

Suivi énergétique de l'écoquartier des Vergers à Meyrin, quels enseignements pour le futur ?

Stefan Schneider

Pauline Brischoux

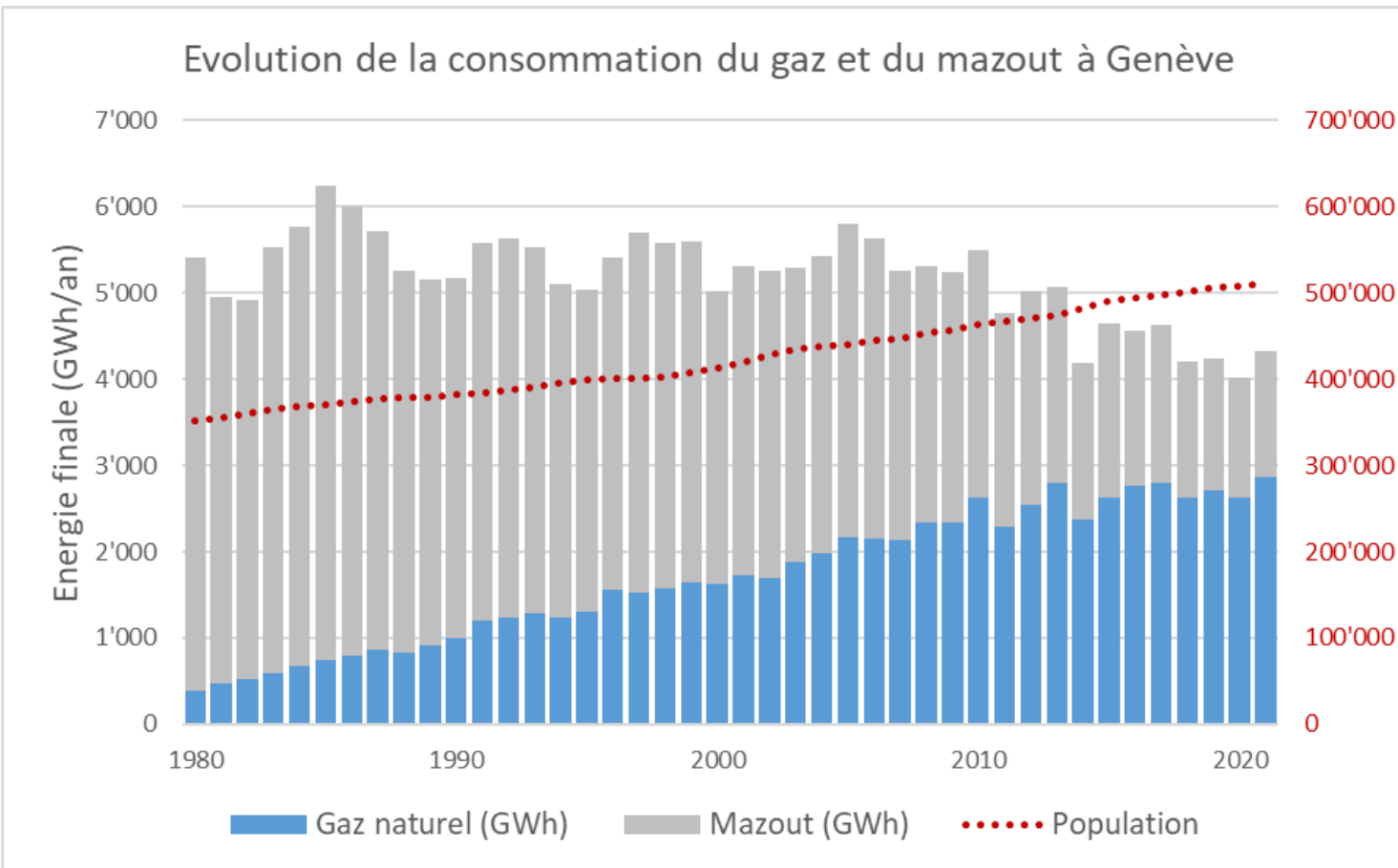
Groupe Systèmes Energétiques

Département F.-A. Forel des Sciences de l'Environnement et de l'Eau, Faculté des Sciences

Institut des Sciences et de l'Environnement

Contexte de l'étude

Contexte de l'étude : énergies fossiles utilisées dans nos bâtiments



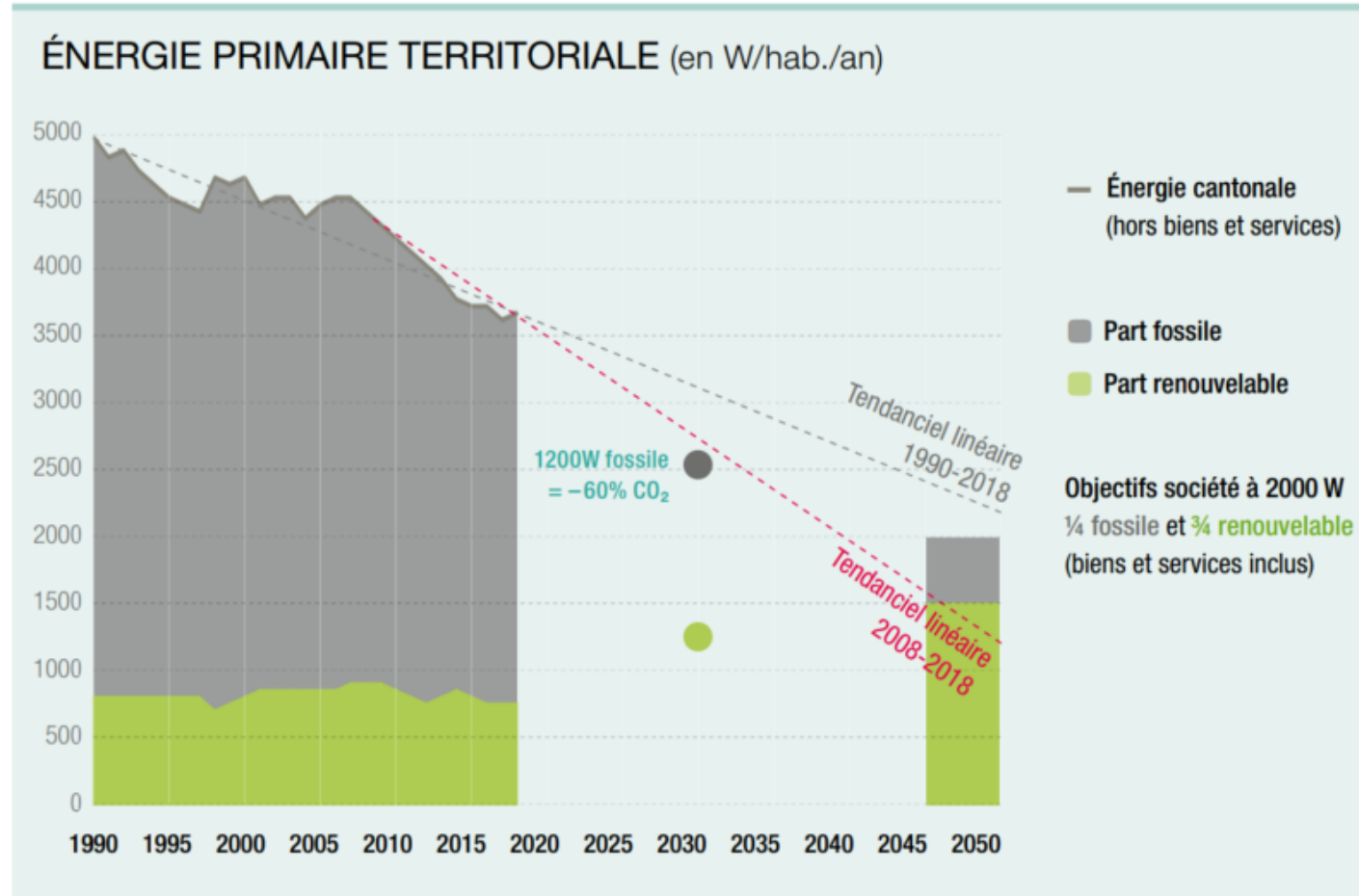
- Consommation totale en légère baisse dans un contexte de croissance démographique.
- On observe principalement une substitution de chaudières au mazout par des chaudières au gaz naturel.
- Le changement climatique explique une partie de la baisse de consommation, mais pas que...

Source: OCSTAT (livraison d'énergie finale, gaz et mazout et population):

https://statistique.ge.ch/domaines/08/08_02/tableaux.asp#4

https://statistique.ge.ch/domaines/01/01_01/tableaux.asp#1

Contexte de l'étude : vision globale de la transition énergétique

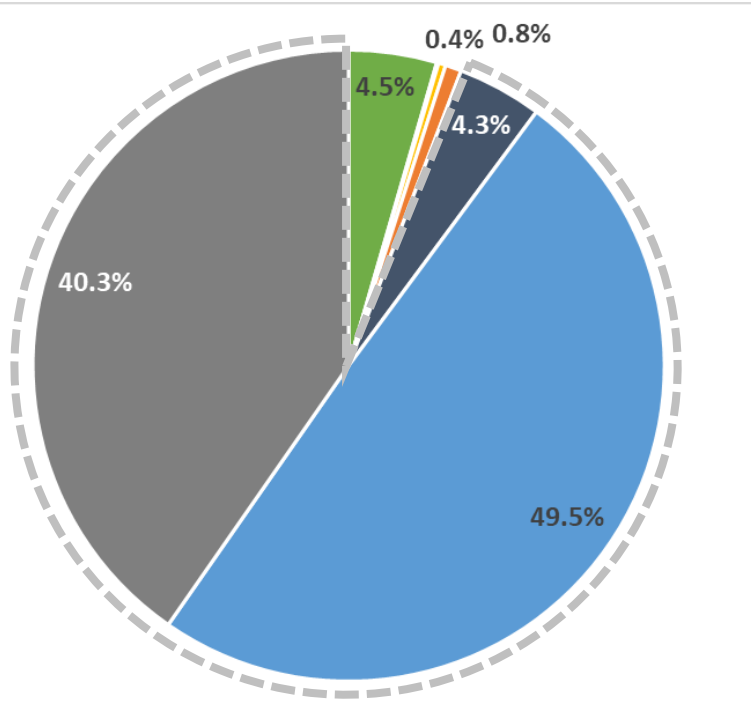


Source: plan directeur de l'énergie:

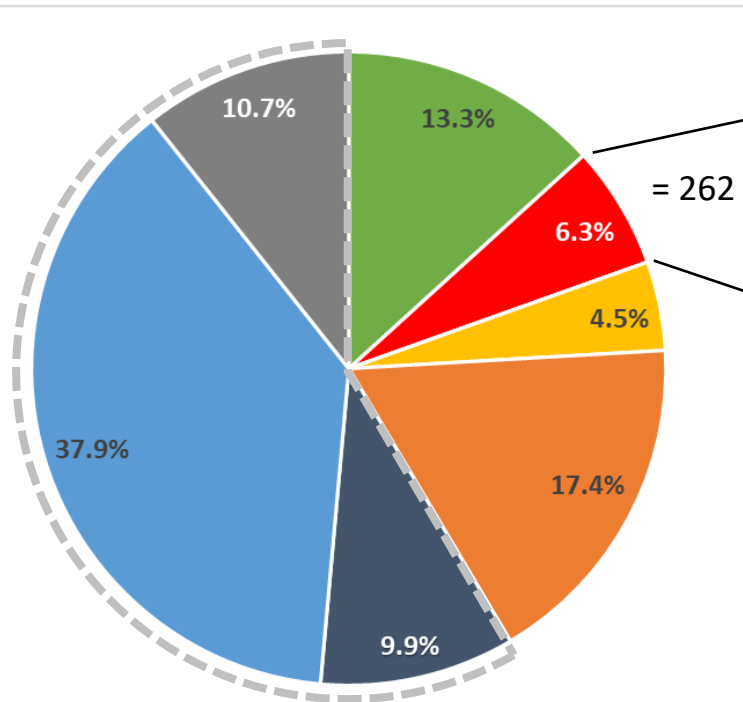
<https://www.ge.ch/dossier/transition-energetique-geneve/actions-concretes-accelerer-transition-energetique/plan-directeur-energie>

Contexte de l'étude : rôle des PAC sur CAD dans la transition énergétique

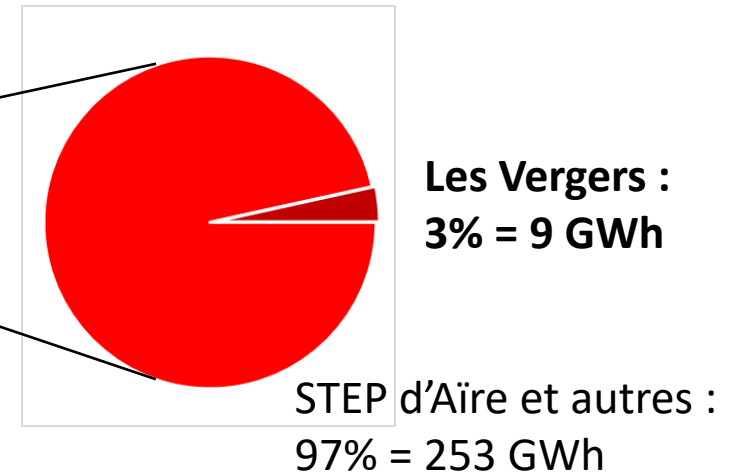
Chauffage + ECS 2014



Prospective 2035



2035 : Zoom PAC sur CAD



■ CAD Ren
 ■ CAD PAC
 ■ Solaire
 ■ PAC indiv
 ■ CAD gaz
 ■ Gaz
 ■ Mazout
 Part énergies fossiles

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

Ecoquartier des Vergers

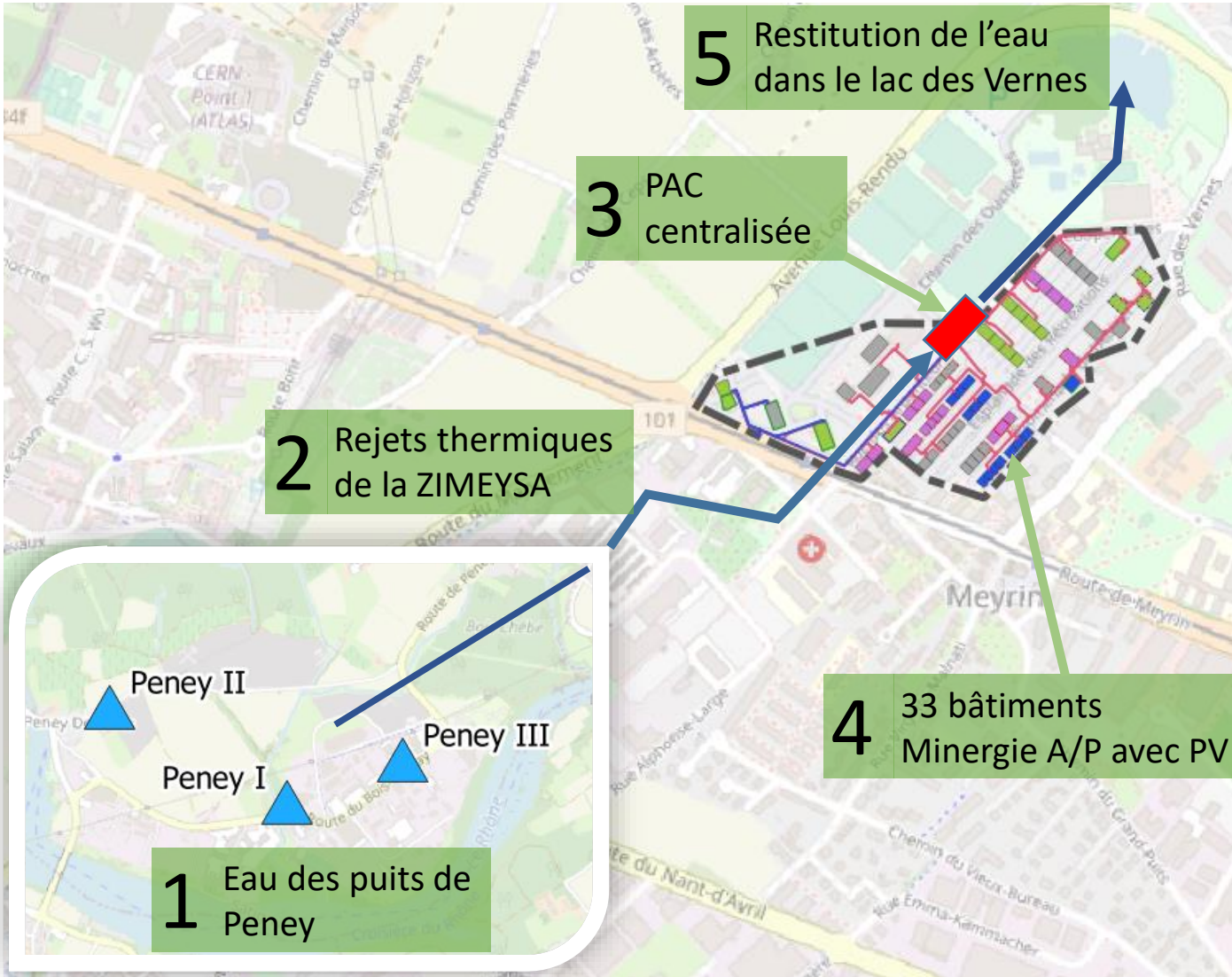


Crédits photo: Globalvision 2022



Source: <https://www.meyrin.ch>

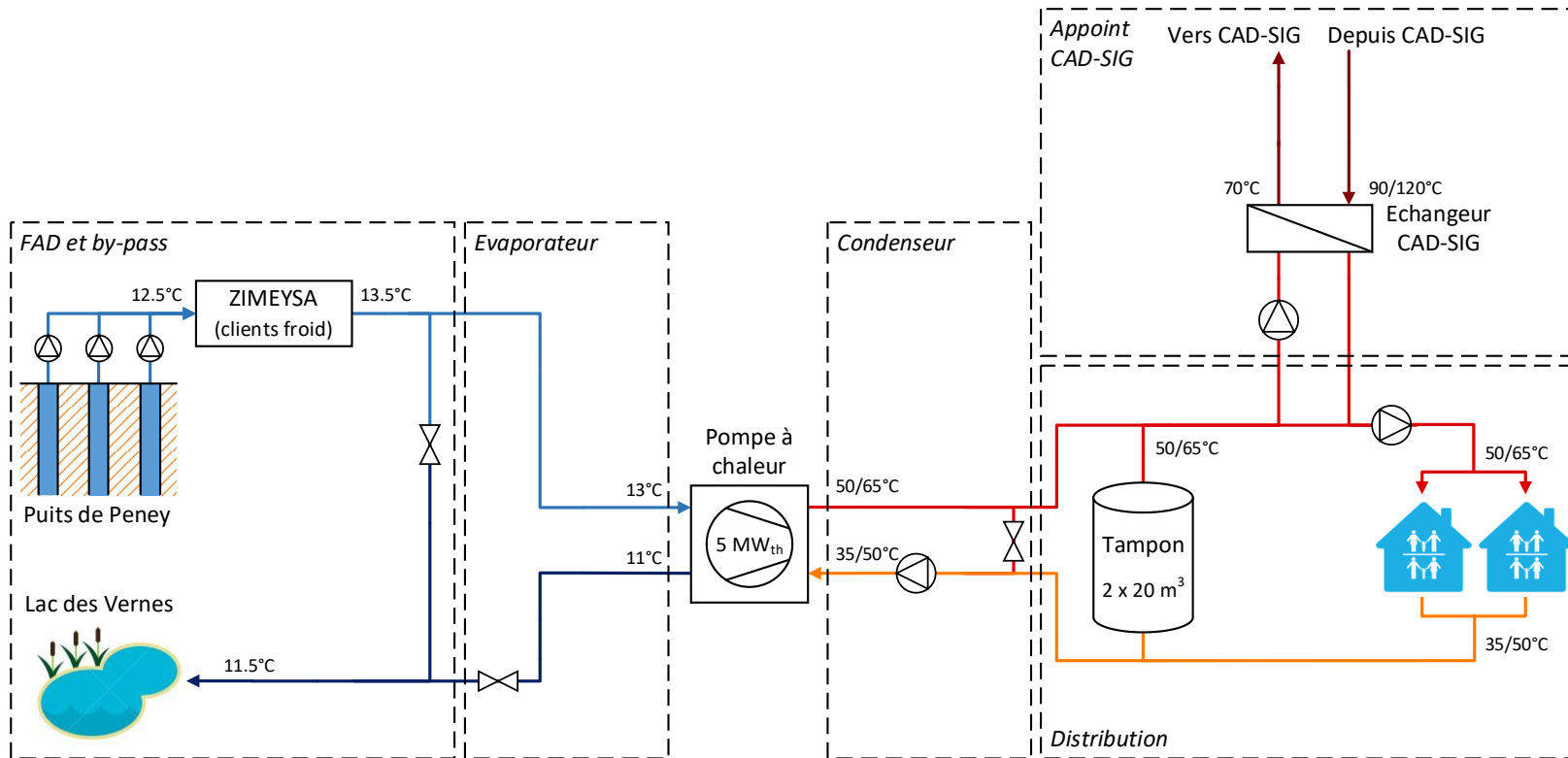
Ecoquartier des Vergers: concept énergétique



Ecoquartier des Vergers, chiffres clés :

- PLQ finalisé en 2015, réalisé entre 2017 et 2020.
- 33 bâtiments (logements + activités) certifiés Minergie A et/ou P.
- ≈ 1'350 logements.
- SRE ≈ 170'000 m²
- Demande thermique totale ≈ 9 GWh/an.
- Surface PV totale ≈ 12'000 m² (2'230 kWc).

Ecoquartier des Vergers : concept énergétique



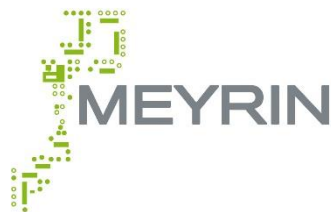
Production et distribution de chaleur :

- PAC bi-étagée Friotherm de 5 MW_{th}
- Débit évaporateur $620 \text{ m}^3/\text{h}$
- Débit condenseur $80\text{-}250 \text{ m}^3/\text{h}$
- 2 niveaux de distribution de chaleur :
 - Mode chauffage : 50°C
 - Mode ECS : 65°C (2x 2h / jour)
- Appoint possible avec CAD-SIG

Financement de cette étude : suivi de l'écoquartier

Mandat financé par les SIG, l'OCEN et la ville de Meyrin pour un suivi de 4 ans (2018-2022) dont les objectifs principaux sont :

- Donner aux différents acteurs du projet un feedback sur le fonctionnement du système en situation d'usage réel.
- Evaluer la performance énergétique du système et des sous-systèmes.
- Mettre en évidence les points forts et faibles, les pistes d'amélioration possibles et le potentiel de généralisation.
- Positionner la valorisation par PAC par rapport à d'autres ressources.



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

Performance thermique des bâtiments

Schéma typique d'une sous-station

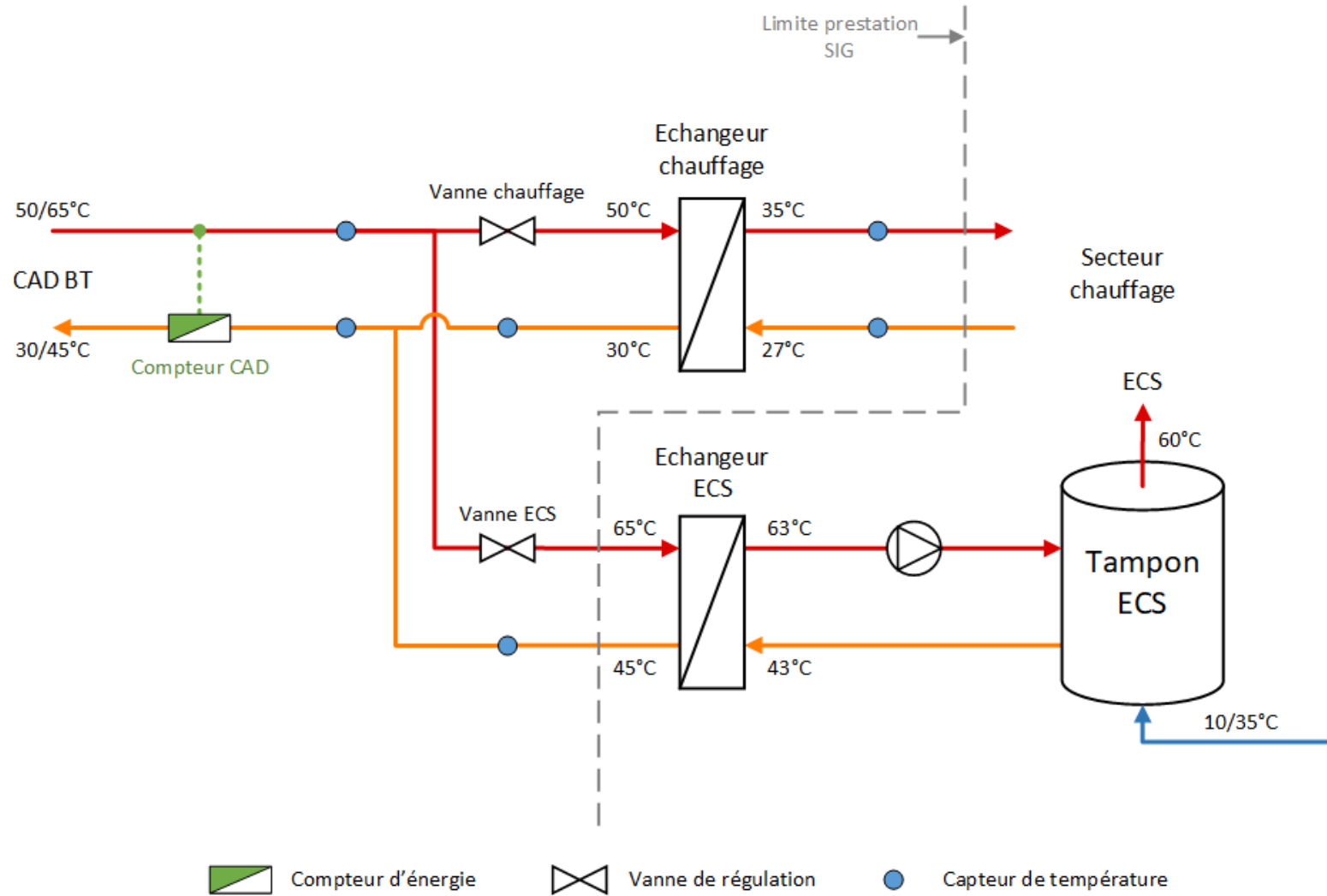
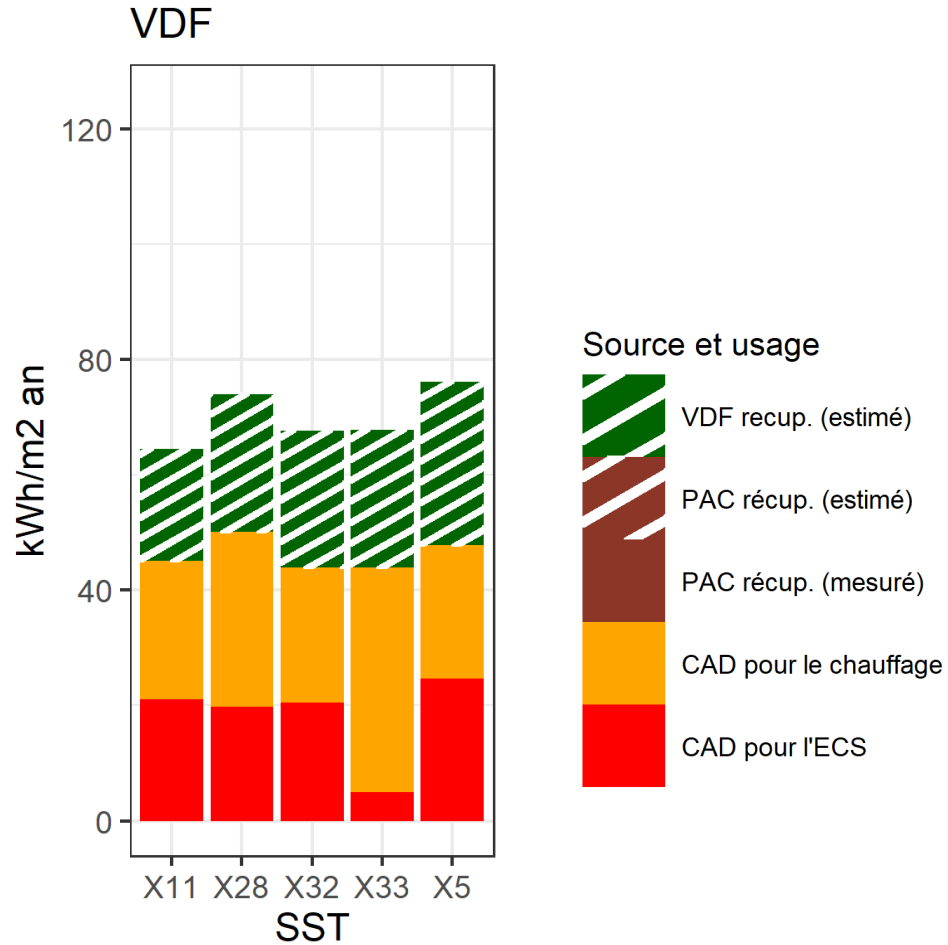
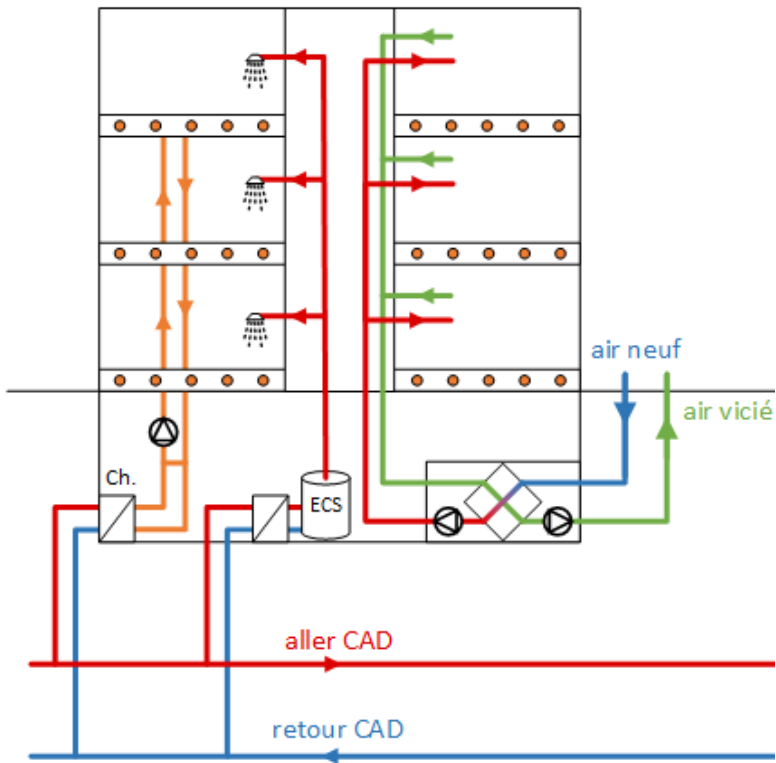


Photo d'une SST de type PEWO. Crédits photo : A. Roch

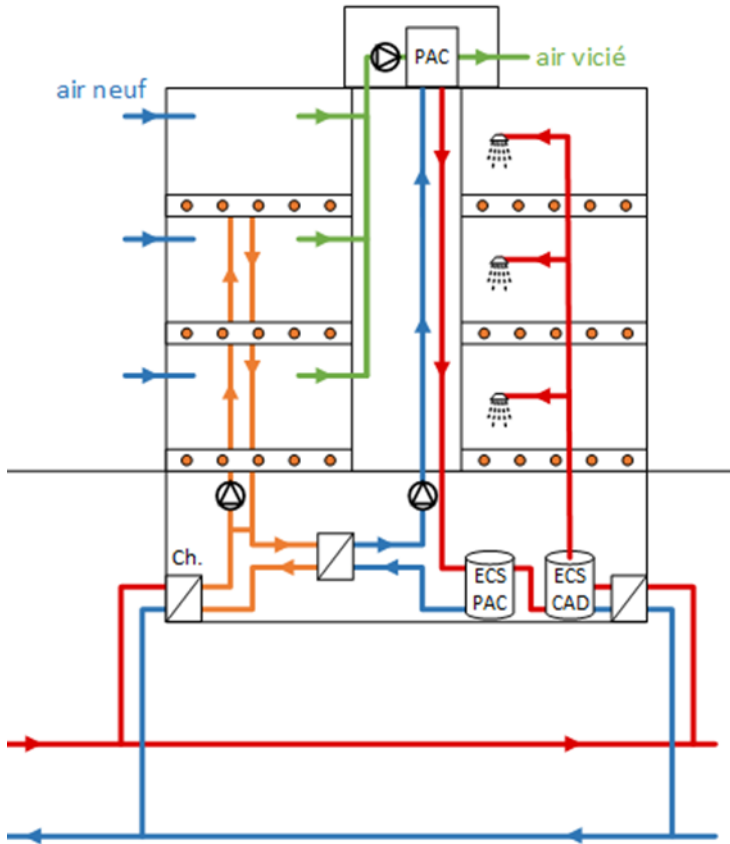
Demande thermique et écart de performance

Ventilation double flux

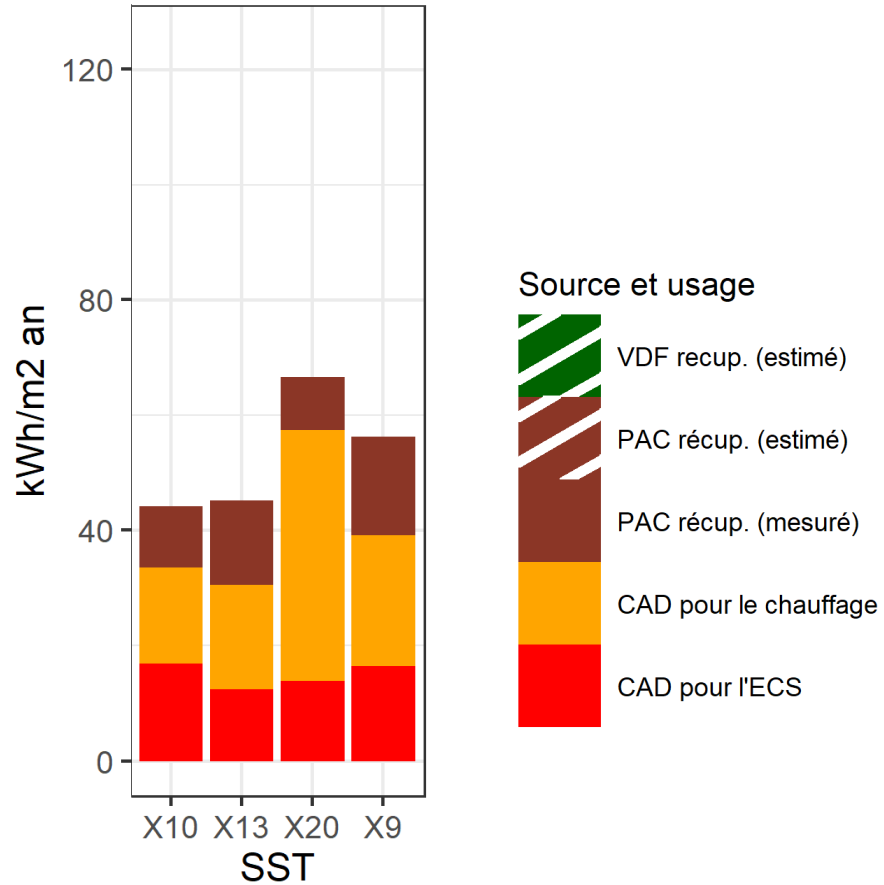


Demande thermique et écart de performance

PAC sur air vicié pour l'ECS et le chauffage

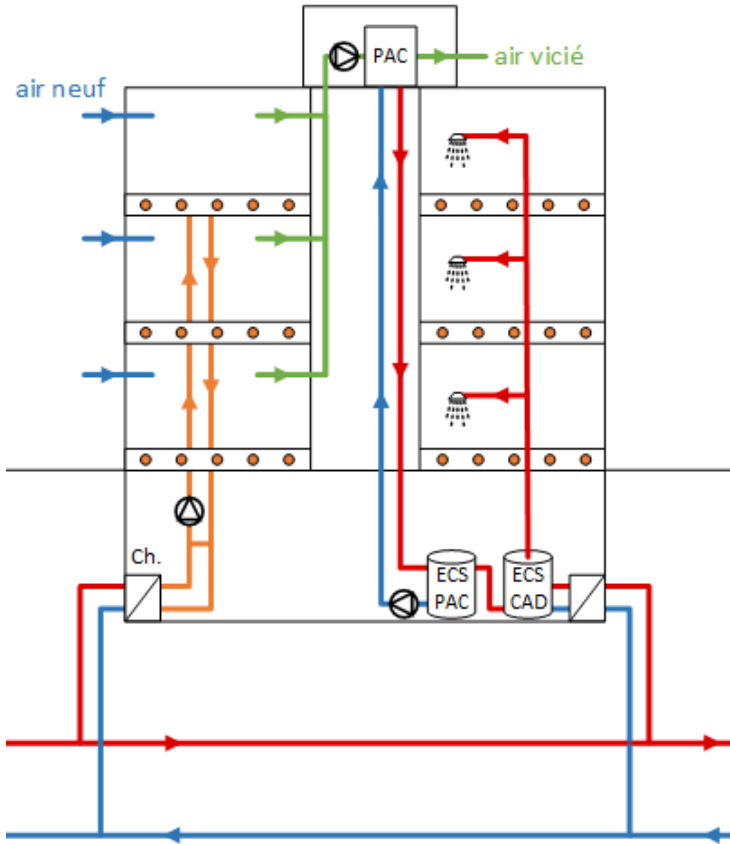


PAC ECS-CH

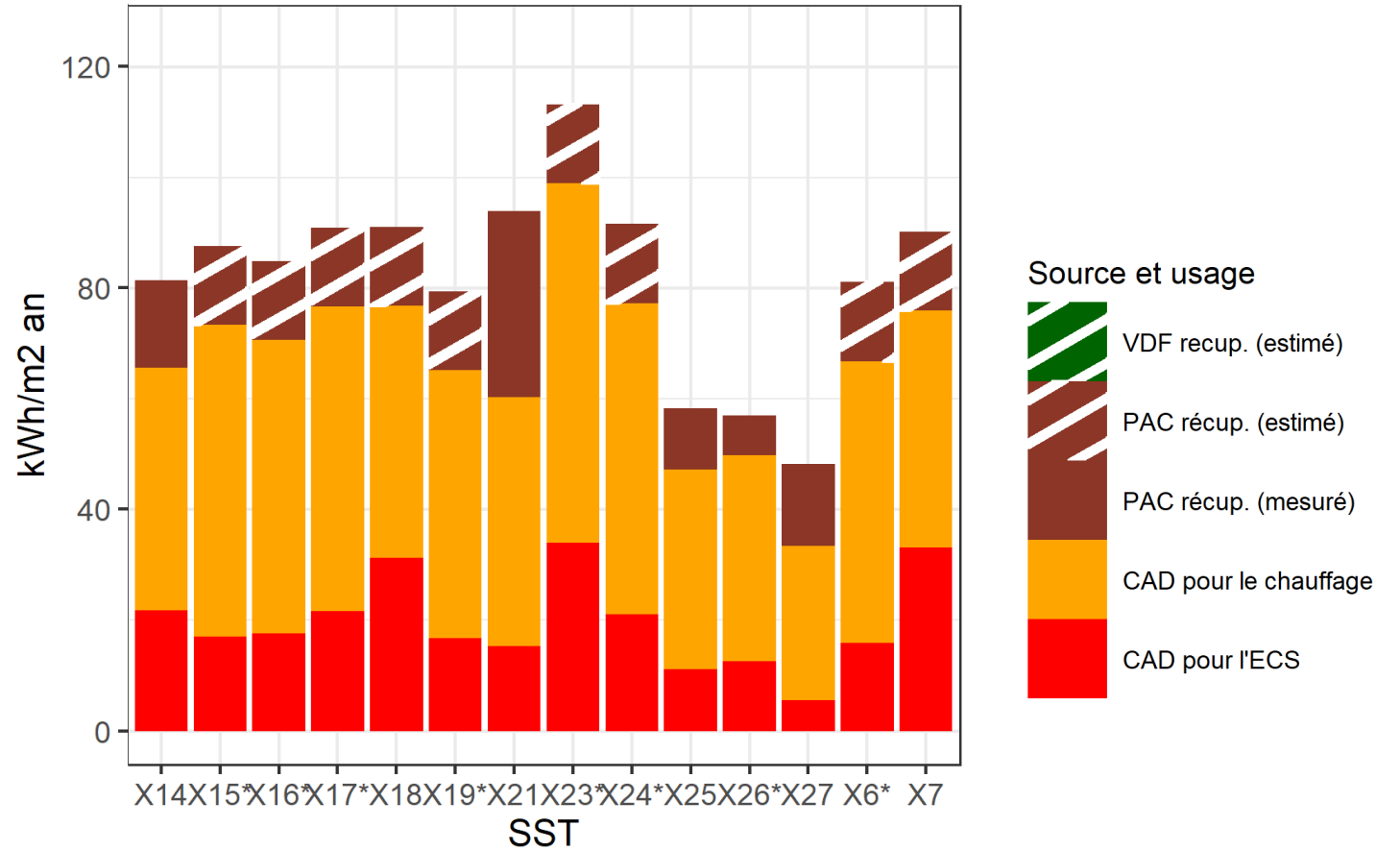


Demande thermique et écart de performance

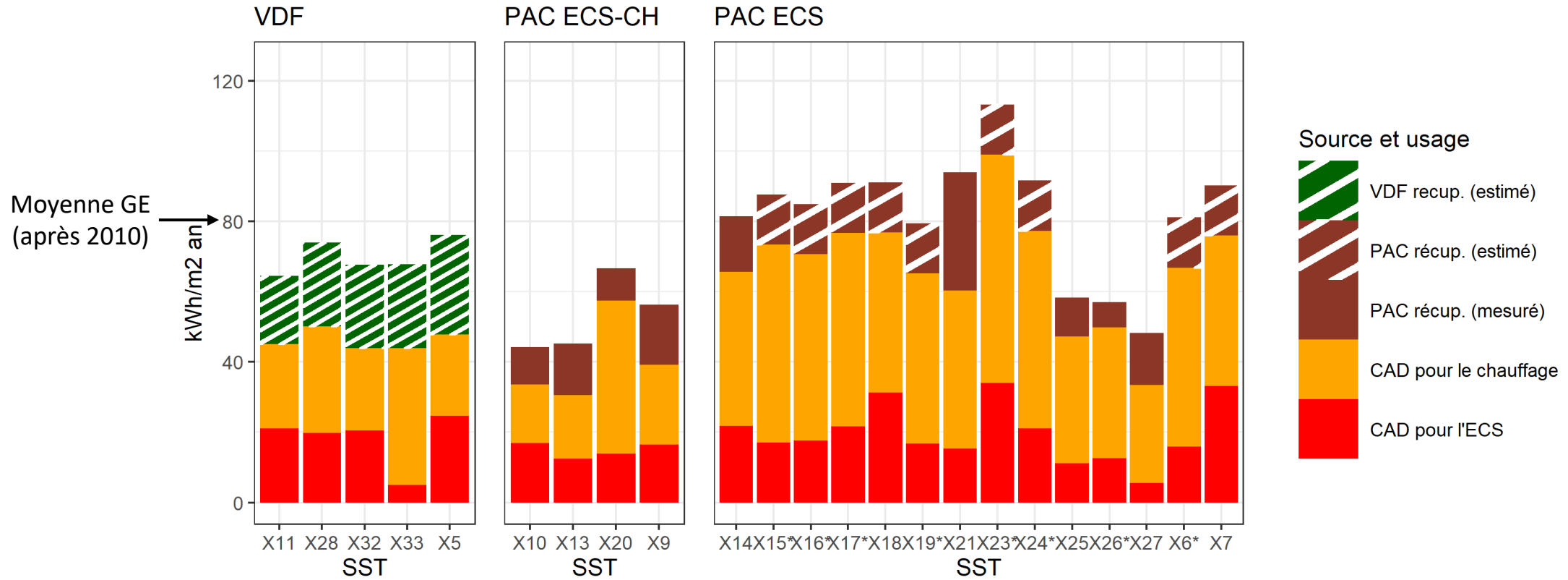
PAC sur air vicié pour l'ECS



PAC ECS

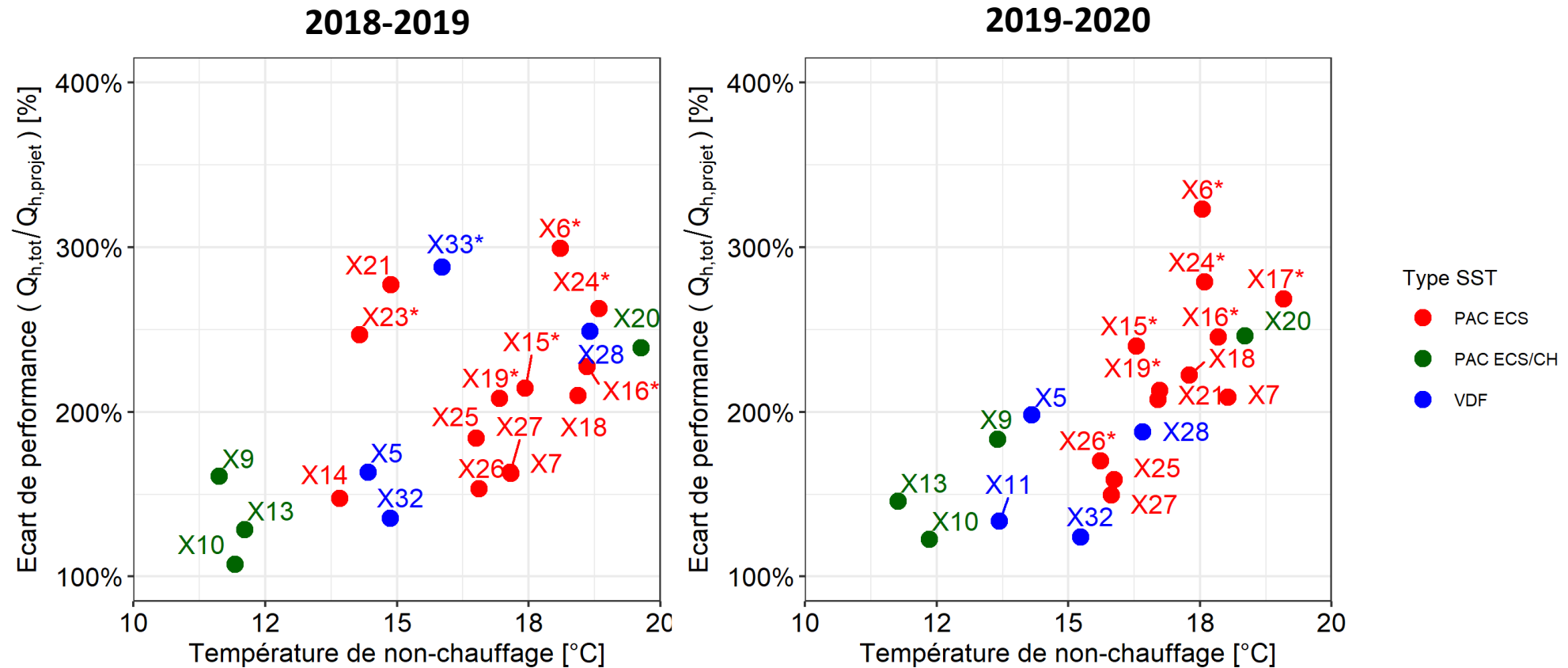


Demande thermique et écart de performance



- Demande totale moyenne (pondérée par la SRE) : **72.3 kWh/m².an**
- IDC moyen pour l'année 2020: Vergers **60 kWh/m².an** Genève pour bâtiments construits après 2010 : **80 kWh/m².an**
- Demande d'ECS moyenne (13 bâtiments) : **25.6 kWh/m².an**

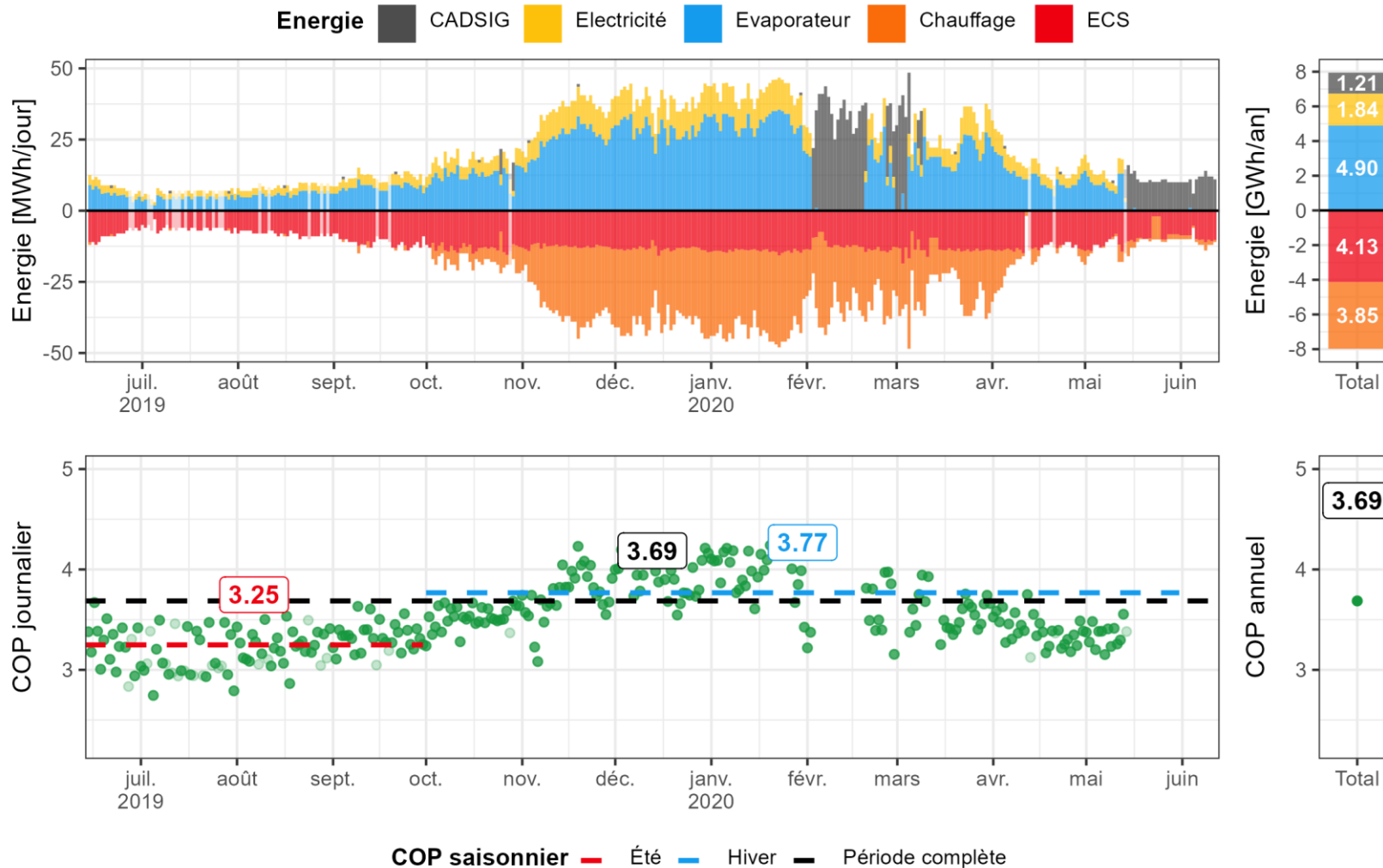
Ecart de performance en chauffage



- L'écart de performance varie entre 100% et 300%
- Lien fort avec la température de non-chauffage
- Les bâtiments avec une température de non-chauffage > 15°C méritent une optimisation

Analyse de la centrale thermique

Performances de la pompe à chaleur centralisée

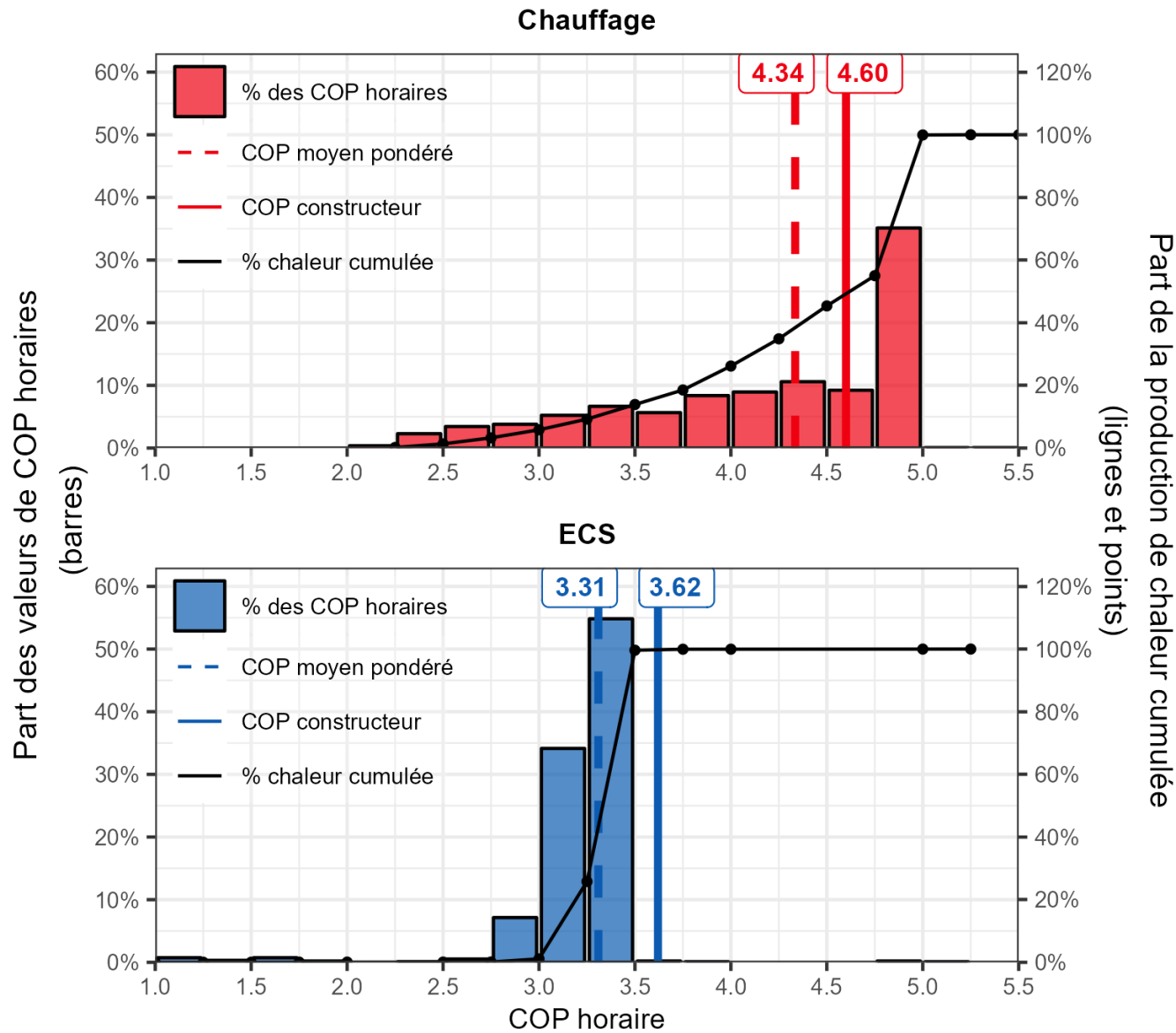


- **COP chauffage : 4.3**
(valeur projet 4.6)

- **COP ECS : 3.3**
(valeur projet 3.6)

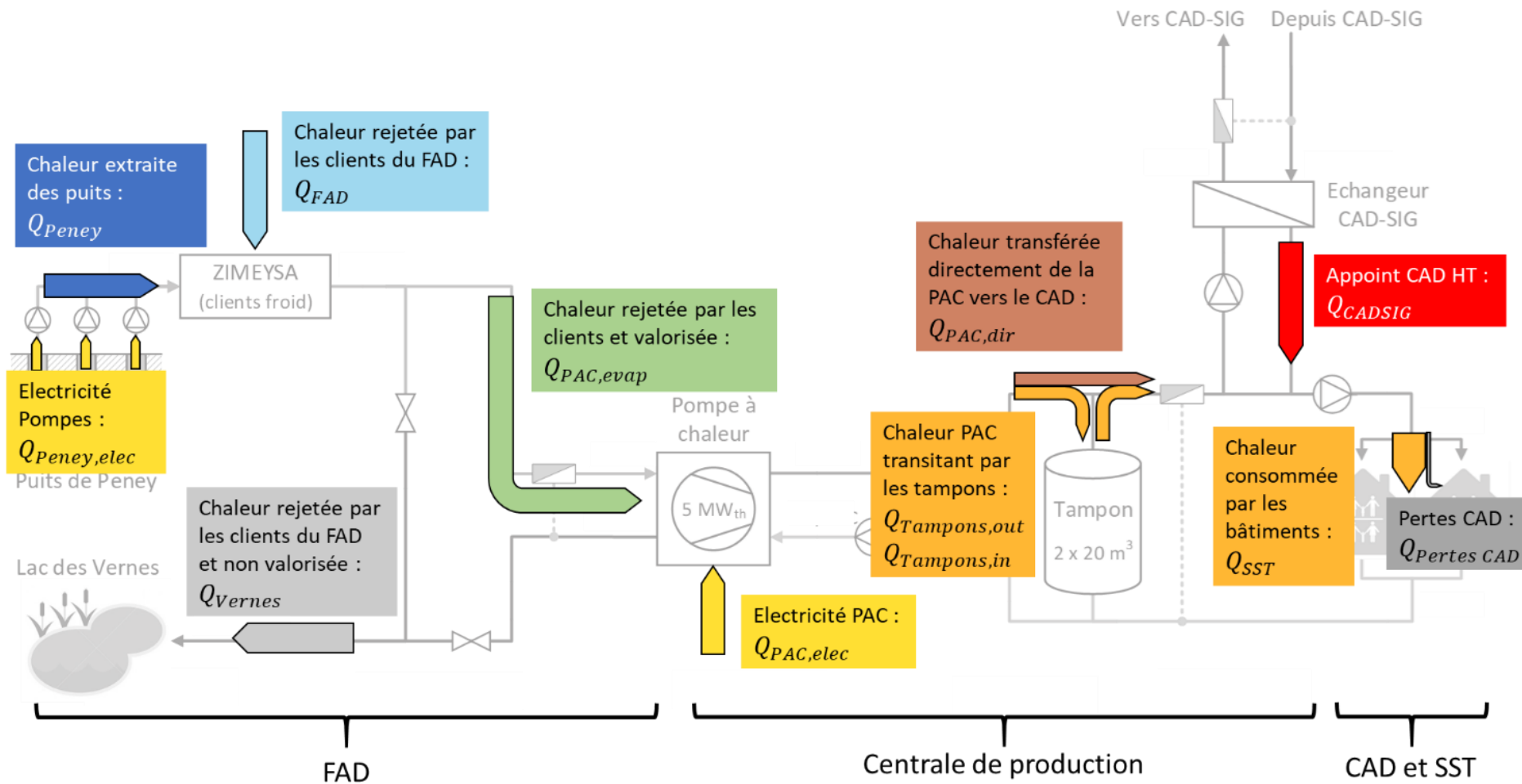
- **Production de chaleur PAC :**
≈ 50% chauffage (à 50°C) et
50% ECS (55-65°C)

Performances de la PAC

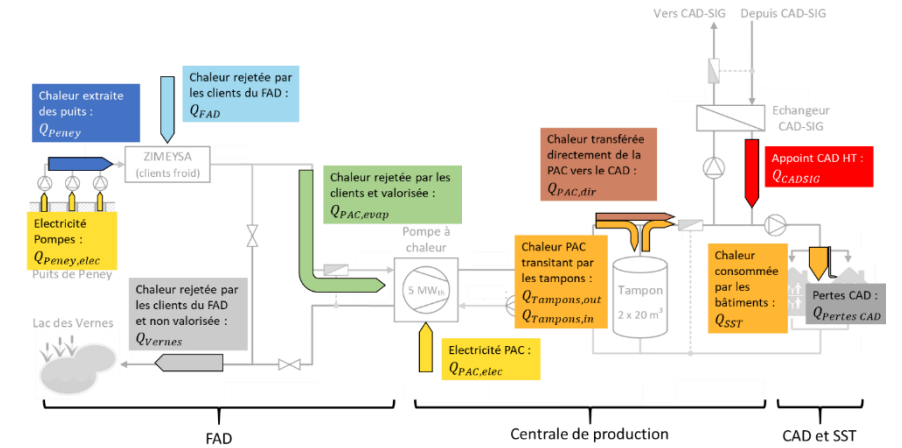
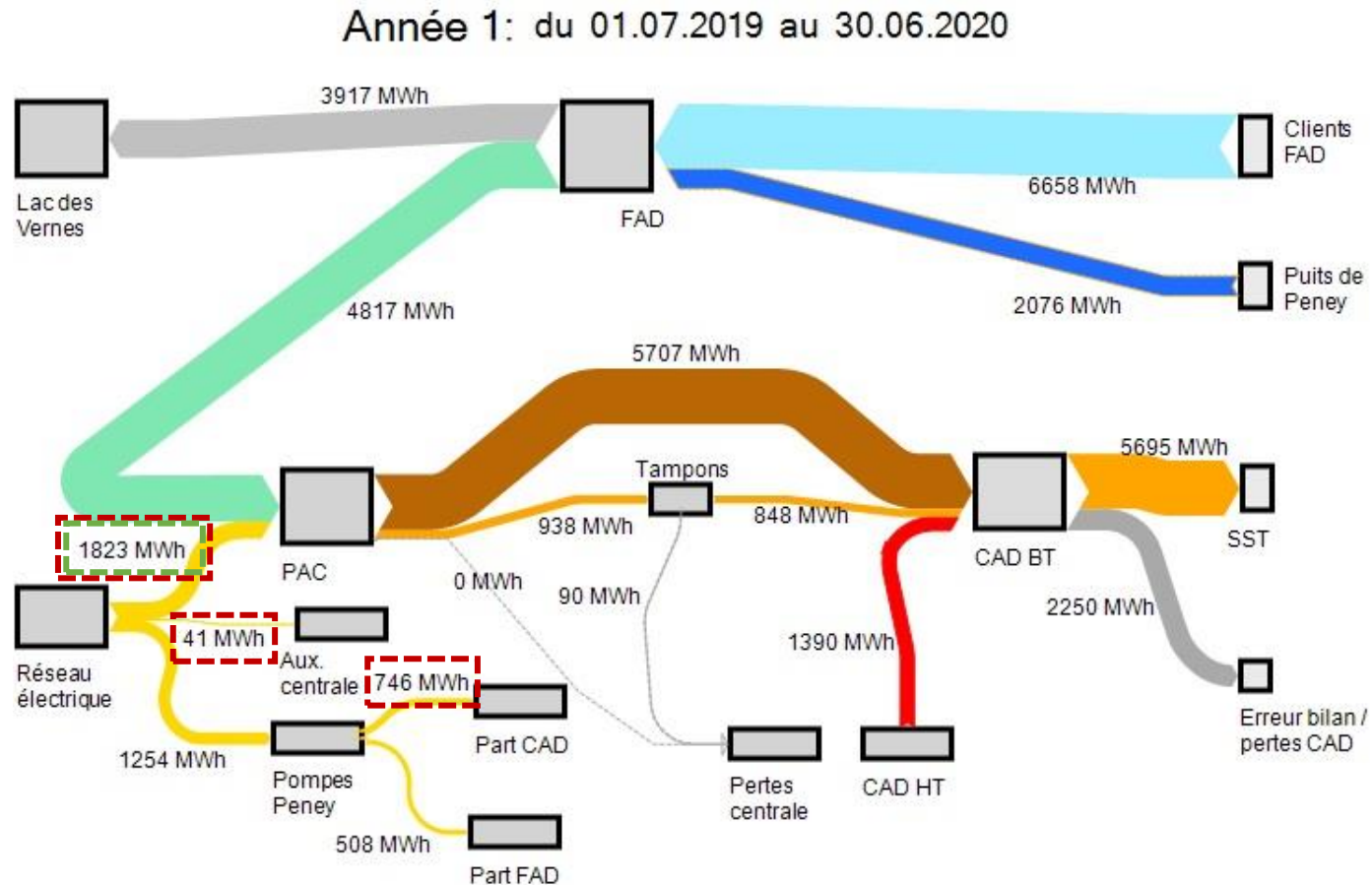


- **Mode chauffage** : COP fortement dépendant du débit et de la température d'entrée au condenseur. Lié à une surproduction de chaleur de la PAC quand la demande est faible → réduction du débit au condenseur et surchauffe des ballons.
- **Mode ECS** : COP relativement stable.

Bilan thermique



Bilan thermique



- Bilan sur une première année de mesures.
- Production de chaleur ≈ 8 GWh
- COP PAC = 3.65
- COP système = 2.55
- Le pompage (part CAD) représente 29% de la consommation électrique de la centrale.
- Optimisation possible par recirculation.

Bilan utilisation de la ressource

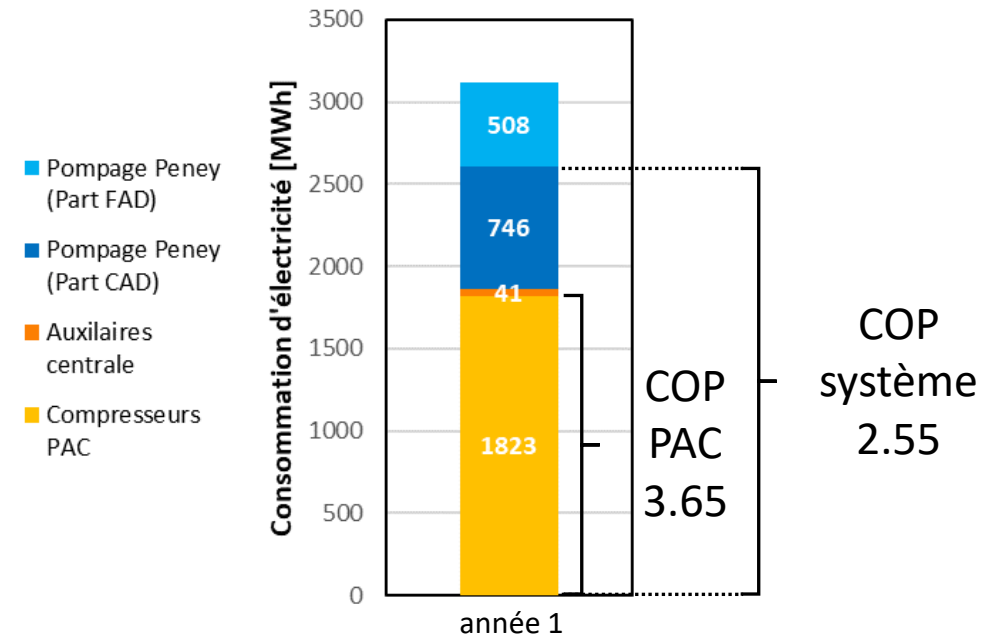
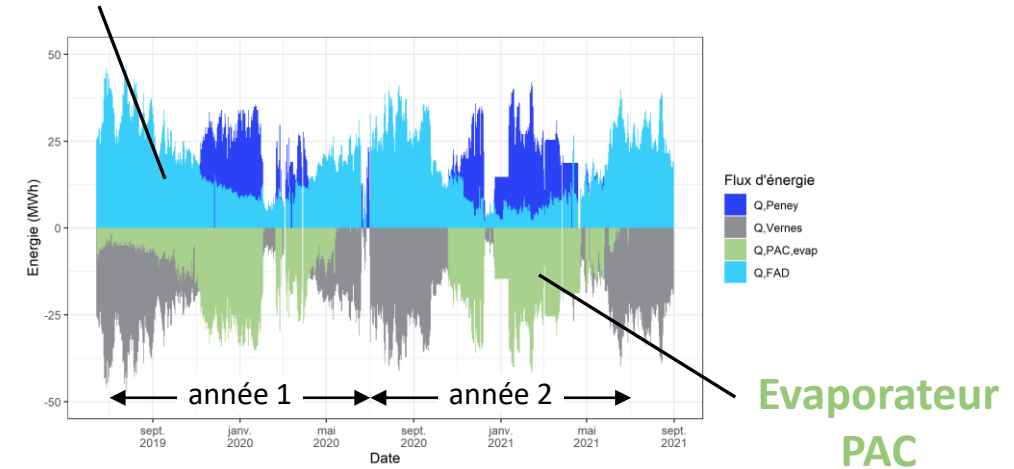
Rejets de chaleur de la ZIMEYSA :

- Déphasage entre les rejets de chaleur de la ZIMEYSA et la demande de chaleur des Vergers.
- Faible contribution des rejets à l'amélioration du COP de la PAC : 3.6 (avec FAD) → 3.5 (sans FAD) (*par simulation*).

Electricité de pompage :

- Electricité de pompage élevée dans le contexte des Vergers : 30% de la consommation de la centrale (part CAD).
- Optimisation possible (ex : recirculation).
- Elargissement du périmètre (raccorder plus de bâtiments).

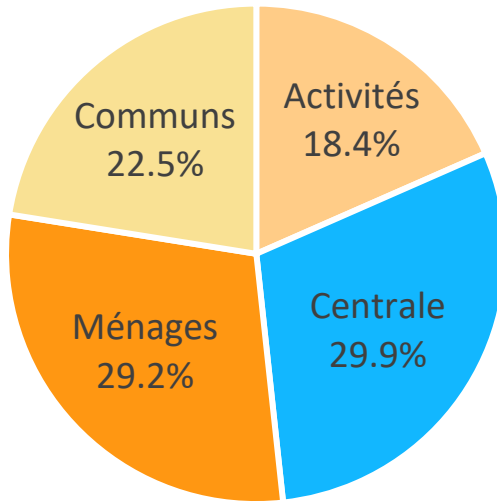
Rejets FAD



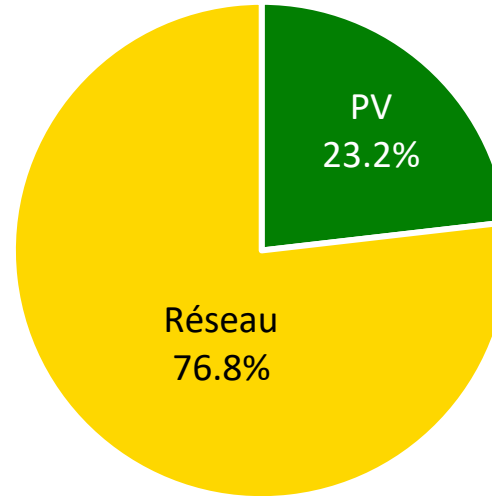
Analyse énergétique et environnementale globale

Bilan électrique

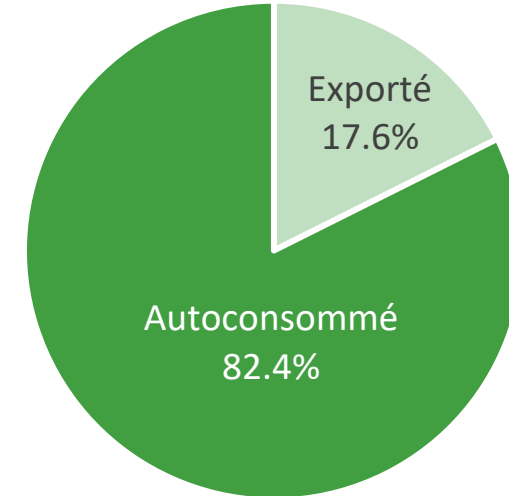
Demande du quartier



Couverture



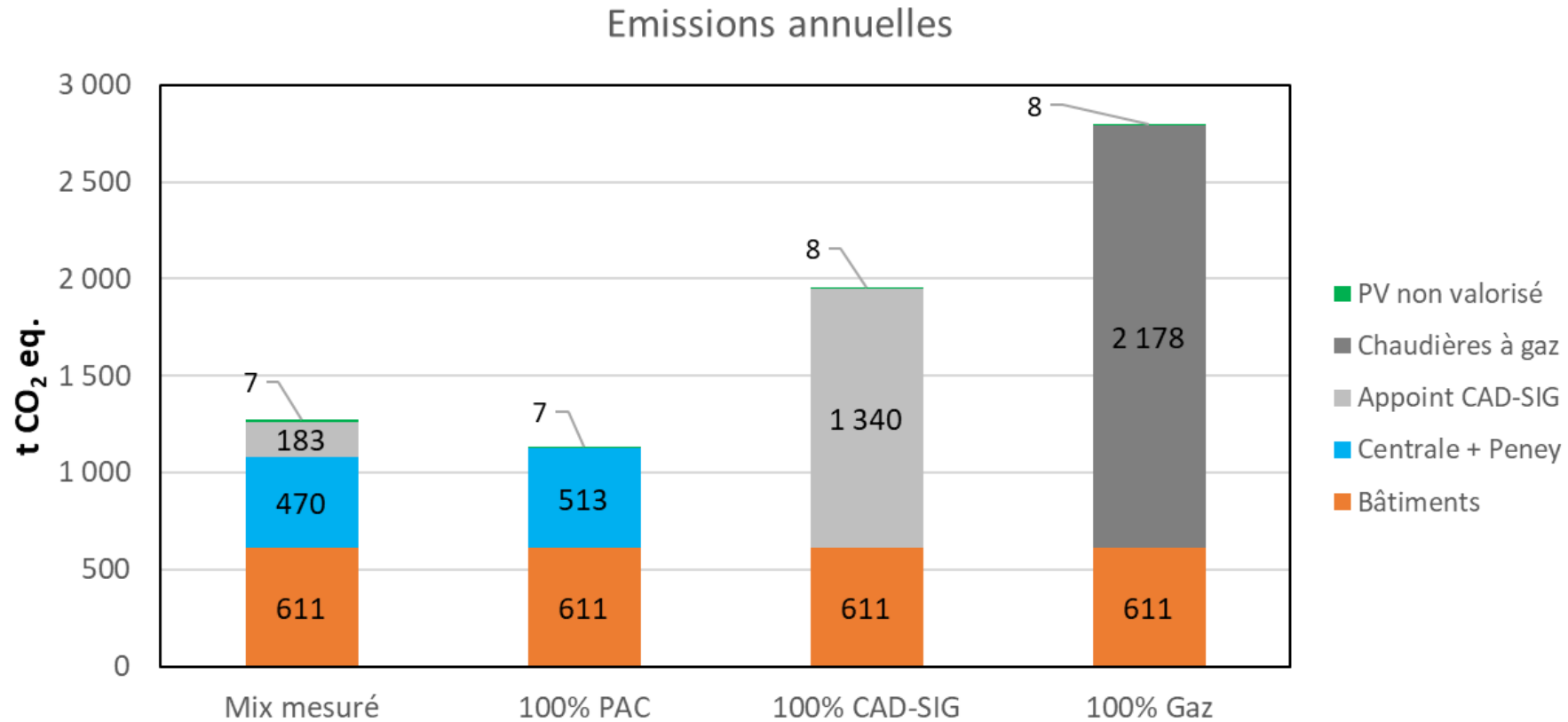
Valorisation PV



Si l'on considère le quartier comme un micro-réseau :

- La consommation électrique de la centrale (pompes de Peney exclues) représente **30%** des besoins du quartier.
- $\frac{1}{4}$ des besoins en électricité du quartier (**23%**) sont couverts par les installations PV.
- Plus des $\frac{3}{4}$ de la production PV (**82%**) est autoconsommée au sein du quartier.

Note : Résultats issus d'un mélange entre valeurs mesurées et simulées (voir chapitre 4.2 du rapport final)



Intensité de la production thermique : environ 2.5 fois moins que CAD-SIG, 4.6 fois moins qu'une chaudière à gaz.

Note : Pour l'intensité carbone de l'électricité, nous utilisons le mix consommateur horaire du modèle Horocarbone. Référence : Romano, Elliot, Pierre Hollmuller, and Martin Patel. 2018. "Émissions horaires de gaz à effet de serre liées à la consommation d'électricité – une approche incrémentale pour une économie ouverte : Le cas de la Suisse." Université de Genève. <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:131622>.

Conclusions

Conclusions

- **Bâtiments certifiés Minergie A/P :**

Consommation relativement faible par rapport au parc genevois, mais bien plus élevée qu'attendue pour la plupart.

➔ Suivi et optimisation nécessaires.

- **Production de chaleur :**

- L'abondance de la ressource et la distribution à basse température permet à la PAC de couvrir 100% des besoins.
- La performance de la PAC est bonne (COP 3.3 en ECS et 4.3 en chauffage), mais peut être optimisée.
- La consommation d'électricité pour le pompage de la ressource est très importante, mais spécifique à ce contexte.
- SIG envisage d'étendre le périmètre afin de mieux exploiter la ressource.
- CO₂: Environ 2.5 fois moins que CAD-SIG (- 800 t./an) et 4.6 fois moins qu'une chaudière à gaz (- 1'600 t./an).

- **Production locale d'électricité (PV) :**

Couvre 23% des besoins électriques du quartier.

➔ Le projet des Vergers est en phase avec le PDE, sur le front de l'efficacité des bâtiments et de l'intégration d'énergies renouvelables. Il permet de tirer des enseignements utiles pour le déploiement de futurs systèmes de ce type.

Publications liées au projet

Rapport final :

S. Schneider, P. Brischoux, P. Hollmuller, Retour d'expérience énergétique sur le quartier des Vergers à Meyrin (Genève), Genève, 2022. <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:164877>.

Autres publications :

P. Brischoux, S. Schneider, P. Hollmuller, In-situ monitoring of a groundwater heat pump for a low-temperature district heating network: energy performance, issues and challenges, 14th IEA Heat Pump Conference (à paraître en 2023)

S. Schneider, P. Brischoux, D. Santandrea, P. Hollmuller, Retour d'expérience énergétique sur le quartier des Vergers à Meyrin (Genève) - Rapport intermédiaire, Genève, 2020. <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:147702>.

S. Schneider, P. Brischoux, P. Hollmuller, Hourly CO2 emission assessment of a 5 MWth centralized groundwater HP district heating system in Geneva, in: 22. Status-Seminar - SustainDesign: User Friendly and Resilient Design with Appropriate Technology, 2022: p. 11 p. <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:163608>.

S. Schneider, D. Santandrea, E. Romano, P. Hollmuller, Hourly CO2 emission assessment of a 5 MWth centralized groundwater HP district heating system in Geneva, J. Phys.: Conf. Ser. 1343 (2019) 012076. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1343/1/012076>.

P. Brischoux, S. Schneider, P. Hollmuller, Performance gap analysis of a new Minergie A/P district, J. Phys.: Conf. Ser. 2042 (2021) 012141. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2042/1/012141>.

Questions ?