



Thermische Netze Schweiz
Réseaux Thermiques Suisse
Reti Termiche Svizzera



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

Analyse de solutions innovantes pour les réseaux thermiques

Martin K. Patel, Université de Genève



ETH zürich

Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

zhaw



INDP

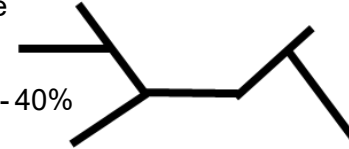
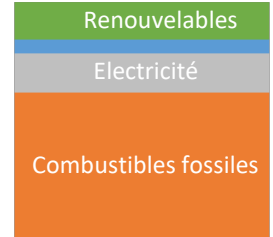
Scuola universitaria professionale
della Svizzera italiana

SUPSI Hes-so

Introduction

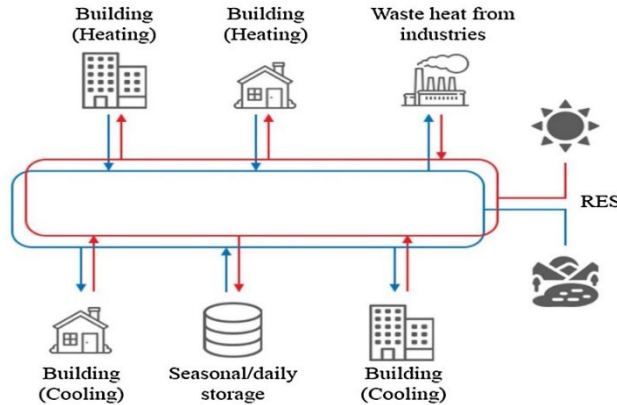
- **Mix énergétique actuel pour chauffage**
- **Nécessité de réseaux thermiques dans les zones urbaines denses**
 - Chaleur ambiante, énergie géothermique et/ou disponibilité de chaleur fatale
- **Changement climatique**
 - RCP8.5: degrés-jours de refroidissement x 13, degrés-jours de chauffage $\leq -40\%$
 - Besoins de climatisation: quelques TWh aujourd'hui → 17.5 TWh en 2050
 - Demande de chaleur: 60 TWh t aujourd'hui → 20 TWh in 2050
- **Effets d'îlots de chaleur**, amélioration de la **performance thermique** des bâtiments
- **Population vieillissante** et plus fragile
- **Solutions combinées pour chauffage & climatisation**
- **Lock-in**, longs délais
- **Levier** pour intégration des renouvelables et des systèmes à haute efficacité

Réseaux thermiques →



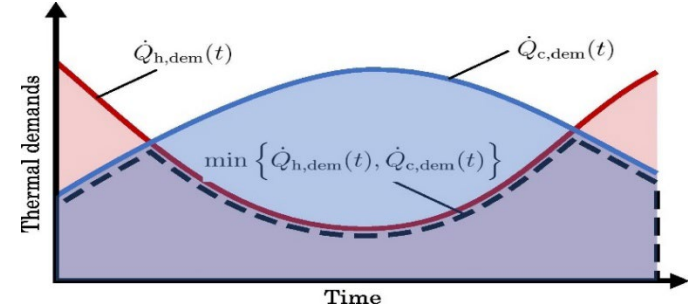
Kemmler et al., Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2019 nach Verwendungszwecken
<https://www.cop28.com/en/global-cooling-pledge-for-cop28>

Réseaux thermiques de 5ème génération (5GDHC)



- La plupart des réseaux 5GDHC en **CH** and GER
- Conditions presque **idéales** en CH
- Faisabilité de 5GDHC est liée aux **demandes simultanées** de chaud et froid, stockage saisonnier de l'énergie thermique (seasonal TES)

	4G district heating	5GDHC
Température du réseau	~ 50 °C	< 30 °C
Côté utilisateur	Chauffage direct	Utilisation PAC (booster)
Direction du flux	unidirectionnel	bidirectionnel
Chauffage et climatisation	separé	combiné

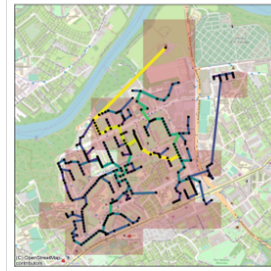
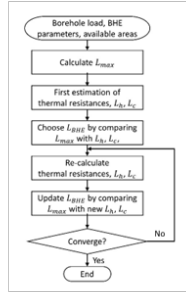
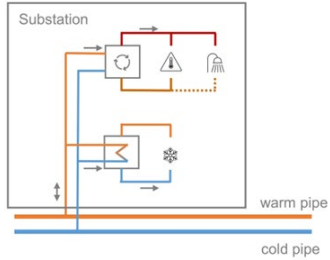


Li X, Yilmaz S, Patel M, Chambers J.: *Applied Energy* 2023

Wirtz, 2020; Millar, 2021; Caputo, 2021

Étude de cas - Évaluation de 3 systèmes

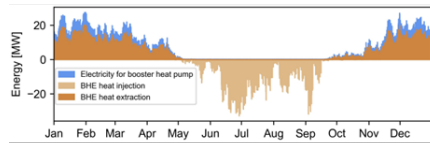
5GDHC design and simulation



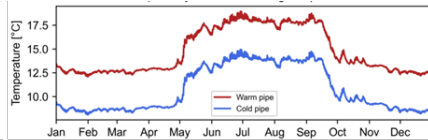
Building substation

Borehole fields

Thermal network

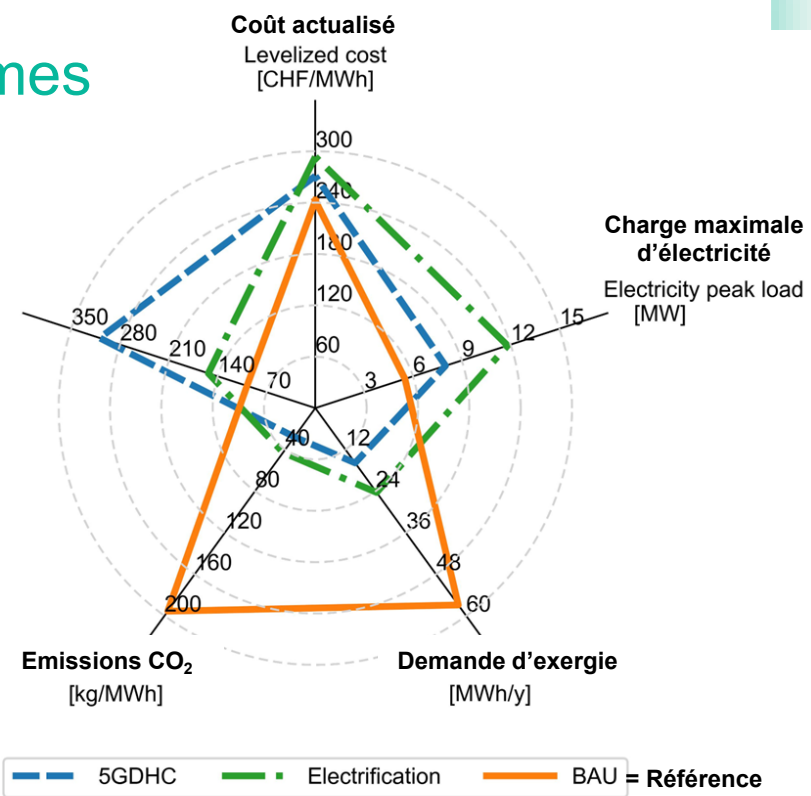


Energy consumption



Temperature profile

Coût initial
Upfront cost [million CHF]



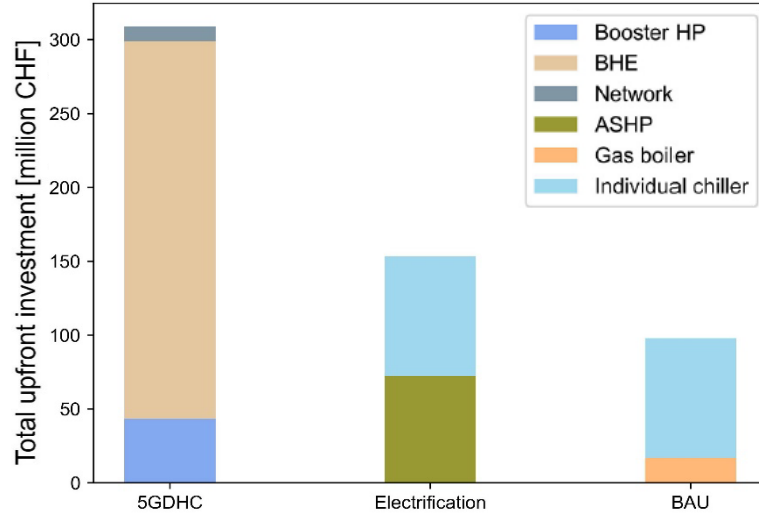
KPIs of 5GDHC and reference systems

Li X, Yilmaz S, Patel M, Chambers J.: *Applied Energy* 2023

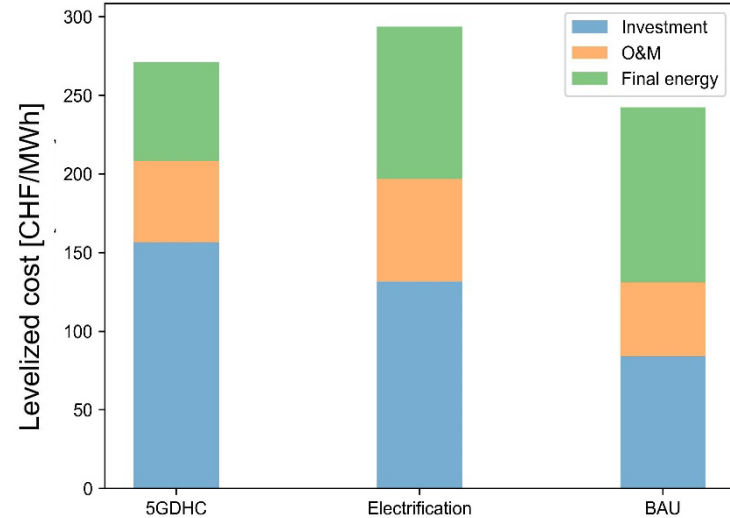
5GHDC avec sondes géothermiques (BTES)

- **BTES** : 83 % des **coûts initiaux** de 5GHDC
- **5GDHC** : coûte **moins cher** en **énergie finale**

Répartition du coût initial



Répartition du coût actualisé

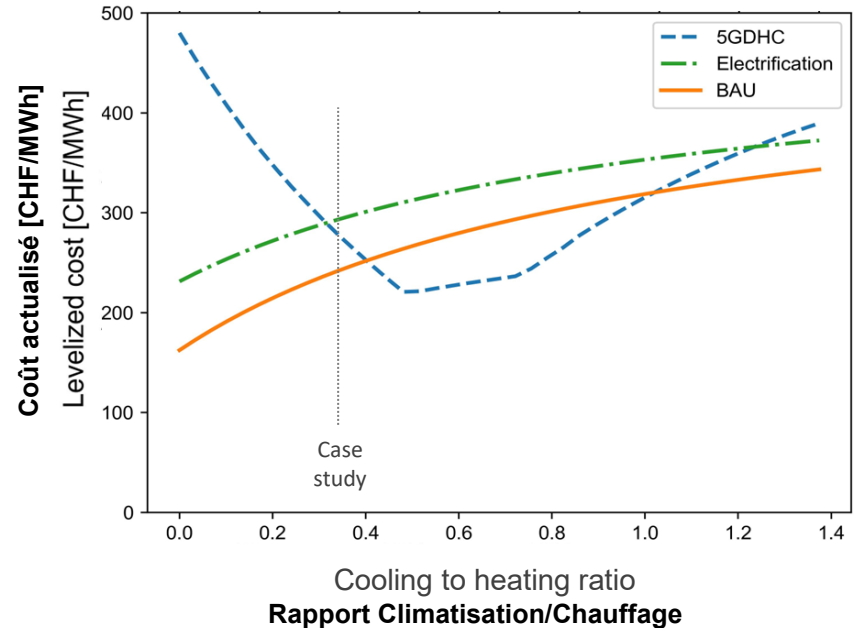
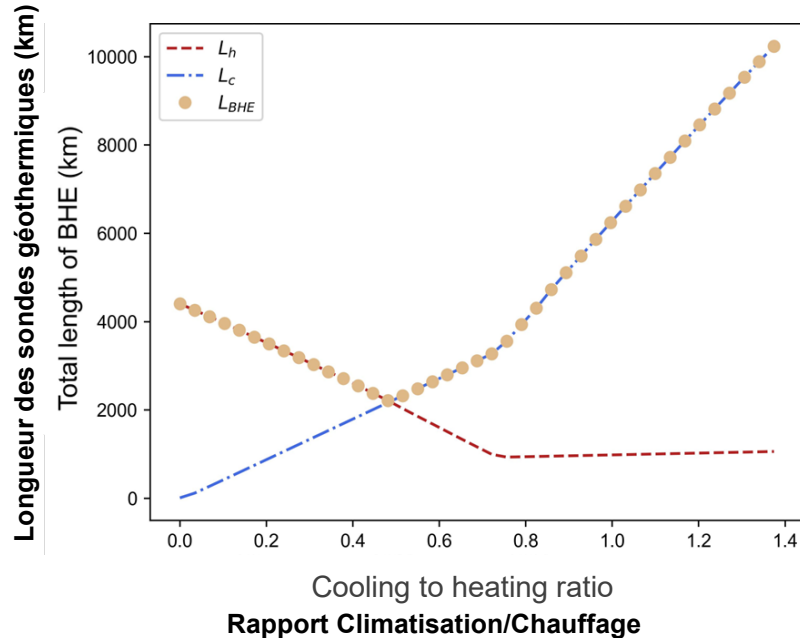


- **Réduction des coûts de BTES (apprentissage) pourrait avoir un impact important.**

Li X, et al., *Applied Energy* 2023.

Impact du rapport Climatisation/Chauffage $\varphi_{\text{Clim:Ch}}$

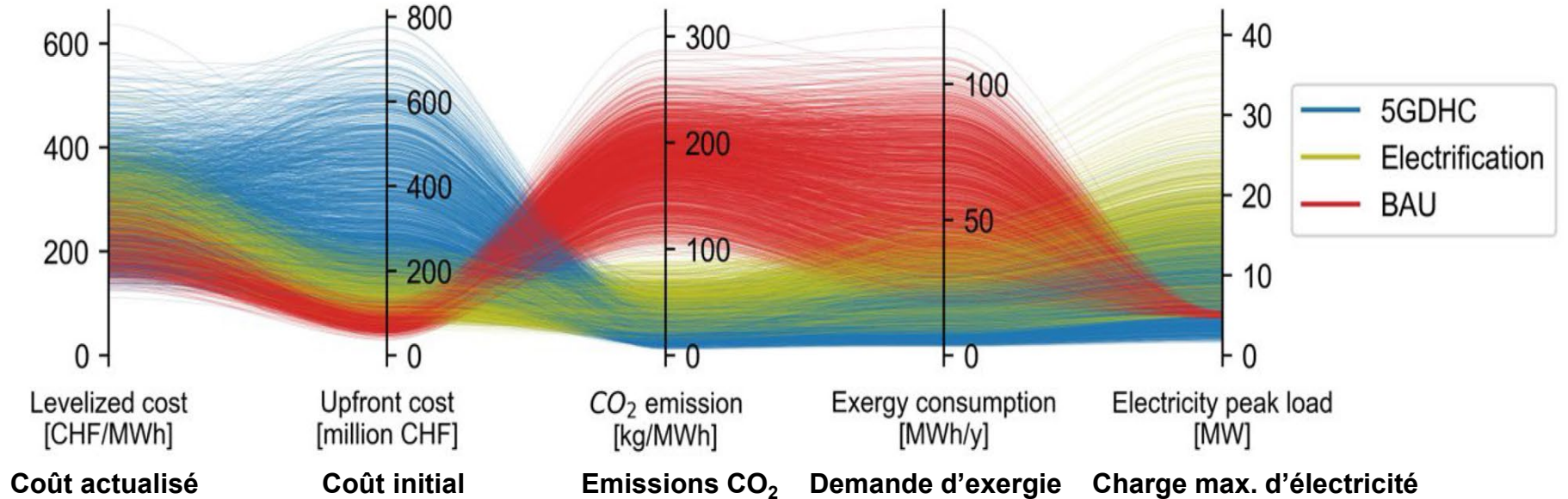
- 5GDHC : **coût actualisé inférieur** lorsque $\varphi_{\text{Clim:Chauff}}$ se situe entre **0,4 et 1,0**, min. à 0.5 ($\varphi_{\text{Clim:Chauff}} = 1:2$)
- 5GDHC **devient encore plus intéressant** avec un intérêt croissant pour la climatisation.



Li X, et al., *Applied Energy* 2023.

Analyse de sensibilité pour 5GDHC

Variation des indicateurs clés de 5GDHC : simulations Monte Carlo par rapport au système de référence (BAU)



Li X, et al., *Journal of Physics – Conference Series*, 2023

Contrôle avancé du 5GDHC avec Booster PAC

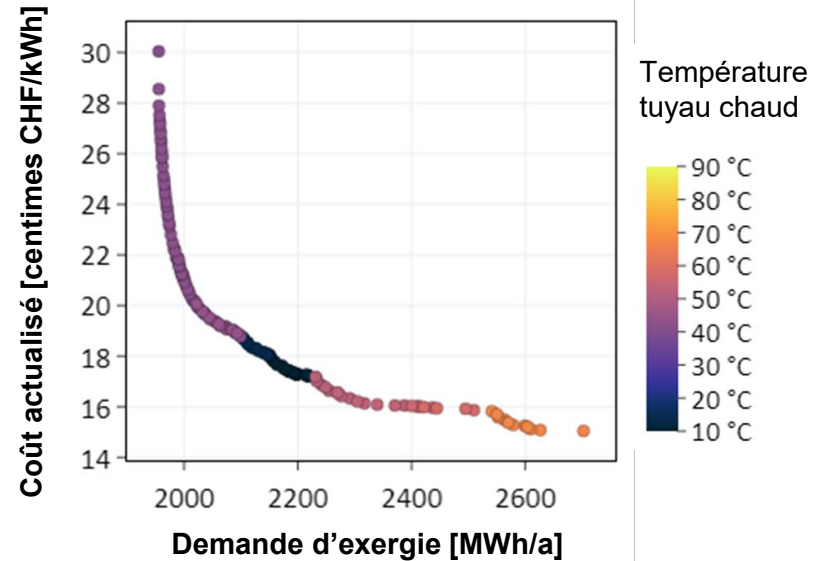
Case study Zurich
Bellevue/Limmat
City Energy Analyst



Multi-criteria (Pareto)
optimization of thermal grid*

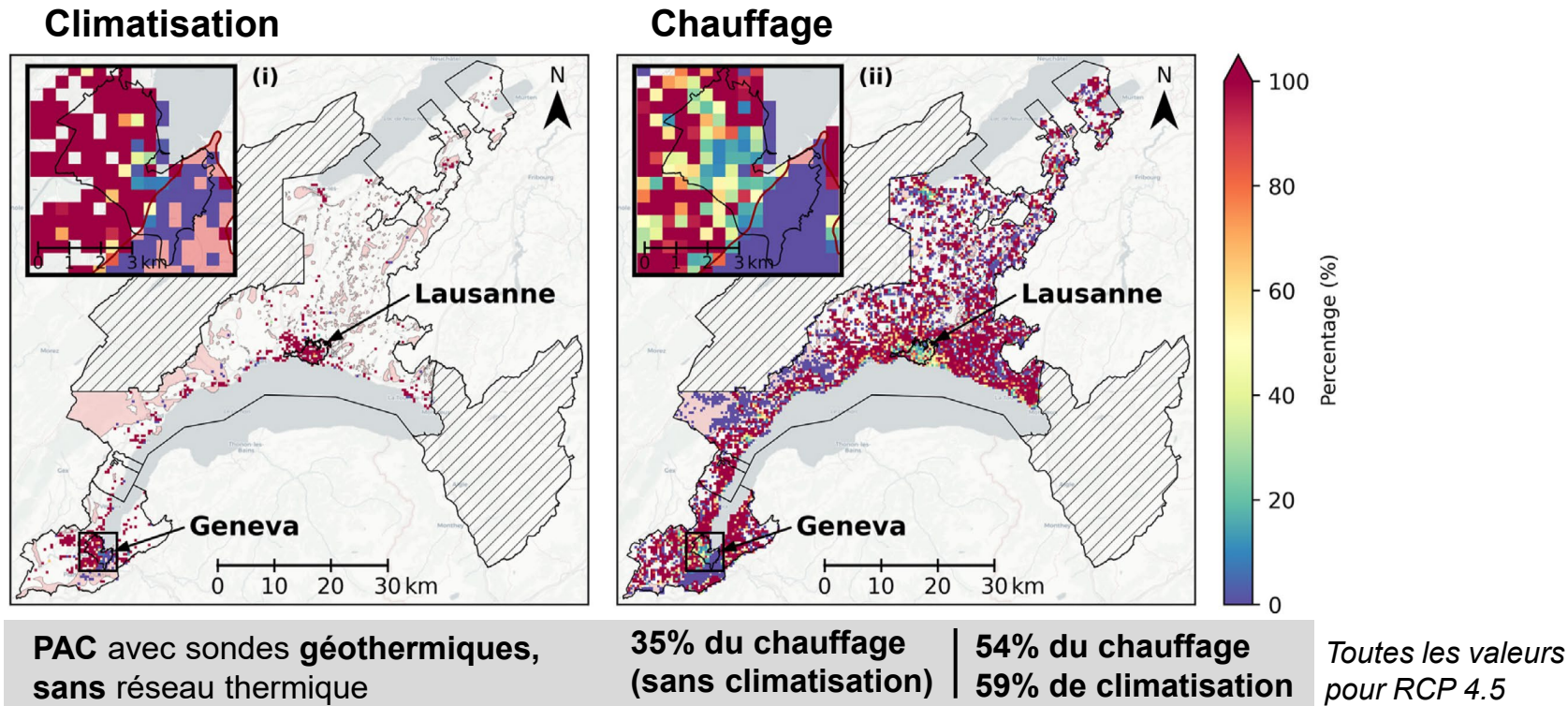
Python

Pareto Front - Scenario 1



B. Wellig, DeCarbCH Networking Conference 2022

Analyse régionale – PAC avec sondes géothermiques (1/2)



Walch, A., Li, X et al.: *Applied Energy* 2023

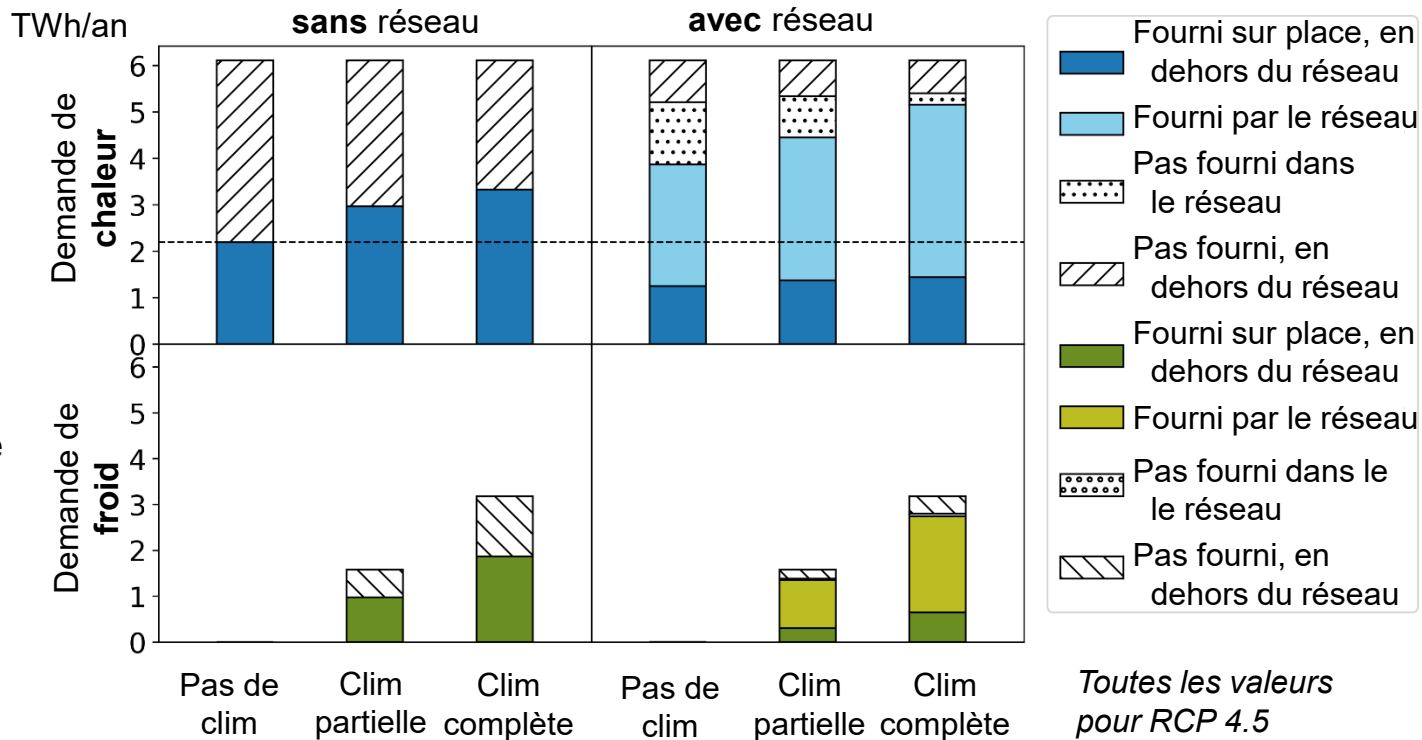
Analyse régionale – PAC avec sondes géothermiques (2/2)

Comparaison

- sans clim
→ avec clim
- sans réseau
→ avec réseau

Synergies

- Chauffage bénéficie de la clim
- Chauffage et clim bénéficient tous deux du réseau



Walch, A., Li, X et al.: *Applied Energy* 2023

Identifier des solutions : Géothermie profonde pour l'industrie

Géothermie profonde

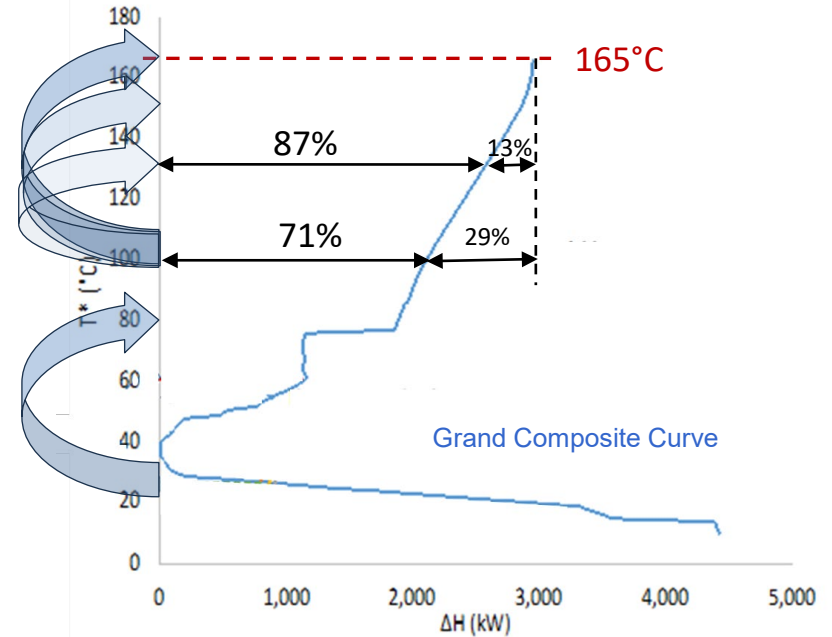
- Quel est le niveau de temperature requis ?
- Augmenter avec une PAC ? A quel niveau ?

Connexion avec reseau thermique

- Valoriser chaleur fatale dans le reseau ou l'utiliser dans l'industrie ?
- Quelles possibilités de cascades (d'abord le processus, puis le reseau) ?

Optimisation

- Coûts
- Économies d'énergie et réduction de CO₂
- Longue durée de vie de la ressource géothermique



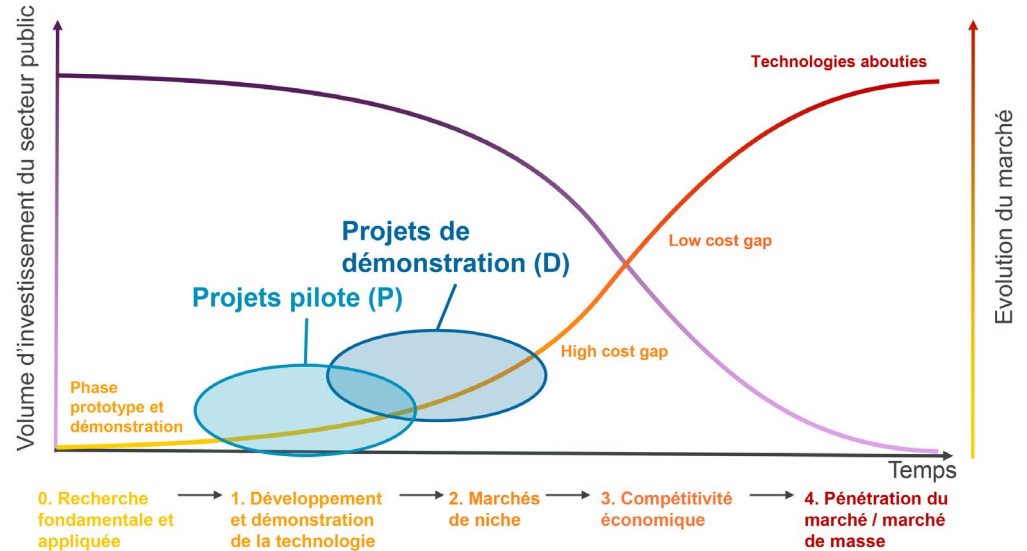
Collaborons sur un projet de P&D !

Critères

- Contenu innovant (nouvelles connaissances de portée générale)
- Potentiel d'application (pas de niche, potentiel de multiplication)
- Probabilité de succès (compétences, expériences, méthodologie, plan de travail)

Soutien




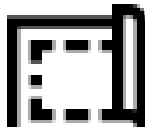
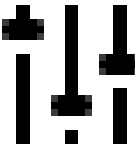
- **50% (jusqu'à 70%)** des surcoûts non amortissables (*partie non rentable du projet par rapport aux techniques conventionnelles sur la durée du projet*)



<https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/recherche-et-cleantech/programme-pilote-et-de-demonstration.html>

<https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-98603.html>

Conclusions

- Besoin **d'outils** pour la **conception** 
- Futurs réseaux thermiques devraient répondre au besoin de climatisation 
- Comment intégrer au mieux la **géothermie** ? 
- **Conception du réseau** (1 tuyau, 2 tuyaux, 4 tuyaux ; entièrement centralisé ou partiellement décentralisé)
- **Stockage thermique** pour accroître la flexibilité et faciliter le couplage des secteurs (type, taille)
- **Stratégies opérationnelles optimisées** (par exemple, température du réseau thermique variable ?) 
- **Solutions standard** robustes (lignes directrices) 

Contactez-nous avec votre idée de projet !

info@sweet-decarb.ch, martin.patel@unige.ch

sweet swiss energy research
for the energy transition

DeCarbCH 