

formation continue universitaire

Valorisation de la géothermie :

Le rôle clé des réseaux de chaleur

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

J. Faessler et L. Quiquerez

10 novembre 2016

www.unige.ch/energie

www.unige.ch/formcont/geodh/

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

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

- *«A l'aide d'un modèle adapté à la géothermie, l'objectif principal de ce rapport est de faire ressortir les grands enjeux et les tendances dans le cas d'une valorisation thermique d'une ressource géothermique de moyenne température (de 35°C à 95°C avec un débit fixé à 30 l/s)* via un réseau de chauffage à distance (CAD)»*

- NB: Valorisation électrique non prise en compte

* Soit 600m à 2'700m avec gradient standard de 3°C/100m

Illustration des résultats : gd réseau actuel

Acronyme	Température Ressource en [°C]	Demande Réseau en GWh	Température départ en [°C] (à $T_{ext} = -5^{\circ}C$)	Température départ en été en [°C]	Température retour en [°C]
R75°C_100GWh_110/90/70°C	75	100	110	90	70

Sans PAC

30 [l/s]

Avec PAC

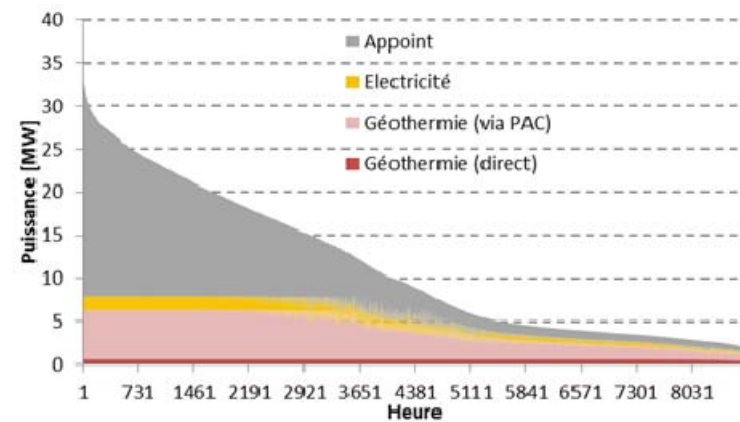
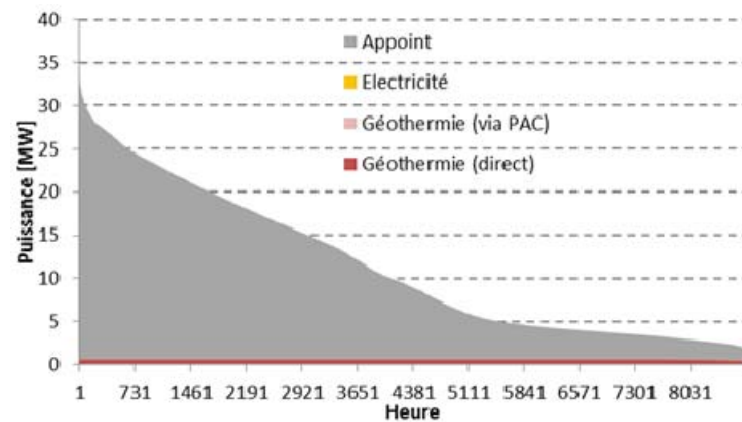
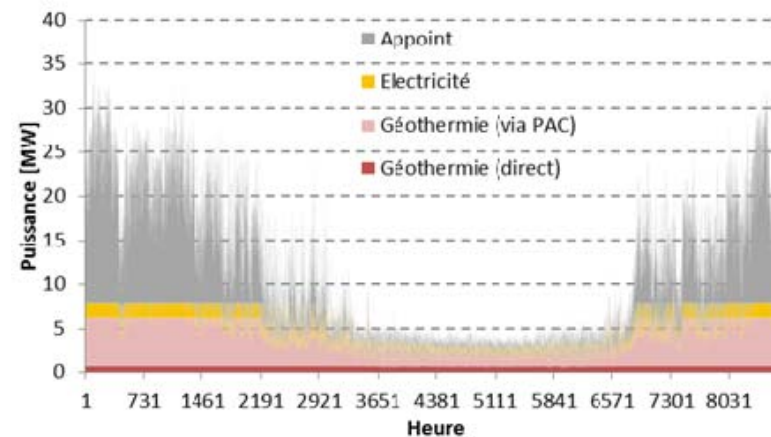
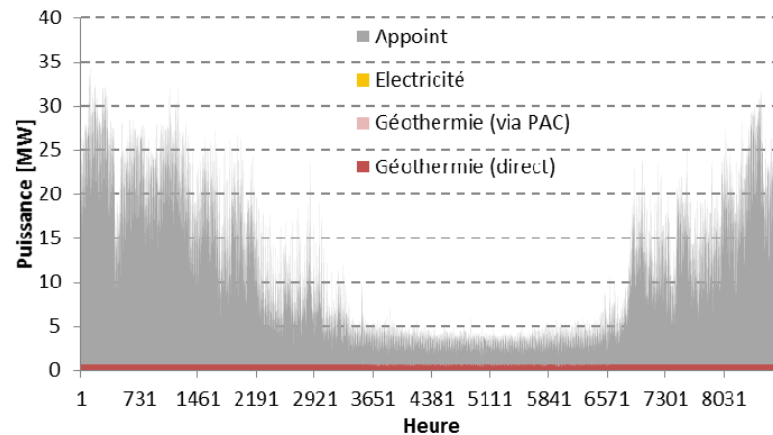
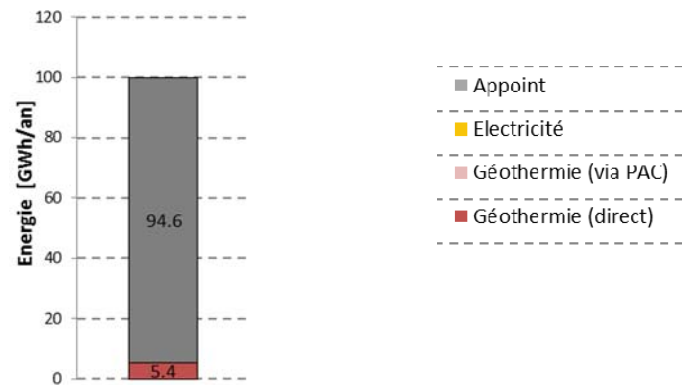


Illustration des résultats : gd réseau actuel

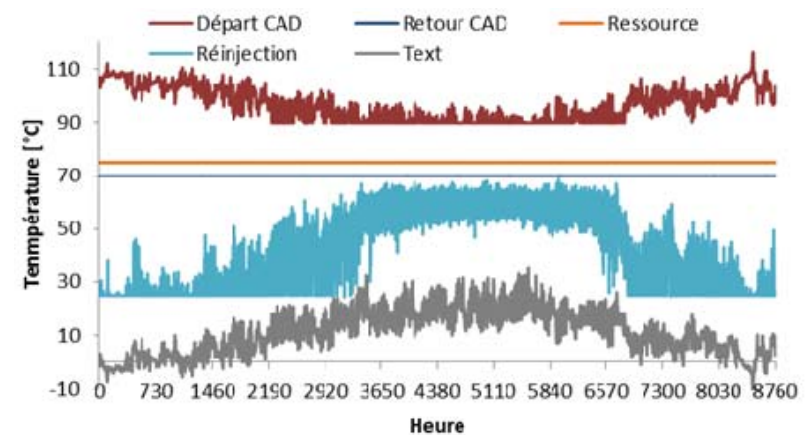
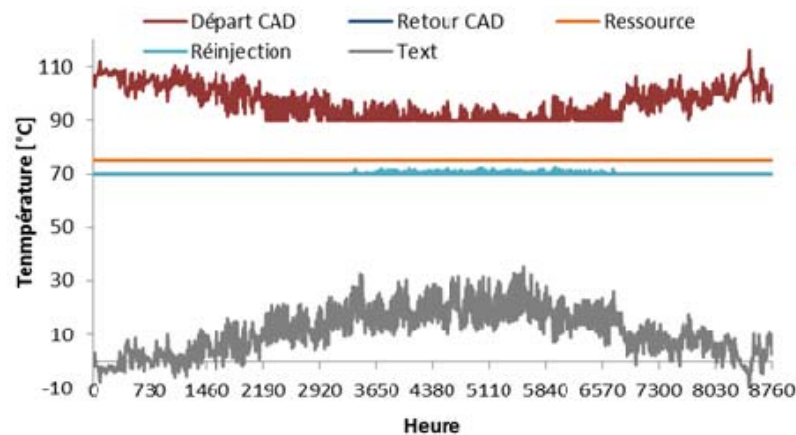
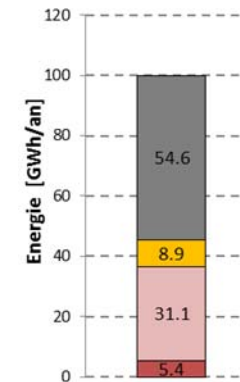
Acronyme	Température Ressource en [°C]	Demande Réseau en GWh	Température départ en [°C] (à $T_{ext} = -5^{\circ}C$)	Température départ en été en [°C]	Température retour en [°C]
R75°C_100GWh_110/90/70°C	75	100	110	90	70

Sans PAC

30 [l/s]



Avec PAC

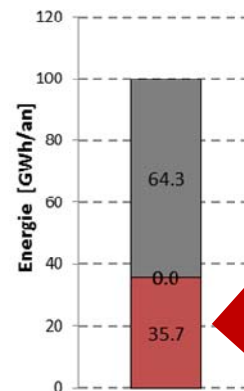
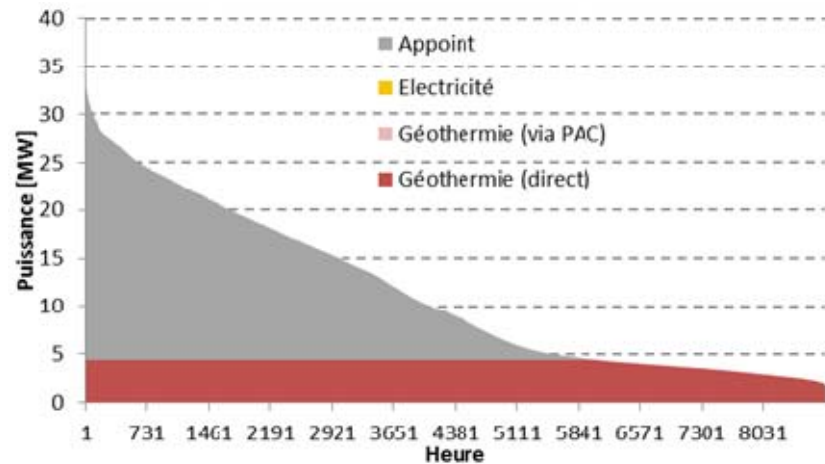


Gd réseau actuel avec optimisation T réseau

Acronyme	Température Ressource en [°C]	Demande Réseau en GWh	Température départ en [°C] (à $T_{ext} = -5^{\circ}C$)	Température départ en été en [°C]	Température retour en [°C]
R75°C_100GWh_70/60/40°C	75	100	70	60	40

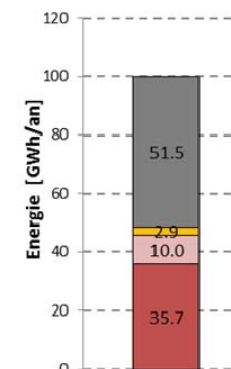
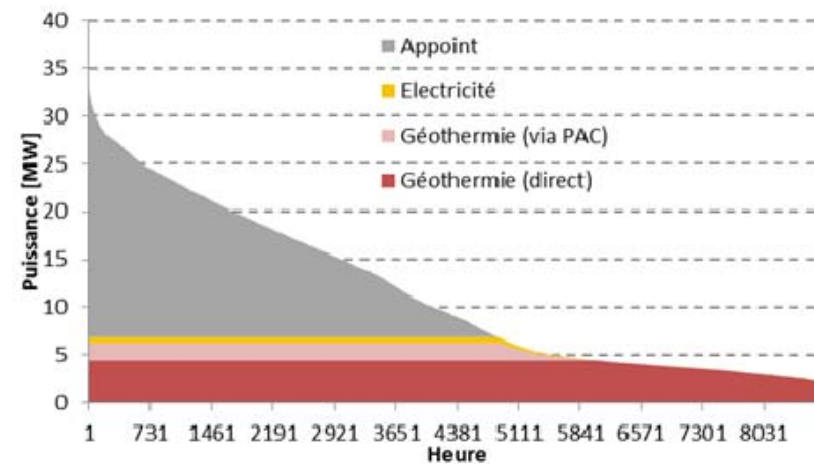
Sans PAC

30 [l/s]



Facteur 7

Avec PAC



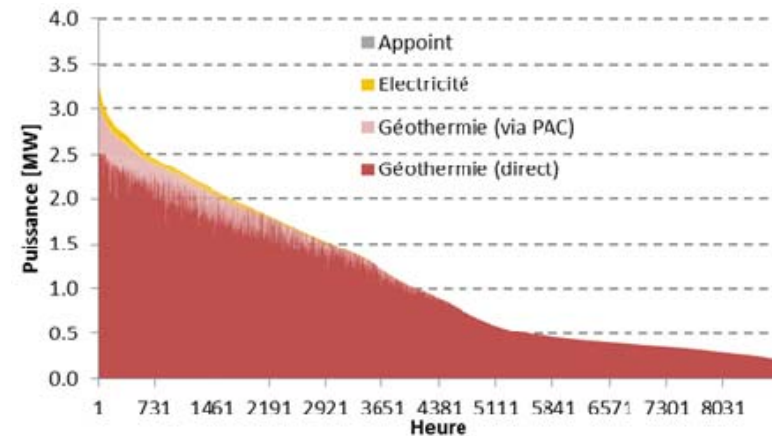
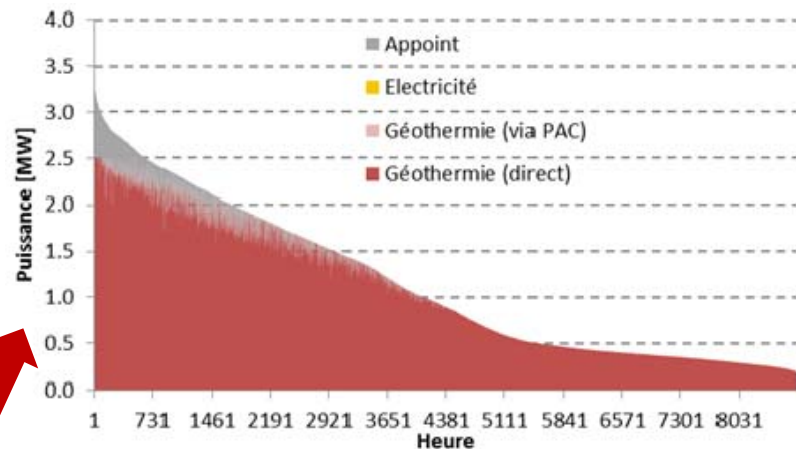
Petit réseau actuel type Cartigny / Aire-la-ville

Acronyme	Température Ressource en [°C]	Demande Réseau en GWh	Température départ en [°C] (à $T_{ext} = -5^{\circ}C$)	Température départ en été en [°C]	Température retour en [°C]
R75°C_10GWh_80/70/55°C	75	10	80	70	55

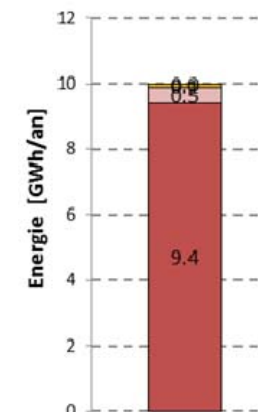
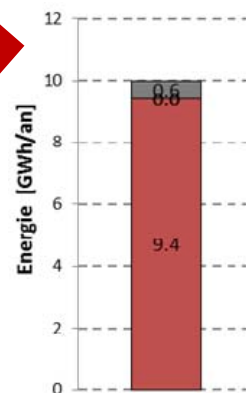
Sans PAC

30 l/s

Avec PAC



Echelles
Facteur 10



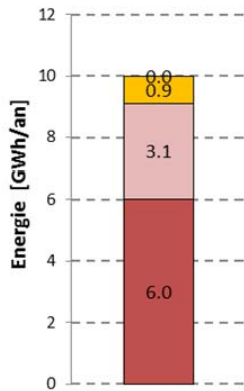
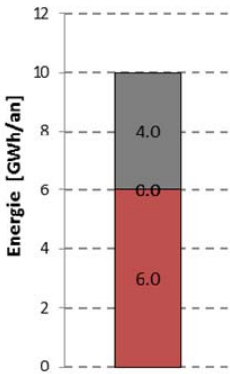
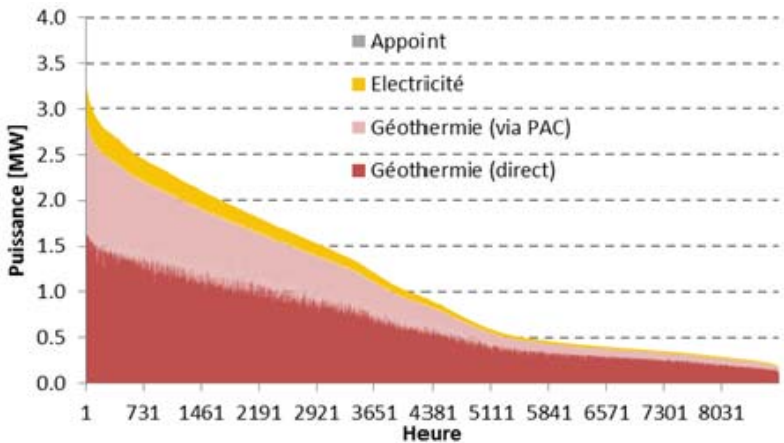
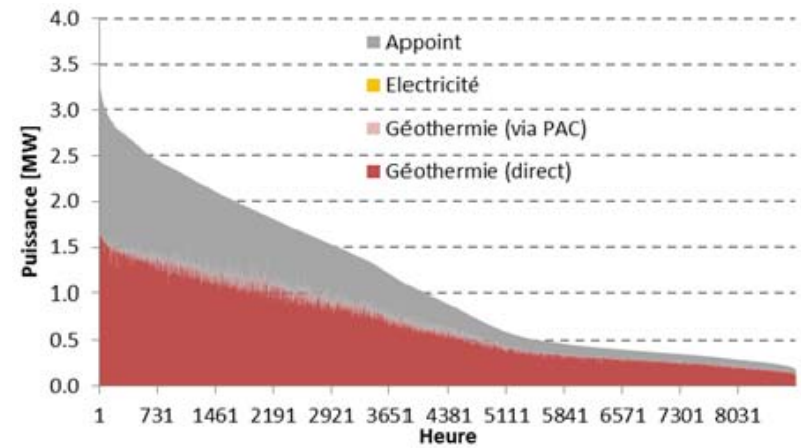
Petit réseau avec optimisation T réseau et T ressource 55°

Acronyme	Température Ressource en [°C]	Demande Réseau en GWh	Température départ en [°C] (à T _{ext} = -5°C)	Température départ en été en [°C]	Température retour en [°C]
R55°C_10GWh_70/60/40°C	55	10	70	60	40

Sans PAC

30 [l/s]

Avec PAC



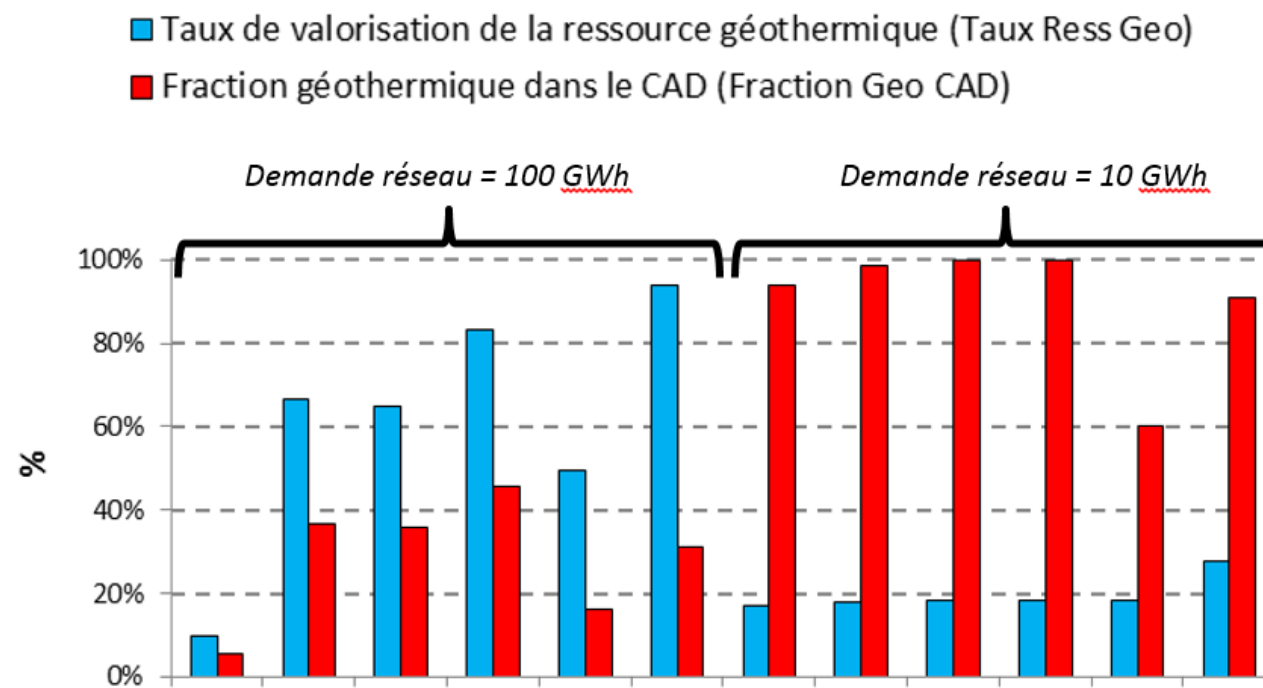
- Le **taux de valorisation de la ressource géothermique** (Taux Ress Geo), défini comme étant le rapport entre l'énergie fournie par la géothermie et le potentiel brut de la ressource si on réinjecte à 25°C en permanence (« énergie tête de puit ») ;

➤ Approche «économique»

- La **fraction géothermique dans le réseau CAD** (Fraction Geo CAD), définie comme étant le rapport de l'énergie géothermique (y compris via la PAC mais hors électricité) sur l'énergie totale du réseau ;

➤ Approche «politique publique»

Indicateurs % scénarios

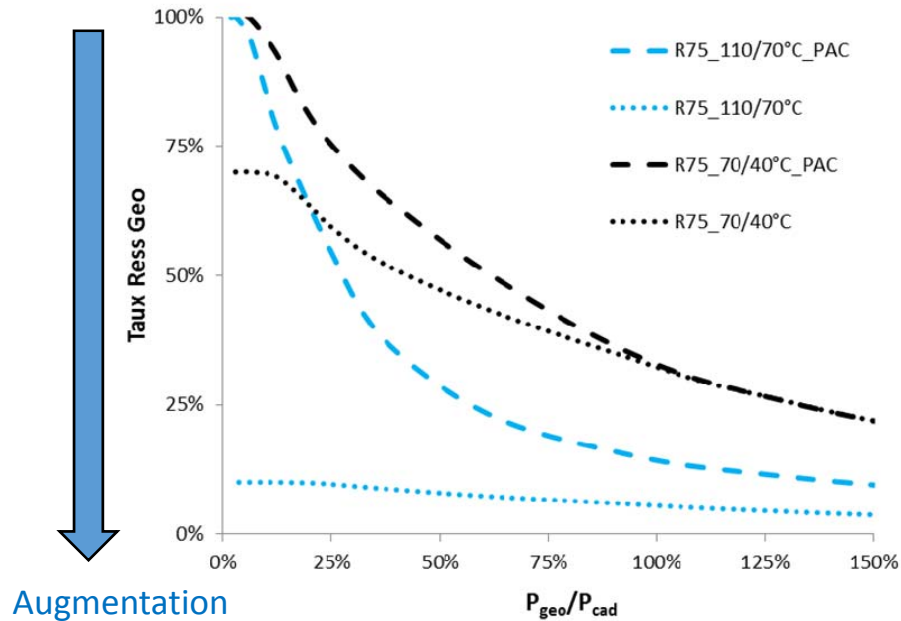


TEMP RESSOURCE	75				55		75				55	
PAC		X		X		X		X		X		X
RESEAU HAUTE T	X	X										
RESEAU MOY T							X	X				
RESEAU BASSE T			X	X	X	X			X	X	X	X

Figure 18 : taux de valorisation de la géothermie et (Taux Ress Geo) fraction géothermique dans le CAD (Fraction Geo CAD) des 12 scénarios (6 exemples avec ou sans PAC)

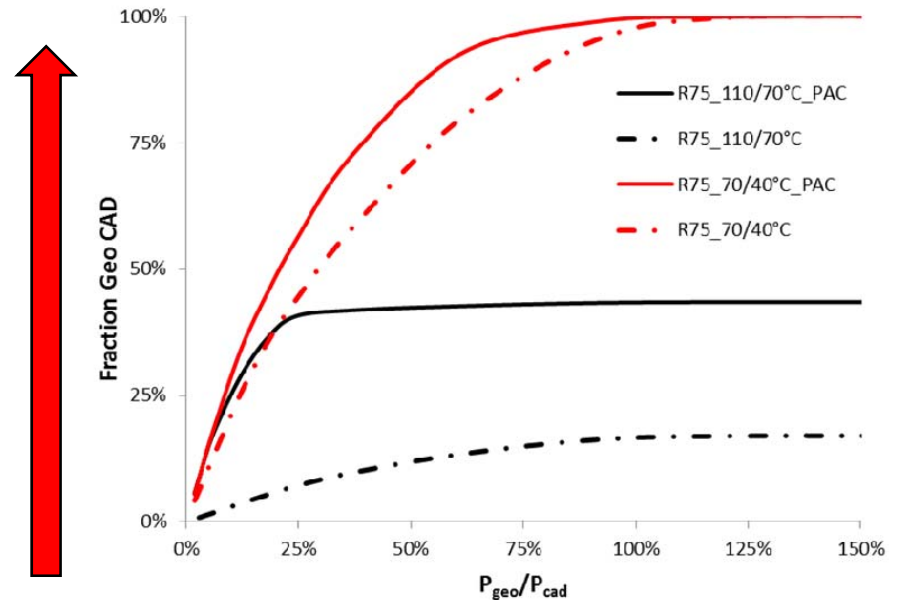
- le ***dimensionnement relatif de la puissance géothermique*** (ou puissance géothermique relative), qui est le rapport entre la puissance géothermique (PGEO) et la puissance maximale du réseau (PCAD).
- Une valeur de 150% représente une capacité géothermique une fois et demi plus élevée que la puissance maximale demandée sur le réseau (surdimensionnement de la géothermie).
- Etant donné qu'il s'agit d'un rapport de puissance, **ce dimensionnement relatif permet de s'affranchir du débit de la ressource et de la taille du réseau ;**

R75 avec/sans PAC et Tréseau 110/70 ou 70/40

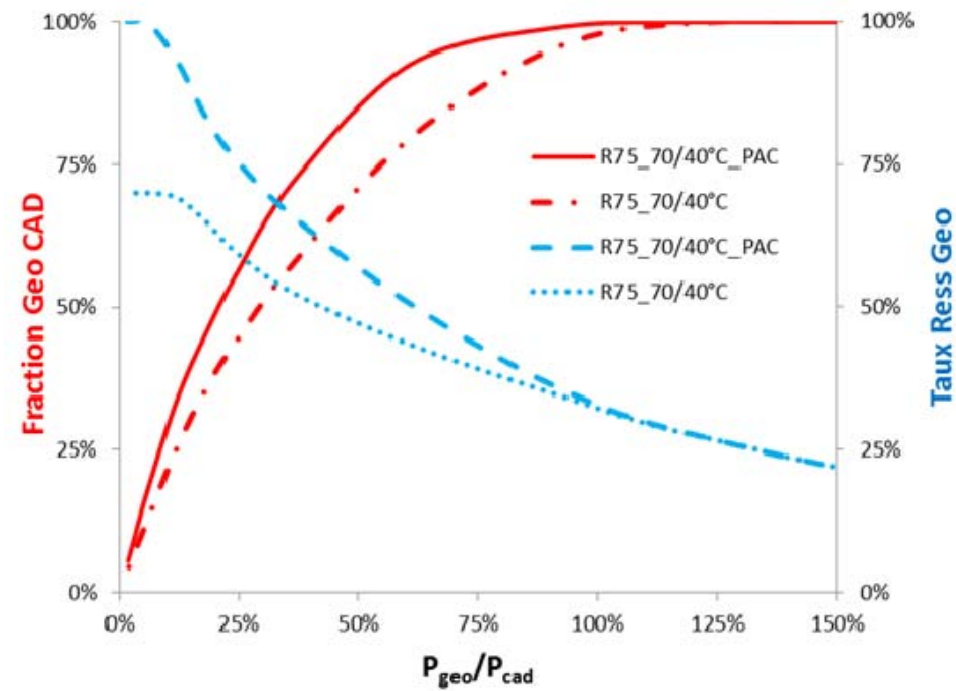


Augmentation
du coût du
kWh
géothermique

Augmentation
du taux de
renouvelable
géothermique

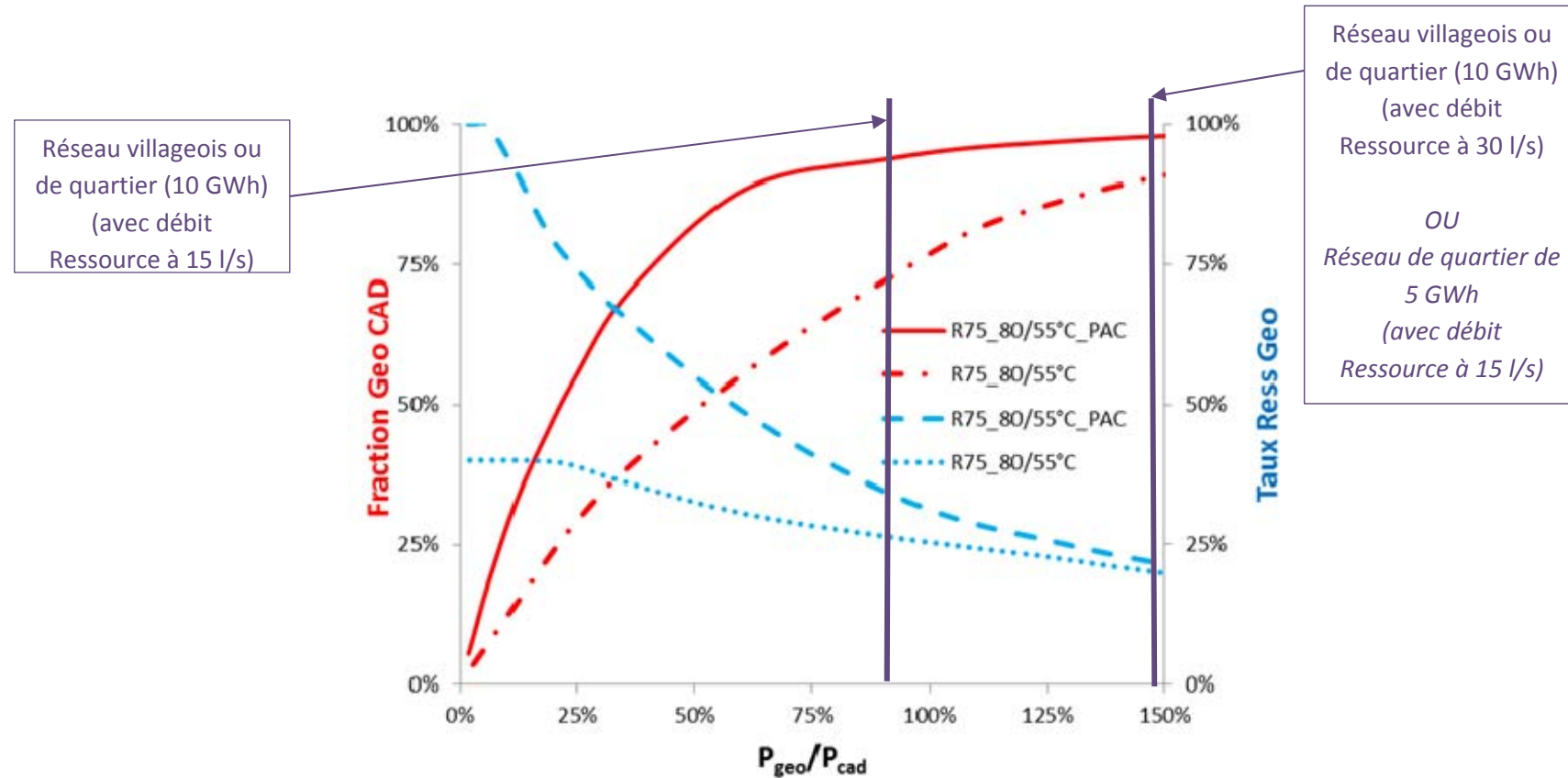


R75 avec/sans PAC et Tréseau 70/40



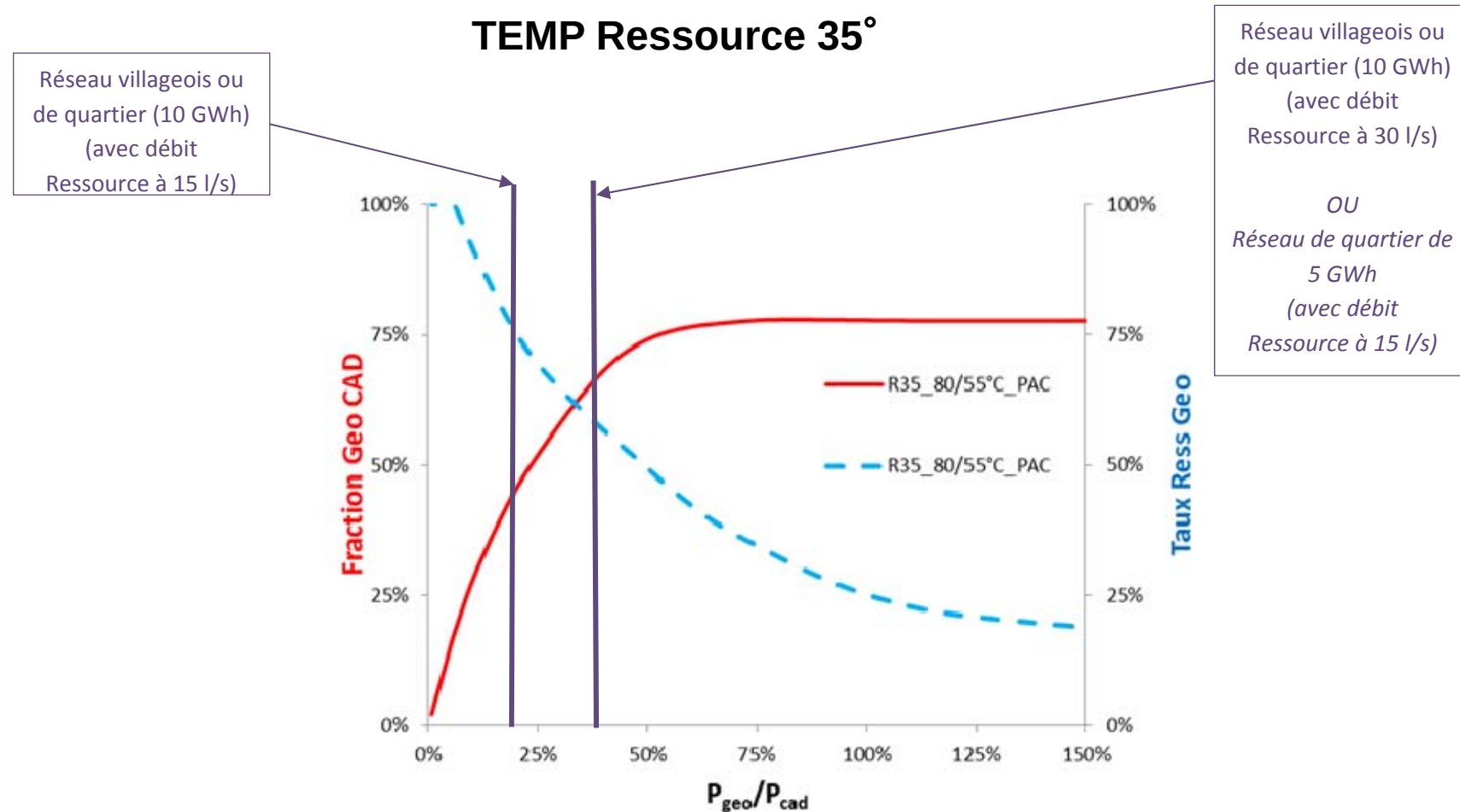
R75 avec/sans PAC et Tréseau 80/55

TEMP réseau ACTUELLES



R35 avec/sans PAC et Tréseau 80/55

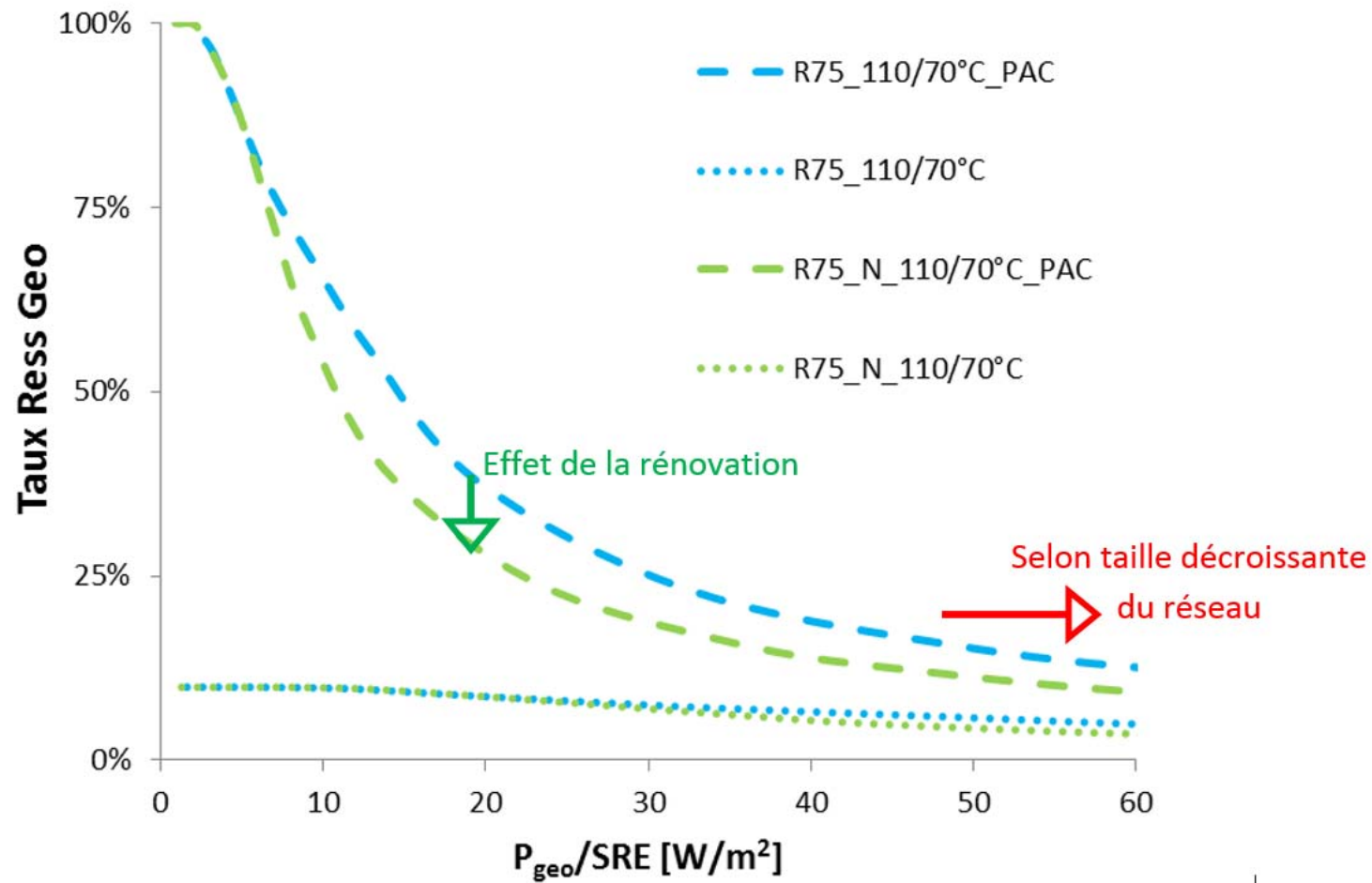
TEMP Ressource 35°

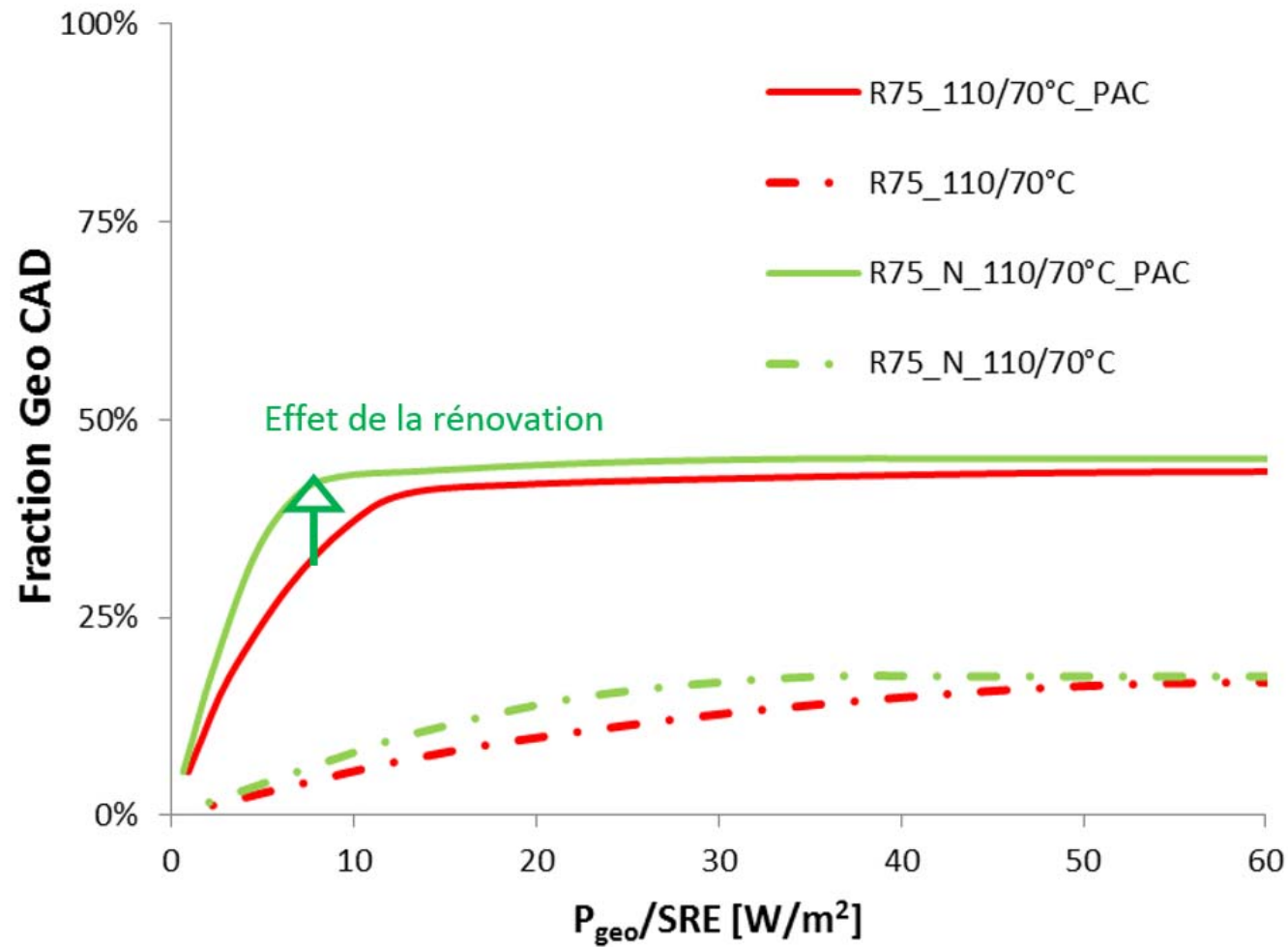


Pour optimiser les deux indicateurs en même temps, il faudrait idéalement que la puissance géothermique relative (P_{GEO}/P_{CAD}) soit comprise entre 25 et 60%

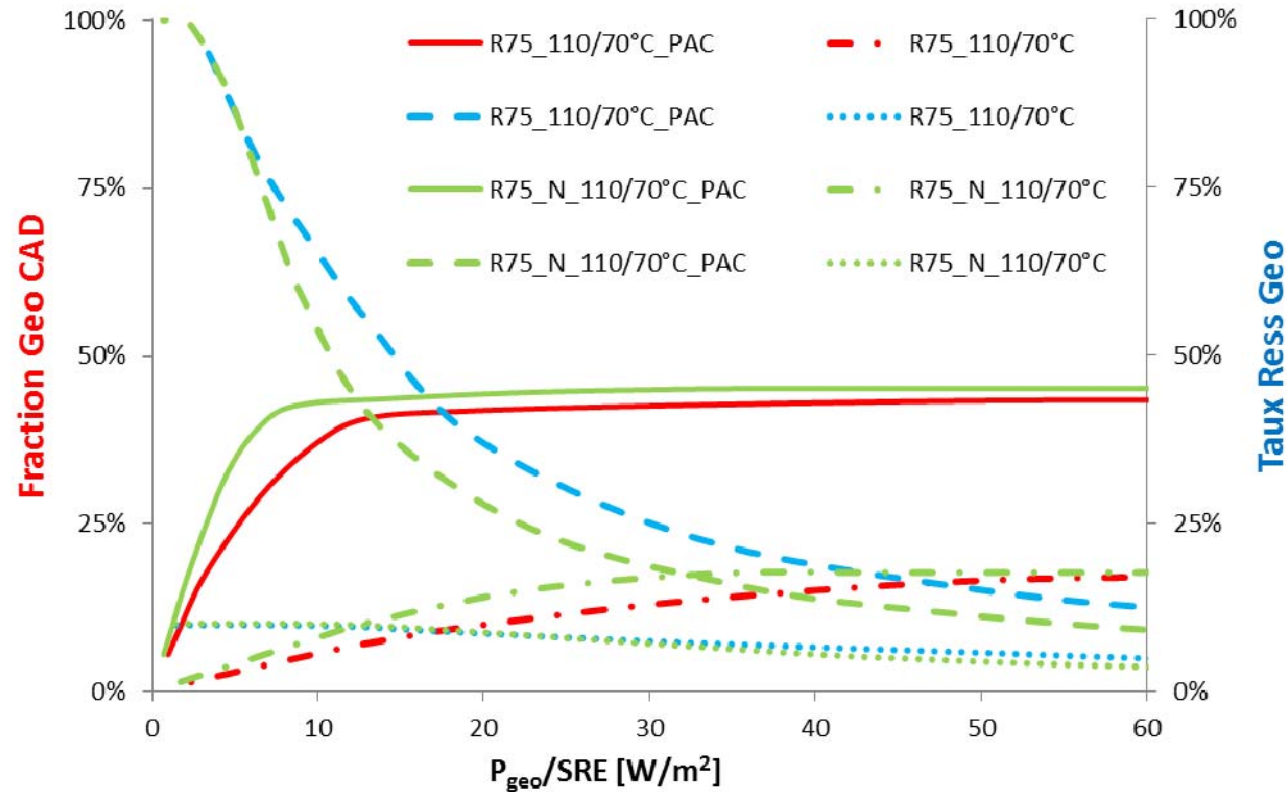
- Le ***dimensionnement géothermique par surface***, qui est le rapport entre la puissance géothermique (PGEO) et la surface chauffée (SRE pour Surface de Référence Energétique).
 - Plus cette valeur est élevée, plus il s'agit d'un petit réseau pour une ressource donnée.
- Cet indicateur permet non seulement de **tenir compte de l'effet de taille du réseau**, mais également de **l'effet d'une baisse de la demande** via la rénovation énergétique des bâtiments (chauffage divisé par 2 ci-après).
- Le fait de rapporter la puissance géothermique à la SRE permet dans ce cas de comparer des infrastructures similaires (même CAD et même nombre de bâtiments) pour une surface donnée.

Impact des rénovations





Impact des rénovations



- En résumé, sur un réseau alimentant des bâtiments neufs ou rénovés, la courbe de charge est modifiée avec une part plus grande de ruban et des pointes de chauffages plus faibles. Pour un périmètre identique ($P_{\text{GEO}}/\text{SRE}$ constant), on aboutit à deux logiques co-existantes entre un scénario avec l'existant et un scénario neuf/rénové (N) :
 - D'une part, la fraction géothermique dans le CAD augmente ;
 - D'autre part, le taux de valorisation de la ressource géothermique :
 - stagne si le réseau est grand par rapport à la ressource géothermique (car la chaleur économisée provient uniquement de l'appoint)
 - diminue si l'on se rapproche d'un réseau monovalent.
- Une modification des températures de réseau ne change pas ces conclusions même si l'amplitude varie quelque peu

- Différentes analyses de sensibilité ont été menées, notamment sur les caractéristiques de la PAC (COP, température de réinjection, etc..) → Celles-ci ne montrent pas de différences significatives par rapport au scénario de référence.
- Entre une géothermie entièrement assistée par PAC (COP d'environ 4-5) et une géothermie purement directe (COP d'environ 20-25), toute une palette de situation pourrait être observée et dépendra des taux de pénétration de la PAC et de ses performances.

- Deux éléments clés pour une intégration réussie de la géothermie (et du renouvelable/récupérable en général) dans les réseaux CAD :
 - D'une part, une température de réseau la plus basse possible (départ ET retour) permet d'intégrer un maximum de géothermie directe ;
 - D'autre part, l'utilisation d'une pompe à chaleur pour valoriser au mieux la ressource géothermique (augmentation du ΔT sur le fluide géothermique).
- Inscription de la géothermie dans le territoire : risque de concurrence entre les différentes énergies de ruban ?
 - Besoin d'un grand réseau pour correctement valoriser les énergies de ruban (rentabilité des investissements)
 - Besoin de prioriser les zones de rénovation / extensions de réseau
- La rénovation des bâtiments en parallèle permet de lisser la courbe de charge du réseau et d'augmenter la fraction des énergies de ruban dans le réseau

→ COMPLEMENTARITE