

formation continue universitaire

Valorisation de la géothermie :

Le rôle clé des réseaux de chaleur

**JOUR 2 : Les enjeux de la valorisation de
l'énergie géothermique de moyenne température**

J. Faessler et L. Quiquerez

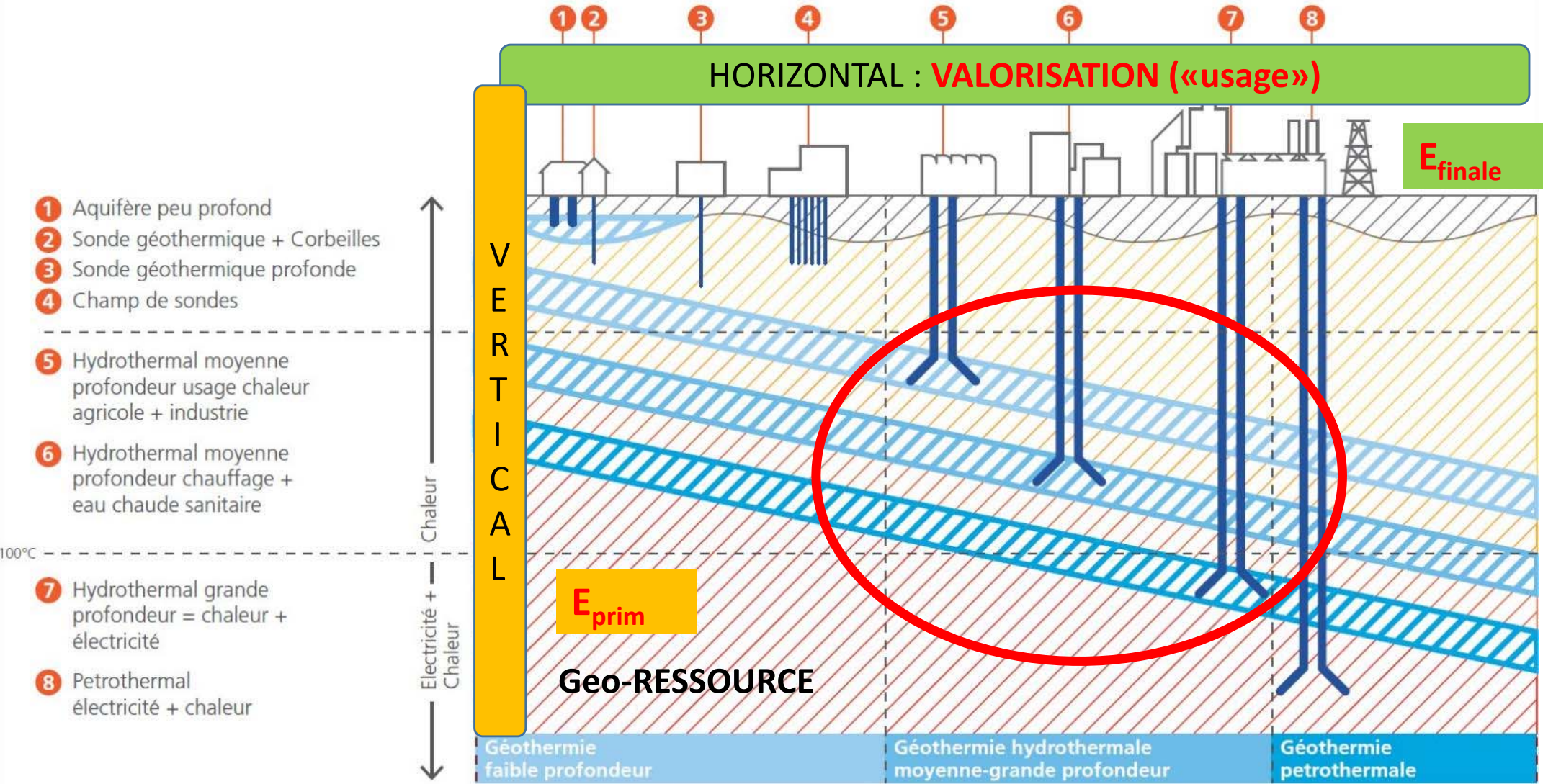
10 novembre 2016

www.unige.ch/energie

www.unige.ch/formcont/geodh/

Double dimension de la géothermie

- Energie primaire (E_{prim}) → énergie finale (E_{finale})
 - Eau chaude/vapeur : $\text{Energie} = \text{Débit} * \text{Température} (E=m*C*\Delta T)$

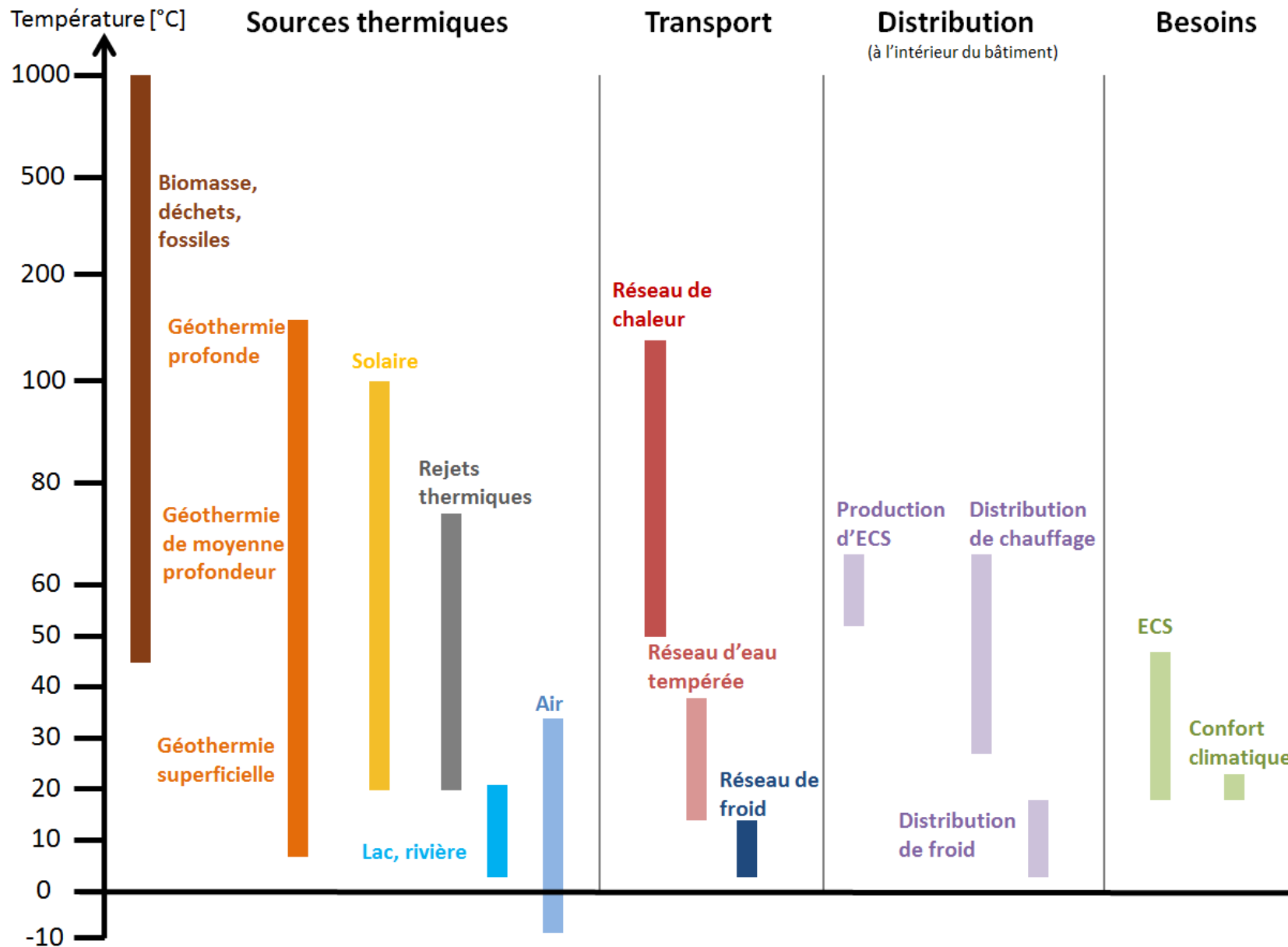


- Le delta Température (ΔT) dépend de la température aller de la ressource ET de la température de réinjection
- Définition OFEN (RPC*) :
 - «Energie à la tête de forage: masse du fluide caloporteur sortant à la tête de forage multipliée par la différence entre la température de sortie et la température de retour du fluide et par sa capacité thermique spécifique»
 - $T_{\text{réinjection}}$ non définie $\rightarrow P_{\text{nominale}}$ non définie
- Dans le modèle GeoCAD, nous avons pris $T_{\text{réinjection}} = 25^{\circ}\text{C}$, mais pourrait être plus bas
 - Par exemple, dans le chapitre 9 de *l'évaluation du potentiel géothermique du canton de Genève (PGG⁺)* p. 255 : $T_{\text{réinjection}} = 10^{\circ}\text{C}$

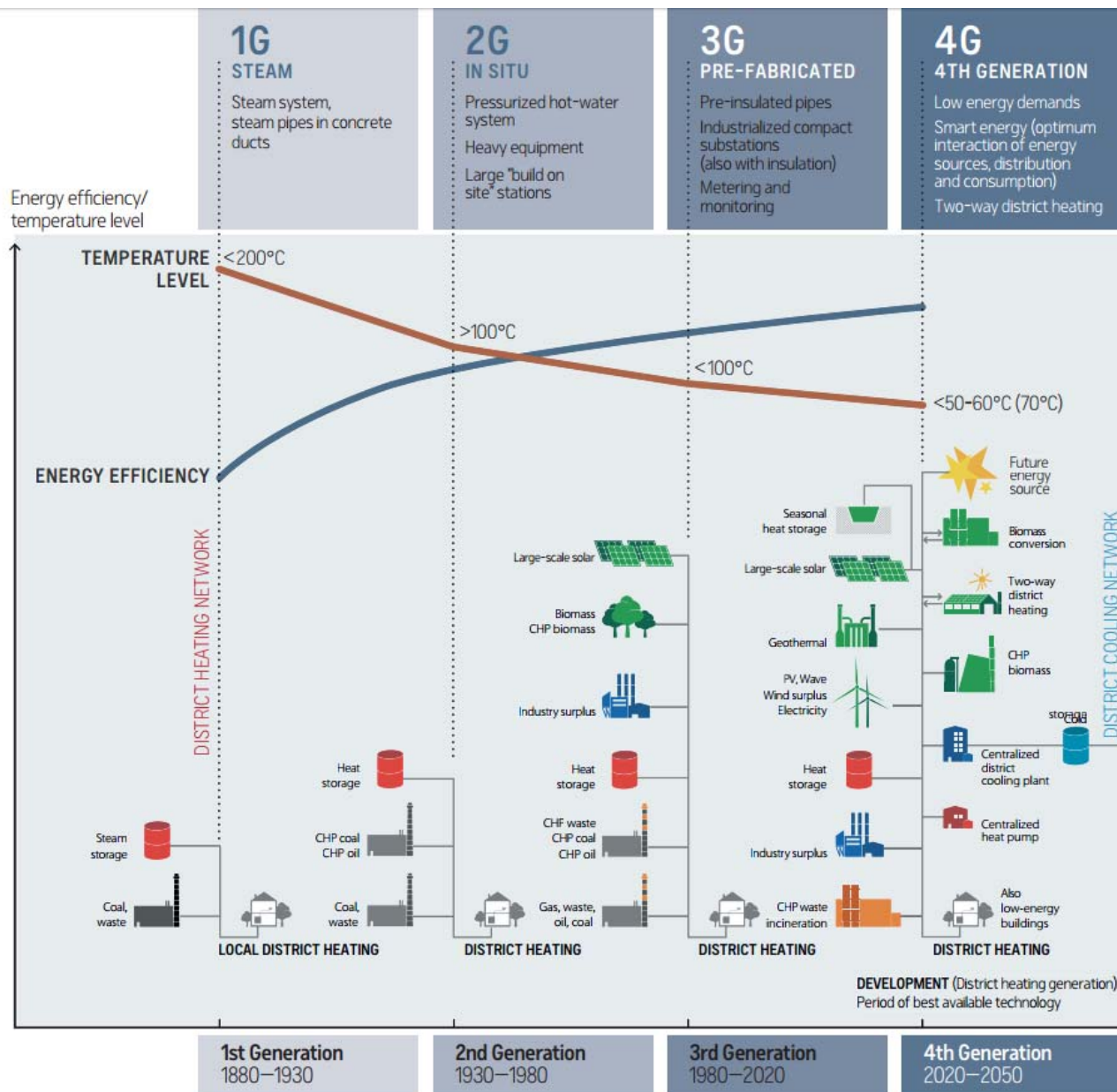
* Source : Directive sur la rétribution à prix coûtant du courant injecté (RPC) Art. 7a Len Géothermie - Appendice 1.4 OEne

+ Source : Groupe de travail PGG, 2011. Evaluation du potentiel géothermique du canton de Genève (PGG). Vol.1 : Rapport final, Vol.2 : Annexes, GADZ 5753/1, Genève.

Sources et besoins en température



4 générations de réseaux thermiques



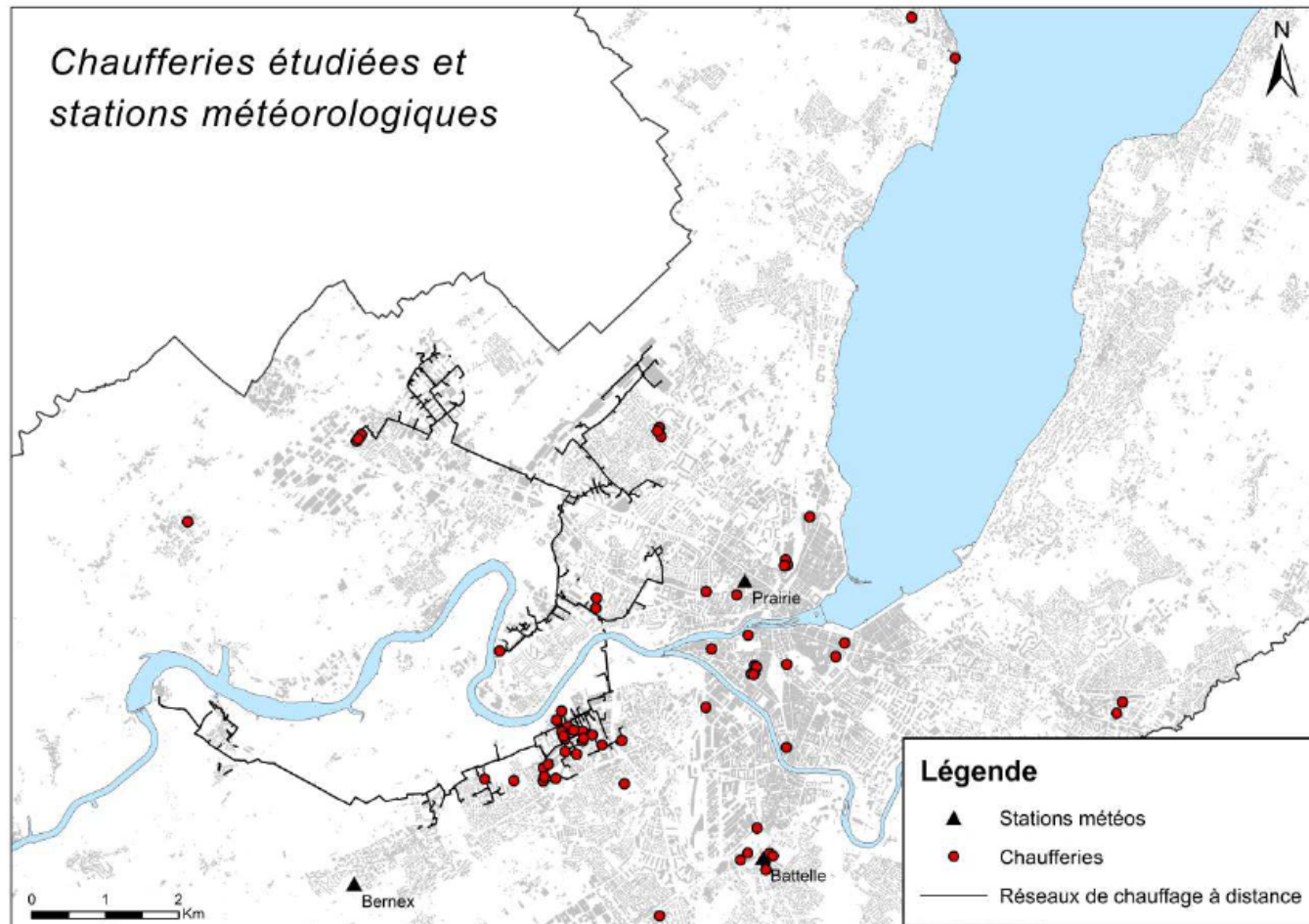
AVANTAGES DES RESEAUX

- Plus d'efficacité énergétique
- Plus de renouvelable et de récupération de chaleur
- Plus de flexibilité
- Intégration des énergies intermittentes

Niveau réel des températures de chauffage

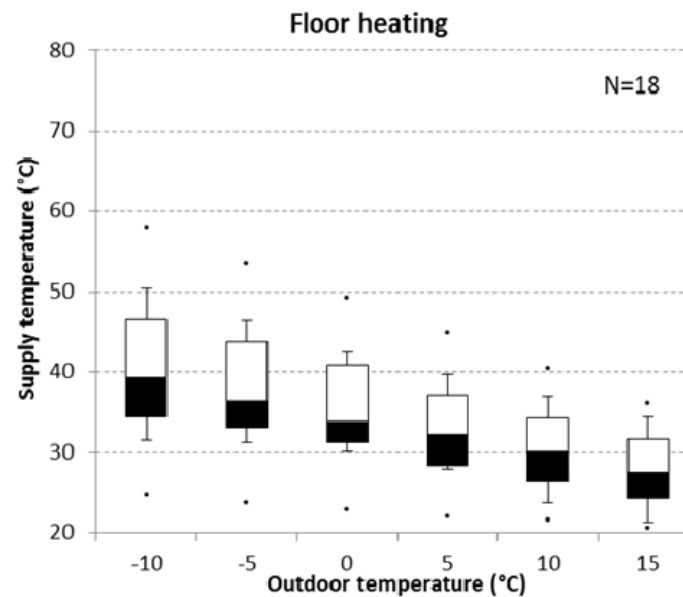
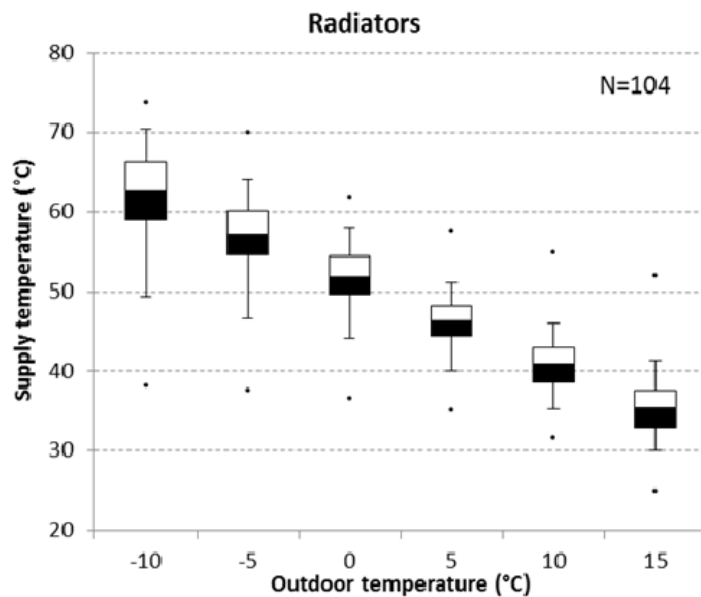
Etude UNIGE pour SIG «*Températures de distribution de chauffage du parc immobilier genevois*»
(QUIQUEREZ et al, 2013) dans le cadre du partenariat SIG-UNIGE

<http://archive-ouverte.unige.ch/unige:27989>



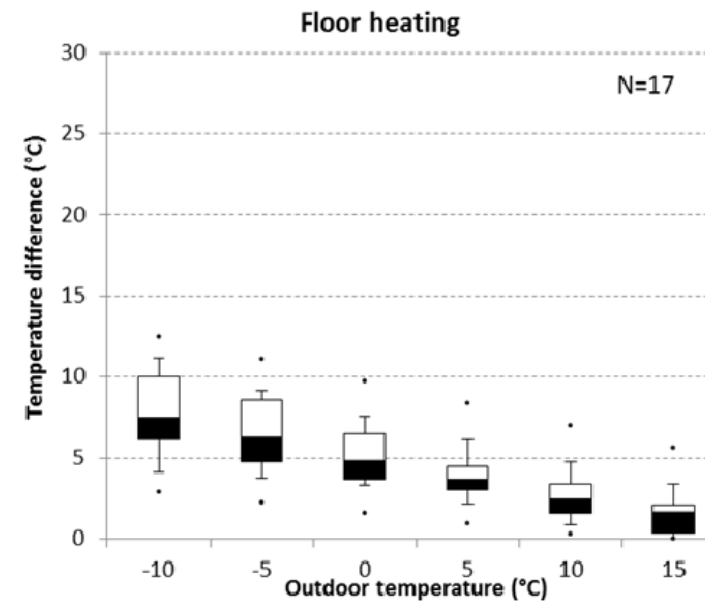
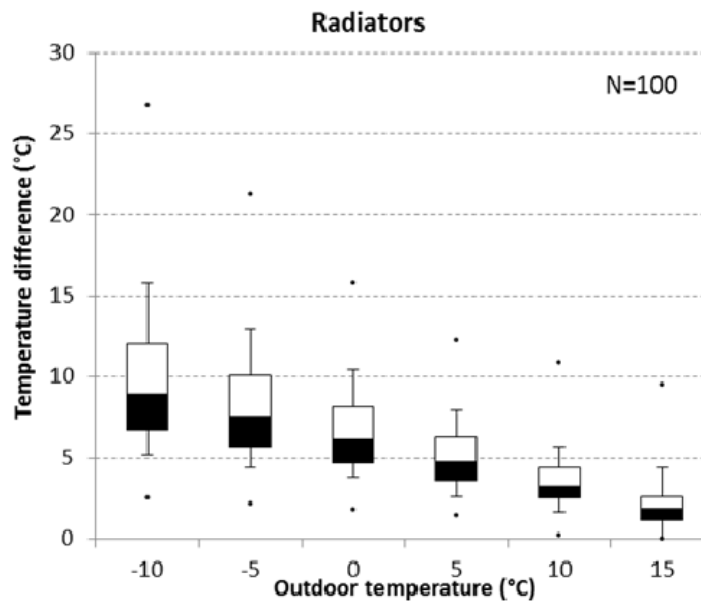
Env. 60 bâtiments (ou
chaufferies) résidentiels
mesurés pendant 2-3
semaines en hiver

Températures de chauffage et ΔT

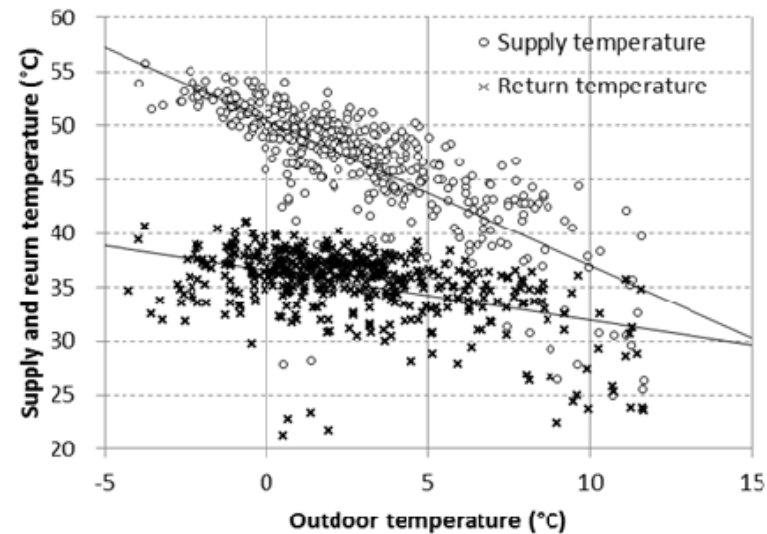
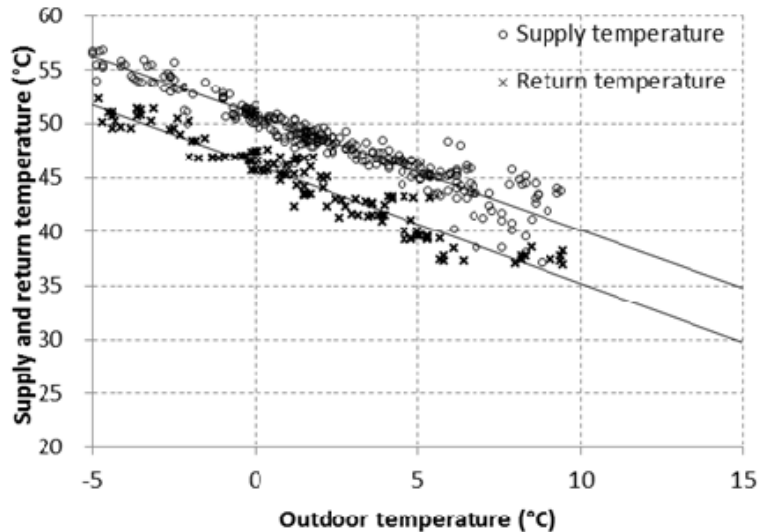


Standard SIA 384/1 pour le neuf

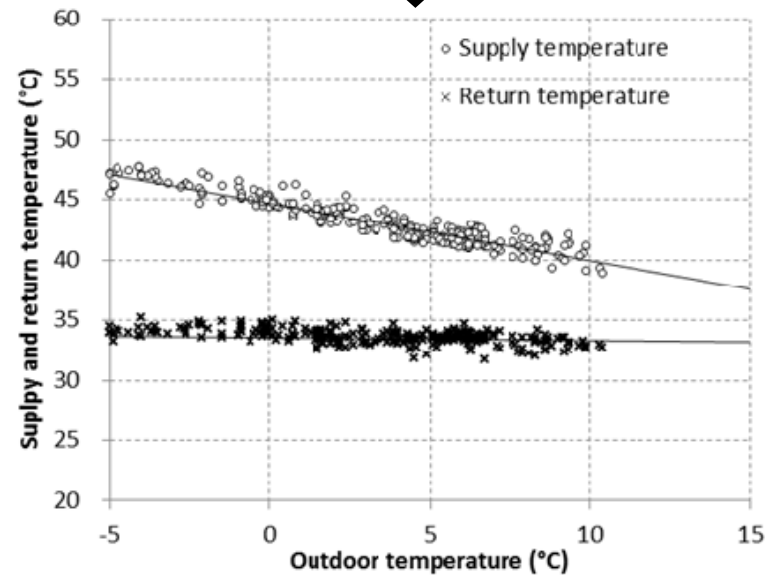
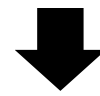
- Radiateur : max. 50°C
- Chauffage au sol : max. 35°C



T chauffage : potentiel d'optimisation



**Effet de la
Rénovation**



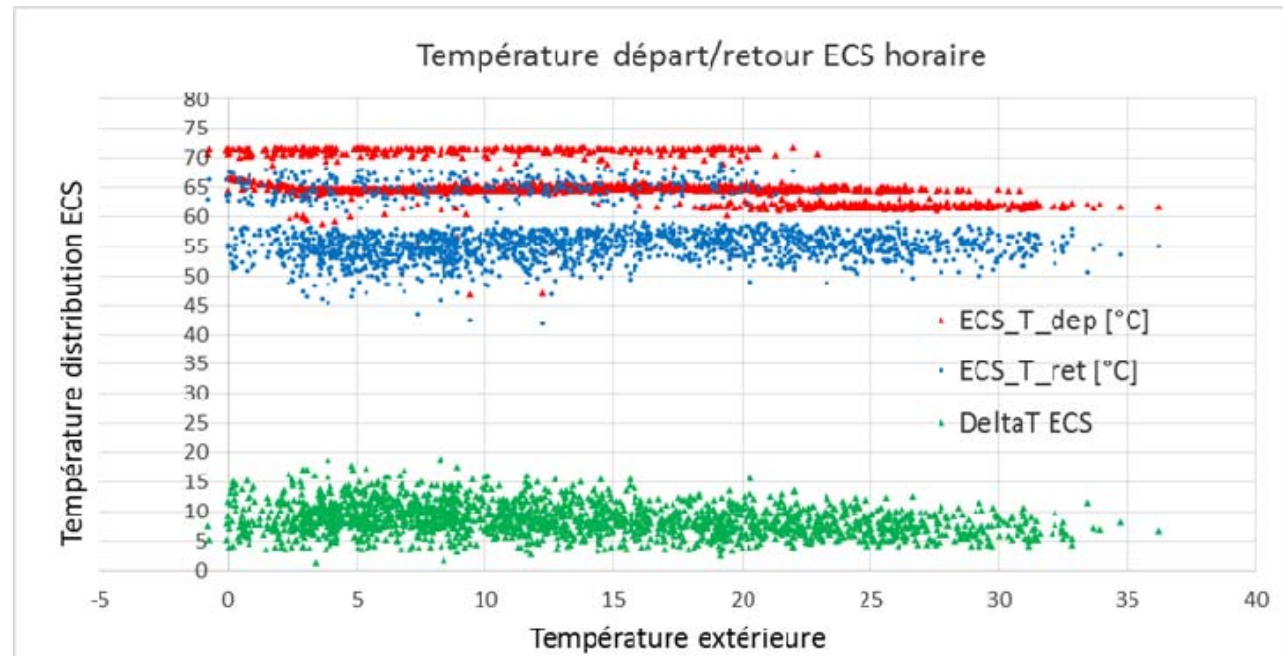
**Effet de
l'Équilibrage
hydraulique**

Température ECS : normes et réalités

Normes SIA 385/1 et SSIGE (W3)

- Exigences d'hygiène :
 - 50°C aux points de soutirage (robinets)
 - 55°C dans les conduites
 - 60°C en sortie chauffe-eau
- Bâtiments à risque faible* → seulement recommandations

Exemple de mesures à Laurana (GE)

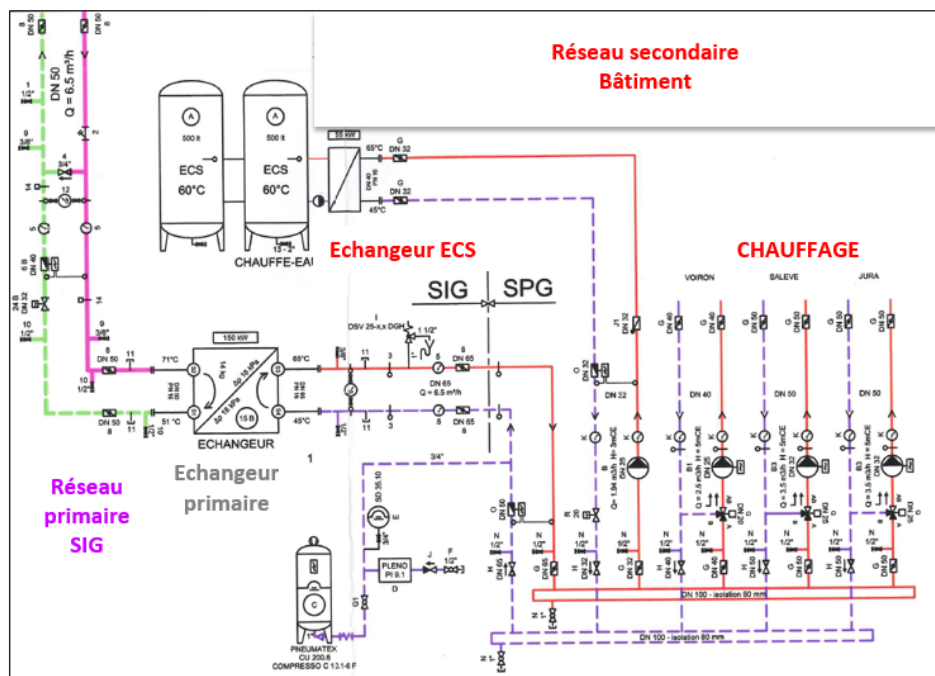


Source : UNIGE, 2016, *Réseaux thermiques multi-ressources efficaces et renouvelables : Retour d'expérience sur la rénovation de la chaufferie de quartier de Laurana-Parc à Thônex (GE)* (in press)

*villas, bât. administratifs, écoles sans douches, restaurants, etc....

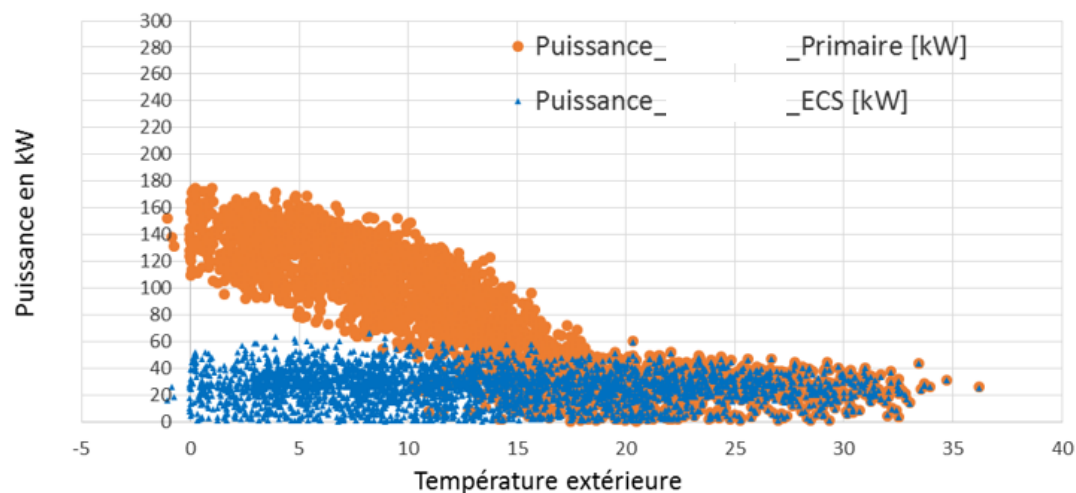
Impact des SST sur température réseau

Exemple d'architecture de SST

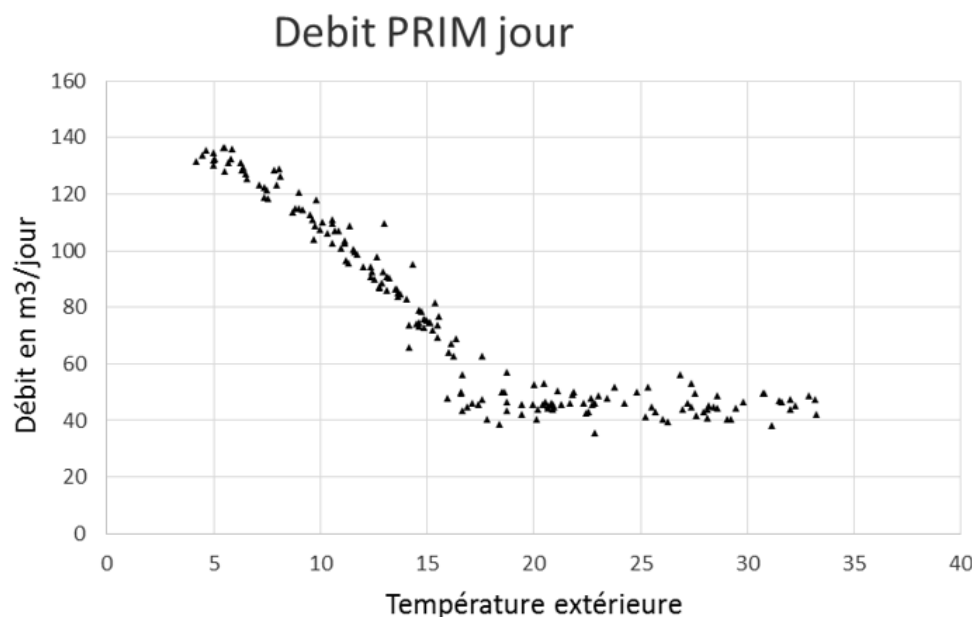
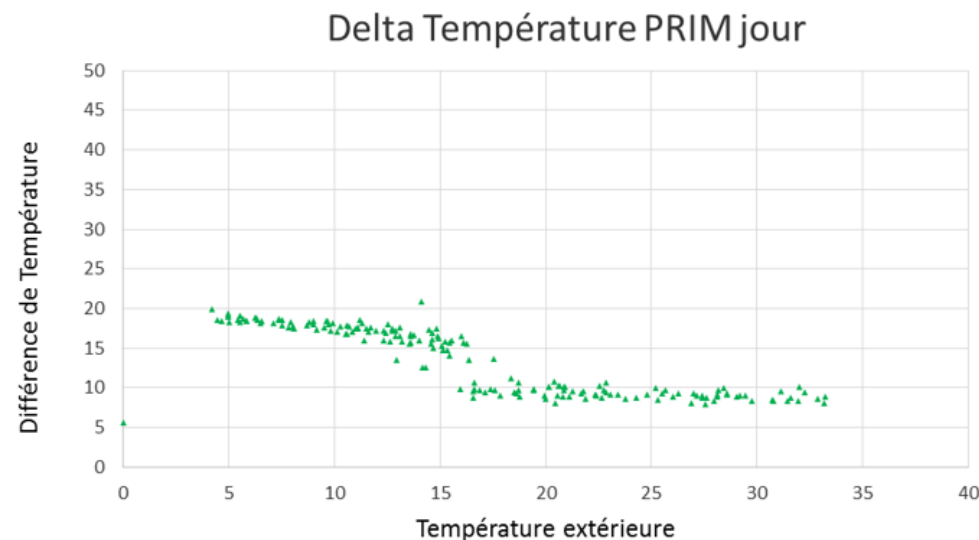
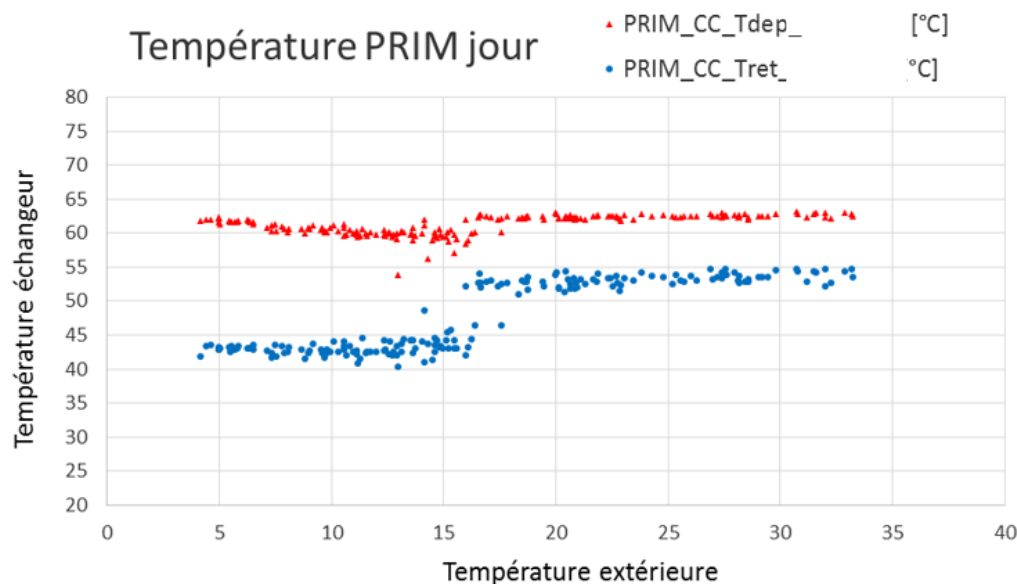


Puissance totale et puissance Eau Chaude Sanitaire (ECS)

Puissance PRIM et Puissance ECS (horaire)



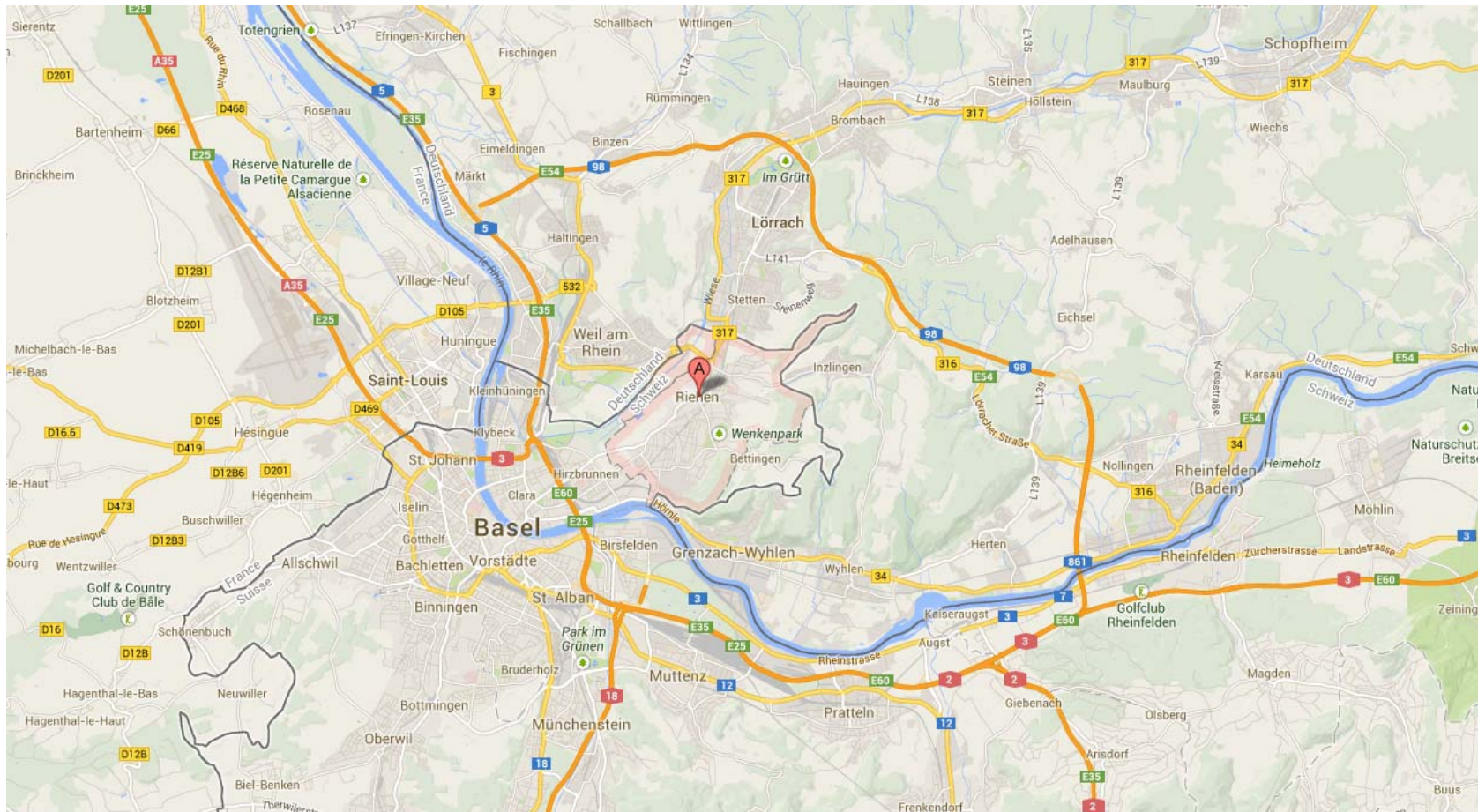
Impact des SST sur température réseau



- Importance de + en + grande de l'ECS sur les niveaux de température retour réseaux
- Rappel pour bâtiments résidentiels neufs : $E_{ecs} > E_{chauffage}$

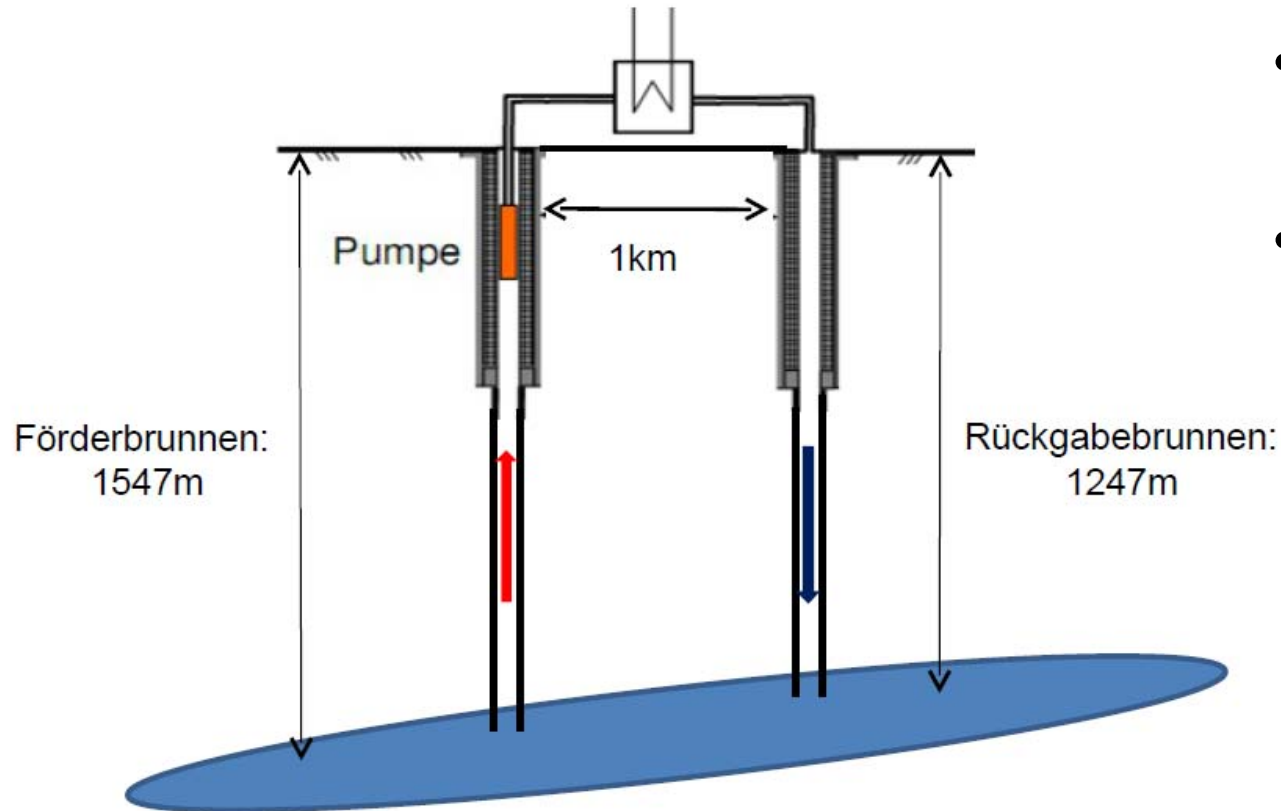
- Côté demande
 - Baisser les températures de la demande permet d'intégrer plus de renouvelable et/ou plus de rejets de chaleur
 - Le plus souvent, niveau température chauffage < niveau température ECS
 - Bâtiments résidentiels neufs : $E_{\text{ecs}} > E_{\text{chauffage}}$
- Côté transformateur
 - Meilleur COP des Pompes à chaleur (PAC) si ΔT diminue
- Côté ressource
 - Si besoins $T_{\text{Geo}} \downarrow$, alors coût forage $\downarrow$ (et de manière non linéaire)

L'exemple de Riehen (CH-D)



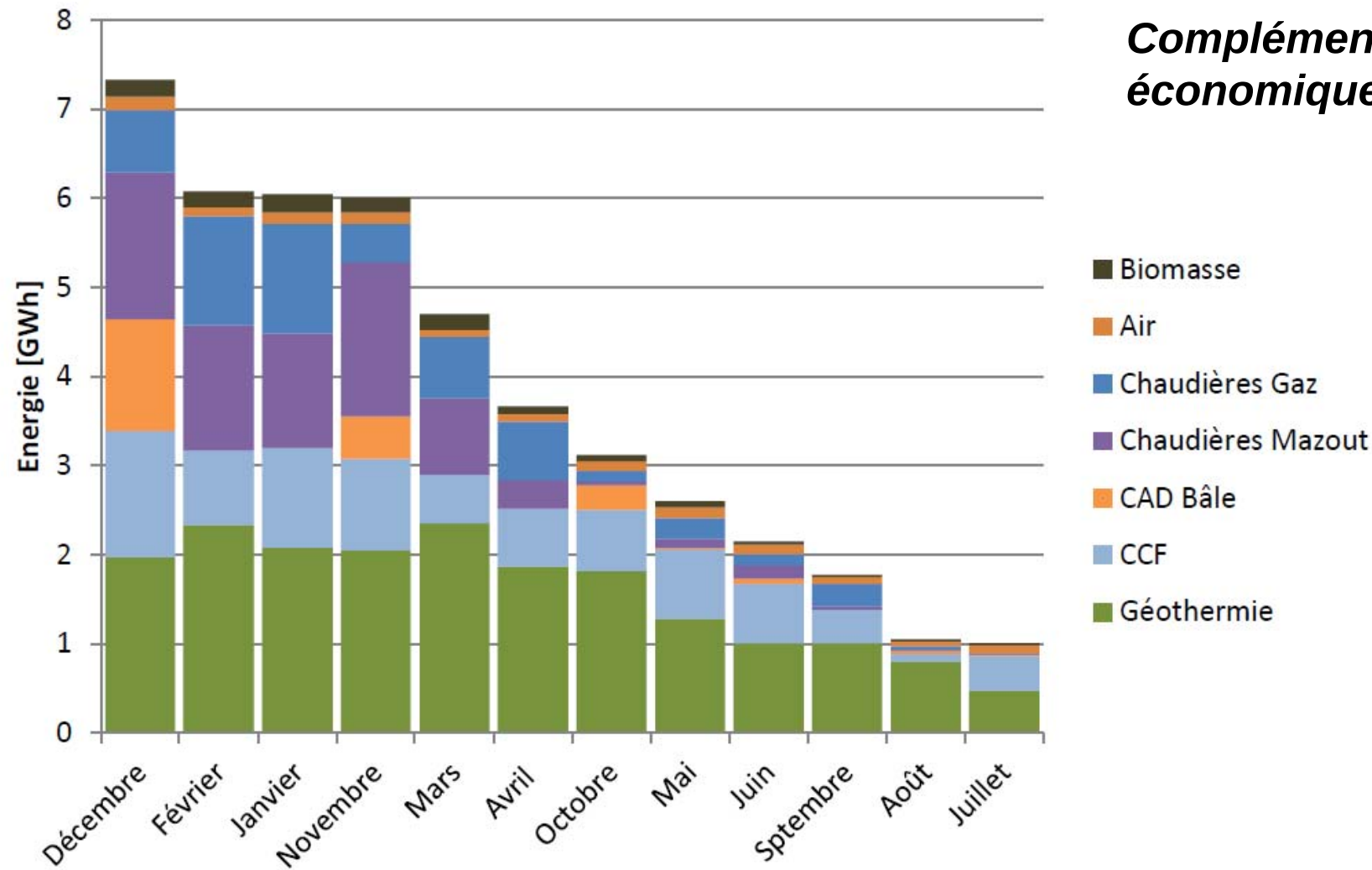
Forages géothermique en 1989
Inauguration en 1994
Nouveaux développements dès 2012

+ de 20 ans de fonctionnement !

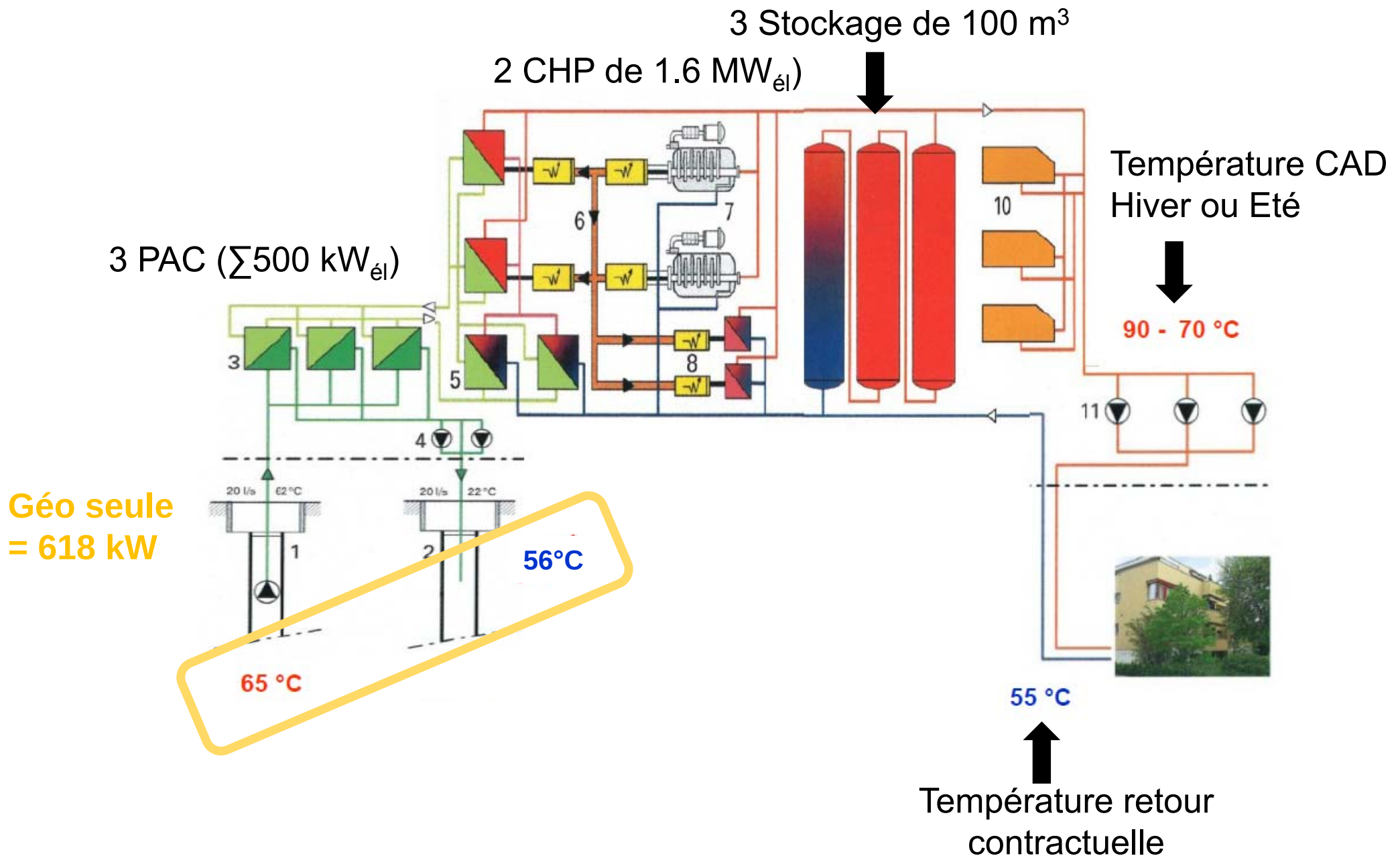


- Forage en doublet :
20l/s à 65°C
- Spécificité : traverse
nappe eau alimentaire
- Frais maintenance
élevés (i.e. chgt
pompe tous les 7 ans)

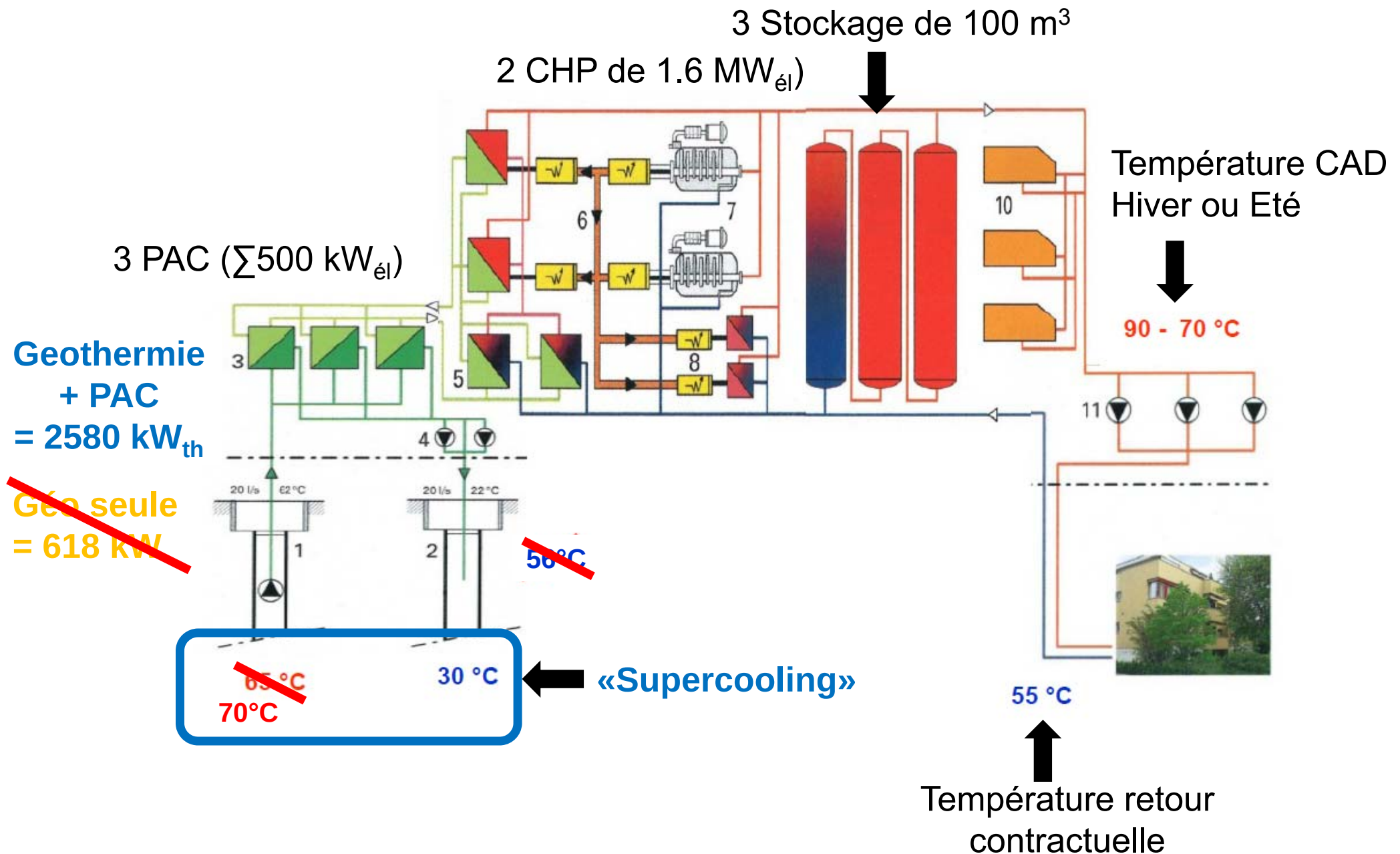
Riehen : CAD Multi Ressources



Transformateur Geothermie + PAC



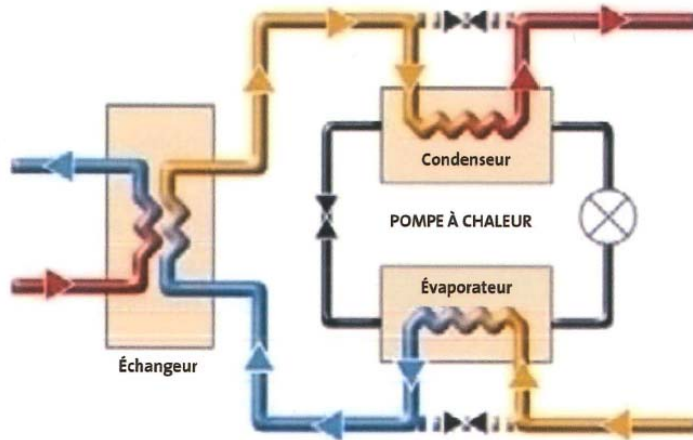
Transformateur Geothermie + PAC



Schémas standard GEO + PAC

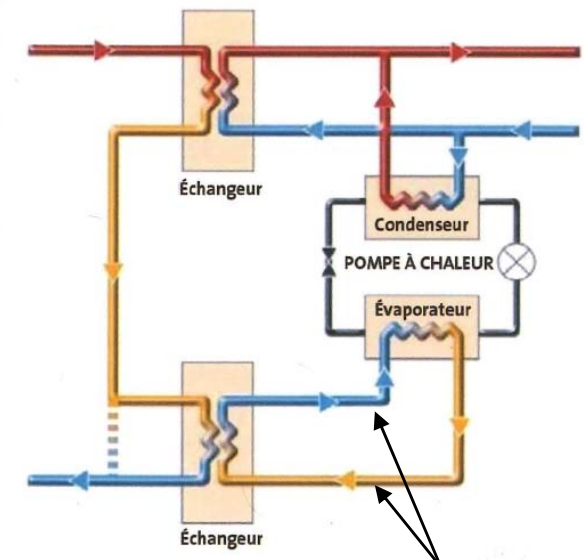
■ Condenseur en série avec l'échangeur

L'évaporateur de la PAC refroidit le retour du circuit géothermique. Les calories prélevées sont transférées au niveau du condenseur qui augmente ainsi la température de départ du circuit géothermique.



■ Condenseur en parallèle avec l'échangeur

L'évaporateur de la PAC refroidit le retour géothermal après échangeur et transfère les calories prélevées sur un circuit dérivé du retour du circuit géothermique. Cette solution consiste en fait à augmenter artificiellement le débit et donc, la puissance de l'installation.



NB: couleurs inversées

Schéma GEO + PAC Riehen

- Réalité Riehen complexe car :
 - 3 PAC en série
 - Condenseur PAC en série sur l'échangeur primaire

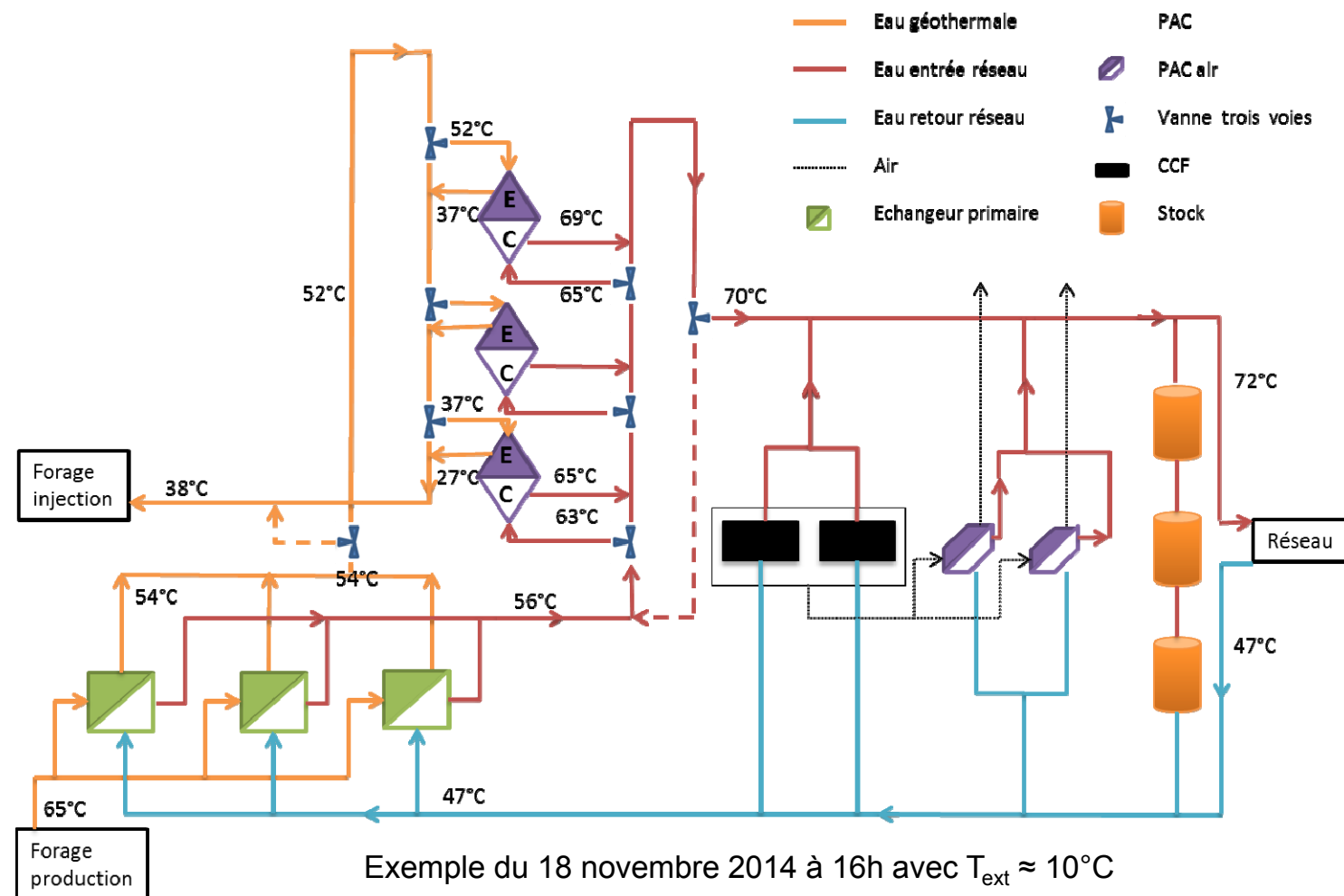


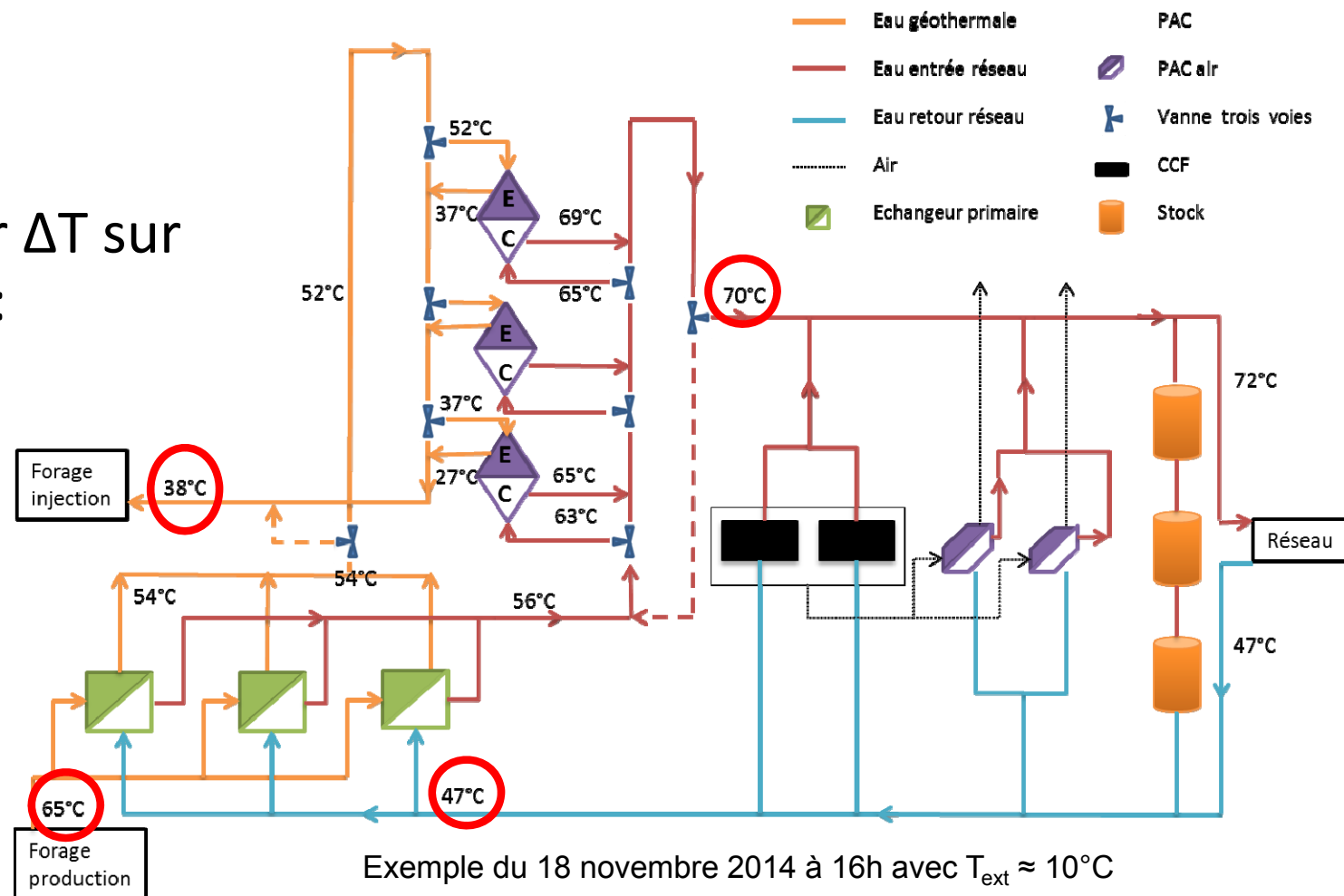
Schéma GEO + PAC Riehen

- Réalité Riehen complexe car :

- 3 PAC en série
- Condenseur PAC en série sur l'échangeur primaire

- Objectif = augmenter ΔT sur débit géothermique :

- T_{allerGEO} de 65° à 70°C
- T_{retGEO} de 47° à 38°C



- rapport fait pour SIG dans le cadre du partenariat SIG-UNIGE

<http://archive-ouverte.unige.ch/unige:81478>

«Géothermie de moyenne profondeur : Scénarios d'utilisation de la ressource via des réseaux de chauffage à distance : Enseignements et principaux résultats

- Système complexe → simplification et éléments-clés
- ≠ logiciel de dimensionnement mais plutôt aide à la décision, scénarii
- Objectif d'aujourd'hui est de le tester, le diffuser, que les acteurs (vous) se l'approprient pour le faire évoluer, etc....
- Gratuit : licence *creative commons* de type attribution (<http://creativecommons.fr/>)

Contact



Tête du puit de production (Riehen)
(photo O. Collet)

Jérôme Faessler

Jerome.faessler@unige.ch

Université de Genève

Groupe Systèmes énergétiques -
Institut Forel et Institut des Sciences
de l'Environnement (ISE)

UNI Carl-Vogt

www.unige.ch/energie

Tél : +41 22 379 06 48