

MIO1

MAISON AVANT GUERRE

DESRIPTIF: Ce bâtiment d'habitation caractéristique des constructions d'avant-guerre, situé dans un site ISOS A et recensé en valeur C, se développe sur deux niveaux avec une toiture à la Mansart, avec sous-sol. Les façades monolithes sont constituées de moellons d'environ 30 cm. Les planchers sont en poutraison bois sur les séjours, halls et chambres. Ce sont des dalles en béton léger (non-armé), avec des poutrelles métalliques incorporées, sur le sous-sol, les cuisines, sanitaires et dans les escaliers. Les façades, hormis la façade nord-ouest, sont décorées de manière assez simple, par des différences de traitement de surface du crépi minéral. Les embrasures et le socle sont marqués par une couleur différente, les tablettes et linteaux sont en pierre de taille peinte. Des balcons en béton léger (non-armé) avec poutrelles métalliques incorporées, parfois sur consoles, offrent des espaces extérieurs aux appartements. Les fenêtres d'origine étaient en bois avec deux simples vitrages et ont été changées à la fin des années 90 par des fenêtres en PVC avec double vitrage. Des volets métalliques ont remplacé les volets d'origine en bois peint. La toiture à la Mansart, couverte de tuiles plates, abrite un appartement avec des lucarnes en ferblanterie, à l'origine en bois. La production de chaleur est une chaudière à énergie fossile (mazout) et les radiateurs sont équipés de vannes thermostatiques. Les locaux sont ventilés naturellement avec une extraction mécanique dans les cuisines.

CONCEPT: La stratégie adoptée vise à maintenir ou à se rapprocher le plus possible des qualités et caractéristiques d'origine du bâtiment protégé, pour la plupart toujours présentes. Les mesures les plus importantes sont le changement des fenêtres et l'isolation de la toiture avec la valorisation des surcombles en dernière étape. La chaudière à mazout est remplacée par une chaudière à pellets.



Situation 1: 5'000

Type	maison individuelle
Année de construction	1909
Année de rénovations	2000
Nombre de logements	3/3
Surface bâtie [m ²]	88
Hauteur du bâtiment [m]	13.5
Catégorie AEAI	moyenne hauteur
Protection patrimoniale	C
Site ISOS	A
SRE (A _E) [m ²]	266/ 326
Surface A _{TH} [m ²]	529/ 645
Facteur d'enveloppe (A _{TH} /A _E)	1.99/ 1.98
Besoin de chaleur (Q _H) [kWh/m ²]	257/ 63

Installations techniques

Mazout/ Radiateurs/ Ventilation naturelle

PAC sol-eau ou air-eau/ Radiateurs avec vannes thermostatiques/ Ventilation simple flux avec réglottes hygroréglables et extraction mécanique

toiture

à la Mansart en tuiles plates t.c., très peu isolée, ferblanteries en cuivre, isolation dalle des surcombles ou entre chevrons (partie à la Mansart) protections solaires

volets battants, métal, volets battants, bois peint stores bannes sur balcons, toile avant-toit

lambriissage bois peint, peinture à l'huile

modénatures

traitements de surface différents, crépi minéral, crépi isolant minéral

balcons

dalle sur consoles en saillie, béton garde-corps en ferronnerie, acier, rehaussement barre en fer

embrasures

crépi minéral, crépi isolant minéral, tablettes et linteaux pierre de taille, peinture minérale

fenêtres

cadre bois avec deux vitrages simples, cadre bois avec entrées d'air hygroréglables, triple vitrage, garde-corps barre en fer

façade

mur en moellons, crépi minéral, épaisseur décroissante par niveau, crépi isolant minéral

socle

marqué par surépaisseur moellons et traitement de surface différent, crépi isolant minéral



Porte d'entrée en bois d'origine et double fenêtre en bois, simple vitrage à préserver



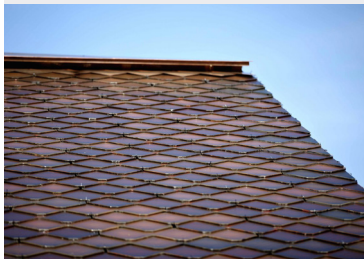
Valorisation des surcombles



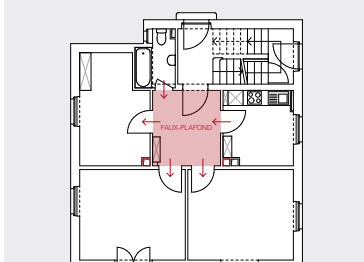
Fenêtre avec croisillons et encadrement en pierre et peint



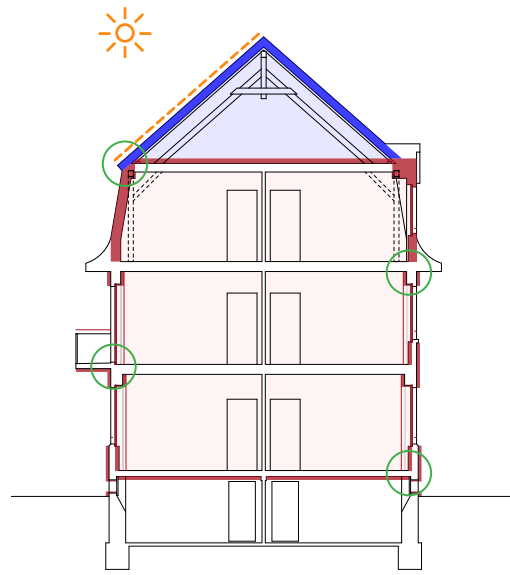
Pans sud-est et sud-ouest recouvert de tuiles photovoltaïques



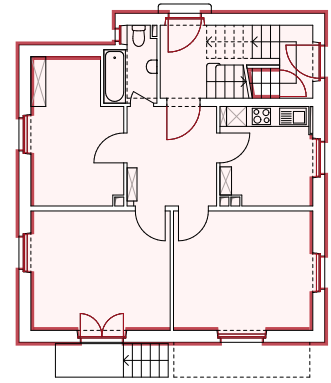
Les tuiles photovoltaïques s'intègrent dans le contexte construit. ©Freesuns



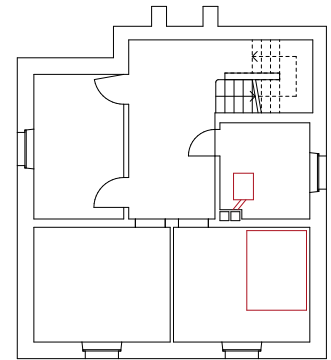
Installation ventilation double-flux dans faux-plafond hall central et canaux de cheminée existants



COUPE



PLAN ETAGE TYPE



PLAN SOUS-SOL

Plans et coupe schématiques. En rouge, les éléments de l'enveloppe isolés. En bleu, l'étape supplémentaire de valorisation des surcombles. En orange, l'intégration des tuiles photovoltaïques.

1 - PLAFOND DU SOUS-SOL & MURS CONTRE NON-CHAUFFÉ: Le plafond du sous-sol est isolé par dessous avec de l'isolation en laine de roche qui permet d'intégrer les installations techniques. L'épaisseur est réduite et les panneaux apparents à cause de la très faible hauteur sous plafond (200cm). Les murs contre locaux non-chauffés sont isolés. Les portes palières et celle du sous-sol sont améliorées thermiquement et rendues résistantes face aux incendies (EI30).

2 - DALLE DES SURCOMBLES: La dalle des surcombles est isolée avec de la laine de bois entre les solives et une isolation complémentaire en fibres de bois afin d'atteindre une bonne valeur U.

3 - FENÊTRES, C.C. & EMBRASURES: Les fenêtres existantes sont remplacées par des nouvelles fenêtres en bois avec triple vitrage, très performantes, avec des croisillons selon l'aspect d'origine. Des entrées d'air hygro-réglables sont intégrées dans les cadres. Les embrasures sont isolées avec de la laine de chanvre et les contrecœurs avec de l'isolation en silicate de calcium de 80mm derrière les boiseries existantes, ajustées et reposées afin de conserver les caractéristiques particulière du bâtiment. La porte d'entrée d'origine en bois est préservée et ses joints sont changés pour améliorer son étanchéité à l'air.

4 - TOITURE (PARTIE MANSARDÉE): Cette partie de la toiture est isolée par de la laine de bois entre les chevrons et une isolation complémentaire en fibres de bois. Elle atteint une bonne valeur U. Les tuiles, en bon état, sont reposées et complétées au besoin par des tuiles identiques.

6 - FAÇADES: Le crépi des façades est piqué et remplacé par un crépi isolant minéral de 30mm au min. avec les mêmes traitements de surface qu'à l'origine. Ce qui permet de conserver le caractère et l'apparence des façades du bâtiment protégé avec une faible épaisseur ajoutée et des gains d'isolation non négligeables. La valeur U de la façade ne répond pas aux exigences légales ponctuelles et demande dès lors une dérogation.

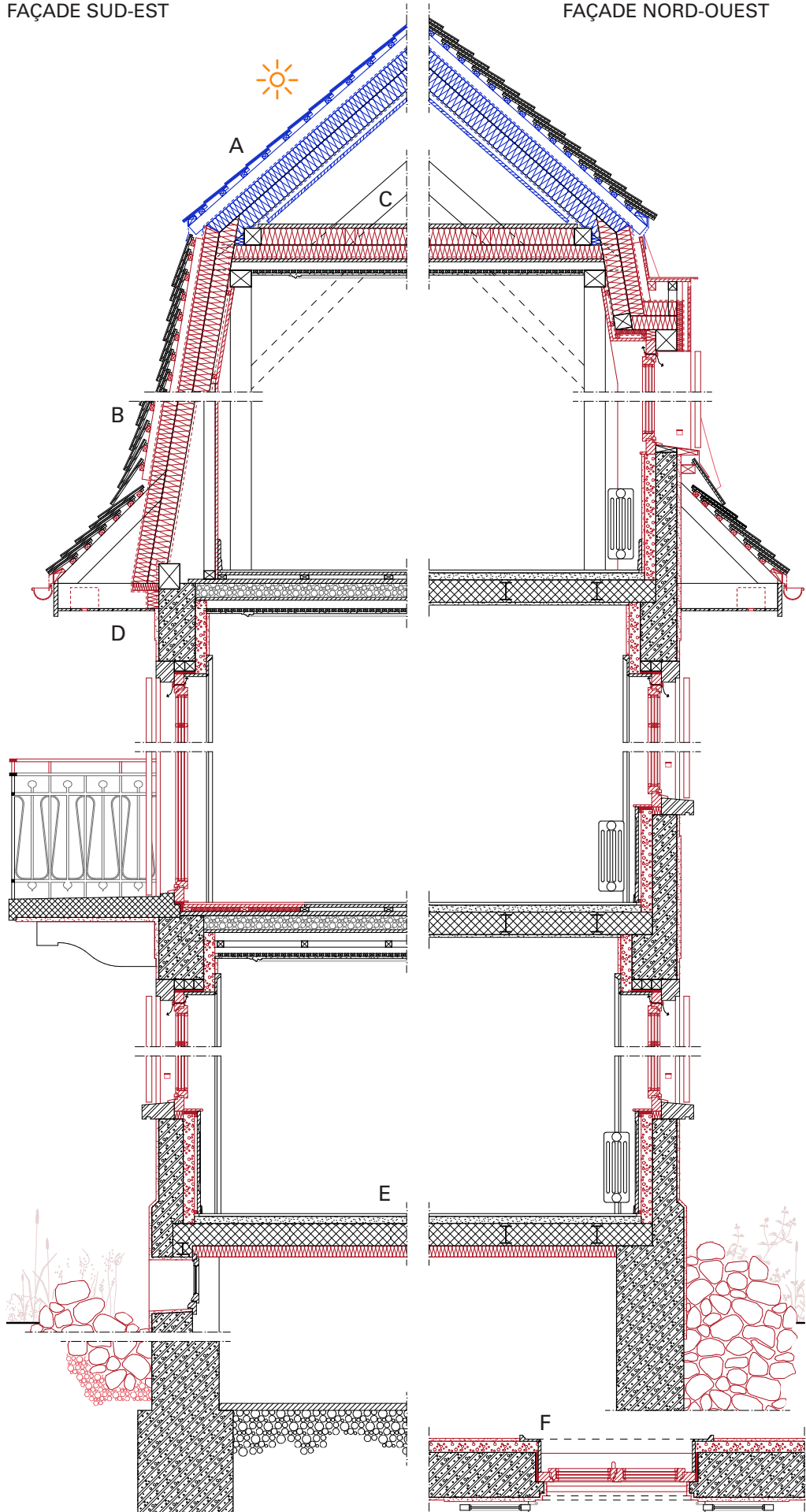
7 - ISOLATION INT: Une isolation intérieure en silicate de calcium de 80mm, ouverte à la diffusion de vapeur, est nécessaire pour atteindre des valeurs U intéressantes et un bon confort.

8 - VALORISATION: La valorisation des surcombles par l'isolation de la toiture est proposée pour augmenter la surface et le confort de l'appartement des combles. Une isolation en laine de bois est posée entre les chevrons plus une isolation complémentaire en fibres de bois afin d'atteindre une valeur U élevée. Les tuiles, en bon état, sont reposées et complétées au besoin par des tuiles identiques. Des tuiles photovoltaïques sont installées sur les pans sud-est / sud-ouest.

9 - BIODIVERSITÉ: L'apport et le maintien de la biodiversité aux abords du bâtiment sont très importants. Des nichoirs dans les avant-toits ou des murgiers en pied de façade sont mis en place. Des plantations d'espèces diversifiées et une infiltration des eaux claires sont encouragées.

COUPE SUR
FAÇADE SUD-EST

COUPE SUR
FAÇADE NORD-OUEST



A Toiture supérieure (valorisation)
Valeur U rénové: 0.18 W/m²K

- . Tuiles photovoltaïques, 30 mm
- . Lattage, 27 mm
- . Contrelattage, 80 mm
- . Lé de sous-couverture ouvert à la diffusion et RF1
- . Isolation en fibres de bois, $\lambda = 0.04$ W/mK, 100 mm
- . Isolation en laine de bois, $\lambda = 0.036$ W/mK, entre chevrons existants, 120 mm
- . Frein-vapeur à diffusion variable
- . Lattage, 40 mm
- . Lames bois massif, 20 mm

B Toiture à la Mansart
Valeur U existant: 0.46 W/m²K
Valeur U rénové: 0.18 W/m²K

- . Tuiles plates t.c., en partie reposées, 60 mm
- . Lattage, 27 mm
- . Contrelattage, 60 mm
- . Lé de sous-couverture ouvert à la diffusion
- . Isolation en fibres de bois, $\lambda = 0.04$ W/mK, 100 mm
- . Isolation en laine de bois, $\lambda = 0.036$ W/mK, entre chevrons existants, 120 mm
- . Frein-vapeur à diffusion variable
- . Lattage technique, 30 mm
- . Lames bois massif, 20 mm

C Plancher surcrombles
Valeur U existant: 0.93 W/m²K
Valeur U rénové: 0.19 W/m²K

- . Planches bois reposées, 30 mm
- . Isolation en fibres de bois entre lambourdes, $\lambda = 0.04$ W/mK, 120 mm
- . Isolation en laine de bois entre solives, $\lambda = 0.036$ W/mK, 100 mm
- . Frein-vapeur à diffusion variable
- . Planches bois entre solives, 20 mm
- . Solives bois, 180 mm
- . Lattis, 20mm
- . Enduit plâtre et finition, 15 mm

D Murs façade étage
Valeur U existant: 1.85 W/m²K
Valeur U rénové: 0.34 W/m²K

- . Crépi minéral int. et finition, 20 mm
- . Isolation en silicate de calcium, $\lambda = 0.042$ W/mK, 80 mm
- . Moellons, 260 mm
- . Crépi isolant minéral, $\lambda = 0.06$ W/mK, et finition, 30 mm

E Dalle rez-de-chaussé
Valeur U existant: 2.08 W/m²K
Valeur U rénové: 0.28 W/m²K

- . Parquet/ Carrelage 15 mm
- . Chape ciment 40 cm
- . Dalle en béton armé 160 mm
- . Isolation en laine minérale, $\lambda = 0.034$ W/mK, 80 mm

F Fenêtres
U_w: 2.9 W/m²K / g existant: 0.78
U_w: 0.6 W/m²K / g rénové: 0.45

- . Fenêtres avec triple vitrage
- . Cadre bois avec entrées d'air hygro-régulables
- . Contrecœurs isolés avec 80 mm de silicate de calcium, $\lambda = 0.042$ W/mK, avec boiserie ajustées et reposées
- . Embrasures isolées avec 20 mm de laine de chanvre, $\lambda = 0.038$ W/mK

Cette fiche illustre un cas théorique avec des détails schématiques qui ont servi de base de calcul. En cas de travaux, une étude établie par des professionnels qualifiés est indispensable.

NORMES ET RÉGLEMENTS

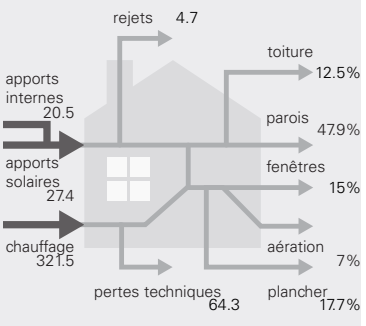
- Check-list des point à vérifier
- Sécurité des personnes (chute)
 - Séparation eaux usées et claires
 - Protection incendie
 - Dangers naturels
 - Substances nocives
 - Qualité de l'air
 - Protection contre le bruit
 - Construction sans obstacle

PRODUCTION DE CHALEUR

Type de production de chaleur renouvelable envisageable en fonction du lieu

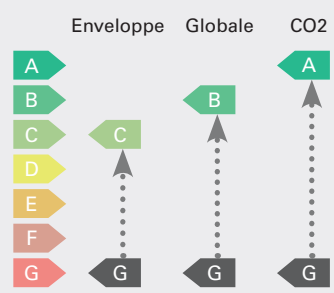
- Chauffage à distance (renouv.)
- PAC air-eau
- PAC sol-eau
- Chaudière à bois/pellets
- Solaire thermique (en complément)

PERTES THERMIQUES EXISTANTES



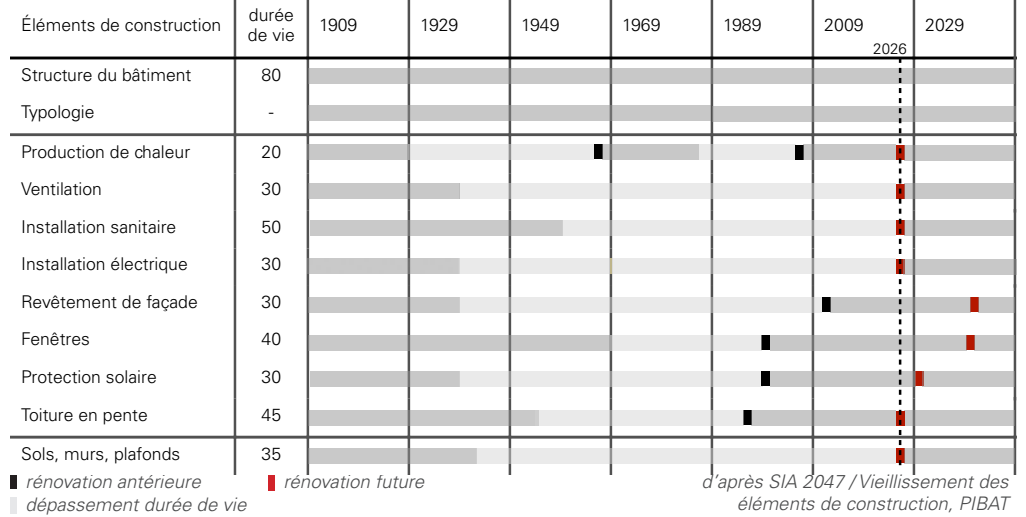
Origine	Actuel	Rénové	
BESOINS CHALEUR $Q_{H,i}$ [kWh/m²]	280.0	257.2	62.8
VALEUR LIMITE $Q_{H,i}$ [kWh/m²]	69.9	69.9	69.8

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



Les solutions d'assainissement énergétique présentées dans cette fiche illustrent un cas théorique à titre informatif et ne peuvent en aucun cas être reprises telles quelles dans le cadre d'une rénovation.

CYCLES DE VIE ET OBSOLESCENCES

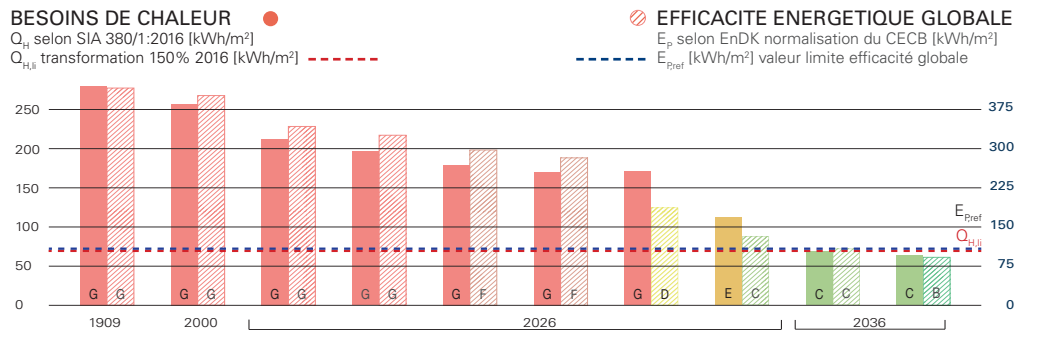


5 - PRODUCTION ET DISTRIBUTION DE CHALEUR: La chaudière à énergie fossile est remplacée par une chaudière à pellets, ou par toute solution à énergie renouvelable. Les tuyaux de distribution existants et accessibles sont isolés. Les radiateurs sont conservés ainsi que leurs vannes thermostatiques. Une pompe à chaleur est envisageable lorsque toutes les mesures sont effectuées mais peu recommandée avant car elle fonctionne à basse température à l'inverse d'une chaudière.

VENTILATION: Le changement des fenêtres nécessite la mise en place d'un concept de ventilation. Le renouvellement d'air est assuré par des entrées d'air hygro-réglables dans les cadres de fenêtre et l'ajout d'une extraction d'air mécanique dans les sanitaires et les cuisines. Après l'étape de valorisation des surcombles, une ventilation double-flux avec récupération de chaleur est envisageable. Le schéma sur la page précédente illustre une possibilité d'installation en profitant du hall central et des canaux de cheminée existants.

ÉLECTRICITÉ: Des tuiles photovoltaïques sont posées sur les pans de toiture bien orientés, afin d'assurer une production électrique avec une énergie renouvelable. Il est recommandé d'intégrer une installation photovoltaïque lors de la transformation d'une toiture.

BILAN ÉNERGÉTIQUE



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. 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.

Les rénovations sont surtout pertinentes si la durée de vie des éléments est prise en compte, si les qualités existantes sont préservées et si de nouvelles synergies sont trouvées afin d'assurer son avenir. Ces assainissements doivent donc être considérés comme un processus d'optimisation dans une perspective de durabilité à long terme. En cas de travaux, une réelle étude de faisabilité par des professionnels qualifiés s'avère indispensable.

M102

MAISON ENTRE GUERRES



Situation 1: 5'000

DESRIPTIF: Cette maison caractéristique de la première moitié du 20^{ème} siècle se situe dans un quartier à faible densité avec des jardins privés. Elle se développe sur un sous-sol semi-enterré, deux étages habitables et une toiture à quatre pans avec combles froids. Au rez se trouve le salon et la cuisine, à l'étage les chambres, dans les combles un grenier et au sous-sol les installations techniques et des locaux de stockage non chauffés (cave et réduits).

Les façades sont constituées d'un double mur en brique sans isolation au rez et d'un seul mur à l'étage. Les dalles à hourdis portent sur le mur extérieur. Les façades en crépi sont simples et sobres, typiques de l'entre guerres. Le socle est marqué par une couleur différente de crépi. Les tablettes et encadrements sont en simili-pierre. Une véranda couverte avec terrasse à l'étage offre des espaces extérieurs aux logements. Les fenêtres d'origines en bois double vitrage (deux verres simples) ont été changées à la fin des années 90 par des fenêtres en bois-métal avec double vitrage isolant. La production de chaleur se fait par une chaudière à énergie fossile (gaz) et la distribution par des radiateurs. Les locaux sont ventilés naturellement.

CONCEPT: Les murs extérieurs en briques présentent les plus grandes pertes énergétiques. La stratégie adoptée vise à isoler le bâtiment tout en reproduisant les caractéristiques d'origine typiques comme les encadrements des fenêtres, ce qui nécessite une réflexion particulière sur ces détails. En isolant le plafond du sous-sol, la dalle des combles et les murs extérieurs, la maison répond aux exigences énergétiques. La valorisation des combles ainsi qu'une réflexion sur les balcons viennent compléter la rénovation. La chaudière à gaz est remplacée par un producteur de chaleur à énergie renouvelable. Du photovoltaïque et une ventilation simple flux sont mis en place.

Type	maison individuelle
Année de construction	1936
Année de rénovations	1997
Nombre de logements	1/2
Surface bâtie [m ²]	66
Hauteur du bâtiment [m]	10.9
Catégorie AEA1	faible hauteur
Protection patrimoniale	non
Site ISOS	non
SRE (A _E) [m ²]	131/ 173
Surface A _{TH} [m ²]	328/ 357
Facteur d'enveloppe (A _{TH} /A _E)	2.51/ 2.07
Besoin de chaleur (Q _H) [kWh/m ²]	225/ 47

Installations techniques

Gaz/ Radiateurs/ Ventilation naturelle
 PAC sol-eau ou air-eau/ Radiateurs avec vannes thermostatiques/
 Ventilation simple flux avec réglettes hygroréglables et extraction mécanique



toiture

à quatre pans non isolée, ferblanterie en cuivre, isolation dalle des combles ou entre chevrons

avant-toit

lambrissage bois peint, peinture à l'huile

protection solaire

volets métalliques (à l'origine en bois)

façade

double mur brique au rez et doublage intérieur à l'étage, crépi minéral, isolation extérieure et crépi minéral épais

fenêtres

cadre bois-métal avec double vitrage isolant, cadre avec entrées d'air hygroréglables, triple vitrage, garde-corps barre en fer

embrasures

tablettes et encadrements en simili-pierre, encadrements et tablettes en béton préfabriqué isolé

socle

mur monolithique en brique, crépi minéral, isolation extérieure et crépi minéral épais



Porte d'entrée en bois maintenue et améliorée énergétiquement



Valorisation des combles



Embrasures et tablettes à isoler et à reconstruire en ciment



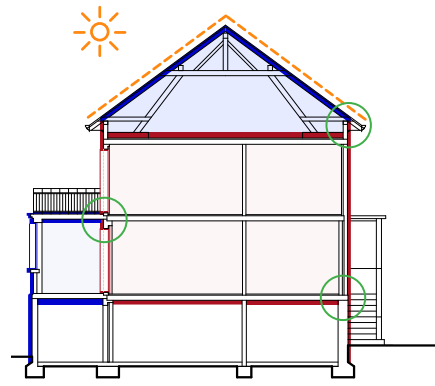
Ex. de reconstitution d'un encadrement en ciment lors de l'isolation



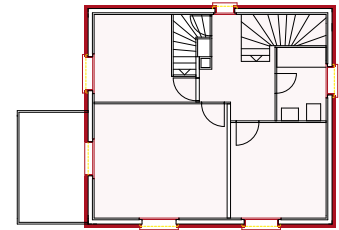
Crépi minéral épais ouvert à la diffusion de vapeur avec traitement différencié au niveau du socle



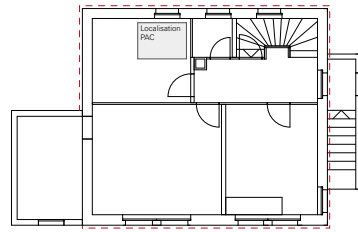
Pose de panneaux photovoltaïques en bande



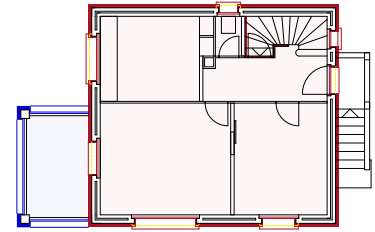
COUPE



PLAN ETAGE



PLAN SOUS-SOL



PLAN REZ

Plans et coupe schématiques. En rouge, les éléments de l'enveloppe isolés. En bleu, l'étape supplémentaire de valorisation. En orange, l'intégration des panneaux photovoltaïques.

1 - PLAFOND DU SOUS-SOL & MURS CONTRE NON-CHAUFFÉ: Le plafond du sous-sol est isolé par dessous avec de l'isolation en laine qui permet d'intégrer les installations techniques. L'épaisseur est réduite à cause de la hauteur sous plafond. Les murs contre locaux non-chauffés sont isolés. La porte du sous-sol est améliorée thermiquement. Le radier n'étant pas étanche, il est possible de rencontrer des problèmes d'humidité dans les locaux du sous-sol. Il est alors recommandé de poser un drainage tout autour du bâtiment.

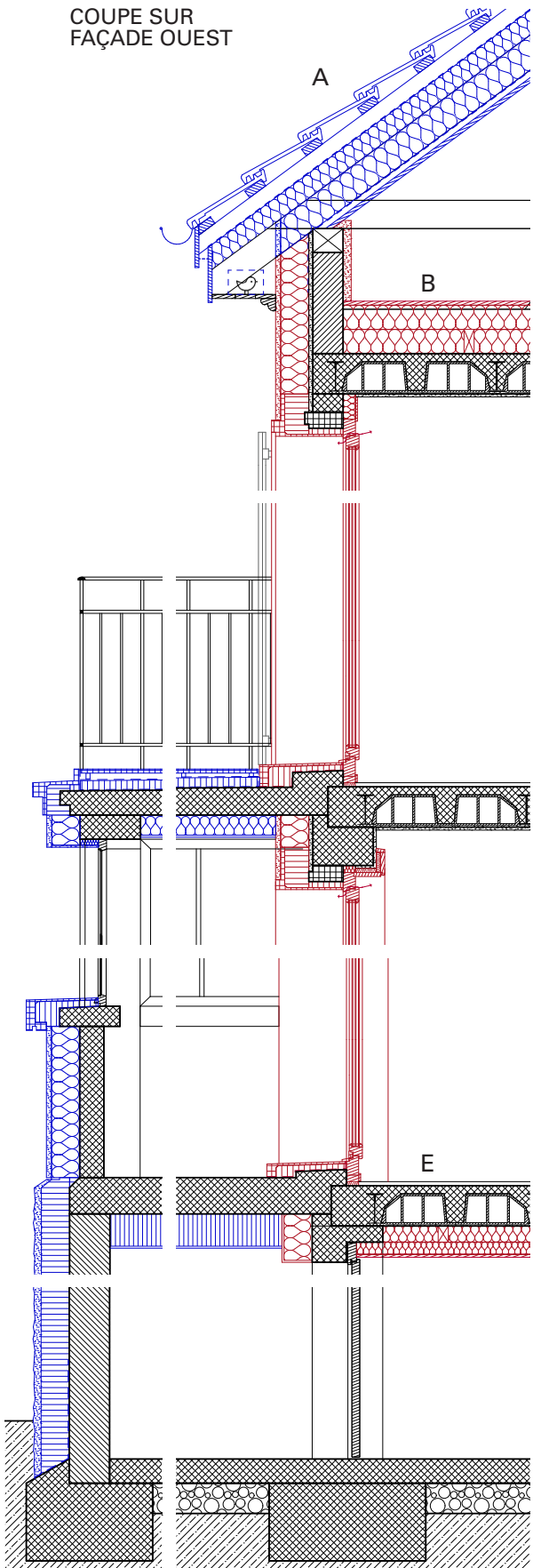
2 - DALLE DES COMBLES: La dalle des combles est isolée au dessus de la dalle existante avec de la laine entre lambourdes afin d'atteindre une bonne valeur isolante. Dans le cas d'une dalle à hourdis ou en béton, le frein-vapeur n'est pas nécessaire si la composition est ouverte à la diffusion de vapeur d'une manière strictement croissante de l'intérieur vers l'extérieur.

3 - MURS EXT.: Une isolation extérieure en laine minérale de 140mm est nécessaire pour atteindre des valeurs isolantes intéressantes et un bon confort. Sur la façade Est, l'épaisseur d'isolation est réduite à 80 mm afin de garantir le passage dans l'escalier d'accès. Un crépi minéral épais (min. 25 mm) ouvert à la diffusion de vapeur est appliqué afin d'avoir une façade résistante et durable, afin d'éviter tout problème de condensation ou moisissures et de garder l'apparence d'origine. Si le détail des fenêtres le permet, les encadrements sont isolés avec des éléments préfabriqués en ciment afin d'atténuer les ponts thermiques et de conserver l'aspect d'origine typique. Le balcon couvert, quant à lui, pourrait être valorisé en l'isolant et en l'intégrant dans l'enveloppe chauffée, afin d'agrandir la surface habitable existante.

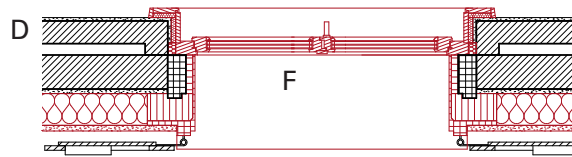
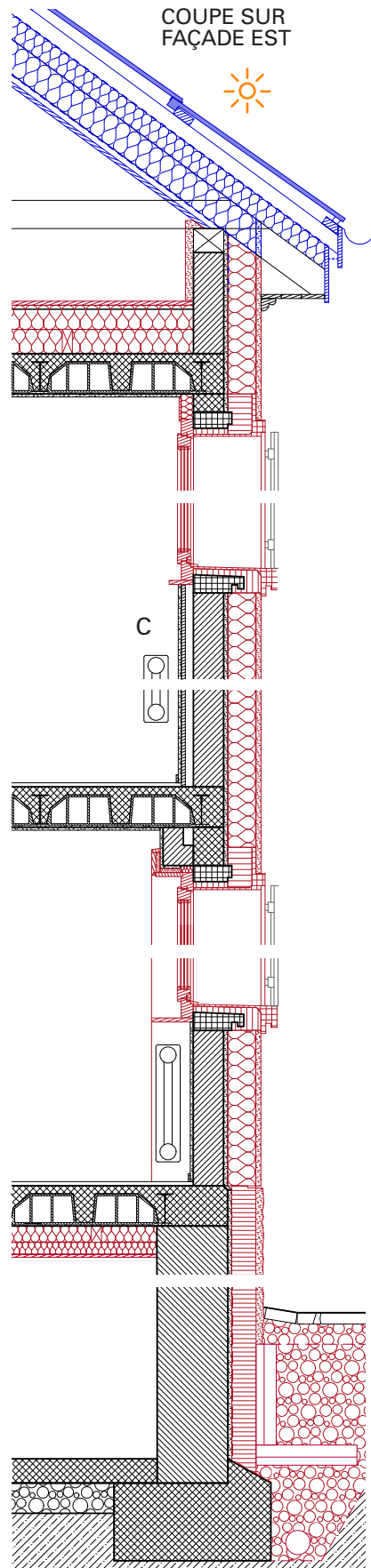
5 - FENÊTRES: Les fenêtres en bois-métal de 1996 sont remplacées par de nouvelles fenêtres en bois avec triple vitrage. Si le cadre des fenêtres est en bon état et le détail d'embrasure le permet, seul le verre est changé. Des entrées d'air hygro-réglables sont intégrées dans les cadres. La porte d'entrée d'origine en bois est préservée, les joints et le verre sont changés pour améliorer son étanchéité à l'air.

6 - VALORISATION DES COMBLES: La valorisation des combles par l'isolation de la toiture est proposée pour augmenter la surface afin d'avoir le potentiel de créer deux appartements dans le bâtiment. Une isolation en laine de bois est posée entre et sur les chevrons afin d'atteindre une valeur U élevée. Les tuiles en bon état sont reposées et complétées par des tuiles identiques ou des panneaux photovoltaïques. Il faut veiller à assurer une composition ouverte à la diffusion, strictement croissante de l'intérieur vers l'extérieur et une continuité entre l'isolation de toiture et de façade pour éviter des ponts thermiques et des courants d'air. Les détails du larmier et des rives sont importants afin de conserver la finesse de la toiture existante et de limiter l'impact visuel de l'isolation.

COUPE SUR
FAÇADE OUEST



COUPE SUR
FAÇADE EST



A

Toiture (valorisation)

Valeur U rénové: 0.16 W/m²K

- .Tuiles plates et panneaux photovoltaïques
- .Lattage, 35 mm
- .Contre-lattage, 80 mm
- .Lé de sous couverture ouvert à la diffusion et RF1
- .Sous-couverture rigide, laine minérale RF1, $\lambda = 0.034$ W/mK, 80 mm
- .Isolation fibre de bois, entre chevrons existants, $\lambda = 0.036$ W/mK, 140 mm
- .Frein-vapeur à diffusion variable
- .Vide technique, 30 mm
- .Lames de bois, 20 mm

B

Dalle des combles

Valeur U existant: 1.11 W/m²K

Valeur U rénové: 0.13 W/m²K

- .Plancher bois, 20 mm
- .Isolation en laine entre lambourdes, $\lambda = 0.034$ W/mK, 100 + 100 mm
- .Frein-vapeur si nécessaire
- .Dalle à hourdis, 200 mm
- .Enduit plâtre et finition, 15 mm

C

Murs façades étage

Valeur U existant: 1.03 W/m²K

Valeur U rénové: 0.19 W/m²K

- .Crépi minéral ext. épais, 25 mm
- .Isolation en laine compressée, $\lambda = 0.034$ W/mK, 140 mm
- .Crépi minéral ext., 20 mm
- .Brique TC, 150 mm
- .Vide d'air 50 mm
- .Brique TC, 100 mm
- .Crépi minéral int. et finition, 10 mm

D

Murs façades rez

Valeur U existant: 0.91 W/m²K

Valeur U rénové: 0.19 W/m²K

- .Crépi minéral ext. épais, 25 mm
- .Isolation en laine compressée, $\lambda = 0.034$ W/mK, 140 mm
- .Crépi minéral ext., 20 mm
- .Brique TC, 150 mm
- .Vide d'air 40 mm
- .Panneau bois, 20 mm
- .Crépi minéral int. et finition, 10 mm

E

Dalle rez-de-chaussée

Valeur U existant: 1.31 W/m²K

Valeur U rénové: 0.21 W/m²K

- .Parquet/ Carrelage 20 mm
- .Dalle à hourdis 200 mm
- .Isolation en laine entre lambourdes, $\lambda = 0.034$ W/mK, 60 + 60 mm
- .Panneau bois 15 mm

F

Fenêtres

Uw: 2.87 W/m²K / g origine: 0.78

Uw: 1.54 W/m²K / g existant: 0.60

Uw: 0.93 W/m²K / g rénové: 0.53

- .Fenêtres avec triple vitrage
- .Cadre bois avec entrée d'air hygro-réglable
- .Tablette et encadrement ext. isolés et reconstitués en béton préfabriqué

Cette fiche illustre un cas théorique avec des détails schématiques qui ont servi de base de calcul. En cas de travaux, une étude établie par des professionnels qualifiés est indispensable.

NORMES ET RÉGLEMENTS

Check-list des point à vérifier

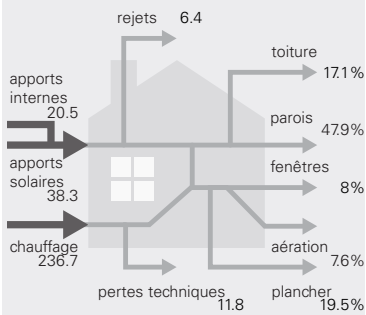
- Sécurité des personnes (chute)
- Séparation eaux usées et claires
- Protection incendie
- Dangers naturels
- Substances nocives
- Qualité de l'air
- Protection contre le bruit
- Construction sans obstacle

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/pellets
- Solaire thermique (en complément)

PERTES THERMIQUES EXISTANTES



Origine	Actuel	Rénové
1936	1997	

BESOINS CHALEUR $Q_{H,i}$ [kWh/m²]

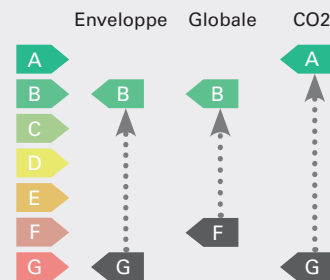
234.4	224.9	47.2
-------	-------	------

VALEUR LIMITE $Q_{H,li}$ [kWh/m²]

81.8	81.8	71.7
------	------	------

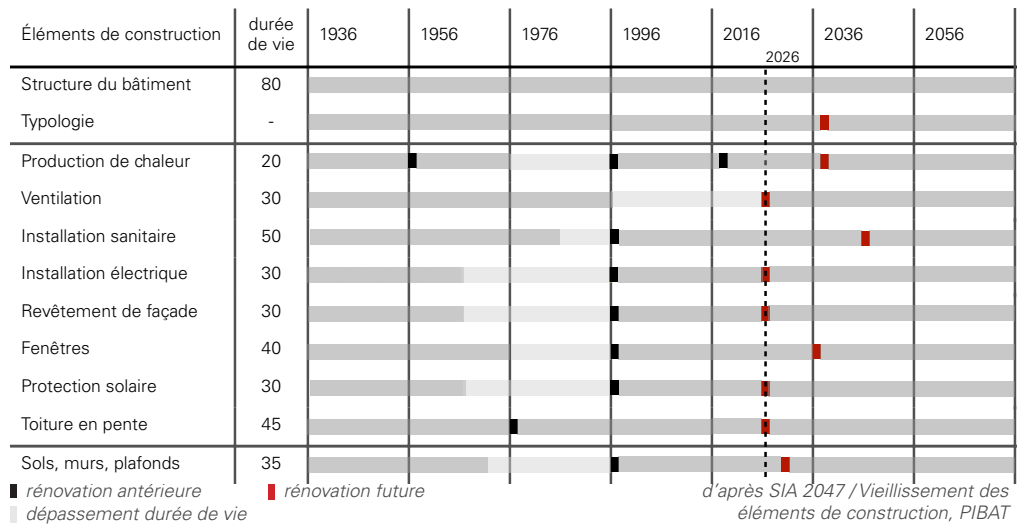
CECB

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



Les solutions d'assainissement énergétique présentées dans cette fiche illustrent un cas théorique à titre informatif et ne peuvent en aucun cas être reprises telles quelles dans le cadre d'une rénovation.

CYCLES DE VIE ET OBSOLESCENCES



4 - PRODUCTION ET DISTRIBUTION DE CHALEUR: La chaudière à énergie fossile est remplacée par une PAC sol-eau ou air-eau, ou par toute autre solution à énergie renouvelable. Les tuyaux de distribution existants et accessibles sont isolés. Les radiateurs sont conservés et des vannes thermostatiques sont installées si elles ne sont pas déjà présentes.

VENTILATION: L'isolation de la façade et le changement des fenêtres nécessitent la mise en place d'un concept de ventilation. Le renouvellement d'air est assuré par une ventilation simple flux avec des entrées d'air hygroréglables dans les cadres de fenêtre et l'ajout d'une extraction d'air mécanique centralisée dans les sanitaires et dans les cuisines.

ÉLECTRICITÉ: Des panneaux photovoltaïques sont intégrés sur les pans de toiture bien orientés soit sur un pan complet ou en bande plus productive sur la partie inférieure, afin d'assurer une production électrique avec une énergie renouvelable. Il est recommandé d'intégrer une installation photovoltaïque lors de la transformation d'une toiture.

BILAN ÉNERGÉTIQUE

BESOINS DE CHALEUR

$Q_{H,i}$ selon SIA 380/1:2016 [kWh/m²]

$Q_{H,li}$ transformation 150% 2016 [kWh/m²]

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE GLOBALE

E_p selon EnDK normalisation du CECB [kWh/m²]

E_{Pref} [kWh/m²] valeur limite efficacité globale



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. 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.

Les rénovations sont surtout pertinentes si la durée de vie des éléments est prise en compte, si les qualités existantes sont préservées et si de nouvelles synergies sont trouvées afin d'assurer son avenir. Ces assainissements doivent donc être considérés comme un processus d'optimisation dans une perspective de durabilité à long terme. En cas de travaux, une réelle étude de faisabilité par des professionnels qualifiés s'avère indispensable.

MIO3

CHALET EN BOIS

DESRIPTIF: Ce chalet en bois est typique du milieu du 20ème siècle. Il est composé d'un socle semi-enterré qui habrite un garage et une buanderie/cave, surmonté de deux niveaux habitables et de combles non-chauffés couverts par une grande toiture à deux pans.

La structure du bâtiment est composée d'un socle en béton crépi sur lequel repose une ossature en bois. Les façades affirment l'aspect de chalet par un bardage en bois imitant le mode de construction traditionnel du madrier, par de longs balcons et aussi des volets en bois peints pour la protection solaire. L'objet compte également une multitude de détails soignés, comme les encadrements de fenêtres, les détails des aisseliers des pannes de toitures ou encore la découpe des garde-corps des balcons. Les fenêtres d'origine en bois composées de deux simples vitrages ont été en grande majorité conservées. Elles présentent également certains éléments qualitatifs, comme par exemple, les fermetures à espagnolettes.

La production de chaleur se fait par une chaudière à énergie fossile (mazout) et la distribution par des radiateurs avec vannes thermostatiques. Les locaux sont ventilés naturellement.

CONCEPT: La stratégie adoptée vise à isoler le bâtiment tout en gardant le caractère d'origine typique des chalets de cette époque. Les premières mesures les plus importantes sont l'isolation du plafond du sous-sol, de la toiture (entre et sur chevrons). La mesure qui concerne la façade est subdivisée en deux variantes: l'une proposant une intervention par l'intérieur, l'autre par l'extérieur. Le changement des fenêtres et diverses mesures de valorisation viennent compléter la rénovation. La chaudière à mazout est remplacée par une production de chaleur à énergie renouvelable. Une ventilation simple flux hygroréglable centralisée est mise en place.



Situation 1: 5'000

Type	maison individuelle
Année de construction	1951
Année de rénovation	-
Nombre de logements	2/2
Surface bâtie [m ²]	98
Hauteur du bâtiment [m]	9.10
Catégorie AEA1	faible hauteur
Protection patrimoniale	non
Site ISOS	non
SRE (A _E) [m ²]	190/ 190
Surface A _{TH} [m ²]	392/ 405
Facteur d'enveloppe (A _{TH} /A _E)	2.064/ 2.132
Besoin de chaleur (Q _H) [kWh/m ²]	252/ 47

Installations techniques

Mazout/Radiateurs/Ventilation naturelle

Chauffage à distance /Radiateurs avec vannes thermostatiques / Ventilation simple flux avec réglottes hygroréglables et extraction mécanique

toiture

à deux pans non isolée, tuiles terre cuite, virevent en bois, isolation entre et sur chevrons, panneaux photovoltaïques

avant-toit

de grandes dimensions, en bois avec des poutres et des chevrons sculptés, virevents et larmiers adaptés

façade

bardage bois sur ossature bois (non-isolée), finition bardage bois horizontal, isolation par extérieur ou intérieur

balcons

lames bois avec découpes ornementales, plancher bois ou dalle béton en saillie, réhaussés par élément de finitions en bois

fenêtres & encadrements

double vitrage sans gaz, cadre bois, fermeture à l'espagnolette, nouvelles fenêtres triple vitrage, cadre bois avec réglottes hygroréglables

protection solaire

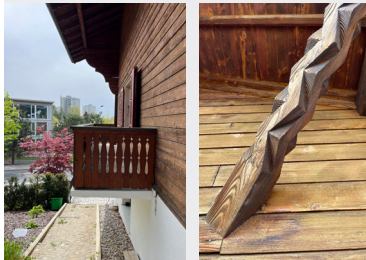
volets battants, bois peint, peinture à l'huile

socle

mur en béton, crépi minéral, crépi isolant



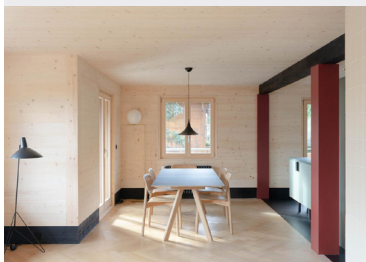
Façade latérale



Finesse des détails de façades



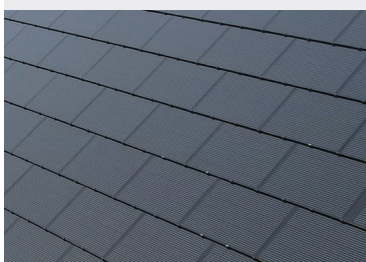
Embrasure et tablette existante



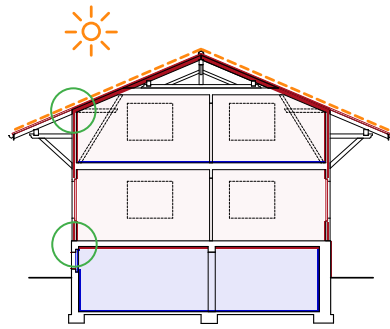
Variante par l'intérieur : avantage d'un rafraîchissement/modernisation des espaces de vie. ©ROCADES architectes, photographie: Alan Hasoo



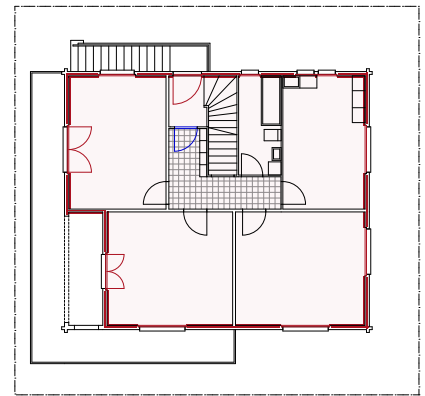
Variante par l'extérieur : possibilités d'offrir une nouvelle apparence au bâtiment. ©Madeleine architectes, photographie: Severin Malaud



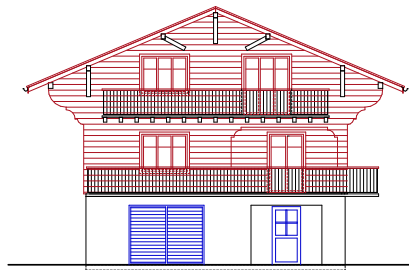
Type de panneaux photovoltaïques conseillés. ©Megasol



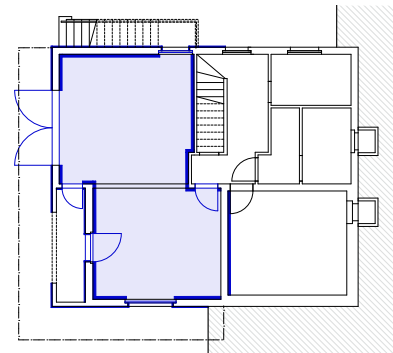
COUPE



PLAN REZ



FAÇADE



PLAN SOUS-SOL

Plans et coupe schématiques. En rouge, les éléments de l'enveloppe isolés. En bleu, l'étape supplémentaire de valorisation. En orange, l'intégration des panneaux photovoltaïques. En violet, le réemploi.

1 - PLAFOND DU SOUS-SOL: Le plafond du sous-sol est isolé par dessous avec une laine minérale. Celle-ci permet également d'intégrer les éventuelles installations techniques. L'épaisseur est réduite à cause de la hauteur sous plafond et la mesure doit être réversible dans l'abri PC si celui-ci est encore en fonction.

2 - TOITURE: Une isolation type laine de bois est posée entre et sur les chevrons existants. Les tuiles existantes sont déposées, stockées, puis reposées. Des panneaux photovoltaïques sont également intégrés sur une partie de la toiture. Les éléments endommagés de la toiture sont remplacés, les virevents et larmiers sont adaptés avec une attention particulière à la finesse des détails.

3 - FENÊTRES: Les fenêtres existantes en bois de 1951 sont remplacées par de nouvelles fenêtres en bois avec triple vitrage. Des entrées d'air hygroréglables sont intégrées dans les cadres. La porte d'entrée d'origine en bois est préservée, les joints et le verre sont changés pour améliorer son étanchéité à l'air. La porte et les fenêtres d'origine du sous-sol sont laissées en place pour maintenir une certaine ventilation naturelle des espaces.

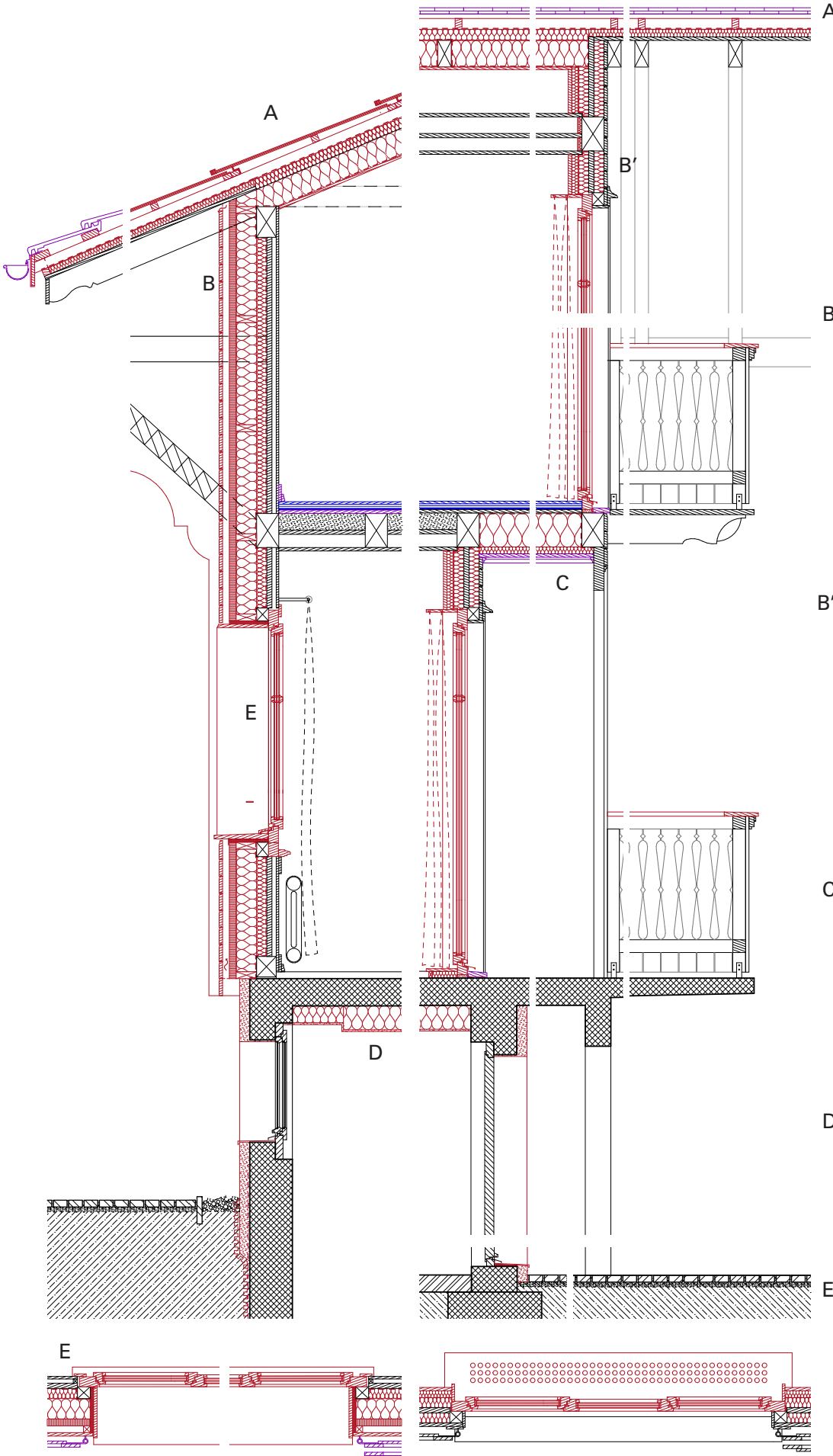
4 - FAÇADES: V.1 Le bardage extérieur est déposé afin d'appliquer une isolation en laine de bois entre et par-dessus la structure bois existante. Une nouvelle façade ventilée avec un bardage bois est posée. Cette variante est complexe dans la manière de gérer les multiples détails de la façade bois en faux madrier (angles,...) qui donnent son caractère à ce chalet. A priori il est à prendre en compte que cette variante implique une forte modification de l'apparence initiale de l'objet.

V.2 Le bardage extérieur est conservé et poncé afin d'enlever le vernis existant et le rendre perméable à la diffusion de vapeur. Une isolation type cellulose est insufflée dans le vide derrière le bardage. Ensuite, le doublage bois intérieur est déposé afin d'apporter un second complément d'isolation type laine végétale depuis l'intérieur. A cela est ajouté un dernier complément d'isolation qui servira également de couche technique pour les diverses installations. Par ce biais, un nouveau doublage intérieur est proposé pour apporter de la modernité et du confort aux espaces de vie. Un crépi isolant est ajouté sur les murs du sous-sol contre l'extérieur pour minimiser les ponts thermiques.

6 - VALORISATION: Le rez inférieur peut faire l'objet d'une réaffectation en transformant le garage et la buanderie en local d'activité tel que bureau ou cabinet. Une attention particulière est portée sur la thématique de l'humidité du sous-sol. Il est important d'éviter une utilisation qui générerait trop d'humidité (habitation, salles d'eau) et de garantir une bonne ventilation du local afin d'éviter les problèmes de condensation et moisissures.

**COUPE SUR
FAÇADE NORD-OUEST**
V.2 ISOL. EXT.

**COUPE SUR
FAÇADE SUD-OUEST**
V.1 ISOL. INT.



- A Toiture**
 Valeur U existant: 1.38 W/m²K
 Valeur U rénové: 0.18 W/m²K
 .Tuiles plates reposées et panneaux photovoltaïques
 .Lattage, 30 mm
 .Contre-lattage, 60 mm
 .Lé de sous couverture ouvert à la diffusion et RF1
 .Complément d'isolation en laine minérale RF1, $\lambda = 0.34$ W/mK, 60 mm
 .Isolation fibre de bois, entre chevrons existants, $\lambda = 0.036$ W/mK, 140 mm
 .Frein-vapeur à diffusion variable
 .Doublage intérieur bois, 20 mm
- B Mur façade (V.2 Isol. ext.)**
 Valeur U existant: 0.96 W/m²K
 Valeur U rénové: 0.17 W/m²K
 .Doublage bois, 15 mm
 .Vide technique, 25 mm
 .Bois massif, 30 mm
 .Isolation fibre de bois entre structure, $\lambda = 0.036$ W/mK, 60 mm
 .Isolation fibre de bois entre structure, $\lambda = 0.036$ W/mK, 100 mm
 .Isolation coupe-vent en fibres de bois, $\lambda = 0.04$ W/mK, 40 mm
 .Lattage / couche ventilée, 40 mm
 .Bardage bois, 20 mm
- B' Mur façade (V.1 Isol. int.)**
 Valeur U existant: 0.96 W/m²K
 Valeur U rénové: 0.25 W/m²K
 .Doublage bois, 15 mm
 .Isolation fibre de bois/ couche technique, $\lambda = 0.036$ W/mK, 40 mm
 .Frein-vapeur à diffusion variable
 .Isolation fibre de bois entre lattage, $\lambda = 0.36$ W/mK, 60 mm
 .Bois massif, 30 mm
 .Isolation insufflée type isofloc entre lattage, $\lambda = 0.038$ W/mK, 60 mm
 .Bardage bois poncé pour ouverture à la diffusion de vapeur, 20 mm
- C Plancher sur loggia**
 Valeur U existant: 1.14 W/m²K
 Valeur U rénové: 0.20 W/m²K
 .Plancher bois, 20 mm
 .Isolation fibre de bois entre solives, $\lambda = 0.036$ W/mK, 200 mm
 .Solives, 200 mm
 .Panneau d'isolation en fibre de bois, $\lambda = 0.04$ W/mK, 80 mm
 .Doublage extérieur bois reposé, 20 mm
- D Dalle sur sous-sol**
 Valeur U existant: 2.52 W/m²K
 Valeur U rénové: 0.20 W/m²K
 .Revêtement de sol int., 40 mm
 .Dalle béton, 160 mm
 .Isolation en laine compressée, $\lambda = 0.034$ W/mK, 160 mm,
 .Crépi, 10 mm
- E Fenêtres**
 Uw: 3.0 W/m²K / g existant: 0.72
 Uw: 0.6 W/m²K / g rénové: 0.53
 .Fenêtres avec triple vitrage
 .Cadre bois avec entrée d'air hygroréglable
 .Volets bois reposés, encadrements extérieurs neufs, complément d'isolation dans les embrasures (V.1)
 .Volets bois et encadrements extérieurs conservés (V.2)

V.2 ISOL. EXT.

V.1 ISOL. INT.

Cette fiche illustre un cas théorique avec des détails schématiques qui ont servi de base de calcul. En cas de travaux, une étude établie par des professionnels qualifiés est indispensable.

NORMES ET RÉGLEMENTS

Check-list des point à vérifier

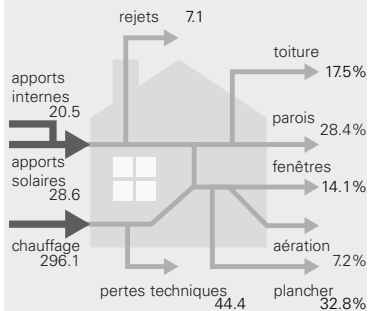
- Sécurité des personnes (chute)
- Séparation eaux usées et claires
- Protection incendie
- Dangers naturels
- Substances nocives
- Qualité de l'air
- Protection contre le bruit
- Construction sans obstacle

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/pellets
- Solaire thermique (en complément)

PERTES THERMIQUES EXISTANTES



Existant Rénové

BESOINS CHALEUR $Q_{H,1}$ [kWh/m²]

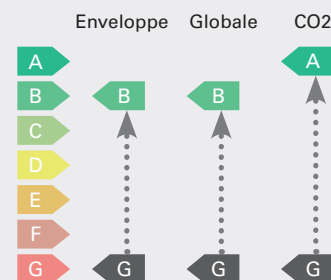
V.1 (ext.)	251.7	46.7
V.2 (int.)		50.7

VALEUR LIMITE $Q_{H,1}$ [kWh/m²]

V.1 (ext.)	71.7	73.2
V.2 (int.)		73.2

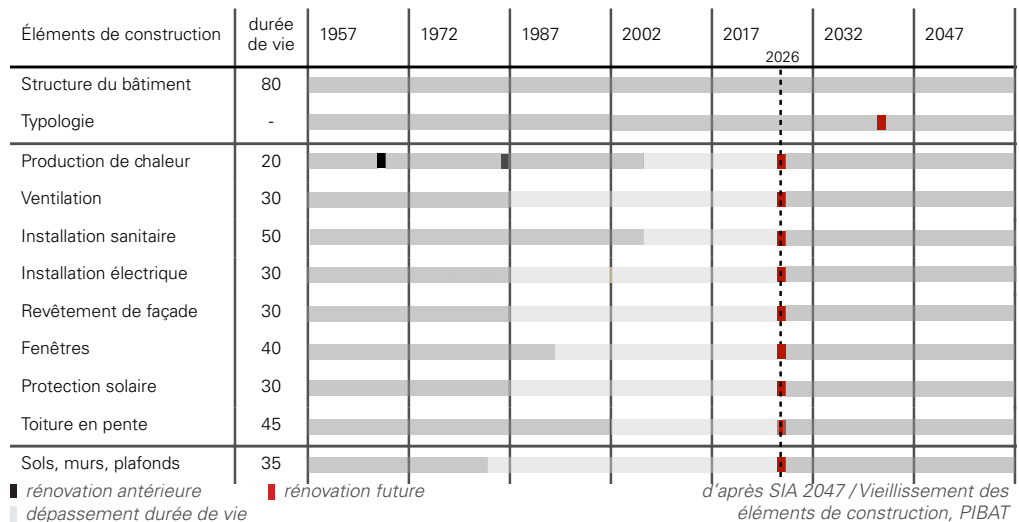
CECB

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



Les solutions d'assainissement énergétique présentées dans cette fiche illustrent un cas théorique à titre informatif et ne peuvent en aucun cas être reprises telles quelles dans le cadre d'une rénovation.

CYCLES DE VIE ET OBSOLESCENCES



5 - PRODUCTION ET DISTRIBUTION DE CHALEUR: La chaudière à énergie fossile est remplacée par un raccordement au chauffage à distance actuellement disponible à l'adresse du projet. Tout autre type de production de chaleur à énergie renouvelable est également possible. Les tuyaux de distribution existants et accessibles sont isolés. Les radiateurs sont conservés et des vannes thermostatiques sont installées.

VENTILATION: L'isolation de la façade et le changement des fenêtres nécessitent la mise en place d'un concept de ventilation. Le renouvellement d'air est assuré par une ventilation simple flux avec des entrées d'air hygro-réglables dans les cadres de fenêtre et l'ajout d'une extraction d'air mécanique dans les sanitaires et dans les cuisines.

ÉLECTRICITÉ: Des panneaux photovoltaïques sont posés sur les pans de toiture bien orientés soit sur un pan complet ou en bande plus productive sur la partie inférieure, afin d'assurer une production électrique avec une énergie renouvelable. Une attention est portée au niveau des teintes et des brillances des panneaux. Il est recommandé d'intégrer une installation photovoltaïque lors de la transformation d'une toiture.

BILAN ÉNERGÉTIQUE

BESOINS DE CHALEUR

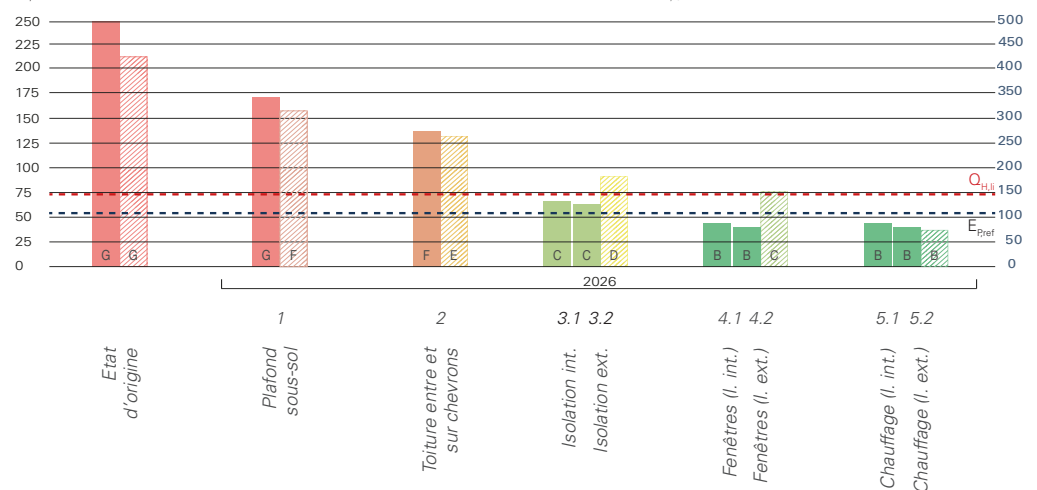
$Q_{H,1}$ selon SIA 380/1:2016 [kWh/m²]

$Q_{H,1}$ transformation 150% 2016 [kWh/m²]

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE GLOBALE

E_p selon EnDK normalisation du CECB [kWh/m²]

E_{Pref} [kWh/m²] valeur limite efficacité globale



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. 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.

Les rénovations sont surtout pertinentes si la durée de vie des éléments est prise en compte, si les qualités existantes sont préservées et si de nouvelles synergies sont trouvées afin d'assurer son avenir. Ces assainissements doivent donc être considérés comme un processus d'optimisation dans une perspective de durabilité à long terme. En cas de travaux, une réelle étude de faisabilité par des professionnels qualifiés s'avère indispensable.

MIO4

MAISON HAUTE CONJONCTURE



Situation 1: 5'000

DESCRIPTIF: Cette maison d'habitation individuelle caractéristique des années 60/70 est située dans un quartier de villas pavillonnaires avec de grands jardins. Elle est composée d'un étage habitable et d'un rez inférieur partiellement chauffé. La toiture à quatre pans à faible pente abrite un étage de combles non chauffés. Au rez inférieur se trouve un garage, un abri PC ainsi qu'un studio. D'un point de vue constructif, les murs de façades du rez-de-chaussée sont constitués d'un porteur extérieur en brique doublé d'un mur brique intérieur, tous deux entrecoupés d'une faible couche d'isolation en laine de roche. Visuellement, le socle se démarque du corps de la maison par une différence de teinte et de grain de crépi. Il est par ailleurs constitué de béton armé, ainsi que du même doublage intérieur que l'étage supérieur. Les ouvertures se caractérisent par de grandes fenêtres avec caissons de stores intérieurs non isolés. La maison est dans l'ensemble restée dans son état d'origine et n'a subi que peu d'améliorations constructives et thermiques, dont notamment le remplacement de quelques fenêtres.

CONCEPT: Ce bâtiment très sobre se prête parfaitement à la stratégie d'isolation par l'extérieur. Les premières mesures comprennent l'isolation sur la dalle des combles ainsi que la dalle et les murs contre non-chauffé du sous-sol. L'isolation de la façade, le changement de l'ensemble des fenêtres ainsi que des propositions de valorisation des combles et de la terrasse située au sud concluent l'intervention. La chaudière à mazout est remplacée par une production de chaleur à énergie renouvelable. Une ventilation simple flux hygro-réglable centralisée est également installée. Des panneaux photovoltaïques seront posés en toiture.

Type	maison individuelle
Année de construction	1968
Année de rénovations	-
Nombre d'étages	2/3
Nombre de logements	1/2
Surface bâtie [m ²]	205
Hauteur du bâtiment [m]	8.5
Catégorie AEAI	faible hauteur
Valeur au recensement	non
Site ISOS	non
SRE (A _E) [m ²]	324/ 536
Surface A _{TH} [m ²]	713/ 865
Facteur d'enveloppe (A _{TH} /A _E)	2.2/ 1.61
Besoin de chaleur (Q _H) [kWh/m ²]	172/ 31

Installations techniques
 Mazout/ Radiateurs/ Ventilation naturelle
 Chauffage à distance /Radiateurs avec vannes thermostatiques / Ventilation simple flux avec réglettes hygro-réglables et extraction mécanique

toiture

toiture à quatre pans, couverture en tuiles, charpente en bois, **isolation sur la dalle des combles**

avant-toit

cheneau encastré et lambrissage, bois peint, **démoli pour surélévation.**

protection solaire

store à rouleau à projection, caisson intérieur, **remplacement par stores toiles à projection extérieurs**

façade

maçonnerie de brique terre cuite crépie, faible couche d'isolation et doublage intérieur, **isolation extérieure ou façade ventilée, crépi minéral épais**

embrasures & tablettes

crépi minéral fin, tablettes en simi-pierre, **remplacées par tablettes et embrasures en béton préfabriquées**

socle

mur béton, crépi fin, **isolation extérieure, crépis minéral épais**

fenêtre

cadre en bois peint, vitrage simple ou double sans gaz, **remplacées par fenêtres triple vitrage, réglettes hygro-réglables**





Façade côté jardin avec terrasse couverte



Crépi minéral épais



Stores à projections extérieurs pour éviter le pont thermique.
©Rapin Saiz architectes, photographie: Joël Tettamanti



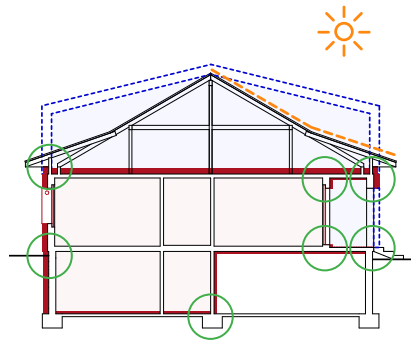
Panneaux solaires en toiture.
©Megasol



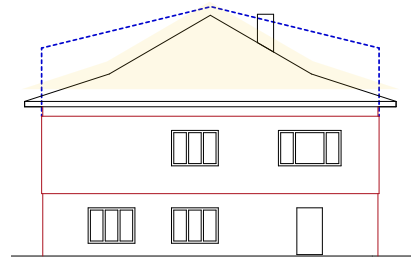
Alternative: Façade ventilée et surélévation des combles. ©aaee architectes



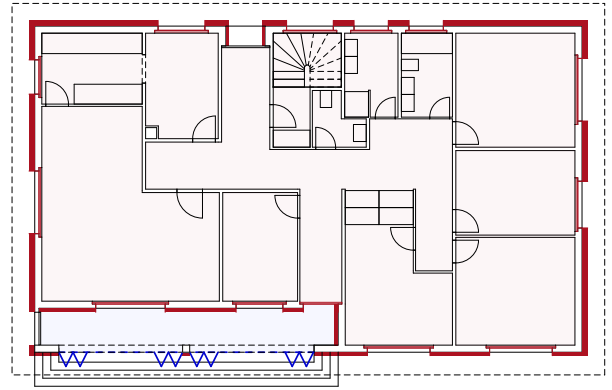
Réf. Potentiel de valorisation de la terrasse par la création d'un espace hybride tempéré. ©Comte/Meuwly architectes



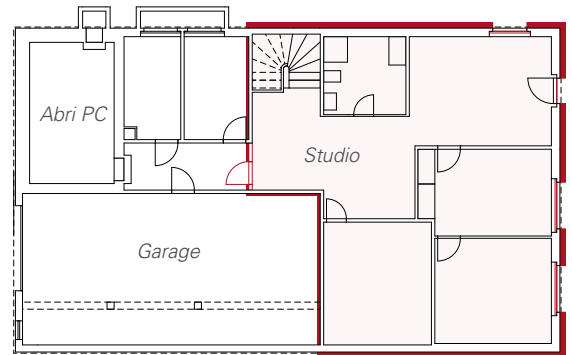
COUPE



FAÇADE



PLAN ETAGE



PLAN REZ

Plans et coupe schématiques. En rouge, les éléments de l'enveloppe isolés. En bleu, l'étape supplémentaire de valorisation des surcombles et de la terrasse. En orange, l'intégration des tuiles photovoltaïques. En violet, le réemploi.

1 - PLANCHER DES COMBLES: La dalle des combles comporte déjà une faible couche d'isolation. Il est donc question de déposer le plancher existant et de rajouter une couche de laine de bois afin d'atteindre une bonne valeur isolante. Le plancher existant sera ensuite poncé et reposé.

2 - PLAFONDS ET MURS CONTRE SOUS-SOL NON CHAUFFÉ: Le maximum d'isolation sera posé au plafond et répondra aux exigences EI30. En dehors de la nécessité de préserver une hauteur sous plafond minimale de 2.00m, certains éléments comme la porte du garage sous-terrain seront à démonter/adapter/changer. L'intervention dans l'abri PC doit être démontable si celui-ci est encore en fonction.

3 - FENÊTRES, C.C. & EMBRASURES: Des nouvelles fenêtres, triple vitrage sont posées à l'extérieur du mur pour maintenir la taille des ouvertures et éviter les ponts thermiques dans les embrasures. Des nouvelles tablettes et embrasures en béton préfabriquées sont posées. Pour simplifier le périmètre isolé et augmenter la surface vitrée, l'ancien caisson de store encastré est remplacé par un store à projection avec rouleau extérieur.

4 - FAÇADES: Une isolation périphérique de type laine minérale compressée est prévue afin d'atteindre une bonne valeur isolante. La fine césure marquée en façade entre le rez et le sous-sol marquera le changement de matériau isolant, le socle du bâtiment étant isolé par un polystyrène extrudé afin de résister au contact avec le terrain. L'application d'un crépi minéral épais permet d'éviter les problèmes de condensation et de moisissures en façade sans traitement chimique et s'avèrent plus résistant et durable. Différentes granulométrie et coloration donne un jeu esthétique en façade. Alternativement, une façade ventilée (par ex. en bois) peut donner un nouveau caractère à ce type de bâtiment plutôt modeste.

6 - RADIER SOUS-SOL: Dans la partie habitable du rez inférieur, une isolation du sol permet d'augmenter le confort et d'atteindre les exigences du neuf (étiquette énergétique B).

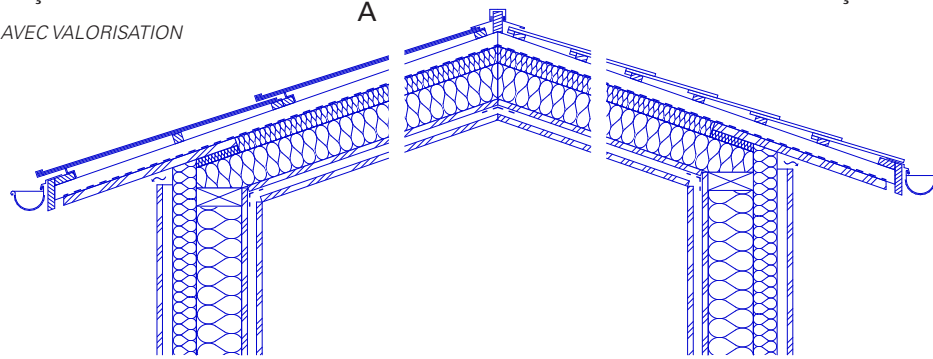
7 - VALORISATION PAR SURÉLÉVATION: Au vu de la faible densité bâtie sur la parcelle, la proposition vise à démolir la toiture existante et de réaliser une surélévation. La construction neuve est composée d'une structure en ossature bois et une isolation en fibres de bois entre structure. La possibilité d'une façade ventilée est envisagée.

8 - VALORISATION TERRASSE: Une baie accordéon en verre pourrait être posée en applique au périmètre extérieur de l'actuelle terrasse afin de l'intégrer dans l'enveloppe et créer un espace hybride tempéré type jardin d'hiver. Cet espace pourra servir comme espace tampon et être utilisé tout au long de l'année ou être intégré dans l'enveloppe chauffée.

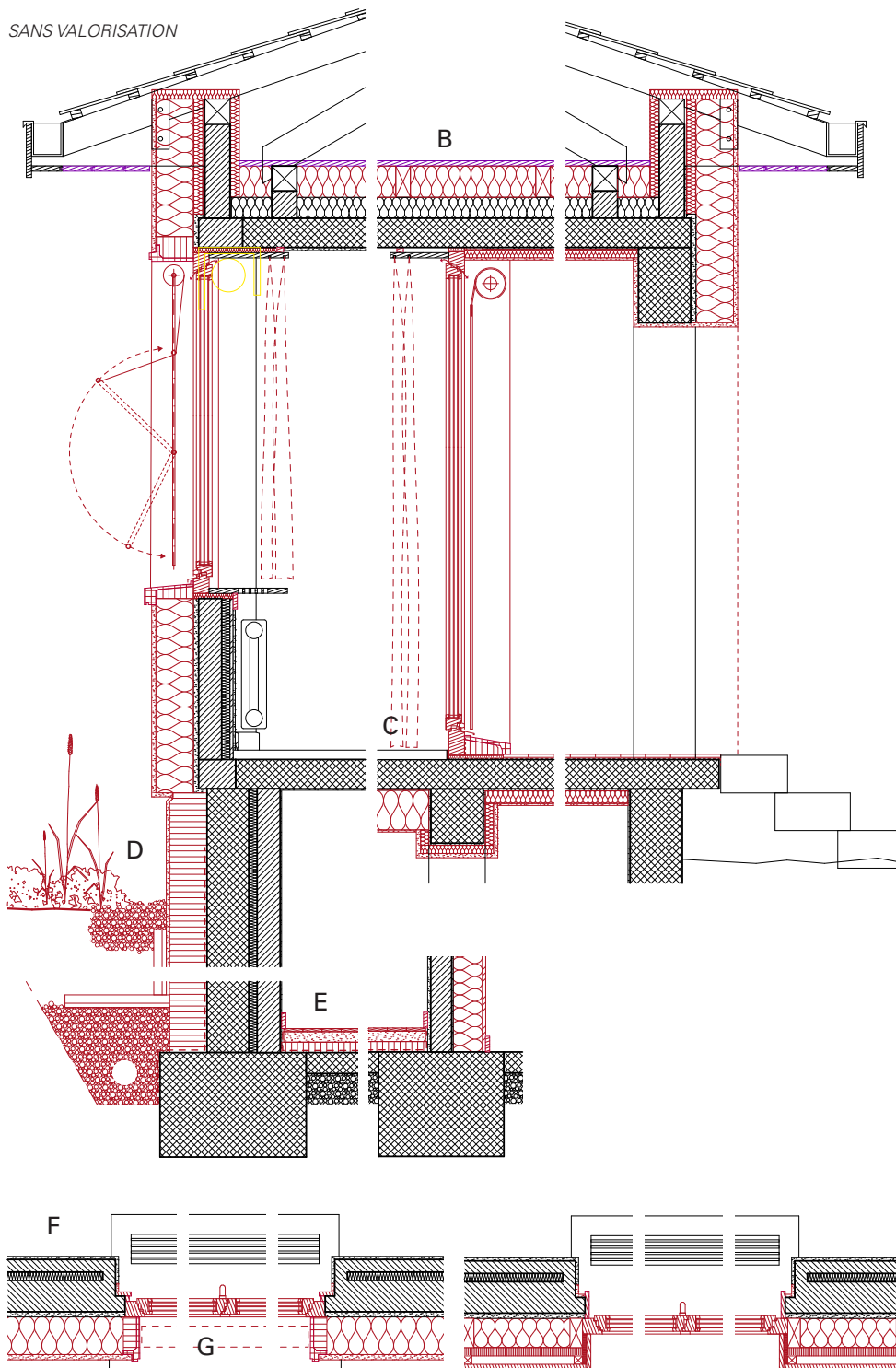
COUPE SUR
FAÇADE NORD
AVEC VALORISATION

COUPE SUR
FAÇADE SUD

A



SANS VALORISATION



V.1 CRÉPIS

V.2 ALTERNATIVE VENTILÉE BOIS

Cette fiche illustre un cas théorique avec des détails schématiques qui ont servi de base de calcul. En cas de travaux, une étude établie par des professionnels qualifiés est indispensable.

A Toiture à deux pans (valorisation)
Valeur U: 0.17 W/m²K

- . Panneaux photovoltaïques / Tuiles plates terre cuite
- . Lattage, 27 mm
- . Contrelattage, 60 mm
- . Lé de sous-couverture ouvert à la diffusion et RF1
- . Isolation en laine minérale, $\lambda = 0.034$ W/mK, 60 mm
- . Isolation en laine de bois entre chevrons, $\lambda = 0.036$ W/mK, 160 mm
- . Panneau OSB, 25mm
- . Lattage/vide technique, 40 mm
- . Panneau bois 3-plis, 27 mm

B Plancher comble
Valeur U existant: 0.36 W/m²K
Valeur U rénové: 0.15 W/m²K

- . Plancher bois reposé, 20 mm
- . Isolation en panneaux de laine de roche entre solives, $\lambda = 0.035$ W/mK, 160 mm
- . Isolation type Roclaine, 100 mm
- . Béton, 140 mm
- . Crépi intérieur, 15 mm

C Dalle rez-de-chaussé (sur garage)
Valeur U existant: 2.50 W/m²K
Valeur U rénové: 0.19 W/m²K

- . Chape ciment, 45 mm
- . Dalle béton, 140 mm
- . Lissage plâtre, 10 mm
- . Panneau isolant laine minérale compactée, $\lambda = 0.033$ W/mK, 160 mm
- . Panneau bois minéralisé, 10 mm

D Façade sous-sol (contre terre)
Valeur U existant: 0.66 W/m²K
Valeur U rénové: 0.15 W/m²K

- . Crépi minéral ext. épais, $\lambda = 0.09$ W/mK, 20 mm
- . Isolation en polystyrène extrudé, $\lambda = 0.034$ W/mK, 180 mm
- . Mur béton 200 mm
- . Isolation type Roclaine, 45 mm
- . Zellton, 60 mm
- . Crépi intérieur, 15 mm

E Radier sous-sol
Valeur U existant: 3.62 W/m²K
Valeur U rénové: 0.34 W/m²K

- . Parquet collé, 15 mm
- . Chape ciment, 50 mm
- . Isolation type PIR, $\lambda = 0.02$ W/mK, 50 mm
- . Etanchéité, 5 mm
- . Béton armé, 100 mm
- . Gravier rond, 150 mm

F Façade rez-de-chaussée
Valeur U existant: 0.54 W/m²K
Valeur U rénové: 0.14 W/m²K

- . Crépi minéral ext. épais, $\lambda = 0.09$ W/mK 20 mm
- . Isolation en laine minérale, $\lambda = 0.33$ W/mK 180 mm
- . Crépi extérieur, 25 mm
- . Brique terre-cuite, 150 mm
- . Isolation type Roclaine, 45 mm
- . Zellton, 60 mm
- . Crépi intérieur, 15 mm

G Fenêtres
U_w: 2.9 W/m²K / g existant: 0.78
U_w: 0.6 W/m²K / g rénové: 0.53

- . Fenêtres avec triple vitrage
- . Cadres avec grilles hygroréglables
- . Contre-cœur avec isolation extérieure de façade en panneau isolant de laine minérale compactée, $\lambda = 0.034$ W/mK

NORMES ET RÉGLEMENTS

Check-list des point à vérifier

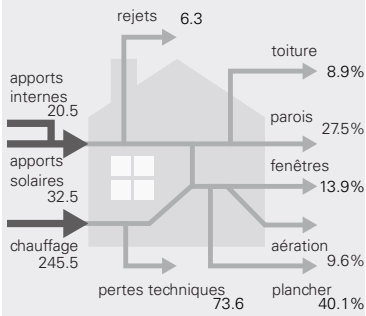
- Sécurité des personnes (chute)
- Séparation eaux usées et claires
- Protection incendie
- Dangers naturels
- Substances nocives
- Qualité de l'air
- Protection contre le bruit
- Construction sans obstacle

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/pellets
- Solaire thermique (en complément)

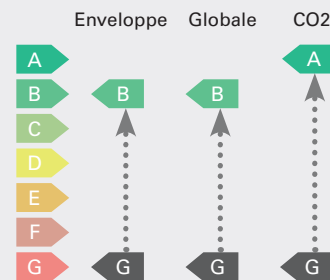
PERTES THERMIQUES EXISTANTES



	Existant	Rénové
BESOINS CHALEUR $Q_{H,i}$ [kWh/m ²]	171.8	30.6
VALEUR LIMITE $Q_{H,i}$ [kWh/m ²]	75	74.8

CECB

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



Les solutions d'assainissement énergétique présentées dans cette fiche illustrent un cas théorique à titre informatif et ne peuvent en aucun cas être reprises telles quelles dans le cadre d'une rénovation.

CYCLES DE VIE ET OBSOLESCENCES

Éléments de construction	durée de vie	1968	1978	1988	1998	2008	2018	2026	2028
Structure du bâtiment	80								
Typologie	-								
Production de chaleur	20								
Ventilation	30								
Installation sanitaire	50								
Installation électrique	30								
Revêtement de façade	30								
Fenêtres	40								
Protection solaire	30								
Toiture en pente	45								
Sols, murs, plafonds	35								

■ rénovation antérieure ■ rénovation future
 ■ dépassement durée de vie

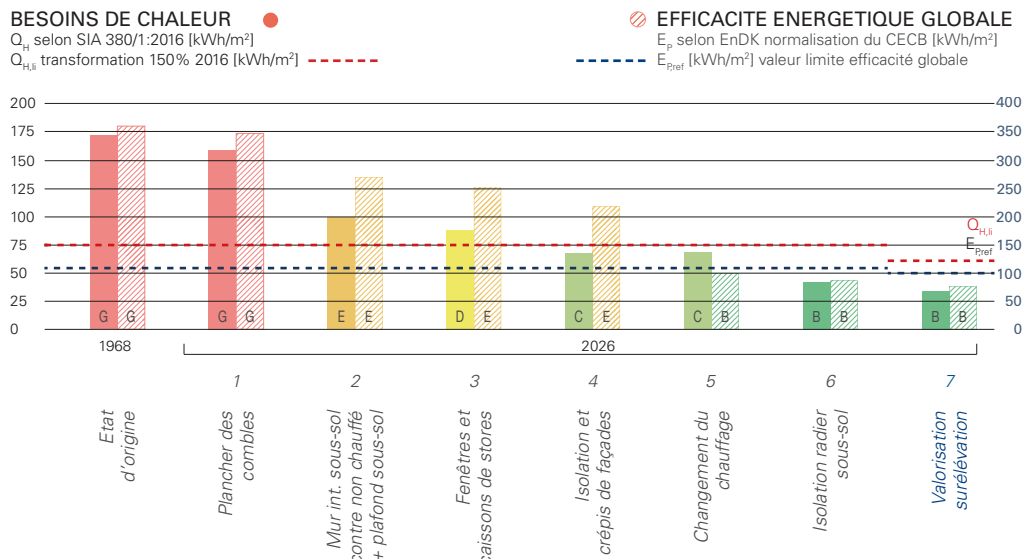
d'après SIA 2047 / Vieillessement des éléments de construction, PIBAT

5 - PRODUCTION ET DISTRIBUTION DE CHALEUR: La chaudière à énergie fossile est remplacée par une PAC sol-eau ou air-eau, ou par toute autre solution à énergie renouvelable. Les tuyaux de distribution existants et accessibles sont isolés. Les radiateurs sont conservés et des vannes thermostatiques sont installées si elles ne sont pas déjà présentes.

VENTILATION: Le changement des fenêtres nécessitent la mise en place d'un concept de ventilation simple flux. Le renouvellement d'air est assuré par des entrées d'air hygro-réglables dans les cadres de fenêtre et l'ajout d'une extraction d'air mécanique dans les sanitaires en plus de celle présente dans les cuisines.

ÉLECTRICITÉ: Des panneaux photovoltaïques sont posés sur les pans de toiture bien orientés, afin d'assurer une production électrique avec une énergie renouvelable. Il est recommandé d'intégrer une installation photovoltaïque lors de la transformation d'une toiture.

BILAN ÉNERGÉTIQUE



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. 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.

Les rénovations sont surtout pertinentes si la durée de vie des éléments est prise en compte, si les qualités existantes sont préservées et si de nouvelles synergies sont trouvées afin d'assurer son avenir. Ces assainissements doivent donc être considérés comme un processus d'optimisation dans une perspective de durabilité à long terme. En cas de travaux, une réelle étude de faisabilité par des professionnels qualifiés s'avère indispensable.

M105

MAISONS ENTERRASSES

DESRIPTIF: Cette maison des années 70 se situe dans une copropriété de maisons en terrasses dans une zone résidentielle à faible densité. Elle se développe sur un seul niveau au-dessus d'un vide sanitaire. Le salon, la cuisine et les chambres sont orientés au Sud sur la terrasse et à l'Est. Les locaux non chauffés et les services donnent au Nord contre le vide sanitaire.

Les façades sont constituées d'un mur en brique porteur extérieur avec isolation et d'un doublage en brique intérieur. Les dalles sont en béton. La toiture plate végétalisée constitue la terrasse-jardin du voisin.

Les façades en crépi sont sobres, avec de grandes ouvertures vers l'environnement. Les seuls décors se trouvent au niveau des acrotères avec des éléments en béton ondulé. Les fenêtres sont en bois double vitrage d'origine et certaines déjà changées, en PVC. Pour les portes-fenêtres, les tablettes sont en simili-pierre et les autres en alu. Les stores à rouleau d'origine sont toujours présents.

La production de chaleur se fait par une chaudière à mazout centrale pour l'ensemble du lotissement et la distribution par radiateurs. Les locaux sont ventilés naturellement.

CONCEPT: L'isolation et l'étanchéité des toitures plates végétalisées présentent le plus grand enjeu, car elles nécessitent une entente entre voisins lors de travaux. Les premières mesures les plus importantes et facilement réalisables sont l'isolation du plafond et les murs du vide sanitaire, les murs contre non chauffés ainsi que le changement des fenêtres. En isolant les façades, le bâtiment atteint les exigences de la construction neuve. La chaudière centrale à mazout est remplacée par une chaudière centrale à pellets pour toute la copropriété et une ventilation simple flux est mise en place.



Situation 1: 5'000

Type	maisons en terrasses
Année de construction	1974
Année de rénovations	2000
Nombre de logements	1
Surface bâtie [m ²]	166
Hauteur du bâtiment [m]	4.3
Catégorie AEA1	faible hauteur
Protection patrimoniale	non
Site ISOS	non
SRE (A _E) [m ²]	142
Surface A _{TH} [m ²]	471
Facteur d'enveloppe (A _{TH} /A _E)	3.32
Besoin de chaleur (Q _H) [kWh/m ²]	218/ 59

Installations techniques

Central mazout/ Radiateurs/
Ventilation naturelle
Chaudière à pellets/ Radiateurs avec vannes thermostatiques/
Ventilation simple flux avec réglottes hygro-réglables et extraction mécanique



toiture terrasse

toiture plate en béton végétalisée et isolée, **nouvelle isolation et nouvelle étanchéité**

acrotère

remontée en béton préfabriqué, **nouveau garde corps**

protection solaire

store à rouleau, **nouveau store à rouleau et isolation du caisson**

couvert entrée et terrasse

dalle béton, **crépi isolant sur l'entrée et la terrasse pour atténuer les ponts thermiques**

façade

mur brique avec doublage intérieur isolé et crépi, **isolation extérieure et crépi minéral épais**

fenêtres

cadre PVC, double vitrage isolant, **cadre bois avec entrées d'air hygro-réglables, triple vitrage**

contact avec vide sanitaire

mur béton avec doublage intérieur peu isolé, **isolation extérieure**



Façade sud depuis la terrasse-jardin



Terrasse-jardin sur la toiture de la maison voisine, isolation à refaire dans le futur



Isolation des caissons de store et coupure du pont thermique au plafond



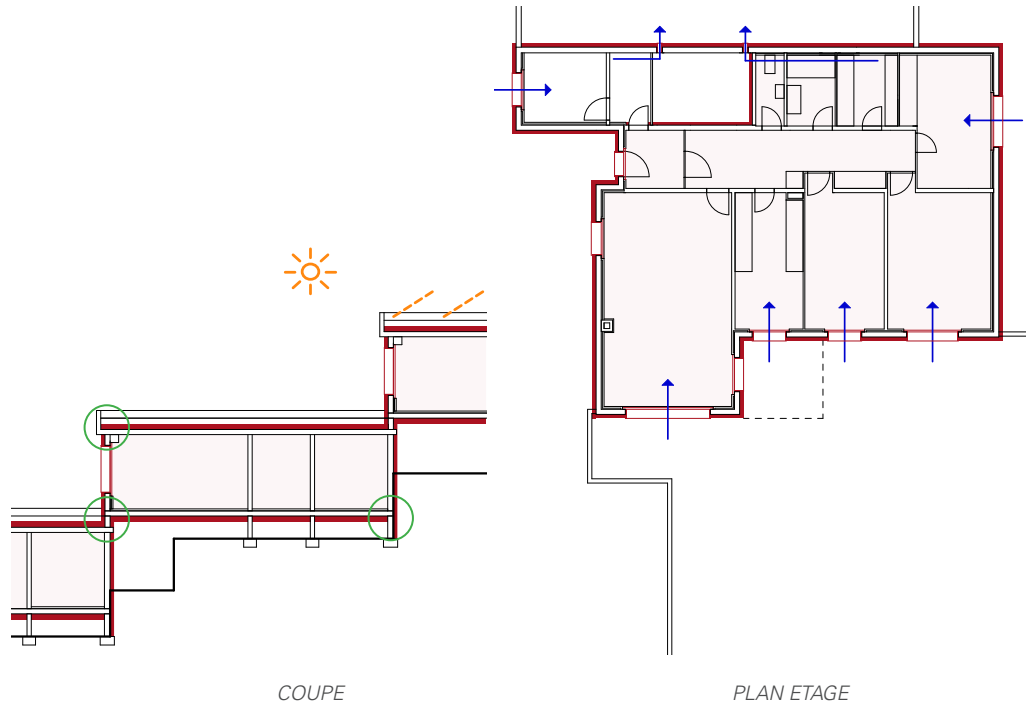
Remplacement des fenêtres par des fenêtres triple vitrage



Toiture de la dernière maison, possibilité d'installer des panneaux photovoltaïques



Type de panneaux photovoltaïques conseillés et végétalisation de la toiture. ©Ville de Lausanne, photographie: Benoît Renevey



COUPE

PLAN ETAGE

Plans et coupe schématiques. En rouge, les éléments de l'enveloppe isolés. En bleu, le fonctionnement de la ventilation. En hachure orange, l'intégration des tuiles photovoltaïques.

1 - PLAFOND ET MURS VIDE SANITAIRE: La dalle en béton sur le vide sanitaire est isolée par dessous et les installations techniques sont également isolées grâce à des coques isolantes. Cette mesure est simple à mettre en œuvre grâce à l'accessibilité du vide sanitaire et a un impact significatif sur le bilan énergétique en raison de la large surface concernée.

2 - MURS CONTRE NON-CHAUFFÉ: Les murs contre les locaux non chauffés sont isolés ainsi que les portes d'accès à ces locaux. Il n'y a pas de problèmes d'humidité dans les locaux grâce au vide sanitaire bien aéré.

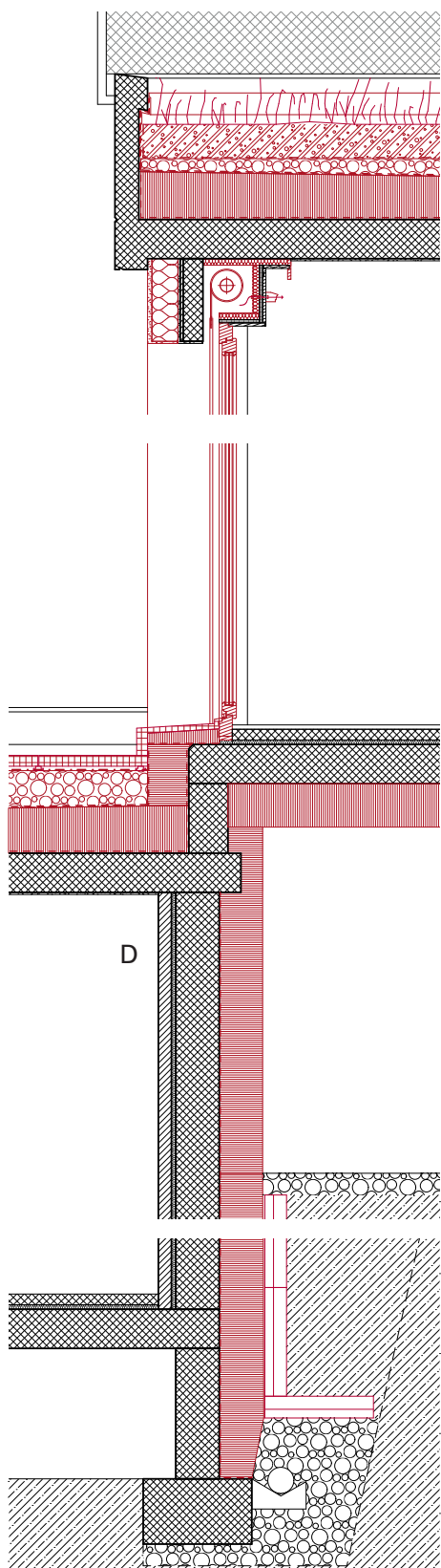
4 - TOITURE TERRASSE: L'isolation de la toiture plate a un impact important sur le bilan énergétique. La toiture existante est rénovée avec une isolation en verre cellulaire, un matériau étanche avec une longue durée de vie. L'étanchéité est refaite, puis la terre est remplacée pour conserver la toiture végétalisée. Cette mesure est assez complexe, car elle impacte directement le voisin. C'est la seule mesure qui nécessite une entente directe avec le voisin. Un angle isolé est posé à l'intérieur pour atténuer les ponts thermiques de la toiture.

5 - FENÊTRES: Les fenêtres existantes en PVC à double vitrage isolant sont remplacées par de nouvelles fenêtres avec triple vitrage. La porte d'entrée d'origine en bois est préservée, les joints et les verres sont changés pour améliorer son étanchéité à l'air. L'isolation des caissons de stores est nécessaire afin de diminuer les ponts de froid si celle-ci n'est pas encore faite et des entrées d'air hygroscopiques y sont intégrées.

6 - MURS EXTÉRIEURS: Une isolation périphérique en laine compressée est prévue afin d'atteindre une bonne valeur isolante. Les murs en contact avec le terrain et le vide sanitaire sont isolés avec un polystyrène extrudé afin de résister à l'humidité. Un crépi minéral épais (min. 25 mm) est appliqué afin d'améliorer la durabilité et la résistance des façades. Un crépi isolant est posé au plafond de la terrasse couverte et de l'entrée.

COUPE SUR
FAÇADE SUD

COUPE SUR
FAÇADE EST



A

Toiture plate

Valeur U origine: 1.63 W/m²K
Valeur U existant: 0.34 W/m²K
Valeur U rénové: 0.19 W/m²K

- .Couche végétale
- .Natte anti-racines
- .Couche filtrante et drainante
- .Étanchéité bitumineuse bicouche
- .Isolation verre cellulaire avec pente, $\lambda = 0.036$ W/mK, 200 mm
- .Barrière-vapeur (bitume)
- .Dalle béton 180 mm
- .Enduit de plâtre et peinture 15 mm

B

Murs façades

Valeur U existant: 0.56 W/m²K
Valeur U rénové: 0.19 W/m²K

- .Crépi minéral ext. épais, 25 mm
- .Isolation en laine compressée, $\lambda = 0.034$ W/mK, 120 mm
- .Crépi minéral ext., 15 mm
- .Brique TC, 180 mm
- .Isolation, 30+10 mm
- .Brique TC, 60 mm
- .Crépi minéral int. et finition, 15 mm

C

Dalle sur vide sanitaire

Valeur U existant: 1.25 W/m²K
Valeur U rénové: 0.15 W/m²K

- .Parquet/ Carrelage 20 mm
- .Chape ciment 50 mm
- .Isolation 20 mm
- .Dalle béton 180 mm
- .Isolation, $\lambda = 0.035$ W/mK, 200 mm

D

Murs contre vide sanitaire

Valeur U existant: 1.05 W/m²K
Valeur U rénové: 0.15 W/m²K

- .Isolation (XPS contre terrain), $\lambda = 0.035$ W/mK, 200 mm
- .Béton, 200 mm
- .Isolation, 20 mm
- .Brique TC, 60 mm
- .Crépi minéral int. et finition, 15 mm

E

Ponts thermiques

- .Réduction du pont thermique de la jonction des façades et de la toiture sur l'ensemble des murs à l'aide d'un angle isolant

F

Fenêtres

Uw: 2.97 W/m²K / g origine: 0.72
Uw: 1.72 W/m²K / g existant: 0.65
Uw: 0.91 W/m²K / g rénové: 0.53

- .Fenêtres avec triple vitrage
- .Cadre bois avec entrée d'air hygro-réglable
- .Tablette en ciment et aluminium

Cette fiche illustre un cas théorique avec des détails schématiques qui ont servi de base de calcul. En cas de travaux, une étude établie par des professionnels qualifiés est indispensable.

NORMES ET RÉGLEMENTS

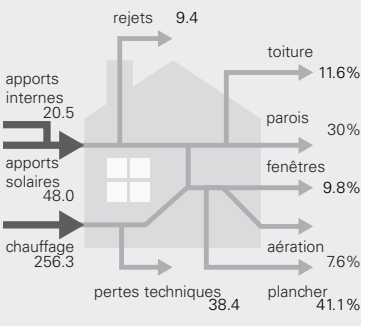
- Check-list des point à vérifier
- Sécurité des personnes (chute)
 - Séparation eaux usées et claires
 - Protection incendie
 - Dangers naturels
 - Substances nocives
 - Qualité de l'air
 - Protection contre le bruit
 - Construction sans obstacle

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/pellets
- Solaire thermique (en complément)

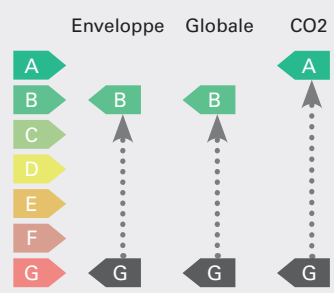
PERTES THERMIQUES EXISTANTES



BESOINS CHALEUR $Q_{H,li}$ [kWh/m²]	Origine 1974	Actuel 2000	Rénové
	352.4	217.8	59.1

VALEUR LIMITE $Q_{H,li}$ [kWh/m²]	1974	2000	Rénové
	100.4	100.4	100.4

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



Les solutions d'assainissement énergétique présentées dans cette fiche illustrent un cas théorique à titre informatif et ne peuvent en aucun cas être reprises telles quelles dans le cadre d'une rénovation.

CYCLES DE VIE ET OBSOLESCENCES

Éléments de construction	durée de vie	1974	1984	1994	2004	2014	2024 / 2026	2034
Structure du bâtiment	80							
Typologie	-							
Production de chaleur	20			■			■	
Ventilation	30						■	
Installation sanitaire	50						■	
Installation électrique	30						■	
Revêtement de façade	30				■			■
Fenêtres	40				■			■
Protection solaire	30						■	
Toiture plate	30			■				■
Sols, murs, plafonds	35						■	

■ rénovation antérieure ■ rénovation future
■ dépassement durée de vie

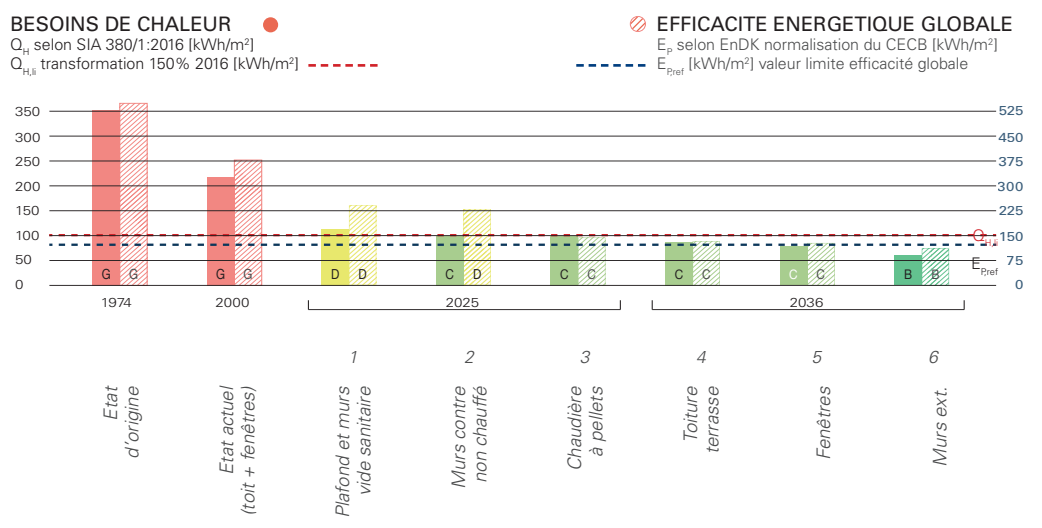
d'après SIA 2047 / Vieillessement des éléments de construction, PIBAT

3 - PRODUCTION ET DISTRIBUTION DE CHALEUR: La chaudière centrale à mazout est remplacée par une chaudière centrale à pellets ou par toute autre solution à énergie renouvelable. Les tuyaux de distribution existants et accessibles sont isolés. Les radiateurs sont conservés et des vannes thermostatiques sont installées si elles ne sont pas déjà présentes.

VENTILATION: Le changement des fenêtres et l'isolation des murs nécessitent la mise en place d'un concept de ventilation. Le renouvellement d'air est assuré par une ventilation simple flux avec des entrées d'air hygro-réglables dans les cadres de fenêtre et l'ajout d'une extraction d'air mécanique dans les sanitaires et dans la cuisine. Il est nécessaire d'également ventiler mécaniquement les espaces non chauffés (cave et buanderie) qui n'ont pas d'ouverture vers l'extérieur.

ÉLECTRICITÉ: Des panneaux photovoltaïques sont posés sur la toiture de la dernière villa qui n'est pas utilisée comme terrasse, afin d'assurer une production électrique avec une énergie renouvelable. Il est recommandé d'intégrer une installation photovoltaïque lors de la transformation d'une toiture.

BILAN ÉNERGÉTIQUE



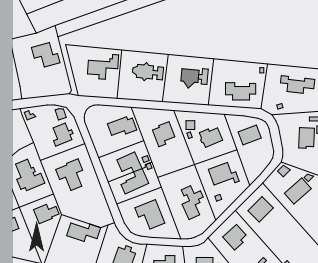
APPROCHE GLOBALE ET LIMITE DE L'ÉTUDE DE CAS

L'étude de cas illustre les mesures adaptées pour rénover énergétiquement les différents éléments de l'enveloppe. 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.

Les rénovations sont surtout pertinentes si la durée de vie des éléments est prise en compte, si les qualités existantes sont préservées et si de nouvelles synergies sont trouvées afin d'assurer son avenir. Ces assainissements doivent donc être considérés comme un processus d'optimisation dans une perspective de durabilité à long terme. En cas de travaux, une réelle étude de faisabilité par des professionnels qualifiés s'avère indispensable.

M106

MAISON 1^{ère} RÉGLEMENTATION



Situation 1: 5'000

DESRIPTIF: Cette maison individuelle caractéristique des années 80 se situe dans un quartier de villas à faible densité avec des jardins privés. Elle se développe sur un sous-sol enterré, deux étages habitables et une toiture à deux pans. Le rez accueille le salon et la cuisine, tandis que les chambres et un petit grenier se trouvent à l'étage, sous le toit en pente. Le sous-sol abrite les installations techniques ainsi que des espaces de stockage non chauffés (cave et réduit). Les façades sont constituées d'un double mur en brique isolé avec porteur intérieur. Les dalles sont composées de béton, d'isolation et d'une chape. Les façades en crépi sont simples sans encadrement au niveau des fenêtres. Celles-ci sont d'origine en bois avec double vitrage isolant (partie inférieure fixe). Les stores à lamelles d'origine sont toujours présents et les caissons de store sont isolés. La toiture, à forme particulière, est typique des années 80. Elle crée un couvert pour la terrasse. Les locaux du sous-sol ne présentent pas de problème d'humidité et le pourtour est drainé.

La production de chaleur se fait par une chaudière centrale électrique et la distribution par un chauffage de sol à eau. Une cheminée à foyer ouvert sert de chauffage d'appoint. Les locaux sont ventilés naturellement.

CONCEPT: Les maisons des années 80 présentent déjà une bonne isolation au niveau de la toiture et des murs. La stratégie adoptée vise à améliorer les éléments en fonction de leur durée de vie et de leur valeur U, en commençant par les éléments non-isolés. En isolant le plafond du sous-sol, les murs contre non chauffé et en changeant les fenêtres la maison répond aux exigences actuelles. La chaudière centrale électrique est remplacée par une PAC sol-eau ou air-eau et une ventilation simple flux est mise en place. La rénovation de la toiture et/ou des façades permet d'atteindre le standard neuf.

Type	maison individuelle
Année de construction	1985
Nombre de logements	1
Année de rénovations	-
Surface bâtie [m ²]	88
Hauteur du bâtiment [m]	6.7
Catégorie AEA1	faible hauteur
Protection patrimoniale	non
Site ISOS	non
SRE (A _E) [m ²]	177
Surface A _{TH} [m ²]	383
Facteur d'enveloppe (A _{TH} /A _E)	2.17
Besoin de chaleur (Q _H) [kWh/m ²]	141/ 40

Installations techniques

Cental électrique/ Chauffage de sol/
Ventilation naturelle
PAC sol-eau/ Chauffage de sol/
Ventilation simple flux avec réglottes
hygroréglables et extraction
mécanique

cheminée

cheminée à foyer ouvert avec prise
d'air extérieure, tubage de la chemi-
née et installation d'un insert

toiture

à deux pans, couverture en tuiles mé-
caniques terre cuite, isolation entre
chevrons, ferblanteries en cuivre,
isolation complémentaire et ajout de
panneaux photovoltaïques

avant-toit

lambrissage bois peint,
peinture à l'huile et intégration de
nichoirs

fenêtres

cadre bois avec double vitrage
isolant, cadre bois avec entrées d'air
hygroréglables, triple vitrage

façade

double mur brique isolé porteur
intérieur, crépi minéral,
isolation complémentaire et crépi
minéral épais

protection solaire

stores à lamelles

tablettes

tablettes en aluminium et
embrasures en crépi

drainage

bande drainante en gravier le long
des façades avec drainage au niveau
des fondations





Pan de toiture sud avec terrasse



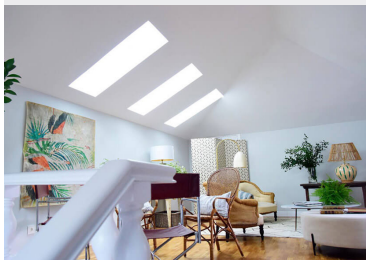
Plafond du sous-sol à isoler



Remplacement des fenêtres (ou des verres)



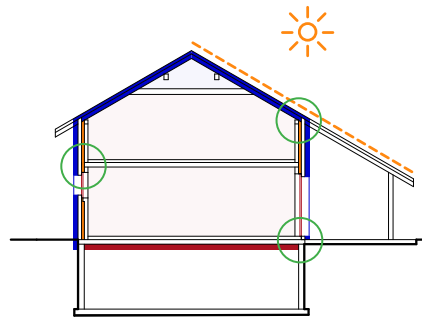
Toiture à valoriser afin de gagner en volume au niveau de l'étage



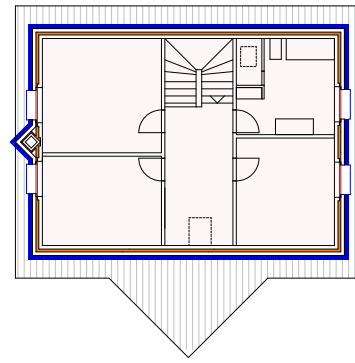
Exemple de valorisation: isolation de la toiture et utilisation de tout le volume des combles. ©Velux



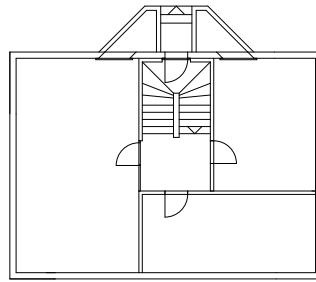
Type de panneaux photovoltaïques possible. ©Gasser ceramic



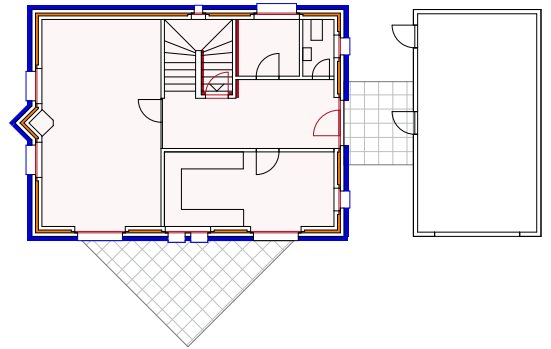
COUPE



PLAN ETAGE



PLAN SOUS-SOL



PLAN REZ

Plans et coupe schématiques. En rouge, les éléments de l'enveloppe isolés. En bleu, l'étape supplémentaire de valorisation. En hachure orange, l'isolation existante et en traitillé l'intégration des panneaux photovoltaïques.

1 - PLAFOND DU SOUS-SOL & MURS CONTRE NON CHAUFFÉS: Le dalle entre le rez-de-chaussée et le sous-sol n'étant pas isolée, une isolation est posée au plafond du sous-sol. Les murs contre locaux non chauffés sont isolés ainsi que la paille de l'escalier. La porte du sous-sol est améliorée thermiquement. Le drainage est existant tout autour du bâtiment.

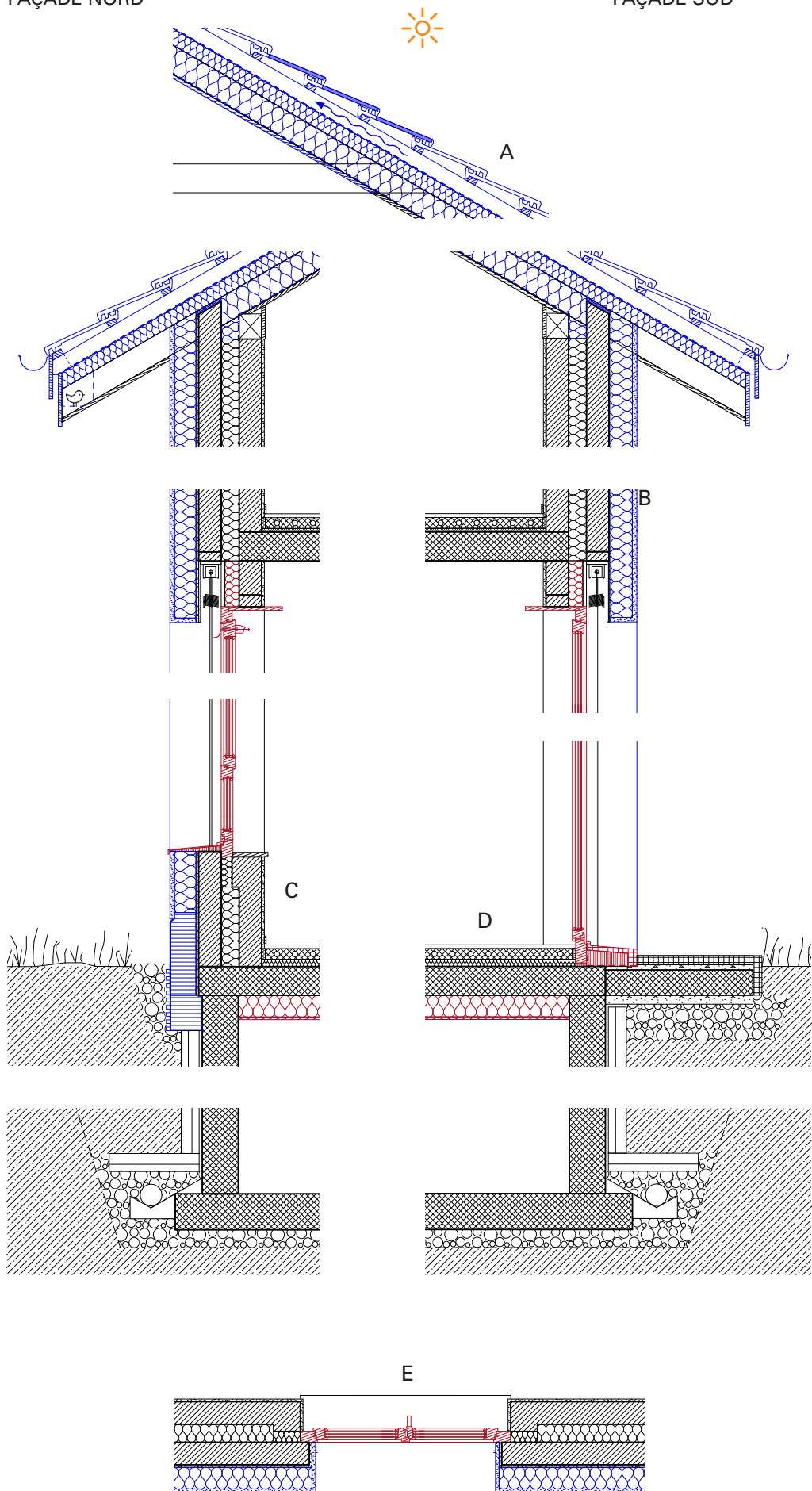
2 - FENÊTRES: Les fenêtres existantes en bois d'origine avec double vitrage isolant sont remplacées par de nouvelles fenêtres en bois ou bois métal avec triple vitrage. Si le cadre des fenêtres est en bon état, uniquement le verre est changé. Des entrées d'air hygroréglables sont intégrées dans les cadres. L'isolation des caissons de store est nécessaire afin de diminuer les ponts de froid si celle-ci n'est pas encore faite.

4 - VALORISATION TOITURE: La dalle des combles et la toiture ayant déjà une bonne valeur isolante, il n'est pas nécessaire de les rénover immédiatement. Lors de la fin de vie de la toiture, il serait, à ce moment, opportun de refaire l'isolation de la toiture afin d'améliorer leurs performances et d'installer des panneaux photovoltaïques sur la toiture. Cette mesure de valorisation permettrait de gagner en hauteur et en volume au niveau de l'étage.

5 - OPTIMISATION DES FAÇADES: La façade possédant déjà une bonne valeur isolante et étant en bon état, il n'est pas essentiel de la rénover directement. Lors de la fin de vie de celle-ci, il serait par contre judicieux de l'améliorer énergétiquement avec une isolation en laine compressée et un crépi épais qui permet de garder une bonne résistance de la façade et ainsi atteindre le standard des bâtiments neufs.

COUPE SUR
FAÇADE NORD

COUPE SUR
FAÇADE SUD



- A Toiture (valorisation)**
 Valeur U existant: 0.32 W/m²K
 Valeur U renové: 0.15 W/m²K
 .Tuiles mécaniques et panneaux photovoltaïques
 .Lattage, 35 mm
 .Contre-lattage, 80 mm
 .Lé de sous couverture ouvert à la diffusion et RF1
 .Sous-couverture rigide, laine de roche RF1, $\lambda = 0.034$ W/mK, 100 mm (min 60 mm)
 .Isolation fibre de bois entre chevrons existants, $\lambda = 0.036$ W/mK, 140 mm
 .Frein-vapeur à diffusion variable
 .Lames de bois, 20 mm
- B Murs façades**
 Valeur U existant: 0.29 W/m²K
 Valeur U renové: 0.14 W/m²K
 .Crépi minéral ext. épais, 25 mm
 .Isolation en laine compressée, $\lambda = 0.034$ W/mK, 120 mm
 .Crépi minéral ext., 15 mm
 .Brique TC, 125 mm
 .Isolation laine de verre, 100 mm
 .Brique TC, 125 mm
 .Crépi minéral int. et finition, 15 mm
- C Murs socle**
 Valeur U existant: 0.29 W/m²K
 Valeur U renové: 0.14 W/m²K
 .Crépi minéral ext. épais, 25 mm
 .Isolation en XPS, $\lambda = 0.034$ W/mK, 120 mm
 .Etanchéité
 .Crépi minéral ext., 15 mm
 .Brique TC, 125 mm
 .Isolation laine de verre, 100 mm
 .Brique TC, 125 mm
 .Crépi minéral int. et finition, 15 mm
- D Dalle rez-de-chaussée**
 Valeur U existant: 0.98 W/m²K
 Valeur U renové: 0.23 W/m²K
 .Parquet/ Carrelage, 20 mm
 .Chape ciment, 60 mm
 .Isolation, 40 mm
 .Dalle béton, 160 mm
 .Isolation, $\lambda = 0.034$ W/mK, 120mm
 .Crépi minéral int. et finition, 15 mm
- E Fenêtres**
 Uw: 2.96 W/m²K / g existant: 0.72
 Uw: 1.00 W/m²K / g renové: 0.53
 .Fenêtres avec triple vitrage
 .Cadre bois avec entrée d'air hygro-réglable
 .Tablette en aluminium

Cette fiche illustre un cas théorique avec des détails schématiques qui ont servi de base de calcul. En cas de travaux, une étude établie par des professionnels qualifiés est indispensable.

NORMES ET RÉGLEMENTS

Check-list des point à vérifier

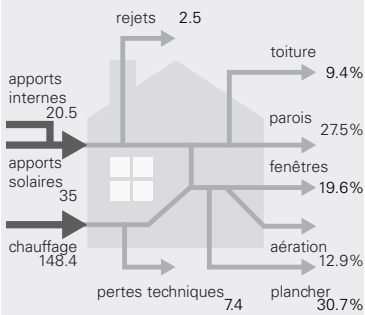
- Sécurité des personnes (chute)
- Séparation eaux usées et claires
- Protection incendie
- Dangers naturels
- Substances nocives
- Qualité de l'air
- Protection contre le bruit
- Construction sans obstacle

PRODUCTION DE CHALEUR

Type de production de chaleur renouvelable envisageable en fonction du lieu

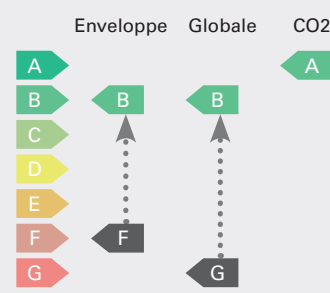
- Chauffage à distance (renouv.)
- PAC air-eau
- PAC sol-eau
- Chaudière à bois/pellets
- Solaire thermique (en complément)

PERTES THERMIQUES EXISTANTES



	Actuel 1985	Rénové
BESOINS CHALEUR $Q_{H,1}$ [kWh/m²]	141.0	39.9
VALEUR LIMITE $Q_{H,lim}$ [kWh/m²]	74.0	74.0

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



Les solutions d'assainissement énergétique présentées dans cette fiche illustrent un cas théorique à titre informatif et ne peuvent en aucun cas être reprises telles quelles dans le cadre d'une rénovation.

CYCLES DE VIE ET OBSOLESCENCES

Éléments de construction	durée de vie	1985	1995	2005	2015	2025	2035	2045
Structure du bâtiment	80							
Typologie	-							
Production de chaleur	20					■		
Ventilation	30					■		
Installation sanitaire	50						■	
Installation électrique	30				■			
Revêtement de façade	30				■			
Fenêtres	40					■		
Protection solaire	30					■		
Toiture en pente	45						■	
Sols, murs, plafonds	35							■

■ rénovation antérieure ■ rénovation future
■ dépassement durée de vie

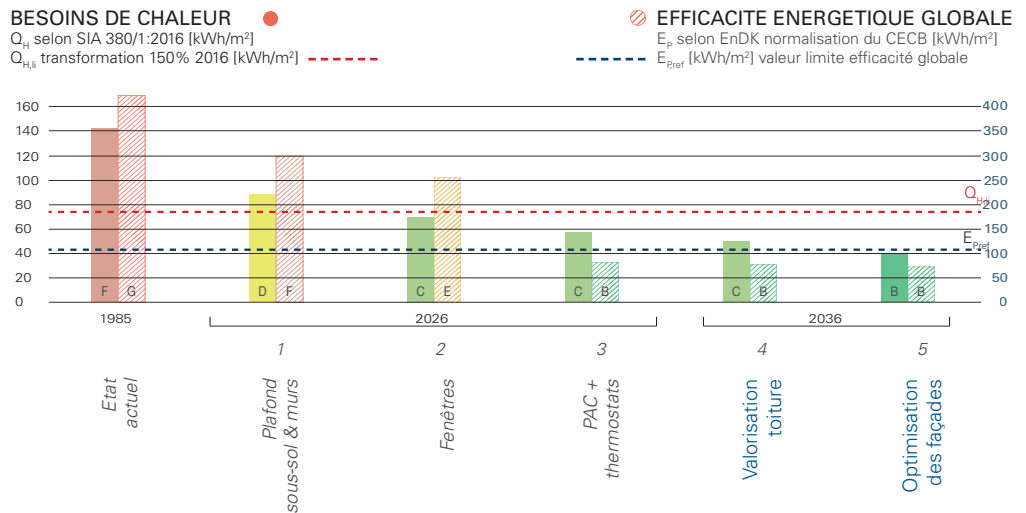
d'après SIA 2047 / Vieillessement des éléments de construction, PIBAT

3 - PRODUCTION ET DISTRIBUTION DE CHALEUR: La chaudière centrale électrique est remplacée par une PAC sol-eau ou air-eau, ou par toute autre solution à énergie renouvelable. Les tuyaux de distribution existants et accessibles sont isolés. La distribution par le sol est conservée et révisée et des thermostats sont installés. La cheminée à foyer ouvert avec prise d'air extérieure est tubée et un insert est installé dans le foyer.

VENTILATION: Le changement des fenêtres nécessitent la mise en place d'un concept de ventilation. Le renouvellement d'air est assuré par une ventilation simple flux avec des entrées d'air hygroréglables dans les cadres de fenêtre et l'ajout d'une extraction d'air mécanique dans les sanitaires et dans la cuisine.

ÉLECTRICITÉ: Des panneaux photovoltaïques sont posés sur les pans de toiture bien orientés soit sur un pan complet ou en bande plus productive sur la partie supérieure, afin d'assurer une production électrique avec une énergie renouvelable. Il est recommandé d'intégrer une installation photovoltaïque lors de la transformation d'une toiture.

BILAN ÉNERGÉTIQUE



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. 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.

Les rénovations sont surtout pertinentes si la durée de vie des éléments est prise en compte, si les qualités existantes sont préservées et si de nouvelles synergies sont trouvées afin d'assurer son avenir. Ces assainissements doivent donc être considérés comme un processus d'optimisation dans une perspective de durabilité à long terme. En cas de travaux, une réelle étude de faisabilité par des professionnels qualifiés s'avère indispensable.