

**DESRIPTIF:** Cet immeuble d'habitation caractéristique du début du XX<sup>e</sup> siècle, recensé en note 2, est situé à l'angle d'un îlot urbain au centre-ville. Il se développe sur quatre étages sur un rez-de-chaussée commercial avec combles et surcombles habités et chauffés dans une toiture à la Mansart, avec sous-sol. Les façades monolithiques sont constituées de moellons d'environ 50 cm d'épaisseur. Les planchers sont en poutraison bois avec une dalle en béton léger sur le sous-sol.

La façade côté rue est richement décorée. Le bâtiment comporte un socle en pierre de taille comprenant le rez-de-chaussée et le premier étage. Les trois étages supérieurs forment le corps du bâtiment, enduit de crépi minéral. La façade contient des oriels, éléments en saillie, ainsi que des balcons sur consoles, le tout en pierre de taille comme les embrasures et tablettes de fenêtre. La toiture à la Mansart, couverte de tuiles plates, abrite deux étages avec des lucarnes ou des fenêtres de toit. Les fenêtres sont pour la majorité des doubles fenêtres en bois simple vitrage d'origine avec des verres décorés. Des stores à rouleau extérieurs ont été installés par la suite. La façade côté cour est beaucoup plus simple en ornementation. Elle est entièrement crépie et seuls les linteaux et les tablettes de fenêtres sont en pierre de taille peu travaillée. La production de chauffage a été changée par un chauffage central à gaz avec radiateurs et vannes thermostatiques dans les logements. Les appartements ont été peu modifiés depuis la construction et la ventilation des locaux se fait de manière naturelle par l'ouverture des fenêtres avec une extraction mécanique dans les sanitaires.

**CONCEPT:** La stratégie adoptée est de mettre en œuvre un crépi isolant sur les façades jusqu'au nu des éléments en pierre, afin de conserver leurs caractéristiques et d'agir de manière plus importante sous la dalle du rez-de-chaussée et de changer les verres des fenêtres intérieures. La chaudière à gaz est remplacée par le chauffage à distance.



Année de construction	1909
Années de rénovation	2010-21
Périmètre de protection	ISOS A
Note au recensement	2
Protection	INV
Surface bâtie [m <sup>2</sup> ]	353
Nombre de logements	12/ 12
SRE (A <sub>e</sub> ) [m <sup>2</sup> ]	2588/ 2588
Surface A <sub>th</sub> [m <sup>2</sup> ]	2407/ 2407
Facteur d'enveloppe (A <sub>th</sub> /A <sub>e</sub> )	0.93/ 0.93

Besoin de chaleur  
chauffage + ECS (Q<sub>HW</sub>) [kWh/m<sup>2</sup>]

116/ 54

**Installations techniques**  
Chaudière à gaz/ Radiateurs /  
ventilation naturelle avec extraction  
mécanique dans sanitaires et  
cuisines  
**Chauffage à distance renouvelable/  
radiateurs avec vannes  
thermostatiques/ ventilation naturelle  
avec extraction mécanique dans  
sanitaires et cuisines**

#### toiture

en pente avec tuiles plates, ferblanteries en cuivre  
**remplacement de l'isolation et complément en fibre de bois**

#### avant-toit

avant-toit avec modénatures de solives, lambris peint  
dernier étage à la Mansart

#### embrasures

encadrements en pierre de taille

#### balcons

consoles en saillie en pierre de taille  
garde-corps en ferronnerie

#### oriels

éléments en saillie, pierre de taille

#### façade

mur en moellons, crépi minéral  
**crépi isolant minéral**

#### protection solaire

caissons de stores à rouleau  
**stores toile, caissons apparents**

#### fenêtres

doubles fenêtres bois simples  
vitrages anciens  
**remplacement vitrages fenêtres intérieures par doubles vitrages isolants  
garde-corps en ferronnerie  
réhaussement fer plein acier**

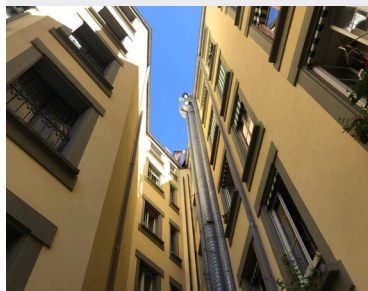
#### socle rez-de-chaussée

pierre de taille, vitrines avec cadres  
métalliques ou bois  
**vitrines bois à l'ancienne, triples  
vitrages ou remplacement des verres**

#### porte d'entrée

porte bois avec simples vitrages  
**remplacement des verres**

En noir: existant, en rouge: rénovation.



Façade sur cour



Fenêtres d'origine avec deux fenêtres avec simple vitrage



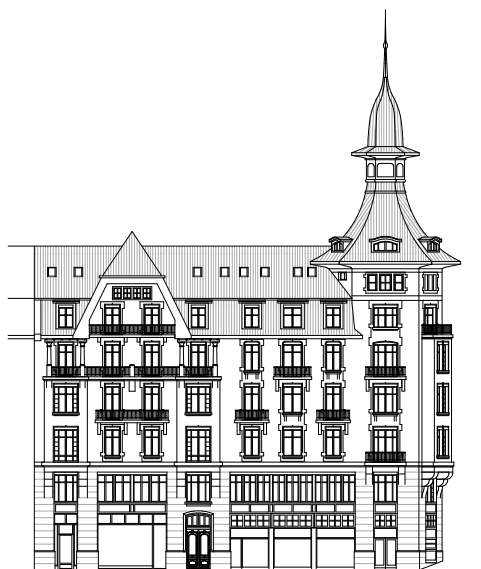
Toitures côté cour; pose d'une bande de panneaux photovoltaïques



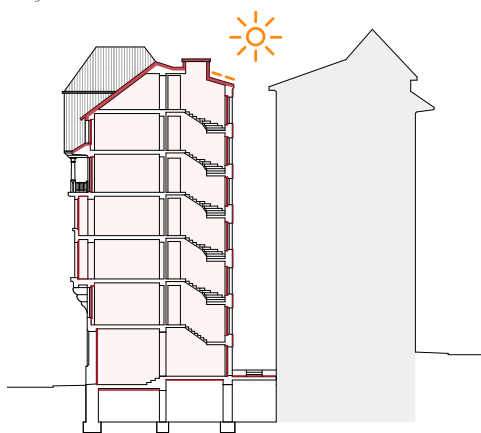
Vitrages anciens avec décors



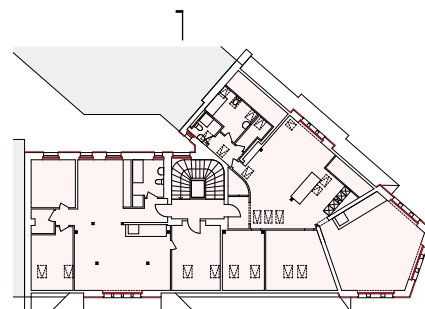
Vitrines en bois



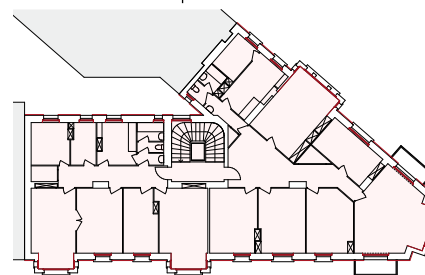
FAÇADE SUD



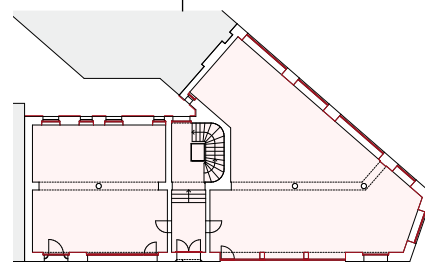
COUPE



PLAN COMBLES



PLAN 2e ETAGE



REZ-DE-CHAUSSEE

Plans, coupe et façade schématiques. En rouge, les éléments de l'enveloppe isolés dans le scénario. En orange, l'intégration des panneaux photovoltaïques et solaires. En rose, l'enveloppe thermique.

## STRATÉGIE DE RÉNOVATION - ENVELOPPE

**1 - DALLES:** Le plafond des caves est isolé par dessous avec de l'isolation de laine de bois qui permet d'intégrer les installations techniques au plafond. La dalle des combles est isolée par-dessus avec de l'isolation de laine de bois.

**2 - FENÊTRES & EMBRASURES:** Les fenêtres extérieures sont conservées et les verres des fenêtres intérieures sont remplacés par un vitrage isolant sous vide. Les qualités des cadres de fenêtres ainsi que leurs espagnolettes sont ainsi maintenues. Les embrasures et les contre-cœurs sont isolés avec de la ouate de cellulose insufflée.

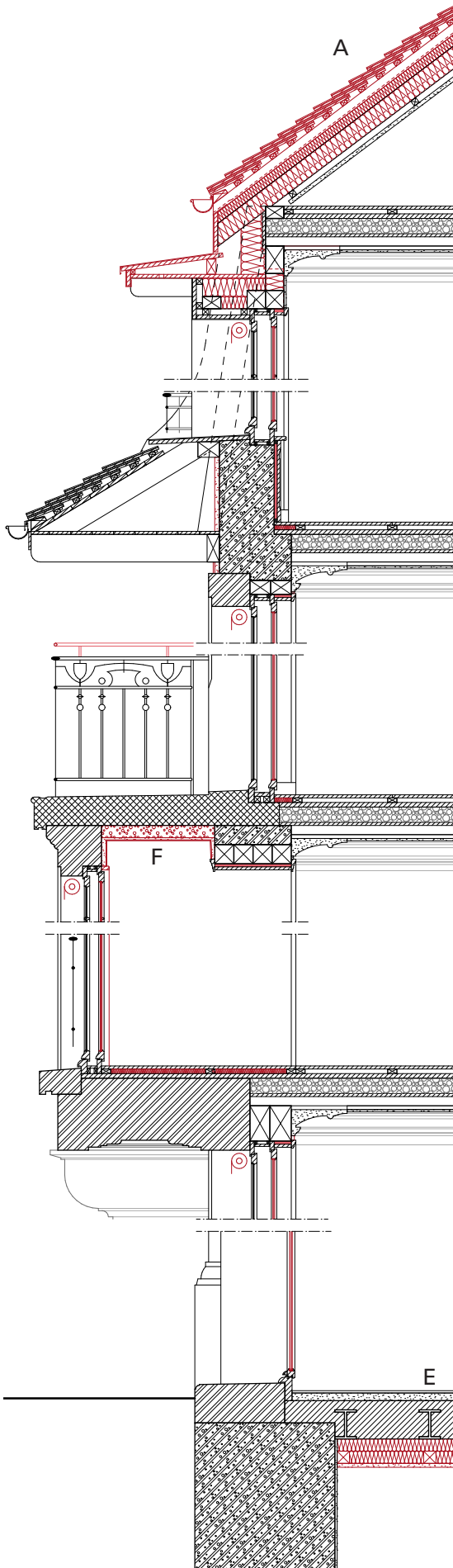
**2 - VITRINES COMMERCES:** Les vitrages des vitrines en bois sont remplacés par du double vitrage isolant et les vitrines en métal sont remplacées par de nouvelles vitrines en bois, à l'ancienne, avec triple vitrage isolant.

**3 - FAÇADES:** Le crépi existant est piqué et remplacé par un crépi minéral isolant; autant sur la rue que sur la cour. Ce choix permet de conserver le caractère des façades avec une faible épaisseur ajoutée et des gains d'isolation non négligeables.

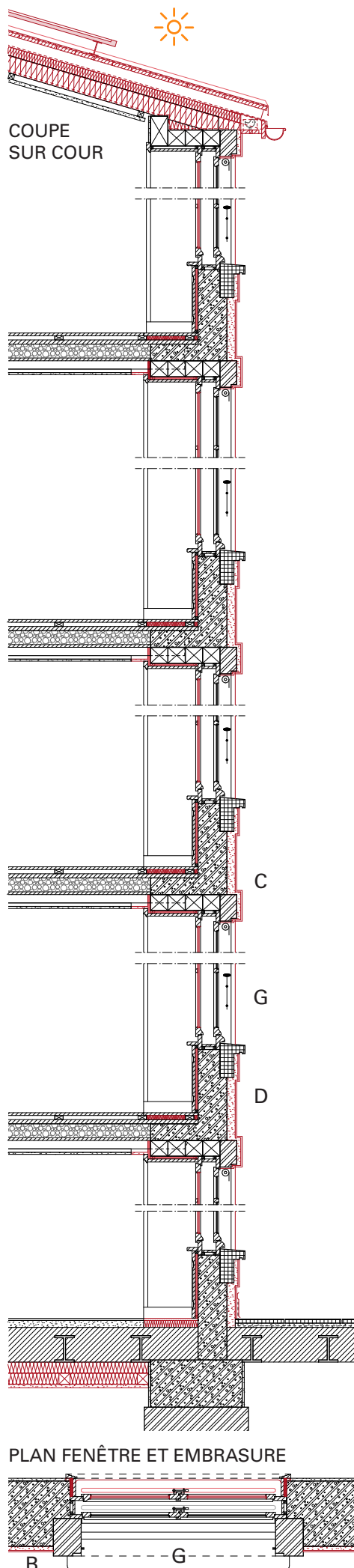
**4 - TOITURE:** L'isolation de la toiture a un fort impact sur le bilan énergétique en raison de sa surface. Dans le cas étudié, la toiture existante avait déjà une relativement bonne valeur U. Le remplacement de l'isolation existante par de la laine de bois et la pose d'une isolation complémentaire en fibres de bois permet d'atteindre une meilleure valeur U.

**5 - ISOLATION INT.:** Les surfaces de façades en pierre de taille, sans crépi minéral isolant extérieur, sont considérables. C'est pourquoi, pour atteindre les exigences légales, il est nécessaire d'isoler par l'intérieur du côté rue. Des flocons de cellulose sont injectés derrière les boiseries en partie basses. Un crépi isolant est appliqué sur les parties supérieures crépies.

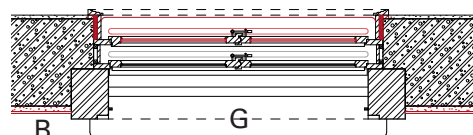
## COUPE SUR RUE



## COUPE SUR COUR



## PLAN FENÊTRE ET EMBRASURE



- A** Toiture tuiles plates (rue)  
 U existant:  $0.27 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 U rénové :  $0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$
- . Tuiles plates TC
  - . Lattage 35 mm
  - . Contre-lattage 80 mm
  - . Lé sous-couverture ouvert à la diffusion
  - . Panneaux de fibres de bois,  $\lambda = 0.04 \text{ W/mK}$ , 80 mm
  - . Chevrons avec isolation laine de bois,  $\lambda = 0.036 \text{ W/mK}$ , 120 mm
  - . Frein-vapeur à diffusion variable
  - . Lattage et vide 50 mm
  - . Panneaux plâtre 25 mm et finition
- B** Murs façade rue  
 U existant:  $1.24 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 U rénové :  $0.79 \text{ W/m}^2\text{K}$
- . Crépi minéral à la chaux 10 mm
  - . Crépi isolant minéral,  $\lambda = 0.06 \text{ W/mK}$ , 30 mm
  - . Moellons 470 mm
  - . Crépi minéral intérieur 10 mm
- C** Murs façade cour  
 U existant:  $1.11 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 U rénové :  $0.59 \text{ W/m}^2\text{K}$
- . Crépi minéral à la chaux 10 mm
  - . Crépi isolant minéral,  $\lambda = 0.06 \text{ W/mK}$ , 50 mm
  - . Moellons 550 mm
  - . Crépi minéral intérieur 10 mm
- D** Contre-cœurs cour  
 U existant:  $1.87 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 U rénové :  $0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$
- . Crépi minéral à la chaux 10 mm
  - . Crépi isolant minéral,  $\lambda = 0.06 \text{ W/mK}$ , 50 mm
  - . Moellons 250 mm
  - . Isolation ouate de cellulose,  $\lambda = 0.038 \text{ W/mK}$ , 30 mm, entre lattage
  - . Boiseries
- E** Dalle sur sous-sol  
 U existant:  $1.05 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 U rénové:  $0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$
- . Carrelage / parquet 15 mm
  - . Chape ciment 50 mm
  - . Dalle en béton léger 250 mm
  - . Isolation laine de bois + lambourdes  $2 \times 100 \text{ mm}$ ,  $\lambda = 0.036 \text{ W/mK}$
  - . Panneaux plâtre 25 mm
- F** Plafond oriel  
 U existant:  $1.86 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 U rénové:  $0.46 \text{ W/m}^2\text{K}$
- . Dalle béton 200 mm
  - . Isolation silicate de calcium,  $\lambda = 0.042 \text{ W/mK}$ , 80 mm
  - . Crépi minéral et finition 10 mm
- G** Fenêtres et embrasures  
 Uw:  $2.88 \text{ W/m}^2\text{K}$  / g existant:  $0.78$   
 Uw:  $1.14 \text{ W/m}^2\text{K}$  / g rénové:  $0.62$
- . Fenêtres extérieures simples vitrages, cadres bois
  - . Fenêtres intérieures doubles vitrages isolants sous vide
  - Ug:  $0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - cadres bois Uf:  $1.8 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - . Embrasures bois avec isolation ouate de cellulose 20 mm

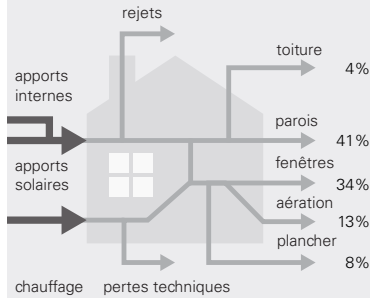
Si la valeur U maximale admissible selon SIA 180:2014 ne peut pas être respectée pour des raisons patrimoniales, une vérification de physique du bâtiment est exigée (tableau 7, chap. 4.1.2).

## PRODUCTION DE CHALEUR

Type de production de chaleur renouvelable envisageable en fonction du lieu.

- Chauffage à distance (renouv.)
- PAC air-eau
- PAC sol-eau
- Chaudière à bois
- Chaudière à pellet
- Solaire thermique

## PERTES THERMIQUES EXISTANTES



Existant Rénové

### PERTES THERMIQUES [kWh/m²]

Toit	5.4	3.0
Parois	64.7	35.4
Fenêtres	52.8	19.6
Aération	20.7	20.7
Plancher	12.4	2.2
Pertes techniques	5.1	1.9
Rejet	18.7	21.4

### APPORTS THERMIQUES [kWh/m²]

Chauffage	101.6	37.2
Apports internes	29.0	29.0
Apports solaires	49.3	37.9

### BESOINS CHALEUR $Q_{H,limite}$ [kWh/m²]

96.5 35.4

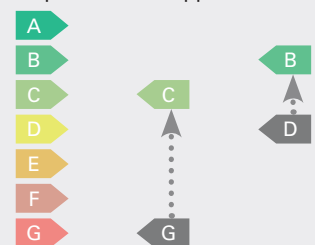
### VALEUR LIMITE [kWh/m²]

38.9 38.9

### CECB (SIA 380/1: 2016)

Certificat Énergétique Cantonal des Bâtiments avec les valeurs standards de ventilation et électricité.

### Étiquette Enveloppe Globale



COÛTS / m² SRE: 1102 CHF/m²

1. Les bilans et coûts concernent les mesures sur enveloppe + chauffage + EC sanitaire + étude et sont cumulatives. La ventilation et le photovoltaïque ne sont pas inclus.  
Index OFS région lémanique rénovation transformation avril 2022 = 107.8% (Base 2020 = 100%)

## STRATÉGIE DE RÉNOVATION - INSTALLATIONS TECHNIQUES

**2' - PRODUCTION ET DISTRIBUTION DE CHALEUR:** La chaudière à gaz est remplacée par une connexion au chauffage à distance renouvelable urbain. Ce changement est possible à n'importe quelle étape. La distribution de chaleur existante est conservée et isolée, les radiateurs existants sont conservés et systématiquement équipés de vannes thermostatiques et d'organes de réglages pour un équilibre hydraulique.

**VENTILATION:** Le changement des fenêtres intérieures nécessite la mise en place d'un concept de ventilation. Le renouvellement d'air se fait par les fenêtres existantes et des ventilateurs d'extraction dans les sanitaires. Une ventilation double flux est nécessaire pour les commerces du rez-de-chaussée. Une récupération de chaleur sur les installations de ventilation peut être exigée.

**ÉNERGIE SOLAIRE ET ÉLECTRICITÉ:** Les communs sont équipés de luminaires à LED et de détecteurs de présence. La toiture côté cour étant très peu visible et encombrée de diverses installations techniques, une bande de panneaux photovoltaïques est posée sur le placage.

## BILAN ÉNERGÉTIQUE ET ENVIRONNEMENTAL<sup>1</sup>

### BESOINS DE CHALEUR

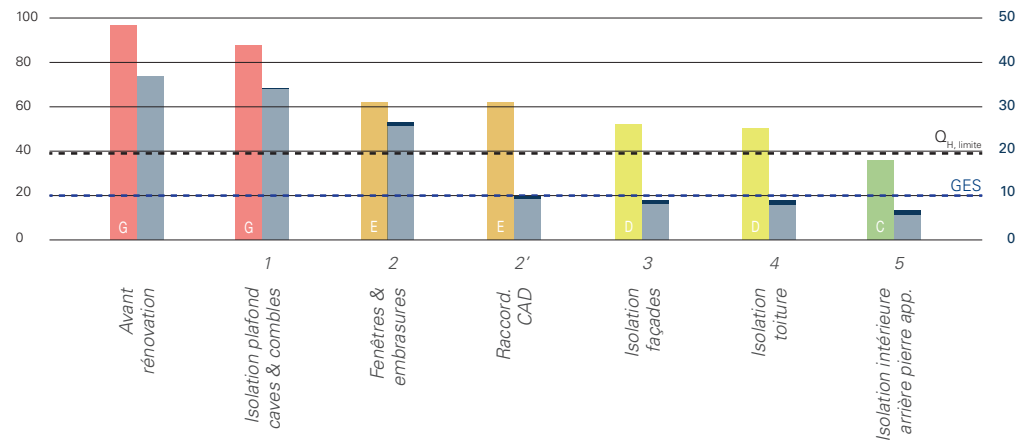
$Q_{H,limite}$  selon SIA 380/1:2016 [kWh/m²a]

$Q_{H,limite}$  transfo 150% 2016 [kWh/m²] - - - - -

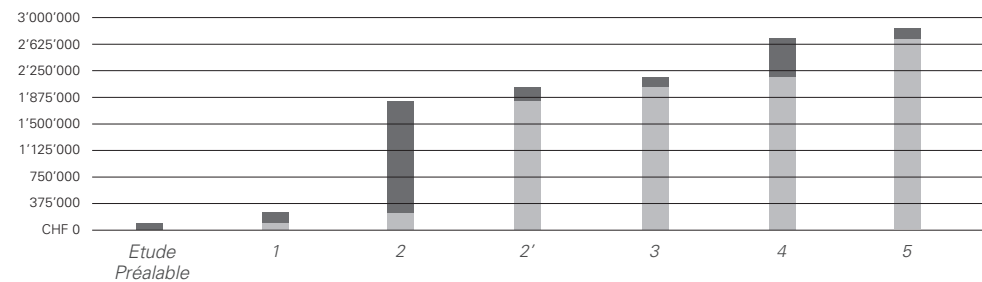
### ÉMISSIONS A EFFETS DE SERRE

GES [kgCO<sub>2</sub>-ég/(m²a)] selon SIA 2040

--- Valeur indic. SIA 2040 construction ● + exploitation ●



### COÛTS DES INTERVENTIONS<sup>1</sup>



## APPROCHE GLOBALE ET LIMITE DE L'ÉTUDE DE CAS

L'étude de cas illustre les mesures adaptées pour rénover énergétiquement les différents éléments de l'enveloppe. Les mesures sont planifiées selon leur degré de facilité de mise en œuvre. Selon la vétusté et la durée de vie des éléments, l'ordre proposé peut varier en fonction de chaque bâtiment.

En isolant la toiture et les dalles contre non chauffés et les façades crépies, le bâtiment atteint l'étiquette énergétique D. Pour répondre entièrement aux exigences légales, une isolation intérieure des murs en pierre naturelle est nécessaire et devra être intégrée lors de la prochaine rénovation des locaux. D'autres contraintes, comme, par exemple, les exigences en matière de protection incendie, d'isolation phonique, la mise en conformité des éléments de sécurité ou la présence de substances nocives influencent fortement un projet de rénovation. Des réflexions sur la pertinence de la typologie, l'usage ou le potentiel de densification peuvent apporter des plus-values au projet. En cas de travaux, une réelle étude de faisabilité par des professionnels qualifiés s'avère indispensable.

Les solutions d'assainissement énergétique présentées dans cette fiche ne sont aucunement contraignantes pour le propriétaire du bien analysé.