: accélérer l'écoulement du temps dans le modèle d'échangeur lors d'un test
12 jours peut mener à des niveaux de température similaires à ceux d'une simulation annuelle, pour un système donné.
- Opportunité de vérifier en simulation détaillée :
 - 2 architectures système: PAC et SOLth + PAC pour chauffage et ECS en habitat individuel
 - 2 échangeurs géothermiques: corbeilles et pieux
 - émetteurs: plancher rayonnant, ventilo-convecteurs et radiateurs



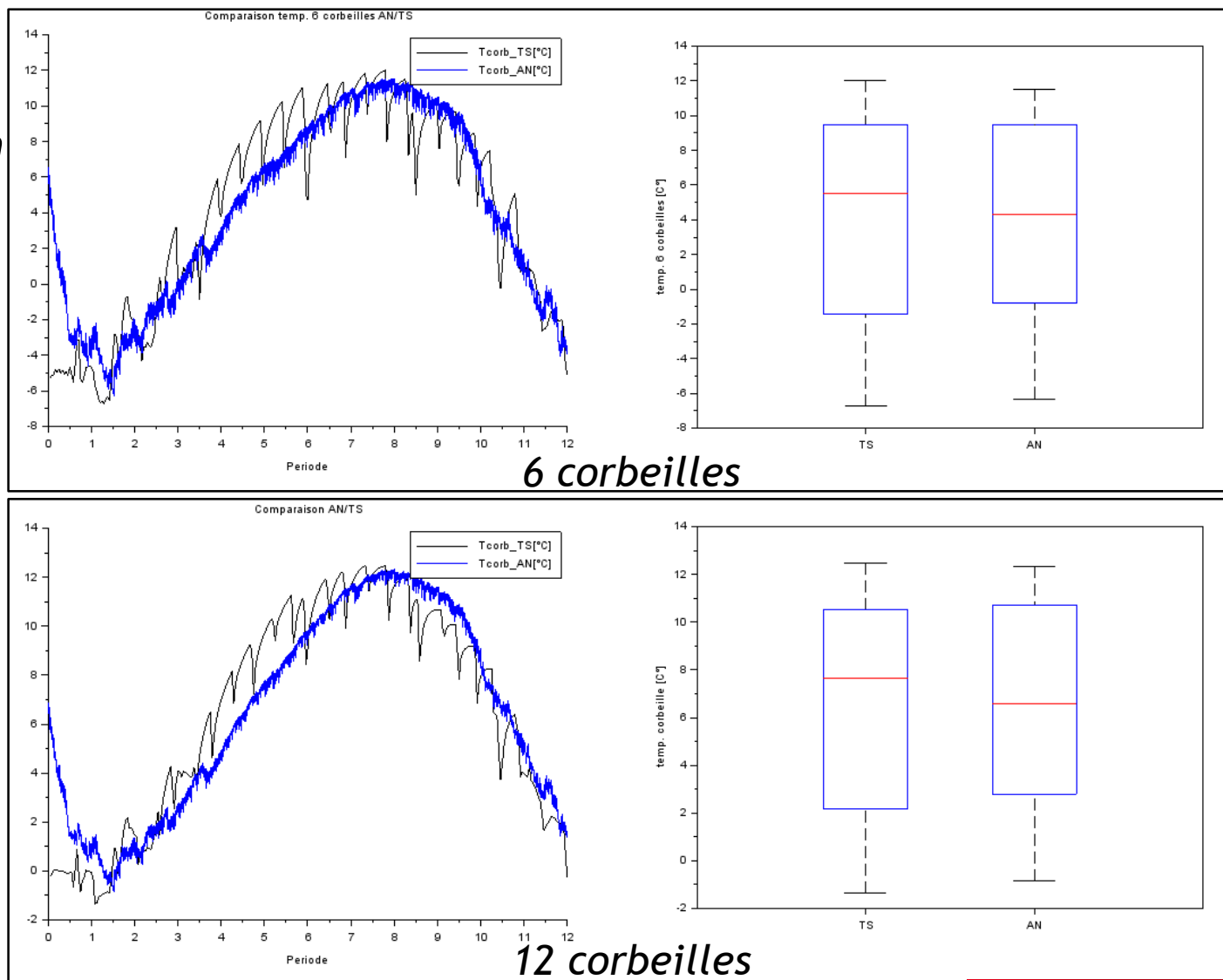
Architecture 100% PAC : Microgéo



- *Bâtiment*
30kWh/m²/a à Zurich
- *ECS 200L/j, réaliste*
- *PAC MPG/MPG 5kW*
- *6 corbeilles DN32 H2,7 D1,2*
- *Plancher chauffant / ventilo-convecteur*

Comportement 100%PAC

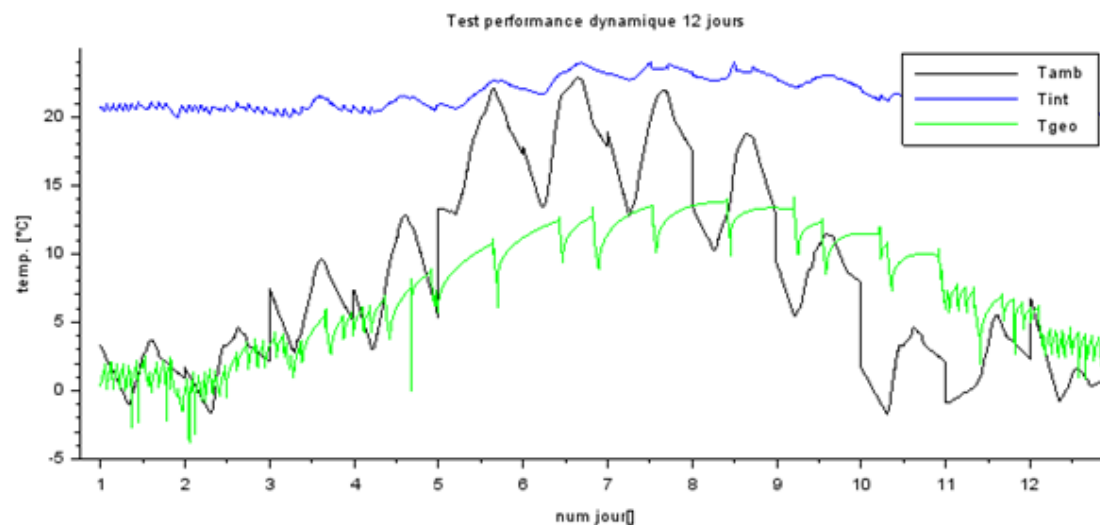
- **TS: 12/13j**
AN: 12/12 mois
→ temps de mise en équilibre
- **Météo et puisage TS pour SSC, 60 kWh/m²/a: déphasage des besoins de chauffage**
- **Distribution des T° AN/TS respectée**
- **Dimensionnement d'échangeur 6 ou 12 corbeilles: effet respecté**



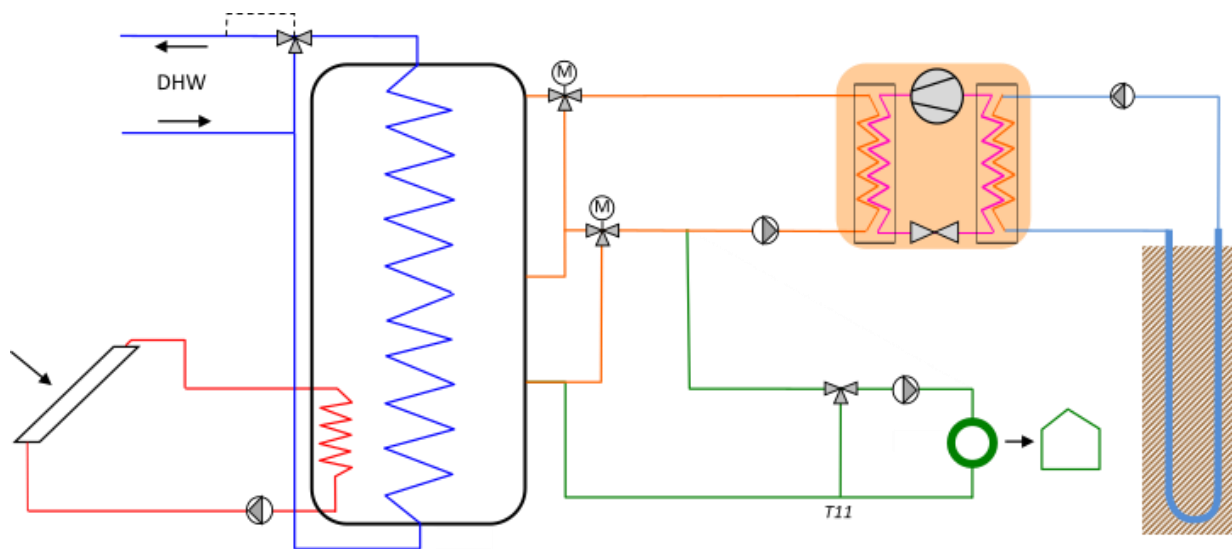
Application au test réel du système Microgéo

- *Bâtiment SFH30, conso ECS200L/j, 12 corbeilles, ventilo-convecteurs*

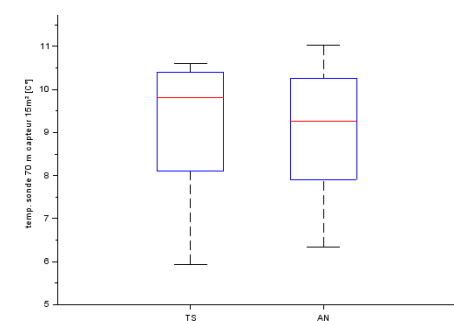
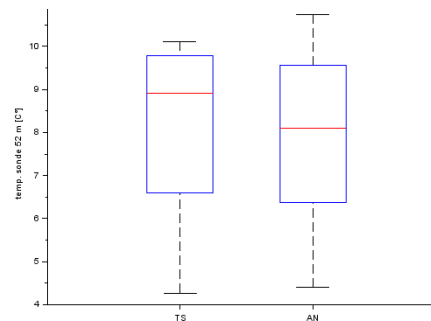
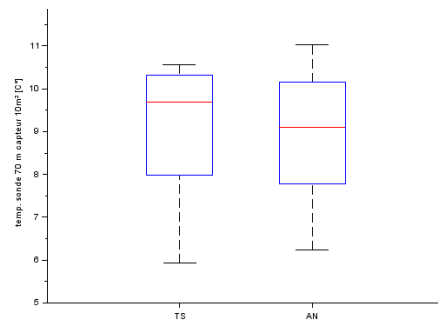
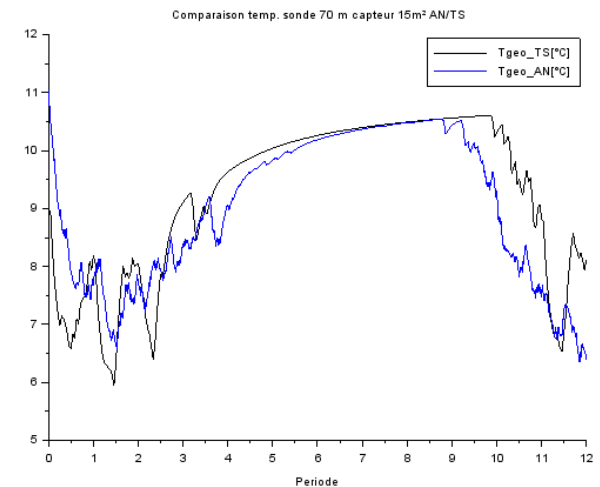
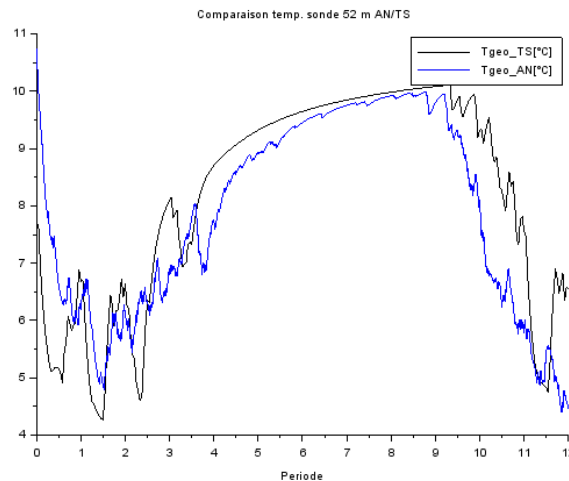
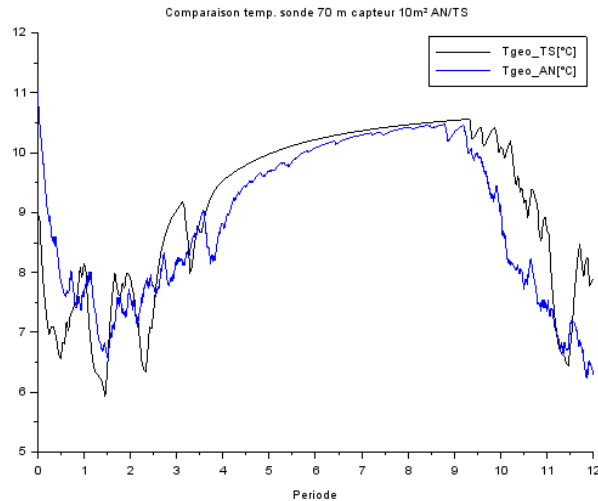
day	Tmeanamb [degC]	Tmeanbuild [degC]	Tmeangeo [degC]	QSH [kWh]	QDHW [kWh]	QauxDHW [kWh]	Qevap [kWh]	Eelec [kWh]	Nstarts []	SPFsys []
Total	8.4	21.6	7.6	141±21	107±1	124±6	199±12	74±1	69	3.3±0.3



Architecture solaire TH + PAC



- *Bâtiment
60kWh/m²/a à
Zurich*
- *ECS 200L/j,
réaliste*
- *10 m² capteur
solaire plan*
- *PAC MPG/eau 5kW*
- *Sonde: 75m DN25*
- *Plancher
chauffant*



- *Météo et puisage TS pour SSC+PAC air, 60 kWh/ m²/a: déphasage*

- *Distribution des T° AN/TS respectée*
- *Sensibilité au dimensionnement système bien reflétée*

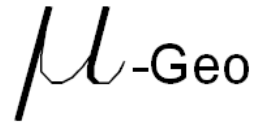
Conclusions & perspectives

- *Corbeilles et pieux verticaux, PAC et SOLth+PAC : niveaux de températures échangeur représentatifs ⇒ fonctionnements observés représentatifs : hypothèse vérifiée.*
- *L'approche proposée remplit les objectifs d'émulation de la condition aux limites « échangeur géothermique ».*
- *Transposition aisée des modèles d'échangeur de simulation aux modèles de test*
- *Mise en pratique validée*

- *Généralisation aux échangeurs horizontaux*
- *Intégration dans l'outil de génération des séquences de test 12 jours → tests de performance système saisonnière adaptés à la structure des systèmes*



Institut National des Pompes à Chaleur



Grant agreement n° 282825

Merci

5^{ème} Congrès Français des Pompes à Chaleur

