

---

# Réseaux thermiques et Transition énergétique

Pierre Holmuller

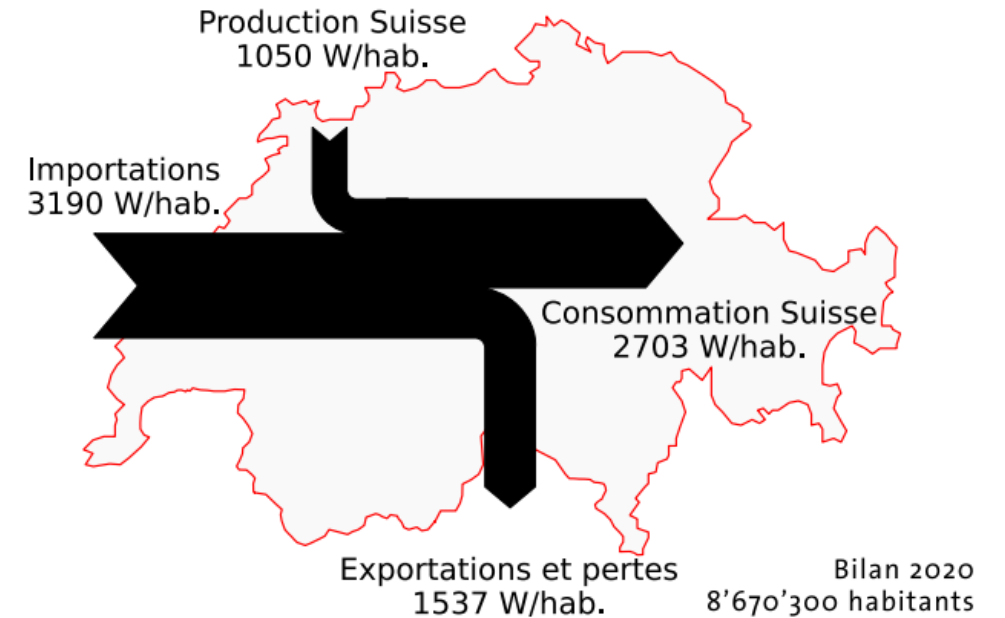
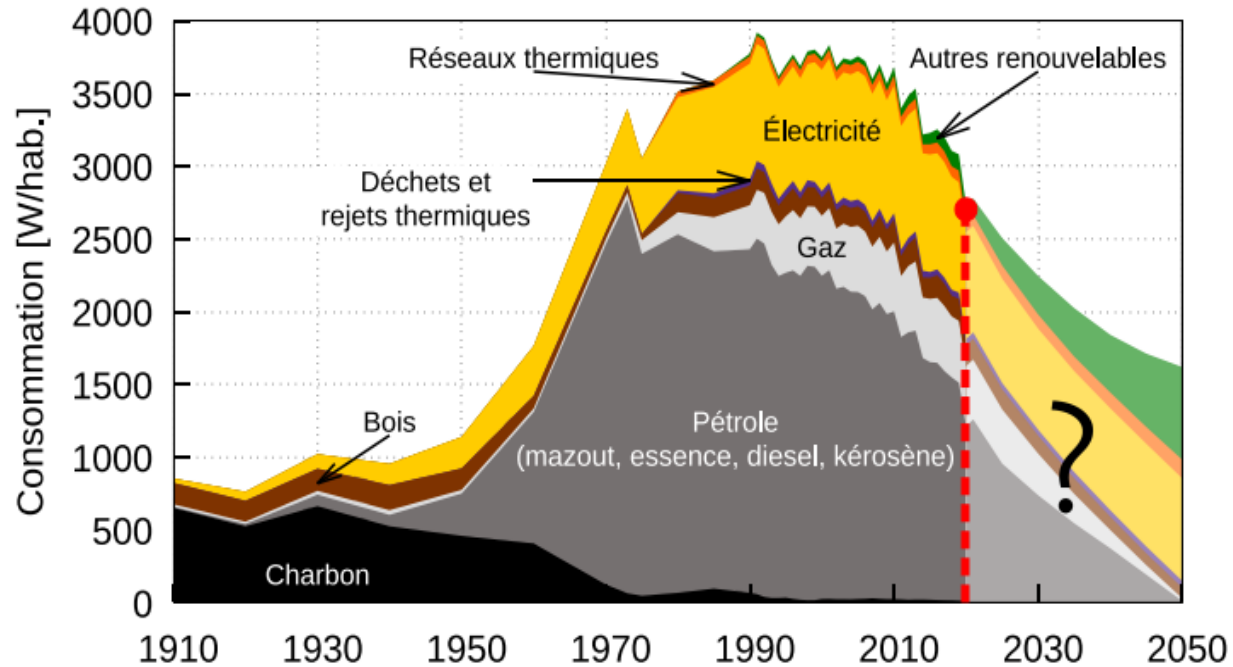
Groupe Systèmes Energétiques

Université de Genève

# Consommation énergétique Suisse

---

# Suisse, énergie finale



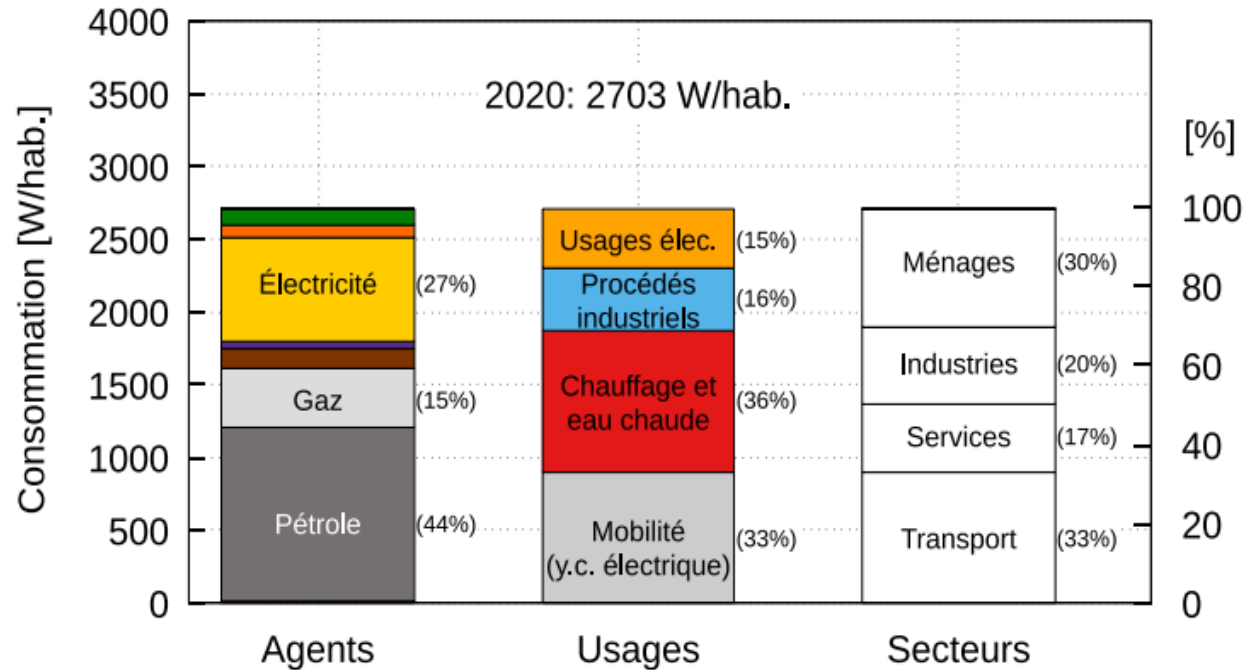
$2'700 \text{ W/pers} \times 8'760 \text{ h/an} = 23'650 \text{ kWh/pers/an}$

équivalent à

- 2'400 litre d'essence par pers
- 270 ampoules LED allumées 24/24 h

208 milliard de kWh, dont  $\frac{1}{4}$  produit localement

# Suisse, énergie finale



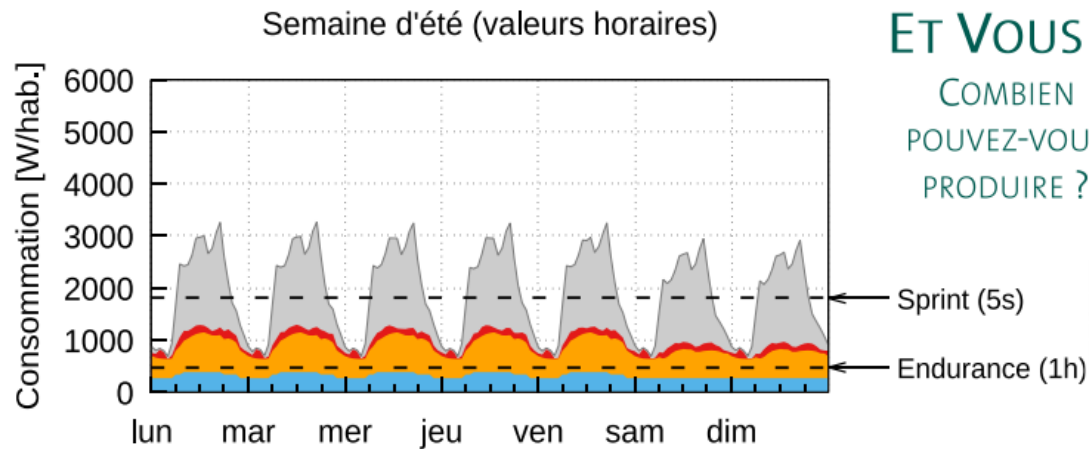
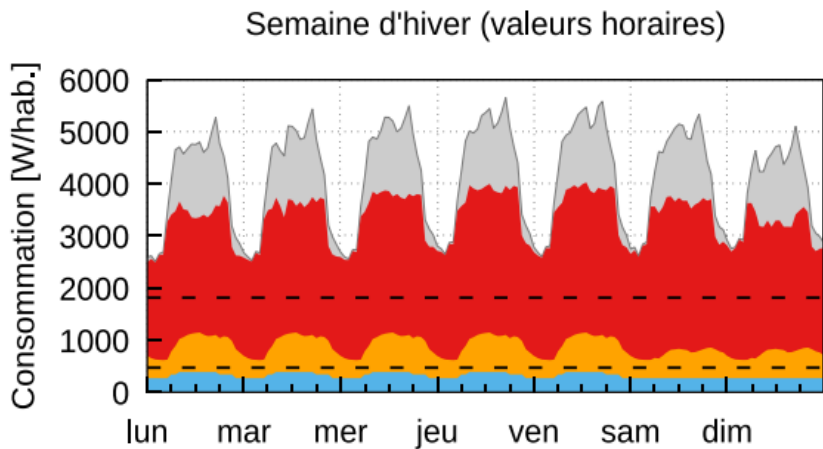
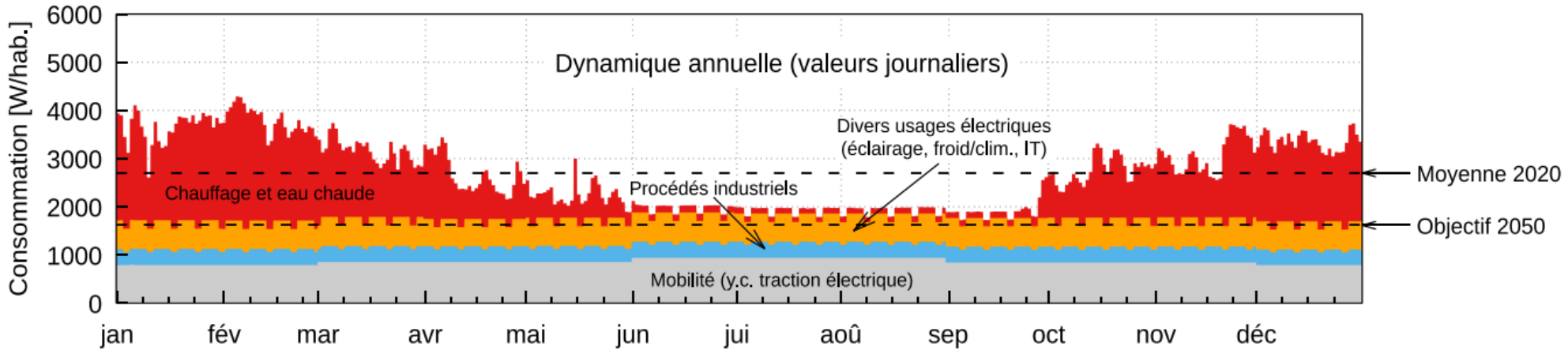
## Agents énergétiques:

- 59% fossile (pour chaleur et transport)
- 27% électricité (hydraulique, nucléaire, imports)
- 11% renouvelables (hors électricité)
- 3% chauffage à distance

## Usages:

- 36% chauffage et eau chaude
- 33% mobilité
- 16% processus industriels
- 15% usages électriques spécifiques (hors chauffage)

# Dynamique annuelle et journalière



ET VOUS ?  
COMBIEN  
POUVEZ-VOUS  
PRODUIRE ?



$$2'700 \text{ W/pers} \times 8'760 \text{ h/an} = 23'650 \text{ kWh/pers/an}$$

[https://www.unige.ch/sysener/files/8116/5481/2063/Poster\\_SysEner\\_A0\\_final.pdf](https://www.unige.ch/sysener/files/8116/5481/2063/Poster_SysEner_A0_final.pdf)

# Le rôle des réseaux thermiques

---

# Eléments de définition

## Définition technique:

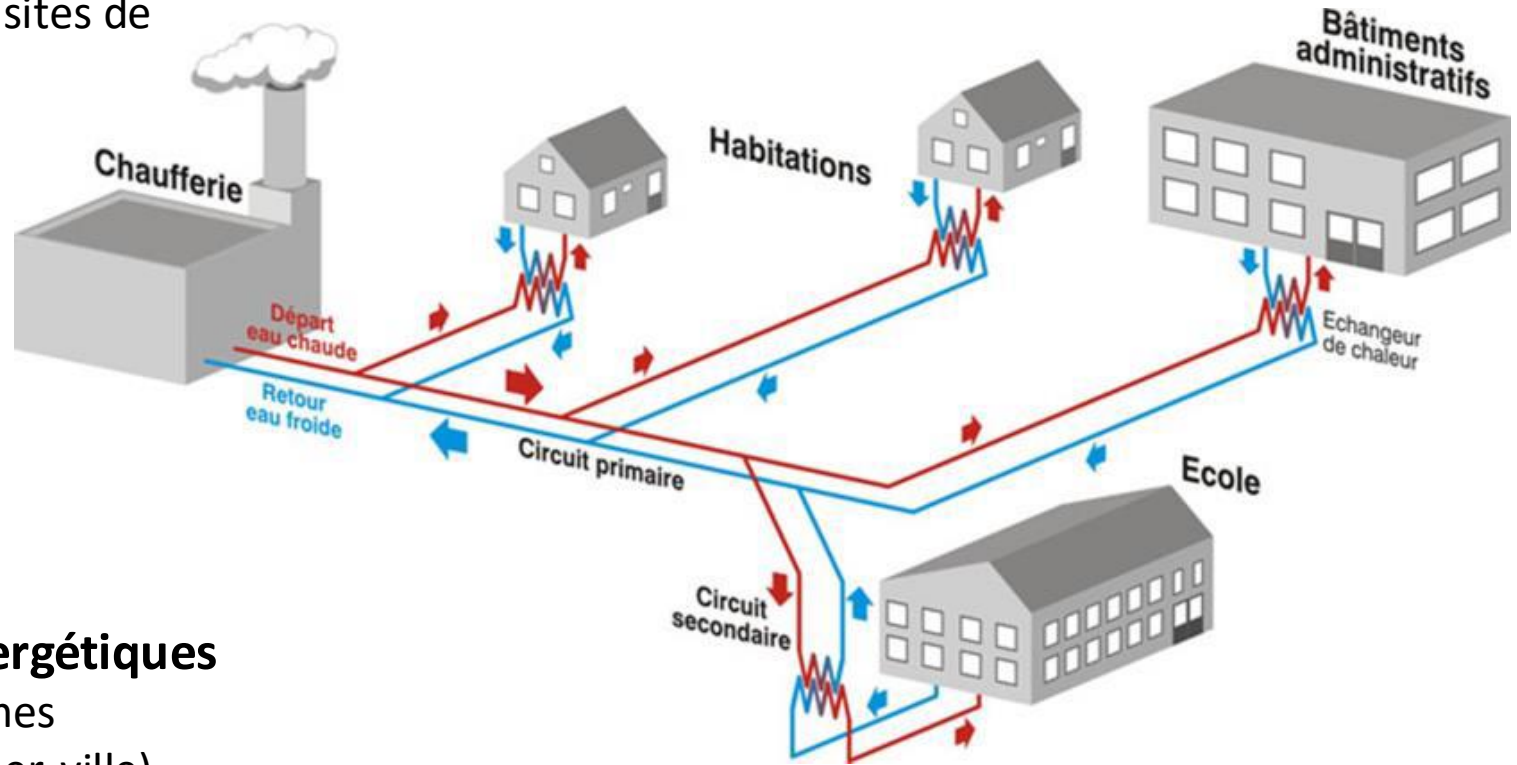
Réseau de conduites permettant de déplacer de la chaleur d'un endroit où elle est disponible/générée vers des sites de consommation

Composants techniques de base :

- Unités de production
- Conduites de transport
- Sous-stations

## Particularité vis-à-vis d'autres réseaux énergétiques

La chaleur se transporte difficilement → systèmes intrinsèquement locaux et isolés (échelle quartier-ville)



# Fonction et Sources d'approvisionnement

---

## Fonctions:

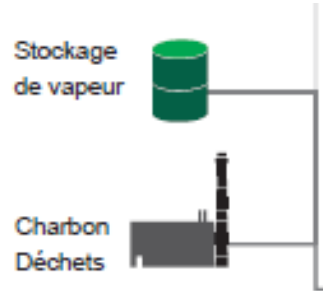
- Valoriser des sources de chaleur situées hors du périmètre de consommation (usines d'incinération, centrales thermique, géothermie profonde, eaux de lac, ...)
- Améliorer l'efficacité énergétique en recyclant des rejets de chaleur (usines d'incinération, centrales thermique, industrie)
- Mutualiser des infrastructures de production de chaleur → économies d'échelle + effet de foisonnement
- Faciliter l'investissement dans la production non-fossile → contracting comme moyen de résoudre le dilemme propriétaire / locataire)



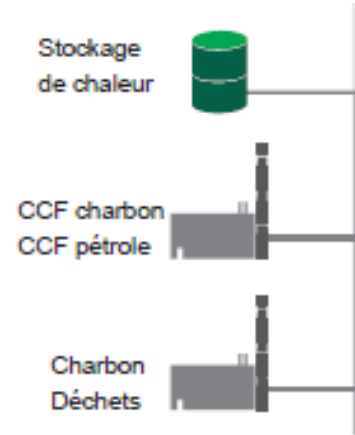
# Typologies de réseaux thermiques

## Types de réseaux / Période de mise en œuvre

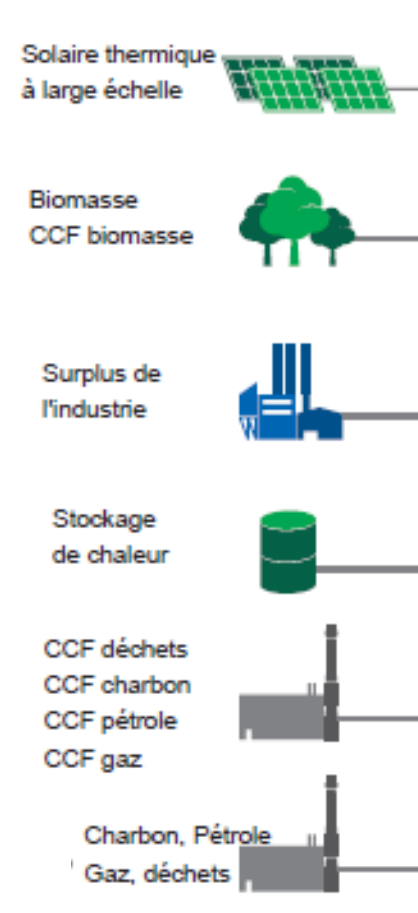
1G / 1880-1930



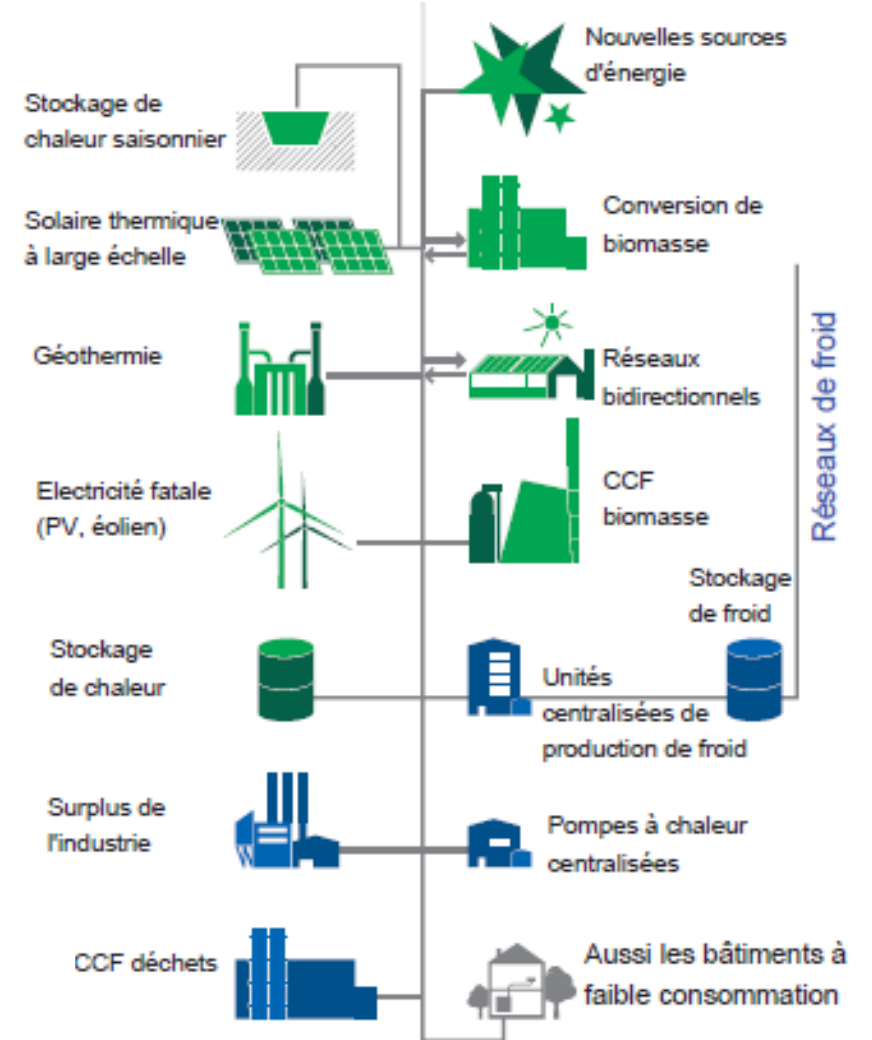
2G / 1930-1980



3G / 1980-2020

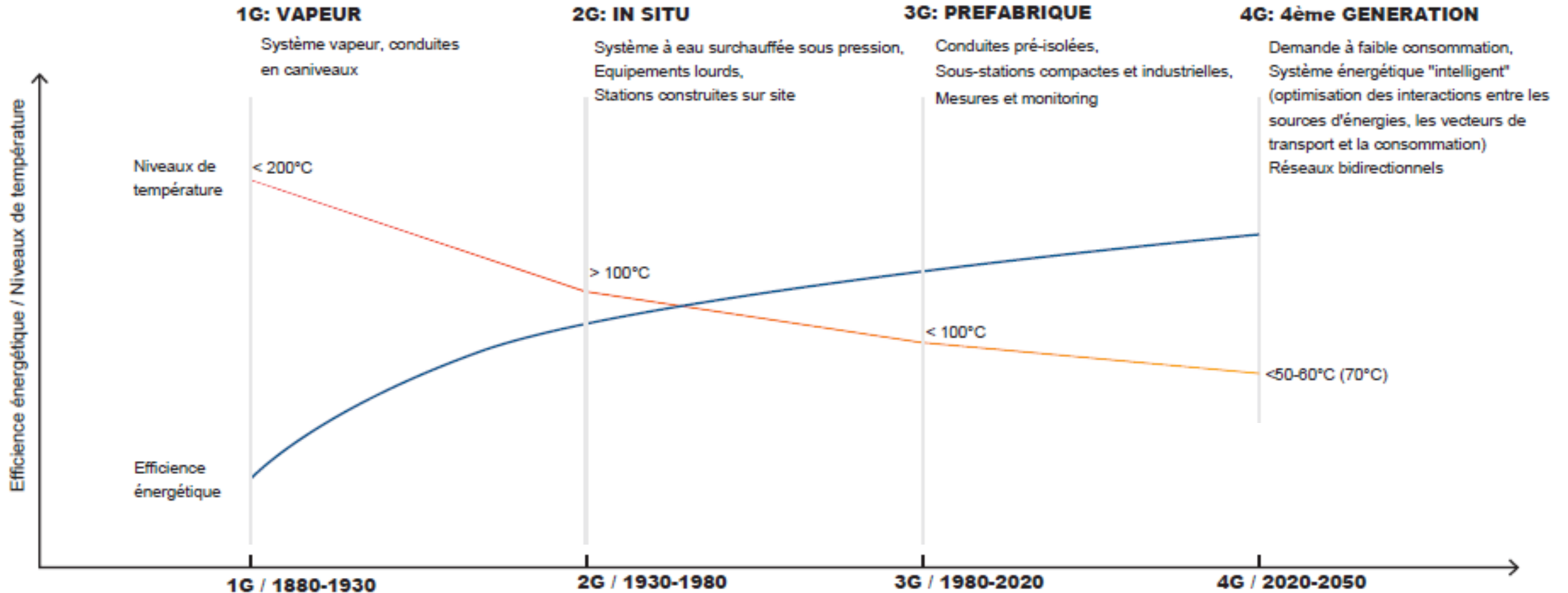


4G / 2020-2050



# Typologies de réseaux thermiques

## Types de réseaux / Période de mise en œuvre

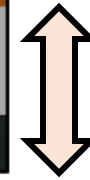
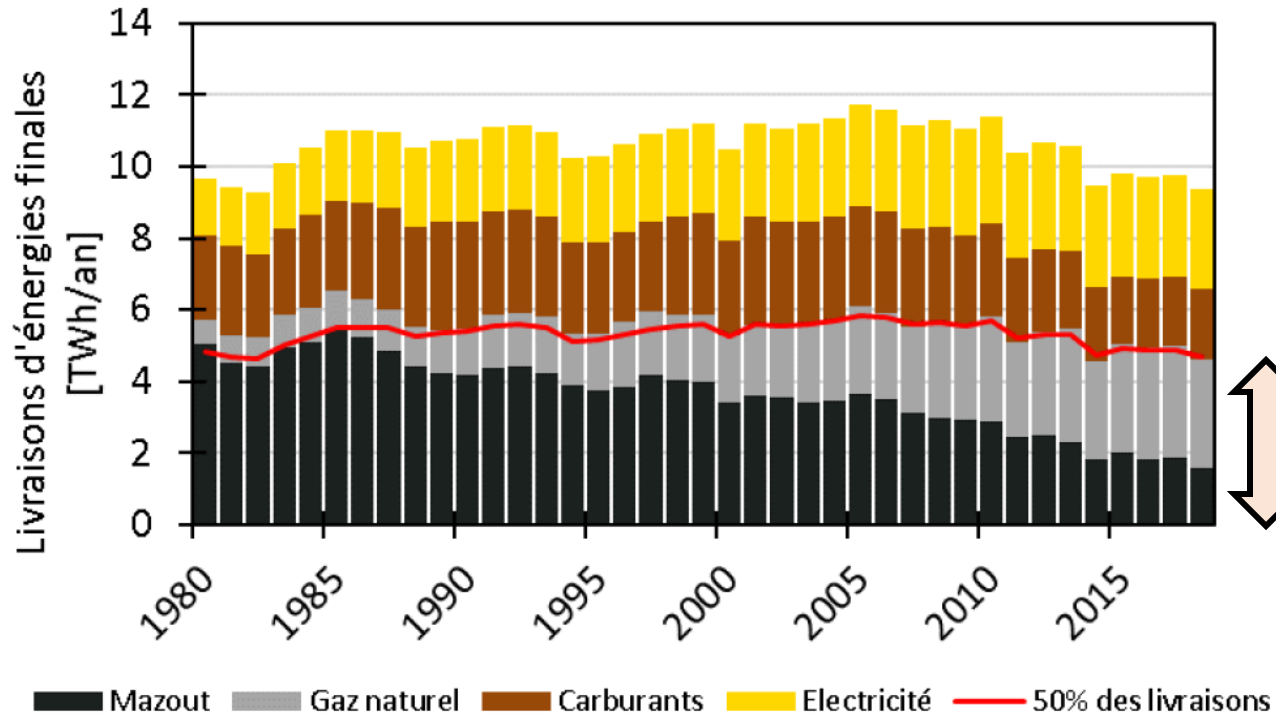


## Exemple: Genève

---

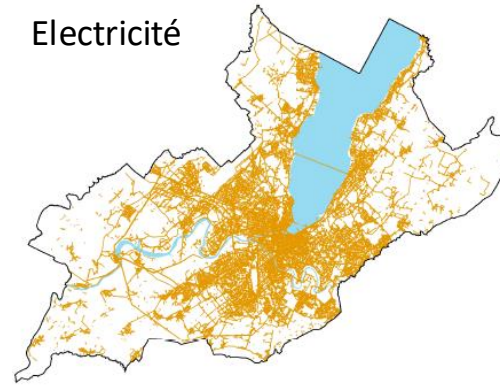
# Consommation d'énergie au niveau territorial (Genève)

## Consommation d'énergie finale

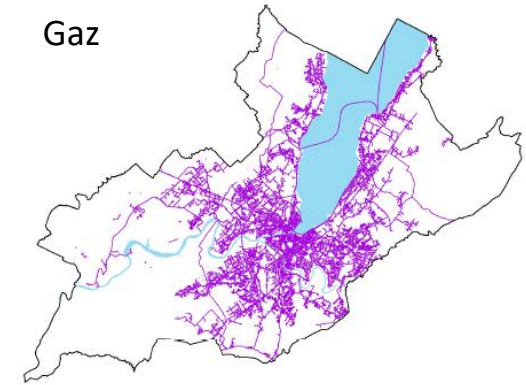


## Réseaux d'approvisionnement énergétique (2014)

Electricité



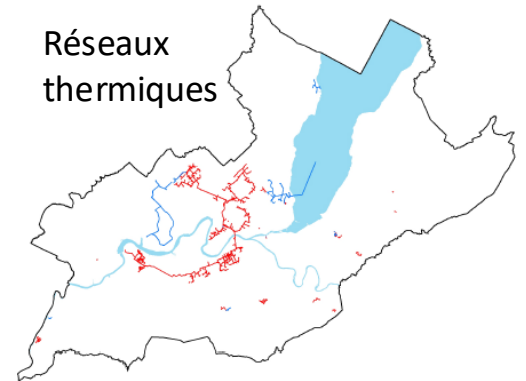
Gaz



Mazout et carburants



Réseaux thermiques



### Chaleur (chauffage et eau chaude):

- 50% de la consommation d'énergie territoriale
- Gros potentiel d'énergies renouvelables locales
- Enjeux de production, distribution, valorisation, usage

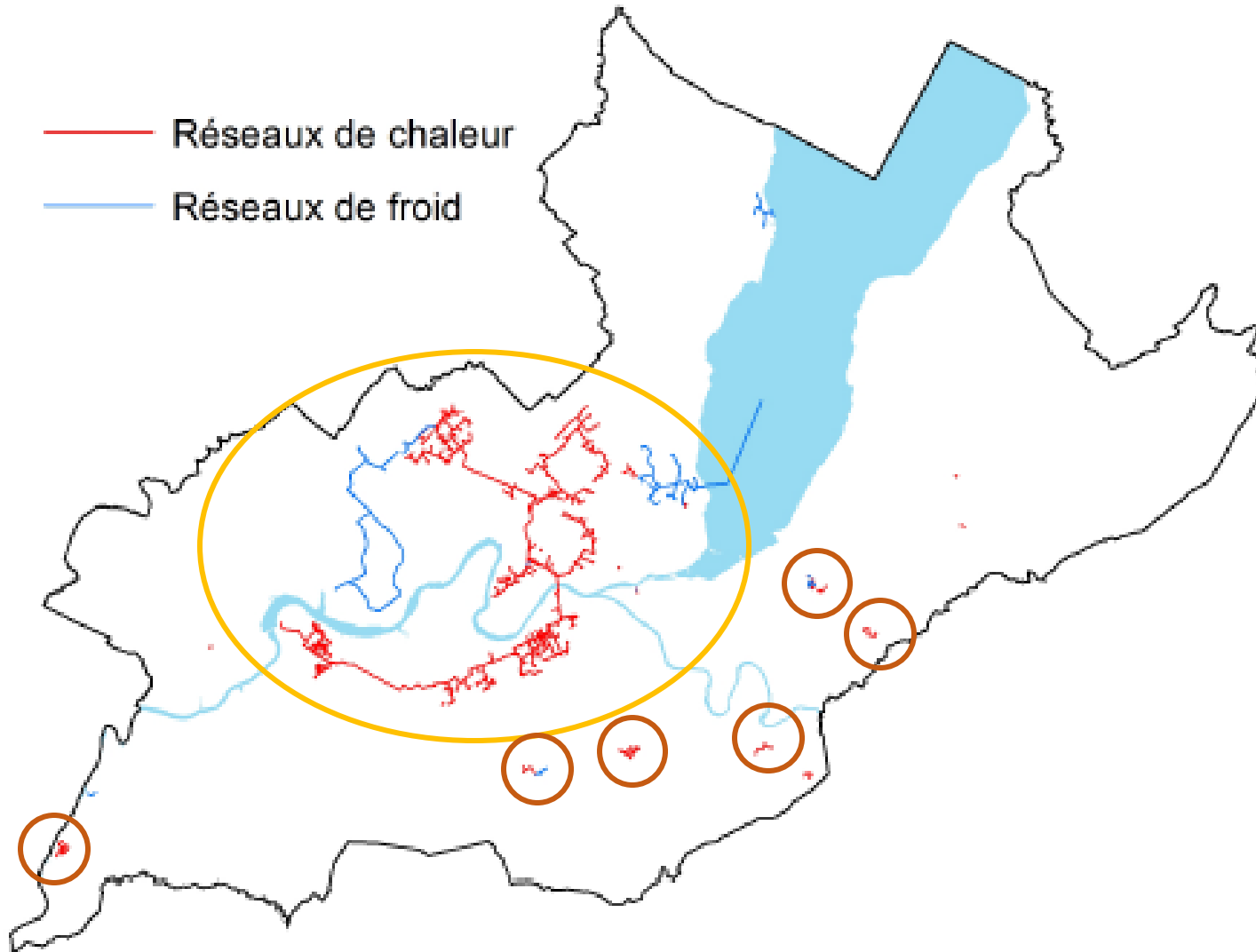
Sources:

Gauche: De Oliveira (2020), <http://archive-ouverte.unige.ch/unige:149640>

Droite: Quiquerez (2017), <http://archive-ouverte.unige.ch/unige:93380>

# Réseaux thermiques (Genève)

---



- Réseaux thermique structurants
  - Valorisation de ressources régionales
  - Monopole SIG
- Réseaux thermiques non-structurants
  - Valorisation de ressources locales
  - Communes, Propriétaires immobiliers, ...

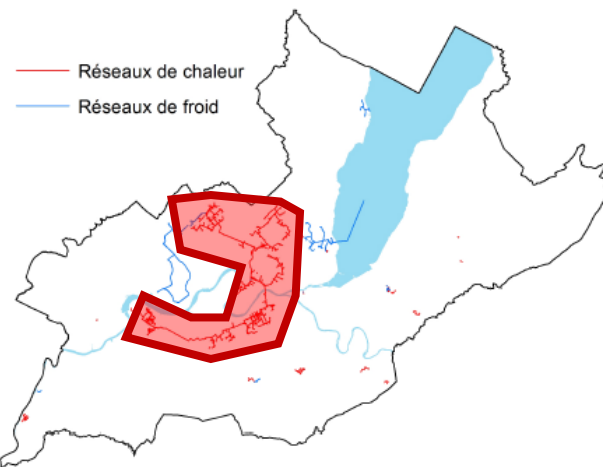
# CADSIG-CADIOM (CAD structurant)

Réseaux de chaleur CADSIG et CADIOM (situation 2014)

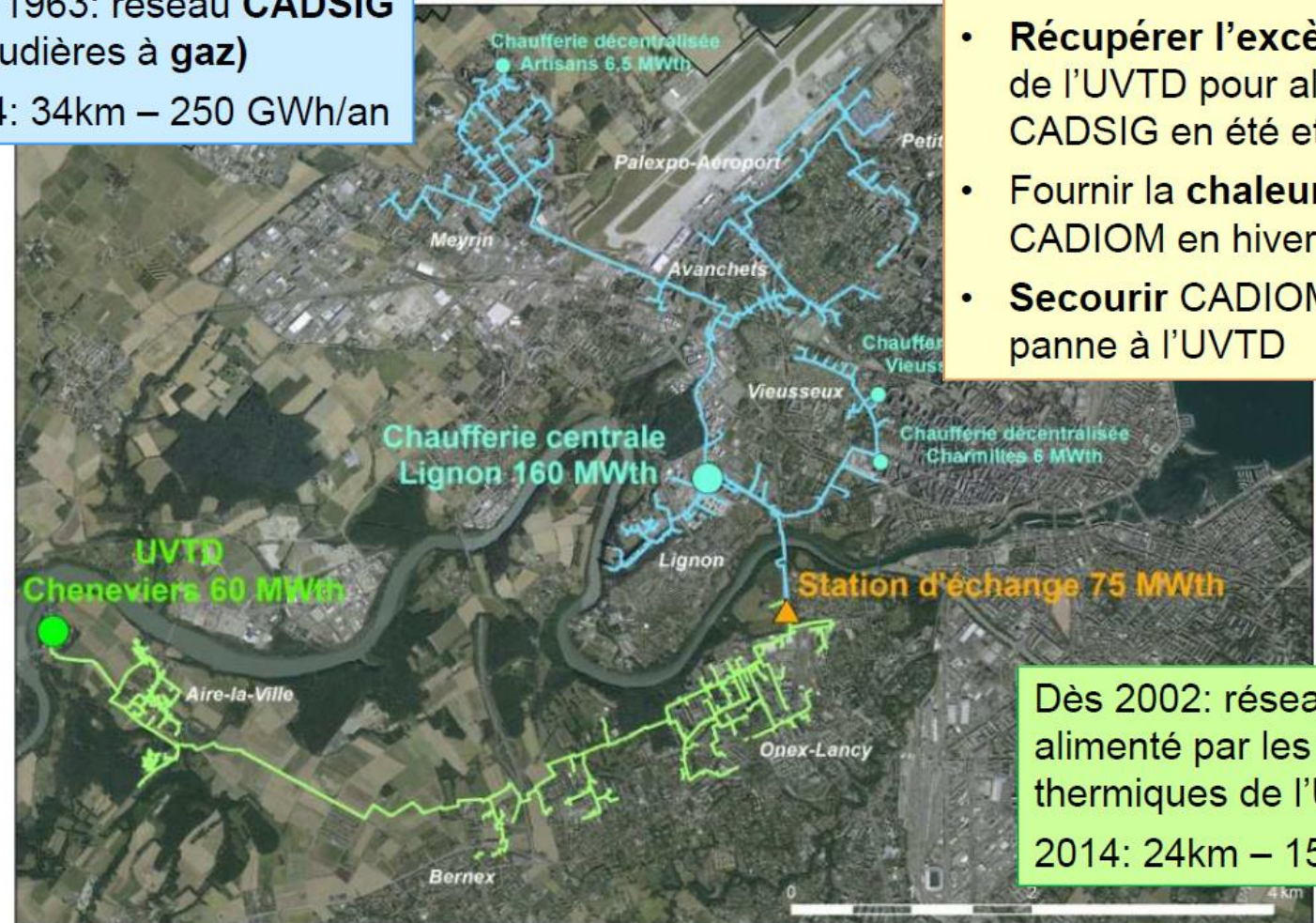
Unités de production:

- UVTD\*): 60 MWth
- Chaudières gaz: 160 MWth

\*) UVTD: usine de valorisation et traitement des déchets



Dès 1963: réseau **CADSIG**  
(chaudières à **gaz**)  
2014: 34km – 250 GWh/an



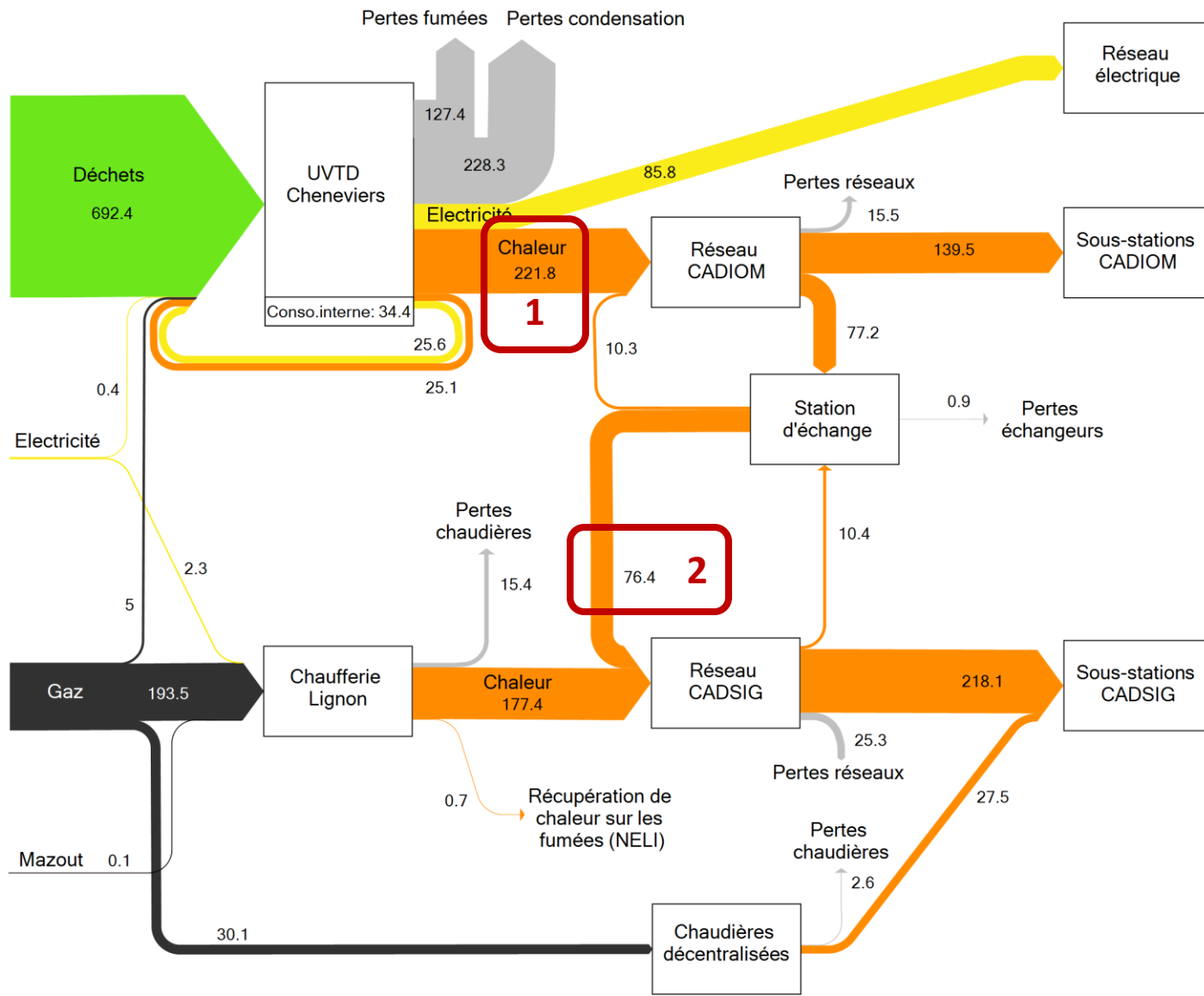
2012: Interconnexion pour:

- Récupérer l'excès de chaleur de l'UVTD pour alimenter CADSIG en été et mi-saison
- Fournir la **chaleur de pointe** à CADIOM en hiver
- **Secourir** CADIOM en cas de panne à l'UVTD

Dès 2002: réseau **CADIOM**  
alimenté par les rejets  
thermiques de l'UVTD  
2014: 24km – 155 GWh/an

# CADSIG-CADIOM (CAD structurant)

Bilan énergétique (Jul 2013 – Jun 2014), GWh



Résultat :

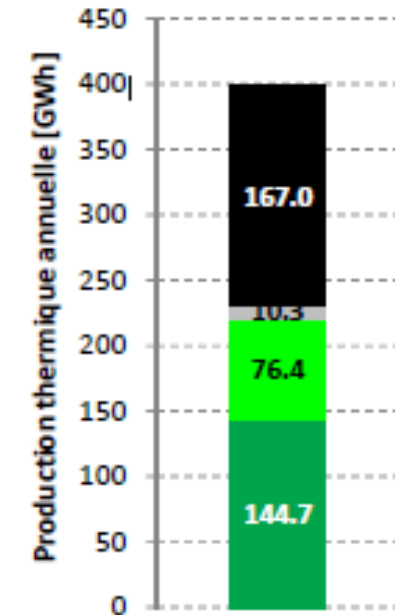
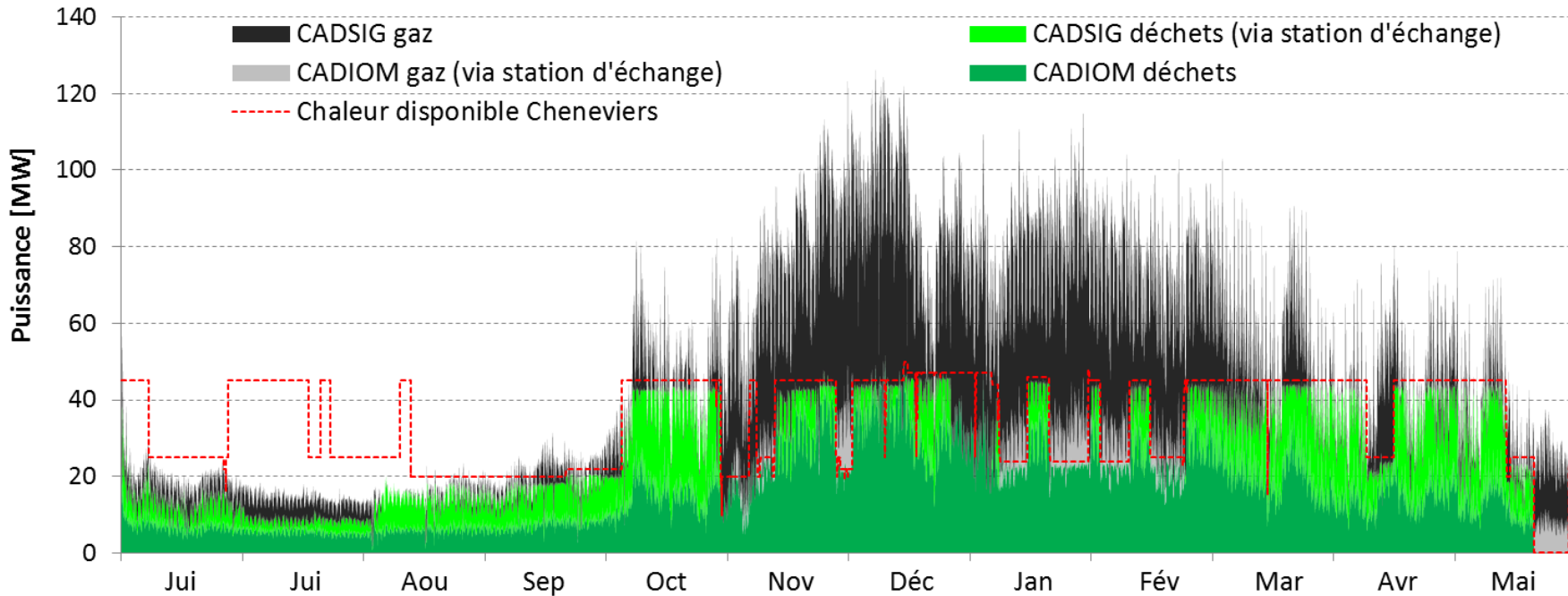
- 1) Valorisation de rejets thermiques
- 2) Mutualisation des ressources / Valorisation de l'excès estival

Source: Quiquerez (2017)

<http://archive-ouverte.unige.ch/unige:93380>

# CADSIg-CADIOM (CAD structurant)

## Bilan énergétique (Jul 2013 – Jun 2014)



### Bilan 2013 - 2014:

- Chaleur fatale (rejets de chaleur): 56% (potentiel de valorisation estivale pas encore épuisé)
- Fossile (gaz): 44%

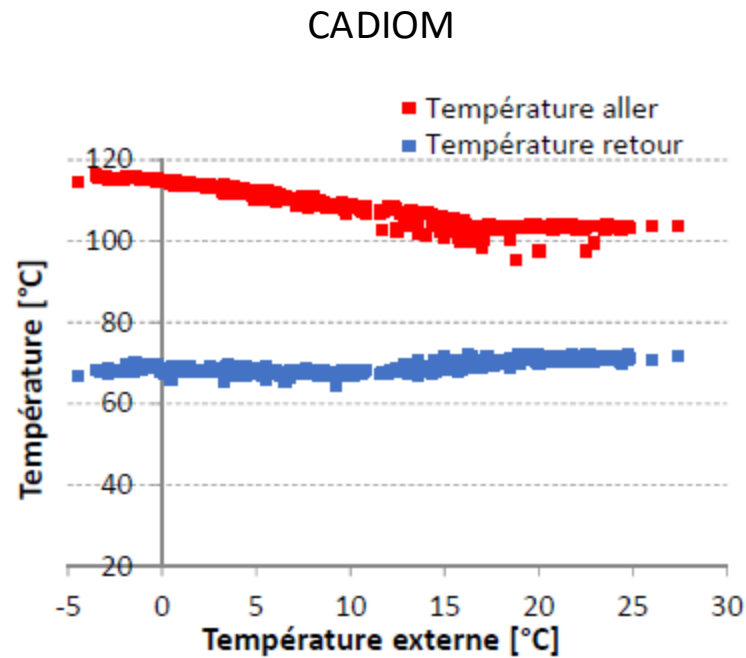
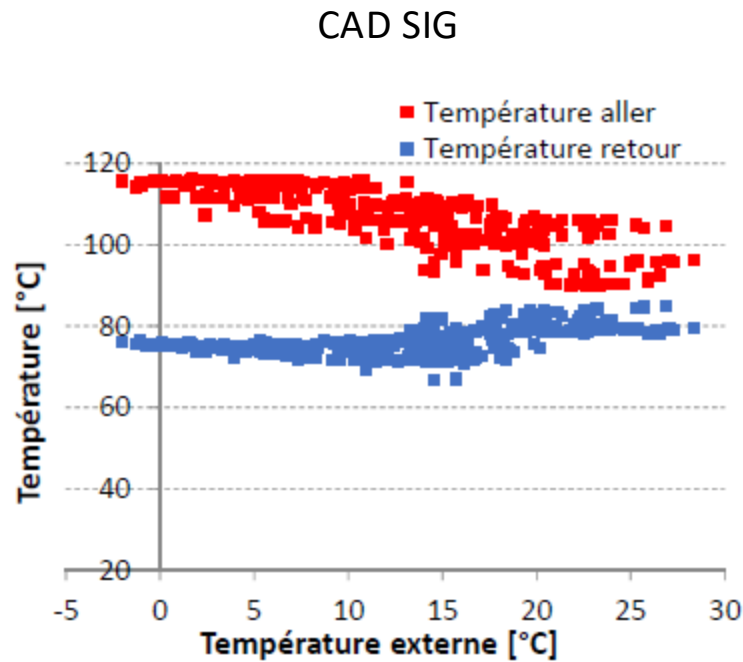
Source: Quiquerez (2017)

<http://archive-ouverte.unige.ch/unige:93380>



# CADSIG-CADIOM (CAD structurant)

## Niveaux de température



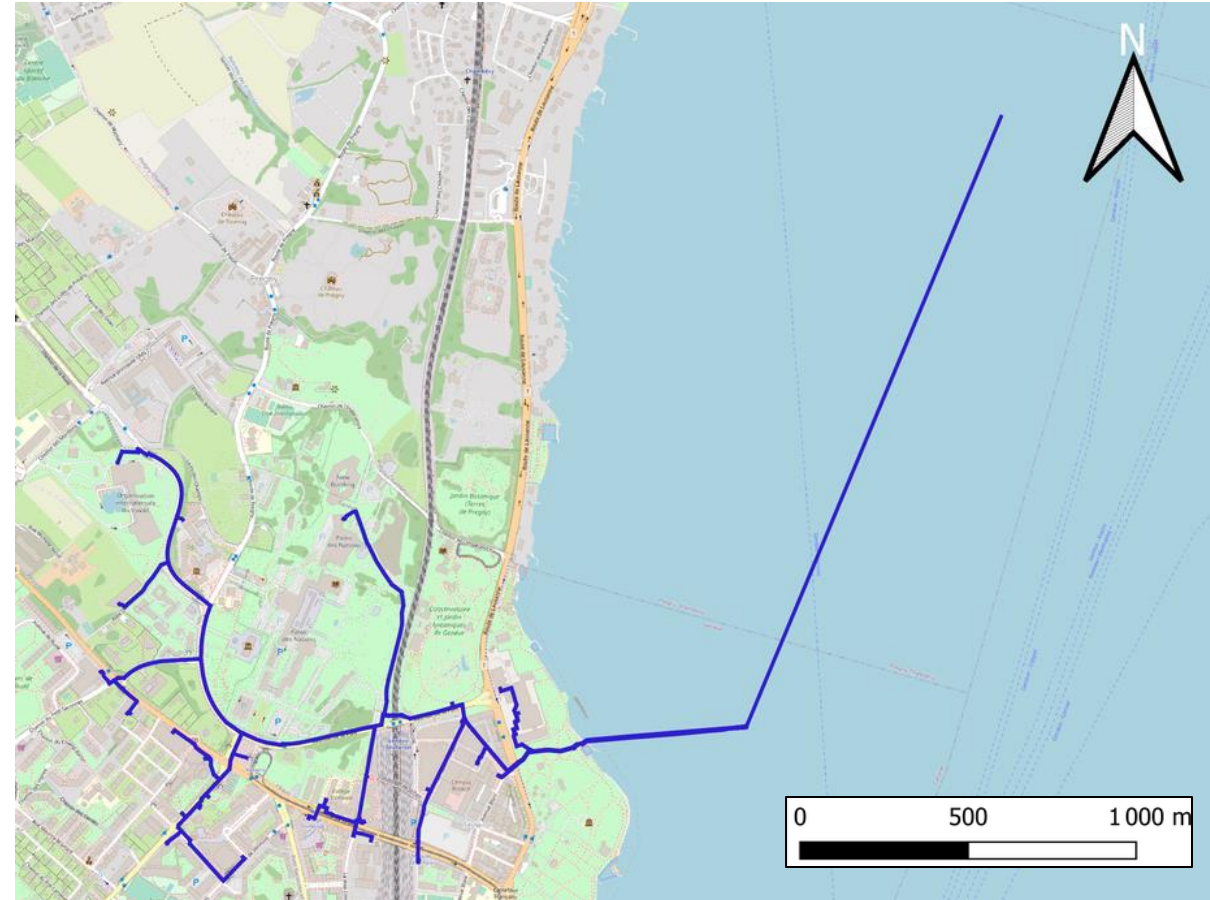
Source: Quiquerez (2017)  
<http://archive-ouverte.unige.ch/unige:93380>

Incinération (haute température) → réseau 2<sup>ème</sup> génération  
(lors de la mise en service, pas encore d'ambition  
d'intégration de sources renouvelables basse température)

# GLN (FAD structurant)

## Caractéristiques (2011)

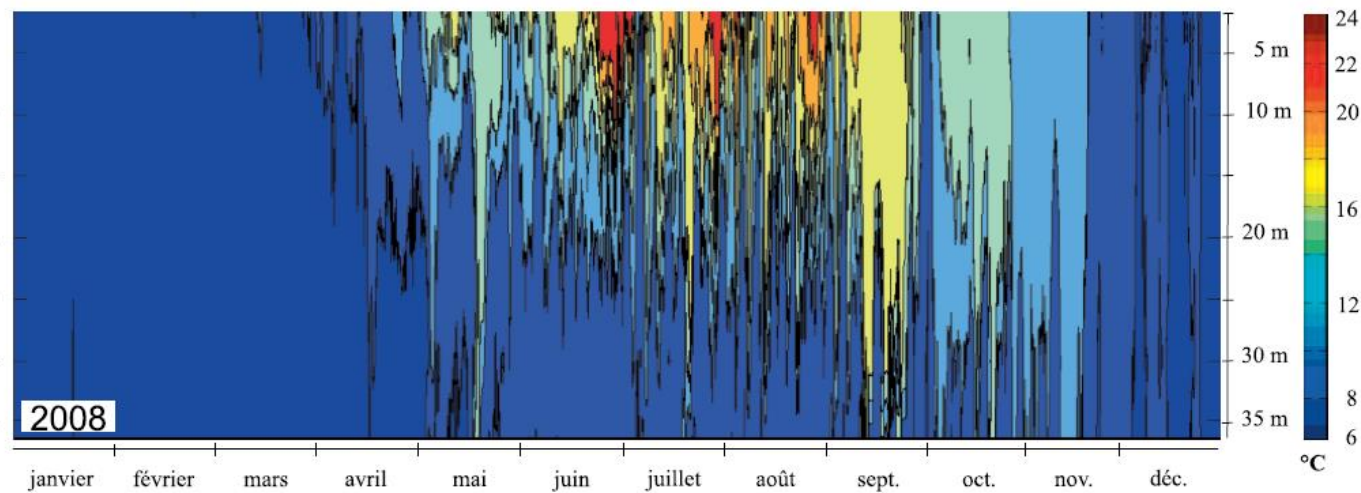
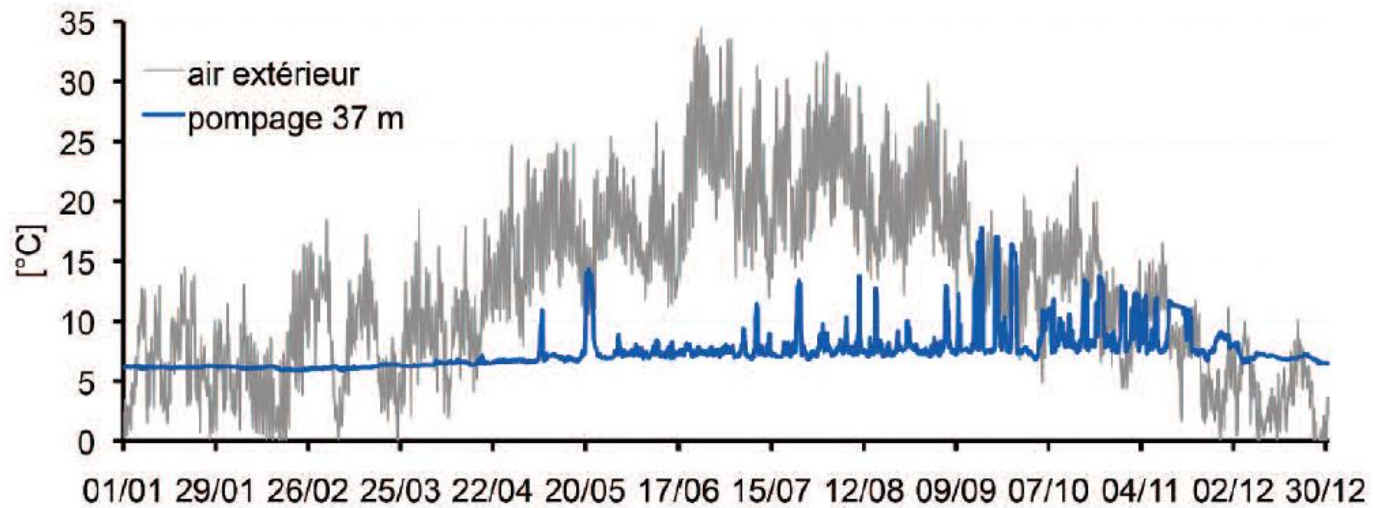
- Capacité: 16 MW (rafraîchissement)
- Débit nominal : 2'700 m<sup>3</sup>/h
- Longueur de réseau : 6 km (longueur simple)
- Profondeur de la crépine : 37 m



Source: SITG

# GLN (FAD structurant)

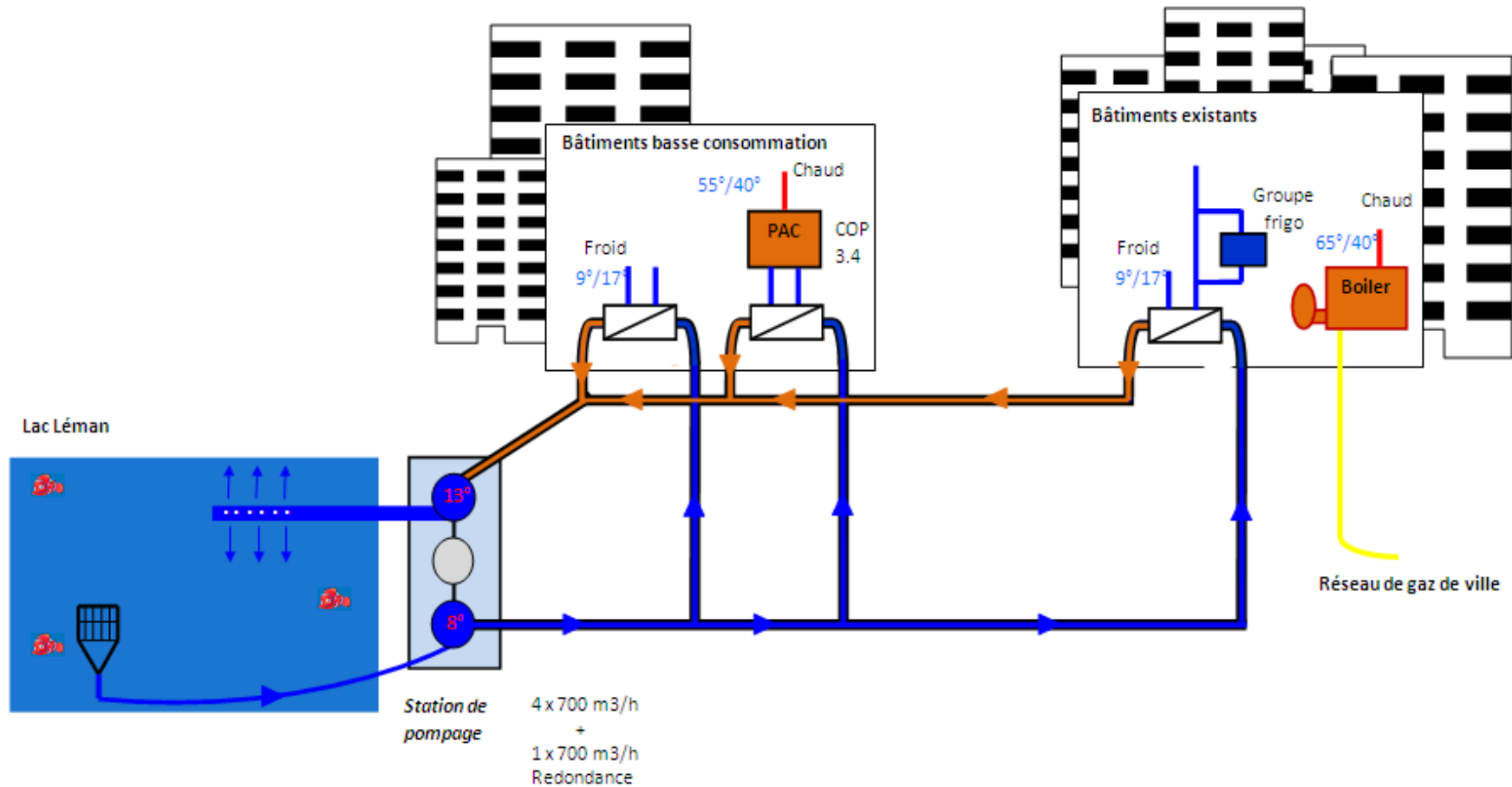
## Niveaux de température



Source: Faessler et al. (2012)  
<https://archive-ouverte.unige.ch/unige:28925>

# GLN (FAD structurant)

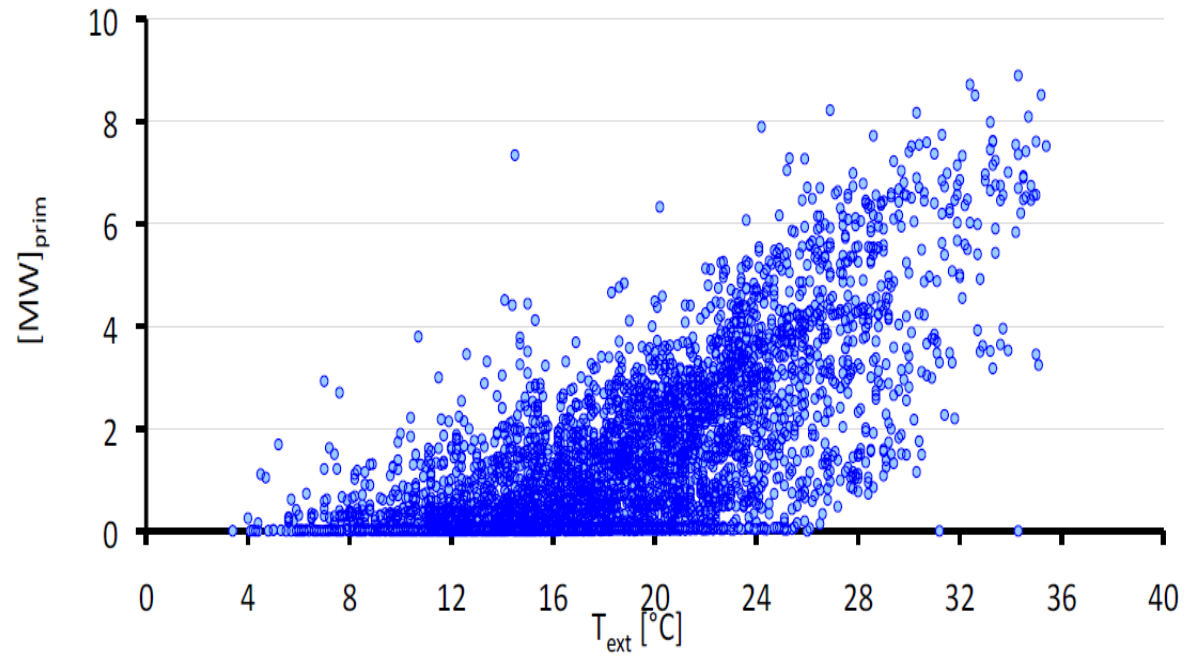
## Schéma de principe



# GLN (FAD structurant)

---

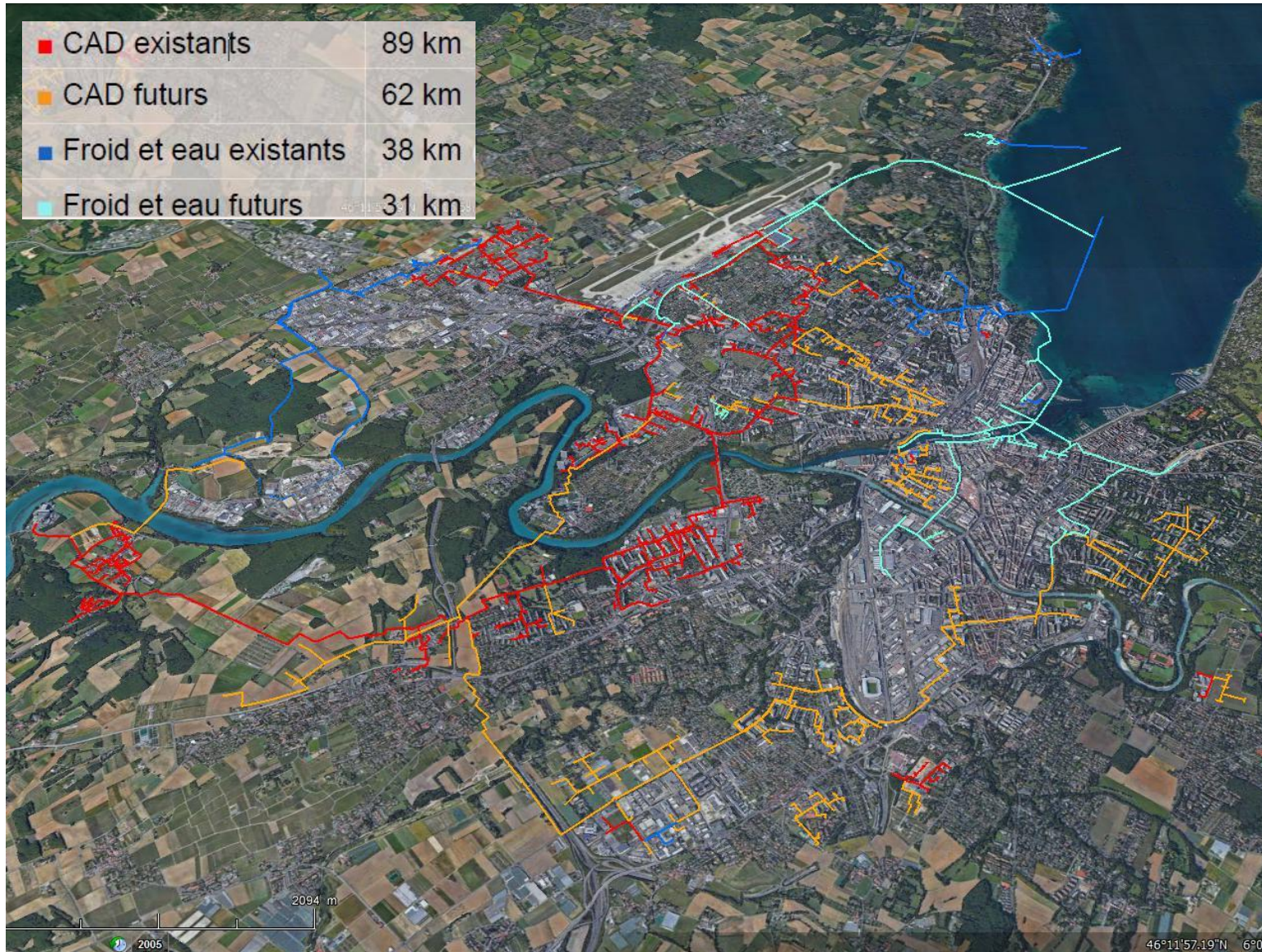
Signature énergétique (Avr 2010 – Mars 2011, valeurs horaire)



Source: Faessler et al. (2012)

<https://archive-ouverte.unige.ch/unige:28925>

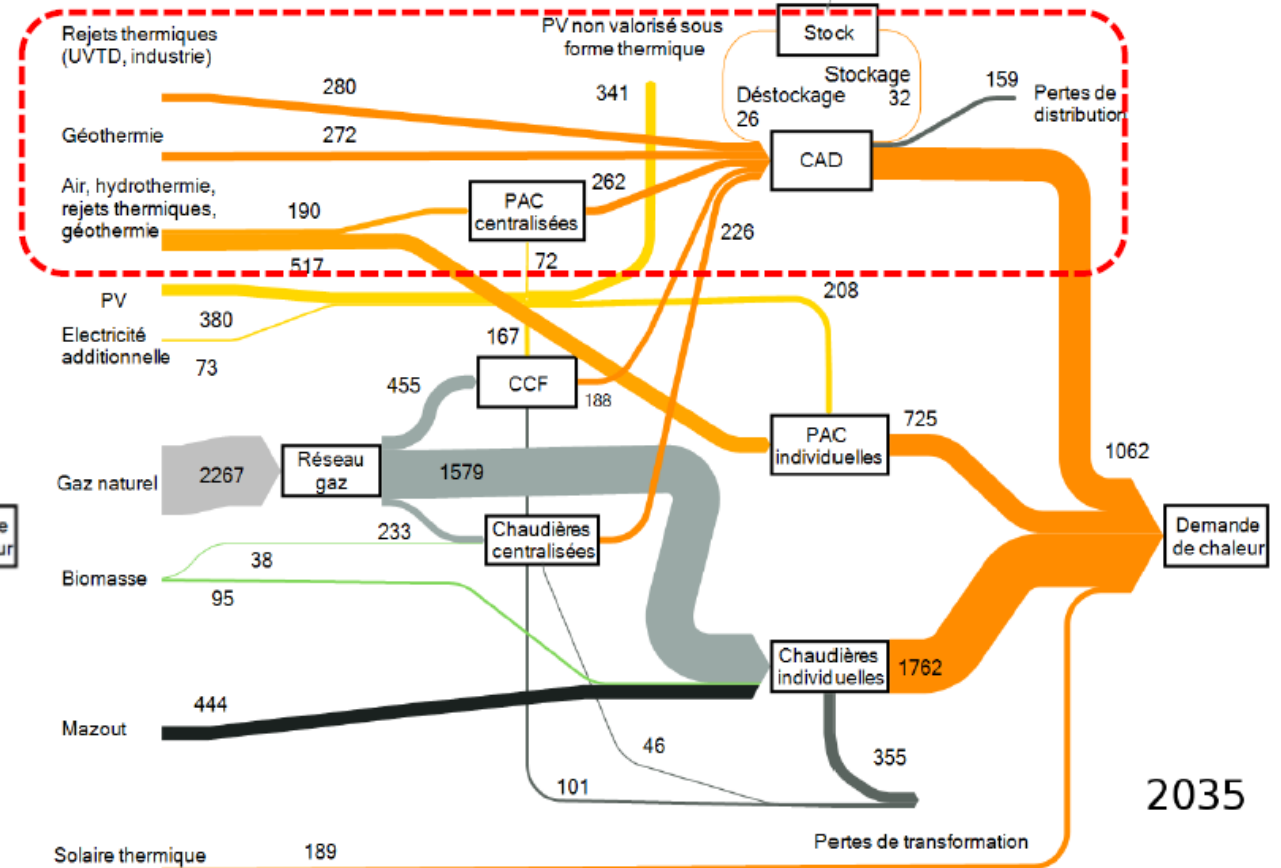
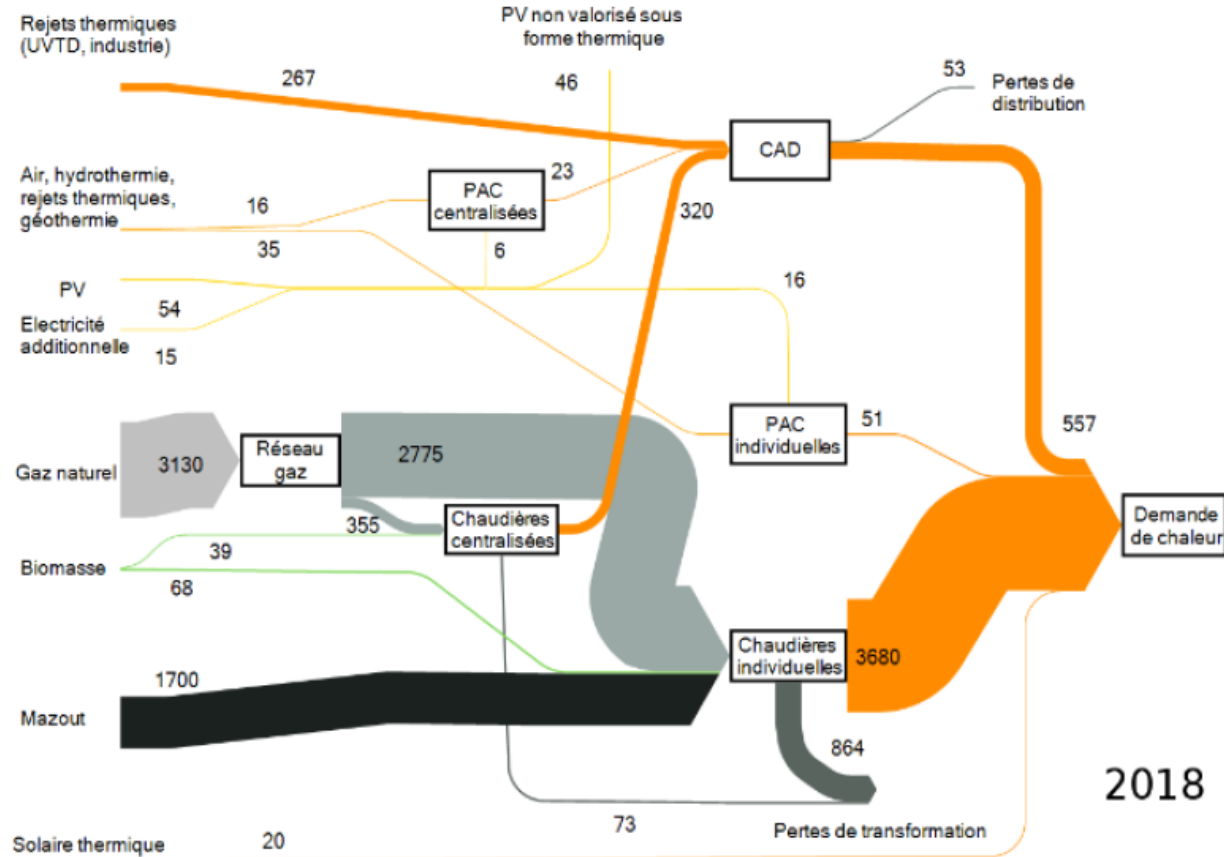
# Projets de développement des réseaux thermiques



Source: SIG (2020)

# Projets de développement des réseaux thermiques

## Approvisionnement chaleur des bâtiments du canton (GWh/an)

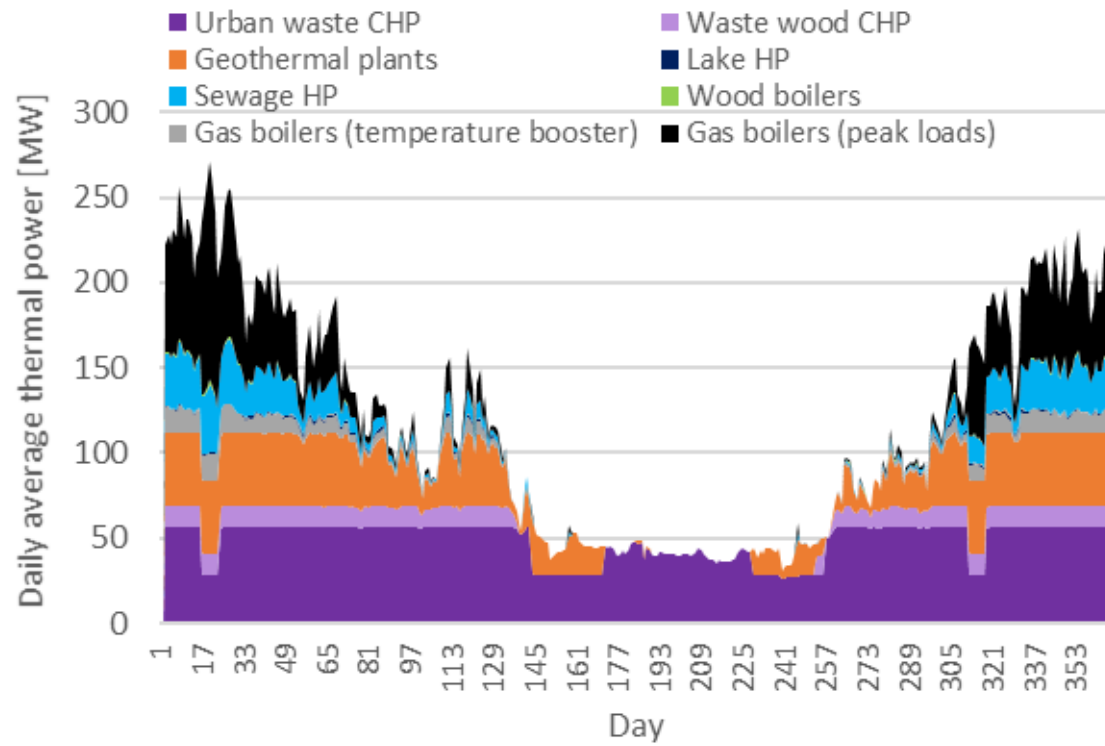


Source: Quiquerez (2017),  
<http://archive-ouverte.unige.ch/unige:93380>

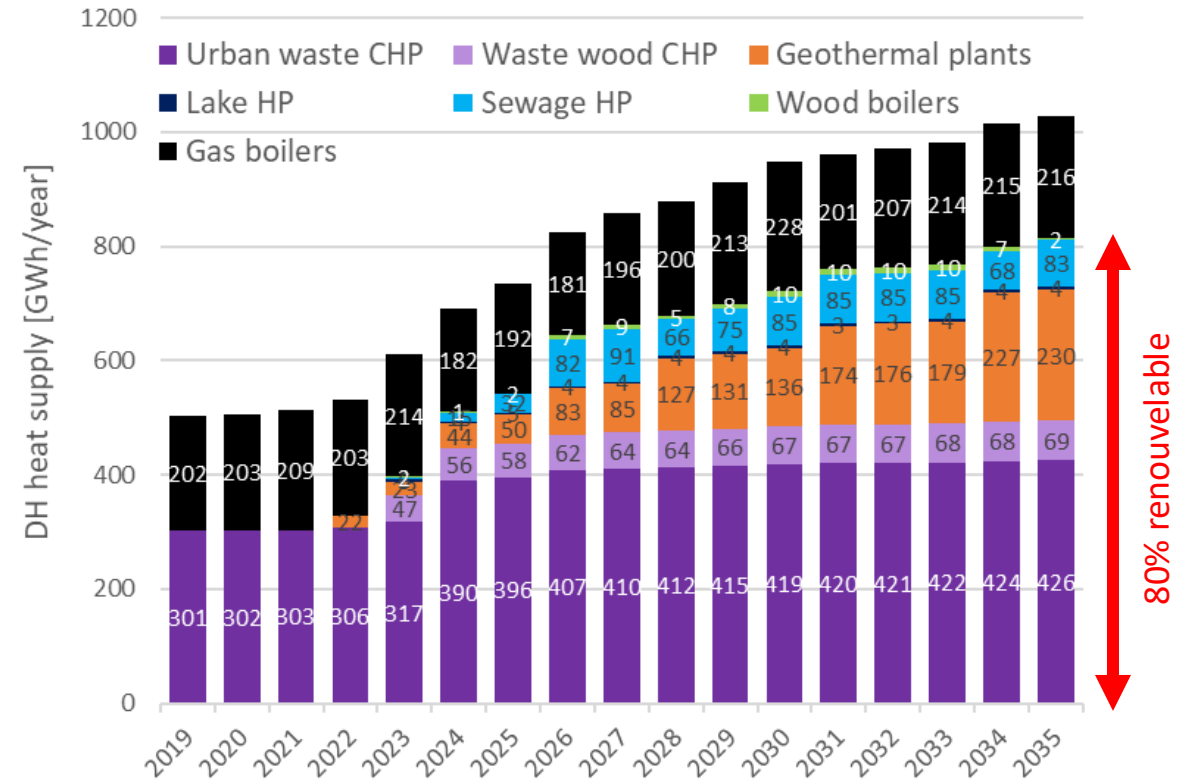
Rôle stratégique des CAD pour décarboner le canton.  
 Double challenge: déployer réseaux + intégrer EnR&R

# Projets de développement des réseaux thermiques

## Courbe de charge 2035



## Evolution du mix annuel



Source: Quiquerez (2020),  
<https://archive-ouverte.unige.ch/unige:136510>



Merci!

---