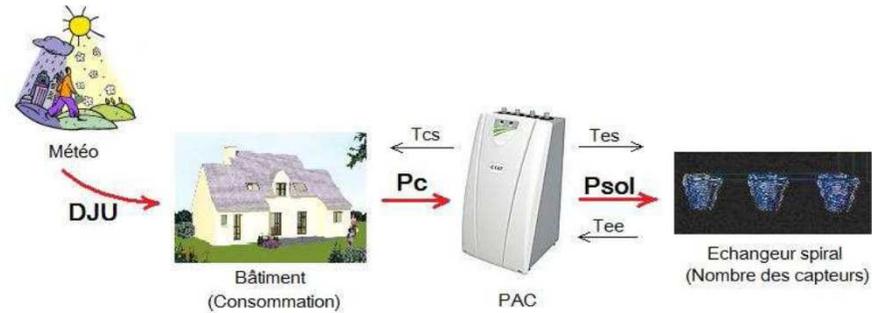


Le PROJET MICROGEO



Journées Collaboratives
 Bâtiment
 10 & 11 décembre 2013 - Chambéry



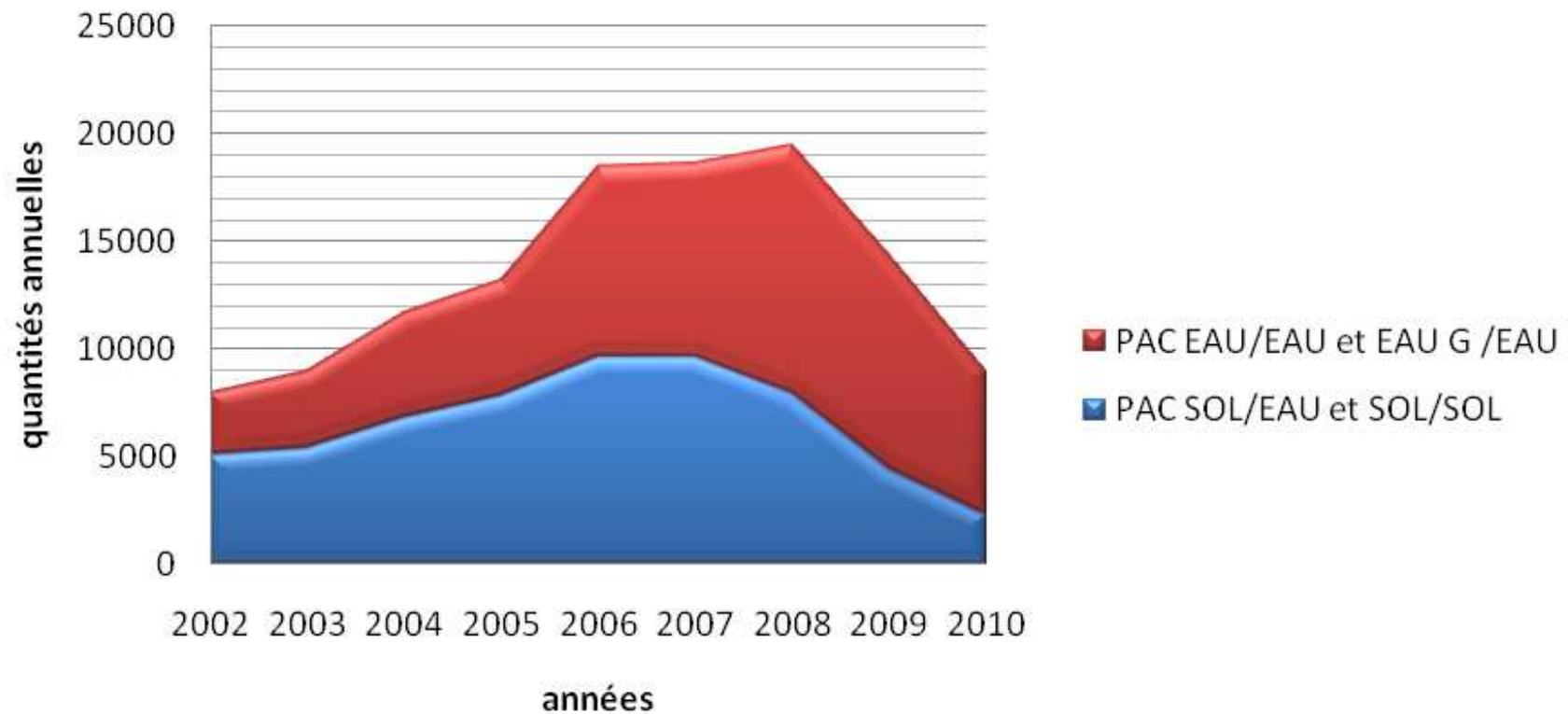
- Marc Altazin Directeur R et I



ELÉMENTS DE CONTEXTE LE MARCHE EUROPEEN

Le Marché des PAC 'Géothermale'

evolution dumarché des pac geothermales en France (source AFPAC)



Marchés européens

marché très mature



Filière du forage, très organisée

Pas d'intégration du savoir-faire
« captage » par les fabricants de PAC

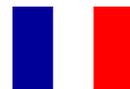


marché très mature

Filière du forage organisée

Quelques exemples d'intégration du
forage

marché en phase de
maturation



Filière du forage faiblement organisée

(marché dominé par les acteurs locaux &
technologie sol/sol en perte de vitesse)



marché très mature

Filière du forage, très organisée

Les enjeux-economiques

Géothermie verticale : env. 
30 000 installations / an (estimation)
Géothermie horizontale : rare
coût moyen d'un forage 1000 à 7500€

 Géothermie verticale : **10 000**
installations / an
Géothermie horizontale : 21 000
installations / an

Géothermie verticale : env. 
4 500 installations / an
Géothermie horizontale : env. 15 000
installations / an
**coût moyen d'un forage estimé à
80€/ml**

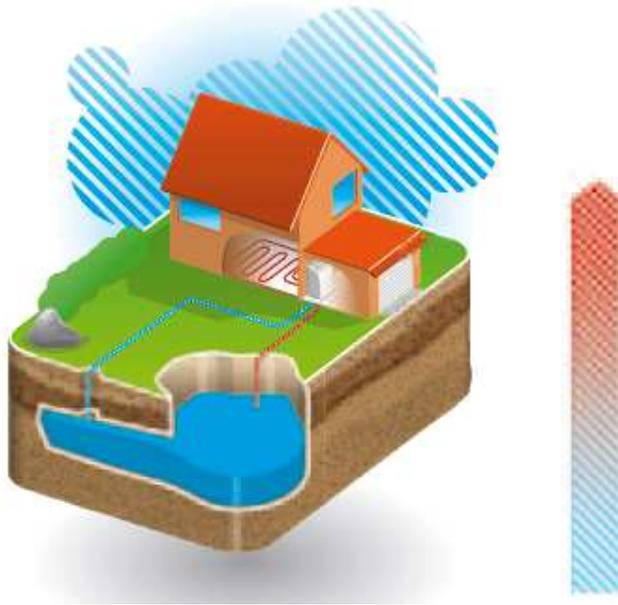
 Géothermie verticale : env. **3 000**
installations / an
Géothermie horizontale 4 500
installations / an

ELEMENTS DE CONTEXTE: LES TECHNIQUES DE CAPTAGE

3 types de sources énergétiques géothermales:

- la **géothermie haute énergie** : cette énergie est la seule à produire directement de l'électricité ; on la trouve dans des zones volcaniques ou tectoniquement actives.
- la **géothermie basse énergie** : Utilisation directe d'aquifères avec des températures variant de 56 à 85°C (Bassin Parisien)
- la **géothermie très basse énergie** :
Elle nécessite la mise en œuvre de pompes à chaleur ($T^{\circ} < 30^{\circ}\text{C}$)

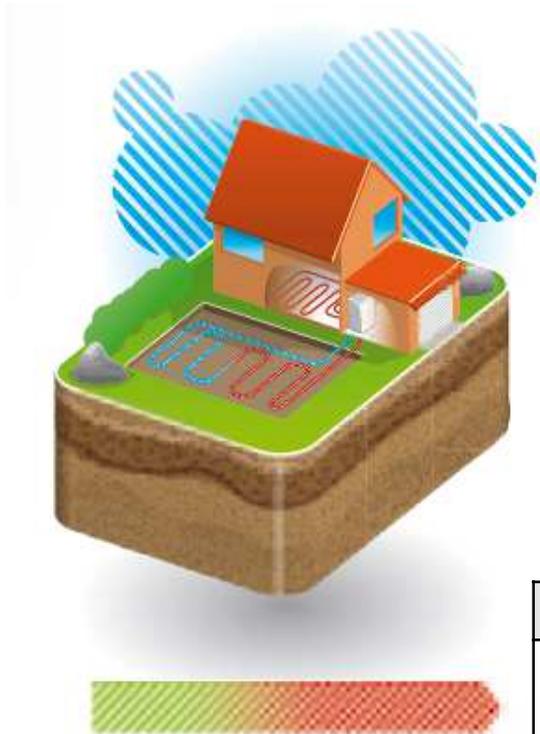
LES SOURCES : GEOOTHERMIE SUR EAU DE NAPPE



- Les eaux de nappes souterraines sont généralement à une température de 10 à 14°C quelle que soit la saison.
- C'est une source d'énergie importante et stable qui convient parfaitement à une exploitation par pompe à chaleur.
- Cette configuration implique un terrain propice au forage ainsi que la présence d'une nappe ou d'un puits avec un débit suffisant et constant.

Principal avantage	Principal inconvénient
- Efficacité du système et réversibilité	- Disponibilité de la ressource

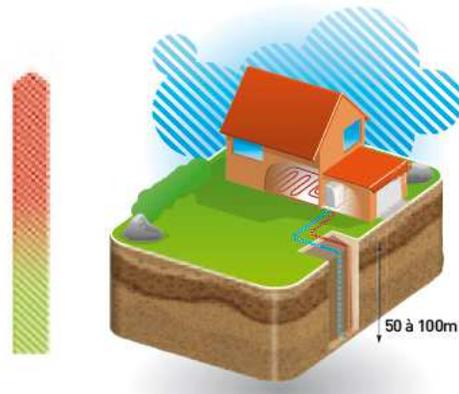
LES SOURCES : GEOOTHERMIE CAPTAGE HORIZONTAL



- Le capteur horizontal est constitué de boucles de tubes enterrés à une profondeur d'au moins 80 cm. De l'eau glycolée (*parfois du fluide frigorigène*) circule à l'intérieur afin d'absorber une partie de la chaleur contenue dans le sol.
- Pour ce type de captage il faut compter une surface **de terrain libre 2 à 2,5 fois** plus grande que la surface à chauffer avec un sol de nature exploitable.

Principal avantage	Principal inconvénient
Facilité de mise en œuvre (terrassment)	- Disponibilité de la surface - Risque de stérilisation du sol

LES SOURCES : GEOTHERMIE CAPTAGE VERTICAL



La sonde géothermale, constituée de 2 ou 4 tubes en U, est installée dans un forage pouvant aller jusqu'à 100 m de profondeur mais cette limite pourrait être prochainement fixée à 200 m.

Cette configuration nécessite un terrain propice au forage (nature du sol) mais ne mobilise qu'une petite surface.

Le contact entre le capteur et le sol se fait par l'intermédiaire d'un mélange de ciment et de bentonite qui nécessite une main d'œuvre qualifiée.



AVANTAGE	INCONVENIENT
- Stabilité thermique de la source froide	- Coûts et mise en œuvre compliquée (foreuses)



Verrous à lever:

Dynamique de charge et de décharge des sondes
Technologie 'jeune'
Fonctionnement avec températures de sol dans la zone de perturbation dont les effets bénéfiques doivent être estimés

Avantages:

Une fois les verrous levés solution économique ayant les mêmes avantages que la Geothermie de profondeur

Peu de surface nécessaire

- Présence d'acteurs sur l'ensemble de la filière en région Rhône-Alpes
 - Constructeurs de PAC
 - Fabricants de capteurs
 - Exploitant de Chauffage
 - Centres de recherche et centres techniques
- Des difficultés à développer la filière de la géothermie Basse 'énergie.
- Décision du Pole D'intégrer la 'GEOTHERMIE' dans le programme 'Efficacité énergétique dans le Bâtiment'
- Une Nouvelle donne : La RT2012

Arrêté du 26 octobre 2010 (RT-2012)

- **Art. 16. – Toute maison individuelle ou accolée recourt à une source d'énergie renouvelable.**

- produire l'eau chaude sanitaire à partir d'un système de production d'eau chaude sanitaire solaire thermique, doté de capteurs solaires disposant d'une certification CSTBat ou Solar Keymark ou équivalente. Le logement est équipé *a minima* de 2 m² de capteurs solaires permettant d'assurer la production d'eau chaude sanitaire, d'orientation sud et d'inclinaison entre 200 et 600
- être raccordé à un réseau de chaleur alimenté à plus de 50 % par une énergie renouvelable ou de récupération ;
- **démontrer que la contribution des énergies renouvelables au Cep du bâtiment, notée à l'aide du coefficient AEPENR, calculée selon la méthode de calcul Th-BCE 2012 approuvée par un arrêté du ministre chargé de la construction et de l'habitation et du ministre chargé de l'énergie, est supérieure ou égale à 5 kWhEP/(m².an).**

En alternative aux solutions décrites aux trois précédents alinéas du présent article, le maître d'ouvrage peut :

- recourir à une production d'eau chaude sanitaire assurée par un appareil électrique individuel de production d'eau chaude sanitaire thermodynamique, ayant un coefficient de performance supérieur à 2, selon le référentiel de la norme d'essai prEN 16147 ;
- recourir à une production de chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire assurée par une chaudière à micro cogénération à combustible liquide ou gazeux, dont le rendement thermique à pleine charge est supérieur à 90 % sur PCI, le rendement thermique à charge partielle est supérieur à 90 % sur PCI et dont le rendement électrique est supérieur à 10 % sur PCI. Les rendements thermiques sont mesurés dans les mêmes conditions que les normes en vigueur pour les chaudières à condensation (chaudières étanches au gaz : EN 483 et EN 677, chaudières non étanches au gaz : EN 297 et EN 677, chaudières étanches au fioul : XPD 35430 et EN 15035, chaudières non étanches au fioul : XPD 35340 et EN 303). Le rendement électrique est mesuré sur un cycle de fonctionnement de 30 min – départ arrêté – et pour une température moyenne d'eau de 40 °C, incluant la consommation électrique de la chaudière (hors pompe).

• OPPORTUNITES

- Baisse des consommations énergétiques dans les bâtiments neufs
- Importance des acteurs en Rhone-Alpes

• VERROUS

- Cout du forage
- Fonctionnement de corbeilles ou de sondes basse profondeur à maitriser
- Filière non structurée

Contexte Général : Objectifs du projet

Construction d'une offre système complète PAC + Sonde géothermale à destination de *l'habitat individuel* pour moins de **10000 Euros** posée et raccordée.

Afin de rendre le modèle économiquement viable, ce système doit être à lui seul capable d'assurer les trois usages thermiques principaux : **ECS, chauffage, rafraîchissement** sans avoir recours à une autre énergie renouvelable (solaire thermique ou photovoltaïque par exemple), **La PAC est LA source ENR Unique de la maison**

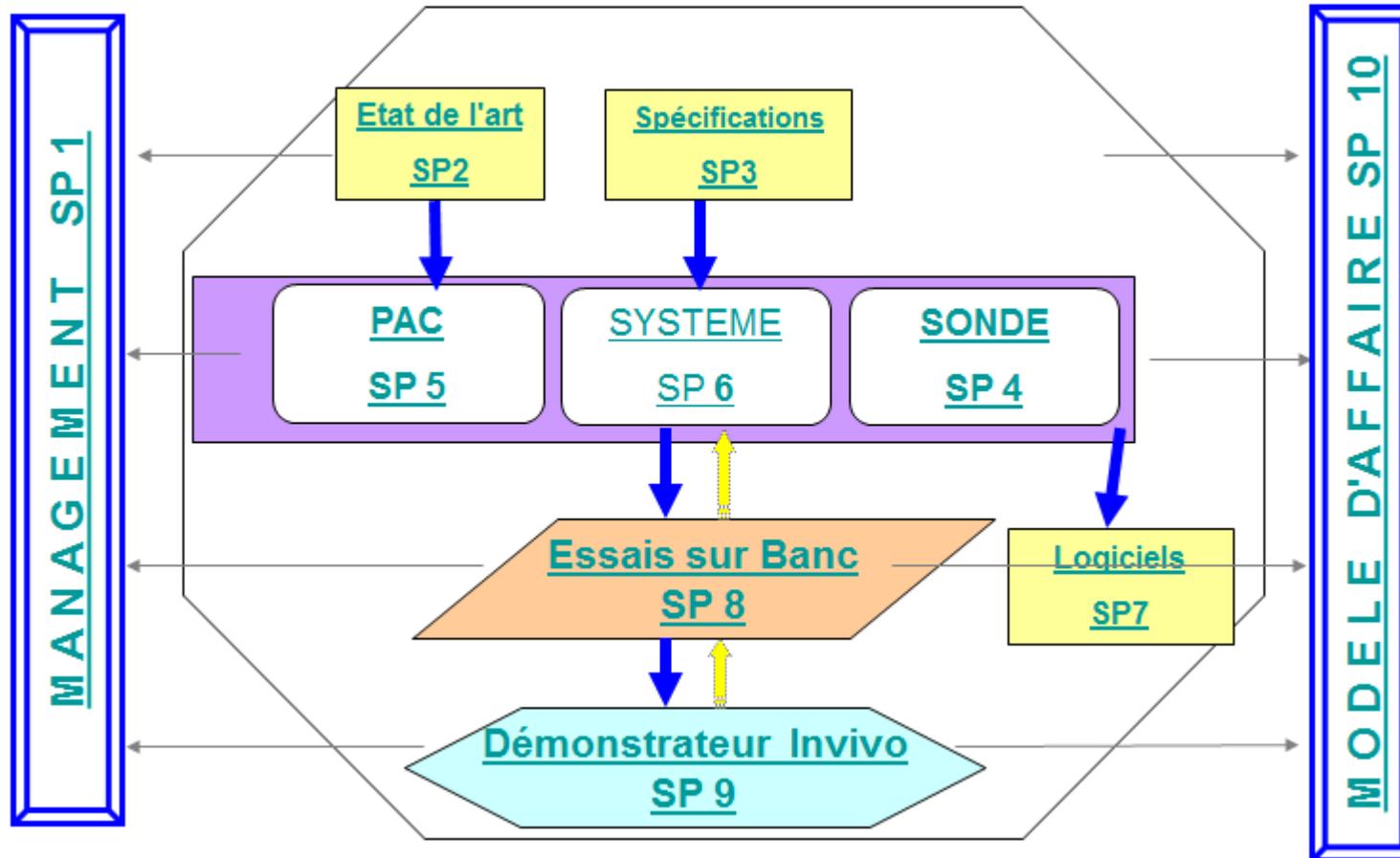
Construction d'une offre **robuste**, fiable en terme de performance dans le temps et de longévité, mise en œuvre **facile et simple** par une filière de professionnels formés et compétents



Partenaires du Projet



Structure du projet

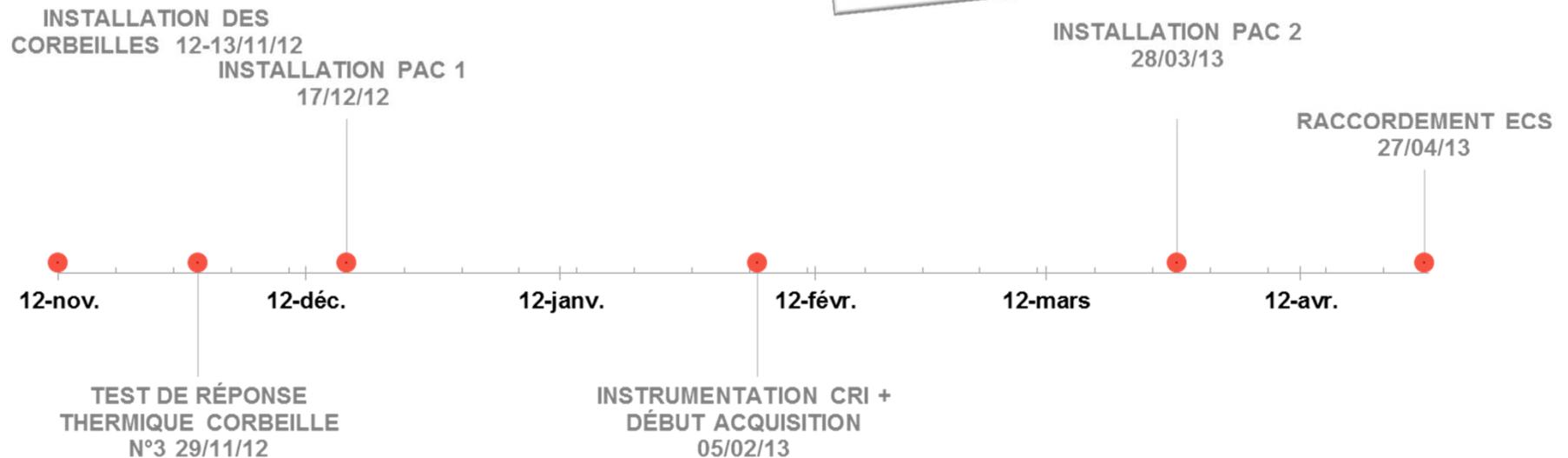


Résultats intermédiaires : Captages

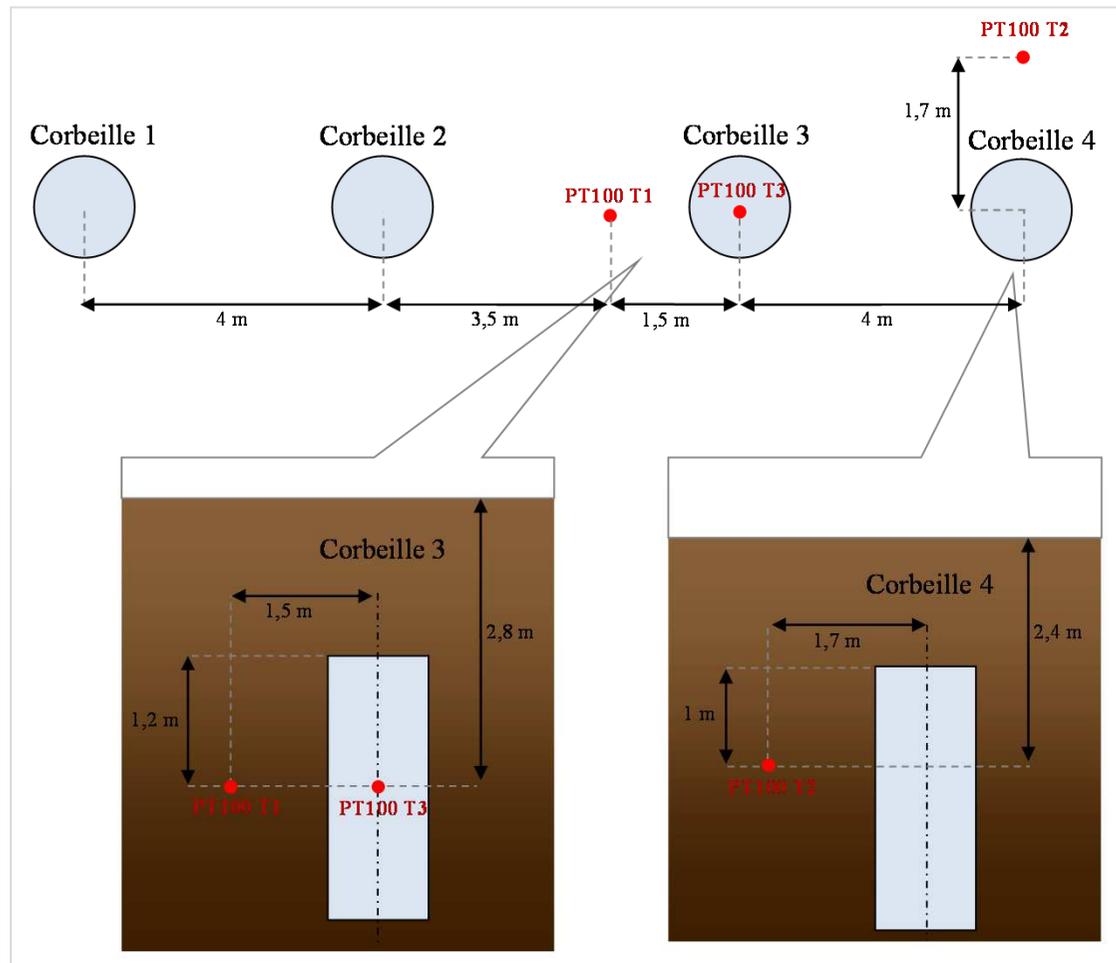
- Etudes en cours sur deux solutions de captages verticaux.
 - Corbeilles Géothermales équipant une maison individuelle:
 - Objectif : comprendre le comportement et le fonctionnement de corbeilles dans le temps dans la zone perturbée
 - Sondes de faible profondeur testées sur le site de EDF- (Site des Renardières).
 - Objectif : comprendre le comportement et le fonctionnement de corbeilles dans le temps dans la zone perturbée

Etude du fonctionnement de corbeilles

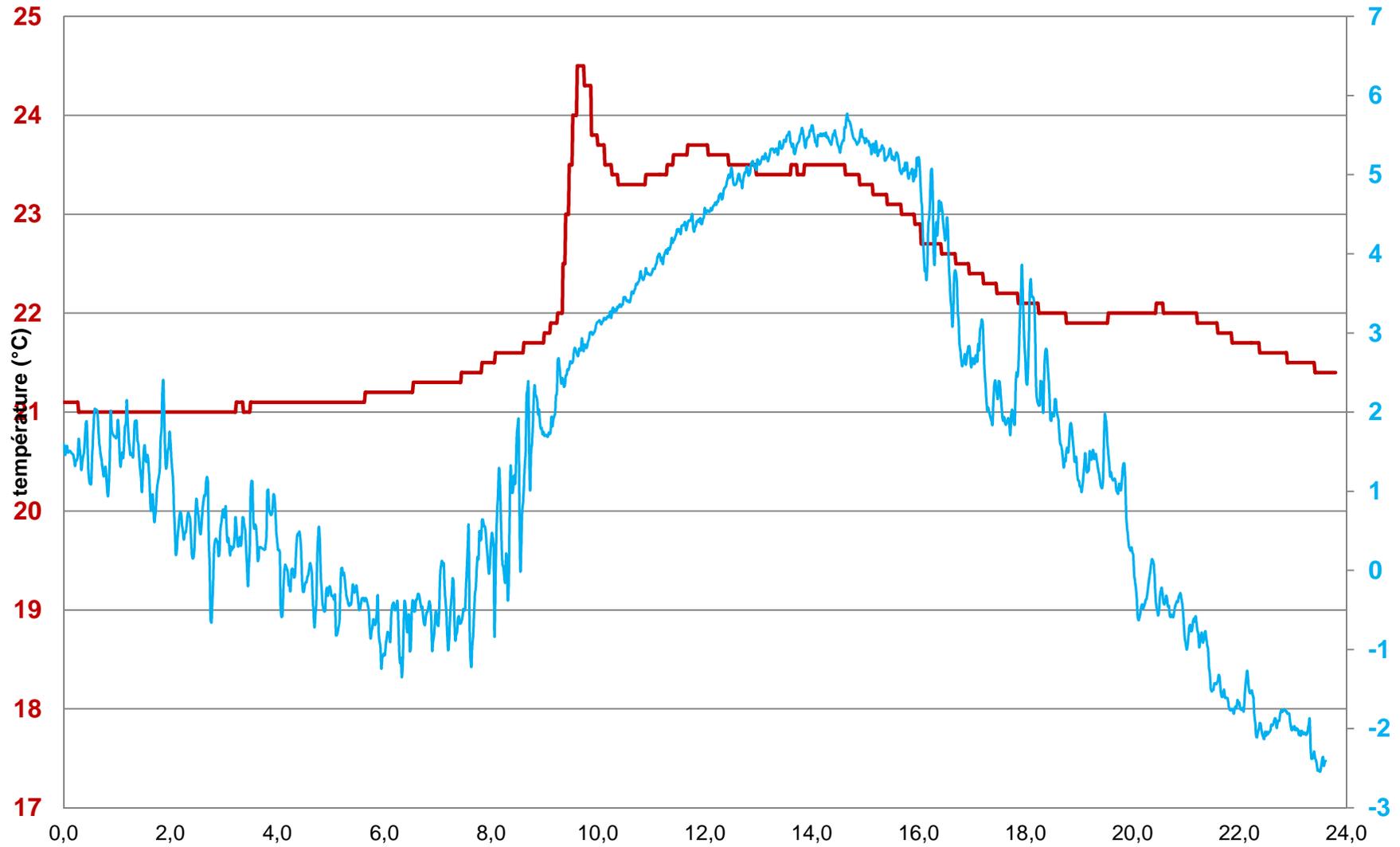
- Lornay (Haute Savoie)
- Bâtiment Basse Consommation
- 140m²
- Famille de 4 personnes



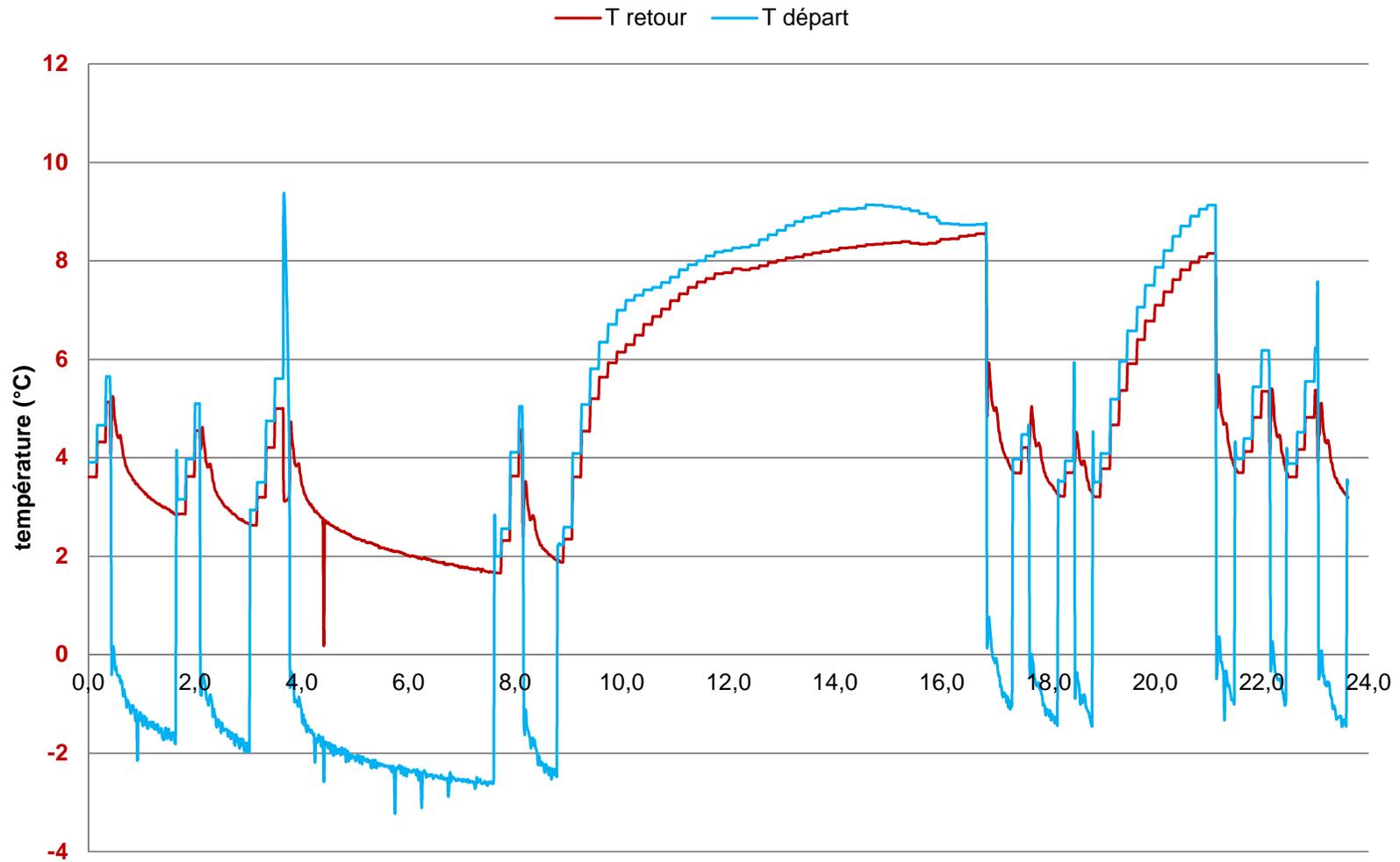
- La position des sondes de température au niveau des corbeilles :

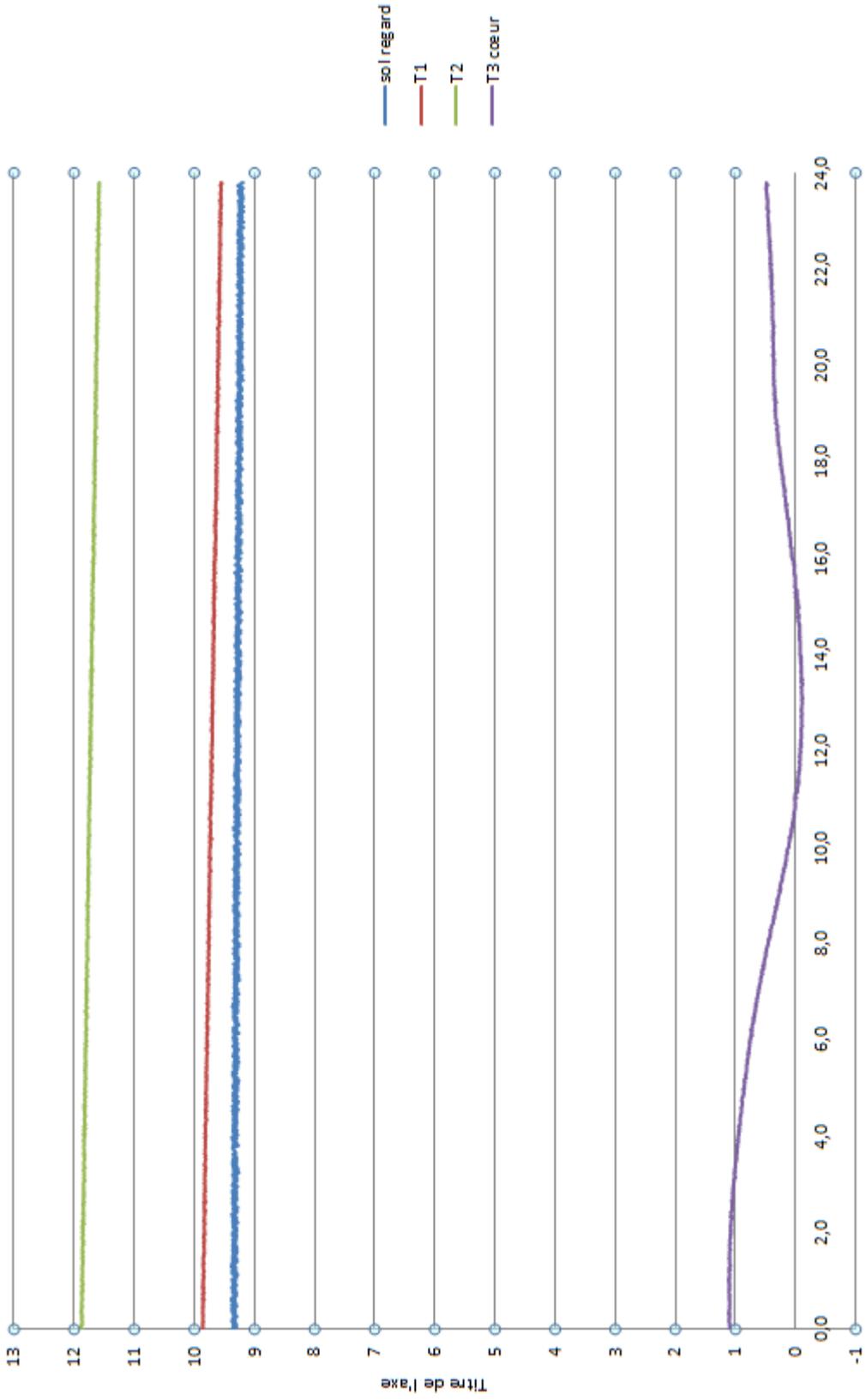
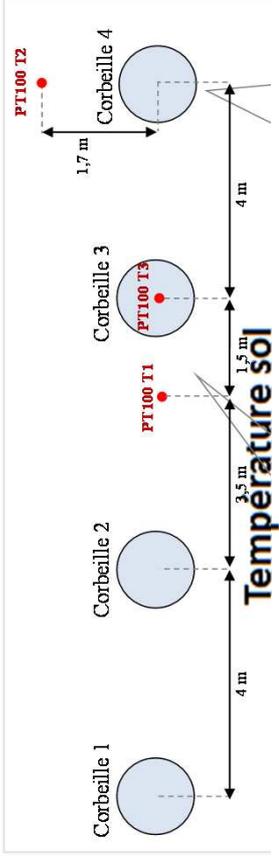


T ambiante et T extérieure



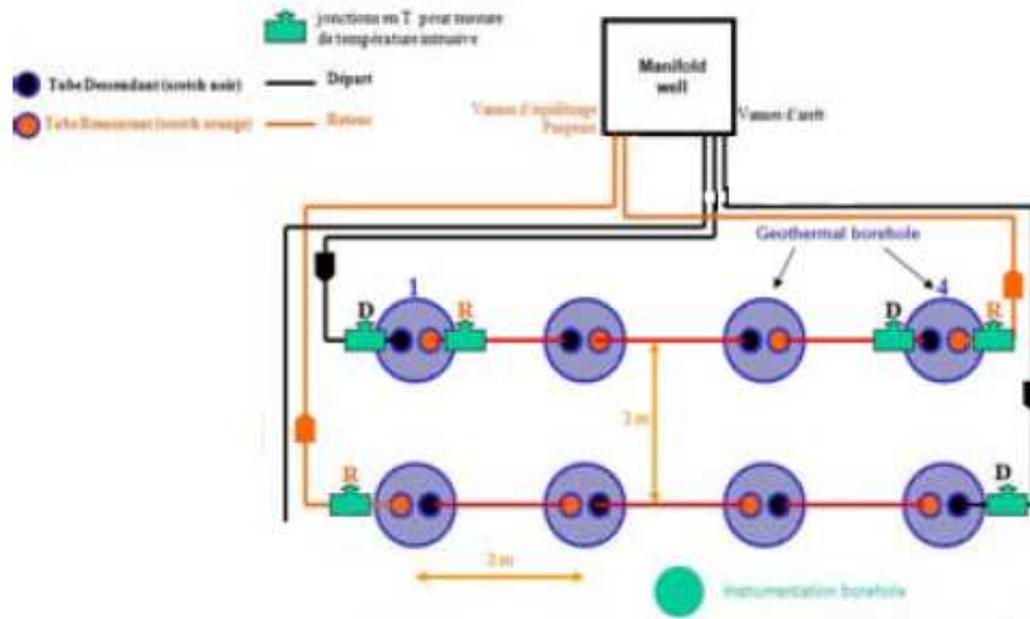
Température circuit MPG corbeille



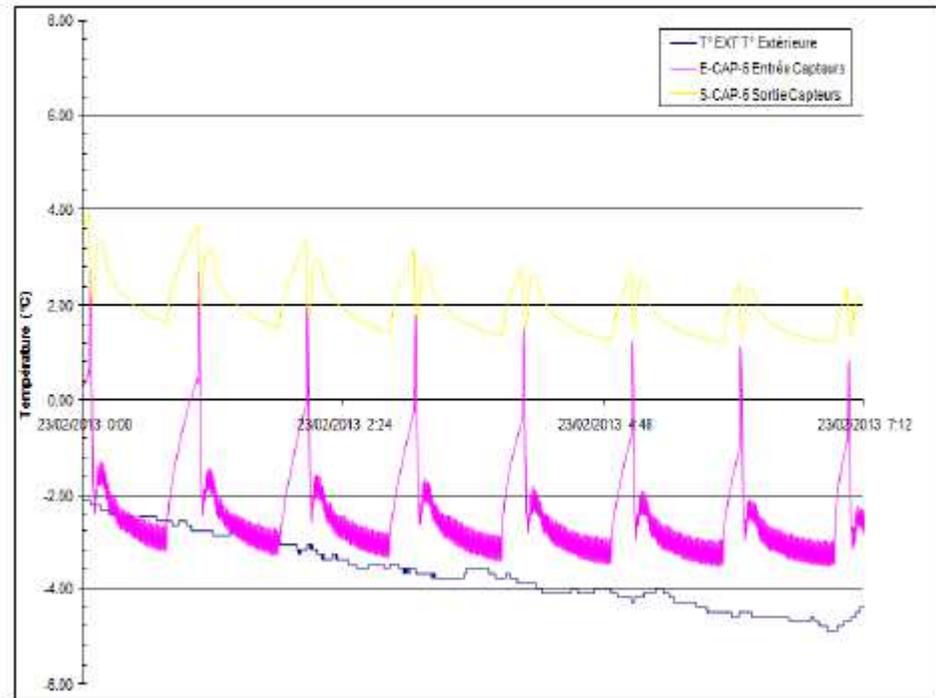
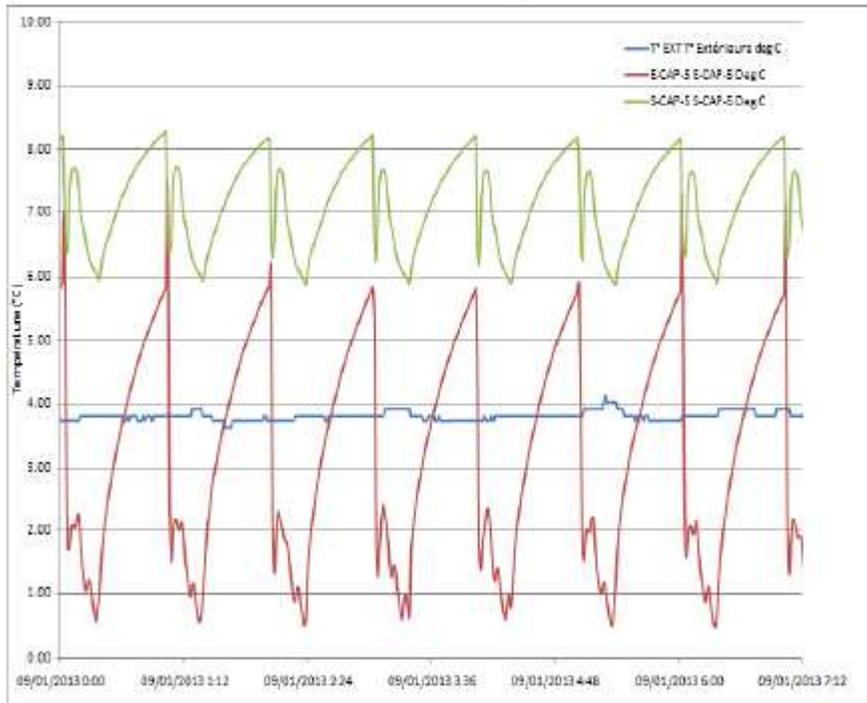


Centraux type « Corbeilles »





Niveau de température



Validation du concept technique (sondes de 10 m)

- Géométrie
- Raccordement hydraulique
- Performances

La très faible profondeur induit des ratios B/H vite importants :

- Pas d'interférence thermique
- **Sous certaines conditions le dimensionnement est équivalent à ceux de puits de grande profondeur isolés (40-45 W/m)**

Maison BBC :

- La régulation des auxiliaires en mi saison est fondamentale



- Approche système complète
Source +PAC+Distribution
- Etudes de simulation
 - Etudes sur bancs semi-virtuels

- Problématiques :

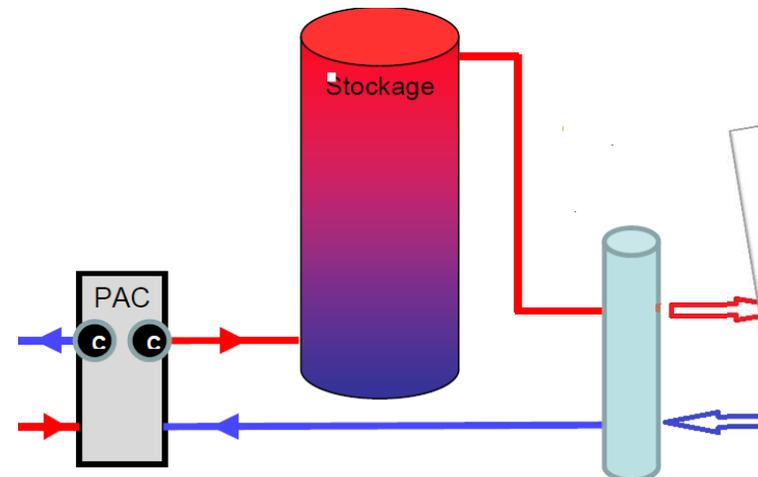
- Un système thermique est un assemblage de plusieurs composants qui forme un système incluant le contrôle-commande
- Les performances au global doivent être déterminées
- Fonctionnement du système est en dynamique
- Et surtout :

$$\sum \text{composants} _ \text{performants} \neq \text{système} _ \text{performant}$$

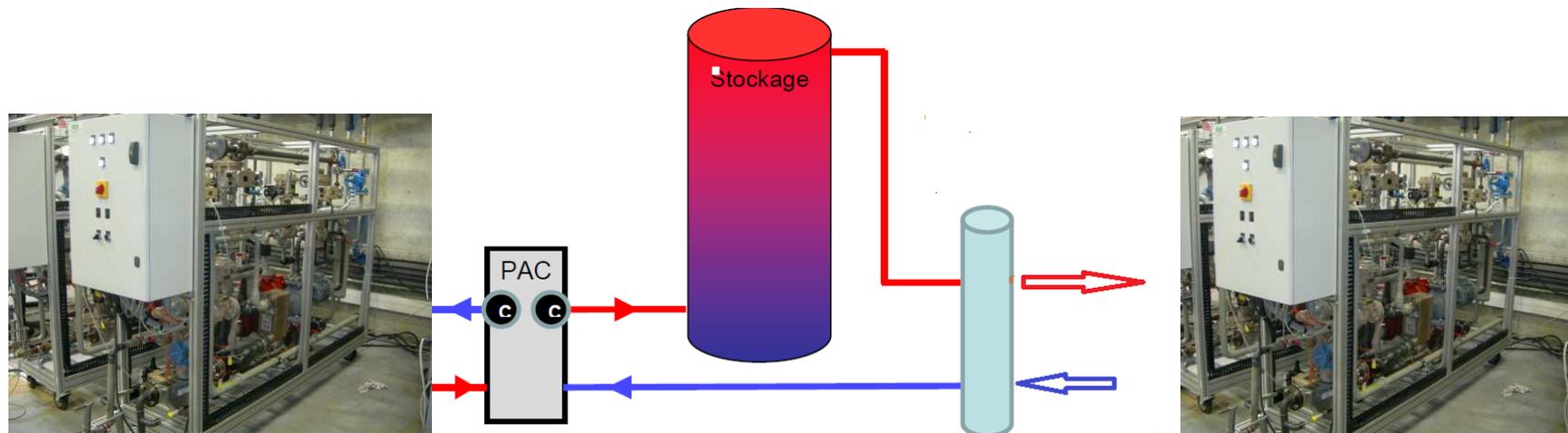
- Méthodologie :

- Test du système en temps réel dans un environnement semi-virtuel

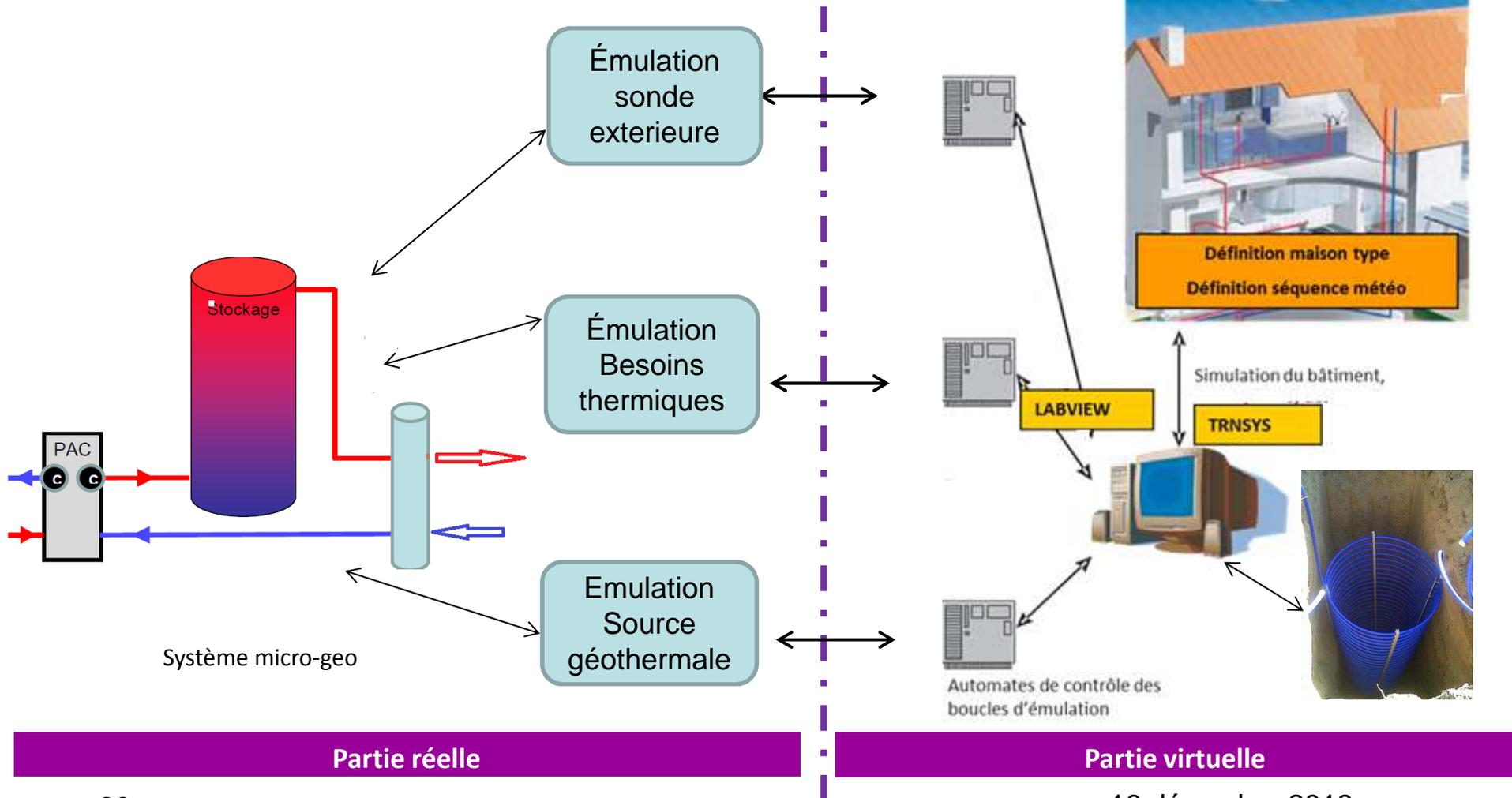
- Principe de l'essai semi-virtuel :
 - Exemple pour une PAC EAU/EAU



- Principe de l'essai semi-virtuel :
 - Exemple pour une PAC EAU/EAU



Essai en environnement semi-virtuel



Essai en environnement semi-virtuel

- Avantages des essais semi-virtuels :
 - Essai en temps réel
 - Séquence permettant de reproduire en un temps limité le fonctionnement du système sur les différentes périodes de l'année
 - Séquence reproductible : possibilité de reproduire des fonctionnements ayant engendrés des dysfonctionnements de l'installation

RETOMBÉES ATTENDUES DU PROJET

En maturité de marché :

200 000 logements individuels par an

10 % captés par la GEOTHERMIE

 **20 000**

25 % captés par les constructeurs du projet

 **5 000**

50 Millions d'Euros
Raisonné et ambitieux

- Pérennisation d'une filière PAC Française
- Création d'un marché
- Effet d'entraînement vers le marché de l'habitat collectif qui peut être servi par des technologies plus 'conventionnelles'
- Crédibilisation de la filière au sein des pôles S2E2 et TENERDIS
- Plus d'une centaine d'emplois créés ou préservés

Merci pour Votre attention

