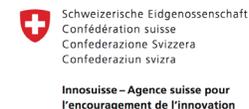


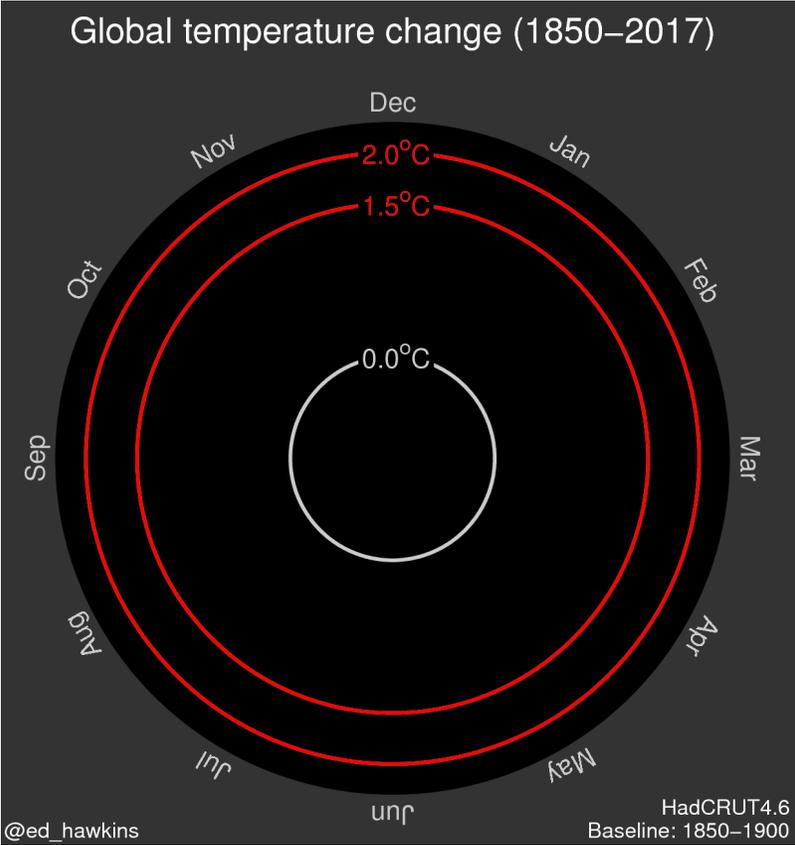
Etude sur la géolocalisation des réseaux multi-énergies pour un quartier de Genève

DR. DASARADEN MAUREE,

PROF. JEAN-LOUIS SCARTEZZINI, DASUN PERERA, KARNI SIRAGANYAN,
MAX H. BITTEL



Le changement climatique



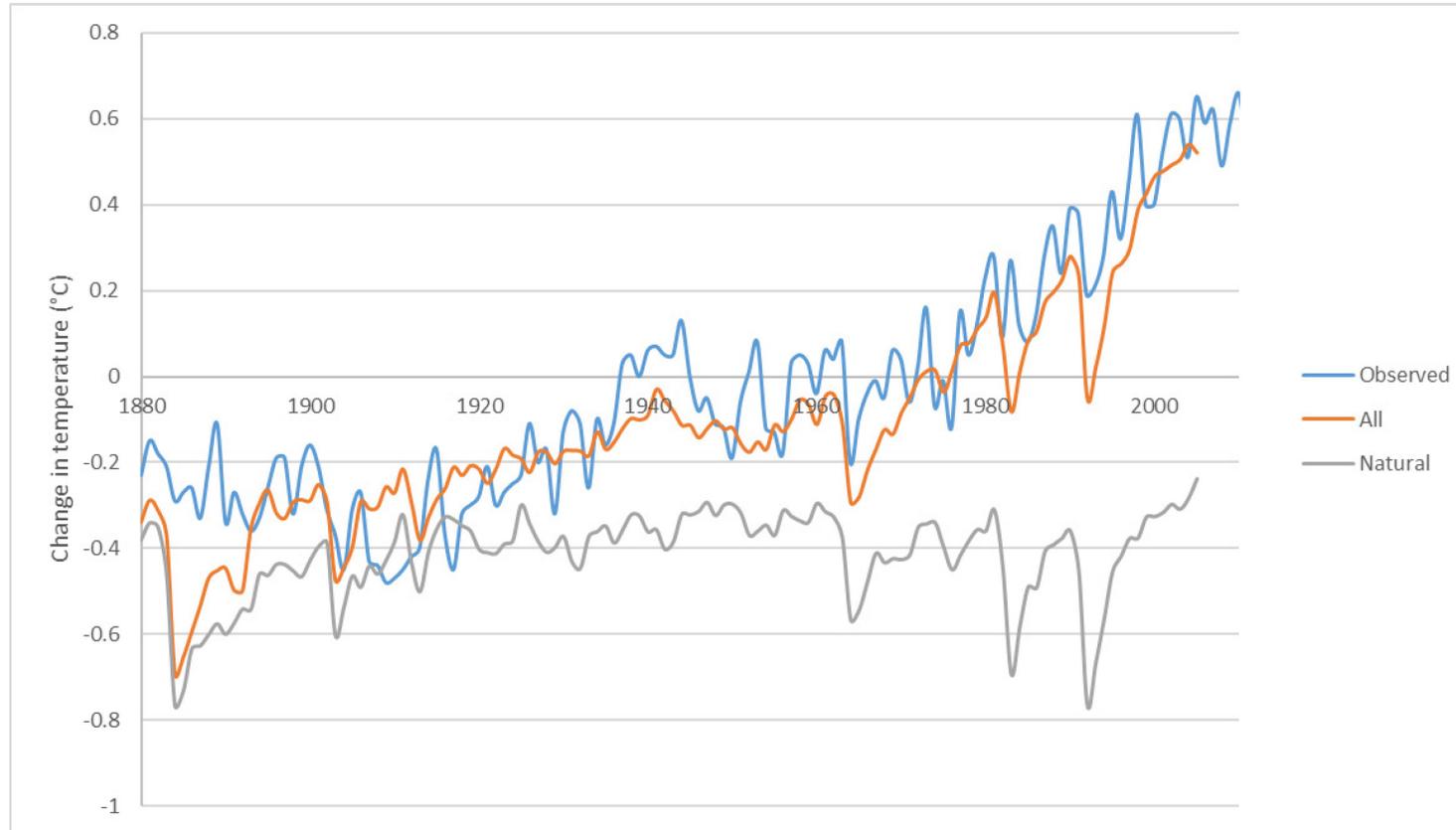
Petite question!

Par rapport à la moyenne de 1961-1990, savez-vous de combien de degré 2018 a été plus chaude?

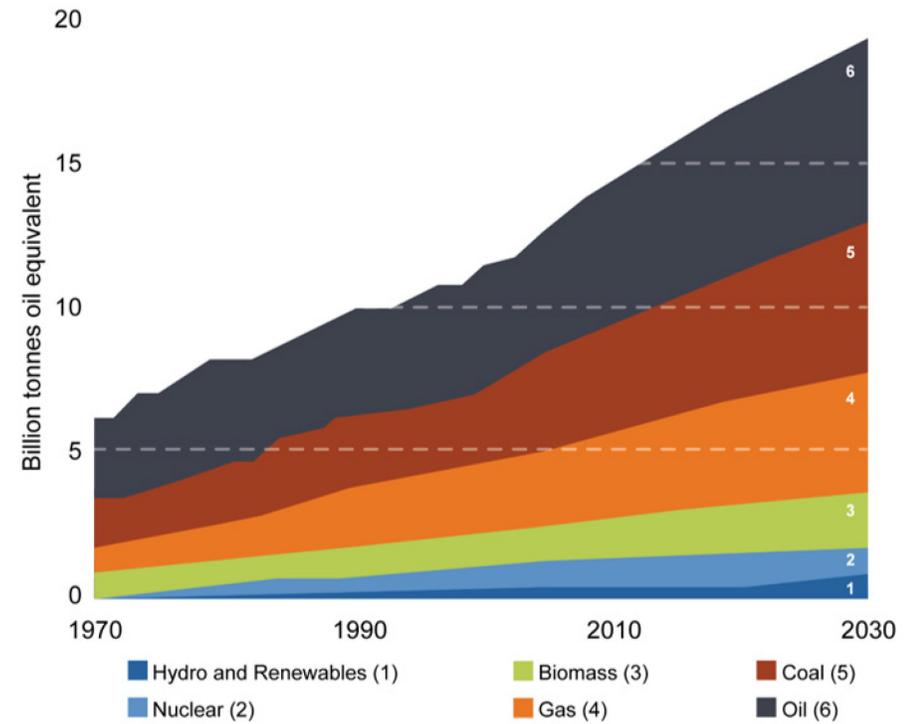
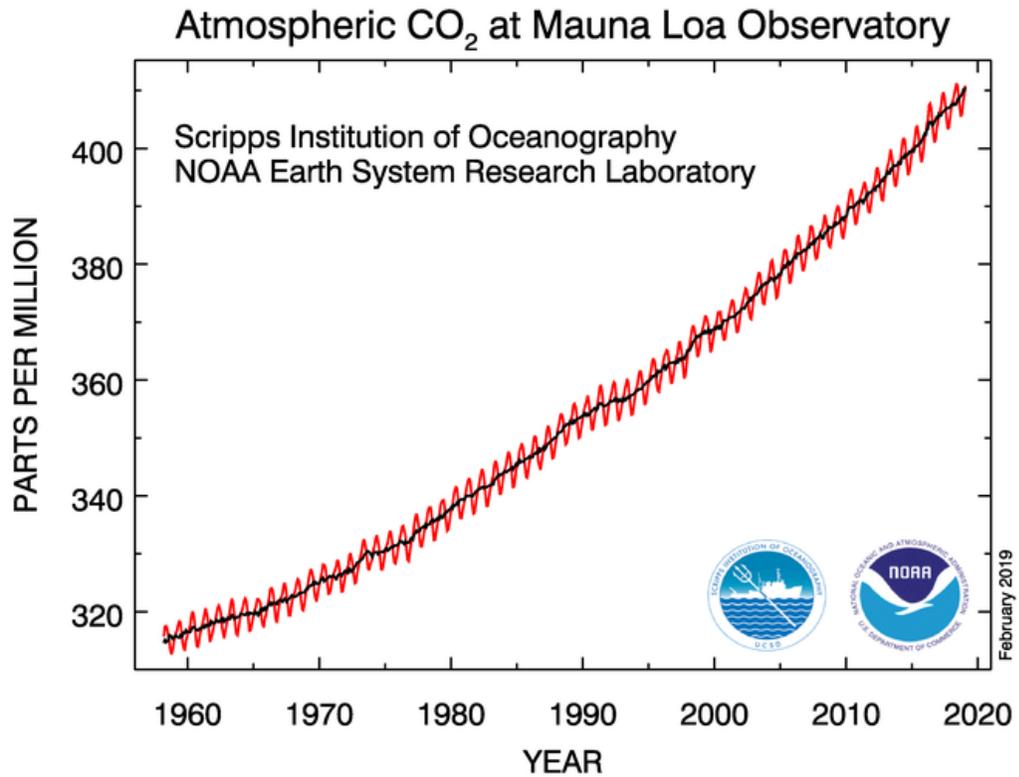
- 0,5°C
- 1°C
- 2°C
- 3°C

Aller sur www.menti.com et entrer le code 77 66 18

Est-ce que c'est nous?

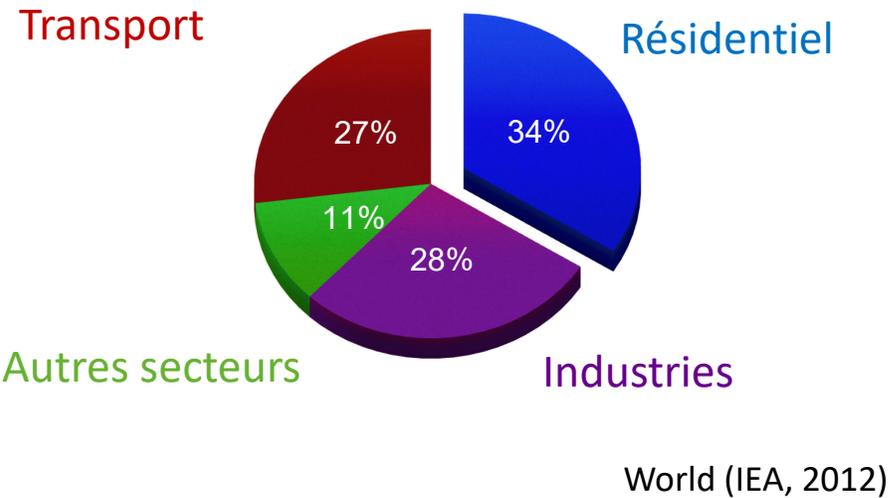


D'où proviennent les émissions?

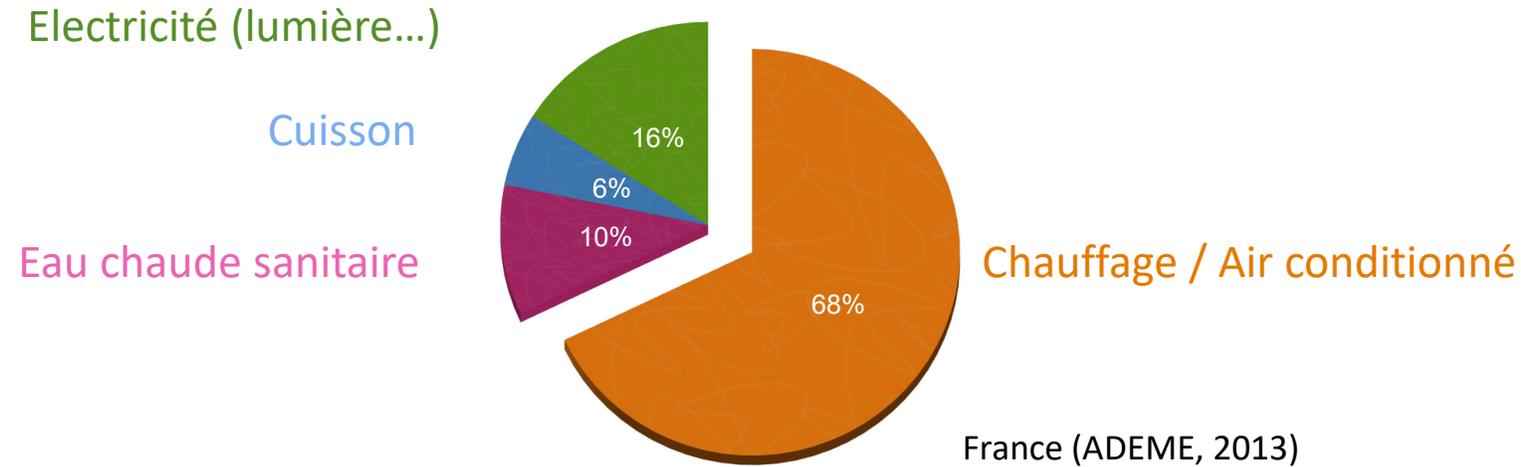


Source: International Energy Agency, World Energy Outlook 2006

Et les bâtiments dans tout ça?



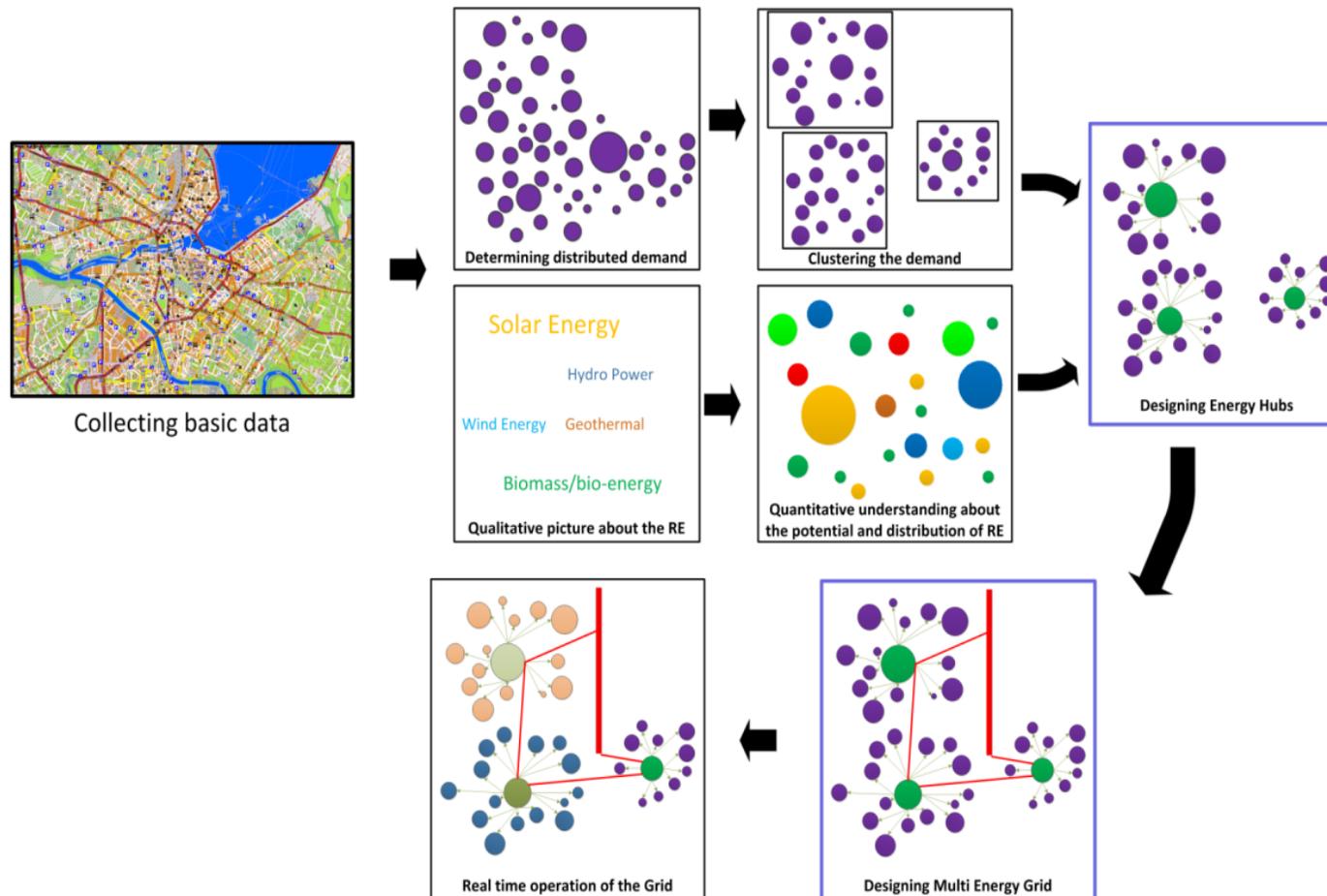
Utilisation dans les bâtiments



Outline

- I. **Méthodologie**
- II. Modélisation de la demande énergétique
- III. Géolocalisation des systèmes
- IV. Conception des systèmes énergétiques
- V. Efficacité énergétique
- VI. Conclusions et travaux futures

I. Conception des systèmes énergétiques

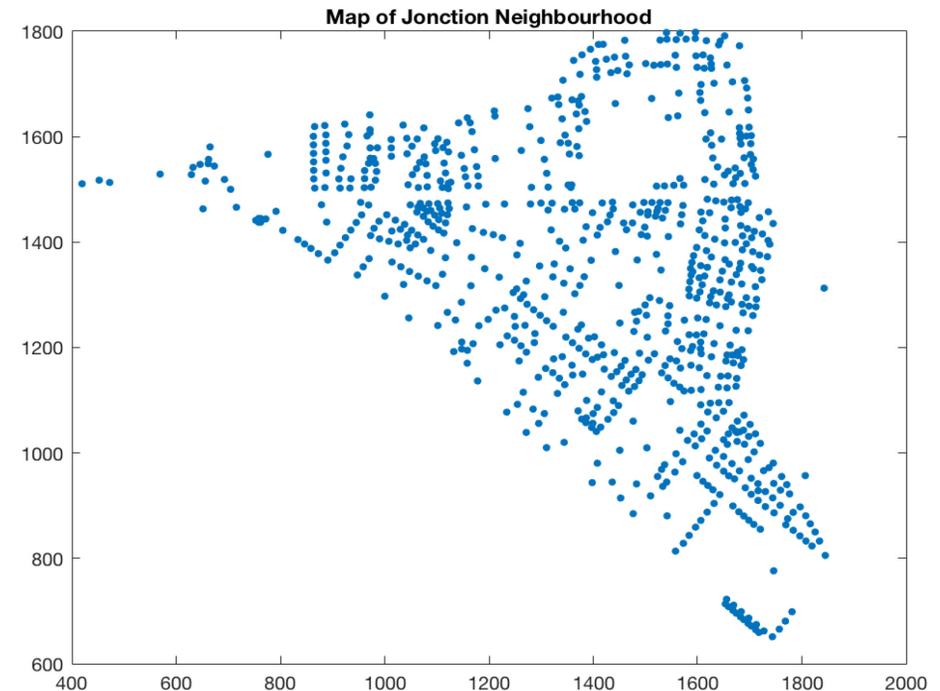


Outline

- I. Méthodologie
- II. Modélisation de la demande énergétique**
- III. Géolocalisation des systèmes
- IV. Conception des systèmes énergétiques
- V. Efficacité énergétique
- VI. Conclusions et travaux futures

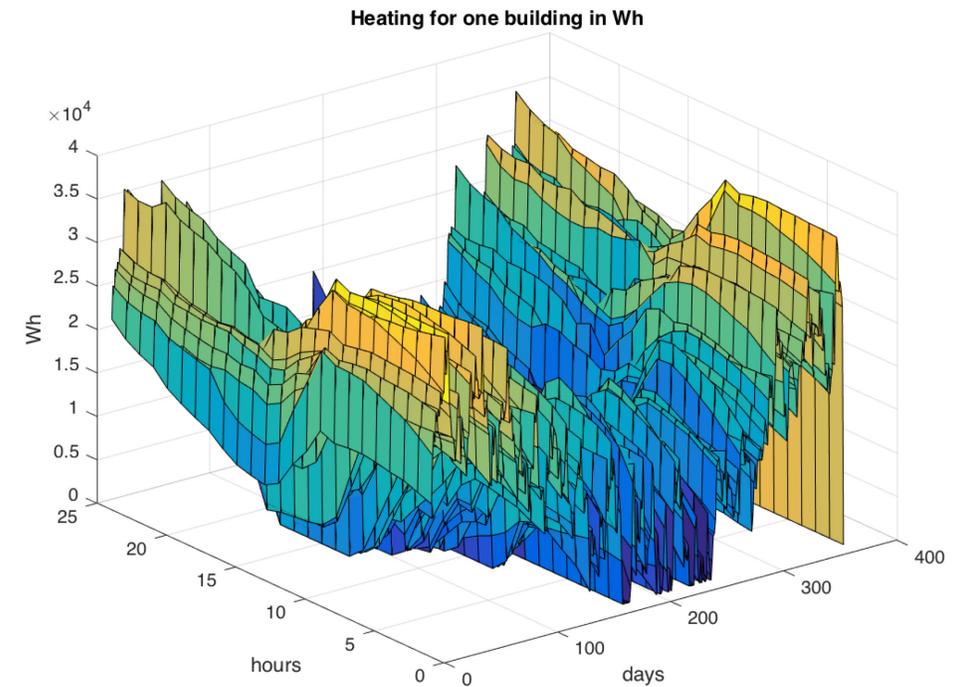
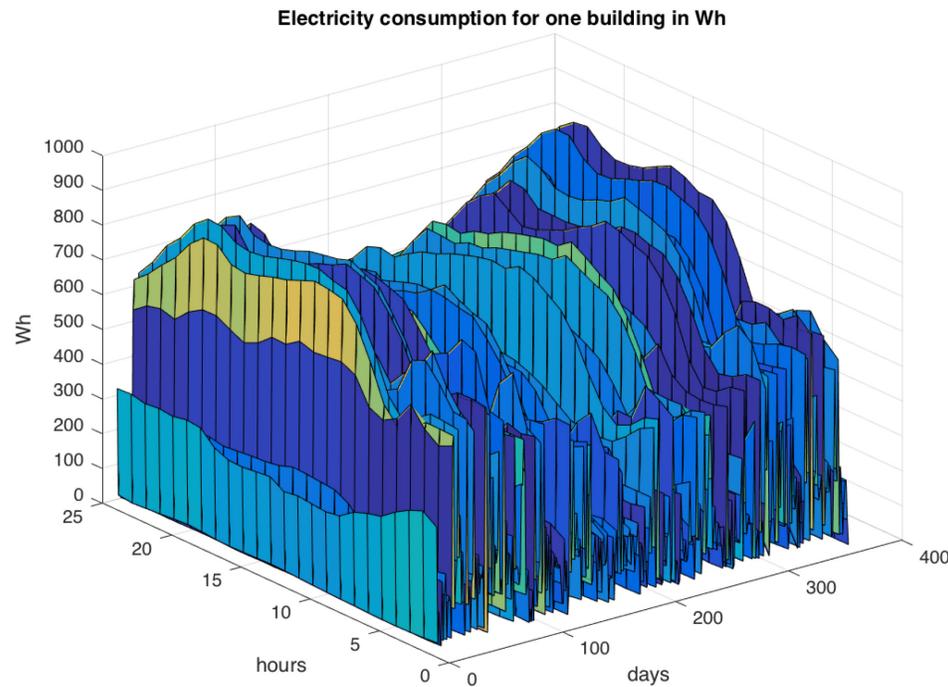
II. Modélisation de la demande énergétique

- Simulation de 8760 heures avec CitySim pour :
 - Demande de chauffage
 - Potentiel solaire
- Demande électrique à partir des données annuelles par bâtiment
- Extraction de la localisation des bâtiment avec ARCGIS



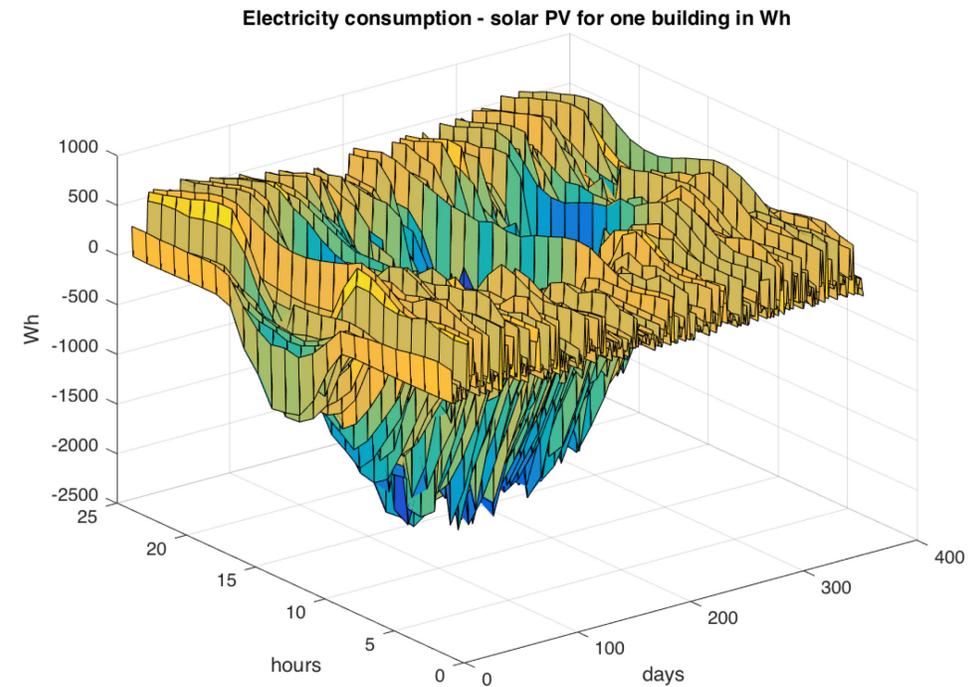
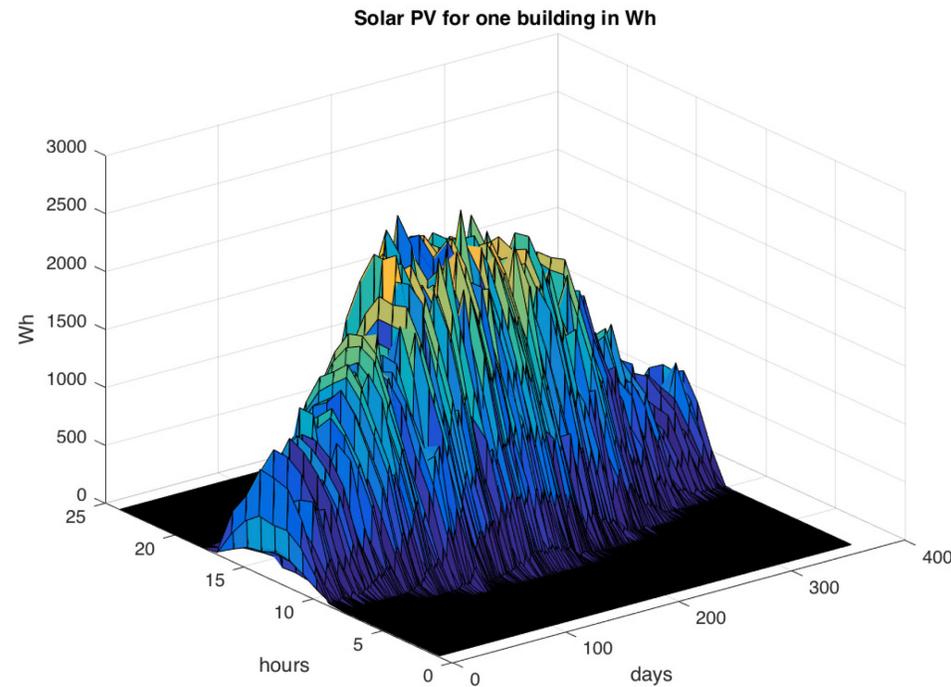
Bittel et al., 2017

II. Modélisation de la demande énergétique



Bittel et al., 2017

II. Modélisation de la demande énergétique



Bittel et al., 2017

III. Géolocalisation des systèmes

Pourquoi un algorithme de regroupement?

- Configuration optimale du réseau de production et de distribution
- Pour des études à grande échelle → limite computationnelle → algorithmes de regroupement sont un bon compromis

Pour le regroupement:

- La production solaire, la demande thermique et électrique doivent être tous considérés

But du regroupement:

- Trouver le cluster le plus représentative
- Trouver la localisation optimale pour la production et pour diminuer les pertes entre chaque bâtiment

III. Géolocalisation des systèmes

La méthodes des “K-means”:

- Intuitive, facile à implementer, utilisation divers, sur tout type de données mais le N_k doit être choisi

K-means reduit la distance euclidienne entre chaque bâtiment et chaque centre de cluster:

$$\min \sum_i d_i \text{ where } d_i = (x - c)' \times (x - c)$$

Supposition: que la distance euclidienne soit la distance réelle dans le quartier

Minimise la distance entre le production/stockage :

- Minimise les pertes thermiques
- Minimise les pertes electriques
- Minimise le coût du réseau de chaleur

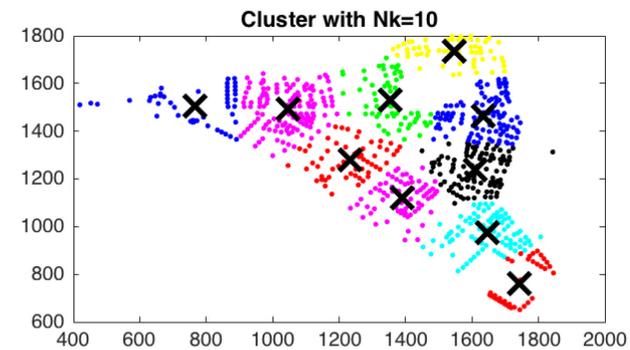
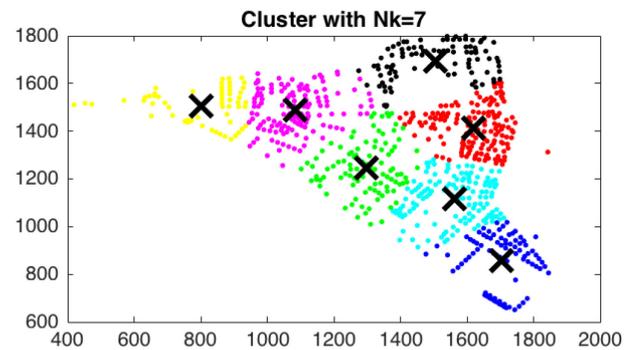
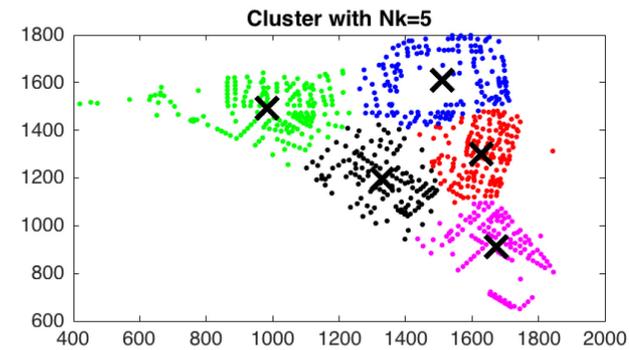
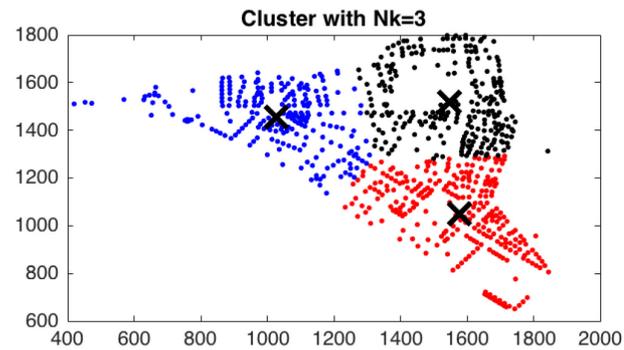
III. Géolocalisation des systèmes

Size [kW]	Cost heat pump [CHF/kW _{el}]
2-20	1500
21-50	1250
51-180	930
181-350	790
351-500	650
501-5000	300

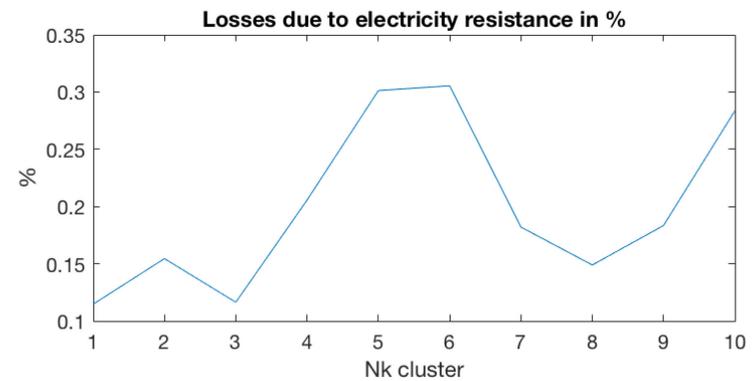
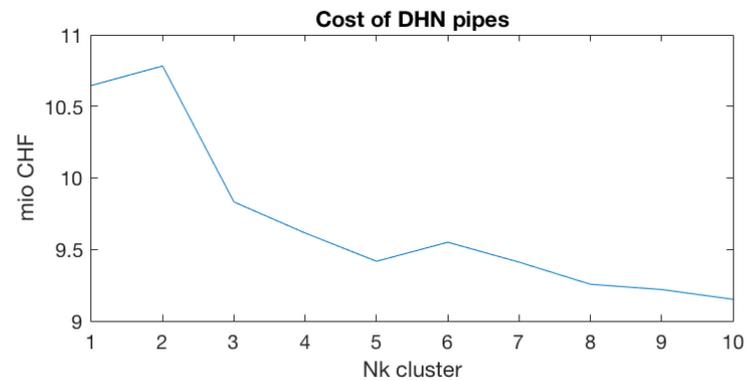
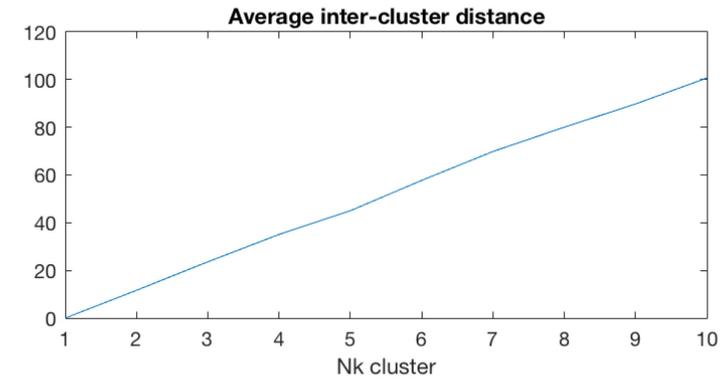
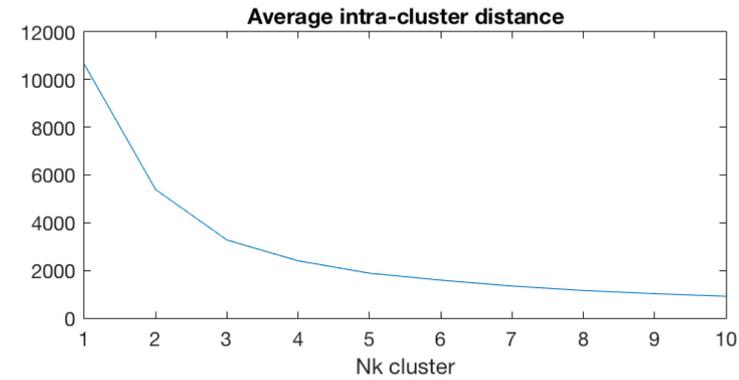
$$P_{loss,tot,el} = P_{loss,pump} + \frac{P_{loss,heating}}{COP} + P_{loss,elec}$$

Bittel et al., 2017

III. Géolocalisation des systèmes

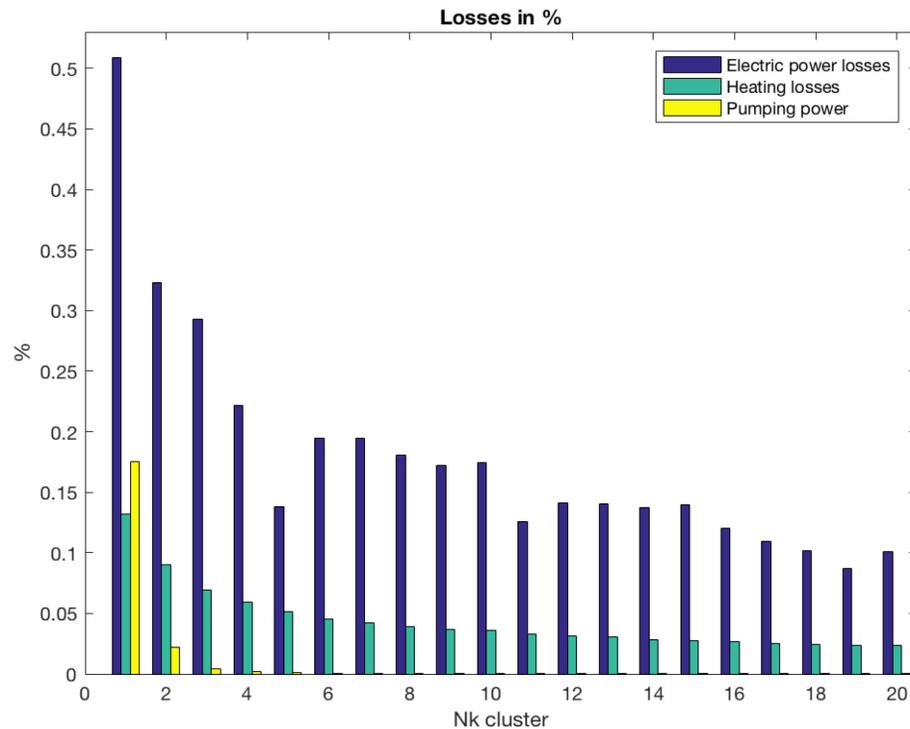


III. Géolocalisation des systèmes

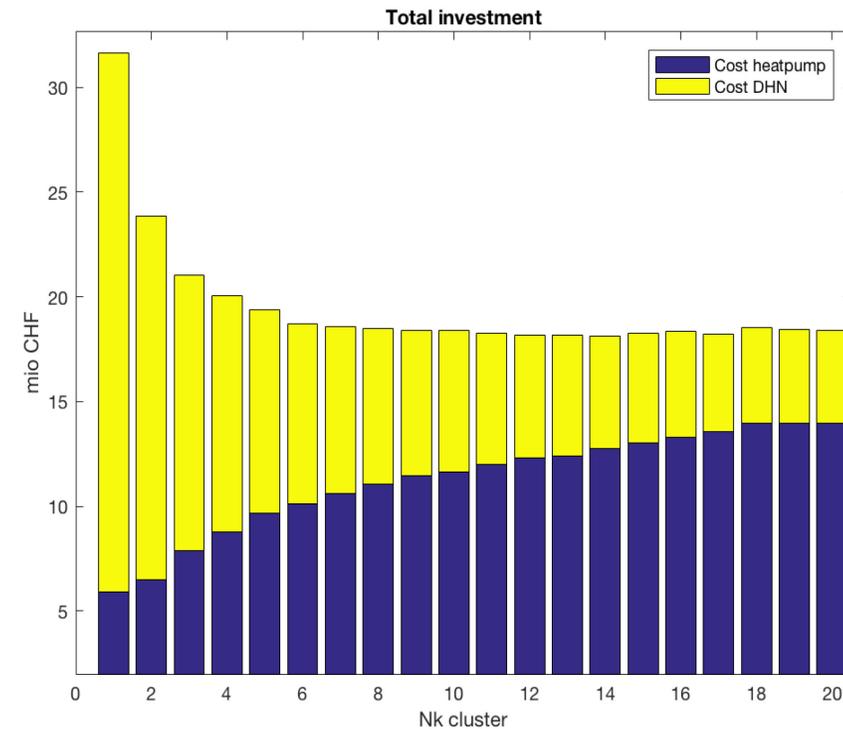


Bittel et al., 2017

III. Géolocalisation des systèmes



➤ Pertes en fonction de la demande

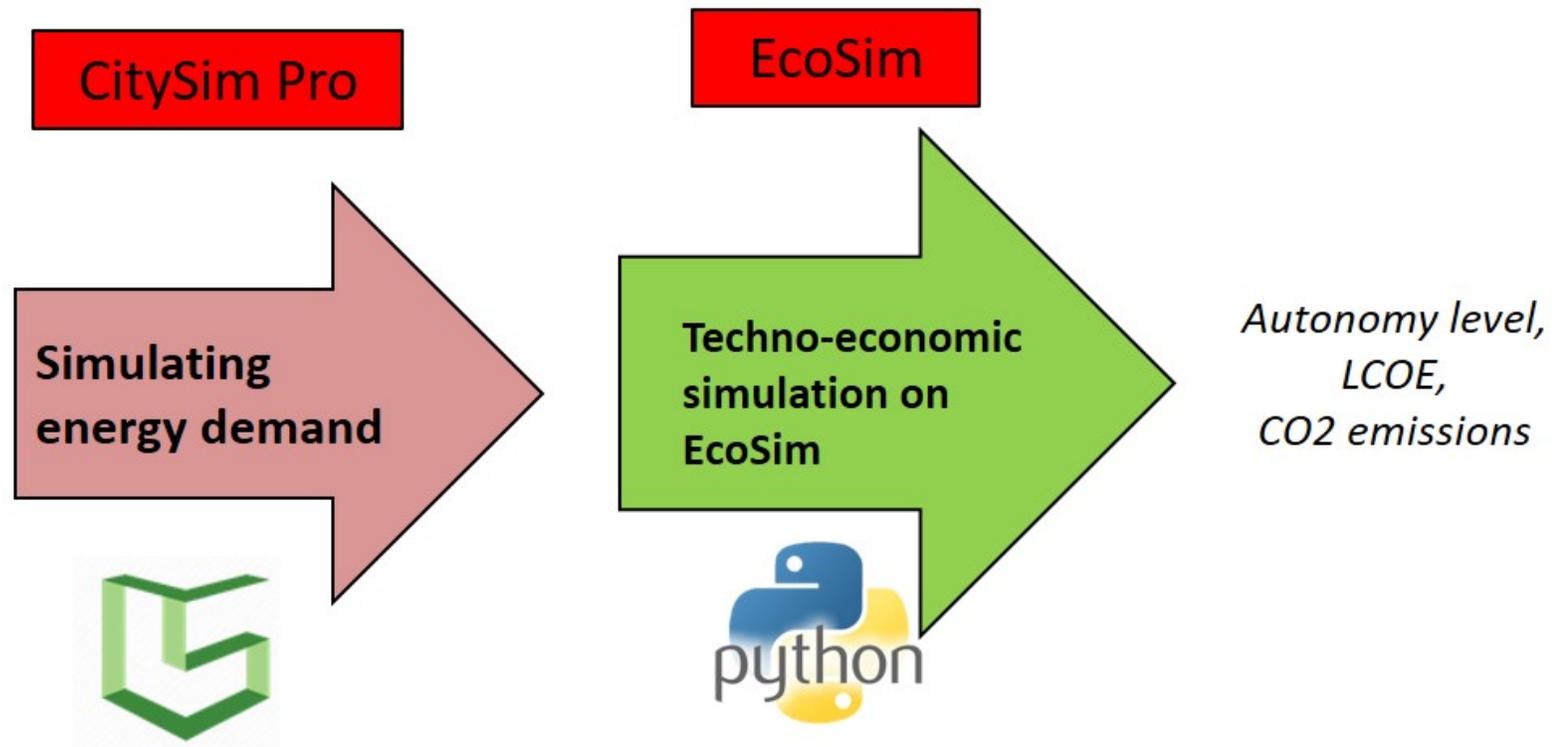


➤ Coût d'installation et d'investissement

Outline

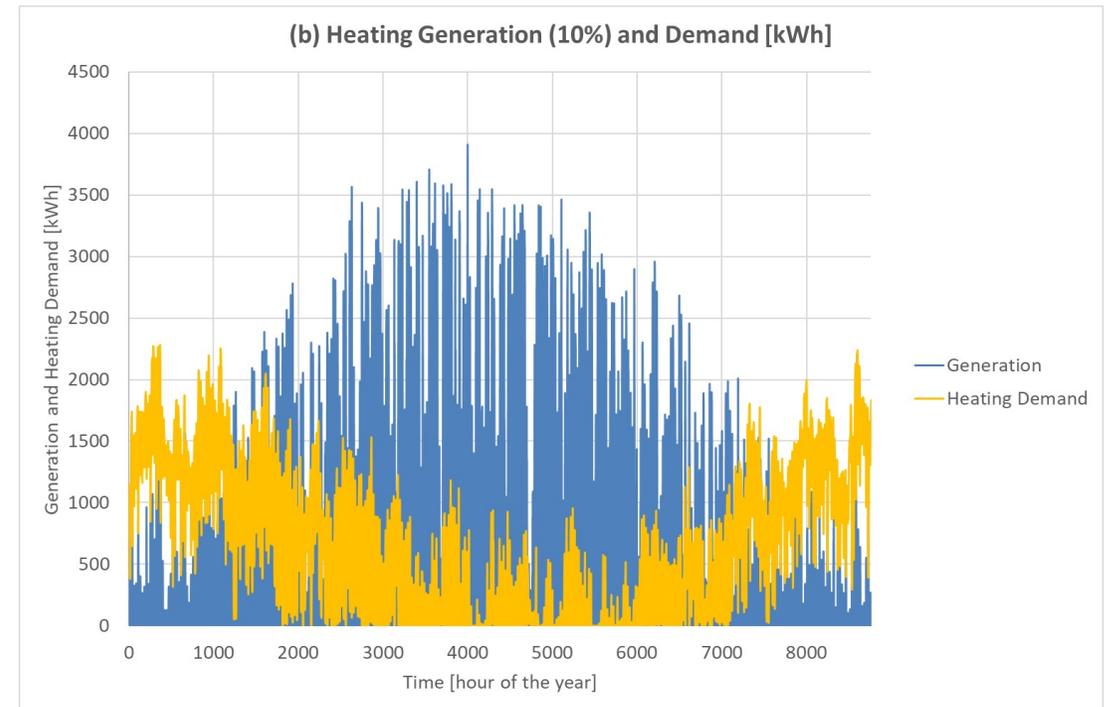
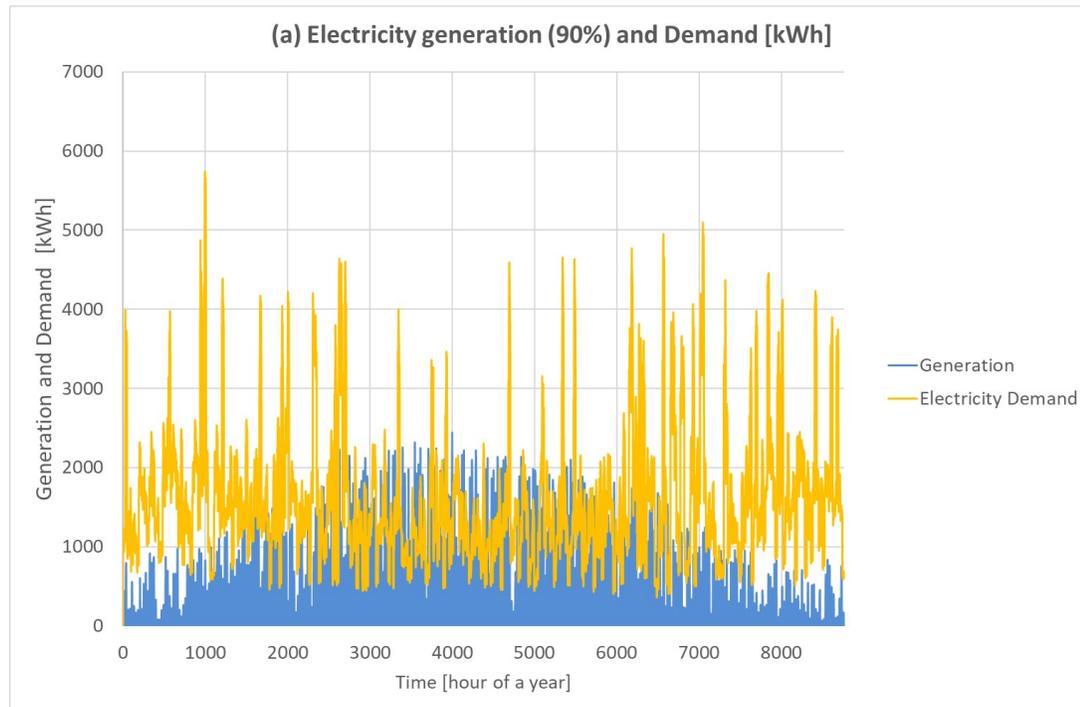
- I. Méthodologie
- II. Modélisation de la demande énergétique
- III. Géolocalisation des systèmes
- IV. Conception des systèmes énergétiques**
- V. Efficacité énergétique
- VI. Conclusions et travaux futures

IV. Conception des systèmes énergétiques



Siraganyan et al., 2017, 2019

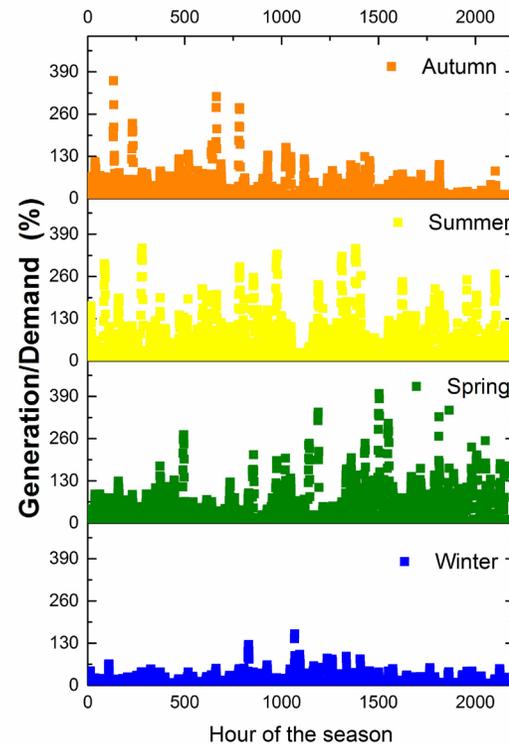
IV. Conception des systèmes énergétiques



➤ Quand la production est supérieure à la demande → stocker l'énergie

Siraganyan et al., 2019

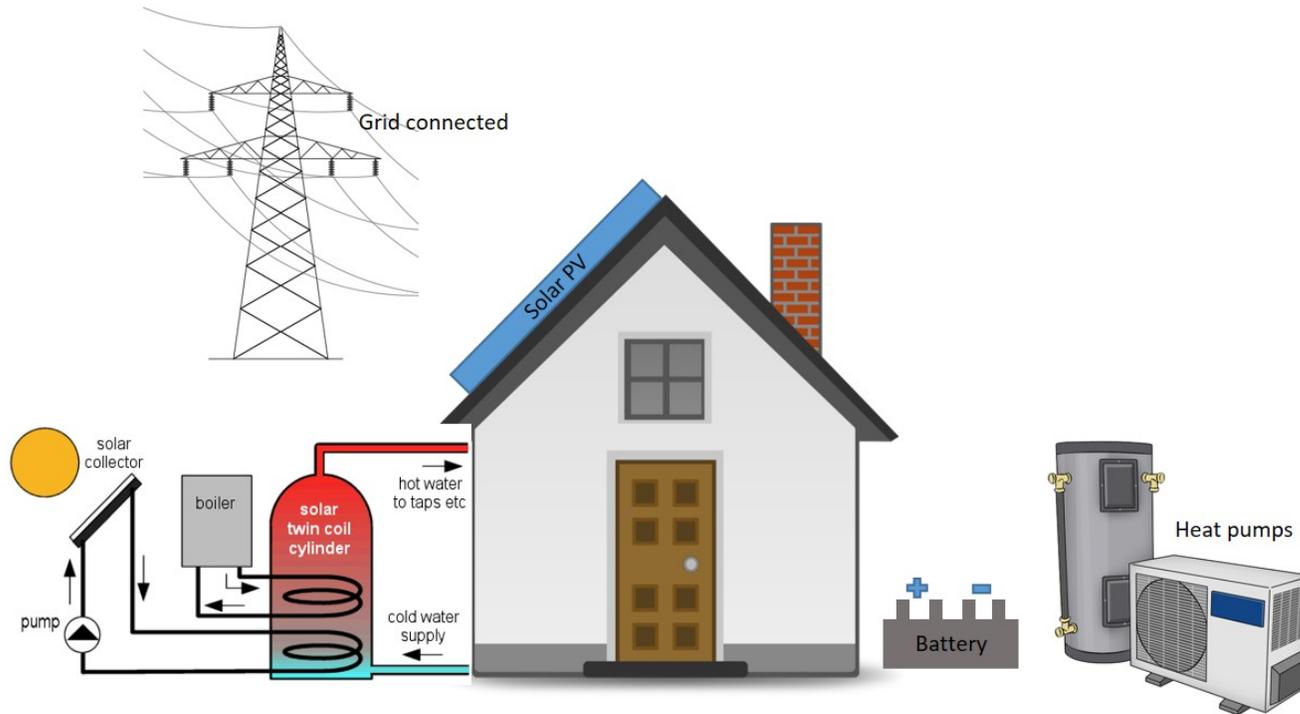
IV. Conception des systèmes énergétiques



➤ Pourcentage (production/demande) en fonction des saisons

Siraganyan et al., 2019

IV. Conception des systèmes énergétiques



Technology	Capacity
Solar PV panel	2441 kW
Battery	7582.9 kWh
Solar thermal panel	13,023.41 kW
Boilers	578 m ³
Heat Pump	4070 kW

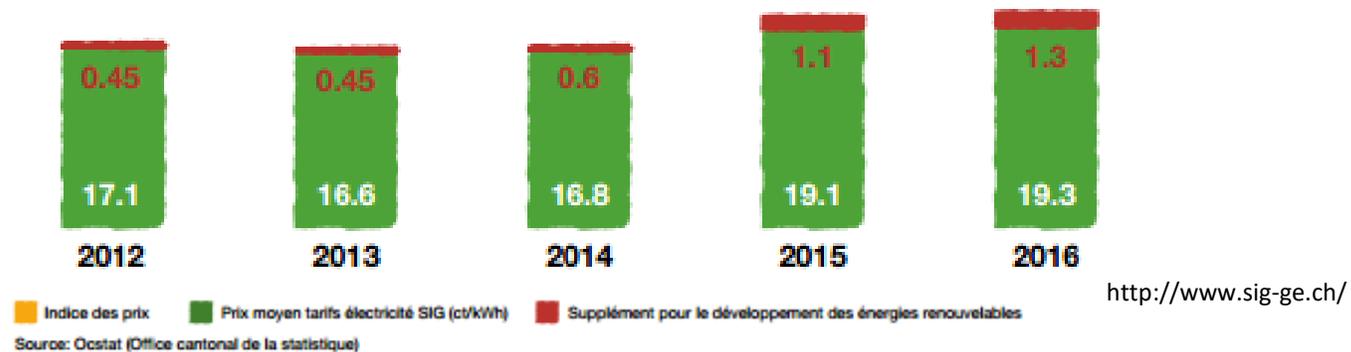
➤ Éléments considérés dans le système pour un cluster du quartier de la Jonction

Siraganyan et al., 2019

IV. Conception des systèmes énergétiques

Quelques hypothèses

- Prix moyen de l'électricité à Genève **20.6 ct/kWh**
- Prix moyen de revente **10.9 cts/kWh.**
- Inflation de l'ordre de **2%**
- Emission de CO2 emissions pour le réseau est de **0.155 kg/kWh** et de 0.160 kg/kWh pour le gas naturel.



- Evolution du tarif d'électricité (SIG)

Siraganyan et al., 2019

IV. Conception des systèmes énergétiques

Les scénarios

Demande électrique

Demande électrique
& thermique

Scénario 1
PV

Scénario 2
PV + Batterie

Scénario 3
PV + PAC

Scénario 4
PV + ST+ PAC

Scénario 2000W
PV + Batterie

Scénario 2000W
PV + ST+ PAC

IV. Conception des systèmes énergétiques

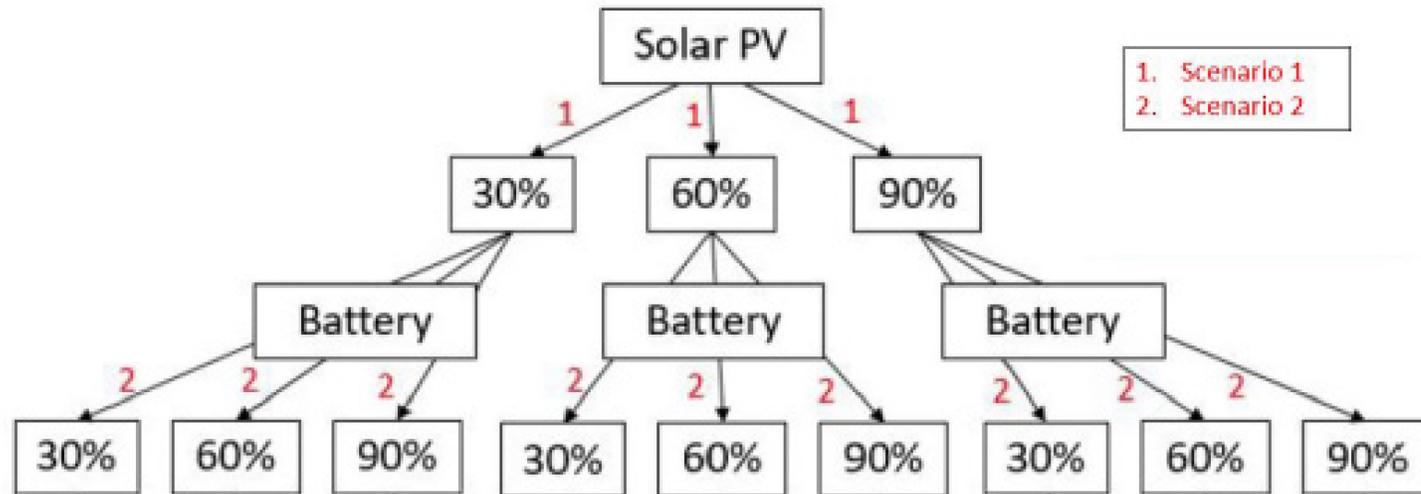


Table 5. Results for solar PV (Scenario 1).

SP	LCOE [CHF/kWh]	Autonomy Level	CO ₂ Emissions [kg/kWh]
30%	0.238	6%	0.148
60%	0.227	11%	0.143
90%	0.217	16%	0.138

Scénario 1
PV

Siraganyan et al., 2019

IV. Conception des systèmes énergétiques

Table 6. Results for scenario 3 with solar panels and heat pump.

SP	LCOE [CHF/kWh]	Autonomy Level	CO ₂ Emissions [kg/kWh]
30%	0.264	5%	0.150
60%	0.243	10%	0.145
90%	0.224	14%	0.141

Scénario 3
PV + PAC

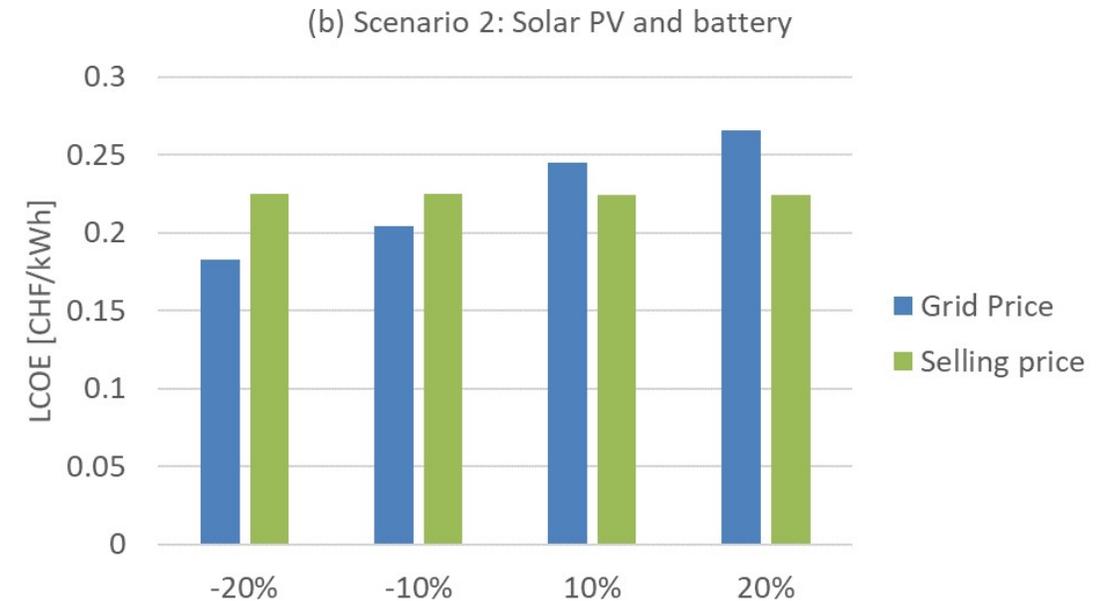
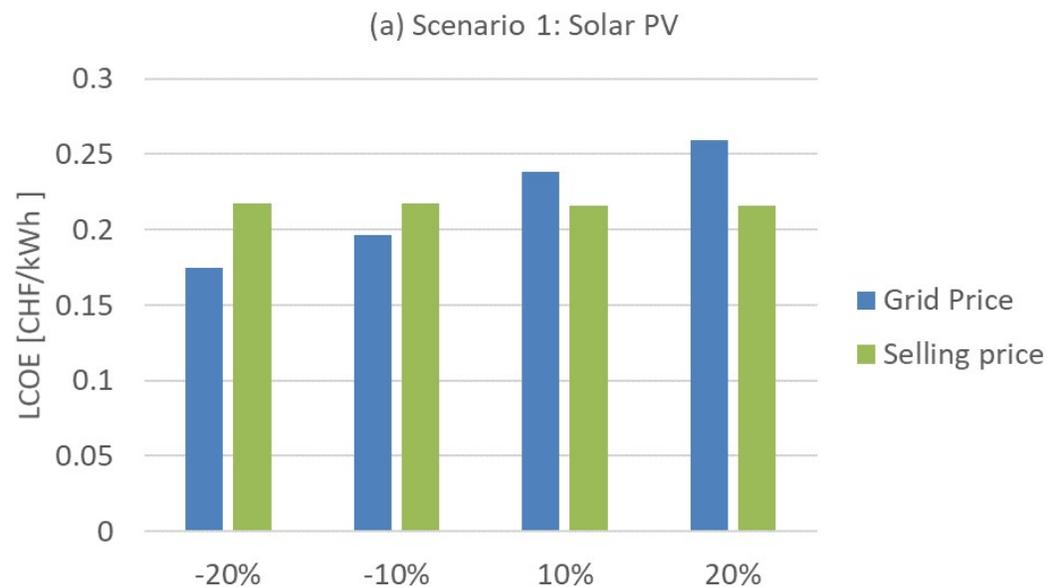
Table 7. Results for solar panels, heat pump and solar thermal.

SP	ST	LCOE [CHF/kWh]	Autonomy Level	CO ₂ Emissions [kg/kWh]
30%	70%	0.236	6%	0.150
60%	40%	0.230	11%	0.144
90%	10%	0.222	14%	0.141

Scénario 4
PV + ST+ PAC

Siraganyan et al., 2019

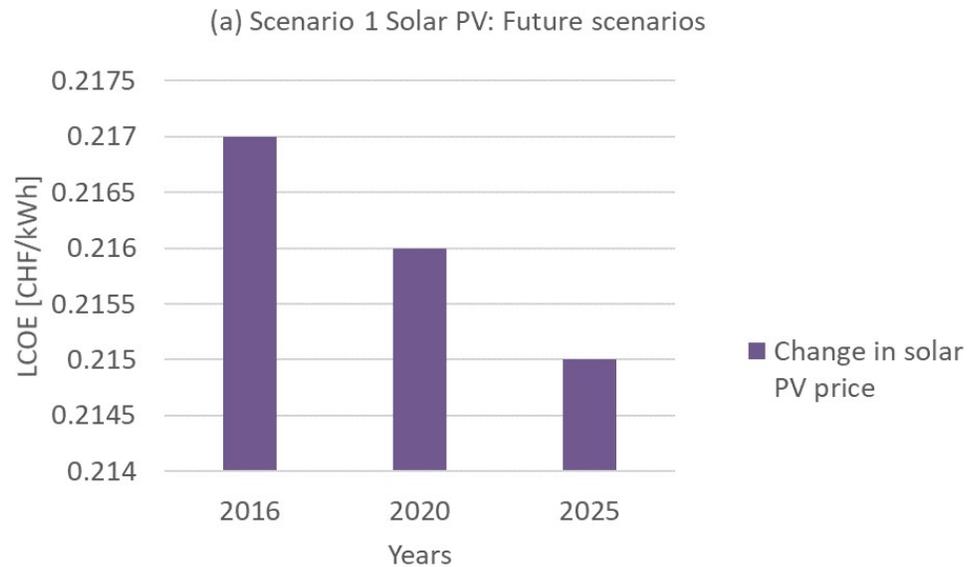
IV. Conception des systèmes énergétiques



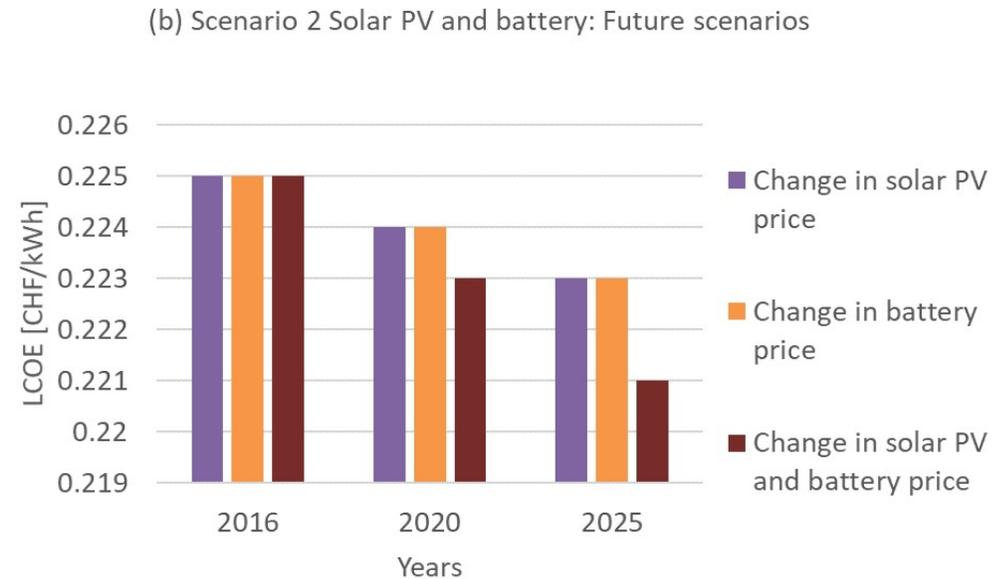
➤ Evolution avec un changement dans les prix d'achat et de vente de l'électricité

Siraganyan et al., 2019

IV. Conception des systèmes énergétiques



➤ Evolution avec un changement dans les prix d'achat des panneaux solaires (10% en 2020 et 20% en 2025)



➤ Evolution avec un changement dans les prix d'achat des panneaux solaires et batteries (10% en 2020 et 20% en 2025)

Siraganyan et al., 2019

Outline

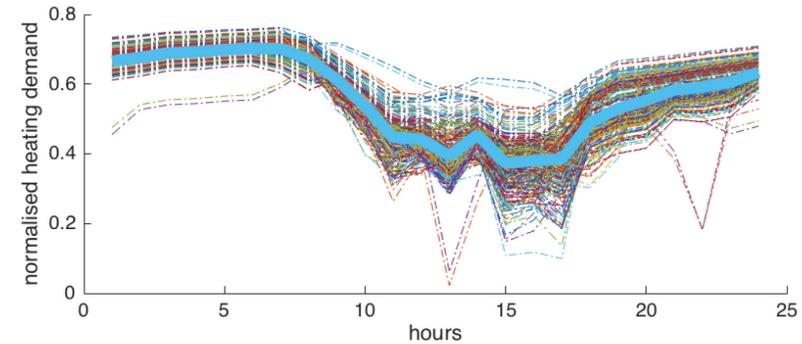
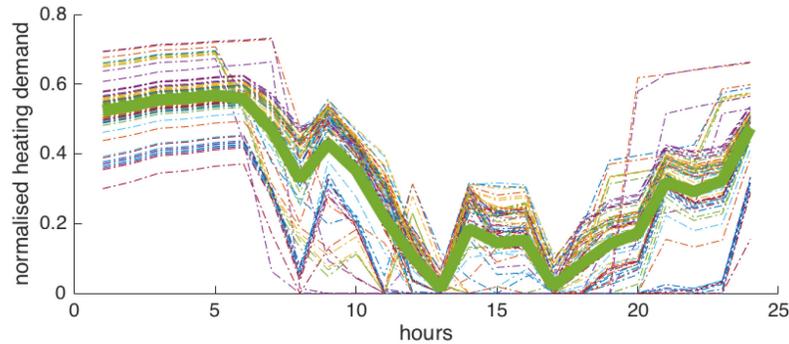
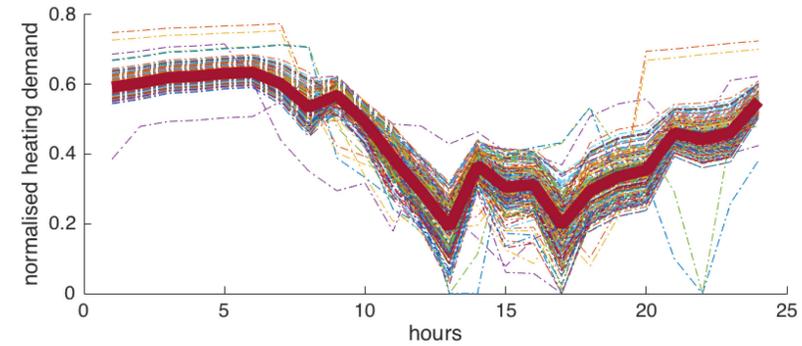
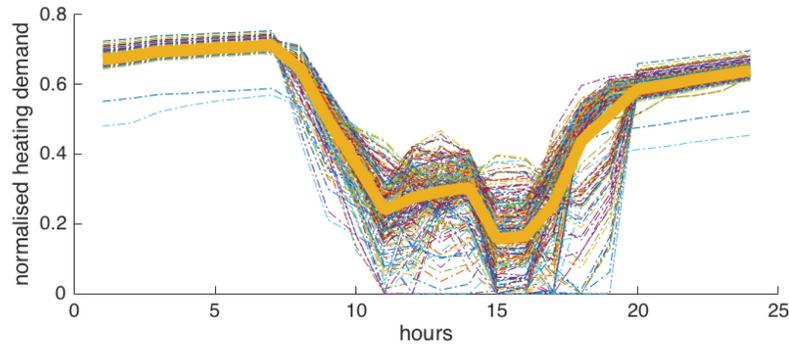
- I. Méthodologie
- II. Modélisation de la demande énergétique
- III. Géolocalisation des systèmes
- IV. Conception des systèmes énergétiques
- V. Efficacité énergétique**
- VI. Conclusions et travaux futures

V. Efficacité énergétique

- Malgré l'intégration d'énergie renouvelable, il faut aussi travailler sur l'efficacité énergétique
- Important de localiser les bâtiments qui nécessite une rénovation
- Méthodologie basé sur une étude de Lavin et Klabian (2015) en utilisant la demande énergétique
 - 1) Regroupement des données normalise pour chaque bâtiment
 - 2) Analyse des profiles de demande et sélection du k
 - 3) Tous les bâtiments qui sont en moyenne au-dessus sont moins efficace que les autres

•Lavin, A., & Klabjan, D. (2015). Clustering time-series energy data from smart meters. *Energy Efficiency*, 8(4), 681-689.

V. Efficacité énergétique



➤ Demande énergétique normalise pour un cluster.

V. Efficacité énergétique

Table 9. Results for solar PV and lead-acid battery in a 2000-watt society.

SP	LEA	LCOE [CHF/kWh]	Autonomy Level	CO ₂ Emissions [kg/kWh]
90%	30%	0.164	44%	0.143
90%	60%	0.180	50%	0.161
90%	90%	0.200	52%	0.186

Scénario 2000W
PV + Batterie

Table 10. Results for solar panels, heat pump and solar thermal in a 2000-watt society.

SP	ST	LCOE [CHF/kWh]	Autonomy Level	CO ₂ Emissions [kg/kWh]
30%	70%	0.224	6%	0.154
60%	40%	0.221	11%	0.153
90%	10%	0.218	16%	0.133

Scénario 2000W
PV + ST+ PAC

➤ Société 2000W

Outline

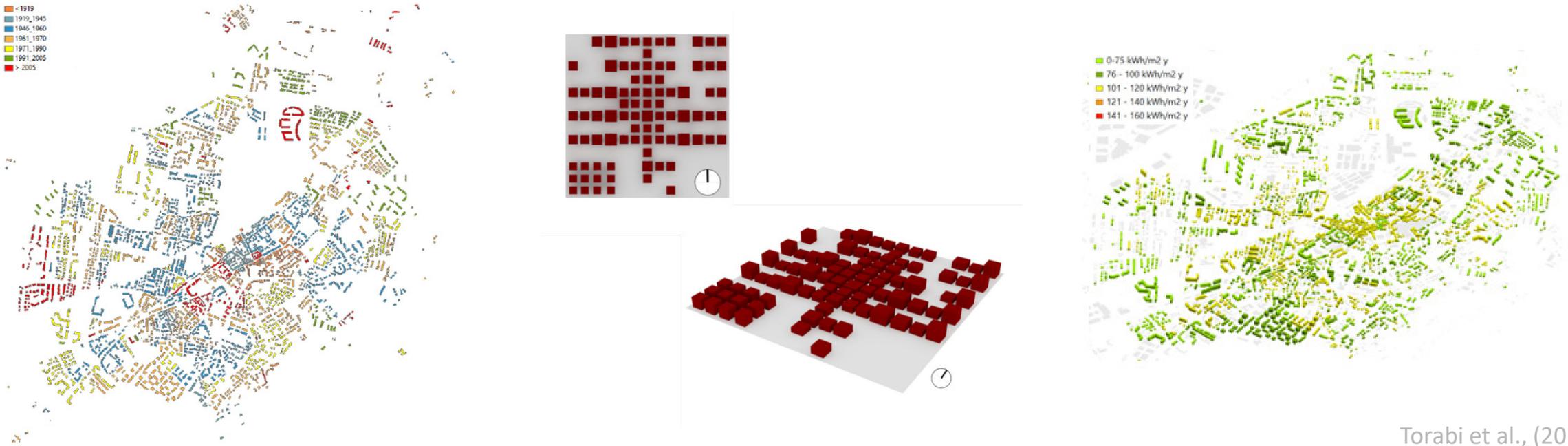
- I. Méthodologie
- II. Modélisation de la demande énergétique
- III. Géolocalisation des systèmes
- IV. Conception des systèmes énergétiques
- V. Efficacité énergétique
- VI. **Conclusions et travaux futures**

VI. Conclusions & travaux futures

- Une nouvelle méthodologie a été développée pour geolocaliser les systèmes énergétiques décentralisés
- Permet de mieux prendre en compte les différentes sources et vecteurs énergétiques
- Inclure d'autres aspects que la distance
- Données manquantes:
 - Possibilité d'utiliser l'eau du lac ou du Rhône?

VI. Conclusions & travaux futures

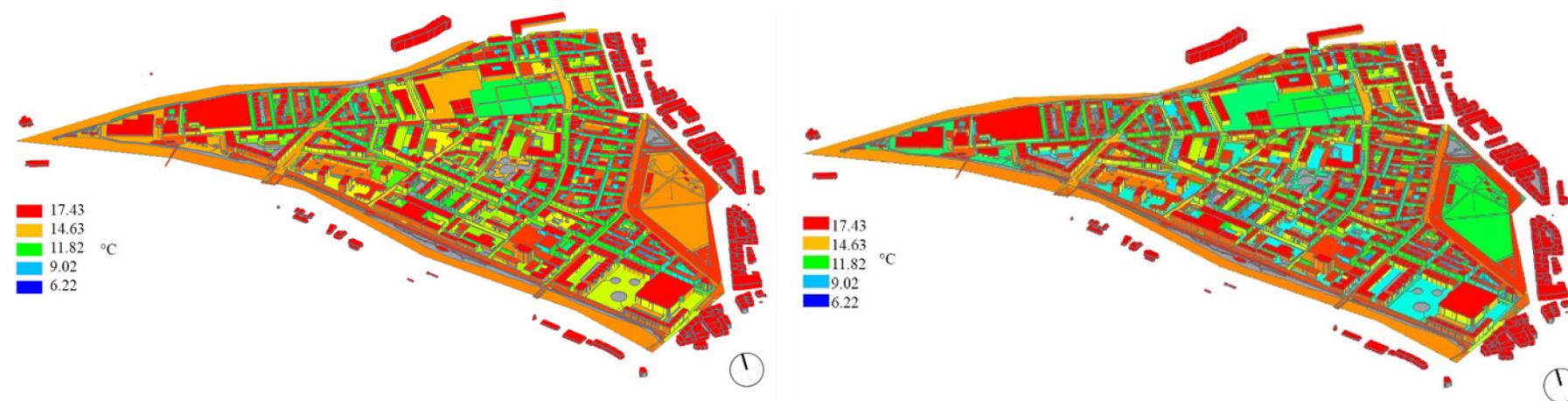
- Utiliser des méthodologies telle que celles développées par Torabi et al., (2019) pour analyser un quartier ou une ville de même que des stratégies d'aménagement



Torabi et al., (2019)

VI. Conclusions & travaux futures

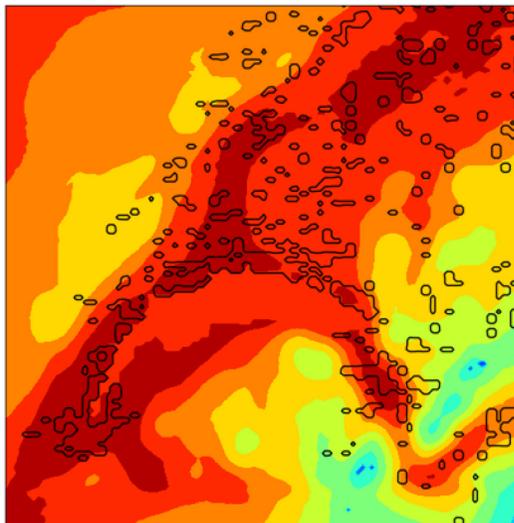
➤ Impact du changement climatique et du climat urbain



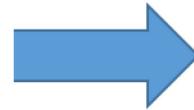
➤ Integration de la vegetation dans le milieu urbain

VI. Conclusions & travaux futures

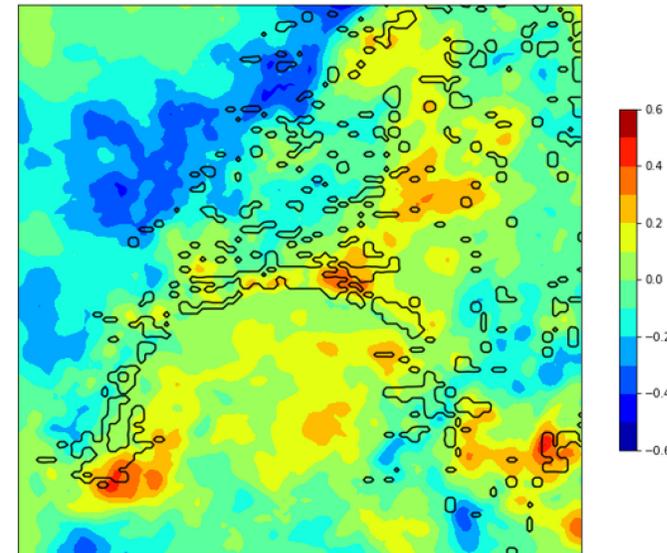
Air temperature (°C)



Current case



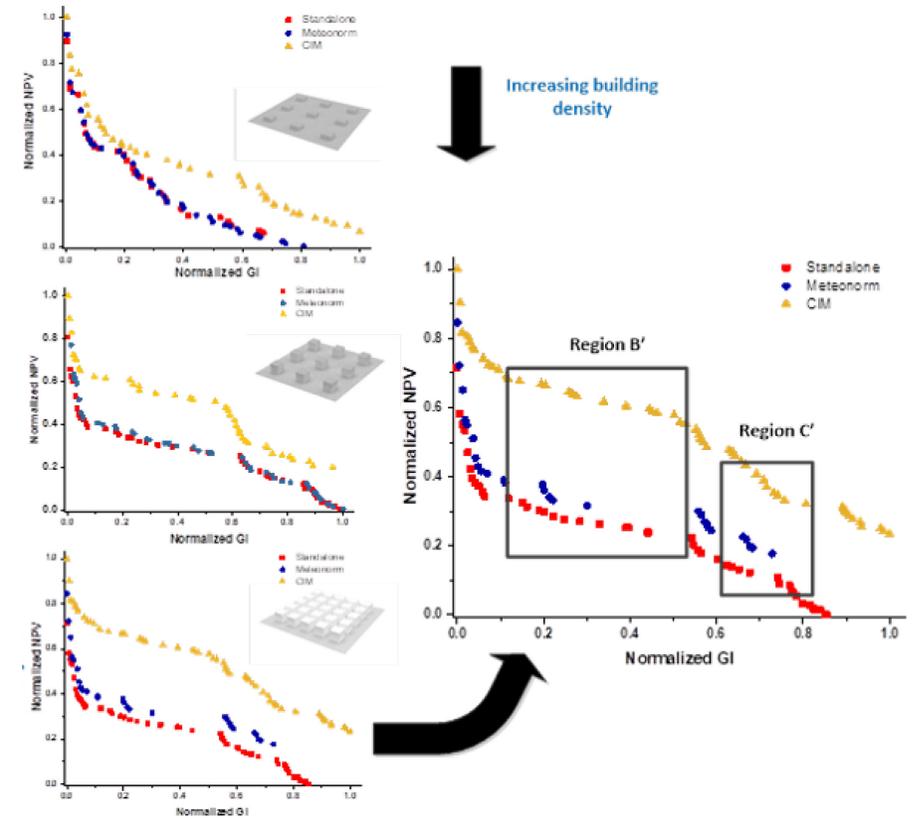
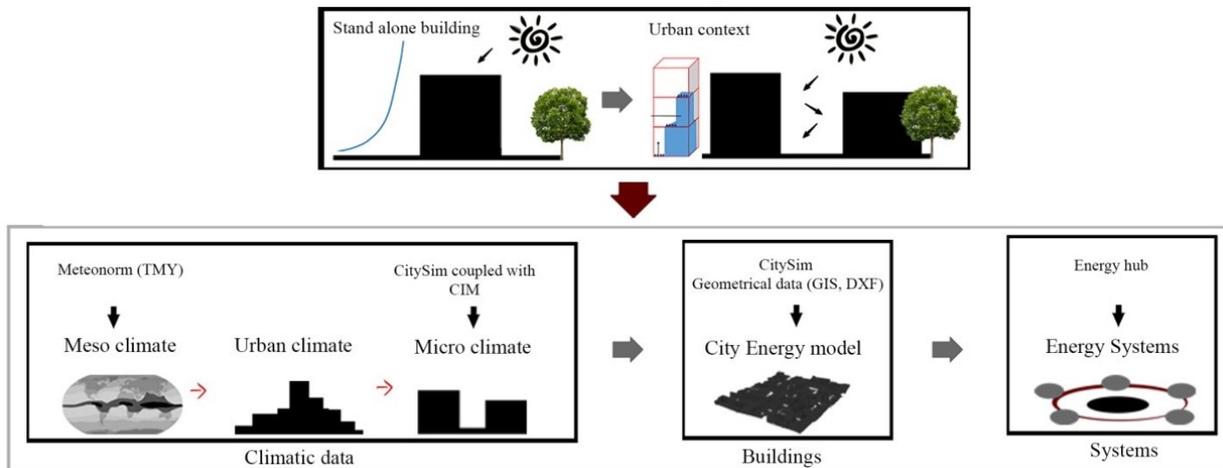
Increase in air temperature(°C)



Urban densification case

➤ Impact de la densification sur le climat urbain

VI. Conclusions & travaux futures

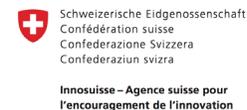


➤ Impact de la densification sur les systèmes énergétiques

Merci! Des questions?

DR. DASARADEN MAUREE

@D_mauree / 021 693 55 56 / dasaraden.mauree@epfl.ch



References
