

**DESRIPTIF:** Cet immeuble de logements contigu de grande profondeur, recensé en note 3, est situé au cœur d'un centre historique inscrit à l'ISOS A. Une cour principale et une cour secondaire assurent l'apport de lumière et la ventilation des cuisines et des sanitaires. Le bâtiment se développe sur deux étages d'habitation et un rez commercial, sans sous-sol. Sous la toiture à deux pans recouverte de tuiles plates avec deux lucarnes côté rue et deux balcons baignoires côté lac se trouvent deux étages de combles habitables.

Les deux façades, autant rue que côté lac, sont en pierre de taille apparente (molasse) avec des encadrements et tablettes de fenêtres travaillés et une corniche entre le rez et les étages. Les fenêtres sont en bois avec petits-bois et un garde-corps en fer forgé. Une verrière protège la cour principale des intempéries. À l'origine, l'immeuble ne se composait que du rez, avec l'accès au centre, d'un étage et d'une toiture à pans. Le second étage a été ajouté dans les années 50 et les combles et sur combles ont été isolés dans les années 80.

**CONCEPT:** La façade en pierre apparente ne permet pas une isolation par l'extérieur. La stratégie adoptée est d'intervenir en priorité sur les éléments faciles à mettre en œuvre comme l'isolation des dalles et murs contre les espaces non chauffés du rez-de-chaussée. Ensuite, il s'agit d'isoler les murs pignons, les fenêtres et contrecœurs, la toiture, les terrasses et les verrières des cours. Le changement des fenêtres et la fermeture de la cour nécessitent la mise en place d'un concept de ventilation. Afin de répondre aux exigences globales, l'isolation du sol du commerce est nécessaire.



Année de constr.	1800/1956/1980
Périmètre de protection	ISOS A
Note au recensement	3
Protection cantonale	non
Surface bâtie [m <sup>2</sup> ]	263
Nombre de logements	6
Nombre de commerces	1
SRE (A <sub>E</sub> ) [m <sup>2</sup> ]	921/ 954
Surface A <sub>TH</sub> [m <sup>2</sup> ]	1206/ 1097
Facteur d'env. (A <sub>TH</sub> /A <sub>E</sub> )	1.31/ 1.15
Besoin de chaleur chauffage + ECS (Q <sub>HW</sub> ) [kWh/m <sup>2</sup> ]	

116/ 50

### Installations techniques

Chaudière à gaz/ Radiateurs avec et sans vannes thermostatiques/ Ventilation naturelle

Géothermie/ Radiateurs avec vannes thermostatiques/ Ventilation double flux avec récupération de chaleur

### lucarnes

en cuivre, tuiles plates, **isolées**

### toiture

en pente avec tuiles plates, **isolation aux normes actuelles**

### corniche

bois peint, **peinture à l'huile**

### fenêtres

**doubles vitrages isolants**  
cadres en chêne

### façade

maçonnerie en molasse apparente à l'extérieur, **isolation intérieure en silicate de calcium**

### stores

stores à rouleau métallique, **remplacés par des stores à rouleau sans caisson**

### éléments décoratifs

encadrements et corniches en saillie **balustrades / garde-corps**  
fer forgé, **barres fer forgé à 1m**

### vitrites

cadres en chêne avec simples vitrages, **remplacé par des doubles vitrages isolants**

### soCLE

molasse avec pierres en saillie

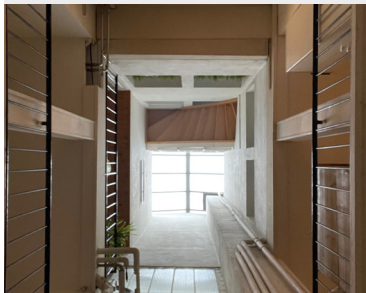
### soubassement

blocs de calcaire

En noir: existant, en rouge: rénovation.



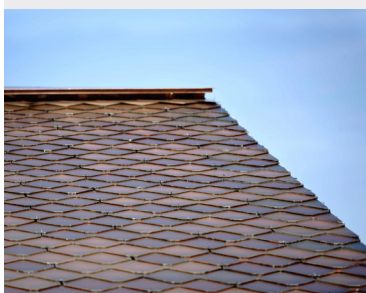
Façade arrière du bâtiment côté jardin et lac



Vue sur la cour intérieure du bâtiment et sa verrière



Tuiles photovoltaïques  
Localisation sur la toiture côté lac.



Exemple d'intégration de tuiles solaires photovoltaïques  
Référence voir fiche méthodologie

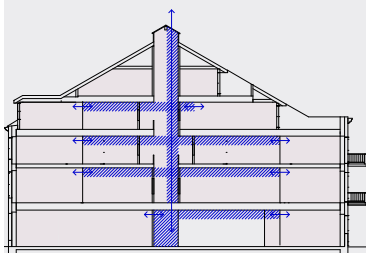
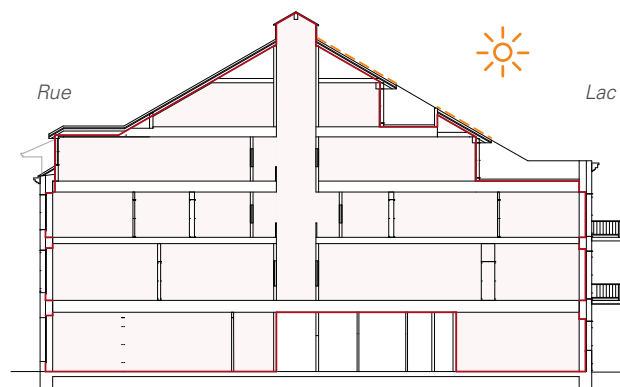
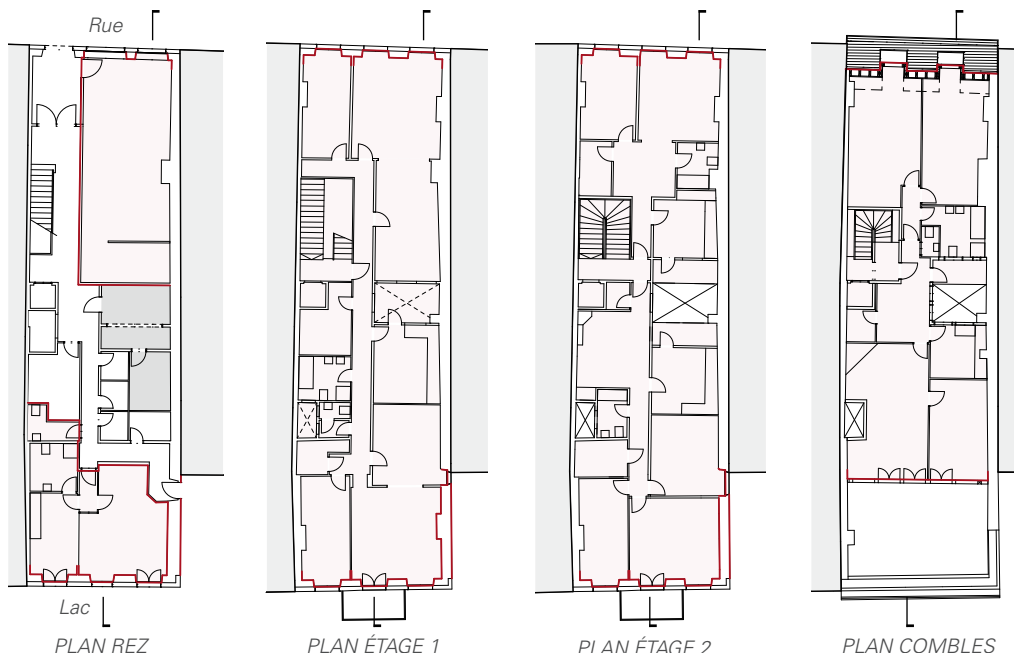


Schéma ventilation double flux avec récupération de chaleur



Plans, coupe, façade schématiques. En rouge, les éléments de l'enveloppe isolés dans le scénario d'intervention. En orange, l'intégration des panneaux photovoltaïques. En gris foncé, les locaux techniques. En rose, les zones chauffées.

## STRATÉGIE DE RÉNOVATION - ENVELOPPE

**1 - PLAFONDS REZ ET MURS COMMERCE:** Les faux plafonds, dans les zones non chauffées du rez, sont isolés avec de la laine de bois et les murs du commerce du côté froid avec des panneaux de silicate de calcium.

**2 - MURS LATÉRAUX:** Le crépi ciment existant des murs pignons est remplacé par un crépi isolant minéral ouvert à la diffusion de vapeur.

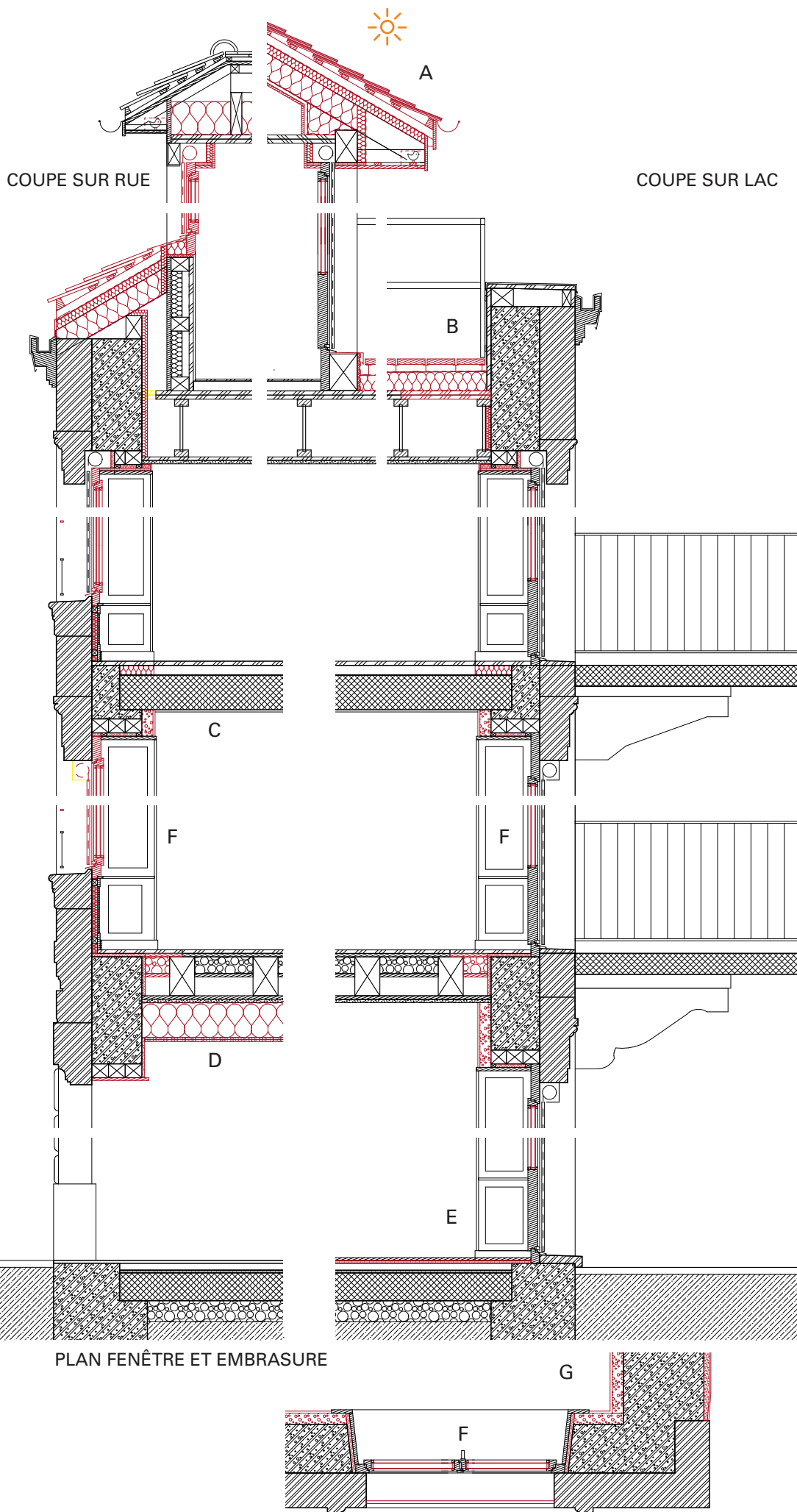
**3 - FENÊTRES:** Les fenêtres des étages côté rue sont remplacées par des fenêtres en chêne et un store à rouleau sans caisson afin d'avoir une meilleure isolation thermique et phonique à cause de la rue passante. Les contrecœurs et les embrassures sont isolés derrière les boiseries avec une laine de chanvre. Dans les vitrines du rez, le vitrage simple est remplacé par un double vitrage isolant. Du côté lac, les verres des fenêtres sont remplacés par des doubles vitrages isolants. Les cadres en bon état sont conservés.

**4 - COURS INTÉRIEURES:** Pour répondre aux exigences incendie, selon la taille de la cour, les cuisines et les sanitaires ne peuvent plus être ventilés naturellement. Les cours sont ici fermées par une verrière isolée et intégrées dans l'enveloppe thermique.

**5 - TOITURE ET TERRASSES:** L'isolation de la toiture a un fort impact sur le bilan énergétique au vu de sa surface. Dans le cas étudié, la toiture existante a déjà une bonne valeur U. Les terrasses sont isolées au maximum en fonction des hauteurs disponibles et l'étanchéité est refaite.

**7 - SOLS REZ ET MURS STUDIO:** Les sols du magasin et du studio au rez-de-chaussée sont uniquement améliorés avec des plaques de liège. Pour atteindre les valeurs U requises, il est nécessaire de remplacer la chape-ciment par une chape sèche et une isolation à haute performance. Les murs du studio sont améliorés avec une isolation intérieure en panneaux de silicate de calcium de 80 mm.

**8 - ISOLATION INTÉRIEURE:** Une isolation intérieure des appartements n'est pas indispensable, mais permet d'atteindre une bonne isolation et un meilleur confort. Les façades sont isolées par l'intérieur avec des panneaux de silicate de calcium de 80mm. Ce matériau, ouvert à la diffusion de vapeur, permet de gérer l'hygrométrie des murs.

**A Toiture (option si pas déjà fait)****U existant: 0.25 W/m<sup>2</sup>K****U rénové: 0.18 W/m<sup>2</sup>K**

- .Petites tuiles plates ou tuiles solaires photovoltaïques
- .Lattage 35 mm
- .Contre-lattage 80 mm
- .Lé de sous couverture ouvert à la diffusion
- .Sous-couverture rigide, fibre de bois  $\lambda = 0.04$  W/mK, 60 mm
- .Isolation fibre de bois, entre chevrons existants,  $\lambda = 0.036$  W/mK, 160 mm
- .Frein-vapeur à diffusion variable
- .Vide technique 30 mm
- .Lames de bois 25 mm

**B Terrasses****U existant: 0.37 W/m<sup>2</sup>K****U rénové: 0.19 W/m<sup>2</sup>K**

- .Plancher bois sur taquets
- .Étanchéité bitumineuse double
- .Isolation EPS avec pente  $\lambda = 0.033$  W/mK, 140 mm
- .Barrière vapeur étanche
- .Panneaux OSB 2x30 mm
- .Poutraison wellsteg 450 mm
- .Panneaux OSB 30 mm
- .Peinture intérieure

**C Murs de façades Nord et Sud****U existant: 0.82 W/m<sup>2</sup>K****U rénové: 0.28 W/m<sup>2</sup>K**

- .Mur en molasse apparente 250 mm
- .Mur en moellons 350 mm
- .Isolation panneaux silicate de calcium  $\lambda = 0.042$  W/mK, 80 mm
- .Crépi et peinture minéraux 10 mm

**D Plancher sur rez-de-chaussée****U existant: 0.89 W/m<sup>2</sup>K****U rénové: 0.14 W/m<sup>2</sup>K**

- .Parquet massif 25 mm
- .Plancher bois 25 mm
- .Solivage 250mm
- .Panneaux bois 25mm
- .Plafond lattes et peinture 25mm
- .Frein-vapeur à diffusion variable
- .Isolation fibre de bois + lambourdes  $\lambda = 0.036$  W/mK, 250 mm
- .Panneaux fibro-plâtre 15 mm
- .Crépi et peinture minéraux 10 mm

**E Plancher rez-de-chaussée****U existant: 1.07 W/m<sup>2</sup>K****U rénové: 0.67 W/m<sup>2</sup>K**

- .Parquet 25 mm
- .Isolation plaque de liège  $\lambda = 0.04$  W/mK, 20 mm
- .Chape ciment 70 mm
- .Isolation XPS 20 mm
- .Radier béton 200 mm
- .Tout-venant

**F Fenêtres et embrasures****U<sub>w</sub>: 2.85 W/m<sup>2</sup>K/ g existant: 0.72****U<sub>w</sub>: 1.30 W/m<sup>2</sup>K/ g rénové: 0.64**

- .Fenêtres doubles vitrages isolants
- U<sub>g</sub>: 1.1 W/m<sup>2</sup>K à divisions bois, cadres bois existant ou remplacé
- U<sub>f</sub>: 1.4 W/m<sup>2</sup>K
- .Embrasures et caissons de stores isolés, laine de chanvre 20 mm
- .Contrecœurs isolés laine de chanvre  $\lambda = 0.04$  W/mK, 40 mm

**G Murs de façade pignon Est****U existant: 1.07 W/m<sup>2</sup>K****U rénové: 0.33 W/m<sup>2</sup>K**

- .Crépi minéral à la chaux 10 mm
- .Crépi isolant minéral,  $\lambda = 0.06$  W/mK, 40 mm
- .Maçonnerie moellons 580 mm
- .Isolation panneaux silicate de calcium  $\lambda = 0.042$  W/mK, 80 mm
- .Crépi et peinture minéraux 10 mm

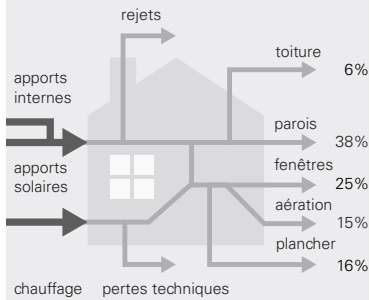
Si la valeur U admissible selon SIA 180:2014 ne peut pas être respectée, une vérification de physique du bâtiment est exigée. Il en est de même pour la pose d'isolation par l'intérieur.

## PRODUCTION DE CHALEUR

Productions de chaleur renouvelables en fonction des possibilités du lieu.

- Chauffage à distance
- PAC air-eau
- PAC sol eau
- Chaudière à bois
- Chaudière à pellets
- Solaire thermique

## PERTES THERMIQUES EXISTANTES



Existant    Rénové

### PERTES THERMIQUES [kWh/m<sup>2</sup>]

Toit	8.0	5.5
Parois	51.3	18.9
Fenêtres	34.6	11.1
Aération	20.7	20.7
Plancher	21.9	7.6
Pertes techniques	16.8	5.2
Rejet	9.4	16.0

### APPORTS THERMIQUES [kWh/m<sup>2</sup>]

Chauffage	111.8	34.4
Apports internes	27.3	27.3
Apports solaires	23.7	23.4

### BESOINS CHALEUR Q<sub>H</sub> [kWh/m<sup>2</sup>]

95.0    29.2

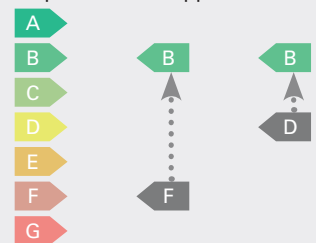
### VALEUR LIMITE Q<sub>H,li</sub> [kWh/m<sup>2</sup>]

49.0    45.5

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

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

### Étiquette Enveloppe Globale



COÛTS / m<sup>2</sup> SRE: 1'431 CHF/m<sup>2</sup>

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. (voir fiche 00 méthodologie) Index OFS région lémanique rénovation transformation octobre 2020 = 100%

## STRATÉGIE DE RÉNOVATION - INSTALLATIONS TECHNIQUES

**6 - PRODUCTION ET DISTRIBUTION DE CHALEUR:** La chaudière à gaz sous la cour intérieure est remplacée par une pompe à chaleur avec sondes géothermiques réalisées dans le jardin idéalement après avoir réalisé les mesures 1 à 5. La distribution de chaleur existante est conservée, isolée et équipée d'organes de réglage pour un équilibrage hydraulique. Les radiateurs existants sont conservés et systématiquement équipés de vannes thermostatiques.

**VENTILATION:** Le changement des fenêtres et la fermeture de la cour nécessitent la mise en place d'un concept de ventilation. Le renouvellement d'air est assuré par une ventilation double flux avec récupération de chaleur installée dans le local technique sous la grande cour. La distribution horizontale se fait par les faux plafonds des couloirs de distribution intérieure des appartements et la distribution verticale par l'ancienne cheminée de la grande cour.

**ÉNERGIE SOLAIRE ET ÉLECTRICITÉ:** L'ensemble du pan côté lac de la toiture est recouvert de tuiles solaires photovoltaïques qui s'intègrent au niveau couleur et brillance dans le contexte construit. Les communs sont équipés de luminaires à LED.

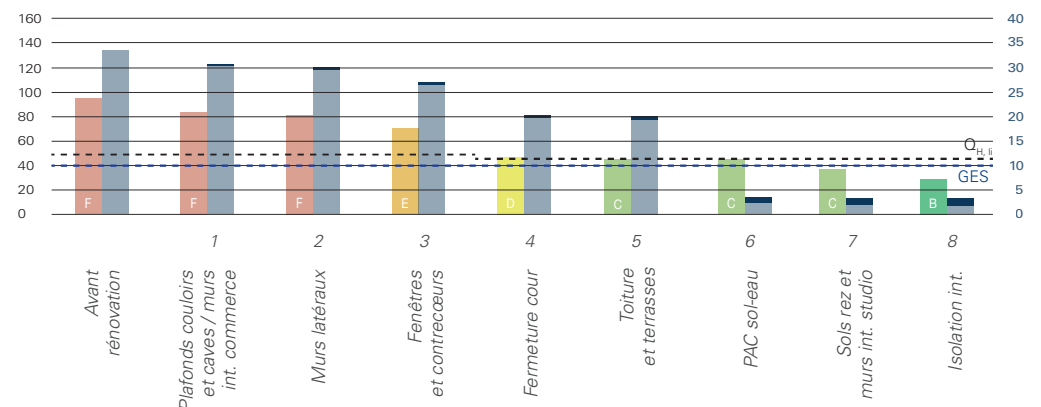
## BILAN ÉNERGÉTIQUE ET ENVIRONNEMENTAL<sup>1</sup>

### BESOINS DE CHALEUR

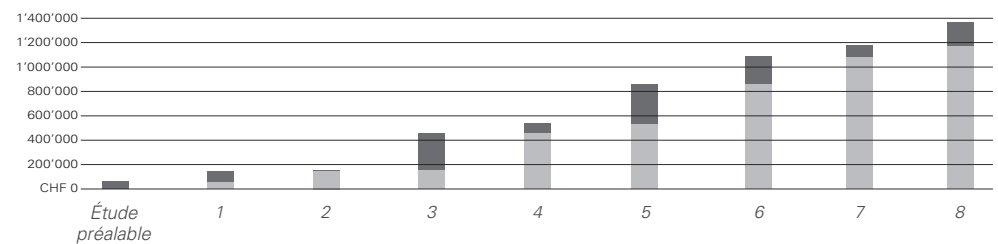
Q<sub>H</sub> selon SIA 380/1:2016 [kWh/m<sup>2</sup>]  
Q<sub>H,li</sub> transformation 150% 2016 [kWh/m<sup>2</sup>] -----

### ÉMISSIONS A EFFETS DE SERRE

GES [kgCO<sub>2</sub>-éq/(m<sup>2</sup>a)] 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.

D'autres contraintes, comme, par exemple, les exigences de protection incendie et d'aération des locaux influencent dans ce cas très fortement le projet de rénovation. En isolant les toitures et en intégrant les cours intérieures dans l'enveloppe chauffée, le bâtiment peut facilement atteindre une bonne performance énergétique et les exigences légales. Les mesures complémentaires (7 et 8) permettent même de parvenir à une étiquette B. La mise en place d'une ventilation double flux nécessite, par contre, des travaux conséquents à l'intérieur des appartements qui ne sont pas intégrés dans les coûts indiqués. Des réflexions sur la pertinence de la typologie, l'usage ou le potentiel de densification peuvent apporter des plus-values au projet. La fiche illustre des détails schématiques utilisés pour calculer le bilan énergétique. En cas de travaux, une réelle étude par des professionnels qualifiés s'avère indispensable.