

# Du catalogue de solutions à la performance réelle des rénovations énergétiques

## bonnes pratiques et enseignements tirés

Jad Khoury

Université de Genève

# Introduction

---

- ST2050 prône une réduction massive de la consommation de chauffage dans les bâtiments p/r à 2010 (45% d'ici 2035, 64% d'ici 2050)
- Défis majeurs:
  - Augmenter le taux de rénovation (quantité) et la performance (qualité);
  - Réduire les écarts entre les performances énergétiques prévues et celles mesurées en conditions réelles d'utilisation
- Compare-Rénove:
  - s'intéresse à la performance réelle E<sup>3</sup> des rénovations énergétiques, dans une perspective d'amélioration des pratiques et de leur promotion :
    - a. Analyse comparative d'un ensemble représentatif de rénovations d'immeubles d'habitation (**focus sur volet A**);
    - b. Analyse des perf. de la solution à son intégration dans le projet.

Avec le soutien  
financier de :



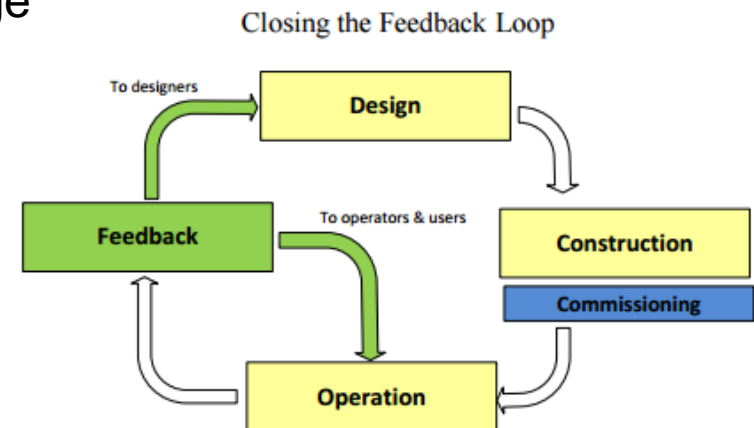
## Introduction

1. Catalogue de solutions et performances attendues (*projet*)
2. Performances réelles énergétique et environnementale (*réalité*)
3. Ecart de performance dans la rénovation (*projet vs. réalité*) :  
amplitude, paramètres déterminants et potentiel d'atténuation
4. Performances économiques et incidence sur les loyers
5. Qualités architecturales et urbanistiques des rénovations

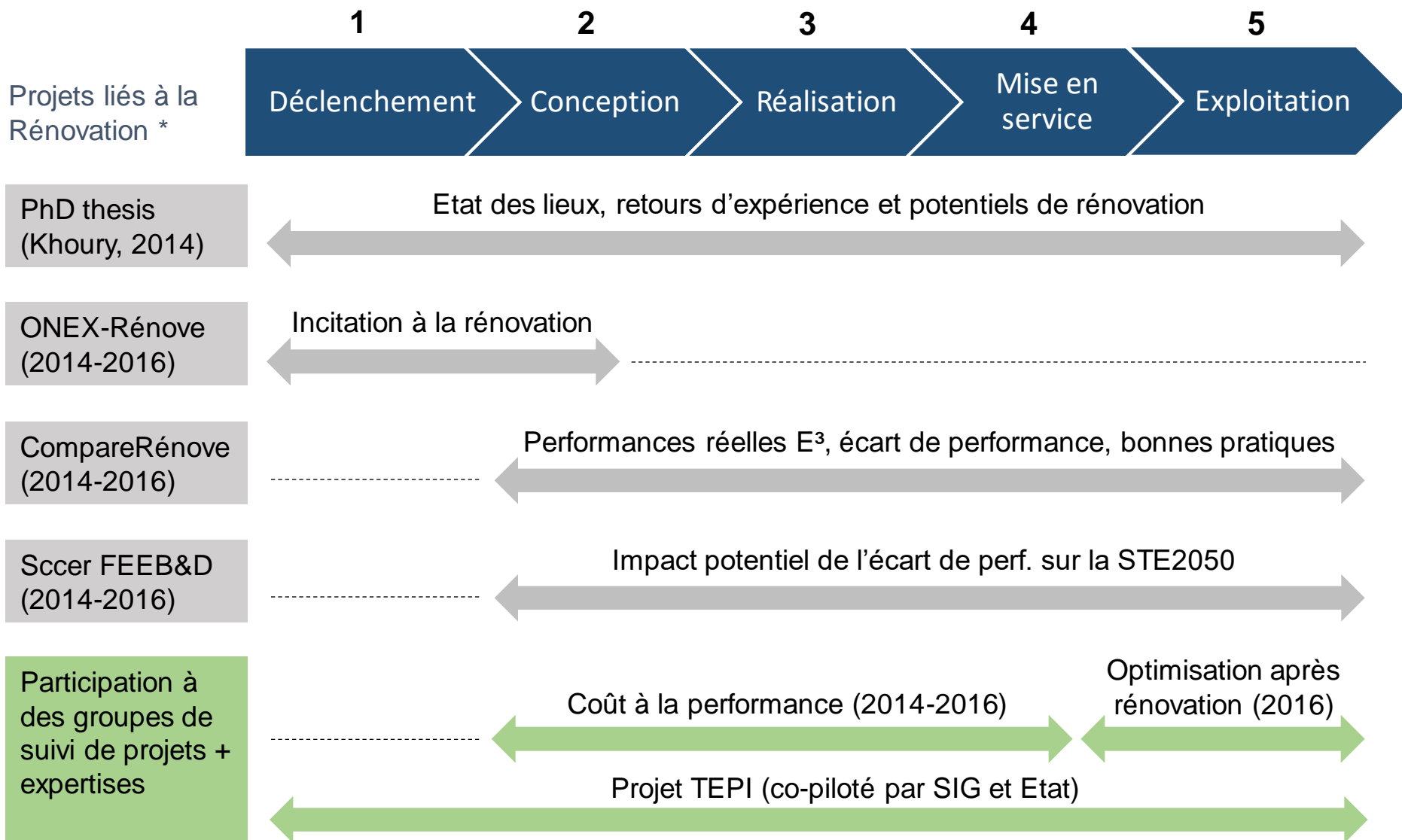
## Conclusions

# Retours d'expérience (REX)

- Une démarche indispensable pour capitaliser l'expérience et accélérer la transition énergétique
- Elle consiste à :
  - Créer une base de connaissance des pratiques et écarts observés
  - Identifier les facteurs clés de succès et obstacles à la réussite
  - Stimuler par un processus de feedbacks entre académiques et praticiens les bonnes pratiques et solutions d'efficacité énergétique;
  - Diffuser les bonnes pratiques à large échelle (ex. plaquette OFEN)

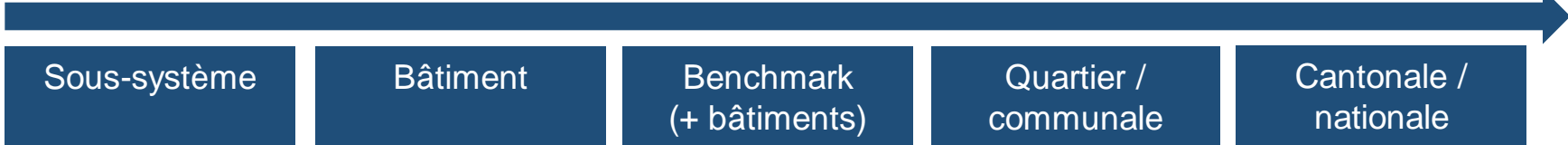


# REX à différentes étapes du projet (aperçu rénovation 2014-2016)



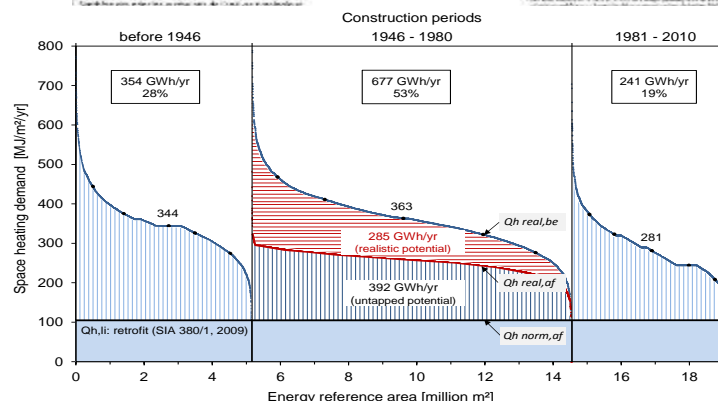
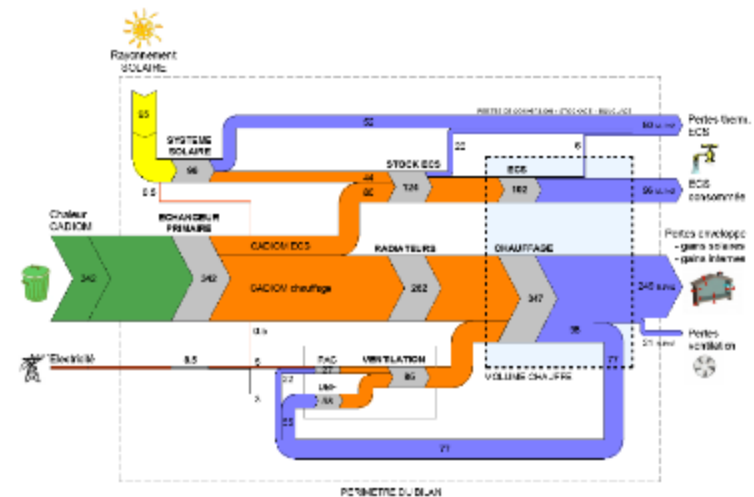
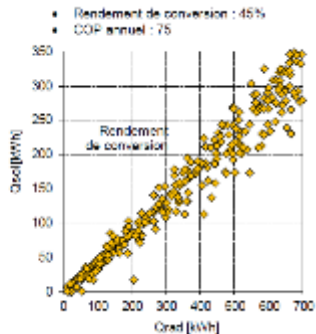
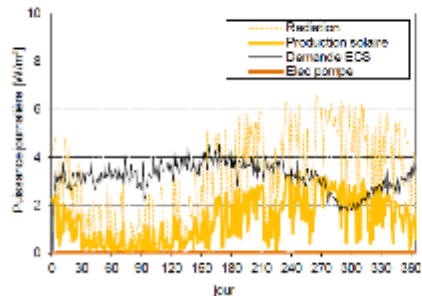
\* Projets en lien avec la rénovation énergétique réalisées entre 2014 et 2016 au sein du groupe Systèmes énergétiques

# REX à différentes échelles (aperçu rénovation 2014-2016)



4.33-3 Système solaire thermique (bilan 2008-2010)

- Chaleur solaire produite : 44 MUM/a
- Electricité pompe solaire : 0.5 MUM/a



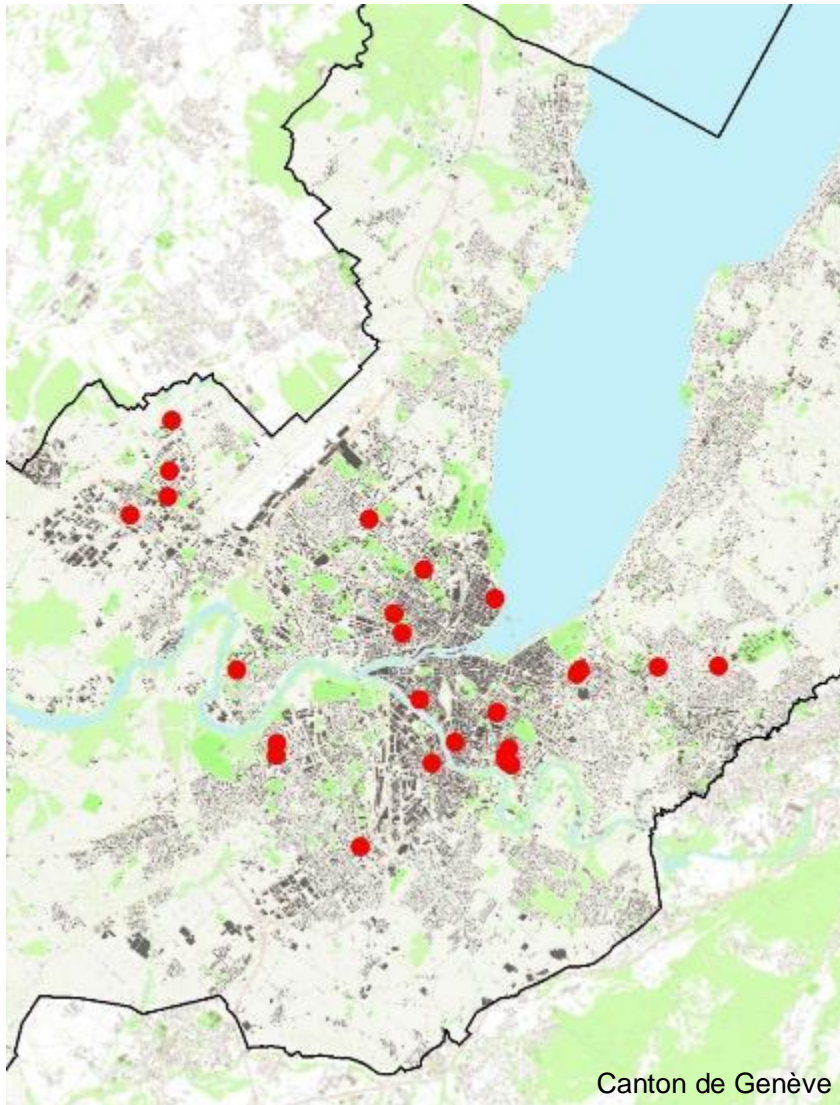
→ processus qui implique confiance et transparence entre tous les acteurs



# Echantillon, catalogue de solutions et performances attendues

*(le projet)*

# Echantillon Compare-Rénové



## Caractéristiques de l'échantillon:

- 26 opérations de rénovation
- 115 immeubles (allées)
- plus de 3000 logements
- SRE  $\approx 290'000 \text{ m}^2$
- Construction : 1947-1975
- Rénovation : 2006-2014



Canton de Genève



# Echantillon Compare-Rénove

Année de rénovation	Type d'opérations**	Justificatif énergétique	Séries	Nombre d'opérations
2006-2009	Rénovations	Perf. globale	B1 à B10	10
	Rénovations + surélévations	Perf. globale	B18-B20-B21 (r+s)	3
	Rénovations	Perf. <b>ponctuelle</b>	B22-B23-B24	3
2010*-2014	Rénovations (HPE – THPE)	Perf. globale	B11-B12-B13	3
	Rénovations (par étapes)	Perf. globale	B14-B15-B16 (a+b)	3
En cours ou non réalisés	Rénovations	N/A	B17-B19 B25-B26	4

\* Entrée en vigueur de la nouvelle loi sur l'énergie à Genève en août 2010

**TOTAL**

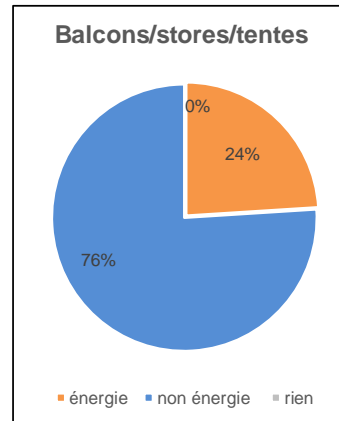
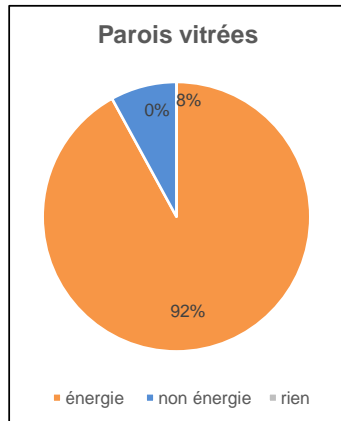
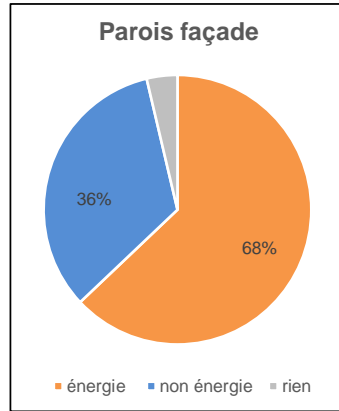
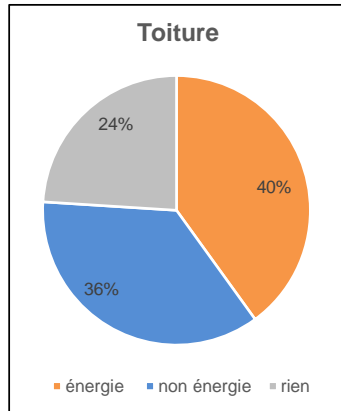
**26**

\*\* Différentes stratégies de rénovation : globale, façade, partielle, ...

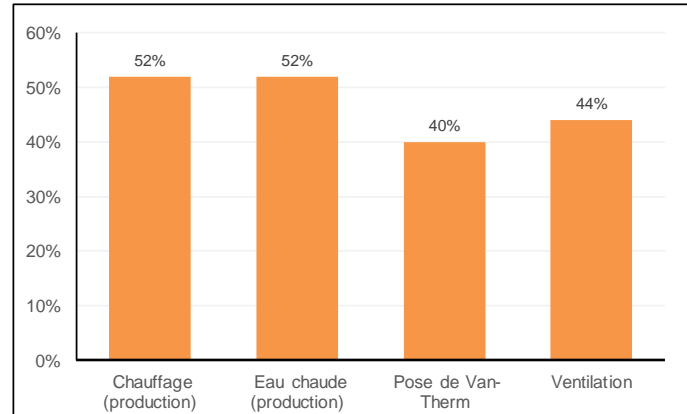
# Catalogue de solutions

- Catalogue très varié de solutions retenues (pratiques de rénovation)

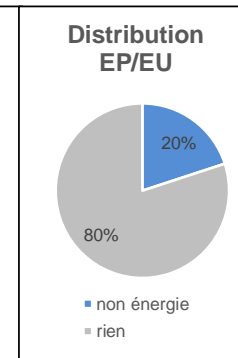
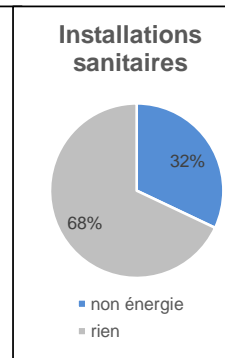
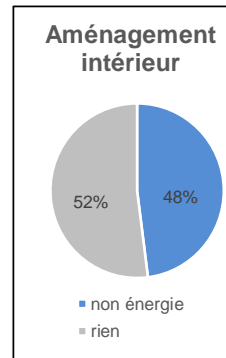
## ENVELOPPE



## TECHNIQUE



## AUTRES - Travaux de mise aux normes

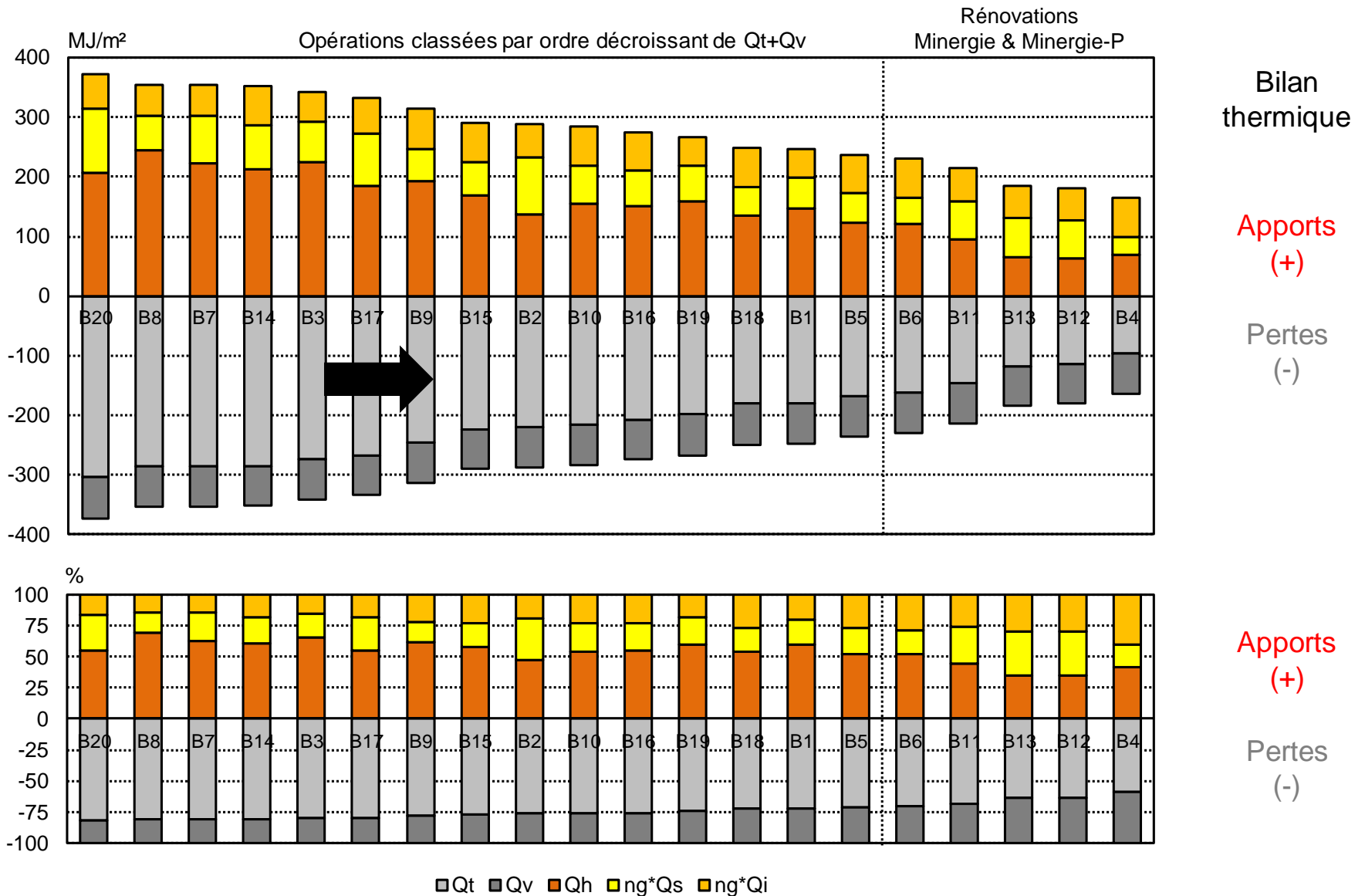


Total = 26 opérations de rénovation

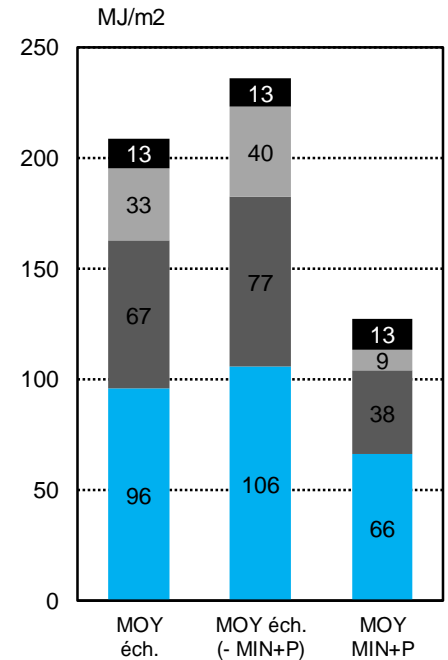
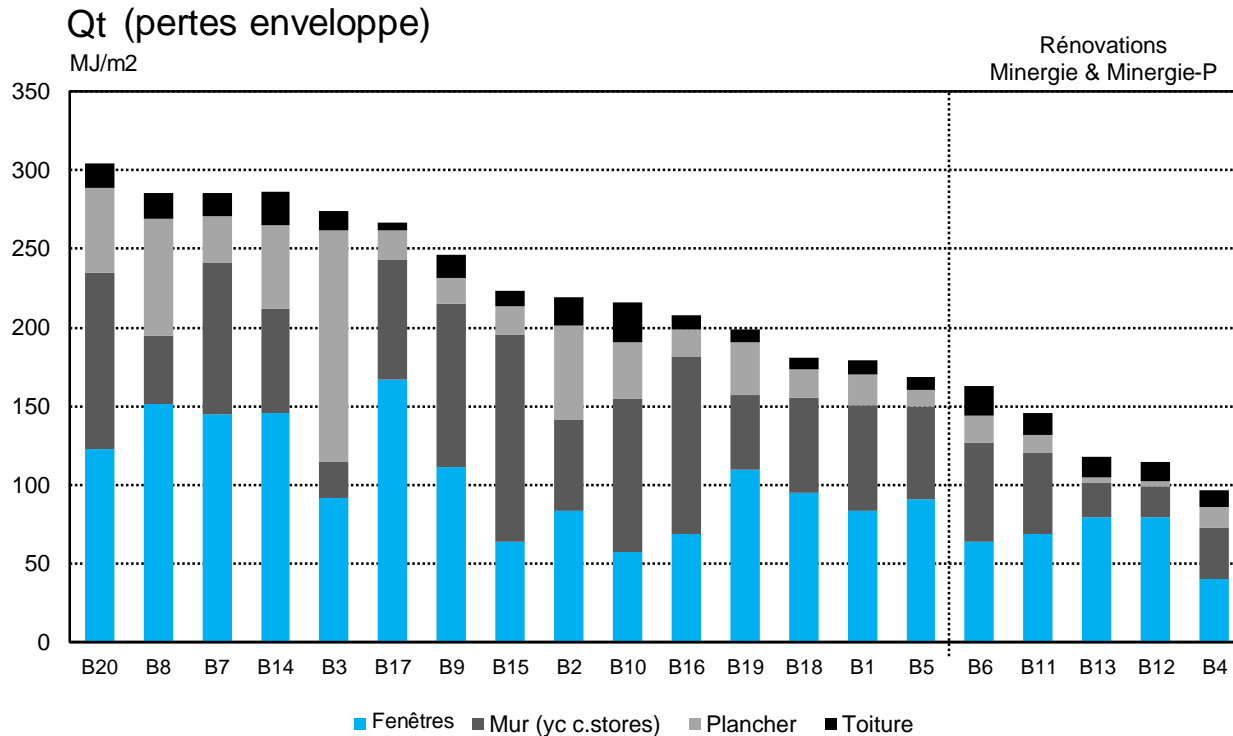
- «énergie» : travaux d'amélioration énergétique avec ou sans des travaux d'entretien, à plus-values et de remise aux normes.
- «non énergie» : travaux sans amélioration énergétique
- «rien» : pas d'actions

Taux de remplacement/rénovation d'ascenseurs : 20%  
Taux de rénovation + surélévation : 12%

# Performances prévues des projets (conditions standard)



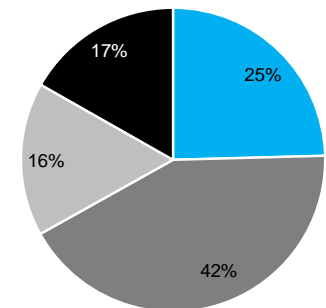
# Pertes par transmission à travers l'enveloppe



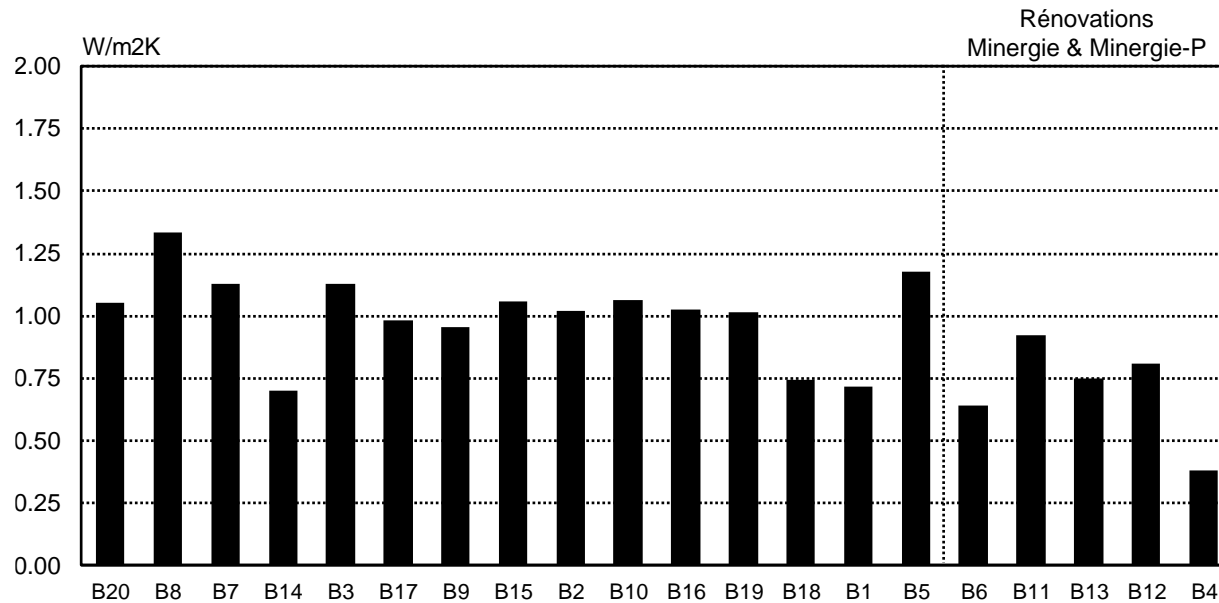
Moyennes après rénovation :

- Fenêtres : 25% Ath ; ~ 50% Qt
- Mur (yc c.stores) : 42% Ath ; ~ 30% Qt
- Plancher : 16% Ath ; 14% - 7% Qt
- Toiture : 17% Ath ; 7% - 11% Qt

Surface de l'enveloppe en %

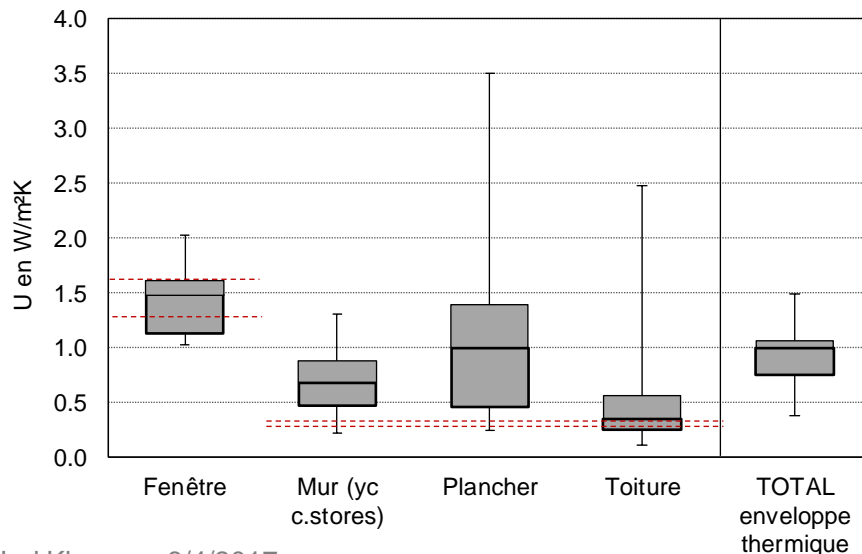


# Performances de l'enveloppe thermique (coeff. U)



$U_{\text{moy}} = 0.93 \text{ W/m}^2\text{K}$  (échantillon)  
 $U_{\text{moy}} = 0.70 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Min & Min-P)

*U enveloppe thermique  
 après rénovation  
 (valeurs moyennes)*

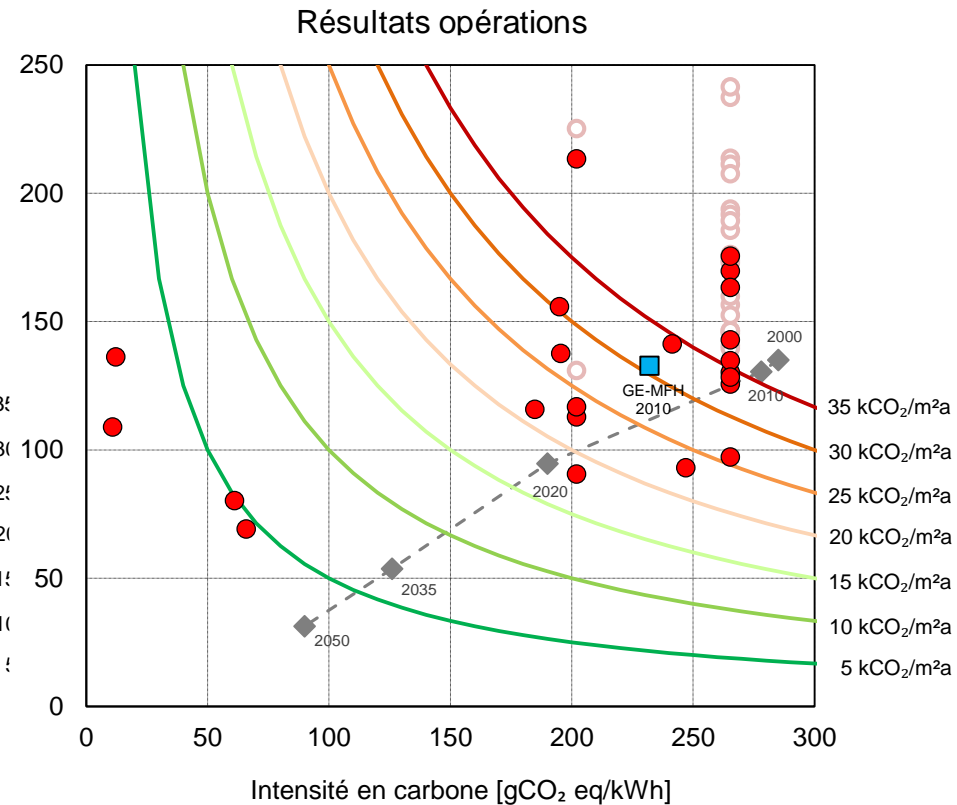
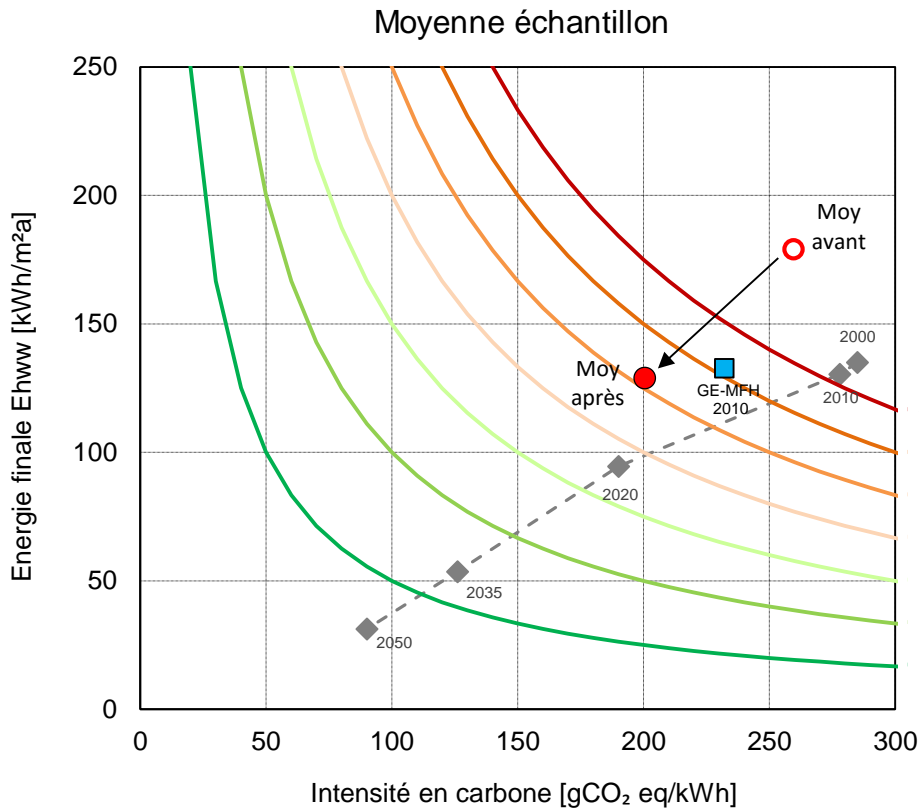


*Répartition en percentiles des valeurs U  
 après rénovation (N=20 opérations)*



**Performances réelles  
énergétique et environnementale**  
*(la réalité)*

# Performances réelles avant / après



- ◆- CH resid bldg stock SFH+MFH (Ch+ECS)
- GE resid bldg stock MFH (Ch+ECS)
- Moyenne échantillon avant rénovation
- Moyenne échantillon après rénovation

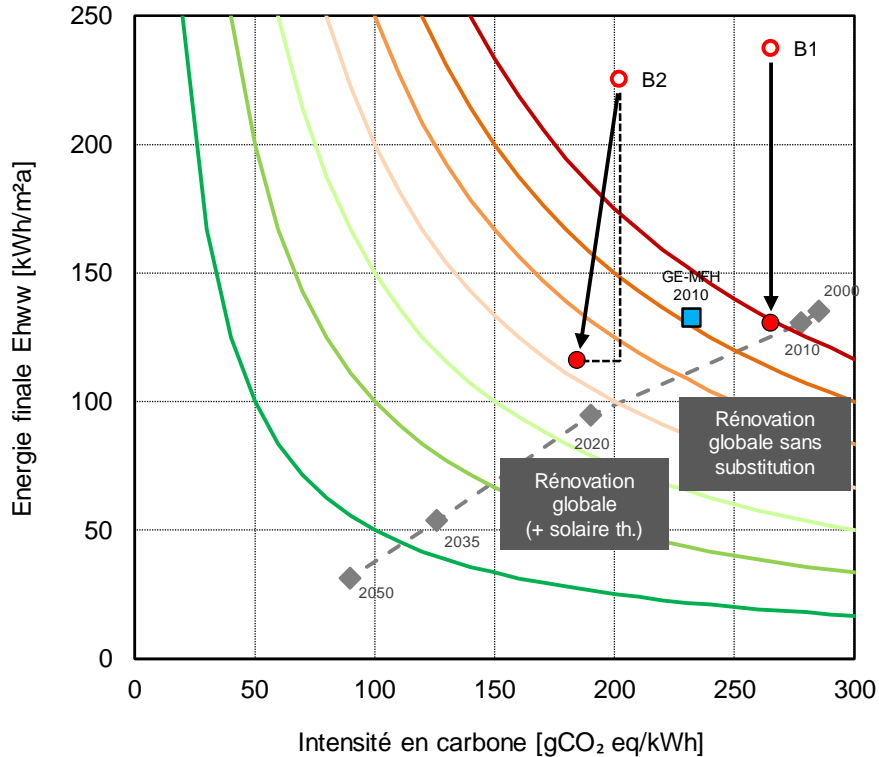
- ◆- CH resid bldg stock (Ch+ECS)
- GE resid bldg stock MFH (Ch+ECS)
- Performance avant rénovation
- Performance après rénovation

- Indicateurs et performances:
- Energie finale chauffage et ECS : 179 → 129 kWh/m<sup>2</sup>.an
  - Intensité carbone : 260 → 200 gCO<sub>2</sub>-éq./kWh
  - Emissions liées à l'exploitation : 46 → 27 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an

# Exemples de stratégies et trajectoires différentes

1

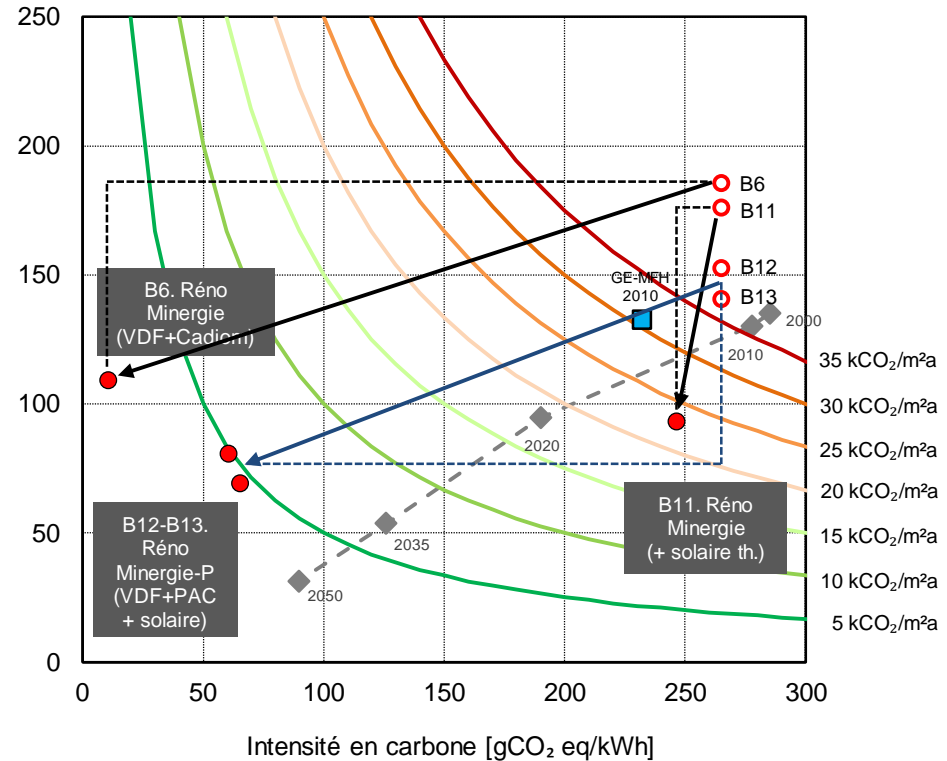
Rénovation globale de l'enveloppe sans substitution (ou avec solaire)



- ◆ - CH resid bldg stock (Ch+ECS)      ■ GE resid bldg stock MFH (Ch+ECS)  
 • Performance avant rénovation      • Performance après rénovation

2

Rénovation globale T/HPE avec substitution



- ◆ - CH resid bldg stock (Ch+ECS)      ■ GE resid bldg stock MFH (Ch+ECS)  
 • Performance avant rénovation      • Performance après rénovation

\* CADIOM (94% ch fatale + 6% gaz) situation avant liaison

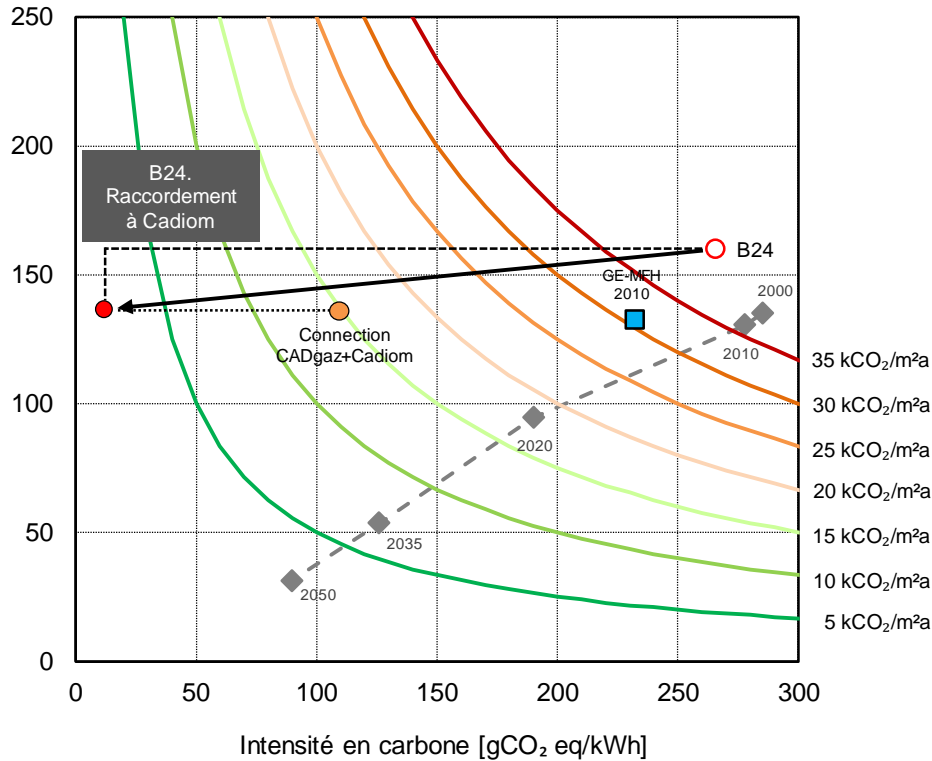
Seules les rénovations THPE se rapprochent des objectifs fixés par la STE2050



# Des stratégies et trajectoires différentes

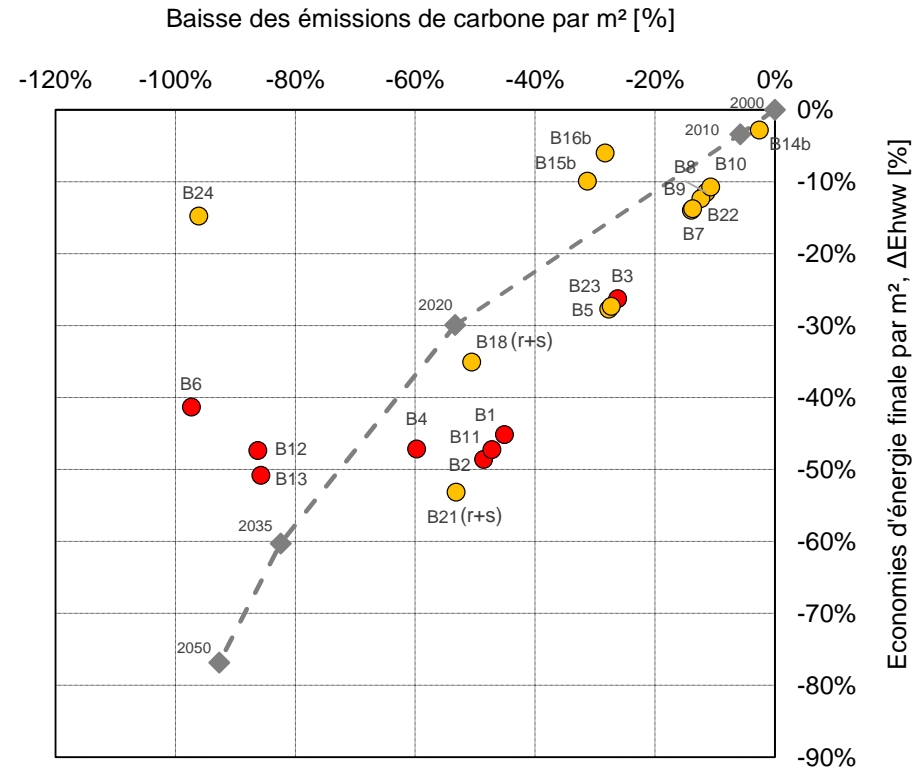
3

Uniquement substitution sans rénovation de l'enveloppe



- ◆ — CH resid bldg stock (Ch+ECS)
- GE resid bldg stock MFH (Ch+ECS)
- Performance avant rénovation
- Performance après rénovation

\* CADIOM (94% ch fatale + 6% gaz) situation avant liaison



Economies d'énergie et d'émissions CO<sub>2</sub> (baisse relative)

- Rénovations globales
- Rénovations F-P-E
- ◆ — Transformation path\_CH resid bldg stock (Ch+ECS)

Nécessité à la fois de baisser la demande et de substituer fossile/renouvelable

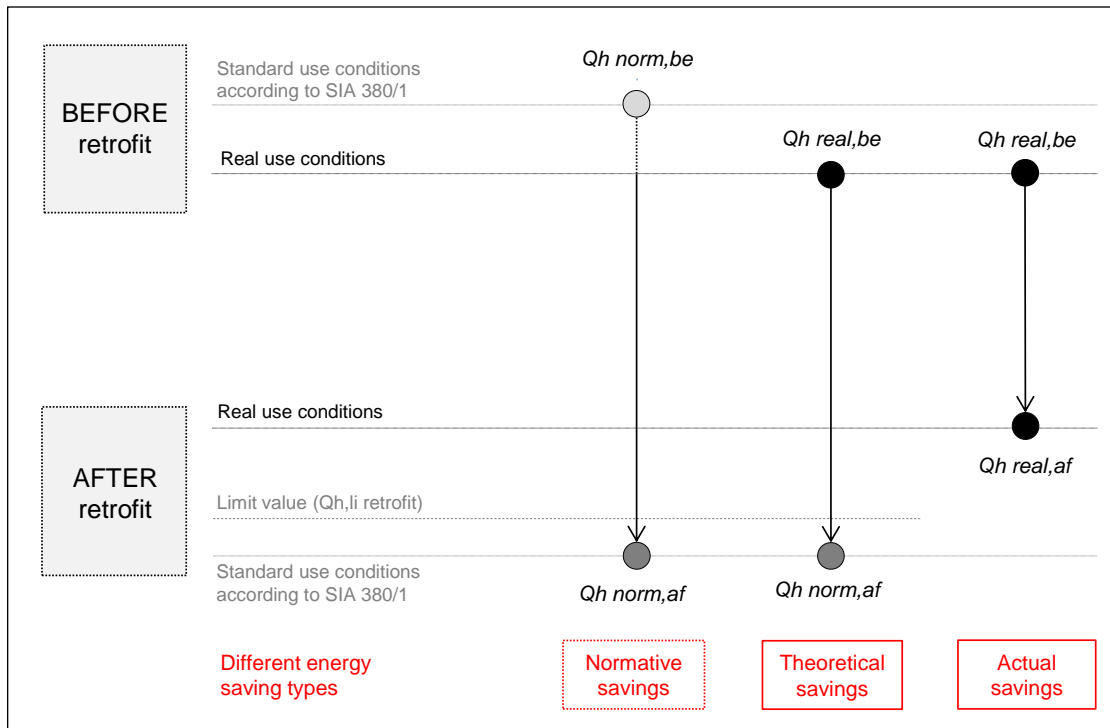


# **Ecart de performance dans la rénovation (*projet* vs. *réalité*)**

## **amplitude, raisons et potentiel d'atténuation**

# Ecart de performance en rénovation (performance gap)

- Différence entre performances calculées et performances mesurées en conditions réelles d'utilisation dans les bâtiments
- Focus sur *energy demand gap* et *energy saving gap* (pour Qh)



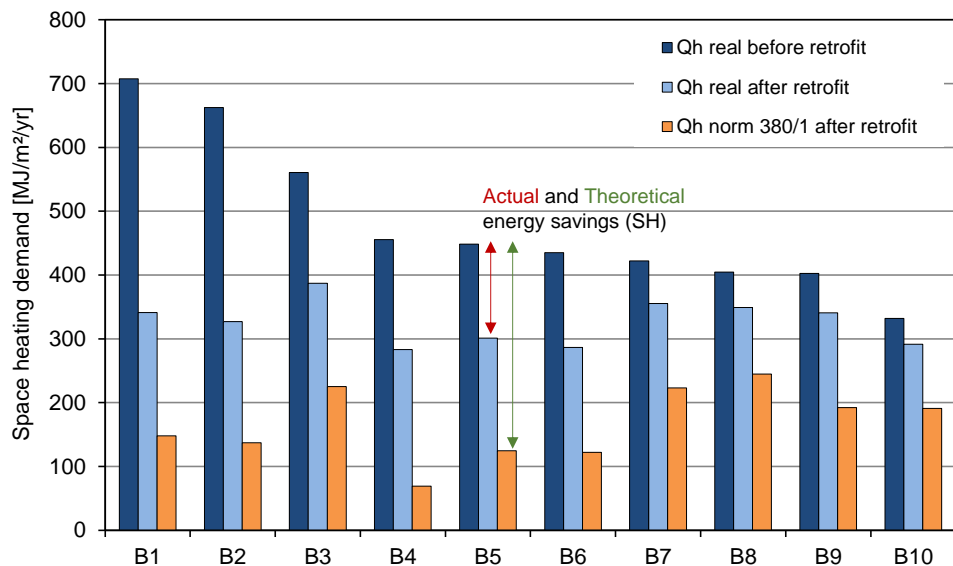
## Méthodologie:

- $Qh_{norm,af}$  → from building permit
- $Qh_{norm,be}$  → rarely available, not considered, too imprecise
- $Qh_{real,be/af}$  → based on real consumption, av. 3 years, taking into account:
  - $\eta$  heat prod. system
  - Estimation of DHW
  - Climatic corr. 2659 HDD18/12

$Qh_{norm,be/af}$  : Space heating demand before/after retrofit, calculated according to SIA380/1

$Qh_{real,be/af}$  : Space heating demand before/after retrofit, measured

# Quantification des écarts de performance



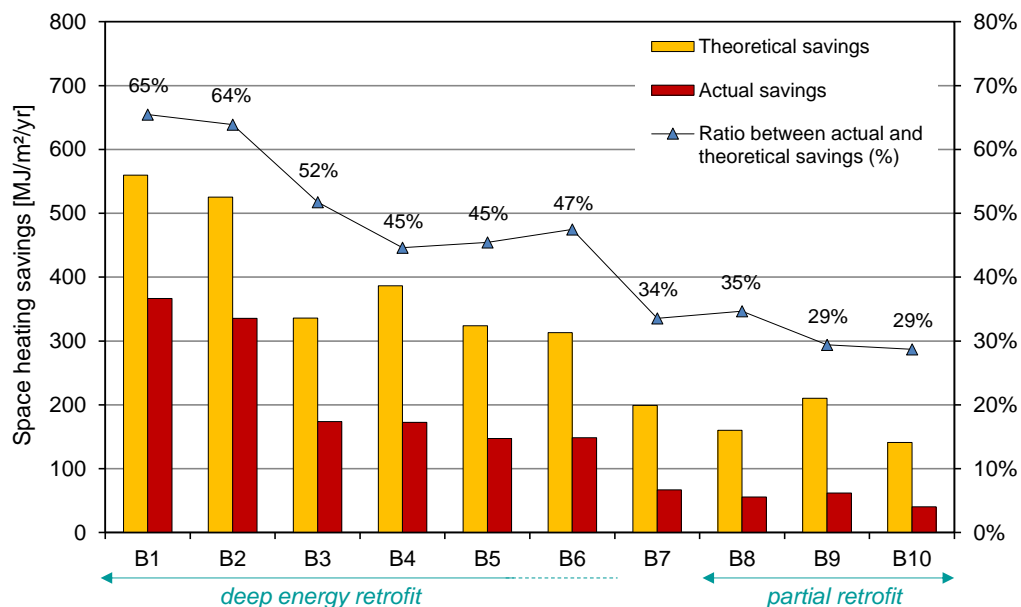
En premier temps:

Analyse de 10 opérations de rénovation  
( $\approx 1'150$  logements, SRE= 110'000 m<sup>2</sup>)

## Energy demand gap

Besoins de chauffage avant et après rénovation

→ Dépassement : 43% - 142%, sauf cas B4



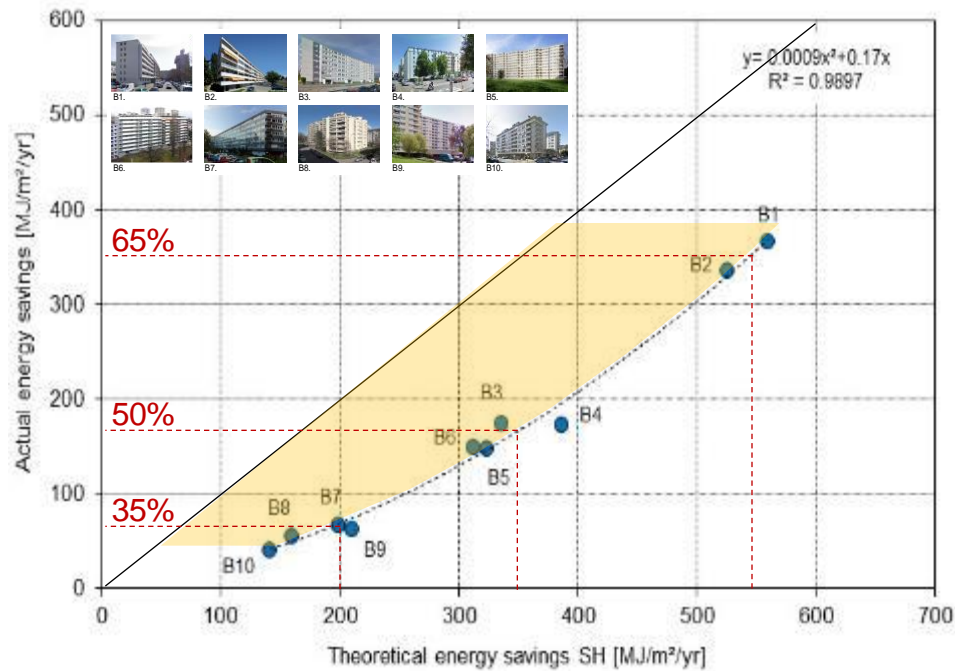
## Energy saving gap

Economies de chauffage théorique et réalisée

→ Part réalisée: 29% - 65% (moy. 44%)

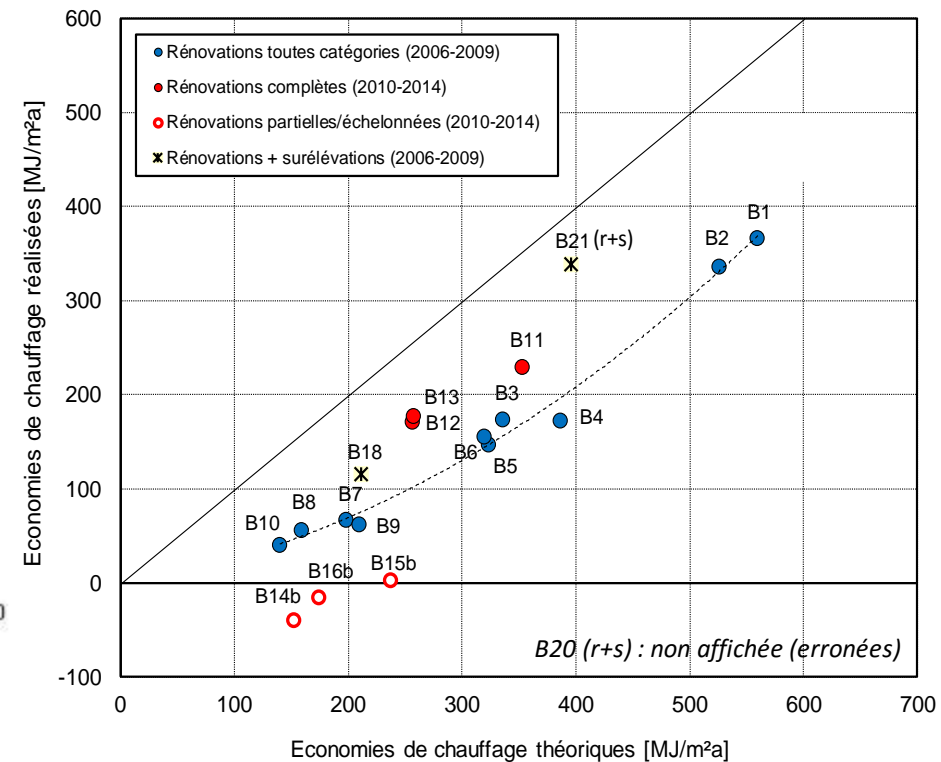
# Economie de chauffage théorique vs. réalisée

Etape 1 (10 opérations)



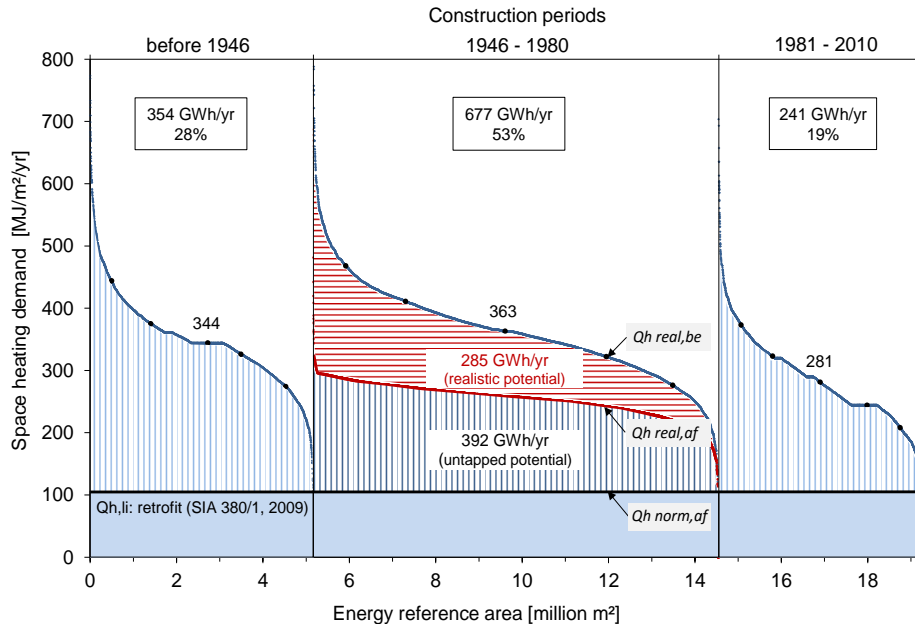
- Relation statistiquement assez robuste ( $R^2=0.9897$ )  
 $\Delta Qh_{real} = 0.0009 * \Delta Qh_{theor}^2 + 0.17 * \Delta Qh_{theor}$
- Plus les économies théoriques de chauffage sont élevées, plus la part effectivement réalisée est élevée

Etape 1+2 (19 opérations)

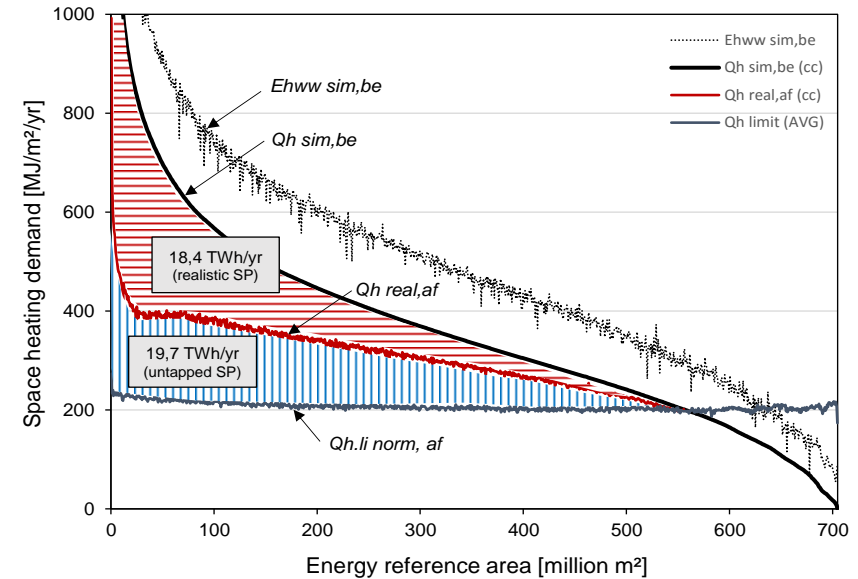


# Incidence possible sur la STE 2050

## Geneva multi-family building stock



## Swiss building stock (all categories)



(1) Demand ranked by  $Q_{h_{sim}}$  calculated using model (Schneider et al., 2016)

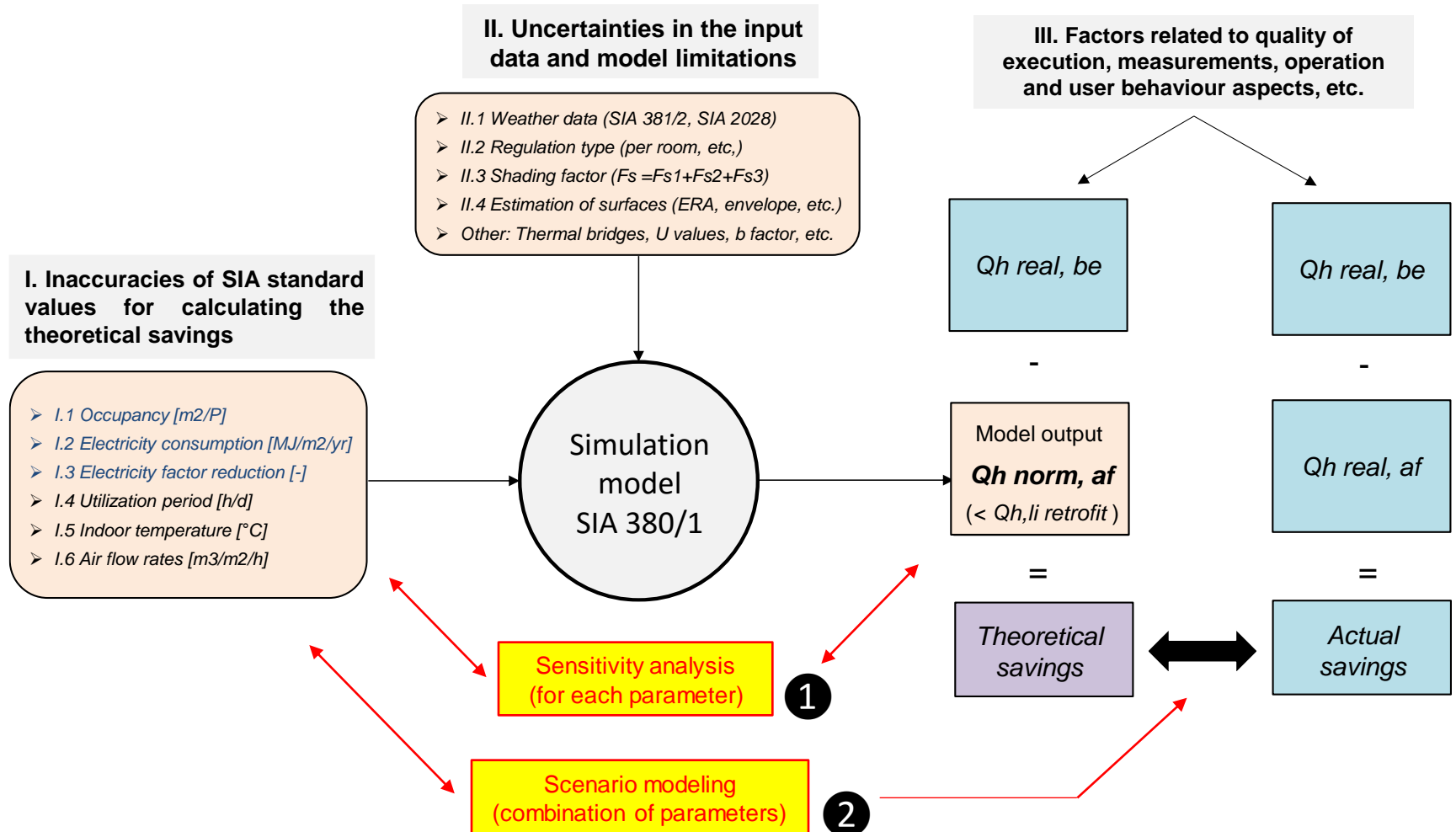
*Incidence possible du «performance gap» sur la réalisation des objectifs de la STE 2050*

➤ Près de la ½ du potentiel théorique d'économie de chauffage du parc immobilier pourrait seulement être mobilisé !

	GE MFH postwar	CH MFH postwar	CH MFH stock	CH Total stock
Theoretical saving potential (SIA 380/1: 2009) [TWh/yr]	0.7	7.8	16.2	38.1
Achievable potential (cf. relation given before) [TWh/yr]	0.3	3.6	7.4	18.4
Potentially achieved fraction [%]	42%	46%	46%	48%

# Facteurs explicatifs de l'écart de performance

- **3 parameter sets** are identified as the main causes for the discrepancy :



# Analyse de sensibilité

## Paramètres déterminants et leur influence sur la performance

### Catégorie I

- 6 paramètres, 40 variantes (simulations par Z. Alameddine)
- Total de 20 opérations de rénovation (B1-B20)

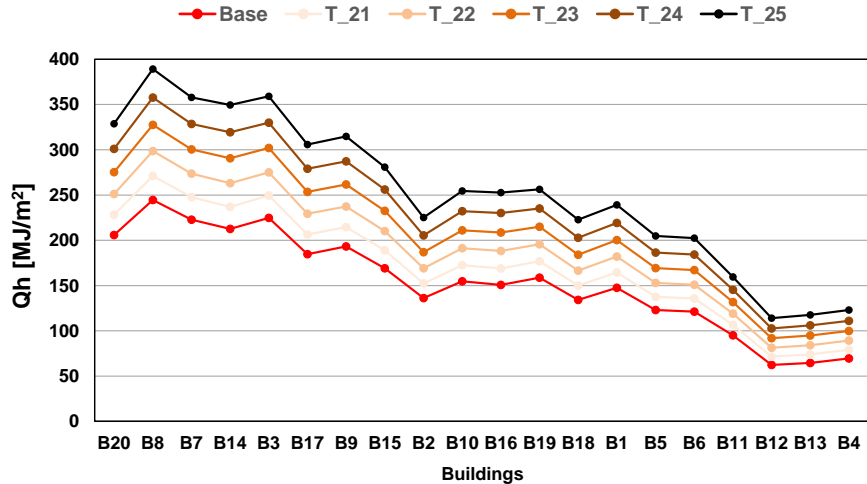
Paramètres	Action	Effet sur Qh MOY ± STD	Valeur standard	Valeur moy éch.	
Température ambiante [°C]	T +1°C	10.7% ± 0.9%	20°C	23°C	↗
Débit horaire d'air neuf [m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup> ]	V +0.2	17.5 ± 0.7 MJ/m <sup>2</sup>	0.7	1-1.5	↗
Durée de présence [h]	U +2 h U -2 h	-2.4 ± 0.3 MJ/m <sup>2</sup> 2.4 ± 0.3 MJ/m <sup>2</sup>	12	-	-
Facteur de réduction des besoins d'électricité [-]	f.El +0.1 f.El -0.1	-5.1 ± 0.7 MJ/m <sup>2</sup> 5.4 ± 0.7 MJ/m <sup>2</sup>	0.7	0.8	↘
Consommation annuelle d'électricité [MJ/m <sup>2</sup> ]	El +25 El -25	-8.6 ± 1.2 MJ/m <sup>2</sup> 9.4 ± 1.2 MJ/m <sup>2</sup>	100	124	↘
SRE par personne [m <sup>2</sup> /P]	Occ +10 Occ -10	2.1 ± 0.3 MJ/m <sup>2</sup> -7.0 ± 0.9 MJ/m <sup>2</sup>	40	53	↗



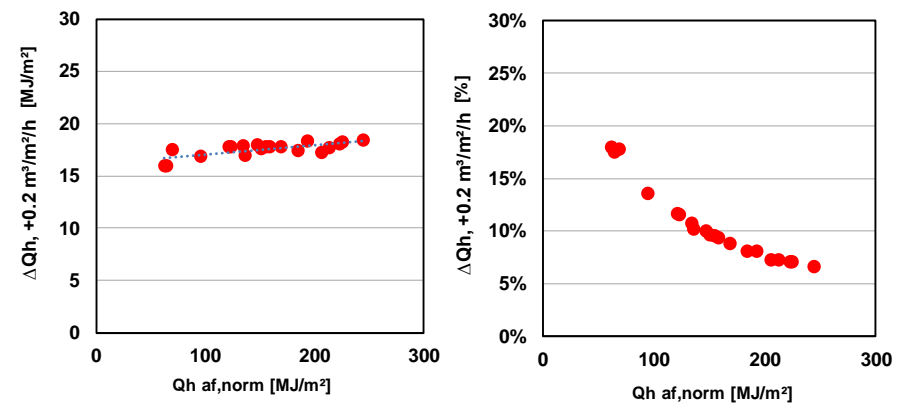
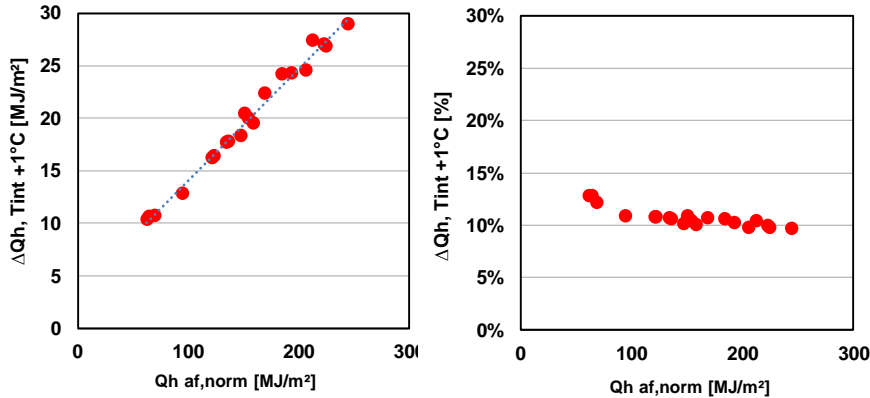
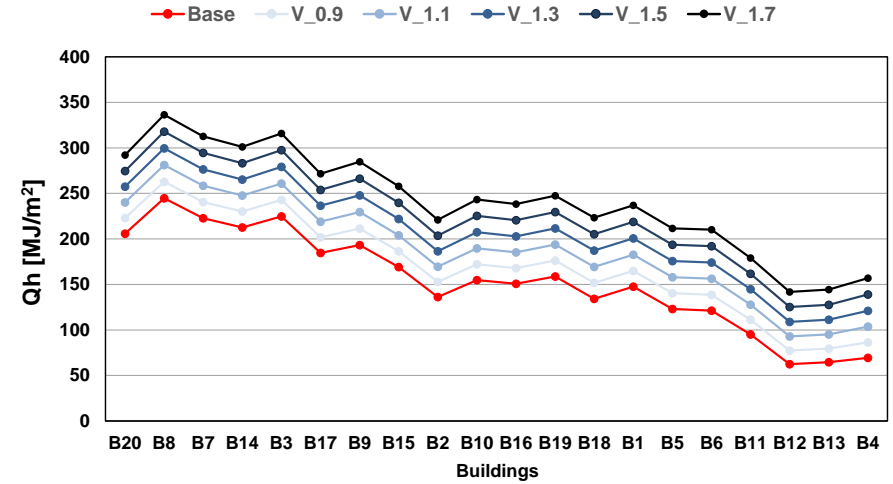
# Analyse de sensibilité

## Paramètres déterminants et leur influence sur la performance

### Température intérieure



### Taux de renouvellement d'air



Température intérieure +1°C



Hausse de  $Qh_{af,norm}$  de 11% ± 1%

Taux de renouvellement d'air + 0.2 m³/m²/h



Hausse de  $Qh_{af,norm}$  de 17- 18 MJ/m²/a

# Analyse de sensibilité

## Paramètres déterminants et leur influence sur la performance

### Catégorie II

- 6 paramètres, 14 variantes (pas de valeurs standards prédéfinis pour la cat. II)
- Total de 20 opérations de rénovation (B1-B20)

Paramètres	Action	Effet sur Qh MOY ± STD	
Météo utilisée pour GE (SIA 381 – SIA 2028)	→ 2028	-5.4% ± 1.5%	↓
Type de régulation (R0, R1, R2)	(R0 → R1, R1 → R2)	10.2% ± 2.4%	↗
Facteurs d'ombrage Fs (25%, 35%, 45%)	Fs +10%	4.3% ± 1.9%	↗
Incertitude sur la Surface énergétique (SRE)	SRE +10%	-7.7% ± 0.6%	↓
	SRE -10%	9.5% ± 0.7%	↗

### Fluctuation annuelle :

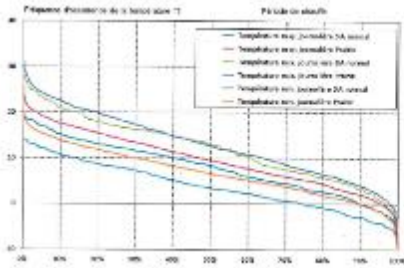
• Electricité réelle [MJ/m <sup>2</sup> ]	El +10%	-4.3 ± 0.8 MJ/m <sup>2</sup>	↓
	El -10%	4.3 ± 0.8 MJ/m <sup>2</sup>	↗
• Densité réelle [m <sup>2</sup> /P]	D +10%	1.0 ± 0.3 MJ/m <sup>2</sup>	↗
	D -10%	-1.3 ± 0.4 MJ/m <sup>2</sup>	↓

# Analyse de sensibilité

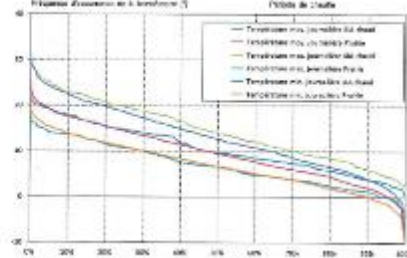
## Météo standard versus Météos réelles de 3 stations à Genève

### URBAIN

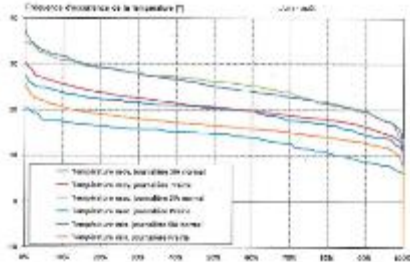
Période de chauffage  
Météo Prairie / SIA 2028-normal



Période de chauffage  
Météo Prairie / SIA 2028-chaud



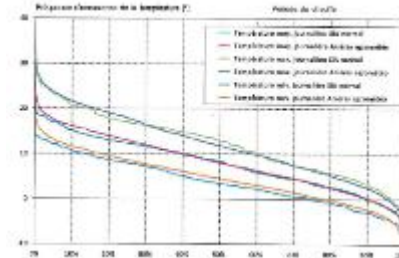
Période estivale (J-J-A)  
Météo Prairie / SIA 2028-normal



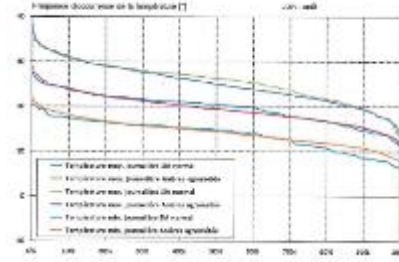
Comparaison de la météo standard SIA 2028 (TMY normal, chaud et froid) avec les données météo mesurées sur 3 stations dans le canton de GE (moy. 2009-2015)

### RURALE

Période de chauffage  
Météo Anières / SIA 2028-normal

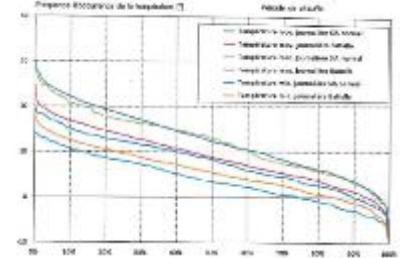


Période estivale (J-J-A)  
Météo Anières / SIA 2028-normal

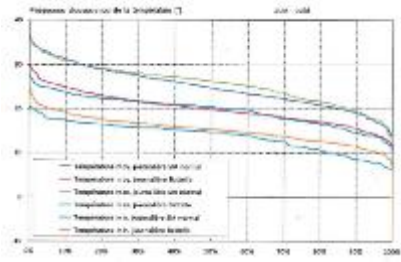


### SEMI-RURALE

Période de chauffage  
Météo Battelle / SIA 2028-normal



Période estivale (J-J-A)  
Météo Battelle / SIA 2028-normal



## RECOMMANDATIONS

### Pour bâtiments en zone URBAINE (GE)

- Utiliser SIA 2028-chaud pour l'hiver (chaud)
- Utiliser SIA 2028-normal pour l'été (froid)

### Pour bâtiments en zone RURALE ou semi-rurale (GE)

- Utiliser SIA 2028-normal pour l'hiver et l'été

# Des raisons multiples à toutes les étapes du processus

## Catégorie III (autres raisons)

	Underlying cause	Evidence from literature <sup>a</sup>	Rated impact on energy use	Estimated quantitative effect on energy use	Compliance modeling related
Context	Energy performance target	Low	High		Yes
	Impact of early design decisions	Medium	High		
	Complexity of design	Low	Medium		
Model	Specification (geometry, material, equipment)	High	High	20–60%	Yes
	Modeling (simplification)	Medium	Medium	<10%	Yes
	Numerical (discretization)	Low	Low	<5%	
	Scenario (weather, schedule, operation)	High	Medium	10–30%	Yes
	Heuristic (user)	Low	High	<70%	
	Inter-model variability	Medium	Medium	5–40%	
Construction	On-site workmanship	Medium	Low		
	Changes after design	Low	Low		
Commissioning	Poor commissioning	Medium	Medium	<20%	
Operation	Poor practice in operation	High	High	15–80%	
	Occupant behavior	High	High	10–80%	
	Degradation of system and materials	Low	Low	<10%	
	Measurement system limitation	Low	Low	<10%	
	Energy use variability in operation	Low	Medium	5–15%	

<sup>a</sup>Based on the number of mentions in the literature and their consensus of the impact on performance.

\*Van Dronkelaar C. 2016: A Review of the Regulatory Energy Performance Gap and Its Underlying Causes in Non-domestic Buildings

→ Raisons et recommandations recensées auprès des professionnels seront intégrées à la plaquette d'information OFEN

# Explication du «Performance gap»

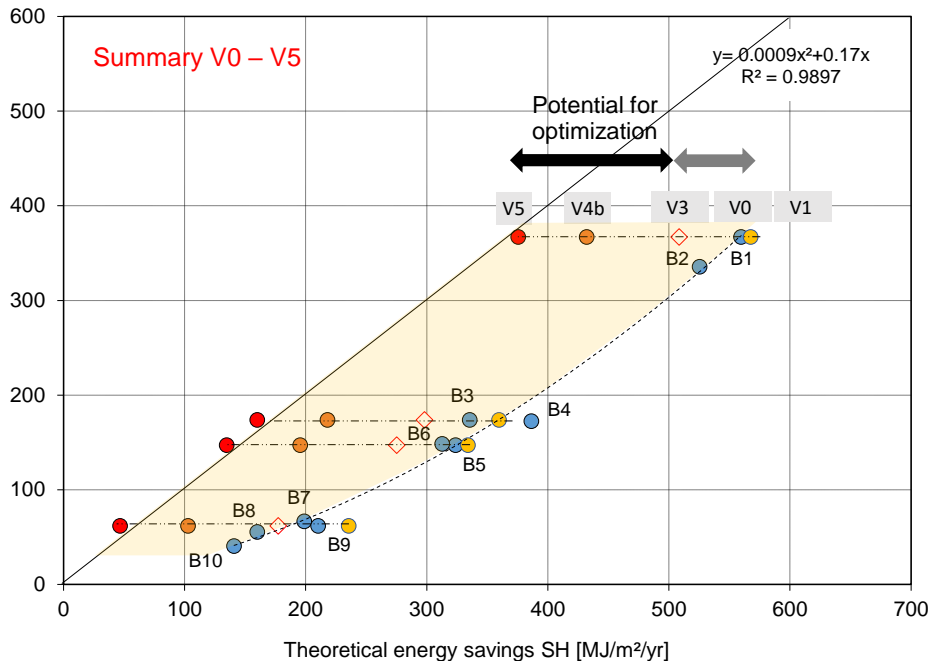
## Combinaisons de paramètres

### Analyse de différents scénarios :

- [V0]: scénario de référence (selon SIA 380/1)
- [V1]: scénario utilisant des valeurs réelles pour les paramètres I.1; I.2 et I.3
- [V3]: scénario pour bâtiments optimisés V1 avec  $T = 21^\circ\text{C}$  et  $DA = 1.1 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$
- [V4-V5]: scénarios reflétant les pratiques actuelles V1 avec  $T = 23\text{-}24^\circ\text{C}$  et  $DA = 1.3\text{-}1.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$

Parameters	Scenarios				
	V0	V1	V3	V4b	V5
I.1 Occupancy [m2/P]	40	R	R	R	R
I.2 Electricity consumption [MJ/m2/yr]	100	R	R	R	R
I.3 Electricity factor reduction [-]	0.7	R	R	R	R
I.4 Utilization period [h/d]	12	12	12	12	12
I.5 Indoor temperature [°C]	20	20	21	23	24
I.6 Air flow rates [m3/m2/h]	0.7	0.7	1.1	1.3	1.5

R = Real data



- Relevant results → provide a baseline for understanding the gap

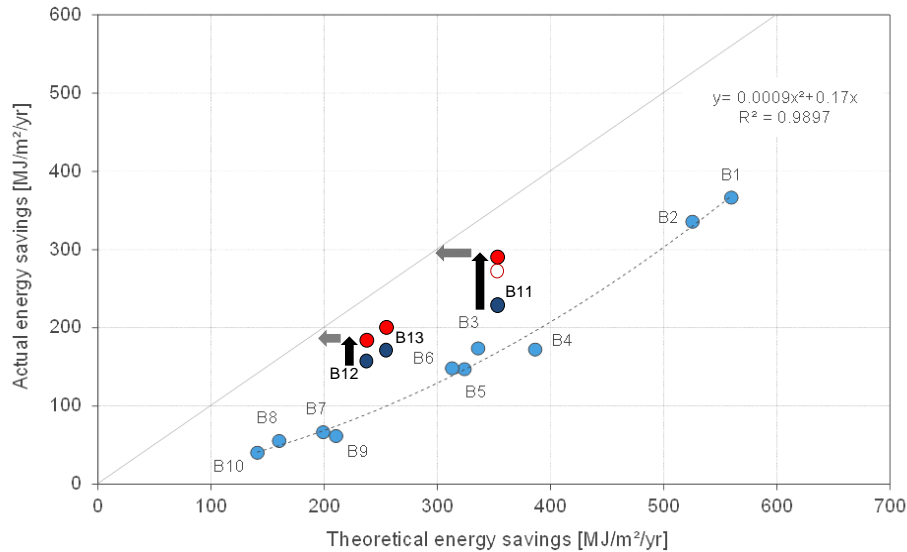
Un «performance gap» qui se décompose en deux parties :

- 1<sup>ère</sup> partie → différence entre conditions normées et optimales d'utilisation (V3-V0)
- 2<sup>ème</sup> partie → potentiel d'optimisation des bâtiments (V5-V3)

# Bonnes pratiques visant à réduire l'écart de performance par des mesures d'optimisation énergétique

## Processus d'optimisation de 2 opérations après rénovation :

B11 & B12-13 rénovation T-HPE > 2010 (best practices)



- ↑ Increasing actual energy savings through building optimization and responsible user behaviour
- ← Difference between normed and optimized conditions of use



### Opération B11 Minergie rénovation, 2010-11

B11 (after retrofit)	Before optimization	After optimization
Actual savings (MJ/m <sup>2</sup> )	229	279-291
Achieved fraction	65%	79-83%

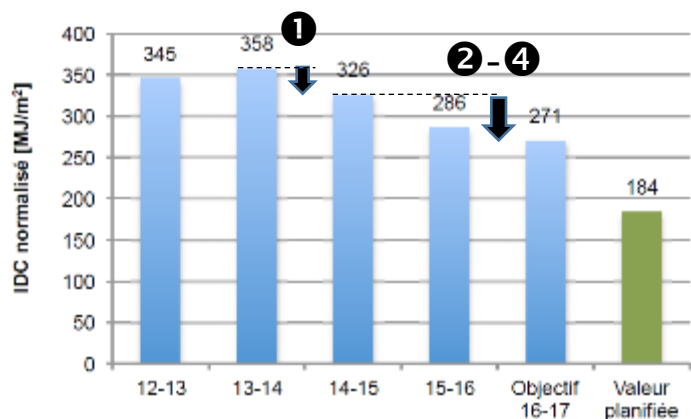


### Opérations B12-13 : Minergie-P rénovation, 2013-14

B12-13 (after retrofit)	Before optimization	After optimization
Actual savings (MJ/m <sup>2</sup> )	171	201
Achieved fraction	67%	78-79%

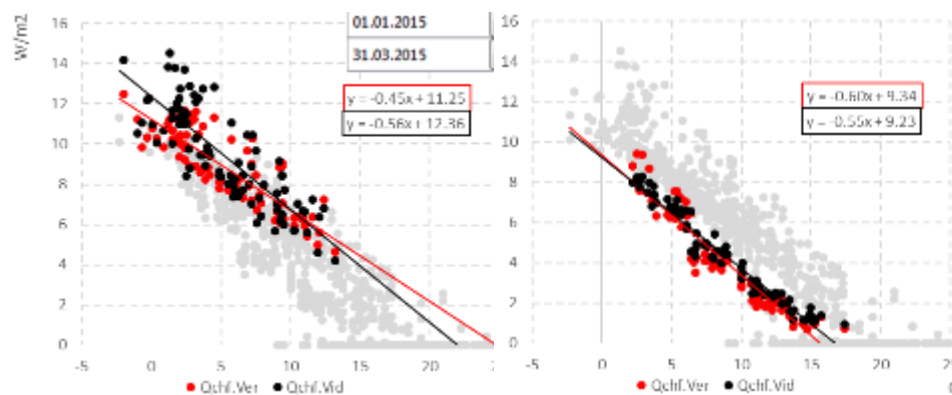
# Bonnes pratiques visant à réduire l'écart de performance par des mesures d'optimisation énergétique

## Opération B11: Minergie rénovation, 2010-11



Evolution de l'énergie finale après rénovation (ESTIA, 2016)

## Opérations B12-13: Minergie-P rénovation, 2013-14



Signatures énergétiques avant et après optimisation (Hollmuller, 2016)

### Mesures d'optimisation réalisées:

- 1) Correction des dysfonctionnements du système solaire thermique
- 2) Baisse graduelle de la température intérieure dans les logements à l'aide d'un système de régulation prévisionnelle ( $\rightarrow 21.5^{\circ}\text{C}$ )
- 3) Réglage de la courbe de chauffe
- 4) Equilibrage hydraulique des réseaux de chauffage (en cours), etc.

### Mesures d'optimisation réalisées:

- 1) Réglage de la courbe de chauffe
- 2) Réglage des vannes mélangeuses chauffage
- 3) Optimisation de la courbe de chauffe
- 4) Correction de la régulation du système de ventilation double-flux (efficacité de récupération en mi-saison :  $30\% \rightarrow 80\%$  après optimisation)



# **Performances économiques et incidence sur les loyers**



# Analyse économique (coût global)

---

Coût global des opérations de rénovation (N= 28) :

- Fourchette observée : 175 – 3400 CHF TTC / m<sup>2</sup><sub>SRE</sub> (facteur 20!)
- Moyenne : env. 875 CHF TTC / m<sup>2</sup><sub>SRE</sub>

Moyenne des coûts par type de rénovation :

- Rénovations<sup>1</sup> globales (≥ 3 éléments) : 1330 CHF / m<sup>2</sup><sub>SRE</sub> (N=10)
- Rénovations<sup>1</sup> façades (1-2 éléments) : 700 CHF / m<sup>2</sup><sub>SRE</sub> (N=15)
- Réfection<sup>1</sup> uniquement : 240 CHF / m<sup>2</sup><sub>SRE</sub> (N=3)

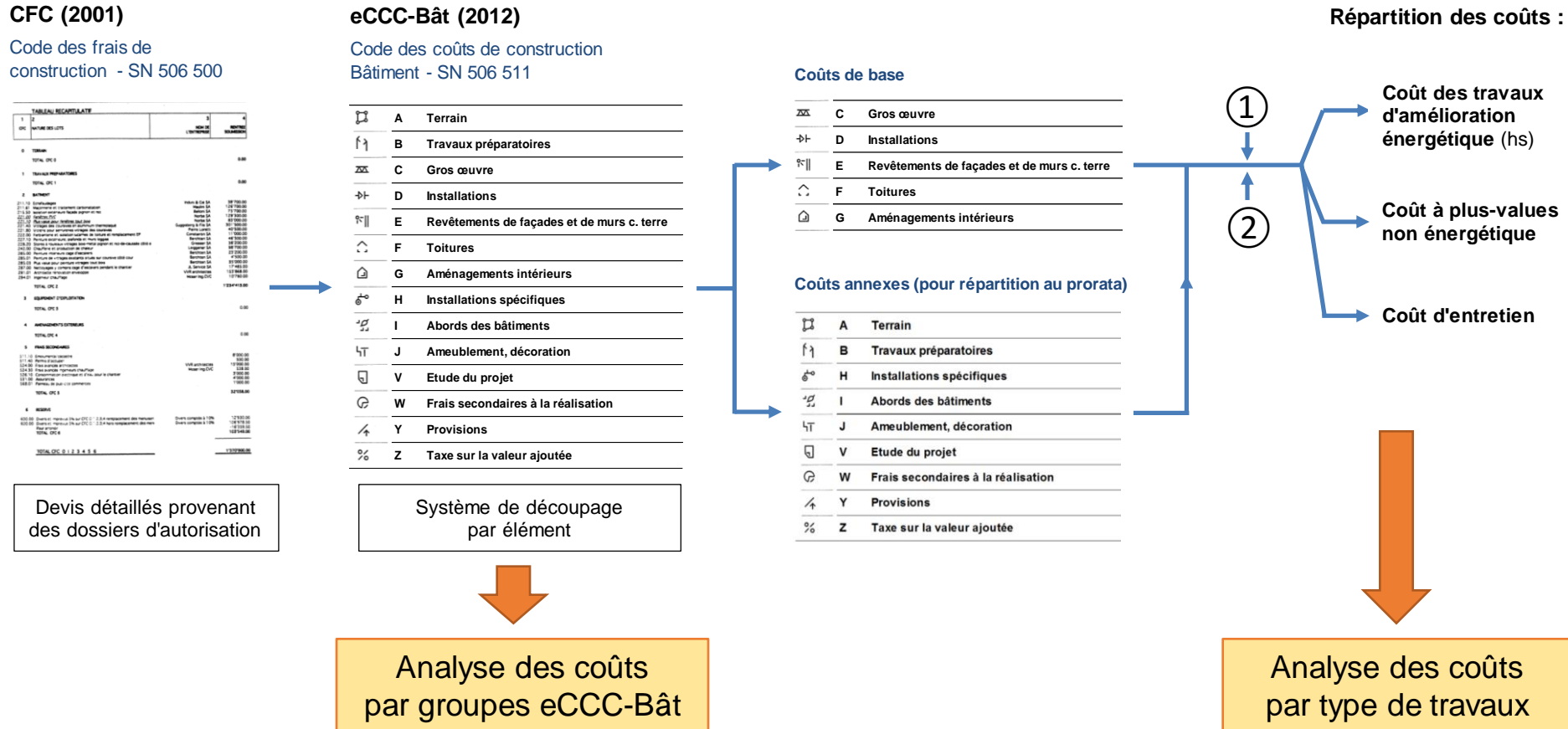
<sup>1</sup> Opérations avec ou sans la rénovation des systèmes techniques

Coût des opérations de surélévation :

- Moyenne : env. 5250 CHF TTC / m<sup>2</sup><sub>SRE</sub> additionnelle (N=3)
- Facteur 6 p/r à la moyenne des coûts au m<sup>2</sup> des rénovations

# Analyse économique (méthodologie)

Méthode de décomposition des coûts de rénovation :



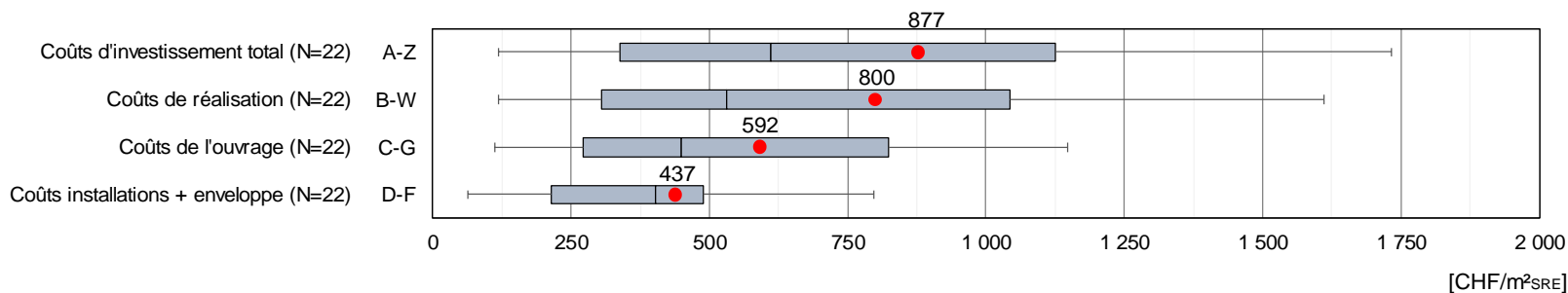
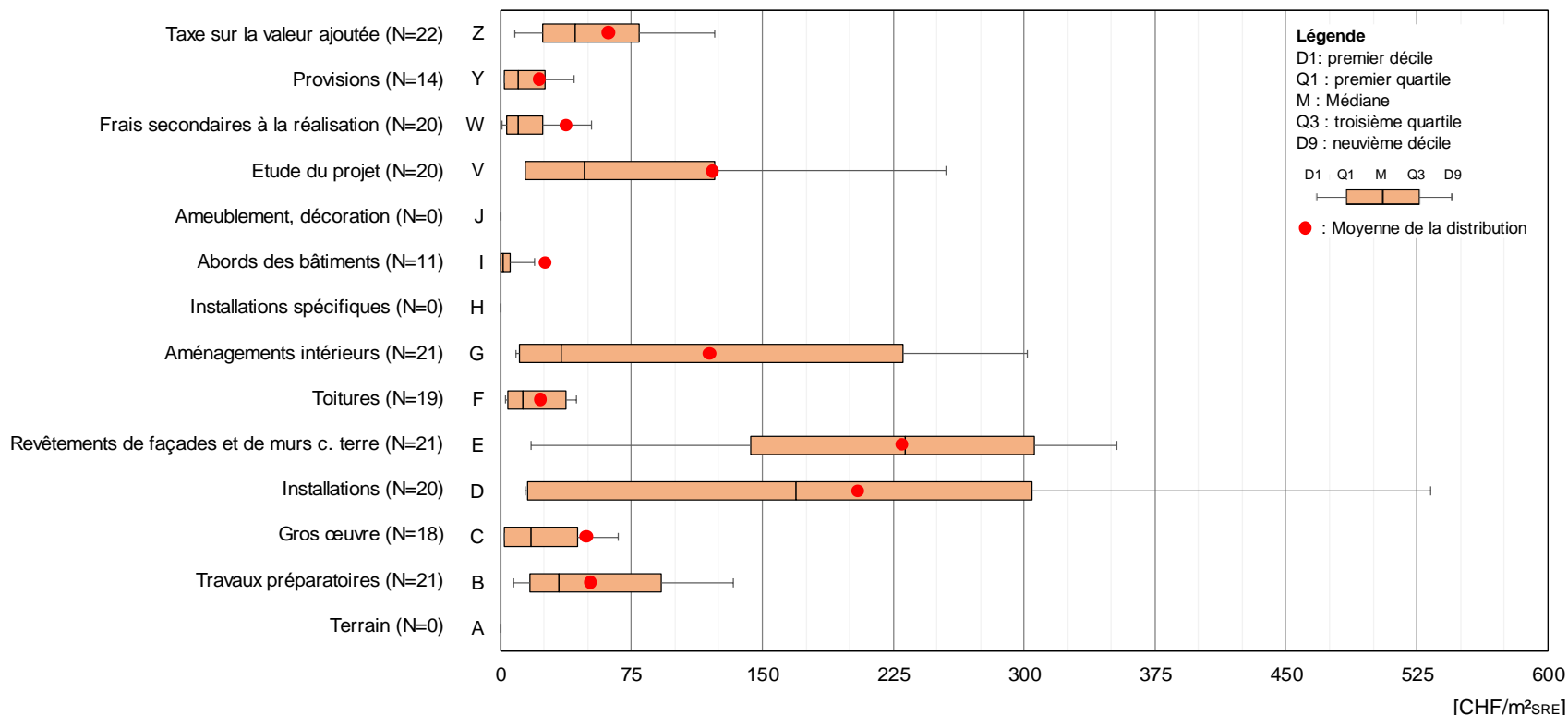
Khoury J. et Zuber O., 2016

① Application du mode de répartition des coûts selon pratiques de l'OCLPF-DALE (cf. mécanisme de répercussion des coûts des travaux sur les loyers selon LDTR).

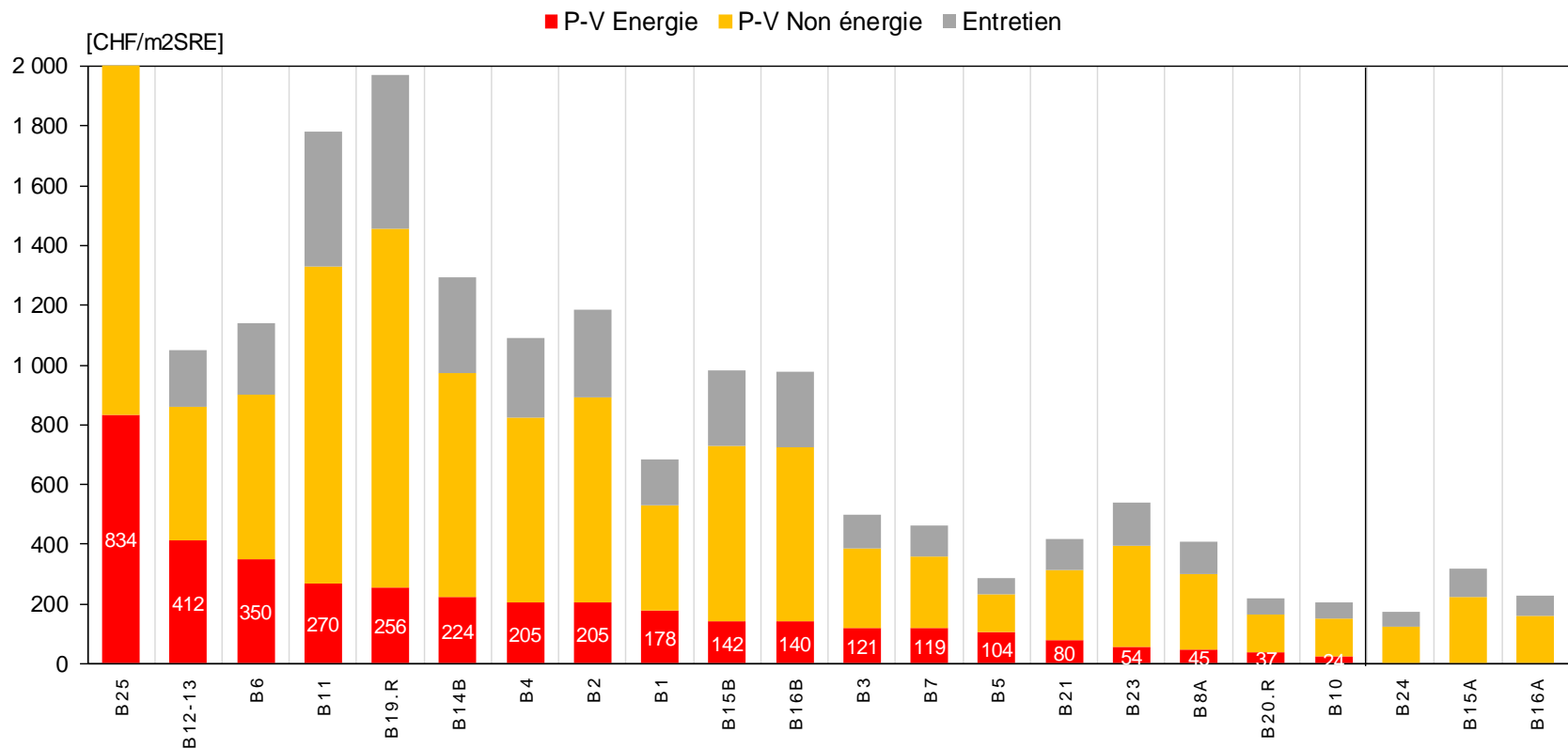
② Application des taux selon catalogue de solution et type de travaux réalisés

# Répartition des coûts par groupe d'éléments (eCCC-Bât)

Rénovations toutes catégories confondues (surélévation non considérée)



# Répartition des coûts par type de travaux



Opérations classées par ordre décroissant du coût d'amélioration énergétique des rénovations (N=22)  
 (hypothèse retenue : 70% part plus-value ; 30% part entretien)

Répartition des coûts des opérations de rénovation entre:

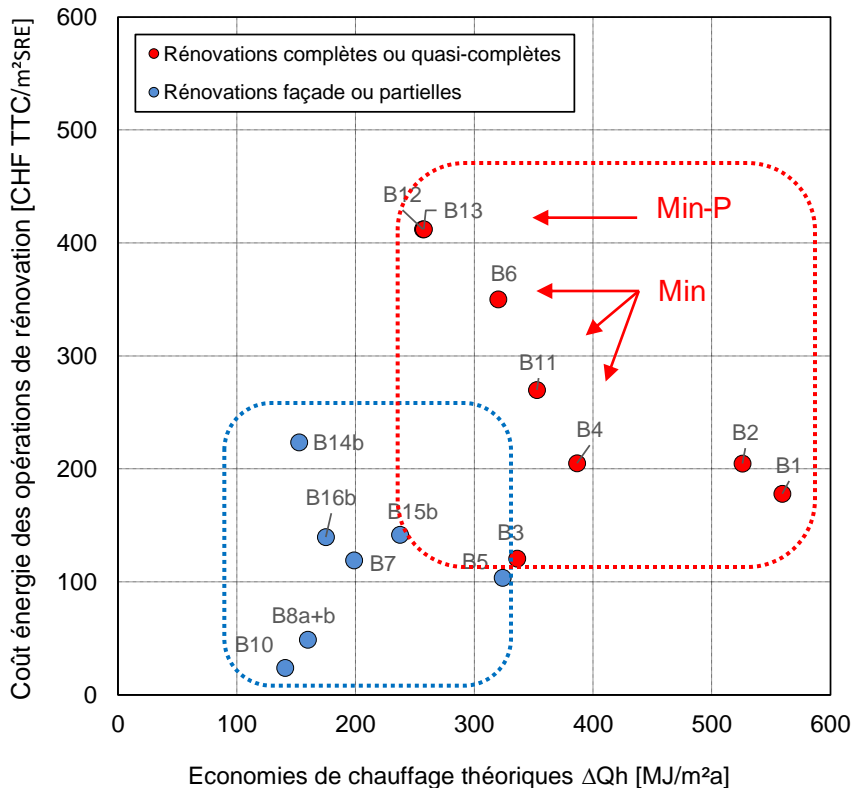
- Travaux à plus-values énergétiques
- Travaux à plus-values non énergétique
- Travaux ou frais d'entretien

Ratio coût énergie / coût global  
 = 20% (moy. échantillon)  
 = 24% (moy. rénovation complète)

# Coût "énergie" & Performance énergétique

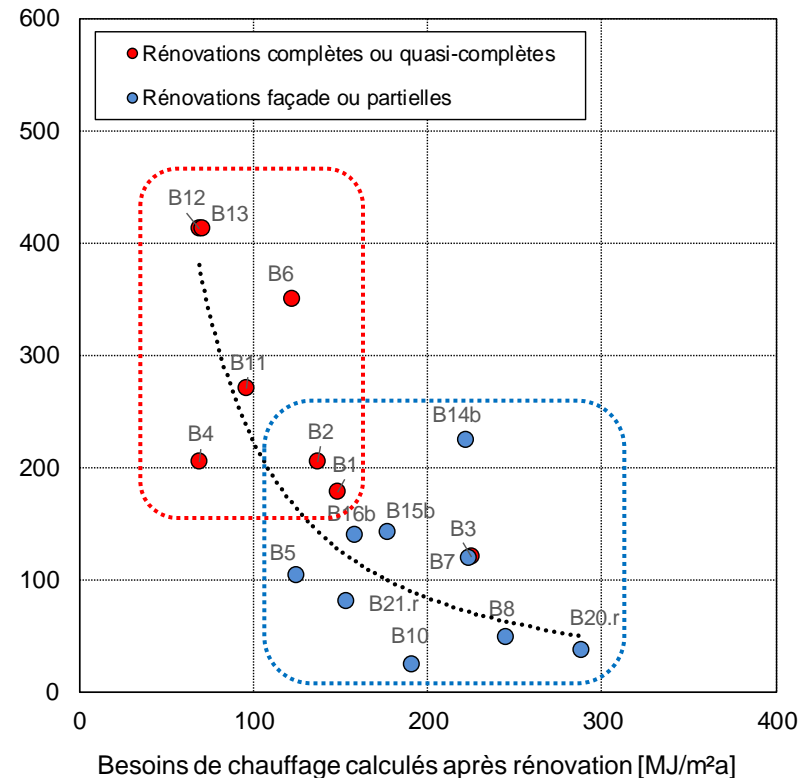
Coûts part énergie  
vs.

Economie théorique ( $\Delta Q_h$ )



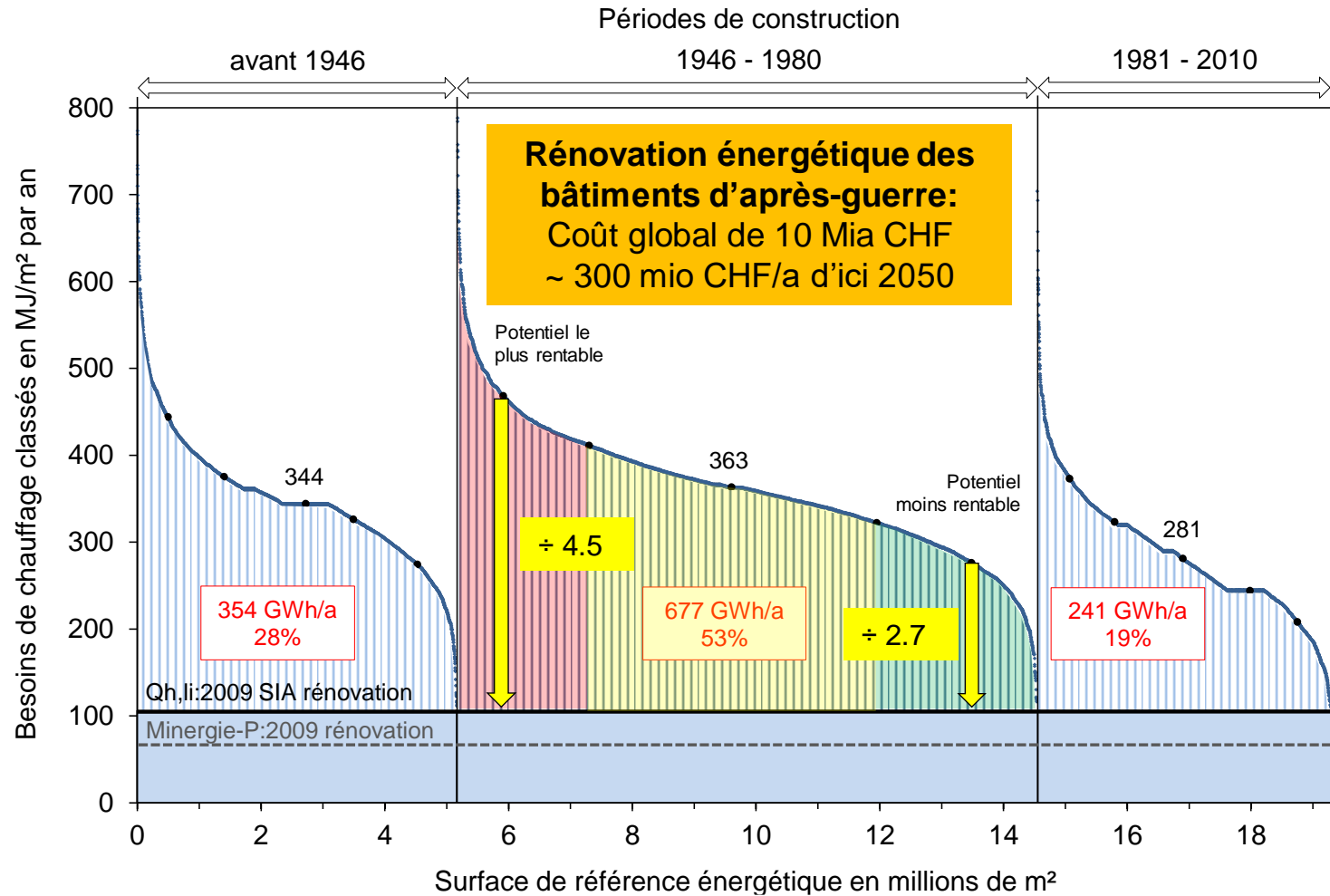
Coûts part énergie  
vs.

Objectif visé normé ( $Q_h$  norm. af)



- Relation entre «coût énergie» et objectif visé normé des rénovations, à confirmer sur d'autres cas
- Surcoût Minergie / Minergie-P
- Résultat similaire pour le calcul en  $E_{hww}$  réalisée

# Enjeux financiers de la rénovation énergétique



- Les objectifs de réduction varient fortement selon la situation initiale, mais le coût dépend de l'objectif visé
- Une facture à partager entre propriétaires, locataires et Etat

# Enjeux financiers de la rénovation (Etat, subventions directes)

---



## GEnergie2050

Plateforme genevoise d'encouragement  
à l'efficacité énergétique et aux  
énergies renouvelables

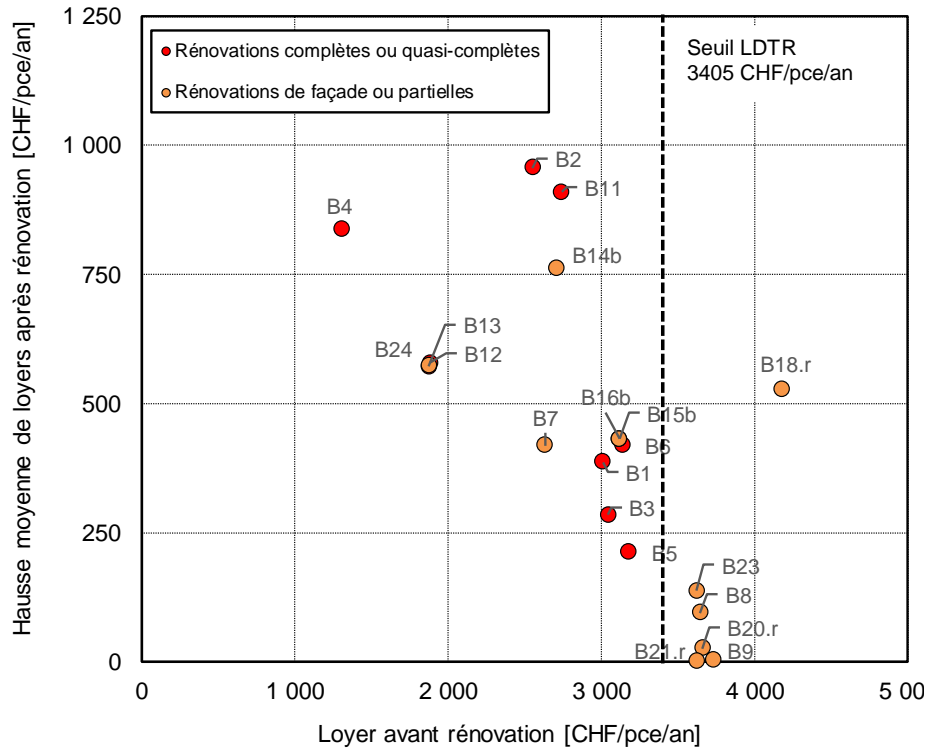


25 millions en 2017 en faveur de l'assainissement énergétique des bâtiments et des énergies renouvelables

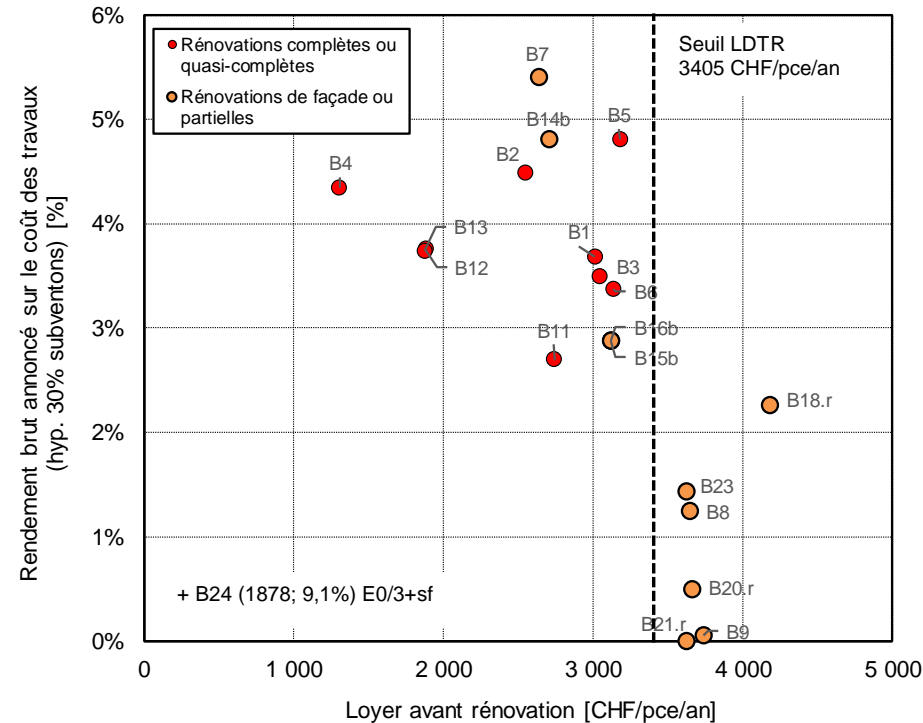
<http://www.genergie2050.ch/>

# Enjeux financiers de la rénovation (locataire / propriétaire)

## Enjeux locataires



## Enjeux propriétaires



- Les rénovations engendrent une forte hausse des loyers les plus bas
- Rendement brut sur travaux = hausse EL / coût global (-30% subv.) = 3.2% en moyenne

→ Pas de différence marquée entre rénovation complète et partielle !





# Qualité architecturales et urbanistiques

# Aspects architecture/urbanisme des rénovations

---

## Evaluation de la qualité architecture/urbanisme des rénovations (W.Weber)

- Qualité des rénovations:
  - Avis du CMNS et CA sur **11 opérations** : avis favorable, favorable sous réserve, très critique mais pas d'opposition (1 fois) et 1 avis défavorable.
- Quelques critères qui méritent attention pour les prochaines rénovations :
  - Unicité de l'enveloppe des ensembles résidentiels
  - Diminution de la lumière naturelle après rénovation (près de 50%; pose le problème de l'habitabilité)
  - Lisibilité de l'intervention
  - Particularités de la ventilation double-flux dans la rénovation
  - Particularités de la fermeture des balcons en loggia, ...



# Aspects architecture/urbanisme des rénovations

## Cas d'isolation périphérique (rénovation Minergie)



Perte de la qualité des détails de la façade :

- Diminution de la dimension de vitrages, changement de proportion;
- Remplacement des vitrages à la française par des vitrages oscillants-battants;
- Remplacement des volets par des stores;
- Disparition des encadrements de fenêtres;
- Modification de la couleur du revêtement.

## Cas de fermeture des balcons en loggia



Critères à considérer (F. Baud) :

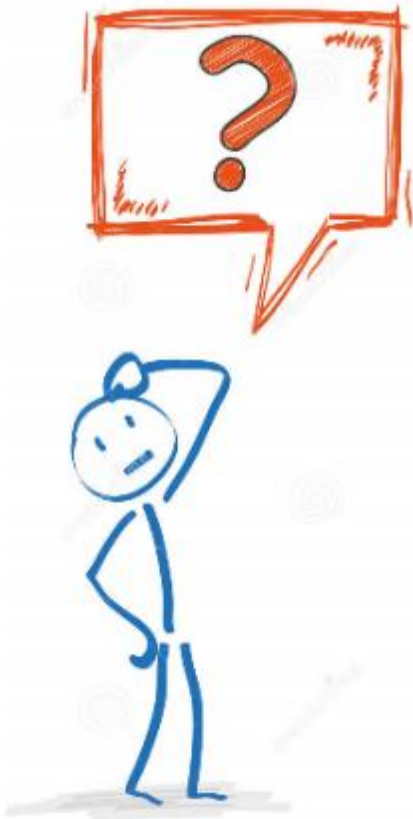
- Impact sur l'amélioration thermique
- Capacité statique des éléments existants
- Impact sur l'apport de lumière naturelle
- Valeur ajoutée en terme de confort/spatial
- Impact architectural et urbanistique
- Simplicité d'usage et de maintenance
- Coût des travaux (yc. subventions)
- Energie grise, etc.

# 3 messages pour conclure

---

La mobilisation du potentiel d'EE dans les bâtiments nécessite de :

- **Stimuler la demande en matière d'efficacité dans les bâtiments**  
(politique différenciée, simplification des procédures, plateforme de communication et de conseils spécialisés, ...)  
→ **Augmenter le taux d'opérations à haute performance énergétique**
- **Eviter les ruptures dans la filière professionnelle (PGap) et favoriser l'émergence d'une offre mieux structurée, coordonnée et plus performante**  
(accréditation des professionnels, REX, suivi-validation et contrôle des performances, ...)  
→ **Améliorer la qualité des rénovations énergétiques**
- **Mettre en place une politique énergétique coordonnée multi-échelle et piloter la transition avec des KPI**  
→ **Améliorer la performance énergétique globale (offre & demande)**



## MERCI DE VOTRE ATTENTION

Pour plus d'infos sur:

- Compare-Renove:  
<https://www.unige.ch/energie/fr/activites/axes/efficacite/comparenove/>
- SCCER FEED&D  
<http://www.sccer-feebd.ch/>

Jad.khoury@unige.ch

<https://www.unige.ch/energie/fr/equipe/khoury/>

*La rénovation énergétique n'est pas une contrainte, mais un investissement dans l'avenir socio-économique de notre région.*

*Les chantiers se multiplient et l'ensemble des acteurs se mobilise ...*